



Christopher Kommetter

Fächerübergreifender Unterricht am Beispiel des Informatik-unterstützten Physikunterrichts anhand ausgewählter Unterrichtssequenzen

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Diplomstudium (Lehramt): UF Informatik und Informatikmanagement / UF Physik

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

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

Institute of Interactive Systems and Data Science

Graz, April 2018

This document is set in Palatino, compiled with pdfL^AT_EX₂^ε and Biber.

The L^AT_EX template from Karl Voit is based on KOMA script and can be found online: <https://github.com/novoid/LaTeX-KOMA-template>

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

Danksagungen

Bis zur Möglichkeit diese Arbeit zu verfassen, verging viel Zeit. 26 Jahre. Würde ich nun alle, die mich auf meinen Weg bis hier hin unterstützen nennen, wäre ich wahrscheinlich 30 und der Toner des Druckers leer. Deshalb möchte ich mich stellvertretend bei all jenen bedanken, die mich direkt bei dieser Arbeit unterstützten, denn ohne die Hilfe Anderer hätte eine Arbeit in diesem Umfang nie zustande kommen können.

Mein Dank gilt Herrn Dr. Martin Ebner, meinem Diplomarbeitsbetreuer. Neben der Themenfindung unterstützte er mich ständig mit hilfreichen Inputs und Tipps, stand jederzeit per Mail oder persönlich für Fragen zur Verfügung und unterstützte mich mit Rat und Tat bei der Umsetzung.

Die Herren Dr. Gerald Steinbauer (TU Graz), Dr. Martin Kandlhofer (TU Graz) und Gerhard Fetka (BG/BRG Kirchengasse Graz) ermöglichten mir, ein umfangreiches Projekt mit Raspberry Pi's an einer Oberstufe zu planen und durchzuführen. Dies legt quasi einen Grundstein dieser Arbeit.

Für den praktischen Teil dieser Arbeit müssen Rahmenbedingungen und eine geeignete Klasse gefunden werden. Herrn Mag. Heimo Hergan vom BORG Dreierschützengasse in Graz möchte ich auf diesem Wege dafür danken, dass er sich zur Verfügung stellte eine seiner Physikklassen für die Durchführung an mich abzutreten. Neben dieser Möglichkeit stand er mir mit Hilfestellungen zur Verfügung und kümmerte sich um die Organisation.

Bei meiner, in wenigen Monaten angetrauten, Gefährtin Anna-Maria bedanke ich mich für die viele Zeit und die hilfreichen Anregungen und die Unterstützung in puncto *Rähdschraipung*.

Computer können viel, aber niemals so konstruktiv Texte korrigieren wie Frau Katharina Petritsch, eine angehende Deutsch und Englisch Lehrerin

Danksagungen

und ausgezeichnete Korrekturleserin. Danke für das Korrigieren dieser Arbeit.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken. Warum? Weil man das aus Anstand so macht? Nein! Auch mithilfe staatlicher Unterstützungen ist es heutzutage, so glaube ich, nicht selbstverständlich, dass man studieren darf, vor allem das studieren darf, was man selbst möchte. Viele Elternhäuser schreiben die Studienwahl vieler Studenten und Studentinnen vor, bzw. beeinflussen die Wahl des Studiums maßgeblich. Diese Einschränkung gab es bei mir zu keinem Zeitpunkt, auch bei meiner jüngeren Schwester, die gerade ihre Bachelorarbeit verfasst (gutes Gelingen by the way), gab es statt Vorgaben nur Unterstützung in verschiedener, natürlich auch in finanzieller, Form.

Danke!

Vorwort

Seit geraumer Zeit lasse ich meine Haare in einem türkischen Friseursalon schneiden, denn es gibt, meiner Meinung nach, zwei Arten von Menschen: jene, die dem gezwungenen Smalltalk beim Friseur gelassen gegenüberstehen und die, die wegen dieses Smalltalks den Friseurbesuch so lange hinauszögern, bis die Haarpracht das Gesichtsfeld in einem Verkehrssicherheitsaspektlichen Ausmaße einschränkt. Ich gehöre zweifelsfrei zur zweiten Gruppe und beim oben genannten Friseur gibt es keinen Smalltalk. Herrlich!

Was stört mich an diesem Smalltalk eigentlich? Zumeist lautet die erste Frage an mich, was ich den beruflich mache. »*Ich studiere.*« Auf meine Antwort erfahre ich, dass der Neffe ihrer Tante dritten Grades auch studiere, nämlich BWL und das sei *cool*. Jedermann und jede Frau assoziiert BWL mit teuren Anzügen, viel Geld und »*es hat irgendwas mit Wirtschaft zu tun*«. Man hat das Bild von Leonardo DiCaprio in der Hauptrolle von *Der große Gatsby* vor Augen. Voller Erwartung fragt mich nun mein Gegenüber, welches *super coole* Studium ich denn studiere? »*Lehramt. Physik und Informatik.*« Was folgt ist ein Ausdruck und Laute des Entsetzens. Wie kann ein Mensch nur so etwas studieren? Die häufigste Begründung dieses Entsetzens: »*Das sind genau die zwei Fächer, die ich in der Schule, neben Mathe, am wenigsten leiden konnte!*«

Natürlich nicht nur bei den Friseurbesuchen erntete ich diese Reaktion. Auch im Freundes- und Bekanntenkreis erhielt ich des öfteren die exakt gleiche Aussage und Reaktion. Auch von Kommilitonen beider Geschlechter, anderer Unterrichtsfächer und Studien.

Zeit für mich zu reflektieren, wie man diese Abneigung gegen meine Unterrichtsfächer abschaffen könnte. Als angehender Lehrer habe ich es in Hand, das Interesse an diesen zwei Fächern zu fördern, etwa durch den Einsatz

Vorwort

von verschiedenen motivierenden Experimenten und Technologien. Eine Chance? Vielleicht. Sicherlich bin ich nicht der Einzige und Erste mit diesem Vorsatz. Ganz bestimmt nicht. Im Zuge des Lehramtsstudiums traf ich oft auf Lehrerinnen und Lehrer, vorrangig aus eben meinen gewählten Unterrichtsfächern. Im Gespräch mit diesen stellt sich sehr wohl heraus, dass eine Vielzahl an Unterrichtsplänen existiert, die eine Steigerung des Interesse an den Naturwissenschaften vorsieht, allerdings sei der Lehrplan das Problem. Oder genauer gesagt die Zeit, in der die Inhalte des Lehrplanes vermittelt werden müssen.

Ein Grund für mich, die Lehrplankonforme Integration von *neuen* Möglichkeiten zu untersuchen. Bietet sich eine fächerübergreifende Implementierung an, um die wertvolle Unterrichtszeit der Einzelfächer nicht zu verschwenden?

Abstract

Die vorliegende Diplomarbeit gibt einen Überblick über die Möglichkeiten, den Informatikunterricht in den Physikunterricht zu integrieren. Dabei werden Definitionen von fächerübergreifendem Unterricht verglichen und aufgezeigt, wie durch den Einsatz eines handlungsorientierten Unterrichts, am Beispiel eines Stationsbetriebes, ein Beitrag geleistet werden kann, informativische Systeme in den Unterricht zu integrieren. Es werden diverse Technologien wie der Raspberry Pi, der Calliope, der Arduino und weitere hinsichtlich ihrer Integrationsmöglichkeiten im Physikunterricht und finanziellen Aspekte untersucht.

Schließlich wird eine Unterrichtssequenz zum Erlernen der Kompetenzen rund um das Thema Beschleunigung mithilfe von Arduinos vorgestellt. Diese wurde an einer Oberstufe durchgeführt und wird hier hinsichtlich der vermittelten Kompetenzen aus beiden Fächern analysiert und der Lernzuwachs wird dem zeitlichen Aufwand gegenübergestellt. Der Arduino kann vielseitig in Unterrichtsgegenständen, vorrangig im Bereich der Naturwissenschaften, eingesetzt werden und profitiert, durch eine Vielzahl an verschiedenen Herstellern, von geringen Anschaffungskosten.

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung sieht unter anderem in den Lehrplänen fächerübergreifende Methoden vor. Allerdings erfordern diese nicht nur einen erheblichen Mehraufwand für Lehrkräfte, sondern nehmen auch noch mehr Zeit bei der Durchführung ein, als die Vermittlung der Kompetenzen im Einzelfach. Dadurch, dass hierbei allerdings neben den physikalischen Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler auch noch, durch den handlungsorientierten Unterricht, unbewusst Kompetenzen aus dem Unterrichtsfach Informatik erwerben, ist ein Einsatz gerechtfertigt.

Abstract (English)

This diploma thesis gives an overview of the possibilities of how computer science education can be integrated in a physics class. These definitions of interdisciplinary lessons are compared and it is demonstrated how through the use of action-oriented teaching, using the example of a station operation, how a contribution can be made to integrate information systems into the classroom. There are various technologies such as the Raspberry Pi, the Calliope, the Arduino and others which will be investigated regarding their possibilities of integration in physics lessons and financial aspects.

Finally, a lesson sequence for learning the skills related to acceleration using Arduinos will be presented. This was done in senior levels and is analyzed here in terms of mediated competencies from both subjects and the increase in learning compared to the time required. The Arduino can be widely used in educational subjects, primarily in the field of science, and benefits, through a variety of different manufacturers, from low acquisition costs.

Among other things, the *Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung* (Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research) envisages cross-curricular methods in the curricula. However, not only do they require a considerable amount of extra work for teachers, they also take more time to implement than the teaching of individual competences does. Due to the fact that besides the physical competences the students also unconsciously acquire competences from the subject computer science, those methods are justified through the action-oriented instruction.

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	iv
Vorwort	vi
Abstract	viii
I. Theoretischer Hintergrund	1
1. Einleitung	2
2. Fächerübergreifender Unterricht	4
2.1. Ein Versuch einer Begriffsdefinition	4
2.2. Ziele: Wozu fächerübergreifend unterrichten?	8
2.3. Probleme und Grenzen	9
2.4. Handlungsorientierter Unterricht	10
3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF	13
3.1. Der Lehrplan ist Gesetz!	13
3.1.1. Lehrplan Unterrichtsfach Informatik Oberstufe, 2004 .	14
3.1.2. Lehrplan Unterrichtsfach Physik Oberstufe, 2004 . . .	16
3.1.3. Verknüpfung der Lehrpläne für Informatik und Physik	18
3.2. Semestrierte Lehrpläne und NOST	20
3.3. Digitalisierungsstrategie Schule 4.0. – jetzt wird's digital . . .	21
3.4. digi.komp	23
3.4.1. Kompetenzmodelle	23
3.4.2. digi.kompP	26
3.5. Grundsatz erlass Medienerziehung	28
3.6. NAWI Kompetenzmodell	29

Inhaltsverzeichnis

4. Informatisierung aller Schulfächer	32
4.1. Beiträge zum fächerübergreifenden Lernen	32
4.2. E-Learning und Flipped Classroom	34
4.3. Modelle werden lebendig	35
4.4. Willkommen im IKT - Zeitalter	37
5. Technologiestudium	38
5.1. Eine Katze namens Scratch	38
5.2. Kein Himbeeruchen: der Raspberry Pi	39
5.3. Arduino - kopieren erlaubt!	42
5.4. Ozobot - Miniroboter im Kindergarten	43
5.5. Lego zum mitnehmen: Pocket Code	44
5.6. BBC micro:bit - Bildungsauftrag erfüllt	45
5.7. Calliope mini - micro:bit made in Germany	46
5.8. Bring your own device (BYOD)	46
5.9. Vergleich der vorgestellten Technologien	48
6. Arduino im Physikunterricht	51
6.1. Technische Merkmale des Arduinos	51
6.2. Experimente im Physikunterricht	53
6.2.1. Winkelmessung mit dem Gyrosensor	53
6.2.2. Messen von Kräften	54
6.2.3. Strom und Spannung messen	54
6.2.4. Luftdruck und Luftfeuchtigkeit	55
II. Praktischer Teil	56
7. Unterrichtsvorbereitung	57
7.1. Ausgangssituation	57
7.2. Auswahl der verwendeten Technologien	58
7.2.1. Anschaffungskosten	58
7.2.2. Kompetenzen der Informatik	59
7.2.3. Integration im Physikunterricht	60
7.2.4. Schwierigkeitsgrad der Umsetzung	61
7.3. Wahl der Unterrichtsmethode	62

Inhaltsverzeichnis

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten	65
8.1. Erhebungsmethoden	65
8.1.1. Vorerhebung	66
8.1.2. Zwischenerhebungen	67
8.1.3. Auswertung der Arbeitsblätter	67
8.1.4. Enderhebung	68
8.1.5. Gespräche mit dem Stammlehrer	68
8.2. Unterrichtssetting	69
8.3. Die acht Stationen	70
8.3.1. Station 1 und 2: Messbereich	71
8.3.2. Station 3 und 6: ESP	72
8.3.3. Station 4 und 5: Beschleunigung beim Springen und beim freien Fall	73
8.3.4. Station 7: Organisatorisches	74
8.3.5. Station 8: Bauteile und Code	75
8.3.6. Leerlaufstationen	75
8.4. Probleme bei der Umsetzung	76
III. Analyse	77
9. Auswertung der Unterrichtseinheiten	78
9.1. Ergebnisse der Vorerhebung	78
9.2. Erhebungen an den Stationen	81
9.3. Enderhebung und Lernzuwachs	83
9.4. Zeitaufwand vs. Lernerfolg	86
10. Resümee und Ausblick	87
Appendix	89
Abbildungsverzeichnis	90
Tabellenverzeichnis	91
Literatur	92

Teil I.

Theoretischer Hintergrund - der fächerübergreifende Unterricht und die Rahmenbedingungen

1. Einleitung

Erst kürzlich stellte Apple einen Rahmenlehrplan vor, welcher sich in bestehende Unterrichtspläne für jedes Fach integrieren lässt und der den Einsatz von iPads in allen Fächern und Schulstufen ermöglicht¹. Eine flächendeckende Ausstattung mit iPads und der nötigen Infrastruktur an allen österreichischen Schulen würde zweifelsfrei Unmengen an finanziellen Mitteln verschlingen. Viele Lehrunterlagen mit wesentlich günstigeren Technologien werden, sofern sie überhaupt eingesetzt werden, in den Informatikunterricht eingegliedert.

Themengebiete der Informatik, wie sie derzeit im gleichnamigen Unterrichtsfach bearbeitet werden, beispielsweise Tabellenkalkulationen und Microsoft Word, sollten nicht als eigenständige Kompetenzen im Informatikunterricht erlernt werden, sondern vielmehr als Werkzeug in mehrere Unterrichtsfächer übernommen werden und hier durch gezielten Einsatz ihren Platz finden. Vergleichbar mit dem Taschenrechner im Mathematikunterricht könnten sich auch Tabellenkalkulationsprogramme, wie Microsoft EXCEL, aus dem Informatikunterricht in den Mathematik- und Physikunterricht verlagern. Durch Anwendung dieser Software wird ein neuer Zugang geschaffen und als Hilfe empfunden, anstelle eines weiteren Lernaufwandes. Eine große Auswahl an günstigen Einplatinencomputern und Mikrocontrollern kann hier neben dem Vermitteln von Kompetenzen der Informatik auch in anderen Unterrichtsgegenständen eingesetzt werden und vermittelt Kompetenzen beider Unterrichtsgegenstände. Vor Allem im Physikunterricht stellen diese Technologien eine Alternative zu teurem

¹**Quelle:** Apple Newsroom: Apple stellt Everyone Can Create vor, um Kreativität bei Schülern zu fördern, <https://www.apple.com/at/newsroom/2018/03/apple-unveils-everyone-can-create-curriculum-to-spark-student-creativity/> - *zul. aufgerufen am 29.3.2018*

1. Einleitung

Equipment, wie etwa Oszilloskopen, für den Einsatz als Werkzeuge für Schüler oder Demonstrationsversuche dar.

Mit dieser Arbeit wird versucht, eine Verbindung zwischen den beiden Unterrichtsfächern Informatik und Physik zu entwickeln. Diese Verbindung soll ganzheitliche Lernmöglichkeiten für Schülerinnen und Schüler schaffen, wie dies durch die Trennung in Einzelfächer nicht möglich wäre. Die Auslagerung von informatischen Systemen in Unterrichtsfächer wie Physik sollen zu einem Lernzuwachs von Kompetenzen der Informatik führen. Das Ziel dieser Arbeit stellt die Beantwortung einer Reihe an zentralen Fragestellungen dar.

Für die Umsetzung eines fächerübergreifenden Unterrichts zwischen Physik und Informatik ergeben sich die folgenden Fragestellungen, welche im Verlauf dieser Arbeit beantwortet werden:

- Können durch den Einsatz von Arduinos als Werkzeuge für Experimente im Physikunterricht die Schülerinnen und Schüler auch Kompetenzen aus dem Unterrichtsfach Informatik erwerben?
- Ist der Mehraufwand für Lehrkräfte, den der Einsatz von Arduinos im Physikunterricht mit sich bringt, im Bezug auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler, im Vergleich zu herkömmlichen Unterrichtsmethoden, gerechtfertigt?
- Rechtfertigt der Lernzuwachs aus dem Bereich Informatik die dafür verwendete Unterrichtszeit des Faches Physik durch den Einsatz von Arduinos?
- Wie legitimieren sich die Anschaffungskosten von Arduinos im Physikunterricht gegenüber alternativen Technologien?

Die Arbeit gliedert sich in drei Teile, beginnend mit einer Literaturrecherche, welche den theoretischen und rechtlichen Rahmen dieser Arbeit bildet. Im zweiten Teil wird ein Unterrichtsbeispiel mit dem Einsatz von Arduinos im Physikunterricht beschrieben und die Durchführung festgehalten. Der dritte Teil befasst sich mit der Analyse der durch die Durchführung gewonnenen Daten und fasst die Antworten auf die oben angeführten zentralen Fragestellungen zusammen.

2. Fächerübergreifender Unterricht

Im Folgenden werden die Vorzüge und Probleme des fächerübergreifenden Unterrichts beleuchtet und Methoden zur Realisierung festgehalten. Es wird auch versucht, die diversen Begriffe zuzuordnen und zu kategorisieren, um eine Definition zur Abgrenzung vom Fachunterricht zu schaffen. Am Ende dieses Kapitels wird der Stationsunterricht als Form des handlungsorientierten Unterrichts angeführt, da diese Form des Unterrichts für die Unterrichtseinheiten im praktischen Teil gewählt wurde.

2.1. Ein Versuch einer Begriffsdefinition

In der Literatur finden sich unterschiedliche Begriffe für die Form der Organisation von Unterricht, die sich zwischen einem reinen Fachunterricht und einem nicht nach Fächern gegliederten Unterricht bewegt. So lassen sich die Begriffe fächerverbindender und fächerübergreifender Unterricht als Sammelbegriff aller Formen des Unterrichts, die eine parallele Behandlung zusammenhängender Inhalte aus mehreren Fächern vorsehen, nennen.²

Der fächerübergreifende Unterricht stellt eine Form der Organisation dar, die, zeitlich begrenzt, Inhalte aus unterschiedlichen Schulfächern thematisch verknüpft³. Die Facetten des fächerübergreifenden Unterrichts sind äußerst

²**Quelle:** Wikipedia: Fächerverbindender Unterricht, https://de.wikipedia.org/wiki/F%E4cherverbindender_Unterricht -zul. aufgerufen am 4.4.2018

³**Quelle:** nibis: Fächerverbindender Unterricht (PPT), http://www.nibis.de/~as-gs/content/fs/werken/referate_praesentationen/faecheruebergreifender_unterricht.ppt -zul. aufgerufen am 4.4.2018

2. Fächerübergreifender Unterricht

weitreichend und erstrecken sich vom simplen Aufgreifen ausgewählter Themenbereiche außerhalb des eigenen Spezialgebietes bis hin zu komplexen Projekten (vgl. Dieterich, 2008, S. 21). Die verschiedenen Facetten beschreiben die Art und den Umfang der Verbindung zweier oder mehrerer Unterrichtsgegenstände. In der Literatur finden sich verschiedene Definitionen, welche keine generellen Grenzen zulassen. So unterscheidet Schwill (2013) zwischen fächerübergreifendem und fächerintegrativem Unterricht. Wie in Tabelle 2.1 aufgelistet, unterscheidet er beim fächerübergreifenden Unterricht zudem zwischen einer ausweitenden und einer verbindenden Organisation des Unterrichts.

Tabelle 2.1.: Begriffsdefinitionen fächerübergreifender Unterricht nach Schwill (2013)

Begriff(e)	Definition
fächerübergreifend fachaufweitend	Das Einzelfach steht im Mittelpunkt. Es werden Beziehungen zu anderen Unterrichtsfächern oder zum Umfeld im Alltag der Lernenden hergestellt. Es werden z. B. Themen im Zuge von Projekten aus anderen Fächern herangezogen, die Unterrichtsstruktur wird allerdings vom Einzelfach bestimmt.
fächerübergreifend fächerverbindend	Zwei oder mehrere Einzelfächer bestimmen parallel den Unterricht. Inhalte erfordern ein gemeinsames Arbeiten in ausgewählten Bereichen oder Projekten.
fächerintegrativ	Arbeiten in Projekten, bei denen die traditionelle Fachstruktur der Einzelfächer aufgegeben wird. Es lässt sich nicht mehr klar definieren welches Fach unterrichtet wird.

Fächerübergreifender Unterricht lässt sich auch nach der Integration im Stundenplan und der Koordination der Lehrkräfte unterteilen, welche sich mit den in der Tabelle genannten Begriffen und Definitionen größtenteils decken. Hier wird nach Metzger (2013) zwischen vier Phasen unterschieden.

2. Fächerübergreifender Unterricht

Fächerüberschreitend Inhalte eines anderen Schulfaches werden eingebunden. Es bedarf keiner Absprache mit Fachlehrerinnen und Fachlehrern der anderen Fächer sowie keiner Änderung im Stundenplan.

Fächerverknüpfend (*oder fächerverbindend*) Ein gemeinsames Themengebiet wird in zwei oder mehreren Unterrichtsfächern zeitgleich erarbeitet. Jedes Fach beleuchtet das Thema aus seiner Fachperspektive. Es bedarf einer Absprache und Koordination zwischen den Lehrenden.

Fächerkoordinierend (*oder integriert*) Ein Thema wird aus den Perspektiven verschiedener Fachrichtungen im gemeinsamen Unterricht, etwa durch Projektwochen, Thementage und dergleichen, bearbeitet. Die Vermittlung der Inhalte kann auch durch nur eine Lehrkraft erfolgen.

Integriert Eine Lehrperson unterrichtet mehrere Fachrichtungen in einem integrativen Fach, wie Naturwissenschaften, Mensch und Umwelt oder Sachunterricht.

(Vgl. Metzger, 2013, S. 32)

Rein auf die Unterrichtsorganisation bezogen lässt sich der fächerübergreifende Unterricht in fünf Kategorien unterteilen, welche sich wiederum teils mit den genannten decken:

Beim **fächerüberschreitenden** Unterricht werden aus dem Fachunterricht heraus Assoziationen zu Themenbereichen anderer Fächer geschaffen.

Werden diese Assoziationen wechselseitig in zwei oder mehreren Unterrichtsgegenständen geschaffen, ist von einem **fächerverknüpfenden** Unterricht zu sprechen.

Werden bereits bei der Planung des Unterrichtes zwei oder mehrere Fächer aufeinander abgestimmt, beispielsweise durch Schwerpunktsetzung, aber weiterhin getrennt voneinander unterrichtet, wird diese Form der Organisation als **fächerkoordinierter** Unterricht bezeichnet.

Der **fächerergänzende** Unterricht sieht zusätzlich zum Fachunterricht eine parallel dazu implementierte Fachsystematik vor. Dabei werden Themen, Aufgaben und Probleme, welche im Fachunterricht nicht oder nur in kleinem Ausmaß aufgegriffen werden, organisiert und bearbeitet. Wahlfächer sind Beispiele für diese Kategorie.

Wird bei Projektwochen oder Vergleichbarem, der Fachunterricht für einen bestimmten Zeitraum ausgesetzt und Themen im Zuge dieser vermittelt, wird diese Form als **Fächeraussetzend** betitelt.

(Vgl. Huber, 1995, S. 167f)

2. Fächerübergreifender Unterricht

Eine Einteilung hinsichtlich der Komplexität auf Ebene der Fachdisziplinen lässt sich nach Szlovák et al. (2004) in drei Typen treffen, wie in Abbildung 2.1 festgehalten.

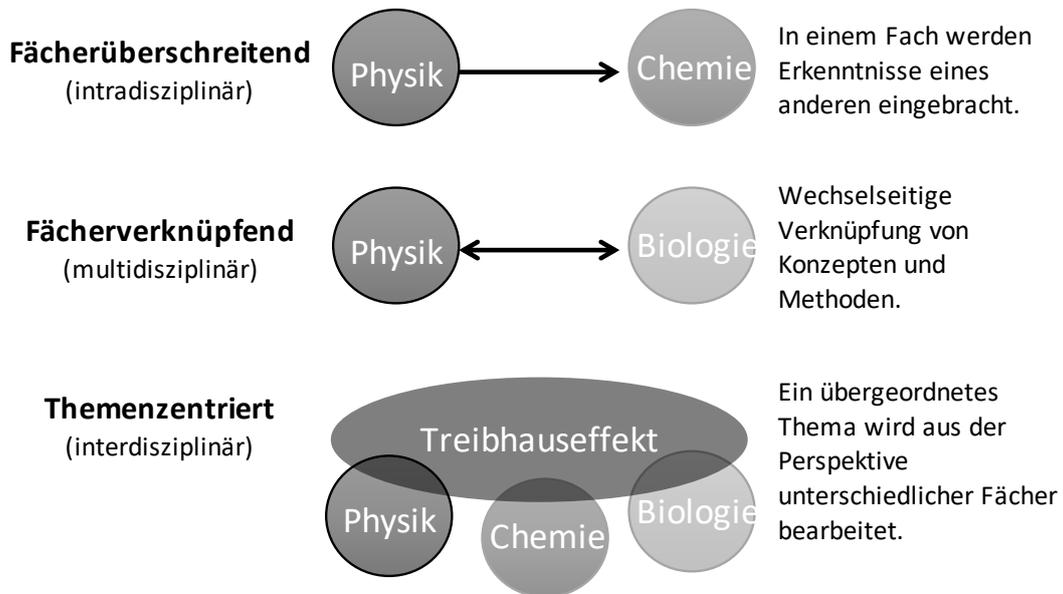


Abbildung 2.1.: Drei Typen des fächerübergreifenden Unterrichts (in Anlehnung an Szlovák et al., 2004, S. 29)

Nach Bohl (2000) ist der fächerübergreifende Unterricht nicht zwangsläufig an ganzheitliche, handlungsorientierte oder problemlösende Prinzipien gebunden. Ein Projektunterricht kann fächerübergreifend ausgelegt werden, jedoch ist dieser keine Voraussetzung.

Die Lehrpläne in Österreich sehen einen fächerübergreifenden Unterricht vor, wie im Kapitel 3.1.3 beleuchtet wird. Als Verallgemeinerung wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit der Begriff *fächerübergreifender Unterricht* stellvertretend für die genannten Begriffe der Aufweitung des Fachunterrichts genannt, wenngleich die genannten Unterrichtsmethoden und -sequenzen eine wie oben festgehaltene, nach Schwill (2013) definierte, Fächerintegration vorsehen.

2.2. Ziele: Wozu fächerübergreifend unterrichten?

Ein Fachunterricht neigt zum Vermitteln isolierten Wissens, dem Inselwissen, und erschwert sowohl ein situatives Lernen als auch Problemlösen in vielen Fällen. Durch den systematischen Aufbau, welcher meist weder themen- noch problemorientiert ist, wird die Problemlösekompetenz nahezu komplett vernachlässigt.³ Fächerübergreifender Unterricht kann dem konstruktiv entgegenwirken. Für die Erfüllung eines ganzheitlichen Unterrichts sieht Moegling (1998) in den Aspekte eines fächerübergreifenden Unterrichts und an der Handlungsorientierung eine entscheidende Bedeutung.

Wie der Name schon vermuten lässt, soll der fächerübergreifende Unterricht mehrere Fächer verbinden mit der Intention, als Lernziel den Schülerinnen und Schülern eine Verknüpfung des Gesamtzusammenhangs zu vermitteln.

Nach Labudde (2003) lassen sich viele überfachliche Kompetenzen, wie etwa Selbstreflexion, Kooperations- und Kritikfähigkeit und weitere, nicht nur durch den Einsatz von fächerübergreifendem Unterricht erwerben, sondern viele von ihnen lassen sich gleichermaßen im Fachunterricht erwerben. Allerdings wird dies im Schulalltag wenig praktiziert und dadurch, dass einige überfachliche Kompetenzen sich nur mittels fächerübergreifenden Unterrichts erwerben lassen, werden dem fächerübergreifenden Unterricht bessere Voraussetzungen zugeschrieben, als dem Fachunterricht.

Laut Moegling (1998) fördert der Einsatz von fächerübergreifendem Unterricht das Lernen in Zusammenhängen. Die Schülerinnen und Schüler sollen zudem eine selbständige Handlungskompetenz erwerben und ihre kritische Reflexionsfähigkeit stärken. Vor allem in der Sekundarstufe II leistet übergreifender Unterricht einen Beitrag, die Denk- und Arbeitsweisen sowie die Chancen und Grenzen eines Fachs zu erkennen (vgl. Labudde, 2003, S. 51). Jeder Unterrichtsgegenstand zeigt Wirklichkeitsausschnitte aus dessen Perspektive. Durch den fächerübergreifenden Unterricht können Phänomene und Gesetzmäßigkeiten aus den jeweiligen Perspektiven vereint werden und es bietet sich die Möglichkeit, die Grenzen der jeweiligen Fächer aufzuzeigen und zu überschreiten. (Vgl. Metzger, 2013, S. 34)

2.3. Probleme und Grenzen

Die Planung fächerverbindenden Unterrichts erfordert eine klar definierte Aufteilung der jeweiligen Themen der beteiligten Unterrichtsfächer. Dadurch, dass der fächerverbindende Unterricht keiner schulorganisatorischen Veränderungen benötigt, lässt er sich problemlos im Schulalltag integrieren. Im Gegensatz dazu sieht der fächerübergreifende Unterricht eine stärkere Öffnung vor als der fächerverbindende Unterricht und bricht die Fachorientierung auf. Deshalb erfordert dieser ganzheitliche, handlungsorientierte (siehe nachfolgendes Kapitel) oder problemlösende Prinzipien. (Vgl. Bohl, 2000, S. 166)

Nach Dieterich (2008) besteht die Gefahr der Simplifizierung: Angesichts der Größe und Komplexität wird, beispielsweise bei Projektarbeiten, die Sachlage vereinfacht und eine übersichtliche Welt vorgegaukelt und fachspezifische Aspekte dabei in den Hintergrund gestellt.

Die Lehrer- und Lehrerinnenausbildung ist an Einzelfächern orientiert und auf deren Spezialisierung ausgerichtet, deshalb können die Lehrenden beim fächerübergreifenden Unterricht rasch an ihre fachlichen Grenzen geraten. Neben dem zeitlichen Mehraufwand und der teils aufwändigen Koordination und Planung des Unterrichts, stellen auch festgefahrene Organisationsprinzipien, etwa der Stundentakt und -plan, mögliche Hürden dar.³

Es lässt sich also festhalten, dass bei der Implementierung von fächerübergreifendem Unterricht ausbildungsbedingte und organisatorische Hürden überwunden werden müssen. Außerdem nennt der Wiener Physikdidaktiker Martin Hopf die Sorge vieler Lehrer und Lehrerinnen, dass deren Fächer zu wenig Raum finden und das Fehlen empirischer Daten als eine Hemmschwelle für fächerübergreifenden Unterricht⁴.

⁴**Quelle:** Martin Hopf im Interview mit der Tageszeitung *Die Presse*, Trend zu fächerübergreifendem Unterricht, 6. November 2011, <https://diepresse.com/home/bildung/schule/hoehereschulen/706416/Trend-zu-faecheruebergreifendem-Unterricht-zul.aufgerufen-am-2.4.2018>

2.4. Handlungsorientierter Unterricht

Der handlungsorientierte Unterricht sollte es Schülerinnen und Schülern ermöglichen, durch aktive Auseinandersetzung den Umgang mit Lerngegenständen und -inhalten zu gewöhnen. Dadurch soll versucht werden, die Trennung zwischen Schule und Leben aufzuweichen. (Vgl. Gudjons, 2003, S. 103) Erfahrungen wirken sich auf Handlungen aus. Handlungen generieren Erfahrungen. Dieser Kreislauf findet sich auch im handlungsorientierten Unterricht. Hier soll es keinesfalls zu unreflektierten Aktionen kommen. (Vgl. Moegling, 1998, S. 41)

„Handlungsorientierter Unterricht ist ein ganzheitlicher und schüleraktiver Unterricht, in dem die zwischen dem Lehrer/der Lehrerin und den SchülerInnen vereinbarten Handlungsprodukte die Gestaltung des Unterrichtsprozesses leiten, so daß Kopf- und Handarbeit der SchülerInnen in ein ausgewogenes Verhältnis zueinander gebracht werden können.“ (Jank und Meyer, 1994, S. 355)

Durch einen projektorientierten Unterricht schafft der handlungsorientierte Unterricht Querverbindungen zwischen den Unterrichtsfächern (vgl. Hohnstein, 2015, S. 32). Der handlungsorientierte Unterricht stützt sich auf die Prämisse, dass Schülerinnen und Schüler gerne, freiwillig und selbstständig lernen, wenn ihnen der nötige Freiraum geschaffen und das Vertrauen gegeben wird. Außerdem setzt dieses Konzept auch darauf, dass Jugendliche bevorzugt gemeinsam lernen anstatt alleine. Diese Voraussetzungen sind bekannterweise nicht immer gegeben. (Vgl. Jank und Meyer, 1994, 355f)

Die Schülerinnen und Schüler beteiligen sich aktiv am Unterrichtsverlauf, denn der überwiegende Handlungsanteil liegt bei dem Lernenden. Sie erwerben Erfahrungen selbstständig. Neben den selbstständigen Arbeiten werden die Schülerinnen und Schüler auch in die Planung eingebunden und sollen selbstständig Entscheidungen treffen, bestimmen und auch kontrollieren, damit ein ganzheitliches, Schülerinnen- und Schülerorientiertes Lernen möglich ist. (Vgl. Hohnstein, 2015, 30ff) Als hinderlich kann hier der unterschiedliche Grad der Selbstständigkeit und die unterschiedlichen Voraussetzungen wie auch das unterschiedliche Vorwissen der Schülerinnen und Schüler angeführt werden.

2. Fächerübergreifender Unterricht

Verschiedene Unterrichtsmethoden ermöglichen die Implementierung eines handlungsorientierten Unterrichts. Neben Projektunterricht, dem Konzept des Lernen durch Lehren, bietet unter anderem der *Stationsbetrieb* diese Möglichkeit.

Der Stationsbetrieb ermöglicht es, ein Unterrichtsthema in mehrere Teilbereiche zu gliedern, welche die unterschiedlichen Stationen bilden. Die abwechslungsreiche Auswahl der Materialien der einzelnen Station eröffnet die Möglichkeit eines ganzheitlichen und fächerübergreifenden Lernens und den durchgängigen Erwerb von Sachkompetenz, Selbstkompetenz, Methodenkompetenz und Sozialkompetenz (vgl. Hohnstein, 2015, 71f).

Die Durchführung eines Stationsbetrieb lässt sich in sechs Schritte gliedern. Die ersten zwei Phasen werden durch die Lehrkraft bearbeitet, die restlichen durch die Schülerinnen und Schüler.⁵

Planung und Konzeption: Hier stehen die Themenwahl, die Zeit- und Raumplanung im Mittelpunkt. Der Lehrende legt die Lernziele fest und trifft eine Aufteilung dieser unter Berücksichtigung der Vorkenntnisse der Lernenden.⁵ Das gewählte Unterrichtsthema sollte durch die Teilbereiche möglichst schrittweise und mit zunehmender Komplexität zum Lernziel hinleiten (vgl. Hohnstein, 2015, S. 71).

Praktische Vorbereitung und Bereitstellung: Diese Phase sieht die Vorbereitung der Unterrichtsmaterialien vor. Die Lehrkraft fertigt Arbeitsmittel, wie Laufzettel, Arbeitsjournale, Dokumentenmappen, Kennzeichnung für die Lernstationen und Regelwerke an.⁵ Die Aufgabenkontrolle sollte möglichst durch die Schüler und Schülerinnen erfolgen, eine Möglichkeit bietet das Erstellen von Lösungsblättern durch den Lehrenden, welche verkehrt an einer Station aufliegen (vgl. Hohnstein, 2015, S. 72).

Einführung: Die Schülerinnen und Schüler werden mit dem Regelwerk und dem Ablauf des Stationsbetriebes vertraut. Das Thema sowie die Lernziele werden ihnen verdeutlicht und es wird ihnen die Möglichkeit geboten, sich auf die Stationen vorzubereiten.⁵

Durchführung: Die Lernenden bearbeiten die einzelnen Stationen im Idealfall selbstständig und ohne Vorgaben der Lehrkraft. Mittels Lauf-

⁵**Quelle:** UNI Köln: Methodenpool: Stationslernen, http://methodenpool.uni-koeln.de/stationenlernen/frameset_stationenlernen.html -zul. aufgerufen am 4.4.2018

2. Fächerübergreifender Unterricht

zettel können sie vermerken, welche sie bereits bearbeitet haben⁵. Die Lehrkraft nimmt eine passive Rolle ein und steht gegebenenfalls für Inputs und Hilfestellungen bereit. Hier soll die Aktivierung des selbstständigen Arbeitens der Schülerinnen und Schüler starten. Der Lehrer oder die Lehrerin nimmt sich soweit zurück um das erforschende und erprobende Lernen in den Vordergrund zu stellen (vgl. Moegling, 1998, 42f), hier kann die Textpassage aus Pink Floyd's *Another Brick in the Wall (Part 2)* von 1979, „*Teachers leave them kids alone Hey! Teachers! Leave them kids alone*“, wörtlich genommen werden.

Ergebniskontrolle und Präsentation: Die Präsentation der (Lern-)Ergebnisse ist Bestandteil eines Lernprozesses. Hier werden die Ergebnisse der Arbeiten überprüft und nach Möglichkeit im Plenum Zusammenhänge aufgezeigt. Es soll auch Raum für Fragen geschaffen werden. Die Schüler und Schülerinnen sollen ihre Arbeitsweise und ihren Lernfortschritt selbst kritisch beurteilen, dennoch bietet diese Phase eine Leistungsbeurteilung durch die Lehrkraft.⁵

Auswertung: Die Lehrkraft wertet gemeinsam mit den Lernenden die Ergebnisse aus. Es soll ein Überblick geschaffen werden, wie die Lernenden die Arbeitsaufträge empfanden und es soll festgestellt werden ob die Lernziele erreicht wurden. Zudem soll die Qualität der Ergebnisse festgehalten werden, wie auch der empfundene Schwierigkeitsgrad.⁵ Diese Auswertungen dienen der Planung weiterer Unterrichtsmethoden und helfen bei der Reflexion der handlungsorientierten Kompetenzen, denn nach Moegling (1998) ist Handlungsorientierter Unterricht stets mit Reflexionen aller Aktionen verbunden.

Der Stationsbetrieb stellt eine Form des handlungsorientierten Unterrichts dar, da er die Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen Planen, Lernen und Problemlösen motiviert (vgl. Weinzierl, 2008, S. 6). Nach Hohnstein (2015) bildet der Stationsbetrieb im Unterricht eine optimale Voraussetzung für den fächerübergreifenden Unterricht, denn die verschiedenen Stationen können an ein Thema aus unterschiedlichen Perspektiven heranzuführen. Der Stationsbetrieb erfordert eine gründliche Planung durch die Lehrkraft⁵.

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF⁶

Das folgende Kapitel beschreibt die Verankerung von fächerintegrativem Unterricht und des Einsatzes zeitgemäßer Medien im Schulunterricht in den Lehrplänen und bildet so die Grundlage dieser Diplomarbeit. Wenngleich im Schulalltag die Schulbücher mehr Beachtung bei der Unterrichtsplanung finden als die Lehrpläne (vgl. Wiater, 2005, S. 41), bilden die Lehrpläne den rechtlichen Rahmen, an den die Lehrerinnen und Lehrer bei der Unterrichtsgestaltung gebunden sind.

3.1. Der Lehrplan ist Gesetz!

Ein Lehrplan bildet eine Zusammenstellung von selektierten Lernstoffen, welche zum Erreichen eines, ebenfalls durch den Lehrplan vorgegebenen, Lernzieles dienen. Dieser Plan unterstützt außerdem bei didaktischen Überlegungen zur Realisierung des Unterrichtes und bestimmt auch die Reihenfolge der Lernziele der Schülerinnen und Schüler. Des Weiteren erlaubt der verbindliche Lehrplan eine Überprüfung des intendierten Lehr-Lern-Erfolges. (Vgl. Wiater, 2005, S. 42)

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (kurz: *BMBWF*) stellt die Lehrpläne jeglicher Fächer und Schultypen zur Verfügung. Dieser bringt Lerninhalte sowie Lernziele der einzelnen Schulstufen und -typen und bildet so den rechtlichen Geltungsbereich der Lehrerinnen und Lehrer in Österreich.

⁶BMBWF = Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Erstellt werden die diversen Lehrpläne von Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern der Universitäten und Pädagogischen Hochschulen und Fachbereichslehrerinnen und Fachbereichslehrern. Außerdem werden auch Sozialpartner, Schulpartner, Landesregierungen, Kammern oder religiöse Verbände bei der Gestaltung miteingebunden.⁷

Der Lehrplan ist in Österreich ein Bundesgesetz und somit im *Rechtssystem des Bundes*⁸ (kurz: RIS) zu finden. Die Lehrpläne sind keinesfalls Rahmenlehrpläne, die Lehrkräfte wählen nicht aus den Lehrplan Kapitel aus, sondern sind verpflichtet, die Inhalte der gegebenen Lehrpläne in der vorgesehenen Zeit zu unterrichten.

3.1.1. Lehrplan Unterrichtsfach Informatik Oberstufe, 2004⁹

In der Fassung vom 31.8.2017 wird der Informatikunterricht vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung für die AHS Oberstufe als Pflichtfach eingestuft, mit dem Mindestausmaß von zwei Wochenstunden in der 5. Klasse. Als Bildungs- und Lehraufgabe verankert das BMBWF in diesem Lehrplan die wesentliche Aufgabe des Informatikunterrichts, Schülerinnen und Schülern informationstechnische Grundkenntnisse zu vermitteln. Schülerinnen und Schüler sollen den Unterrichtsgegenstand Informatik als einen Gegenstand wissenschaftlicher Systematik verstehen. Im Mittelpunkt dabei steht in sämtlichen Bildungsbereichen die Erweiterung sowie Festigung von Sach-, Selbst-, und Sozialkompetenzen. Ziel des Informatikunterrichtes ist es, den Schülern und Schülerinnen tiefere Einsicht in gesellschaftliche Zusammenhänge und Auswirkungen der Informations-

⁷**Quelle:** Kurt Nekula (Leiter der Sektion I im Bundesministerium für Bildung (*Anm.: Bundesministerium für Bildung (BMB) zwischen 2016 und 2018 Name des heutigen BMBWF*)) im Interview mit der Tageszeitung *der Standard*, Lehrpläne: Das Leben lässt sich nicht in Schulfächer zwängen, 6. September 2015, URL: <https://derstandard.at/2000021749978/Das-Leben-laesst-sich-nicht-in-Schulfaecher-zwaengen> -zul. aufgerufen am 8.2.2018

⁸RIS: <https://www.ris.bka.gv.at/>

⁹**Quelle:** Lehrplan für das Unterrichtsfach Informatik der AHS-Oberstufe des BMBWF, BGBl. II Nr. 30/2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

technologie, wie etwa im Arbeits- und Freizeitbereich sowie im Sicherheits- und Rechtsbewusstsein, zu geben.

Laut dem Lehrplan liefert der Gegenstand Informatik viele Beiträge zu diversen Bildungsbereichen, wie etwa in der *Sprache und Kommunikation*. Die Möglichkeiten der elektronischen Kommunikation ermöglichen einen grenzüberschreitenden Informationsaustausch und Begegnungen mit fremden Kulturen und Sprachen. Der Informatikunterricht soll hier motivieren, Fremdsprachenkenntnisse zu erwerben und helfen, Fachvokabular zu vertiefen. Im Bereich *Mensch und Gesellschaft* sollen sich Schüler und Schülerinnen mit dem Einfluss der Informationstechnologien im privaten und im Arbeitsumfeld auseinandersetzen und so deren Auswirkungen, Möglichkeiten und Grenzen kennen lernen. Besonders aber sollen sich die Jugendlichen hier dem Potential der eigenen Fähigkeiten als denkende handelnde, fühlende und sich entwickelnde Menschen bewusst werden. Ein verantwortungsvoller Umgang mit diesen Technologien soll erreicht werden. In den Bildungsbereichen *Kreativität und Gestaltung* sowie *Gesundheit und Bewegung* soll der Informatikunterricht laut dem Lehrplan auch wesentliche Beiträge, wie etwa die Förderung von sinnlichen Wahrnehmungen und das Fördern von kognitiven Erkennungsprozessen, bieten.

Ein weiterer, wesentlicher Bildungsbereich wird mit dem Titel *Natur und Technik* im gegebenen Lehrplan verankert. Die Informatik soll hier durch Modellbildung, Formalisierung und Abstraktion einen Beitrag zur Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften bieten, welcher zu einer verbesserten Entscheidungs- und Handlungskompetenz der Schüler und Schülerinnen beitragen soll.

Der Informatikunterricht liefert einen wesentlichen Beitrag zur Allgemeinbildung. Durch die drei Dimensionen Wissensentwicklung, Unterrichtsmanagement und Wissensdarstellung soll dieser Beitrag unverzichtbar sein. Der Lehrer oder die Lehrerin muss die Themengebiete so auswählen, dass sie vielseitige Bezüge aus der Lebens- und Begriffswelt der Lernenden aufgreifen. Die Lernziele sollen beispielgebend für die eigene Lern- und Arbeitsorganisation auch außerhalb des Informatikunterrichts sein.

Die Bezeichnung *Informatik* als Unterrichtsfach ist unglücklich gewählt. Der Computer stellt nicht das Problem dar, vielmehr soll dieser ein Hilfsmittel

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

zur Problemlösung darstellen. Diese Tatsache müsste stärker im Informatikunterricht verankert werden, um so neben dem Umgang mit technischen Geräten und dessen möglichen Folgen, auch den Umgang mit Informationen und die Lösung von Informationsproblemen als Ziel der Ausbildung festzuhalten. (Vgl. Rausch, 1988, S. 24)

Im Lehrplan wird als weiterer didaktischer Grundsatz festgehalten, dass der Informatikunterricht dem Aufbau der Entwicklung einer wissenschaftlichen Arbeitsweise, welche auch fächerübergreifend implementiert werden kann, dienen soll. Die Schülerinnen und Schüler sollen aus den vielzähligen Möglichkeiten des Wissenserwerbs sammeln, selektieren, strukturieren und die Erkenntnisse präsentieren und visualisieren können.

Für die 6. bis 8. Klasse der AHS Oberstufe wird der Informatikunterricht als Wahlpflichtgegenstand festgehalten. Bereits seit dem Schuljahr 1985/86 ist dies für die AHS-Oberstufen so vorgesehen (vgl. Wurnig, 1988, S. 106). Ziel dieses ist, den Schülerinnen und Schülern, ausgehend vom Pflichtgegenstand der 5. Klasse, den Ausbau und die Vertiefung ihres Bildungshorizontes gemäß ihrer Interessen zu bieten. Besonders soll es auch hier zu einem Ausbau der Sach-, Selbst- und Sozialkompetenz kommen. Der Unterricht soll zu einem zielorientierten Problemlöseverhalten mithilfe der Informatik führen. Eine weitere Bildungs- und Lehraufgabe beschreibt der Lehrplan darin, dass der Informatikunterricht beitragen soll die Kompetenz der Schüler und Schülerinnen komplexe Aufgaben zu modularisieren und abstraktes Denken zu fördern.

3.1.2. Lehrplan Unterrichtsfach Physik Oberstufe, 2004¹⁰

Der Physikunterricht hat laut dem Lehrplan für die AHS Oberstufe des BMBWF zum Bildungsauftrag der Schule, besonders in den Bereichen der Befähigung zum selbstständigen Wissenserwerb, dem verantwortungsvollen Umgang mit der Umwelt und der Mitwirkung an gesellschaftlichen Entscheidungen fachspezifisch beizutragen. Der Physikunterricht soll den Erwerb von Schlüsselqualifikationen und dynamischen Fähigkeiten fördern.

¹⁰**Quelle:** Lehrplan für das Unterrichtsfach Physik der AHS-Oberstufe des BMBWF, BGBl. II Nr. 30/2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Schülerinnen und Schüler sollen die Bedeutung der Physik als Grundlagenwissenschaft mithilfe des Physikunterrichts erkennen und fähig sein zu beurteilen, welche Beiträge zu persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungen physikalische Methoden liefern können. Die Lernenden sollen mithilfe des Unterrichtsgegenstandes Physik eine Vermittlung des Rüstzeuges zum verstehenden Erleben von Vorgängen in Natur und Technik erfahren. Der Physikunterricht sollte niemals den Stellenwert eines lediglich informierenden Unterrichts über sämtliche Teilgebiete der Physik einnehmen.

Die Schülerinnen und Schüler sollen Fähigkeiten erwerben um Informationen zu sammeln, hinterfragen und argumentieren zu können sowie diese zielgruppengerecht zu präsentieren. Das erworbene Fachvokabular soll eine Kommunikation mit Expertinnen und Experten ermöglichen und auch die Hinterfragung von grundlegendem Fachwissen erlauben. Die Lernenden sollen, so sieht der Lehrplan vor, in der Lage sein, Experimente planen und durchführen, Hypothesen aufstellen und prüfen sowie diskutieren zu können.

Schülerinnen und Schüler verfügen bereits über tief verankerte Vorstellungen zu physikalischen Begriffen und Prinzipien, welche eine Ursache vieler Lernschwierigkeiten darstellen. Diese Vorstellungen stimmen mit den wissenschaftlichen Definitionen meist nicht überein. Der Physikunterricht muss an diesen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und die Lernenden davon überzeugen, dass eine wissenschaftliche Sicht neue Einsichten bietet. (Vgl. Duit, 2009, S. 605) Besonders in dem Teilbereich Mechanik der Physik sind diese Schülerinnen- und Schülervorstellungen sehr ausgeprägt (vgl. Wilhelm und Hopf, 2014, S. 37).

Der Physikunterricht hat Beiträge zu dem Bildungsbereich *Natur und Technik* zu liefern, indem er den Schülerinnen und Schülern die Physik als Grundlage der Technik vermittelt. Die Lernenden sollen physikalische Gesetzmäßigkeiten verstehen und Einsichten in Naturerscheinungen gewinnen. Der Physikunterricht trägt außerdem maßgeblich zur Sprache und Kommunikation bei, indem er vorsieht, dass die Schüler und Schülerinnen Alltagssprache und Fachsprache klar voneinander differenzieren können sollen. Sie sollen in der Lage sein, physikalische Sachverhalte zu beschreiben, protokollieren, argumentieren und diese zu präsentieren. Auch in den Bildungsbereichen *Mensch und Gesellschaft*, *Kreativität und Gestaltung* sowie

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Gesundheit und Bewegung liefert der Unterrichtsgegenstand Physik einen wesentlichen Beitrag.

Die didaktischen Grundsätze des Physikunterrichts sind breit gefächert. Die Anforderung, den Physikunterricht zukunftsorientiert zu gestalten, und der Einsatz moderner Methoden der Informationsbeschaffung, der Datenerfassung, wie etwa das Messen, Steuern und Regeln, und die Informationsverarbeitung seien hier angeführt.

3.1.3. Verknüpfung der Lehrpläne für Informatik und Physik

Die Lehrpläne zu den Unterrichtsfächern Informatik und Physik bieten einige fächerübergreifende Aspekte sowie Querverbindungen der beiden Unterrichtsfächer. Der Bildungsbereich *Natur und Technik*, verankert im Lehrplan für Informatik, sieht in der Informatik eine verbesserte Handlungskompetenz durch Modellbildung.

„Durch Modellbildung, Formalisierung und Abstraktion leistet die Informatik einen wesentlichen Beitrag zur Auseinandersetzung mit Natur und Technik und führt zu einer verbesserten Entscheidungs- und Handlungskompetenz“⁹

Das Denken in Modellen sowie die Förderung der Handlungskompetenz finden auch im Lehrplan für Physik einen hohen Stellenwert.¹⁰ Denken in Modellen bietet Lernenden einen großen Mehrwert, da diese Modelle auf bekannten Vorstellungen basieren und es so den Schülerinnen und Schülern hilft, physikalische Vorgänge besser zu verstehen und zu beschreiben (vgl. Glynn und Duit, 1995, S. 19). Modelle sowie kognitive Erkenntnisse liefern Erklärungen und erlauben sowohl den Erwerb als auch die Abspeicherung von Wissen. Beide sind erfahrungsgebunden und reduzieren die Komplexität der zu begreifenden Zusammenhänge und tragen maßgeblich zu Hypothesenbildungen bei. (Vgl. Drewer, 2003, S. 55) Die Notwendigkeit, sinnliche Wahrnehmungen zu ermöglichen und so Zugänge zu kognitiven Erkenntnissen zu schaffen, ist im Lehrplan für Informatik verankert.⁹

„Entsprechend der Zukunftsorientierung des Unterrichts sind auch moderne Methoden der Informationsbeschaffung, der Datenerfassung (Messen, Steuern, Regeln)

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

und -verarbeitung sowie der Modellbildung im Unterricht einzusetzen.“¹⁰

Mithilfe von Computern lassen sich bei physikalischen Experimenten in kürzester Zeit viele Messwerte erfassen. Neben der Erweiterung experimenteller Möglichkeiten im Unterricht, kann der Computer die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, die Auswertung der Daten durchzuführen und diese zu präsentieren. Besonders attraktiv ist die Möglichkeit einer grafischen Darstellung (in Echtzeit). (Vgl. Girwidz, 2009, S. 425)

Durch die Hinführung des Informatikunterrichtes zu einem modul- und projektartigen Arbeiten bietet der Informatikunterricht sowohl die Grundlage für das Verständnis der Informatik selbst als auch für fächerübergreifende Kooperationen. Die Forderung an den Unterrichtsgegenstand Informatik, die Lernenden mit der Datenerfassung, -verarbeitung und -präsentation vertraut zu machen, ist ebenso im Lehrplan geregelt.⁹ Pädagoginnen und Pädagogen sehen am Informatikunterricht die Forderung, datenverarbeitende Verfahren zu berücksichtigen. Dies setzt allerdings unumgänglich Kenntnisse der technologischen Merkmale und mathematisch-naturwissenschaftlichen Voraussetzungen voraus. Außerdem wird die Forderung einer kritischen Auseinandersetzung und Hinterfragung der Ergebnisse seitens Schülerinnen und Schüler mit den erfassten Daten und der Methoden der Gewinnung und Verarbeitung dieser gestellt. (Vgl. Ollesky, 1974, S. 272)

Der Lehrplan geht bereits in der Präambel, die die allgemeinen Bildungsziel aller Fächer beschreibt, auf den hohen Stellenwert fächerübergreifender und fächerverbindender Aspekte ein:

„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.“^{9, 10}

Im Bereich des Experimentierens finden sich Parallelen zwischen den Unterrichtsfächern Physik und Informatik. Bei einem Experiment gilt es, dass die Schülerinnen und Schüler eine Hypothese aus einem gegebenen Problem entwickeln und daraus ein Experiment planen. Die gewonnenen Ergebnisse werden ausgewertet und die Hypothese verifiziert oder falsifiziert. Auch im Informatikunterricht findet sich dieses Schema bei Software-Experimenten wieder (vgl. Schubert und Schwill, 2011, S. 48).

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Durch den Einsatz von Simulationssoftware werden die Lernenden aktiv in den Lernprozess eingebunden. Am Beispiel der Schwingungslehre lassen sich mithilfe solcher Software komplizierte Schwingungsprozesse einfach darstellen und die entsprechenden Größen direkt ablesen, ohne fundierte Kenntnisse der Analysis. Außerdem ermöglicht der Einsatz eines Computers die Überbrückung mathematischer Defizite und unterstützt beim Erstellen von Tabellen der Messwerte und Ausgeben von Diagrammen. Die Schülerinnen und Schüler lernen so das Wechselspiel aus Theorie und Experiment im physikalischen Erkenntnisprozess kennen. (Vgl. Brockmeyer, 1984, S. 184)

3.2. Semestrierte Lehrpläne und NOST

Die Neue Oberstufe (kurz: *NOST*) wurde 2012 als Bundesgesetz beschlossen. Im Zuge dessen wurden auch neue Lehrpläne, welche ab der 5. Klasse gelten, im Jahre 2016 entworfen. Die NOST sieht eine Semestrisierung der Schulstufen ab der 6. Klasse vor. Im Schuljahr 2017/18 wird bereits an 26 AHS Oberstufen nach dem neuen Lehrplan und nach dem Konzept der NOST unterrichtet. An den restlichen AHS-Oberstufen sollte die Implementierung der neuen Lehrpläne und der Semestrisierung durch die NOST mit kommendem Schuljahr erfolgen. Allerdings erfolgte am 16.1.2018 eine Ankündigung des Ministerrates, den Start auf das Schuljahr 2021 zu verschieben um weitere Evaluierungen zu treffen. (Vgl. Gabler, 2018)

Am 1. September 2017 traten die neuen semestrierten kompetenzorientierten Lehrpläne mit der 5. und 6. Klasse aufsteigend in Kraft. Diese verankern, mit exaktem Wortlaut wie die aktuell gültigen Lehrpläne, den fächerverbindenden und fächerübergreifenden Unterricht als Ziel der Schul- und Unterrichtsplanung. Das BMBWF sieht hier Aufgaben, die sich nicht einem einzigen Unterrichtsgegenstand zuordnen lassen, sondern nur im Zusammenwirken mehrerer Unterrichtsgegenstände zu bewältigen sind. Das Zusammenwirken wird als fächerverbindender und fächerübergreifender Unterricht bezeichnet. Den Schülerinnen und Schüler soll es so ermöglicht werden, sich Wissen in großen Zusammenhängen selbstständig anzueignen. Ansätze zu fächerverbindendem und fächerübergreifendem Unterricht

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

finden sich in den Lehrplänen der einzelnen Unterrichtsfächer. Als Aufgabe wird den Lehrerinnen und Lehrern das Herstellen von Fächergrenzen überschreitenden Sinnzusammenhängen zugeschrieben.¹¹

3.3. Digitalisierungsstrategie Schule 4.0. – jetzt wird's digital¹²

Grandl und Ebner (2017) zeigen auf, dass in Österreich, im Vergleich zu anderen europäischen Ländern, erst vergleichsweise spät eine digitale Grundbildung implementiert wird. Auch der Zeitpunkt, zu dem sich die Schülerinnen und Schüler im Bildungssystem mit der informatischen Bildung auseinandersetzen, lässt Österreich und Deutschland im Ländervergleich eine zurückhaltende Einstellung zuschreiben (siehe Abbildung 3.1).

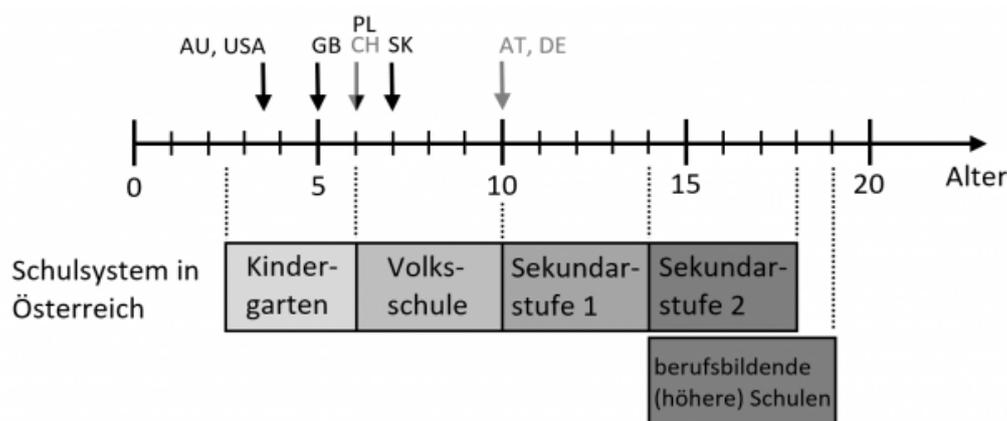


Abbildung 3.1.: Ländervergleich: informatische Bildung (Grandl und Ebner, 2017, S. 7)

Das BMBWF sieht in der Schule die Aufgabe, den Jugendlichen das notwendige Wissen im Umgang mit neuen Technologien zu vermitteln. Die

¹¹**Quelle:** Lehrplan der Allgemeinbildenden Höheren Schule des BMBWF, dritter Teil, BGBl. II Nr. 30/2018

¹²**Quelle:** BMBWF: Schule 4.0, <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/index.html> -zul. aufgerufen am 14.3.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Schülerinnen und Schüler sollen außerdem in der Lage sein diese mitzugestalten, um die nötigen Fähigkeiten für die Arbeitswelt von morgen zu erlangen. Dabei sind Kreativität und technisches Know-how zu gewinnen. Laut dem Digitalisierungskonzept des BMBWF sollen die Jugendlichen sich kritisch mit digitalen Inhalten auseinandersetzen und mit Informationen und Daten im Internet sensibel umgehen. Des Weiteren sieht das Konzept eine Kompetenzerweiterung in Sicherheitsaspekten im Internet bis hin zu Wissen über Technik, Coding und Problemlösung.

Die Strategie des Digitalisierungskonzeptes stützt sich auf vier Säulen. Die Erste bildet die digitale Grundbildung an der Volksschule. Dabei soll spielerisch der Umgang mit Technik und Problemlösung den größten Stellenwert einnehmen. Der Lehrplan sieht hier bereits eine Medienbildung vor, es wird zukünftig auch die digitale Grundbildung im Lehrplan festgehalten. Schulen setzten zum Teil das Modell im aktuellen Schuljahr um und erhoffen so eine Evaluierung sowie eine Sammlung von Best Practice-Beispielen.

In der Sekundarstufe 1 wird daran angeknüpft. Die Kompetenzen, welche die Schülerinnen und Schüler nach Beenden der achten Schulstufe erlangen sollten, werden mit *digi.komp 8* (siehe Kapitel 3.4) festgehalten. In der Sekundarstufe wird die verbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ in allen Klassen eingeführt. Die Überprüfung des Lernerfolges geschieht mithilfe von *digi.check* (siehe Kapitel 3.4).

Die zweite Säule bilden gut ausgebildete Pädagoginnen und Pädagogen, die digitale Medien wirksam im Unterricht einsetzen. Die nötigen Kompetenzen sind im Modell *digi.kompP* festgelegt. Damit die Lehrenden ausreichend Fachwissen in den geforderten Bereichen erlangen, sind Fort- und Weiterbildungen vorgesehen.

Die vorletzte Säule beschreibt die Voraussetzungen, wie die Infrastruktur und die IT-Ausstattung. Hier wurde das Förderprogramm *Connect* ins Leben gerufen, um eine Verbesserung der Anbindung von Schulen an das Glasfasernetz zu ermöglichen. Auch sollen die Kosten für den Betrieb für die Bildungseinrichtungen gering gehalten werden. Schulen sollen beim Aufbau der Infrastruktur und Ausstattung unterstützt werden.

Als letzte Säule dieses Konzeptes werden digitale Lerntools genannt. Den Lehrenden soll der Zugang zu Lehr- und Lernmaterialien erleichtert werden.

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

„Durch OER (Open Educational Resources) werden Inhalte zur Verfügung gestellt und die aktive Nutzung von digitalen Medien angeregt.“¹²

Es wird ein Portal geschaffen, welches eine Vielzahl von Angeboten sammelt und zentral zur Verfügung stellt.

3.4. digi.komp

Digi.komp ist ein Projekt des Bundesministeriums das die digitalen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler fördern soll. Bildung, Wirtschaft und die Gesellschaft stellen besondere Ansprüche an digitale Kompetenzen und setzen diese als Grundvoraussetzung vor. Daher ist es umso wichtiger, dass die Schule die Schülerinnen und Schüler frühzeitig mit diesen Kompetenzen vertraut macht.

In den Lehrplänen, Unterrichtsprinzipien und den Bildungsanliegen sind digitale Kompetenzen seit Jahren verankert. Digi.komp setzt hier an und hilft bei der verbindlichen praktischen Umsetzung.¹³

3.4.1. Kompetenzmodelle

Für die drei verschiedenen Schulstufen wurde je ein Rahmenmodell entwickelt, welches je auf den selben Kompetenzbereichen basiert und eine immer weiterführende Vertiefung in den einzelnen Schultypen vorsieht, festgehalten in Tabelle 3.1. Auch die Lehrenden selbst sollen über ein großes Repertoire im Bereich der digitalen Kompetenzen verfügen, dies wird mit dem Modell *digi.kompP* (siehe Kapitel 3.4.2) festgelegt.

Alle diese Rahmenmodelle gliedern sich in vier Teilaspekte:¹³

Informationstechnologie, Mensch und Gesellschaft Die Lernenden erwerben die nötigen Kompetenzen für einen verantwortungsbewussten und kritischen Umgang mit Medien. Sie lernen sich im Internet zu bewegen, grundlegende Rechte und den Schutz privater Daten kennen.

¹³**Quelle:** digi.komp - Digitale Kompetenzen, Informatische Bildung (BMBWF), <https://digikomp.at/> -zul. aufgerufen am 20.3.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Informatiksysteme Hier werden die Jugendlichen dazu bewegt, Informationen computergestützt zu verarbeiten, zu strukturieren und zu visualisieren. Außerdem werden neben Hardwarekenntnissen auch der Umgang mit Netzwerken, Einstellungen und Grundlagen der Betriebssystembedienung vermittelt.

Anwendungen Hier stehen Software wie Textverarbeitungs-, Tabellenkalkulations- und Präsentationsprogramme im Mittelpunkt. Die Lernenden sollen im Umgang mit diesen vertraut werden sowie mithilfe dieser ihre Meinung darstellen und kreative Prozesse gestalten können.

Konzepte Dieser Teilbereich widmet sich dem Kodieren. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler mit den notwendigen Grundlagen von automatisierten Abläufen vertraut. Das Problemlösen mithilfe informatischer Modelle soll bearbeitet werden.

Die ersten drei Kompetenzbereiche werden nahezu komplett (ca. 80%) durch den ECDL abgedeckt und in einigen Bereichen durch diesen vertieft. Für den Kompetenzbereich *Konzepte* bietet die Österreichische Computer Gesellschaft (OCG) Projekte und Initiativen (siehe Abbildung 3.2).¹⁴

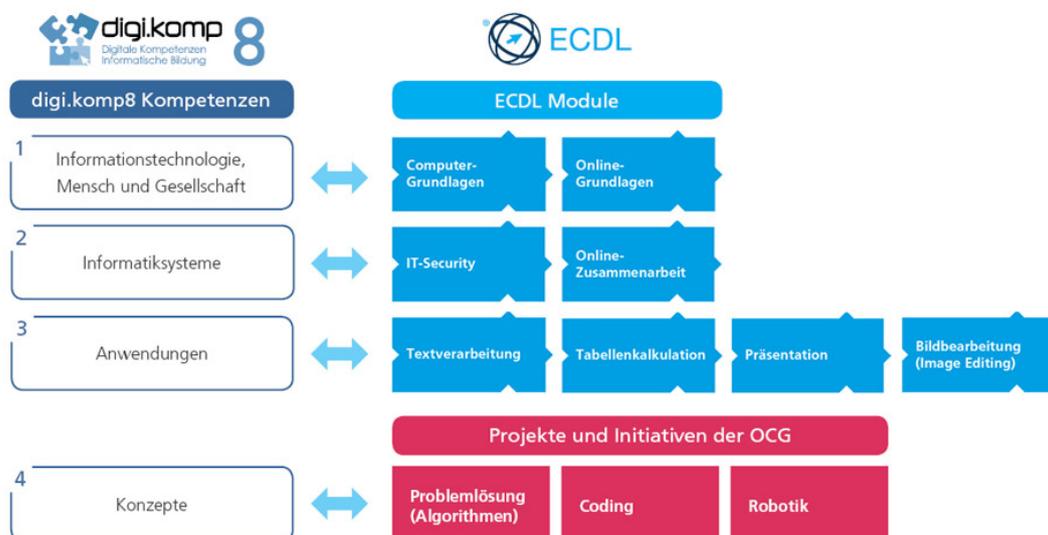


Abbildung 3.2.: Kompetenzbereiche digikomp8 und ECDL Module ¹⁴

¹⁴Quelle: OCG: ECDL und digi.komp, <http://www.ocg.at/de/digikomp> -zul. aufgerufen am 21.3.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Zu jedem digi.komp-Niveau wird auch ein entsprechender digi.check angeboten, der helfen soll, die gewonnenen Kompetenzen zu beleuchten und Defizite aufzuzeigen. Die Reflexion der Kompetenzen steht dabei stets im Vordergrund und diese Wissensüberprüfung soll dabei helfen, weitere Bildungsschritte zu planen. ¹⁵

Tabelle 3.1.: Übersicht der digi.komp Kompetenzmodelle

Kompetenzmodell	Schulstufe	digi.check¹⁵
digi.komp4	Primarstufe	Spielerisches Sammeln von Kompetenzen
digi.komp8	Sekundarstufe I	Reflexion, Wissenscheck und Kompetenzmessung
digi.komp12	Sekundarstufe II	Reflexion und Wissenscheck

Die in Tabelle 3.1 festgehaltenen digi.check Überschriften der einzelnen Niveaus betiteln die Schwerpunkte der einzelnen Wissensüberprüfungen. So sollen die Schülerinnen und Schüler beim Rahmenmodell digi.komp4, welches sich an Volksschulen richtet, mit dem digi.check4 spielerisch durch das Sammeln von Stickern in einem Sammelpass den Fortschritt des Wissenserwerbs dokumentieren und schließlich das Erreichen des Lernzieles bestätigen. An NMS und AHS-Unterstufen überprüfen die Schülerinnen und Schüler ihren Kompetenzerwerb beim digi.komp8 mit dem dazugehörigen digi.check8. Dieser Online-Test besteht neben Wissensfragen auch aus Reflexionsfragen, um ein Selbstbild zu schaffen. Abgewickelt wird dieser Test mit einer In-Application Testumgebung. Digi.check12 überprüft die Kompetenzen der Lernenden einer Oberstufe mit zugrundeliegenden Kompetenzmodell digi.kom12. Der Test beinhaltet im Gegensatz zu digi.check8 keine In-Application Testumgebung, sondern besteht aus Reflexions- und Wissensfragen. ¹⁵

Im Praktischen Teil dieser Arbeit wird auf Teilkompetenzen des Modells *digi.komp12* eingegangen, da es sich bei der Durchführung um eine AHS-Oberstufen-Schulklasse handelt und daher eine Rechtfertigung des Projektes mit eben diesen Kompetenzen beleuchtet wird.

¹⁵**Quelle:** BMBWF: Schule 4.0 - digi.check, <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/digicheck/digicheck.html> -zul. aufgerufen am 21.3.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

3.4.2. digi.kompP

Dieses Kompetenzmodell richtet sich an Pädagoginnen und Pädagogen. Es fungiert als Instrument der Selbsteinschätzung und Professionsentwicklung. Koordiniert wurde die Entwicklung dieses Modells von der Virtuellen PH im Auftrag des Ministeriums.¹⁶

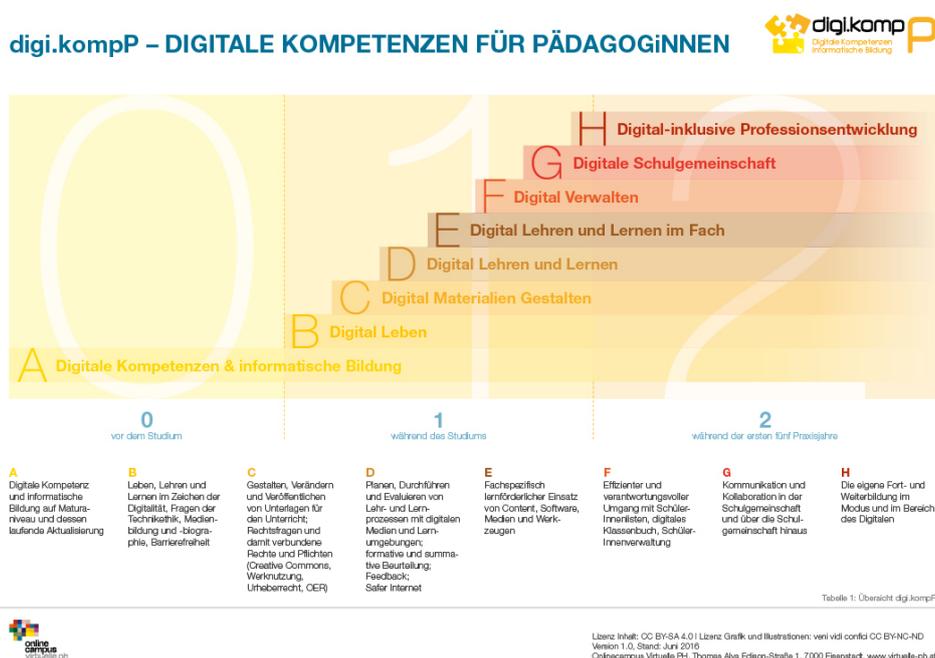


Abbildung 3.3.: Das digi.kompP Kompetenzmodell; Version 1.0 – Juli 2016¹⁶

Die Notwendigkeit der Aneignung digitaler Kompetenzen der Lehrenden wird auch im DIGICOMP-Framework der Europäischen Kommission aufgezeigt. Hier werden die fünf Kompetenzbereiche *Information, Communication, Content creation, Safety* und *Problem solving*, welche in fünf Dimensionen, die Vertiefungen, gegliedert sind, genannt. (Vgl. Ferrari, 2013, S. 14) Dieses

¹⁶**Quelle:** Virtuelle PH: Das digi.kompP Kompetenzmodell, <http://www.virtuelle-ph.at/wp-content/uploads/2016/09/digi.kompP-Grafik-und-Deskriptoren-1.pdf> -zul. aufgerufen am 14.3.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Rahmenmodell wurde 2016 aktualisiert und als DigComp 2.0 publiziert. Hier wurden die ersten drei der fünf Kompetenzbereiche geändert und erweitert: *Information and data literacy*, *Communication and collaboration* und *Digital content creation* (vgl. Vuorikari et al., 2016, S. 12).

Wie Brandhofer et al. (2016) beschreiben, gliedert sich das digi.KompP-Modell in acht Kategorien (siehe Abbildung 3.3): diese sind von A bis H durchiteriert. Der Zeitpunkt des Kompetenzerwerbes unterteilt sich in drei Phasen (0-2). Jene Kompetenzen der ersten Phase (0) decken das Kompetenzmodell digi.komp12 ab, welche zu Beginn des Studiums bei den Studenten und Studentinnen verfügbar sein sollen. Der Studienbeginn leitet die zweite Phase (1) ein, die die zu erwerbenden Kompetenzen während des Lehramtsstudiums beschreibt. Die letzte Stufe umfasst jene Kompetenzen, die während des Ausübens des Lehrberufes erworben werden.

Bachinger et al. (2013) stellen klar, dass das Modell des ECDL zwar Teile der geforderten Kompetenzen abdeckt, es fehle allerdings der Bereich der Vermittlungskompetenz, und geben einen Ausbildungsentwurf für künftige Pädagogen und Pädagoginnen. „Die digitalen Grundkompetenzen [...] sind Eingangsvoraussetzung für Studierende. Diese werden bei der Immatrikulation überprüft. Studierende, die diese Kompetenzen nicht mitbringen, müssen fehlende Kompetenzen zu Beginn des Studiums in einem Basiskurs erwerben.“ (Bachinger et al., 2013, S. 73)

Wie bei den in Tabelle 3.1 angeführten Kompetenzmodellen der verschiedenen Schulstufen, gibt es auch zu digi.kompP einen Nachweis digitaler Kompetenzen, den digi.checkP. Dieser steht unter dem Titel *Bewusstes Planen der eigenen Weiterentwicklung*. Der digi.checkP besteht aus Reflexions- und Wissensfragen und soll als Selbstreflexionsinstrument dienen, um die eigenen Kompetenzen und einen etwaigen Weiterentwicklungsbedarf aufzuzeigen. Außerdem bietet dieser die Möglichkeit, Fortbildungsangebote schulintern mit Einbeziehung des Kollegiums abzustimmen.¹⁵

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

3.5. Grundsatzterlass Medienerziehung¹⁷

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung nennt im *Grundsatzterlass Medienerziehung* zahlreiche Maßnahmen und Schwerpunkte im Bereich der Medienbildung.

„Angesichts der Herausforderung durch die elektronischen Medien muss sich die Schule verstärkt dem Auftrag stellen, an der Heranbildung kommunikationsfähiger und urteilsfähiger Menschen mitzuwirken, [...]“¹⁷

Im Grunderlass verankert finden sich exemplarische Vorschläge für die Durchführung in verschiedenen Schultypen und -stufen. Diese werden an die Vorgaben des Lehrplans geknüpft und zeigen auf, wo im Lehrplan Medienerziehung für die diversen Unterrichtsgegenstände sowie allgemeinen Bildungszielen explizit angegeben ist. Medienerziehung soll aber auch an den persönlichen Medienerfahrungen, -erlebnissen und -gewohnheiten der Schülerinnen und Schüler ansetzen und soll zur Selbstreflexion führen.

Für den Unterrichtsgegenstand Physik werden exemplarisch die Behandlung der technischen Grundlagen der Phono- und Fotografie sowie von Rundfunk und Fernsehen als auch die Probleme der Nachrichtentechnik genannt. In den Lehrplänen finden sich, durch die Einteilung in Bildungsbereiche und vor allem durch die Vorgabe von fächerverbindendem und fächerübergreifendem Unterricht eine Vielzahl von Ansätzen für die Implementierung von Medienerziehung.

Werden im Informatikunterricht vorrangig noch Schulungen in Anwendersoftware in den Vordergrund gestellt, werden nach Babnik et al. (2013) heute auch medienbildnerische Anliegen, wie etwa Themen im Bereich des Urheberrechtes und des Datenschutzes, gefordert. Schülerinnen und Schüler sollen die Risiken und Potentiale der neuen Kommunikationstechnologien als auch aktuelle Entwicklungen vermittelt werden.

¹⁷**Quelle:** BMBWF: Unterrichtsprinzip Medienerziehung – Grundsatzterlass, https://bildung.bmbwf.gv.at/ministerium/rs/2012_04.pdf?6cczln -zul. aufgerufen am 14.3.2018

3.6. NAWI Kompetenzmodell

Mit der Einführung der neuen Reifeprüfung wurde auch das *Kompetenzmodell NAWI* in den Schulalltag implementiert und vom BIFIE¹⁸ umgesetzt. Dieses wurde nicht nur für den Physikunterricht, sondern auch für Chemie und Biologie entwickelt.¹⁹ Das Kompetenzmodell bezieht sich hauptsächlich auf die 8. Schulstufe, wird jedoch bis zur Reifeprüfung weiterhin praktiziert und findet seine Anwendung unter der Bezeichnung *Die kompetenzorientierte Reifeprüfung*²⁰.

Das Modell ist in drei Bereiche, Anforderungsdimension, Handlungsdimension und Inhaltsdimension, unterteilt.¹⁹

Handlungsdimension Diese Dimension gliedert sich wiederum in drei Teilbereiche. Diese umfassen *Wissen organisieren, Erkenntnisse gewinnen* und *Schlüsse ziehen*, welche sich wiederum in weitere Unterpunkte gliedern.

Dieser Bereich befasst sich mit der Fähigkeit der Lernenden ihr eigenes Wissen selbst zu erwerben, anderen zu erklären und zu beschreiben sowie verschiedene wissenschaftliche Arbeiten, Texte oder Theorien selbstständig zu bewerten.

Anforderungsdimension Dieser Abschnitt beschreibt, unter welchen Anforderungen, Wissen und Sachverhalten Schülerinnen und Schüler bestimmte Vorgänge in Wissenschaft, Natur und Technik beschreiben können sollen und ist in drei Stufen unterteilt.

Inhaltsdimension Diese ist für die drei Fächer Biologie, Chemie und Physik individuell angefertigt. Aus dem Unterrichtsfach Physik werden die Themen Mechanik, Elektrizität und Magnetismus, Wärmelehre, Optik und Aufbau der Materie gefordert. Das BIFIE legt hier genaue

¹⁸BIFIE = Bundesinstitut Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens

¹⁹**Quelle:** Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe, http://www.bifie.at/wp-content/uploads/2017/06/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf - zul. aufgerufen am 4.4.2018

²⁰**Quelle:** Die kompetenzorientierte Reifeprüfung: Physik, https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfph.pdf?4k21fs -zul. aufgerufen am 4.4.2018

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

Themenpunkte, die die Schülerinnen und Schüler beherrschen sollen, vor.

Veranschaulicht werden diese als dreidimensionales Koordinatensystem dargestellt (siehe Abbildung 3.4).

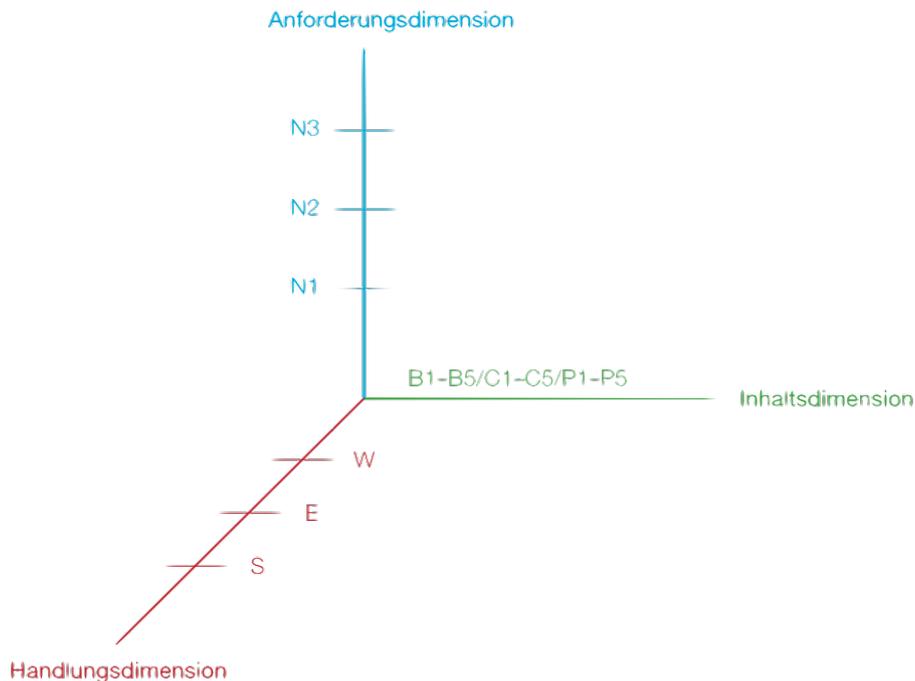


Abbildung 3.4.: Kompetenzmodell NAWI, aus ¹⁹

Der Unterschied zwischen der kompetenzorientierten Reifeprüfung und dem Kompetenzmodell NAWI besteht nur in der Inhaltsdimension, denn diese umfasst hierbei den Oberstufenstoff; Handlungsdimension und Anforderungsdimension bleiben gleich. Schülerinnen und Schüler, die in Physik maturieren, müssen bei der kompetenzorientierten Reifeprüfung Kompetenzen aus den drei Bereichen vorweisen können. Die Inhaltsdimension der Unterstufe wird für die Oberstufe viel konkreter ausgeformt und es wird auf viele Punkte der klassischen und modernen Physik eingegangen. So sieht die Inhaltsdimension als Themen für die Oberstufe etwa Astronomie, Astrophysik und Kosmos, berühmte Experimente, Energie und

3. Rahmenbedingungen gemäß Vorgaben des BMBWF

nachhaltige Energieversorgung, Erhaltungsgrößen, Felder, Information und Kommunikation, Modelle und Konzepte, Modellierung und Simulation, Möglichkeiten und Grenzen der Physik, Physik und Technik und viele mehr vor.²⁰

Hier werden auch Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern dargestellt. Ein Beispiel für Informatik verknüpft mit dem Physikunterricht stellt der Bereich *Modellierung und Simulation* dar. Hier sind die Schülerinnen und Schüler auch darin gefordert, Modelle aus der Physik mithilfe von programmier-technischen Anwendungen oder zum Beispiel mithilfe von Apps umzusetzen und erklären zu können. Ein weiterer Punkt dabei ist auch die Aufbereitung und Interpretation von Messreihen aus Experimenten. Auch das Kapitel *Physik und Technik* kann ausgezeichnet mit dem Informatikunterricht verbunden werden, denn es beschäftigt sich mit typischen Gegenständen und Vorgängen, die auch für die moderne Informatik von Bedeutung sind. Ebenso finden sich Anknüpfungspunkte bei *Information und Kommunikation*.

Die Inhaltsdimension der Oberstufe erleichtert also fächerübergreifenden Unterricht, nicht nur in der Informatik, sondern auch in Geschichte (Paradigmenwechsel in der Physik/Entwicklung der Weltbilder), Biologie (Physik und Biologie/Medizin), Philosophie (Physik und Philosophie) und Sport (Physik und Sport). Daraus lässt sich schließen, dass Physik eines der vielfältigsten Unterrichtsfächer ist und auch jede Schülerin und jeder Schüler, die vielleicht eher an anderen Themen interessiert ist, ansprechen kann und soll.

4. Informatisierung aller Schulfächer

Sowohl die Lehrpläne, die Digitalisierungsstrategie und nicht zuletzt auch der Grundsatzterlass Medienerziehung fordern den Einsatz von Medien, fächerübergreifende Lehr- und Lernräume und die Zuhilfenahme der Informatik im Unterricht. Mit diesem Kapitel wird versucht, aufzuzeigen, wie Informatik in den Schulalltag fächerübergreifend integriert werden kann.

4.1. Beiträge zum fächerübergreifenden Lernen

Für ein selbstbestimmtes und eigenaktives Lernen, wie es etwa nach dem Konzept des handlungsorientierten Unterrichts gefordert wird, ist eine Interaktion mit dem Computer und dem Internet unumgänglich. Die Medienpädagogik definiert drei Ebenen dieser Interaktion. Zum einen beschreibt die Interaktion die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler ein Programm zu bedienen. Weiteres wird dem Begriff Interaktion im Kontext der Medienpädagogik die Gabe, Informationen zu recherchieren und zu selektieren, zugeschrieben. Als letztes Kriterium ist der Einsatz von Verarbeitungsroutinen zu nennen. (Vgl. Wagner, 2004, S. 174) Der Computer kann im Unterricht zumindest als Instrument der Informationsbeschaffung fächerübergreifend (vgl. Babnik et al., 2013, S. 4) in nahezu allen Gegenständen genutzt werden.

Der Informatikunterricht leistet, wie jedes Unterrichtsfach, einen Beitrag zum fächerübergreifenden Lernen. Allerdings nimmt dieser eine Sonderstellung ein, denn dem Informatikunterricht wird eine *pädagogische Doppelfunktion* zugeschrieben. Im Informatikunterricht wird vermehrt von Problemstel-

4. Informatisierung aller Schulfächer

lungen anderer Unterrichtsfächer ausgegangen und beispielsweise durch Programmierung im Informatikunterricht eine Lösung dieser erarbeitet. (Vgl. Schubert und Schwill, 2011, S. 50) Die Lernenden greifen auf Wissen anderer Fächer zurück, wie in Abbildung 4.1 illustriert, um sich der Informatik als Hilfsmittel zu bedienen. Dadurch wird ein fächerübergreifendes Lernen geschaffen. Im Idealfall zeigt sich die pädagogische Doppelfunktion darin, dass Schülerinnen und Schüler Inhalte aus zwei Unterrichtsfächern gleichzeitig erlernen (vgl. ebd., S. 51).



Abbildung 4.1.: Fächerübergreifendes Lernen (in Anlehnung an Schubert und Schwill, 2011, S. 51)

In den Anfangsjahren war der Informatikunterricht in Österreich noch im Mathematikunterricht integriert und kein selbstständiger Gegenstand (vgl. Wurnig, 1988, S. 94), wie es dieser Tage der Fall ist. Dennoch wird der Informatikunterricht im Bildungsministerium weiterhin als fächerübergreifende Materie begriffen, kritisiert Gerald Futschek von der Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien. Aktuell beschränkt sich die Ausbildung im Informatikunterricht vorrangig auf die Anwendungssoftware, wie Textverarbeitung, Präsentation, Grafik und das Recherieren im Internet. Dies sind zumeist Bereiche der Informatik, auf die in den meisten Unterrichtsgegenständen zurückgegriffen werden muss.²¹

„Der Computer ist ein so mächtiges Werkzeug, mit dem man völlig neue Systeme kreieren kann.“²¹

²¹**Quelle:** Gerald Futschek (Fakultät für Informatik an der TU Wien) im Interview mit der Tageszeitung *Kurier*, Ist der Informatik-Unterricht noch zeitgemäß?, 19. September 2016, URL: <https://kurier.at/politik/inland/ist-der-informatik-unterricht-an-oesterreichs-schulen-noch-zeitgemaess/221.523.905-zul.aufgerufen-am-11.4.2018>

4.2. E-Learning und Flipped Classroom

Der Begriff des digitalen Lernens, das E-Learning, wird weitestgehend dadurch gekennzeichnet, dass ein Lehrender den Lernenden auf einer Plattform Inhalte und Werkzeuge zur Verfügung stellt. Dabei wird das Ziel verfolgt, dass die Inhalte von den Schülerinnen und Schülern tatsächlich genutzt werden, dafür sollten die Materialien möglichst kreativ gestaltet werden. (Vgl. Hugger und Walber, 2010, S. 10)

E-Learning ermöglicht es durch die visuelle Darstellung der Lerninhalte, sofern diese gut strukturiert aufgearbeitet wurden, das Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Lerninhalten zu wecken. Dieses Interesse steigert die Aufmerksamkeit und die Neugierde, was zu einer besseren Verankerung der Wissensstrukturen führt. (vgl. Dichanz und Ernst, 2001, S. 19)

Der Einsatz von E-Learning in der Schule vermittelt neben dem Fachwissen auch, wie durch den Grundsatzterlass Medienerziehung und die digitale Grundbildung gefordert, Kompetenzen im Umgang mit Medien:

„Neben dem Ziel, das fachliche Wissen durch multimedial aufbereitete Lernangebote zu bereichern, bietet das E-Learning auch die Option, den kompetenten Umgang mit den neuen Medien zu schulen und die Lernenden mit neuen Kommunikationsmöglichkeiten vertraut zu machen.“ (Girwidz, 2009, S. 449)

Der Erwerb dieser Kompetenzen kann so aus dem Informatikunterricht auf alle Schulfächer ausgelagert werden.

Durch den Einsatz von E-Learning Plattformen, den Lernmanagementsystemen, lassen sich auch Unterrichtsprinzipien wie das Konzept des *Flipped Classroom* im Schulalltag anwenden.

Mit dem Flipped-Classroom-Konzept verlagert sich die Stoffvermittlung in die Haushalte der Schülerinnen und Schüler. Die Lehrkraft bereitet Unterrichtsmaterialien multimedial auf und stellt diese per Lernmanagementsystem den Lernenden zur Verfügung. Außerhalb der Unterrichtszeit werden diese Inhalte von den Schülerinnen und Schülern an Stelle klassischer Hausübung konsumiert und gegebenenfalls Fragen dazu notiert. In der Unterrichtszeit werden Aufgabe zum zu Hause erlernten Stoffgebiet

4. Informatisierung aller Schulfächer

bearbeitet, die Lehrkraft steht hier für eventuelle Fragen bereit, die individuell bearbeitet werden können, da die Verlagerung des Lernstoffes zu mehr Unterrichtszeit führt. (Vgl. Kück, 2014, 12f) Die Lernenden sind durch diese Methode nicht an vorgegebene Zeiten und Vortragsgeschwindigkeiten der Lehrerinnen und Lehrer gebunden und können sich die Inhalte auf Abruf jederzeit, nach Wunsch mit Pausen und wiederholt aneignen.

In Österreich werden die zwei Lernmanagementsysteme *Moodle* und *LMS.at* vom Ministerium finanziert und den Schulen zur Verfügung gestellt (vgl. Babnik et al., 2013, S. 3). An vier von fünf Schulen der Sekundarstufe I und II ist E-Learning bereits im pädagogischen Konzept integriert²².

4.3. Modelle werden lebendig

Nach den in Kapitel 2.1 nach Schwill (2013) angeführten Formen des fächerübergreifenden Unterrichts, liegt der fächerübergreifende Aspekt der Informatik in den Anwendungsfeldern. Die fächerverbindenden Aspekte ergeben sich durch die gemeinsamen Methoden und Systeme der Problemlösung. Besonders beim Modellieren kann die Informatik Beiträge zu fächerverbindenden Unterrichtsansätzen bieten, da in der Informatik Modelle benutzt werden, die in anderen Unterrichtsgegenständen eine untergeordnete Rolle spielen. Modelle haben in den Naturwissenschaften einen hohen Stellenwert. Durch den Einsatz der Informatik können diese statischen Modelle aus den verschiedenen Gegenständen zu dynamischen, lebendigen Modellen transferiert werden (siehe Abbildung 4.2). Ein Beispiel hierfür wäre die Erstellung eines Programmes zur Berechnung und Simulation eines Federpendels aus der Physik. Hier bedient sich die Physik der Methoden die die Informatik bietet. (Vgl. ebd.)

Ein weiteres Beispiel aus dem Physikunterricht wäre der freie Fall. Das physikalische Modell zur Erklärung sind die bekannten Formeln. Dies ist ein statisches Modell. Mithilfe der Informatik kann ein dynamisches, virtuelles Modell erstellt werden, welches einen Gegenstand mit gewissen

²²**Quelle:** BMBWF: IKT-Infrastrukturhebung 2016: Einsatz von E-Learning an österreichischen Schulen, URL: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/iktie.html> -zul. aufgerufen am 11.4.2018

4. Informatisierung aller Schulfächer

Eigenschaften virtuell fallen lässt. Schülerinnen und Schüler können damit verschiedene Vermutungen durch das Ändern der Parameter, wie Form oder Gewicht, visualisieren. Zum Einsatz könnte hier etwa das Tabellenkalkulationsprogramm Excel kommen, welches durch Visual Basic Anwendungen, die im Informatikunterricht erlernt werden könnten, erweitert wird. Das Arbeiten mit Modellen in der Physik nimmt auch einen hohen Stellenwert im Lehrplan ein, da hier die Handlungskompetenzen gefördert werden (vgl. Kapitel 3.1.3).

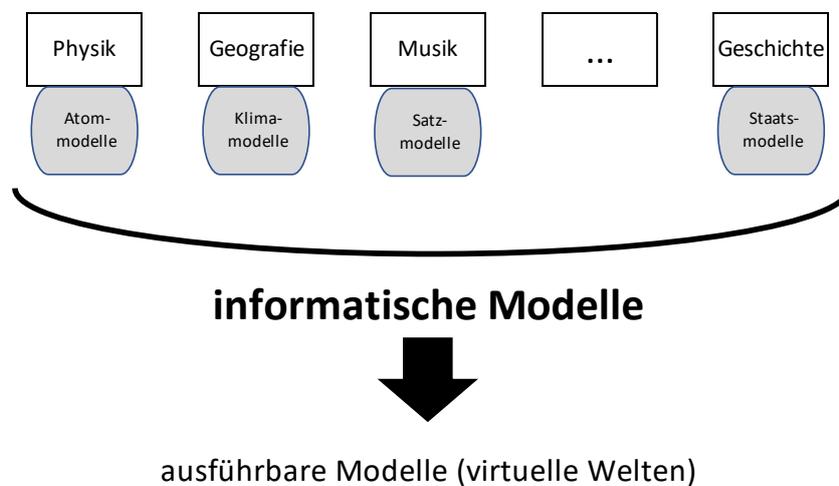


Abbildung 4.2.: Informatische Modelle (in Anlehnung an Schwill, 2013)

Simulationsprogramme können Realitätsaspekte repräsentieren und so Fachthemen visualisieren. Schülerinnen und Schüler können so Abhängigkeiten und Annahmen erkennen und steuern. Ebenso funktionieren Modellbildungssysteme, jedoch sind diese durch die zugrundeliegenden Modellannahmen flexibler. Der Computer kann als Projektionsfläche für Perspektiven, Annahmen und Beziehungen, die sich beim Verändern der Ansätze ergeben, eingesetzt werden. So können Zusammenhänge aus dem Modellverhalten erlebt, anstatt nur erzählt, werden und dies führt zu einer nachhaltigeren Festigung des Verständnisses von Kausalzusammenhängen. (Vgl. Girwidz, 2009, 424f) Ferner ist eine virtuelle Interaktion mit diesen Modellen, beispielsweise mittels VR-Brillen, auch im Schulalltag sicherlich nicht ganz auszuschließen.

4. Informatisierung aller Schulfächer

4.4. Willkommen im IKT²³ - Zeitalter

Mit dem Internet als Medium der Informationsbeschaffung sieht Labudde (2003) eine neue Methode des Lernens. Im Gegensatz zum Schulbuch handelt es sich hierbei um einen nichtlinearen Lernweg, welcher Schülerinnen und Schüler vor neue Herausforderungen stellt. Fächerübergreifender Unterricht soll hier einen Beitrag leisten, um die Lernenden auf diese nichtlineare Informationsaufnahme vorzubereiten.

Es liegt im Aufgabenbereich der Lehrkraft, aus der Fülle an digitalen Lernmethoden und -instrumenten altersgerechte Kombinationen dieser, schulstufenabhängig, auszuwählen und zu bündeln. Die gegebenen digitalen Lernangebote dürfen die Schülerinnen und Schüler weder über- noch unterfordern. Diesen Methoden soll ein motivierender Aspekt zugeschrieben werden und sie sollen die Lernenden zur Selbstständigkeit erziehen. (Vgl. Kysela-Schiemer, 2015, S. 12)

IKT-Kompetenzen sind nicht nur in fast sämtlichen Unterrichtgegenständen von größter Bedeutung, sondern Schülerinnen und Schüler werden in vielen Alltagssituationen damit konfrontiert. Auch in der Wirtschaft nehmen die Kompetenzen im Gebrauch und der Bedienung von Informations- und Kommunikationstechnologien durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter immer mehr an Bedeutung zu²⁴. Der Informatikunterricht kann hier ansetzen und die Schülerinnen und Schüler hinsichtlich ihrer Fähigkeiten und Fertigkeiten in diesem Bereich fördern. Nach den Plänen des BMBWF sollen die Schülerinnen und Schüler ab der Sekundarstufe I diese Kompetenzen durch die verbindliche Übung *Digitale Grundbildung*, welche fächerintegriert oder als eigenständiges Unterrichtsfach implementiert wird, vermittelt bekommen²⁵. In der Volksschule werden diese Kompetenzen fest im Lehrplan verankert (vgl. Kapitel 3.3).

²³IKT = Informations- und Kommunikationstechnologie; auch ICT (engl.)

²⁴**Quelle:** bussiness-wissen.de: IKT-Kompetenzen als wichtigen Erfolgsfaktor erkennen, URL: [https://www.business-wissen.de/artikel/potenzial-mitarbeiter-ikt-kompetenzen-als-wichtigen-erfolgsfaktor-erkennen/-zul.aufgerufen am 11.4.2018](https://www.business-wissen.de/artikel/potenzial-mitarbeiter-ikt-kompetenzen-als-wichtigen-erfolgsfaktor-erkennen/-zul.aufgerufen%20am%2011.4.2018)

²⁵**Quelle:** BMBWF: Digitale Grundbildung, URL: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/dgb/index.html> -zul. aufgerufen am 11.4.2018

5. Technologiestudium

Im Folgenden eine Auflistung ausgewählter Hilfsmittel und Technologien aus dem Bereich der Informatik, die neben informatischen Konzepten auch Kompetenzen anderer Unterrichtsfächer vermitteln. Diese werden in Hinsicht auf ihre fächerübergreifenden und fächerintegrativen Möglichkeiten beleuchtet und den Kosten der Anschaffung gegenübergestellt. Neben einer Auswahl an Integrationsmöglichkeiten im Unterricht werden auch die Zielschulstufen angeführt.

5.1. Eine Katze namens Scratch

Scratch wurde 2007 veröffentlicht unter dem Motto *Ausdenken, Entwickeln, Teilen* und mit dem Ziel, Kindern und Jugendlichen die Grundkompetenzen der Programmierung näher zu bringen. Die erziehungsorientierte, visuelle und in Baukastenform gestaltete Programmiersprache wurde von der Lifelong Kindergarten Group am MIT²⁶ Media Lab mit dem Ziel, die Neugier der Schülerinnen und Schüler zu wecken entwickelt.²⁷

Scratch richtet sich an Kinder im Alter zwischen 8 und 16 Jahren²⁸. Mithilfe dieser Programmierumgebung lassen sich Schwerpunkte in den Fachgebieten Sprachunterricht, Wissenschaft, Soziologie, Mathematik, Informatik, Fremdsprachen und in den Geisteswissenschaften spielerisch umsetzen²⁹.

²⁶MIT = Massachusetts Institute of Technology

²⁷**Quelle:** Wikipedia: Scratch, [https://de.wikipedia.org/wiki/Scratch_\(Programmiersprache\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Scratch_(Programmiersprache)) -zul. aufgerufen am 22.3.2018

²⁸**Quelle:** Scratch: For Parents, <https://scratch.mit.edu/parents/> -zul. aufgerufen am 23.3.2018

²⁹**Quelle:** Scratch - Educators, <https://scratch.mit.edu/educators/> -zul. aufgerufen am 22.3.2018

5. Technologiestudium

„Deine Schüler können mit Scratch ihre eigenen interaktiven Geschichten, Animationen und Spiele erstellen. Durch diesen Prozess lernen sie kreativ zu denken, systematisch schlusszufolgern und gemeinschaftlich zu arbeiten - Schlüsselqualifikationen für alle Mitglieder unserer heutigen Gesellschaft.“²⁹

Romeike (2011) erprobte den Einsatz von Scratch in einer Primarstufe mit der Intention informatische Konzepte zu vermitteln. Es zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler nicht nur Grundlagen der Programmierung erlangten, sondern sich auch konstruktiv mit verschiedenen mathematischen Konzepten auseinandersetzten, welche in der Regel erst in späteren Schulstufen thematisiert werden.

Förster (2011) hält fest, dass eine Programmierumgebung für Schülerinnen und Schüler als Werkzeug zum Zweck angesehen werden soll. Scratch geht hier mit gutem Beispiel voran, denn der Aufwand zum Erlernen wird minimiert, Syntaxfehler existieren nicht und die Befehle sind selbsterklärend.

Eine weitere Stärke von Scratch im Bildungsbereich stellt der Grundgedanke dar, dass Nutzerinnen und Nutzer nicht nur eigene Projekte erstellen und über die Onlineplattform teilen, sondern auch auf zahlreiche, von anderen Benutzern geteilte, Projekte zugreifen können. Diese können auch adaptiert und erneut veröffentlicht werden. Durch die Vielzahl von Beispielgrafiken und -projekten wird der Einstieg erleichtert und trägt zu einer Motivation zur Verbesserung und Veränderung bestehender Projekte bei. (Vgl. Schaeper, 2008, S. 10) Scratch kann mittels Webbrowser online genutzt werden, oder die kostenlose Entwicklungsumgebung lokal installiert werden. Eine Katze ist das Logo von Scratch und das Standard-Objekt in jedem neuen Projekt.

5.2. Kein Himbeeruchen: der Raspberry Pi

Single Board Computer, wie der Raspberry Pi, sind seit Jahren im Trend³⁰. Die Einsatzgebiete solcher sind nahezu unendlich. Der Preisfaktor des Raspberry Pi (siehe Tabelle 5.1) und seine unzähligen Einsatzmöglichkeiten

³⁰**Quelle:** futurezone: Meistverkaufte Computer: Raspberry Pi überholt C64, <https://futurezone.at/produkte/meistverkaufte-computer-raspberry-pi-ueberholt-c64/252.933.416> -zul. aufgerufen am 22.3.2018

5. Technologiestudium

geben Anlass zur Frage, ob und wie ein Einsatz in der Bildung möglich wäre.

Ursprünglich wurde der Raspberry Pi entwickelt, um der sinkenden Zahl von Informatikstudentinnen und -studenten an der Universität Cambridge und deren immer geringer werdenden Kenntnissen der Programmierung entgegenzuwirken. Im Jahre 2012 als Projekt gestartet, entwickelte sich der Raspberry Pi zu einem Verkaufsschlager.³¹ Ursprünglich intendiert war es, den Raspberry Pi lediglich als Entwicklungsumgebung für die Programmiersprache Python zu nutzen. Dies beeinflusste auch die Namensgebung, Pi = Py (Kurzform für Python). (Vgl. Dembowski, 2015, S. 181)

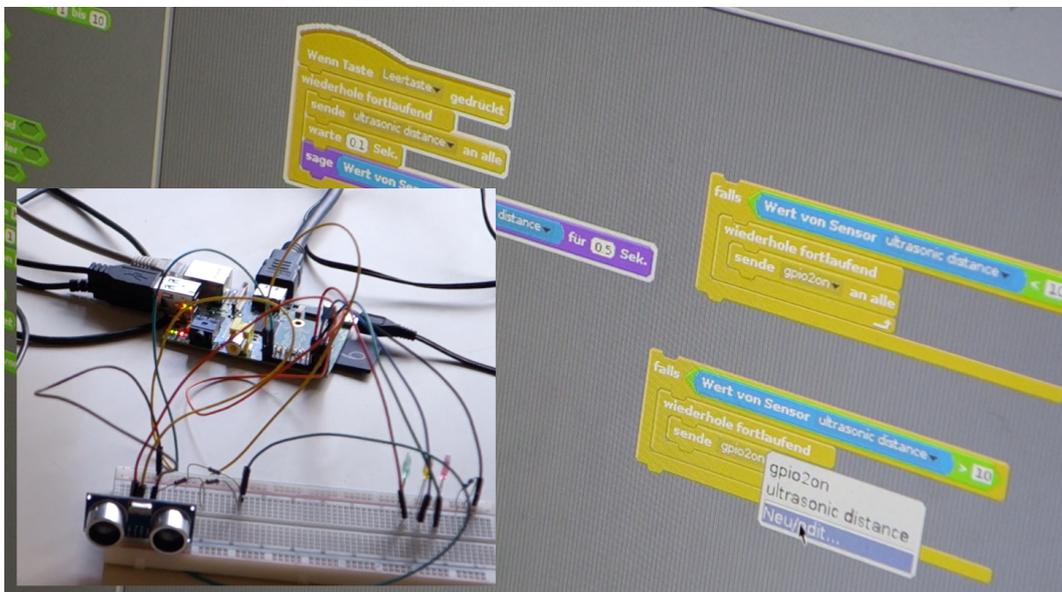


Abbildung 5.1.: Abstandsmessung mit Raspberry und Scratch (Schulprojekt am BG/BRG Kirchengasse 2017, Kommetter)

Im Standard-Betriebssystem des Raspberry Pi's (Raspbian) findet man eine bereits installierte Version von Scratch vor. Dies lässt den Schluss zu, dass die Entwicklerinnen und Entwickler den Bildungsbereich großen Raum

³¹**Quelle:** UNI Wuppertal: Skriptum zum Raspberry Pi, https://ddi.uni-wuppertal.de/material/materialsammlung/mittelstufe/raspberry/raspi_skriptum.pdf -zul. aufgerufen am 23.3.2018

5. Technologiestudium

gewähren. Scratch eignet sich, um den Einstieg in die Programmierung zu erlernen. Die vorinstallierte Version ermöglicht einen unkomplizierten Zugriff auf die GPIO³² Schnittstellen, um Sensoren auszulesen und Aktoren anzusteuern. Mit wenigen Befehlsgruppen lassen sich so Projekte realisieren (siehe Abbildung 5.1). Die Vielzahl von verschiedenen Betriebssystemen und die damit verbundenen Möglichkeiten, lassen keine spezifische Schulstufenzuordnung zu. Beispielsweise können Schülerinnen und Schüler der jüngeren Jahrgänge mithilfe von Scratch arbeiten, Jugendliche höherer Schulstufen beispielsweise mit Python oder einer anderen Programmiersprache arbeiten.

Tabelle 5.1.: Anschaffungskosten Raspberry Pi; (26.3.2018)

Name / Zubehör	Bezug von	Preis
Raspberry Pi 3 Starter Kit + Zubehör	Amazon	69,99 €
Raspberry Pi 3 ohne Zubehör	Conrad	41,99 €
Raspberry Pi Zero W Starter Kit + Zubehör	Amazon	26,00 €
Raspberry Pi 2 ohne Zubehör	Amazon	31,95 €

In der Tabelle oberhalb angeführt eine Auswahl der gängigsten Modelle des Raspberrys. Die verschiedenen Modelle unterscheiden sich, neben ihrer Größe, durch die Ausstattungen wie Arbeitsspeicher und Prozessorleistung sowie die Anzahl der PIN's für die Erweiterungen mittels GPIO. Zu beachten ist allerdings, dass es beim Raspberry Pi einigem Zubehör bedarf. So sind neben einer SD-Karte auch ein Netzteil, HDMI-Kabel, Tastatur und Maus nötig. Wobei es an letzteren an einer Schule nicht mangeln sollte. Durch die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sowie die zahlreichen Unterrichtsmaterialien (vgl. Hübner, 2013, S. 7), sind die Möglichkeiten des fachspezifischen Einsatzes im Unterricht und der fächerübergreifende Einsatz beinahe unausschöpfbar. Durch die zahlreichen Erweiterungsmöglichkeiten und die Vielzahl von verfügbaren Sensoren, lassen sich viele kreative Projekte, besonders auch aus dem Bereich der Physik, realisieren.

³²GPIO = general purpose input/output, frei programmierbare Ein- und Ausgänge

5.3. Arduino - kopieren erlaubt!

Um den Einstieg in die Mikrocontrollerprogrammierung zu vereinfachen, wurde das Arduino-Projekt ins Leben gerufen. Neben den Arduino-Boards bildet eine eigene Software zum Programmieren, die Entwicklungsumgebung, den Arduino.³³ Das Board besteht aus mehreren digitalen und analogen Ein- und Ausgängen (I/O Ports). Programmiert wird der Arduino in der Sprache C bzw. C++. Das Arduino-Board wird in verschiedenen Versionen angeboten, diese unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl der Ports und der Bauform. Am gängigsten ist der sogenannte Arduino UNO. Das Arduino-Team veröffentlichte den Bauplan des Arduino Mikrocontroller-Board unter einer Open-Source-Lizenz (vgl. Schmidt, 2015, Kapitel 1.2), deshalb existiert eine Vielzahl an verschiedenen Klonen am Markt, die komplett ident und kompatibel zum originalen UNO und Zubehör sind.

Vor allem für Schülerinnen und Schüler niedrigerer Schulstufen stellt die textuelle Programmierung Eingabehürden dar. Tools zur graphischen Programmierung, wie etwa mit der visuellen Programmiersprache Scratch, stellen eine altersgerechte Alternative dar. Auch für den Arduino steht hier eine Auswahl dieser, unter anderem eine Adaptierung der Scratch Entwicklungsumgebung, bereit.³⁴

Tabelle 5.2.: Anschaffungskosten Arduino; (26.3.2018)

Name / Zubehör	Bezug von	Preis
UNO Klon Lernset mit viel Zubehör	Fundduino	43,90 €
UNO Klon + USB Kabel	Amazon	7,79 €
UNO original	arduino.cc	20,00 €
Mega original	arduino.cc	35,00 €
Klassenstärke, 30 Stk. + Zubehör	arduino.cc	1750,00 €

³³**Quelle:** Arduino - Introduction, <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> -zul. aufgerufen am 26.3.2018

³⁴**Quelle:** LXRobotics: Graphische Programmierumgebungen für Arduino, <https://www.lxrobotics.com/graphische-programmierumgebungen-ide-fuer-arduino> -zul. aufgerufen am 26.3.2018

5. Technologiestudium

Neben den, wie in der Tabelle 5.2 angeführten, Lernsets, welche für die Primar- und Sekundarstufe angeboten werden, finden sich im Internet einige erprobte Unterrichtsmaterialien, besonders für die AHS Unterstufen. Durch die Grundidee *Physical Computing* eignet sich die Arduino-Plattform besonders, um Inhalte aus Informatik und Physik fächerübergreifend zu planen und mithilfe des Arduinos zu vermitteln, um Synergien der Fachexpertisen optimal nutzen zu können (vgl. Kastner et al., 2014, S. 24).

5.4. Ozobot - Miniroboter im Kindergarten

Der Ozobot ist ein Miniaturroboter, welcher Linien folgt und mithilfe von Sensoren an der Unterseite (vgl. Hielscher und Honegger, 2016, S. 2) Farbcodes erkennt. Über diese Farbcodes lässt sich der Roboter steuern.

Der Ozobot bietet sich hervorragend an, um informatisches Basiswissen zu vermitteln und problemlösungsorientierte Denkmuster zu fördern, denn der Ozobot muss nicht adaptiert oder installiert werden, sondern lässt sich unkompliziert in den Unterricht integrieren. Mit OzoBlockly wird eine blockbasierte Programmierumgebung geboten, ähnlich der visuellen Programmiersprache Scratch. (Vgl. Geier und Ebner, 2017, S. 2) Diese Umgebung ist webbasiert. Zum Übertragen eines Programmes bedarf es keiner kabelgebundenen Lösung, sondern die Programme werden über Lichtimpulse am Bildschirm auf den Ozobot übertragen; dies lässt sich daher auch mit einem Tablet lösen.

Fächerübergreifend lässt sich der Ozobot in den Unterricht integrieren, wie Geier und Ebner (2017) anhand einer Beispieleinheit *Wegfindung und Geschwindigkeitsmessung*, welche die Fächer Physik, Mathematik und Informatik verbindet, zeigen. Bei dieser Einheit sollen die Schülerinnen und Schüler den Ozobot als Hilfsmittel zur Lösung des Problems einsetzen.

Es wird zwischen zwei Modellen, dem *Evo* und dem *Bit*, unterschieden. Diese unterscheiden sich lediglich in der Möglichkeit eine Verbindung mit einem Smartphone herzustellen.³⁵

³⁵Quelle: Ozobot Support, <https://ozobot.com/support/faq> -zul. aufgerufen am 27.3.2018

5. Technologiestudium

Tabelle 5.3.: Anschaffungskosten OZOBOT; (26.3.2018)

Name / Zubehör	Bezug von	Preis
Einzelstück <i>EVO</i> Starter-Set	Amazon	104,00 €
Einzelstück <i>BIT</i> Starter-Set	Amazon	68,00 €
Klassenstärke, <i>EVO</i> , 18 Stk. + Zubehör	ozobot.com	1.799,00 \$
Klassenstärke, <i>BIT</i> , 18 Stk. + Zubehör	ozobot.com	1.199,00 \$

Die Ozobots werden, wie in der Tabelle oberhalb ersichtlich, auch in Klassenstärke angeboten. Diese Sets beinhalten neben Stiften für die Farbcodes und Schablonen auch USB-Ladegeräte.

5.5. Lego zum mitnehmen: Pocket Code

Die App Pocket Code wurde an der TU Graz aus dem Projekt Catrobat entwickelt, um Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, erste Programmiererfahrungen zu sammeln. Auf spielerische Art sollen Konzepte und Konstrukte des Programmierens, wie etwa Schleifen, vermittelt werden. Ähnlich wie bei Scratch wird hier nach dem Lego-Prinzip eine Programmiersprache im Bausteinstil geboten. (Vgl. Höllerbauer, 2017, S. 45) Pocket Code richtet sich an Kinder und Jugendliche im Alter von 10 bis 17 Jahren. Es existieren Lehr- und Lernpakete, welche erprobte Unterlagen für die Integration in den Schulunterricht bieten, wie zum Beispiel in den Schulfächern Zeichnen, Physik oder Informatik.³⁶

„Unser Ziel ist es Kinder und Jugendliche für das Thema Programmieren zu begeistern. Darüber hinaus möchten wir sie dazu animieren sich kreativ mit den neuen Medien ausdrücken zu lernen und sie so spielerisch auf die digitale Zukunft unserer Gesellschaft vorbereiten.“³⁷

Die kostenlose App ist vorerst nur für Android verfügbar.

³⁶**Quelle:** Programmieren mit Pocket Code: Lehrmaterial für einen fächerintegrativen Einsatz, <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/wp-content/uploads/2017/09/PocketCodeDigitaleGrundbildung.pdf> -zul. aufgerufen am 27.3.2018

³⁷**Quelle:** Catrobat, <https://www.catrobat.org/de/> -zul. aufgerufen am 27.3.2018

5.6. BBC micro:bit - Bildungsauftrag erfüllt

Von der BBC³⁸ ab 2012 entwickelt und 2015 erstmals vorgestellt, dient dieser Einplatinencomputer der Verbesserung der Bildung informatischer Techniken. Für den BBC micro:bit existieren diverse webbasierte Entwicklungsumgebungen, unter anderem auch eine blockbasierte visuelle Softwareentwicklungsumgebung.³⁹ Mit dem Ziel, motivierten Schülerinnen und Schülern einen Weg zu öffnen für das selbstständige, spielerische und praktische Entwickeln von Lösungen, wurde der micro:bit von Beginn an auf Klassenzimmerfreundlichkeit ausgelegt⁴⁰.

„Programmieren ist nicht nur für die Informatikklasse! Der micro:bit bietet Projekte, die sich hervorragend für Designkurse, Physik und sogar Kunst- und Musikunterricht eignen.“⁴⁰

Für anspruchsvolle Projekte besteht die Möglichkeit, den Mikrocomputer mit C/C++ zu betreiben, allerdings gerät dieser, speziell bei umfangreichen Hardware-Projekten, aufgrund der geringen Schnittstellen schnell an seine Grenzen⁴¹. Der Einsatz dieses Einplatinencomputers eignet sich, unter anderem durch seinen nachvollziehbaren Aufbau und die Möglichkeit mittels blockbasierter Umgebung zu programmieren, für Kinder ab 8 Jahren⁴²; durch die Möglichkeit, auch Hochsprachen wie Python oder C zu verwenden, ist eine Altersgrenze nach oben hin nicht gegeben. Allerdings sind die Möglichkeiten, vor allem der Erweiterung, beschränkt. Der BBC micro:bit ist je nach Anbieter ab ca. 22€ erhältlich.

³⁸BBC = British Broadcasting Corporation; öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalt des Vereinigten Königreichs

³⁹**Quelle:** Wikipedia: BBC micro:bit, https://de.wikipedia.org/wiki/BBC_micro:bit -zul. aufgerufen am 23.3.2018

⁴⁰**Quelle:** Unterrichten: micro:bit, <http://microbit.org/de/teach/> -zul. aufgerufen am 22.3.2018

⁴¹**Quelle:** Unterrichten: micro:bit, <https://www.heise.de/make/artikel/Ausprobiert-Winzling-BBC-Micro-Bit-3225054.html?seite=5> -zul. aufgerufen am 23.3.2018

⁴²**Quelle:** SparkMaker Review, <https://www.makeuseof.com/tag/sparkmaker-review/> -zul. aufgerufen am 23.3.2018

5.7. Calliope mini - micro:bit made in Germany

Nach dem Vorbild des BBC micro:bit, wurde der Calliope für Schülerinnen und Schüler entwickelt. Zum Großteil verfügt er über dieselbe Hardware, ähnliche Anschlüsse und Sensoren. Auch die Programmiersoftware wurde weitestgehend vom micro:bit übernommen. (Vgl. Immler, 2017, S. 6) Der Calliope mini lässt sich ohne Aufwand in Betrieb nehmen, es bedarf keinerlei Installationen. Die Entwicklungsumgebung findet sich in Form einer Webanwendung wieder. Die mithilfe der Scratch-ähnlichen Programmiersprache erstellten Programme werden auf den Calliope, welcher als Laufwerk erkannt wird, kopiert.

Schülerinnen und Schüler sollen mithilfe dieser Mikrocontrollerplatine bereits in der Primarstufe lernen, wie IT funktioniert. Jede Drittklässlerin und jeder Drittklässler in Deutschland soll einen Calliope mini zur Verfügung gestellt bekommen.⁴³ Kinder ab acht Jahren sollen mithilfe des Calliope von der passiven Nutzerin oder dem passiven Nutzer zum aktiven Gestalter werden. Durch zahlreiche Hilfsmittel für Lehrerinnen und Lehrer, soll ein Einsatz fächerübergreifend im Unterricht möglich sein.⁴⁴ Beim Online-Händler *Amazon* ist der Calliope mini für 34,40€ verfügbar.

5.8. Bring your own device (BYOD)

Unter Bring Your Own Device versteht man, dass private Endgeräte wie Laptops, Smartphones oder Tablets als Arbeitsmittel in einer Organisation, etwa einer Schule, eingesetzt werden. Für Schülerinnen und Schüler bedeutet dies etwa, dass sie ihre eigenen Geräte in der Schule nutzen, anstelle dass die Schule Tablets zur Verfügung stellt.

⁴³**Quelle:** ZEIT Online: Calliope: Dieser Computer kann unser Schulsystem revolutionieren, <http://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/calliope-mikrocontroller-grundschule-dritte-klasse> -zul. aufgerufen am 27.3.2018

⁴⁴**Quelle:** Calliope Pressemitteilung: Mit Calliope mini die digitale Welt mit gestalten, https://www.calliope.cc/content/9-presse/pressemappe_calliope.pdf -zul. aufgerufen am 27.3.2018

5. Technologiestudium

BYOD bietet den Schülerinnen und Schülern den Vorteil, dass sie mit den Endgeräten bereits bestens vertraut sind und der Umgang mit diesen selbst keine Hürde darstellt. Für die Programmierung der genannten Technologien kann BYOD eingesetzt werden. Das Arbeiten mit diesen wäre dann nicht mehr raumbunden. Für die Schule stellt dieses Konzept einen finanziellen Vorteil dar, denn es müssen keine Endgeräte bereitgestellt werden.

Mit dieser Strategie kann allerdings ein reibungsloser Ablauf keineswegs garantiert werden. Es muss sichergestellt werden, dass alle Schülerinnen und Schüler über ähnliche Voraussetzungen verfügen. So können unterschiedliche Betriebssysteme der Smartphones die Unterrichtsmaterialien gegebenenfalls einschränken. Außerdem kann weder die Lehrkraft noch die Schulorganisation dafür Sorge tragen, dass alle Endgeräte nutzbar sind. Speicherplatzengpässe auf den Smartphones der Schülerinnen und Schüler werden nicht auszuschließen sein. Ebenso kann keine einheitliche (Software-) Umgebung oder Nutzungsbeschränkungen geschaffen werden. Dies würde Prüfungssituationen unmöglich machen, denn die privaten mobilen Endgeräte dürfen nicht auf verbotene Unterlagen hin durchsucht werden⁴⁵.

Auch die IT-Administration an den Schulen muss den Anforderungen gewachsen sein. Eine sichere Eingliederung der Endgeräte der Schülerinnen und Schüler in das Schulnetzwerk und die damit verbundene nötige Infrastruktur ist unumgänglich. In etwa 65% aller österreichischen mittleren und höheren Bundesschulen sowie allgemeinbildenden und berufsbildenden Pflichtschulen ist in mehr als der Hälfte aller Räume ein Zugang zum WLAN verfügbar. An den allgemeinbildenden und berufsbildenden Pflichtschulen zeigt sich ein differenziertes Bild: Hier ist im Schnitt in etwa 46% der Pflichtschulen in mehr als der Hälfte der Räume ein Zugang zum WLAN möglich.⁴⁶

⁴⁵**Quelle:** lehrer-online: Mobile Endgeräte im Unterricht: Bring Your Own Device, <https://www.lehrer-online.de/artikel/fa/mobile-endgeraete-im-unterricht-bring-your-own-device/> -zul. aufgerufen am 10.4.2018

⁴⁶**Quelle:** BMBWF: IKT-Infrastrukturerhebung 2016, <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/iktie.html> -zul. aufgerufen am 10.4.2018

5.9. Vergleich der vorgestellten Technologien

Während der Calliope, der micro:bit und der Ozobot sofort einsatzbereit sind und sämtliche Komponenten mit sich bringen, müssen der Arduino und der Raspberry Pi mit den notwendigen Komponenten ausgestattet und konfiguriert werden. Dies stellt aber keinesfalls einen Nachteil dar. Kastner et al. (2014) halten hier fest, dass die Schülerinnen und Schüler durch den Aufbau und das Arbeiten mit der Steckplatine, fächerübergreifend im Physikunterricht integriert, verschiedene Bauelemente wie Widerstände, LED's und die verschiedenen Schaltungen kennen lernen. So kann im Physik-Labor die Notwendigkeit von Vorwiderständen bei LED's besprochen werden, wie auch Fertigkeiten im Umgang mit dem Lötkolben erworben werden.

Im Gegensatz zum Raspberry Pi sind der Arduino, der micro:bit und der Calliope mini keine eigenständigen Computer mit Betriebssystem, sondern sind Mikrocontroller. Der Raspberry Pi kann direkt programmiert werden, während die Mikrocontroller einen PC oder ein Smartphone dafür benötigen und die fertigen Programme auf diese übertragen werden müssen. Allerdings setzt dies einiges voraus. So benötigt der Raspberry Pi eine SD-Karte, ein HDMI-Kabel, Tastatur und Maus; außerdem ist es notwendig ein Betriebssystem zu installieren und einzurichten. Hier lässt sich die Installation und Konfiguration des Rasperry Pis in den Unterricht integrieren, denn dies ist im Modell *digi.komp12* als Teilkompetenz vom Aspekt *Informatiksysteme* (siehe Kapitel 3.4) für die 5.Klasse festgehalten: „Ich kann bei einem Betriebssystem Systemkonfigurationen vornehmen und wichtige Funktionen nutzen.“¹³ Für das Wahlpflichtfach Informatik ab der 6. Klasse der AHS ist hier zudem die Fähigkeit ein Betriebssystem zu installieren und das selbstständige Einarbeiten in die Bedienung neuer Software vorgesehen¹³.

In der Tabelle 5.4 aufgelistet findet sich eine nach ⁴⁷ adaptierte Aufstellung der Gesamtkosten der Anschaffung. Der Arduino wird hier stellvertretend auch für den Raspberry Pi angeführt und den, im Bezug auf

⁴⁷**Quelle:** Preisvergleich: Calliope mini vs. Arduino Uno, micro:bit und Raspberry, <https://calliopemini.wordpress.com/2017/11/02/preisvergleich-calliope-mini-vs-arduino-uno-und-microbit/> -zul. aufgerufen am 28.3.2018

5. Technologiestudium

die integrierte Sensorik, üppiger ausgestatteten micro:bit und Calliope gegenübergestellt. Die in der Tabelle angeführten Positionen des Zubehörs dienen der Vollständigkeit, für einzelne Anwendungen werden nur eine Auswahl dieser benötigt.

Tabelle 5.4.: Gesamtkosten im Vergleich, adaptiert nach ⁴⁷

Name / Zubehör	Arduino UNO Preis ab	micro:bit Preis ab	Calliope mini Preis ab
Basisboard	(Klon) 7,79 €	17,00 €	34,40 €
USB Kabel	inkludiert	1,00 €	inkludiert
RGB LED	0,62 €	0,62 €	inkludiert
Lautsprecher	1,50 €	1,50 €	inkludiert
Mikrofon	5,00 €	5,00 €	inkludiert
24 LED Display	4,30 €	inkludiert	inkludiert
2 Buttons	0,50 €	inkludiert	inkludiert
Lichtsensoren	1,00 €	inkludiert	inkludiert
Temperatursensoren	1,60 €	inkludiert	inkludiert
Beschleunigungssensoren	6,99 €	inkludiert	inkludiert
Touch Kontakte	7,99 €	inkludiert	inkludiert
Motortreiber	1,23 €	1,23 €	inkludiert
Bluetooth	5,50 €	inkludiert	inkludiert
Jumper Kabel	2,30 €	nicht notw.	nicht notw.
Steckbrett	3,30 €	nicht notw.	nicht notw.
Summe	49,62 €	26,35 €	34,40 €

Im Vergleich zu dem günstigeren micro:bit verfügt der Calliope zusätzlich über einen integrierten Lautsprecher, ein Mikrofon sowie eine RGB-LED, ansonsten ist hier die Ausstattung und Handhabung nahezu ident. Die in der Tabelle angeführten Mehrkosten des Arduinos für das beim Calliope und micro:bit integrierte Zubehör, gelten im selben Ausmaß auch für den Raspberry Pi. Bei diesem sind allerdings zudem noch eine SD-Karte und ein HDMI Kabel notwendig.

Der Raspberry Pi, Arduino, Calliope und der BBC micro:bit bieten gegen Ozobot viel mehr Einsatzmöglichkeiten, vor allem der Raspberry Pi brilliert

5. Technologiestudium

hier mit einer Palette an Projekten. Diese könnte die Schülerinnen und Schüler auch dazu motivieren, sich außerhalb der Schule mit diesem zu befassen.

Alle angeführten Technologien teilen sich eine Gemeinsamkeit, nämlich die Möglichkeit der Programmierung mittels blockbasierter visueller Programmiersprache nach dem Vorbild von Scratch. Dank dieser ist der problemlose Einsatz auch mit jüngeren Schülerinnen und Schülern möglich. Der Umgang mit Scratch deckt einen Teil des Lehrplans ab:

Praktische Informatik

- Begriffe und Konzepte der Informatik verstehen und Methoden und Arbeitsweisen anwenden können
- Algorithmen erklären, entwerfen, darstellen und in einer Programmiersprache implementieren können
- Grundprinzipien von Automaten, Algorithmen, Datenstrukturen und Programmen erklären können [...]

Auszug aus dem Lehrplan für das UF Informatik, AHS 5. Klasse,⁹

Schülerinnen und Schüler verfügen nach dem Arbeiten mit einer dieser Technologien über diese geförderten Kompetenzen und durch die Kombination mit den BYOD Konzept lassen sich die Anschaffungskosten lediglich auf die angeführten Posten reduzieren.

6. Arduino im Physikunterricht

Im folgenden Kapitel werden die Eigenschaften des Arduinos näher beleuchtet und seine Einsatzmöglichkeiten im Physikunterricht aufgezeigt, da die Wahl für den praktischen Teil auf den Arduino als verwendete Technologie fiel (siehe Kapitel 7.2). Die Auswahl an Einsatzmöglichkeiten soll stellvertretend die große Bandbreite der Möglichkeiten darstellen und erhebt keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit.

6.1. Technische Merkmale des Arduinos

Wie im Kapitel 5.3 angeführt, wird der Arduino in diversen Versionen angeboten. Hier und im Folgenden wird der Arduino UNO (siehe Abbildung 6.1), das gängigste Modell, mit allen vergleichbaren Klonen, stellvertretend als Arduino bezeichnet.



Abbildung 6.1.: Arduino UNO Board

6. Arduino im Physikunterricht

Neben der Hardware, dem Arduino-Board, wird auch eine kostenlose Entwicklungsumgebung, die IDE⁴⁸, zum Erstellen, Testen und Hochladen des kreierten Programmes auf den Arduino zur Verfügung gestellt. Die Entwicklungsumgebung ist für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar. (Vgl. Brühlmann, 2017, Kapitel 1.2)

Standardmäßig werden Arduino-Programme, die sogenannten Sketches, in der Programmiersprache C geschrieben. Jedes Arduino-Programm besteht zumindest aus den beiden Funktionen `setup` und `loop`. Diese beiden Funktionen werden von der IDE automatisch erstellt. Wie in der Abbildung unterhalb ersichtlich, besteht ein Programm aus drei Bereichen: Im ersten werden Bibliotheken eingebunden und Variablen deklariert. In der Funktion `void setup()`, die nur einmal beim Starten ausgeführt wird, werden Grundeinstellungen definiert.

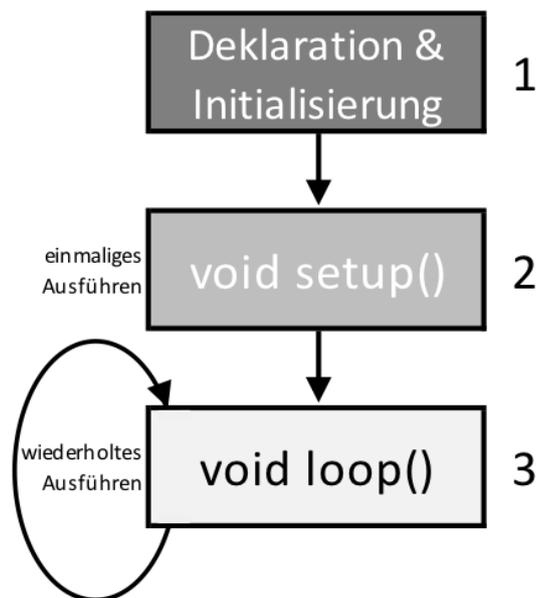


Abbildung 6.2.: Aufbau eines Arduino Sketches

Die Grundeinstellungen, welche in der `setup`-Funktion vorgenommen werden, sind etwa das Definieren der einzelnen GPIO-Pin's als Ein- oder

⁴⁸IDE = Integrated Development Enviroment; dt. integrierte Entwicklungsumgebung

6. Arduino im Physikunterricht

Ausgänge. Über diese GPIO-Schnittstellen können verschiedene Sensoren und Aktoren angesteuert werden. Zudem existiert eine Vielzahl von fertig bestückten Erweiterungsplatinen, die Arduino Shields, die direkt auf das Arduino-Board gesteckt werden können und dessen Funktionsumfang erweitern. Diese Shields können beispielsweise als LC-Displays oder Ethernetadapter fungieren. Der eigentliche Programmablauf wird in der Funktion `void loop()` definiert. Diese Funktion wird fortlaufend wiederholt. Hier werden beispielsweise Sensordaten ausgelesen und verarbeitet. Um auch ohne Displays Werte visualisieren und ausgeben zu können, beinhaltet die IDE ein Terminal sowie eine Funktion, die ausgegebene Werte direkt als Diagramm darstellt.

6.2. Experimente im Physikunterricht

Um die Anschaffungskosten des Arduinos mitsamt Zubehör in Klassenstärke zu rechtfertigen, wird hier eine Auswahl an weiteren möglichen Experimenten im Physikunterricht aufgezeigt, damit sich ein Einsatz nicht nur auf das im praktischen Teil durchgeführte Projekt beschränken muss. Es werden die notwendigen Sensoren und Komponenten wie auch die physikalischen Grundlagen dieser aufgezeigt. Für alle angeführten Versuche werden ein Arduino samt USB-Kabel und PC, ein Steckbrett und Jumper Kabel benötigt. Diese Grundausstattung ist in Tabelle 5.4 festgehalten. Die vorgestellten Sensoren, und die daraus realisierbaren Projekte, können auch mit dem Raspberry Pi verwendet werden.

6.2.1. Winkelmessung mit dem Gyrosensor

Ein Gyrosensor ist in der Lage, die Drehung um eine Achse zu bestimmen. Damit lässt sich die Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ bestimmen. Der für den praktischen Teil verwendete Beschleunigungssensor MPU6050 kann auch als Gyrosensor dienen. Durch Messung der Beschleunigung lässt sich mit diesem Sensor die Winkelgeschwindigkeit bestimmen und daraus, mithilfe der Mathematik, der Winkel. Mithilfe dieses Aufbaus werden neben dem praktischen Umsetzen erlernter trigonometrischer Grundlagen auch

6. Arduino im Physikunterricht

Fertigkeiten im Zusammenhang mit rotierenden Systemen, wie die Coriolisbeschleunigung, erlebbar gemacht. Durch eine Integration der Anordnung in bestehende Demonstrationsversuche, wie etwa das Federpendel, können die theoretischen Vorgänge veranschaulicht werden.

Die Anschaffungskosten dieses Sensors belaufen sich, je nach Anbieter, auf 6 bis 8€.

6.2.2. Messen von Kräften

Mithilfe sogenannter Flex-Sensoren lassen sich Krafteinwirkungen erfassen (vgl. Brühlmann, 2017, Kapitel 5). Durch Biegen dieses Sensors ändert sich dessen Widerstandswert. Eine zweite Art der Kraftmessung kann mithilfe druckempfindlicher Sensoren (FSR⁴⁹) erfolgen. Hierbei ändert sich der Widerstandswert durch Druck auf die Oberfläche. Im Physikunterricht könnte hier das Aufprallgewicht beim freien Fall bestimmt werden. Daraus können theoretische Berechnungen mithilfe der Fallzeit, welche beispielsweise wiederum mit den Arduino und Lichtschranken erfasst werden, experimentell überprüft werden.

FSR wie auch Flex-Sensoren werden je für rund 7€ angeboten. Für den Betrieb am Arduino sind allerdings noch *pull-down* Widerstände erforderlich, diese finden sich allerdings ziemlich wahrscheinlich in den Physiksammlungen einer Schule.

6.2.3. Strom und Spannung messen

Der Arduino UNO verfügt über sechs analoge Eingänge, welche zum Messen einer Spannung genutzt werden können. Das angelegte Signal wird mit einem AD-Wandler⁵⁰ mit 10-Bit Auflösung umgewandelt um weitere Berechnungen und Verarbeitungen damit durchführen zu können. Der Wertebereich ist auf lediglich 0V - 5V beschränkt, allerdings ist der Arduino deshalb in der Lage mit der gegebenen Auflösung eine Genauigkeit im

⁴⁹FSR = Force Sensing Resistor; dt. drucksensitiver Widerstand

⁵⁰AD-Wandler = Analog-Digital-Wandler

6. Arduino im Physikunterricht

Bereich von $\pm 0,005V$ zu erreichen. Für einen größeren Messbereich ist der Aufbau eines Spannungsteilers notwendig. Dabei können theoretische Berechnungen dieses Spannungsteilers praktisch erprobt werden. Für das Ermitteln eines Stromes wird mit dem Arduino der Spannungsabfall an einem Shunt-Widerstand gemessen. Im Programm können die Schülerinnen und Schüler nun mithilfe der bekannten Formeln (Ohm'sches Gesetz) daraus die Stromstärke errechnen und darstellen.

6.2.4. Luftdruck und Luftfeuchtigkeit

Aus physikalischer Sicht beschreibt der Druck das Verhältnis aus Kraft pro Fläche. Der Luftdruck, der hydrostatische Druck, welcher durch die ungeordnete Bewegung der Gasmoleküle der Luft entsteht, kann mit dem Sensor BMP180 durch Ausnutzen des piezoresistiven Effektes gemessen werden. Der Arduino misst hierbei wieder eine Widerstandsänderung, welche proportional zum atmosphärischen Druck ist. Eine zur Verfügung stehende Bibliothek erleichtert die Benutzung und stellt den gemessenen Druck, wie auch die Temperatur, in korrekten Einheiten bereit.

In Kombination mit dem Luftfeuchtigkeitssensor AM2301 lassen sich Projekte, wie Wetterstationen und Wetterprognosen, realisieren. Der Luftfeuchtigkeitssensor bedient sich der physikalischen Prinzipien des Dielektrikums eines Plattenkondensators, welches sich mit der Zunahme der Feuchtigkeit ändert. Auch hier erleichtert eine Bibliothek die Arbeit mit dem Sensor und übernimmt das Umrechnen.

Die Anschaffungskosten des AM2301 belaufen sich auf 6 bis 7€, der BMP180 ist für rund 10€ verfügbar.

Teil II.

Praktischer Teil - die Vorbereitungen und Unterrichtssequenzen

7. Unterrichtsvorbereitung

Hier festgehalten werden die Vorbereitungen und Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung. Es werden die zu vermittelnden Kompetenzen wie auch die Wahl der Unterrichtsmethode festgehalten und der Ablauf dieser skizziert. Alle nötigen Materialien und Unterlagen werden hier beschrieben.

7.1. Ausgangssituation

Für die Unterrichtseinheiten und die damit verbundenen Erhebungen stand eine 6. Klasse eines BORG in Graz zur Verfügung. Die 27 Schülerinnen und Schüler der Klasse besuchen verschiedene Schwerpunkte, wie in Abbildung 7.1 angeführt. Die Aufteilung folgt stereotypen Mustern.

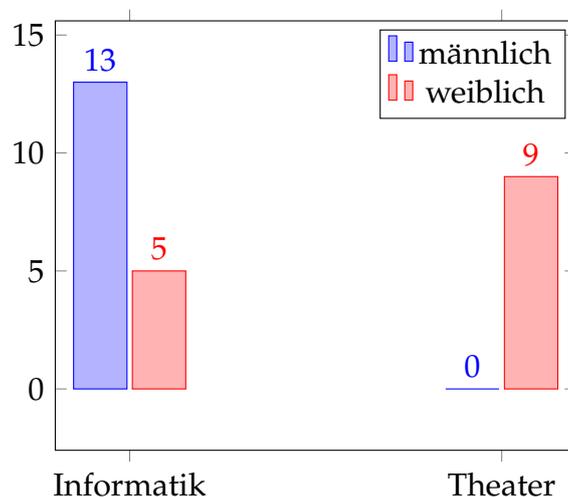


Abbildung 7.1.: Gender- und Schwerpunktverteilung

7. Unterrichtsvorbereitung

Der Physikunterricht findet in dieser Klasse Donnerstags und Freitags für je eine Stunde statt. Für die Durchführung dieser Unterrichtseinheiten war es durch einen Studentenausch möglich, die Stunde am Freitag einmalig zu einer Doppelstunde auszuweiten. Daher standen in einer Woche drei Unterrichtsstunden in Physik zur Verfügung.

Ausgehend vom Lehrplan sollten diese Einheiten genutzt werden, um einen Einstieg in das Thema *Beschleunigung* zu erarbeiten.

Für die nach dem Stundenplan festgelegten Unterrichtszeiten standen neben dem Physiksaal auch ein EDV-Saal zur Verfügung. Dieser wurde zudem in der vorgehenden als auch der nachfolgenden Stunde nicht genutzt, was für etwaige Vor- und Nachbereitungen einen unverzichtbaren Umstand darstellt.

7.2. Auswahl der verwendeten Technologien

Aus den im Kapitel 5 beschriebenen Technologien wird hier eine unter der Berücksichtigung

- der Gesamtanschaffungskosten,
- der vermittelbaren Kompetenzen der Informatik,
- der Integrationsmöglichkeiten in den Physikunterricht und
- der Schwierigkeitsgrad der Umsetzung für Schülerinnen und Schüler

für die Unterrichtssequenzen ausgewählt und die Auswahl begründet. Die Auswahl fiel auf den Arduino UNO.

7.2.1. Anschaffungskosten

Da es eine Vielzahl an Klonen, welche identisch zum originalen Arduino UNO sind (vgl. Kapitel 5.3), am Markt gibt, können die Anschaffungskosten reduziert werden. Allerdings kann es zu Komplikationen beim Einsatz von Arduino-Klonen kommen (vgl. Kapitel 8.4). In Tabelle 7.1 werden die Gesamtkosten pro Set angegeben. Durch die Wahl der Unterrichtsmethode

7. Unterrichtsvorbereitung

ist nicht für jede Schülerin und jeden Schüler ein Set vorgesehen, somit lässt sich eine Kostenexplosion vermeiden.

Tabelle 7.1.: Anschaffungskosten Arduino mit benötigtem Zubehör

Name / Zubehör	Bezug von	Preis
UNO Klon + USB Kabel	Amazon	7,79 €
Jumper Kabel	Neuhold	2,85 €
Steckbrett	Amazon	3,30 €
Beschleunigungssensor MPU6050	Amazon	6,99 €
Summe:		20,93 €

Für die Unterrichtssequenzen werden sieben dieser Sets benötigt. Somit belaufen sich die Anschaffungskosten auf rund 147€.

7.2.2. Kompetenzen der Informatik

Die Schülerinnen und Schüler sollen durch den Einsatz der ausgewählten Technologie die folgenden Kompetenzen aus dem Bereich Informatik entwickeln.

Die Schüler und Schülerinnen können

- den Algorithmusbegriff erklären,
- einfache Algorithmen nachvollziehen und erklären,
- einfache Algorithmen entwerfen und implementieren,
- den Unterschied zwischen digital und analog beschreiben und
- gegebene Messreihen grafisch darstellen.

Die ersten drei Kompetenzen werden durch alle vorgestellten Technologien abgedeckt (vgl. Kapitel 5.9). Die vom Arduino erfassten Signale werden mittels integriertem AD-Wandler⁵⁰ in digitale umgewandelt. Um die repräsentierten digitalen Werte in das gewünschte Format umzuwandeln, ist ein Grundverständnis der AD-Wandlung notwendig. Durch die Möglichkeit, Messdaten vom Arduino über serielle Schnittstellen in das Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL zu übertragen, können damit Diagramme erstellt

7. Unterrichtsvorbereitung

werden. Die Arduino IDE bietet zudem die Möglichkeit, Werte in Echtzeit in Zeitverlauf darzustellen. Mithilfe des Arduinos lassen sich also alle geforderten Kompetenzen vermitteln.

7.2.3. Integration im Physikunterricht

Die Physik beschäftigt sich mit dem Beschreiben der Vorgänge in der Natur. Meist bedient sie sich mathematischer Konzepte. Für viele Schülerinnen und Schüler stellt der Physikunterricht daher sicherlich eine abstrakte Welt dar. Der Arduino kann hier ansetzen und einen Bogen zwischen den Alltagserfahrungen der Lernenden und den theoretischen Modellen spannen. Sensoren und Aktoren, beispielsweise im Auto, sind im alltäglichen Leben der Schülerinnen und Schüler allgegenwärtig. Mithilfe des Arduinos können neben der Funktionsweise dieser auch deren physikalische Hintergründe erforscht und die theoretischen Modellen praktisch überprüft werden (vgl. Kapitel 6.2).

Im Bereich der Physik sollen die Schülerinnen und Schüler nach den Unterrichtseinheiten in der Lage sein

- den Unterschied zwischen Geschwindigkeit und Beschleunigung zu benennen,
- ein Zeit-Orts-Diagramm zu interpretieren,
- die Momentangeschwindigkeit zu bestimmen,
- den Unterschied zwischen Masse und Gewicht zu benennen,
- die Begriffe Messbereich und Messgenauigkeit zu definieren und
- den Reibungskoeffizient zu berechnen .

Die ausgewählten Hilfsmittel sollen in der Lage sein, diese physikalischen Kompetenzen zu vermitteln.

Mit dem Beschleunigungssensor MPU6050 am Arduino oder Raspberry Pi, bietet sich die Möglichkeit, alle wirkenden Beschleunigungen zu erfassen. Der Sensor muss kalibriert werden, dies setzt ein Verständnis der Einheit und wirkenden Erdbeschleunigung voraus. Die gewonnenen Werte müssen interpretiert und in gewünschte Einheiten umgerechnet werden. Durch die

7. Unterrichtsvorbereitung

Möglichkeit, die Messreihen in EXCEL zu importieren, lassen sich Diagramme erstellen, sofern die korrekte Formatierung der Beschleunigungswerte vorgenommen wurde. Durch die Integration des Sensors in verschiedene Aufbauten, lassen sich mithilfe dieses verschiedene Berechnungen, wie die Bestimmung des Reibungskoeffizienten oder des Aufprallgewichtes, automatisiert durchführen. Physikalische Grundlagen werden dazu in das Programm integriert. Die bereitgestellte Bibliothek bietet drei Modi, welche den Messbereich, zu Lasten der Genauigkeit, bestimmen. Um eine optimale Balance zwischen Messbereich und Messgenauigkeit zu erreichen, sind die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten sich mit Begriffen wie Auflösung auseinanderzusetzen.

7.2.4. Schwierigkeitsgrad der Umsetzung

Während beispielsweise der Ozobot sofort einsatzbereit ist, benötigen der Raspberry und der Arduino noch Zubehör und zudem einen PC für die Programmierung, da diese sich nicht, zumindest nicht über große Umwege, mit dem Smartphone oder Tablet konfigurieren und programmieren lassen. Der Arduino ist gegenüber dem Raspberry unkomplizierter und schneller einsatzbereit, da lediglich die IDE und die Treiber installiert werden müssen, wohingegen beim Raspberry das Betriebssystem installiert werden muss. Die Programmierung mit C kann gegenüber Scratch für einige Schülerinnen und Schüler eine große Hürde darstellen. Dank der bereitgestellten Bibliotheken beschränkt sich die Programmierung jedoch für diese Unterrichtssequenzen auf simple Kontrollstrukturen und Ausgabe- sowie Rechenoperationen. Da die Schülerinnen und Schüler keinerlei Erfahrungen mit der Programmierung in C besitzen, ist die Verfügbarkeit eines bereitgestellten Nachschlagewerkes, einem Cheat-Sheet, unverzichtbar. Bei sorgfältiger Aufbereitung dieses und einer Einführung in die benötigten Werkzeuge und Befehle, wird die Benutzung und Programmierung des Arduinos ohne Hindernisse möglich sein. Eine Vielzahl an verfügbaren Unterlagen, etwa Video Tutorials auf YouTube, erleichtern eine altersgerechte und an das Vorwissen angepasste Aufbereitung von Unterrichtsmaterialien.

Generell stellt sich der Arduino als resistent gegen Fehlbedienungen dar,

7. Unterrichtsvorbereitung

wenn doch die Möglichkeit der Zerstörung dieses, beispielsweise durch falsche Verbindungen der GPIO-Schnittstelle, niemals gänzlich ausgeschlossen werden kann. Vor allem die Peripheriegeräte, wie der Sensor, können bei unsachgemäßer Verwendung Schaden nehmen. Durch die verhältnismäßig geringen Anschaffungskosten gegenüber den anderen angeführten Technologien, ist ein Ausfall eines Arduinos oder dessen Zubehörs vertretbar. Für den reibungslosen Ablauf sollte dieser Umstand allerdings eingeplant werden und Ersatzgeräte bereitgestellt sein.

Durch die Möglichkeit der Kombination mit EXCEL eröffnen sich vielseitigere Einsatzmöglichkeiten innerhalb des gegebenen Settings. Die Rahmenbedingungen, wie die Verfügbarkeit von PC's, müssen gegeben sein.

7.3. Wahl der Unterrichtsmethode

Um die vielfältigen Möglichkeiten des Arduinos auszuschöpfen wurde der Stationsbetrieb als Form des handlungsorientierten Unterrichts gewählt und mit den Schritten aus Kapitel 2.4 folgendermaßen festgehalten:

Planung und Konzeption Die Themenwahl lautet *Beschleunigung*. Aufgrund der Klassengröße werden die Themenbereiche auf acht Stationen aufgeteilt (siehe Kapitel 8.3), so lassen sich auch verschiedene Experimente in der gegebenen Zeit realisieren. Außerdem ermöglicht die Aufteilung, ein und denselben Schwerpunkt aus der Sicht der Informatik und ein anderes Mal aus Sicht der Physik zu betrachten.

Zu berücksichtigten sind außerdem *Leerlaufstationen*: Sollte es zu Wartezeiten oder Überschneidungen kommen, muss für eine Beschäftigung gesorgt werden.

Um optimale Gruppengrößen zu schaffen, wird die Klasse in Gruppen zu je drei oder vier Schülerinnen und Schülern aufgeteilt.

Praktische Vorbereitung und Bereitstellung Wie im Kapitel 7.2.4 angeführt, sind *Cheat-Sheets* unerlässlich. Diese dienen den Lernenden als Hilfestellung und Nachschlagewerk. Um die Lernenden dazu zu motivieren, diese zu verwenden, sollten sie optisch anspruchsvoll gestaltet werden. Diese Hilfsmaterialien beinhalten viel mehr Informationen als benötigt werden. So sind beispielsweise alle PIN's des Arduinos

7. Unterrichtsvorbereitung

beschrieben, welche weder bei der Einführung noch bei einer Station kennen gelernt werden. Die Intention ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler dank der kreativen Gestaltung auch diese Informationen aus Interesse aneignen.

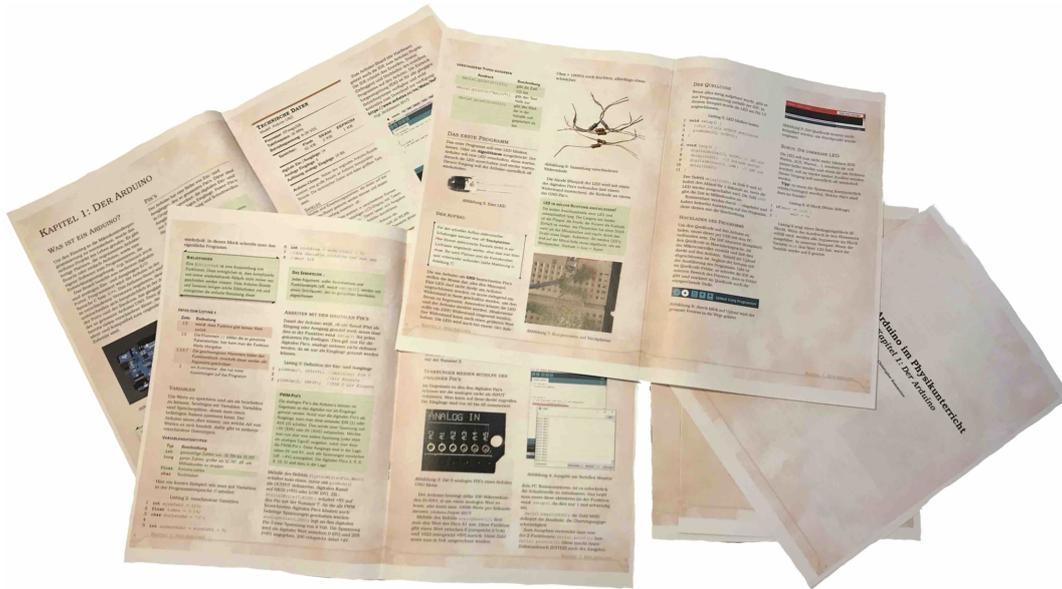


Abbildung 7.2.: Cheat-Sheet: Der Arduino im Physikunterricht

Für jede Station wird ein Arbeitsblatt - pro Gruppe - erstellt. Diese Arbeitsblätter können in späterer Folge in die Auswertung miteinbezogen werden. Außerdem werden die Rahmenbedingungen, wie Installation der IDE und Treiber sowie das Bereitstellen von benötigten Bibliotheken, geschaffen. Die Hardware, die Arduinos samt Zubehör, müssen auch vorbereitet werden. Für die verschiedenen Versuche werden diese teilweise in Gehäuse integriert.

In den weiteren Phasen werden die Lernenden eingebunden:



Abbildung 7.3.: Ablauf der Unterrichtssequenzen

7. Unterrichtsvorbereitung

Einführung Die Schülerinnen und Schüler sollen mit der Funktionsweise des Arduino Mikrokontrollers vertraut werden und dessen vielseitige Einsatzmöglichkeiten, vorrangig in der Physik, kennen lernen. Einzuplanen ist dafür eine Unterrichtsstunde. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Hardware und die IDE kennen. Es werden Versuche demonstriert und die Lernenden bekommen die Möglichkeit, mit den wichtigsten Grundlagen vertraut zu werden, damit sie in der Lage sind, Sensordaten auszulesen und am PC auszugeben oder zu visualisieren.

Durchführungsphase Hier werden in einer Doppelstunde die Stationen abgearbeitet. Die Klasse wird in Gruppen unterteilt. Für weitere Auswertungsaspekte werden die Gruppen nach Geschlechtern und Schwerpunkten eingeteilt.

Ergebniskontrolle und Präsentation Bei Beenden einer Station sind die jeweiligen Schülerinnen und Schüler angehalten ihre gesammelten Ergebnisse auf den Aufgabebögen zu vermerken und falls notwendig die erstellten Dateien nachvollziehbar zu sichern. Die Ergebnisse werden fortlaufend durch Beobachtungen erfasst und besprochen. Die Lernenden führen an jeder Station nach Beenden dieser ihre gewonnenen Daten vor.

Auswertungsphase Die Aufteilung der Stationen ist so zu gestalten, dass es den Schülerinnen und Schülern möglich ist, alle Teilbereiche abzudecken, wenngleich diese aus Zeitgründen nicht in der Lage sind alle Stationen zu bearbeiten. Damit kann sichergestellt werden, dass am Ende der Doppelstunde noch Zeit für eine Reflexion eingeräumt werden kann. Es werden die Erkenntnisse verglichen und Hürden bei der Durchführung besprochen.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

Für die Durchführung dieses Projektes werden fünf Unterrichtsstunden benötigt. Die erste und die letzte werden jeweils für eine Erhebung genutzt (siehe Abbildung 8.1). Im Anschluss zur Vorerhebung folgt in der darauffolgenden Unterrichtsstunde eine Einführung. In einer Doppelstunde wird der Stationsbetrieb abgehalten und in der darauffolgenden Unterrichtsstunde das erworbene Wissen mit einer Enderhebung festgestellt.

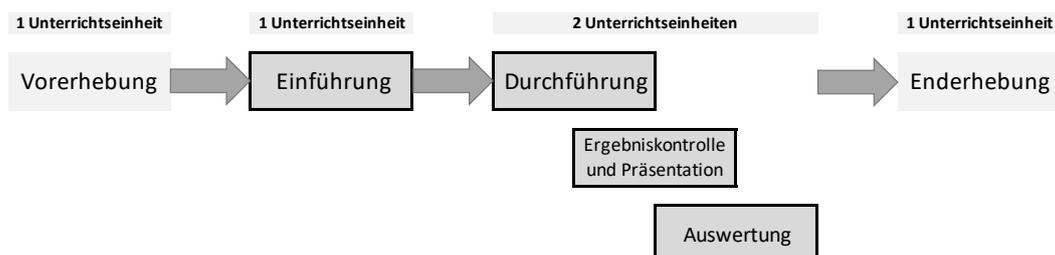


Abbildung 8.1.: Übersicht der Unterrichtseinheiten

8.1. Erhebungsmethoden

Um für den dritten Teil dieser Arbeit, die Analyse, möglichst viele Daten zu generieren, wurden verschiedene Erhebungen während dem Ablauf durchgeführt. Damit soll unter anderem der Wissenszuwachs festgestellt sowie Schwierigkeiten und Hürden der Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung aufgezeigt werden, um für zukünftige Durchführungen die Unterrichtsmaterialien anzupassen.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.1.1. Vorerhebung

Vor Beginn der eigentlichen Unterrichtseinheiten wurde eine Vorerhebung mit allen Schülerinnen und Schülern in schriftlicher Form absolviert. Um eine spätere Zuordnung zu ermöglichen, erstellte jede Schülerin und jeder Schüler einen personalisierten Code. Der Test gliedert sich in zwei Teile: Physik und Informatik. Au diesen beiden Bereichen wurden unterschiedliche Teilkompetenzen erhoben:

- **Informatik**

- Analog/Digital
 - * die Vor- und Nachteile von Analog und Digital benennen
 - * Auflösungen im Alltag erkennen und vergleichen
 - * den Begriff Auflösung im Alltag benennen
- Algorithmen
 - * einen einfachen Algorithmus erstellen
 - * einen gegebenen Algorithmus beschreiben

- **Physik**

- Freier Fall
 - * Größen des freien Fall berechnen und Einheiten umwandeln
- Diagramme
 - * gegebene v/t -Diagramme interpretieren
 - * Beschleunigung aus einem v/t -Diagramm ablesen

Jede Teilkompetenz wird mit einer separaten Aufgabe erfasst. Es ist sicherzustellen, dass die Schülerinnen und Schüler diese Erhebung nicht mit einer Prüfungssituation assoziieren. Die physikalischen Kompetenzen wurden durch den Physikunterricht noch nicht vermittelt, sie dienen als Referenz zur Enderhebung. Die Kompetenzen der Informatik sollen teilweise die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler widerspiegeln. Es soll sich zeigen, ob die Lernenden erkennen, in welchen Situationen sie mit informatischen Systemen unbewusst konfrontiert werden.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.1.2. Zwischenerhebungen

Im Anschluss an die Unterrichtseinheit *Einführung* werden in Form einer Diskussion die Schwierigkeiten im Umgang mit der IDE und den Grundzügen der Programmierung besprochen. Außerdem werden durch solch eine Reflexion aufgezeigt, ob die Schülerinnen und Schüler zu den vorgestellten Technologien Alltagsbezüge aufzeigen können. Auch Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler über mögliche Einsatzgebiete im und außerhalb des Physikunterrichtes werden damit festgestellt. Es wird auch erhoben, ob einige Schülerinnen und Schüler schon Erfahrungen mit dem Arduino oder dem Raspberry Pi gesammelt haben. Zudem soll versucht werden, einen Überblick zu schaffen, welchen Stellenwert Sensoren und Mikrocontroller laut der Schülerinnen und Schüler im Alltag aufweisen.

Laufende Beobachtungen während der Phase *Durchführung* zeigen die Bereitschaft der Lernenden, sich in die Materie zu vertiefen. Auch Interaktionen der Schülerinnen und Schüler mit dem Cheat-Sheet und kreative Versuche an den Leerlaufstationen werden protokolliert ebenso wie Fragen der Schülerinnen und Schüler.

8.1.3. Auswertung der Arbeitsblätter

An allen Stationen liegen Arbeitsblätter für jede Gruppe auf. Diese sehen einige Bearbeitungen seitens der Schülerinnen und Schüler vor, welche im Anschluss besprochen und ausgewertet werden. Zudem sehen zwei Stationen das Auswerten der gewonnenen Daten mittels EXCEL vor, diese Dateien werden nach Beenden gesammelt und stehen für die Auswertung zur Verfügung. Dabei wird neben der Korrektheit der Ergebnisse auch die Gestaltung des Lösungsweges herangezogen.

Für eine Zuordnung der Arbeitsblätter zu den entsprechenden Vor- und Enderhebungen werden sämtliche Abgaben mit der Gruppennummer versehen, welche ebenfalls bei der Enderhebung anzuführen ist.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.1.4. Enderhebung

In der letzten Unterrichtseinheit absolvierten alle Schülerinnen und Schüler, wiederum in schriftlicher Form, eine Enderhebung. Abermals wurden hier sämtliche Arbeiten mit einem personalisierten Code versehen, um Zuordnungen treffen zu können. Außerdem waren diesmal zudem die Gruppennummern anzugeben, um die Enderhebung mit den Arbeitsblättern zu verbinden. Wie bei der Vorerhebung spiegelt diese Erhebung die selben Kompetenzen und Teilbereiche wider. Zudem ermöglicht die Enderhebung festzustellen, ob die Schülerinnen und Schüler Fähigkeiten, welche nicht als Teil der Durchführung vermittelt werden, erwerben können.

Die Enderhebung deckt also den gesamten Kompetenzbereich der Vorerhebung (vgl. Kapitel 8.1.1) ab und sieht im Bereich Informatik zusätzliche Kompetenzüberprüfungen vor. Es werden hier Fertigkeiten im Umgang mit EXCEL zur Verarbeitung und Darstellung von Messdaten und das Wissen über Sensoren und deren Funktionsweise festgestellt. Deshalb ist der Durchführung mehr Zeitraum zu gewähren.

8.1.5. Gespräche mit dem Stammlehrer

Nach Beendigung sämtlicher Einheiten dient ein Feedback mit dem Stammlehrer der Klasse dem Erwerb von Hintergrundinformationen. Hier werden Daten, die den Gesamteindruck zum Arbeitseifer der Klasse im Vergleich zu herkömmlichen Unterricht beschreiben, erfasst. Außerdem soll dadurch festgestellt werden, ob die Schülerinnen und Schüler nach Beendigung des Projektes noch Interesse an dieser Thematik bekunden. Neben dem zeitlichen Aufwand im Vergleich zum Frontalunterricht zum Vermitteln der geforderten Kompetenzen, soll so auch ein Eindruck über die Verankerung der physikalischen Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schüler gewonnen werden.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.2. Unterrichtssetting

Sowohl die Vorerhebung als auch die Enderhebung wurden im Physiksaal in je einer Unterrichtseinheit durchgeführt. Für den Stationsbetrieb, welcher sich über eine Doppelstunde erstreckte, stand ein EDV-Saal mit ausreichend Bewegungsfreiheit und Ausstattung zur Verfügung. Da dieser Raum auch vor Beginn der Einheiten zur Verfügung stand, konnten problemlos alle notwendigen Materialien und Arbeitsplätze vorbereitet werden, wie in Abbildung 8.2 festgehalten.



Abbildung 8.2.: Der EDV-Saal für den Stationsbetrieb vorbereitet

Neben den acht Stationen wurden außerdem zwei Stationen zum Überbrücken von Leerlaufzeiten integriert. Abbildung 8.3 illustriert die Aufteilung der einzelnen Stationen im Raum. Die Stationen wurden neben einer Nummer auch mit unterschiedlichen Farbpaaren, entsprechend den vermittelten Teilkompetenzen, gekennzeichnet, um sicherzustellen, dass alle Schülerinnen und Schüler auch bei Zeitmangel mindestens eine Station des jeweiligen Teilbereiches absolvieren.

Alle Arbeitsplätze werden mit der nötigen Hardware, dem Arduino samt Zubehör, sowie der Software wie IDE und notwendigen Treibern ausgestat-

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

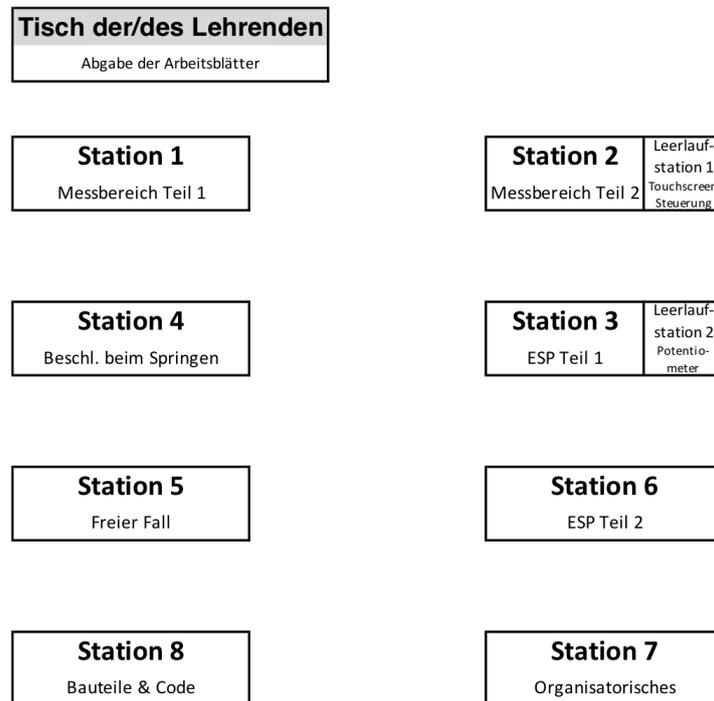


Abbildung 8.3.: Skizze des Unterrichtssettings

tet. Außerdem werden die Arbeitsaufträge und Nachschlagewerke zu jeder Station bereitgelegt.

8.3. Die acht Stationen

Im Folgenden wird eine Übersicht über die acht Stationen gegeben sowie die bereitgestellten Materialien und Unterlagen, die zum Überbrücken von Leerlaufzeiten genutzt werden. Angeführt werden zudem die zu vermittelnden Teilkompetenzen aus der Physik und Informatik. Die Stationen vermitteln teilweise redundant die geforderten Kompetenzen, um es Gruppen, die nicht alle Stationen absolvieren können, zu ermöglichen, alle Teilbereiche abzudecken.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.3.1. Station 1 und 2: Messbereich

An diesen Stationen sollen die Lernenden mit dem Messbereich von Beschleunigungssensoren vertraut werden. An der ersten Station sollen die Schülerinnen und Schüler an ihren Smartphones mithilfe einer App den Messbereich und die Achsen der Messung feststellen. An der zweiten Station werden die Achsen und Messbereiche an dem Beschleunigungssensor mit dem Arduino ausgewertet und jenem der Smartphones gegenübergestellt. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, wozu in jedem Smartphone ein Beschleunigungssensor verbaut ist. Außerdem sollen diese beiden Stationen folgende Kompetenzen fördern:

Physik: Die Schülerinnen und Schüler können

- den Begriff Messbereich erklären und $\frac{m}{s^2}$ in g umformen
- die Messwerte auf ein Koordinatensystem übertragen

Informatik: Die Schülerinnen und Schüler können

- die Arbeitsweise eines Beschleunigungssensors erklären
- die Vorzüge des Arduinos bei der Beschleunigungsmessung benennen

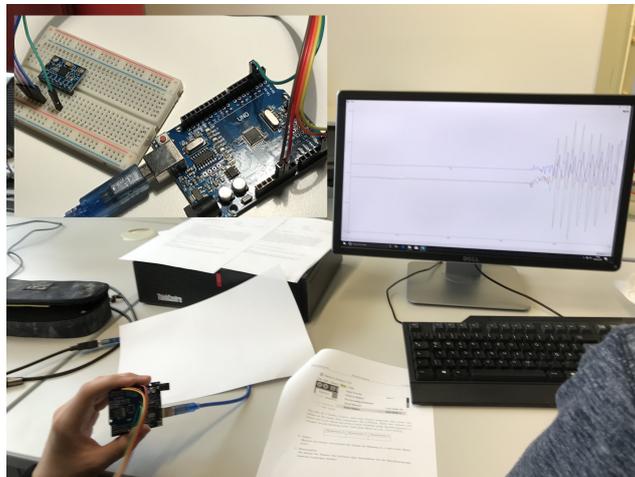


Abbildung 8.4.: Aufbau und Arbeit an der 2. Station

Für den korrekten Aufbau (siehe Abbildung 8.4) werden Hilfestellungen in den Arbeitsblättern bereitgelegt.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.3.2. Station 3 und 6: ESP⁵¹

Verkehrssicherheit sollte in alle Schulstufen integriert werden⁵². Bei diesen beiden Stationen werden die Vorgänge und physikalischen Grundlagen beim Schleudern und mögliche Präventionen erarbeitet und folgende Kompetenzen vermittelt:

Physik: Die Schülerinnen und Schüler können

- den Reibungskoeffizienten berechnen
- zwischen Geschwindigkeitseinheiten umrechnen

Informatik: Die Schülerinnen und Schüler können

- Messreihen als Plot darstellen
- Sensoren im Alltag als Sicherheitseinrichtungen kennen lernen

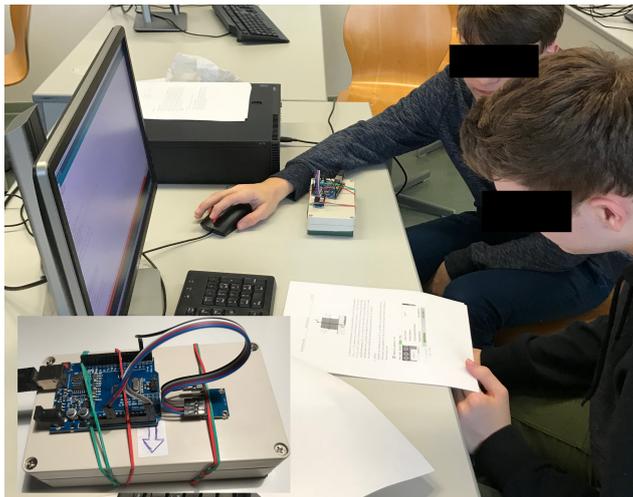


Abbildung 8.5.: Aufbau und Arbeit an der 6. Station

An der dritten Station werden verschiedene Straßenzustände in Hinblick auf deren Bodeneigenschaften verglichen. Mithilfe der gegebenen Reibungszahlen soll die Maximalgeschwindigkeit eines PKW's in einer Kurve ermittelt

⁵¹ESP = Elektronisches Stabilitätsprogramm

⁵²**Quelle:** BMBWF: Verkehrs- und Mobilitätserziehung an Österreichs Schulen, URL: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/prinz/verkehrserziehung.html> -zul. aufgerufen am 11.3.2018

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

werden. An der Station 6 werden die Schülerinnen und Schüler mit der Funktionsweise eines ESP im Hinblick auf den Einsatz von Beschleunigungssensoren vertraut. Mithilfe des Arduinos und eines in Abbildung 8.5 dargestellten Aufbaus, ermitteln die Lernenden den Reibungskoeffizienten des Aufbaues.

8.3.3. Station 4 und 5: Beschleunigung beim Springen und beim freien Fall

Viele Sportverletzungen sind auf Sprünge zurückzuführen, denn beim Springen aus großen Höhen entsteht beim Aufprall ein Vielfaches des Körpergewichtes. An der vierten Station werden zwei unterschiedliche Sprünge eines Gruppenmitgliedes mithilfe des Beschleunigungssensors erfasst und mit EXCEL grafisch dargestellt. Für beide Sprünge wird die Beschleunigung und das Gewicht beim Auftreffen anhand der gewonnenen Daten ermittelt. An beiden Stationen werden die folgenden Teilbereiche vertieft:

Physik: Die Schülerinnen und Schüler können

- Kräfte mithilfe der Beschleunigung und Masse berechnen
- den Unterschied zwischen Gewicht und Masse benennen
- die Aufprallgeschwindigkeit beim freien Fall bestimmen
- die physikalischen Vorgänge bei Airbags und Knautschzonen beschreiben

Informatik: Die Schülerinnen und Schüler können

- Messwerte in EXCEL übertragen und verarbeiten
- Diagramme mit EXCEL erstellen
- die Grenzen der A/D-Wandlung benennen

Die Station 5 befasst sich mit dem freien Fall. Hier wird der Beschleunigungssensor samt Arduino in einem Gehäuse, welches mit Styropor versehen ist, in freien Fall versetzt. Die gemessenen Werte werden in EXCEL übertragen und grafisch dargestellt (siehe Abbildung 8.6). Mithilfe von EXCEL und der gegebenen A/D-Wandlungsgeschwindigkeit des Arduinos, wird die Zeit

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

des Körpers im freien Fall bestimmt und mithilfe dieser die Geschwindigkeit beim Aufprall bestimmt.

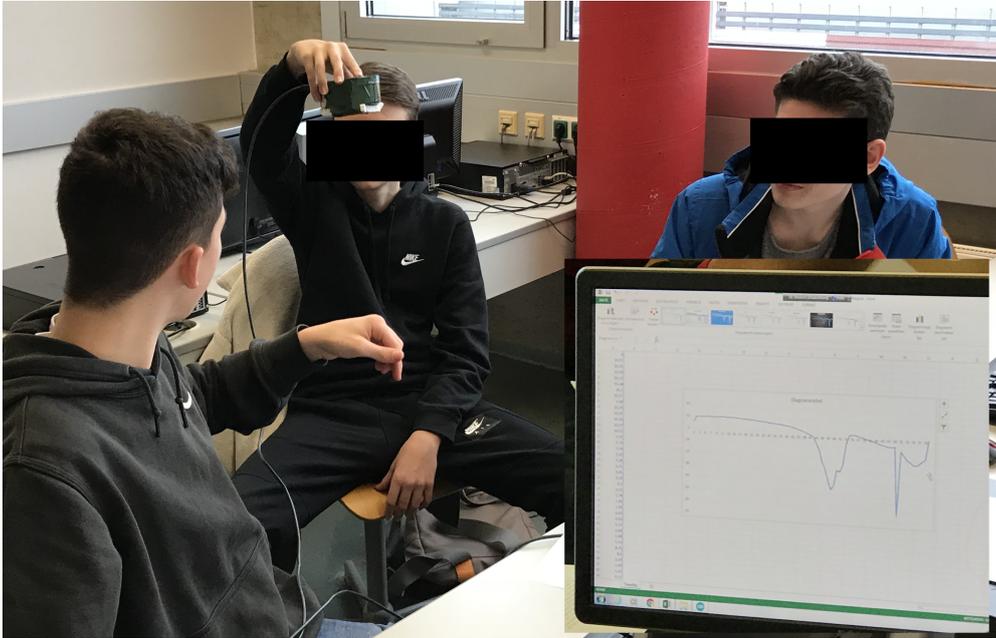


Abbildung 8.6.: Datenerfassung und -auswertung an der 5. Station

8.3.4. Station 7: Organisatorisches

Diese Station dient primär der Organisation. Jede Gruppe trägt hier, neben der Gruppennummer, die Zusammenstellung dieser ein. So werden die Geschlechter- und Schwerpunktverteilungen der einzelnen Gruppen festgehalten, um diese für die Analyse zuordnen zu können und trotzdem eine Anonymisierung aller Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten. Zudem sollen die Lernenden hier festhalten, für welche Einsatzgebiete Mikrocontroller ihrer Meinung nach nützlich sein könnten.

8. Durchführung der Unterrichtseinheiten

8.3.5. Station 8: Bauteile und Code

Der erste Teil dieser Station dient wiederum der Organisation. Für Analysen werden hier von den Schülerinnen und Schülern alle Stationen ausgewählt, die die Gruppe bereits absolviert hat, bevor sie zur 8. Station gekommen sind. Dadurch lassen sich in der Analyse etwaige Rückschlüsse auf das Vermitteln der gefragten Kompetenzen auf die Stationen schließen. Im zweiten Teil werden die Schülerinnen und Schüler angehalten, die dargestellten Komponenten eines Arduinos zu beschreiben. Diese wurden weder bei der Einführung noch bei der Durchführung besprochen. Lediglich die Cheat-Sheets, welche an jeder Station -mit Ausnahme dieser- aufliegen, beschreiben diese Komponenten. So soll gezeigt werden, ob die Lernenden Interesse am Umgang mit dem Arduino zeigen und sich selbstständig diese Komponenten aneignen. Der dritte Teil dieser Station gibt einen Quellcode vor. An unterschiedlichen Stellen werden Anweisungen hervorgehoben und die Schülerinnen und Schüler sind angehalten, diese zu beschreiben. Mit der 8. Station sollen diese Teilbereiche erfasst werden:

Informatik: Die Schülerinnen und Schüler können

- die Bauteile des Arduinos beschreiben
- Kernelemente eines C Quellcodes benennen

8.3.6. Leerlaufstationen

Um Stehzeiten, bedingt durch die unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten der Gruppen und den unterschiedlichen Zeitaufwand an den einzelnen Stationen, zu überbrücken, werden zwei Stationen ohne Arbeitsauftrag implementiert. An diesen Stationen liegt je ein Arduino mit unterschiedlichem Zubehör sowie ein Cheat-Sheet auf.

Für die Analyse liefern diese Stationen wertvolle Beiträge, deshalb wird der Fokus bei den Beobachtungen auch auf diese gerichtet. Hier werden Fragen und kreative Ansätze der Jugendlichen protokolliert. Es zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler Interesse bekunden und verschiedene Projekte erproben. Den Schülerinnen und Schülern soll dadurch die Möglichkeit geboten werden, weitere Einsatzgebiete zu erkunden.

8.4. Probleme bei der Umsetzung

Trotz gründlicher Vorbereitung lassen sich potentielle Fehlerquellen nie gänzlich vermeiden. Schon bei der Vorerhebung zeigten sich erste Schwierigkeiten. Zur anonymen Personalisierung der Vor- und Enderhebung wurden von den Schülerinnen und Schülern Codes bestehend aus Teilen des Namens ihrer Mutter und Vaters sowie den Zahlen des Geburtstages verwendet. In der Klasse gab es Zwillinge und somit zwei gleiche Codes. Die beiden Geschwister erkannten diesen Umstand selbstständig und fügten in Eigenregie eine zusätzliche Nummer bei, um eine Unterscheidung zu ermöglichen.

Die teilweise drei Seiten umfassenden Arbeitsblätter der einzelnen Stationen werden für jede Gruppe kopiert. Dies artet schnell in Unübersichtlichkeit aus. Zudem trat hier das Problem auf, dass eine kontrastarme Illustration am Original zwar hervorragend ersichtlich abgedruckt ist, alle Kopien davon aber unkenntlich dargestellt sind.

Für die erste Station nutzen die Schülerinnen und Schüler ihr Smartphone. Dafür wird eine kostenlose App benötigt. Hierbei gab es die meisten Probleme: Etliche Schülerinnen und Schüler hatten aufgrund der Konstruktion des Gebäudes keine Datenverbindung, um die App zu laden, andere beklagten sich über zu wenig freien Speicherplatz auf deren Smartphones. Weitere Schülerinnen und Schüler mit Mobilfunkverbindung und genügend Speicherplatz hatte ihr Kontingent an Datenvolumen verbraucht. Da mit solchen Problemen immer zu rechnen ist, wurde in der vorangehenden Unterrichtseinheit als Hausübung das Laden dieser App aufgetragen, mit mäßigem Erfolg wie sich zeigt.

Ein weiteres Problem stellten die Treiber dar. Während unter Windows 10 die benötigten Treiber sowohl für ein original Arduino Board als auch für einen Klon automatisch installiert werden, werden unter Windows 7 lediglich Treiber für das original Board automatisch installiert. Für den Betrieb eines Arduino Klons unter Windows 7 muss der entsprechende Treiber manuell installiert werden. Dies erfordert Administratorrechte. Die zur Verfügung stehenden Computer sind teilweise mit Windows 7 ausgestattet, deshalb musste der Systemadministrator für die Vorbereitungen zugezogen werden.

Teil III.

Analyse - Auswertung der Erkenntnisse

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

Dieses Kapitel gibt die Auswertungen der Erhebungen (vgl. Kapitel 8.1) der Unterrichtssequenzen wieder. Es werden der Lernzuwachs aus den Bereichen Informatik und Physik untersucht. Es soll aufgezeigt werden, wie das Absolvieren der beschriebenen Stationen einen Beitrag zum Wissenserwerb liefert. Außerdem werden Beobachtungen festgehalten und der zeitliche Aufwand der Unterrichtssequenzen analysiert. Besonderes Augenmerk wird hier auf den Kompetenzzuwachs aus dem Bereich der Informatik gelegt, da diese durch die gegebene Form des handlungsorientierten Unterrichts passiv erworben werden sollen.

9.1. Ergebnisse der Vorerhebung

Fünf der 27 Schülerinnen und Schüler der Klasse waren bei der Durchführung der Vorerhebung nicht anwesend. Somit liegen die Daten von 22 Schülerinnen und Schülern bei der Vorerhebung vor. Im Kapitel 8.1.1 werden die zu untersuchenden Kompetenzen aus den Bereichen Informatik und Physik festgehalten. Um eine möglichst große Bandbreite dieser abzudecken, werden die einzelnen Teilbereiche in mehrere Aufgaben der selben Teilkompetenz untergliedert.

Die Auswertung erfolgt über ein Punktesystem. Für den Informatikteil stehen maximal 22 Punkte zur Verfügung. Die höchste erreichte Punktezahl, zehn Punkte, wurde von einem Schüler aus dem Informatik-schwerpunkt-Zweig erreicht. Die Verteilung der erreichten Punkte aus dem Bereich

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

Informatik wird in Grafik 9.1 illustriert. Die Grafik zeigt eine Verteilung um den Mittelwert von 5,23 Punkten.

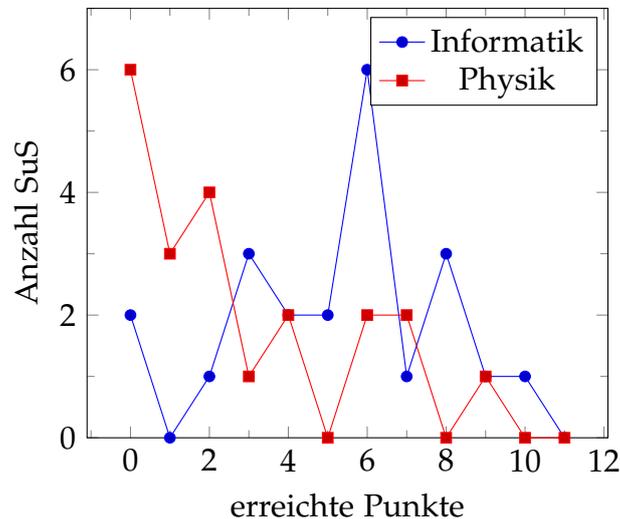


Abbildung 9.1.: Verteilung der erreichten Punkte der Vorerhebung

Der Physikteil umfasst Fragen im Ausmaß von maximal elf erreichbaren Punkten. Hier liegt der Mittelwert bei 2,64 und die maximal erreichten Punkte, ebenfalls durch einen Schüler des Informatikschwerpunktes, bei neun Punkten. Somit ergeben sich für die Gesamtpunktezahl ein Maximum von 33 erreichbaren Punkten.

Die Detailergebnisse der Vorerhebung werden in Abbildung 9.2 dargestellt. Hierbei werden die Einteilungen der Gruppen ersichtlich, durch die gruppierte Auflistung der Schülerinnen und Schüler. Die Lernenden mit den Nummern 21 bis 26 waren bei dem Stationsbetrieb abwesend, jedoch bei der Vor- und Enderhebung anwesend. Diese sechs erfassten Datensätze werden in Folge als Referenz herangezogen, da hier kein messbarer Lernzuwachs erwarten ist.

Die Schülerin oder der Schüler mit der Nummer 27 war lediglich bei Durchführung der Vorerhebung anwesend. Ein Schüler boykottierte sowohl die Vor- als auch die Enderhebung und gab bei sämtlichen Fragen nicht themenbezogene Antworten, etwa über seine Lieblingsserien im Fernsehen.

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

Geschlechtsspezifische Verteilungen der Informatikkompetenzen lassen sich nicht feststellen. So hält sich die Verteilung der erreichten Punkte in Waage. Bei weiterer Unterteilung der Schülerinnen in ihre Schwerpunkte, verhält sich die Verteilung der Punkte ebenfalls im selben Verhältnis. Somit kann festgestellt werden, dass bei den informatischen Kompetenzen kein Vorsprung durch die Schülerinnen und Schüler des Informatikschwerpunktes besteht.

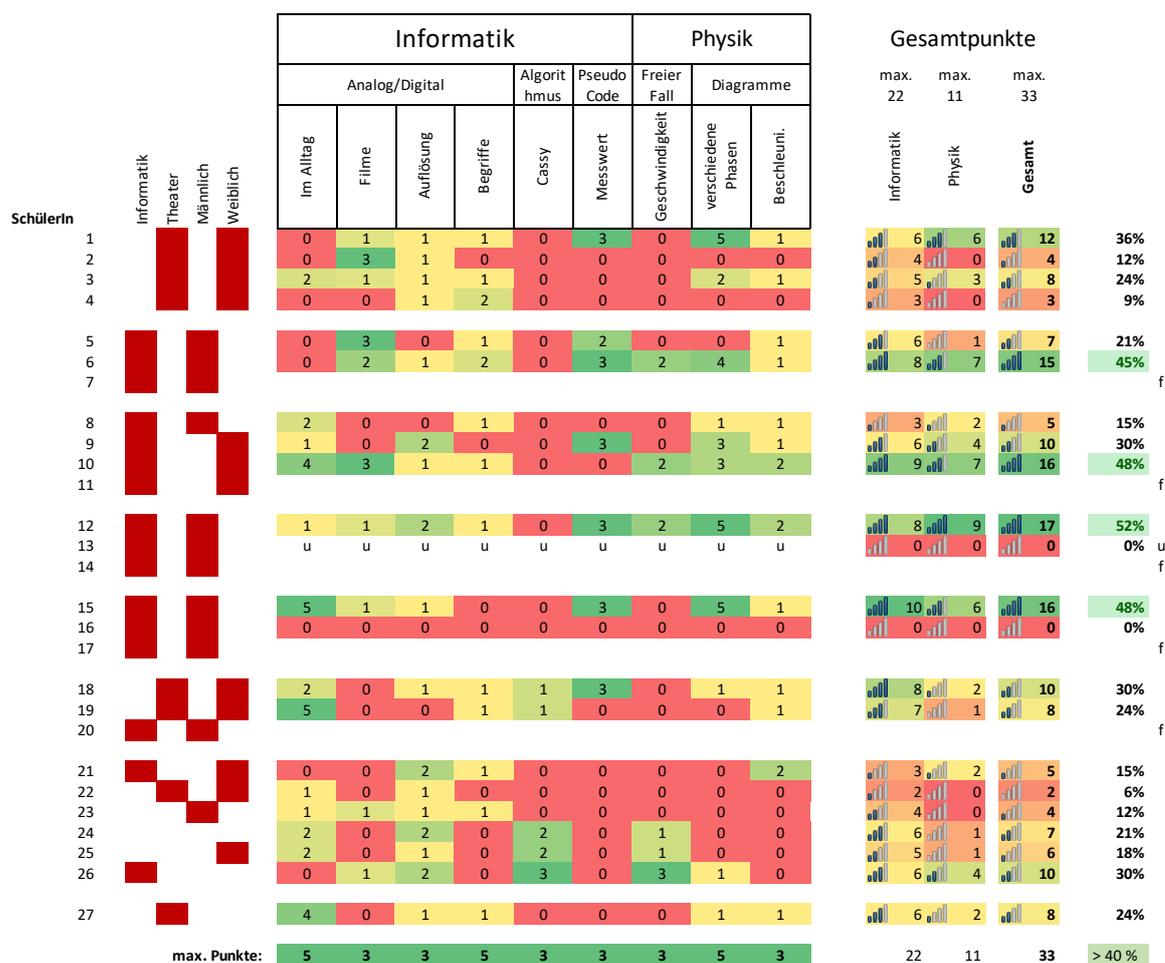


Abbildung 9.2.: Detailansicht der Ergebnisse der Vorerhebung; *u*-Ungültig, *f*-nicht Teilgenommen

9.2. Erhebungen an den Stationen

Zwanzig der 27 Schülerinnen und Schüler nahmen am Stationsbetrieb in einer Doppelschulstunde teil. Wichtigstes Erhebungsinstrument für das Erfassen erworbener Kompetenzen stellen die Arbeitsblätter dar. Jedes Arbeitsblatt ist einer Gruppe zugeordnet, damit lassen sich zu den im Kapitel 8.3 festgelegten Kompetenzen der einzelnen Stationen die Wissensstände der Gruppenmitglieder an den einzelnen Stationen nachweisen. Die untenstehende Tabelle stellt die Zusammensetzungen der Gruppen dar.

Tabelle 9.1.: Zusammensetzung der einzelnen Gruppen

	Grp. 1	Grp. 2	Grp. 3	Grp. 4	Grp. 5	Grp. 6	Gesamt
männlich	0	3	1	3	3	1	11
Informatik	0	3	1	3	3	1	11
Theater	0	0	0	0	0	0	0
weiblich	4	0	3	0	0	2	9
Informatik	0	0	3	0	0	0	3
Theater	4	0	0	0	0	2	6
Mitglieder	4	3	4	3	3	3	20

Um mögliche schwerpunkts- oder geschlechtsspezifische Rückschlüsse ziehen zu können, wurde versucht die Gruppen nach Möglichkeit nach diesen Eigenschaften einzuteilen. Die einzelnen Gruppenmitglieder können über den personalisierten Code sowohl der Vor- als auch der Enderhebung zugeordnet werden. Tabelle 9.2 hält die Gesamtpunkte der einzelnen Stationen und Gruppen fest. Einigen Gruppen konnten aufgrund ihrer Arbeitsgeschwindigkeit nicht alle Stationen absolvieren. Eine Ausnahme stellen die zweite und fünfte Gruppe dar, welche alle Stationen absolvierten (in der Tabelle mit X gekennzeichnet). Die erste Gruppe beendete den Stationsbetrieb als erstes, jedoch absolvierten diese die 1. Station nicht, da keines der Mitglieder über Datenvolumen oder Speicherplatz verfügte.

Abbildung 9.3 beschreibt die Gesamtpunkte aller Stationen, kategorisiert in die Bereiche Informatik und Physik und unterteilt in die verschiedenen Gruppen. Im Gegensatz zur Vorerhebung zeigen sich hier Ansätze eines

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

gender- und schwerpunktspezifischen Ungleichgewichts, besonders im direkten Vergleich der Gruppe 4 beispielsweise mit der Gruppe 1.

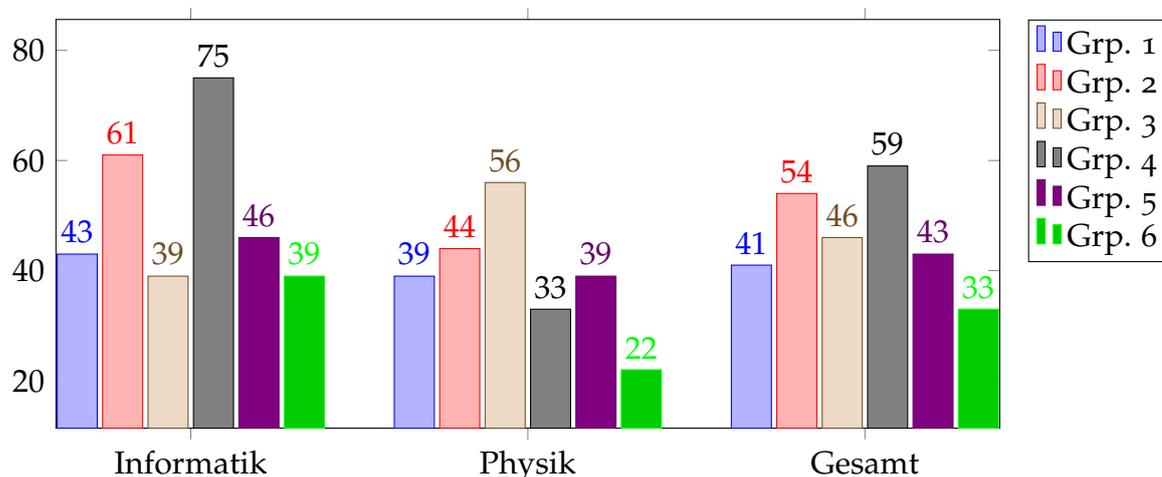


Abbildung 9.3.: Korrekt absolvierte Aufgaben der einzelnen Bereiche; Angaben in Prozent

Mit diesen Daten wird versucht, aufzuzeigen, wie das Arbeiten an den Stationen zu einen Lernzuwachs, ermittelt mit der Enderhebung, führt.

Tabelle 9.2.: erworbene Punkte bei den einzelnen Stationen

Gruppe	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Σ Inf.	Σ Phy.	Σ
maximale Punkte	8	7	4	7	6	3	3	8	28	18	46
Gruppe 1	X	3	3	4	3	3	1	2	12	7	19
Gruppe 2	2	3	0	6	5	2	0	7	17	8	25
Gruppe 3	6	5	4	X	X	2	3	1	11	10	21
Gruppe 4	4	6	1	6	X	2	1	7	21	6	27
Gruppe 5	1	5	3	1	2	1	0	7	13	7	20
Gruppe 6	3	4	X	X	3	X	3	2	11	4	15

Vor allem an den Leerlaufstationen zeigen die Schülerinnen und Schüler große Ambitionen, beispielsweise wollten sie Steuerungen mit Touchscreen implementieren, allerdings übersteigt dies die grundlegenden Programmierkenntnisse, welche das Ziel der Unterrichtseinheiten darstellen. Auch die

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

aufliegenden Cheat-Scheets wurden oft verwendet, was sich auch an der Station 8 widerspiegelt, so konnten hier fast alle Gruppen die Bauteile des Arduinos benennen. Auch im Umgang mit C-Sourcecodes konnten alle Schülerinnen und Schüler Kenntnisse vorweisen. Die 2. Gruppe entdeckte sogar einen Programmierfehler in den gegebenen Angaben und korrigierte diesen in Eigenregie. Prinzipiell konnte reges Interesse, bekundet durch Fragen, aller Gruppen, mit Ausnahme der ersten, festgestellt werden. Nach dem ersten Stationswechsel zeichneten sich rege gruppenübergreifende Dynamiken ab. Teammitglieder der Gruppen standen Kolleginnen und Kollegen anderer Gruppen mit Hilfestellungen bereit. Die vierte Gruppe, welche hervorragende Leistungen im Bereich Informatik vorweisen konnte (vgl. Abbildung 9.3), erarbeitete überdies weitere, nicht geforderte Aufgaben, wie beispielsweise die professionelle und ästhetische Aufbereitung der EXCEL-Arbeitsmappen. An der 6. Station gab es vermehrt Probleme mit der IDE und der Kommunikation zum Arduino. Hier lösten vier der fünf Gruppen, welche diese Station absolvierten, diese Probleme selbstständig.

„Der Gesamteindruck zum "Arbeitseifer" war vergleichbar mit der Normalsituation. Es gab die selben Fleißigen, die tatsächlich alle Stationen gewissenhaft durchgearbeitet haben. Es gab die "Alleswurscht"-Partie, die vielleicht etwas mehr Eifer zeigten als sonst und es gab die gleichen Provokateure wie immer.“⁵³

9.3. Enderhebung und Lernzuwachs

Alle 20 Schülerinnen und Schüler, die an dem Stationsbetrieb teilnahmen, absolvierten auch die Enderhebung. Zudem nahmen sechs Lernende an dieser teil, die bei der Durchführung des Stationsbetriebes abwesend waren, allerdings bei der Erfassung der Vorerhebung teilnahmen. Diese sechs Schülerinnen und Schüler werden als Referenz zum messbaren Lernzuwachs herangezogen. Die Auswertung der Enderhebung erfolgt wiederum durch ein Punktesystem und überprüft die selben Kompetenzen wie die Vorerhebung.

⁵³Quelle: E-Mail von Heimo Hergan (Stammlehrer der Klasse), am 4.4.2018 versandt

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

Der Lernzuwachs wird durch die Differenz der erreichten Procente der Bereiche Informatik und Physik bestimmt. In Abbildung 9.4 ersichtlich, die in Prozent angegebenen Ergebnisse der Enderhebung aus dem Bereich Informatik.

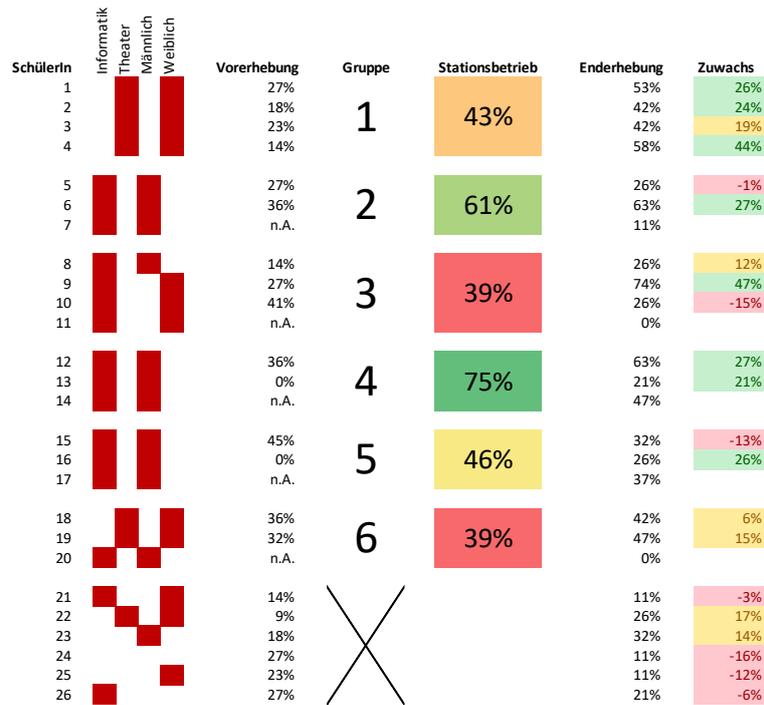


Abbildung 9.4.: Lernzuwachs im Bereich Informatik; *n.A.*-nicht Anwesend

Anhand der in der Abbildung festgehaltenen Daten wird ersichtlich, dass bei allen Schülerinnen und Schülern die am Stationsbetrieb teilnahmen, mit Ausnahme von dreien, ein Lernzuwachs zu erkennen ist. Bei Gruppe 6, welche am wenigsten Stationen absolvierten, fällt der Lernzuwachs am Geringsten aus. Bei den sechs Jugendlichen, die nicht am Stationsbetrieb teilnahmen, ist zum Teil ein negativer Lernzuwachs zu erkennen, was darauf schließen lässt, dass die Enderhebung im Vergleich zur Vorerhebung schwerer zu absolvieren ist. Wäre dieser Umstand nicht gegeben, könnte wahrscheinlich bei den restlichen Schülerinnen und Schülern ein höherer Lernzuwachs ersichtlich werden.

9. Auswertung der Unterrichtseinheiten

Die Lernzuwächse aus dem Bereich Physik verteilen sich ähnlich. So konnte die Referenzgruppe keines der Beispiele lösen, jeder erhält daher für den gesamten Bereich 0 Punkte und folglich keinen Lernzuwachs, wenngleich die Berechnung dieses für drei dieser Schülerinnen und Schüler einen negativen Wert liefert. Den Spitzenreiter bei der Zunahme der physikalischen Kompetenzen bildet ein Schüler aus der vierten Gruppe mit einer Zunahme von 71%. Werden die Gruppen gesamt betrachtet, fällt die größte Zunahme auf die Schülerinnen der ersten Gruppe mit 30% bis 60%. In sämtlichen Gruppen finden sich ein, im Fall der 3. Gruppe sogar zwei, Schülerinnen oder Schüler mit negativem Lernzuwachs. Für jene Lernenden, die auch im Informatikteil einen negativen Lernzuwachs aufweisen (vgl. Abbildung 9.4), ergibt sich auch im Physikteil ein negativer. Hier kann die Vermutung zutreffen, dass diese bei den Stationsbetrieben die Arbeit an die Kolleginnen und Kollegen abgegeben haben. Außerdem werden für die Festigung dieser physikalischen Begriffe für gewöhnlich Wiederholungseinheiten in den Folgestunden abgehalten.

„Wie auch im „herkömmlichen“ Unterricht ist ohne Wiederholen der wesentlichen Begriffe und Erkenntniswege noch nichts gewonnen. Die Nachbereitung muss da wie dort erfolgen.“⁵³

Am Ende des Physikteils der Enderhebung wurden drei kombinierte Bonusaufgaben bereitgestellt, welche ein Kombinieren aller erlangten Kompetenzen erfordern. Diese sind der Handlungsdimension zuzuschreiben (vgl. Kapitel 3.6). Niemand der Schülerinnen und Schüler konnte eine dieser Anwendungsaufgaben lösen, was darauf schließen lässt, dass die Lernenden hier noch nicht in der Lage sind, kognitive Verknüpfungen zu schaffen. Diese drei Aufgaben wurden nicht gesondert als Bonusaufgaben gekennzeichnet, um den Jugendlichen nicht das Gefühl zu vermitteln, dass das Bearbeiten dieser optional sei.

9.4. Zeitaufwand vs. Lernerfolg

Für einen nachhaltigen Lernerfolg sind Wiederholungen essenziell, denn ohne diese erfolgt keine Abspeicherung des Erlernten im Langzeitgedächtnis⁵⁴. Die im Stationsbetrieb vermittelten Kompetenzen werden nach Abschluss dieses Projektes durch den Stammlehrer in gewohntem Setting wiederholt. Von den Erhebungen abgesehen, bedarf es für die Durchführung des hier beschriebenen Projektes, ohne die Vorbereitungsarbeiten zu berücksichtigen, dreier Unterrichtseinheiten. Gewöhnlich plant der Stammlehrer dieser Klasse vier Unterrichtsstunden für das Vermitteln der hier geforderten physikalischen Kompetenzen (siehe Kapitel 7.2.3), allerdings werden bei diesen vier Stunden die Wiederholungen, welche in dem vorliegenden Setting nicht berücksichtigt werden, ebenfalls integriert⁵³.

Im Zuge der Durchführung wurden auch Verkehrssicherheitsaspekte vermittelt. Diese konnten die Schülerinnen und Schüler später im Zuge eines vom ÖAMTC gestalteten Projektes praktisch erleben. Hier ermittelten die Lernenden mithilfe der an der ersten Station verwendeten App und des Smartphones unter anderem Beschleunigungen rund um das Fahren mit einem PKW.⁵³

Erkenntnisse aus den Gesprächen mit dem Stammlehrer der Klasse wurden zusammengefasst per Mail festgehalten⁵³ und im Verlauf dieses Kapitels angeführt. Außerdem zeigten sich durch diese Gespräche, dass die Schülerinnen und Schüler dieser Klasse, nach Abschluss dieses Projektes, keine weiteren Fragen zu diesem stellten.

„Die Klasse ist ein besonderer Fall und nicht einfach handzuhaben.“⁵³

⁵⁴**Quelle:** Planung und Gestaltung des Lernprozesses, <http://www.didamed.de/includes/media/triple-m-band-3/Leseproben/Leseprobe-S35-Planung-und-Gestaltung-des-Lernprozesses.pdf> -zul. aufgerufen am 7.4.2018

10. Resümee und Ausblick

In dieser Arbeit wurde ein Unterrichtskonzept für den Einsatz von Arduinos im Physikunterricht zur Beschleunigungsmessung vorgestellt. Es wurde Physikunterricht durchgeführt, dennoch wurden nebenbei Kompetenzen aus dem Bereich Informatik vermittelt, wie die Auswertung des Lernzuwachses zeigt.

Die Lehrpläne fordern den Einsatz von fächerübergreifenden Methoden. Diese sind zweifelsfrei mit einem Mehraufwand in den Vorbereitungs- und Nachbereitungsphasen der Lehrkräfte verbunden. Dennoch muss dieser Mehraufwand in Relation betrachtet werden, denn durch die durchgeführten Unterrichtssequenzen wurden neben den physikalischen Zusammenhängen auch informatische Konzepte vermittelt, welche nicht direkt vorbereitet wurden und quasi als positives Nebenprodukt zu einer Erweiterung der Handlungsdimension der Schülerinnen und Schüler führen. Somit kann dieses Argument dem Mehraufwand entgegengehalten werden. Eine Veröffentlichung von Lehrunterlagen unter einer freien Lizenz kann zu einer erheblichen Reduktion der Vorbereitungszeit zur Erstellung aller Unterlagen und Inhalte führen. Aus diesem Grund werden auch die in der Arbeit angeführten Materialien als OER⁵⁵ zukünftig unter kommetter.eu zur Verfügung gestellt.

Durch die Analyse zeigte sich, dass die gegebenen Unterrichtssequenzen im Vergleich zu einem herkömmlichen Unterrichtsetting zu keinem zeitlichen Mehraufwand der Unterrichtszeit führte. Zudem wurde die dadurch gewonnene Unterrichtszeit aus dem Unterrichtsfach Informatik nicht berücksichtigt.

⁵⁵OER = Open Educational Resources; Lern- und Lehrmaterialien mit einer offenen Lizenz

10. Resümee und Ausblick

Durch die Vielzahl von verfügbaren Arduino Klonen halten sich die Anschaffungskosten in Grenzen. Im Gegensatz zu alternativen Technologien benötigt der Arduino noch Zubehör, wie Sensoren. Diese Tatsache spricht allerdings auch für einen Vorzug des Arduinos gegenüber etwaigen Alternativen, denn es müssen lediglich die benötigten Sensoren angeschafft werden und nicht als gesamtes Bündel gekauft werden, wie etwa bei Calliope, der die Sensoren fest verbaut mit sich bringt und entsprechend teurer ist. Außerdem lässt sich der Arduino so je nach Einsatzgebiet jederzeit flexibel erweitern.

Der Einsatz von Arduinos im Unterricht zählt als weitere Methode zu einem ganzen Bündel zur Erhöhung der Methodenvielfalt im Unterricht. Bei der Durchführung der Unterrichtssequenzen zeigte sich, dass das Bedürfnis der Schülerinnen und Schüler nach der Anwendung neuer Technologien nicht so groß ist, wie medial verbreitet wird⁵³.

Um den Mehraufwand seitens der Lehrkräfte zu relativieren, bieten sich eine Vielzahl von erprobten Unterrichtsvorbereitungen mit den im Kapitel 5 vorgestellten Technologien. Die Pädagogische Hochschule Steiermark bietet zudem Online-Fortbildungsserien, welche aufzeigen wie Experimente mithilfe des Arduino unter Berücksichtigung der digi.komp Kompetenzen realisiert werden können⁵⁶. Auch die Abteilung für Lehr- und Lerntechnologien der TU Graz bietet eine Sammlung von Aktivitäten zur Förderung informatischer Bildung⁵⁷.

⁵⁶**Quelle:** Digitale Kompetenzen – unverzichtbar!, Fortbildungsserie digi.komp-MSR an PHSt, <https://www.phst.at/schnellzugriff/aktuelles/detailinformation-zur-nachrichten/article/digitale-kompetenzen-unverzichtbar/> -zul. aufgerufen am 10.4.2018

⁵⁷**Quelle:** Informatische Grundbildung, Aktivitäten zur Förderung informatischer Bildung, <https://learninglab.tugraz.at/informatischegrundbildung/index.php/aktivitaeten-an-der-tu-graz/> -zul. aufgerufen am 10.4.2018

Appendix

Abbildungsverzeichnis

2.1. Drei Typen des fächerübergreifenden Unterrichts	7
3.1. Ländervergleich: informatische Bildung	21
3.2. Kompetenzbereiche digikomp8 und ECDL Module	24
3.3. Das digi.kompP Kompetenzmodell	26
3.4. Kompetenzmodell NAWI	30
4.1. Fächerübergreifendes Lernen	33
4.2. Informatische Modelle	36
5.1. Abstandsmessung mit Raspberry und Scratch	40
6.1. Arduino UNO Board	51
6.2. Aufbau eines Arduino Sketches	52
7.1. Gender- und Schwerpunktverteilung	57
7.2. Cheat-Sheet: Der Arduino im Physikunterricht	63
7.3. Ablauf der Unterrichtssequenzen	63
8.1. Übersicht der Unterrichtseinheiten	65
8.2. Der EDV-Saal für den Stationsbetrieb vorbereitet	69
8.3. Skizze des Unterrichtssettings	70
8.4. Aufbau und Arbeit an der 2. Station	71
8.5. Aufbau und Arbeit an der 6. Station	72
8.6. Datenerfassung und -auswertung an der 5. Station	74
9.1. Verteilung der erreichten Punkte der Vorerhebung	79
9.2. Detailansicht der Ergebnisse der Vorerhebung	80
9.3. Korrekt absolvierte Aufgaben der einzelnen Bereiche	82
9.4. Lernzuwachs im Bereich Informatik	84

Tabellenverzeichnis

2.1. Begriffsdefinitionen fächerübergreifender Unterricht	5
3.1. Übersicht der digi.komp Kompetenzmodelle	25
5.1. Anschaffungskosten Raspberry Pi	41
5.2. Anschaffungskosten Arduino	42
5.3. Anschaffungskosten OZOBOT	44
5.4. Gesamtkosten im Vergleich	49
7.1. Anschaffungskosten Arduino mit benötigtem Zubehör	59
9.1. Zusammensetzung der einzelnen Gruppen	81
9.2. erworbene Punkte bei den einzelnen Stationen	82

Literatur

- Babnik, Peter, Johannes Dorfinger, Klaus Meschede, Stephan Waba, Marc Widmer und Ursula Mulley (2013). »Technologieeinsatz in der Schule - Zum Lernen und Lehren in der Sekundarstufe«. In: *L3T - Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien*. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön. Berlin: epubli (siehe S. 28, 32, 35).
- Bachinger, Alois, Gerhard Brandhofer, Sonja Gabriel, Christian Nosko, Marlis Schedler, Petra Traxler, Walter Wegscheider und David Wohlhart (2013). »Weißbuch zum Kompetenzaufbau von Pädagoginnen und Pädagogen für den Umgang mit digitalen Medien und Technologien.« In: *Digitale Schule Österreich. Eine analoge Standortbestimmung anlässlich der eEducation Sommertagung 2013*. Hrsg. von Peter Micheuz, Anton Reiter, Gerhard Brandhofer, Martin Ebner und Barbara Sabitzer. Bd. 297. Wien: Österreichische Computer Gesellschaft, S. 71–76 (siehe S. 27).
- Bohl, Thorsten (2000). *Unterrichtsmethoden in der Realschule*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt (siehe S. 7, 9).
- Brandhofer, Gerhard, Angela Kohl, Marlene Miglbauer und Thomas Nárosy (2016). »digi.kompP – Digitale Kompetenzen für Lehrende«. In: *Open Online Journal for Research and Education* 6 (siehe S. 27).
- Brockmeyer, Heinrich (1984). »Ist es Überhaupt Didaktisch Sinnvoll und Wünschenswert den Mikrocomputer im Physikunterricht einzusetzen?« In: *Informatik als Herausforderung an Schule und Ausbildung*. Springer, S. 181–185 (siehe S. 20).
- Brühlmann, Thomas (2017). *Sensoren im Einsatz mit Arduino*. Frechen: MITP-Verlag (siehe S. 52, 54).
- Dembowski, Klaus (2015). *Raspberry Pi - Das technische Handbuch: Konfiguration, Hardware, Applikationserstellung*. Springer-Verlag (siehe S. 40).

Literatur

- Dichanz, Horst und Anette Ernst (2001). »E-Learning: Begriffliche, psychologische und didaktische Überlegungen zum electronic learning«. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 2, S. 1–30 (siehe S. 34).
- Dieterich, Veit-Jakobus (2008). »Fächerübergreifender Unterricht«. In: *Theo-Web, Zeitschrift für Religionspädagogik* 7.1 (siehe S. 5, 9).
- Drewer, Petra (2003). *Die kognitive Metapher als Werkzeug des Denkens: zur Rolle der Analogie bei der Gewinnung und Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse*. Forum für Fachsprachen-Forschung. Tübingen: Gunter Narr Verlag. ISBN: 9783823360018 (siehe S. 18).
- Duit, Reinders (2009). »Alltagsvorstellungen und Physik lernen«. In: *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Springer-Verlag. Kap. 18, S. 605–629 (siehe S. 17).
- Ferrari, Anusca (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. Techn. Ber. Joint Research Centre; Institute for Prospective Technological Studies. URL: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83167/lb-na-26035-enn.pdf> (besucht am 18.03.2018) (siehe S. 26).
- Förster, Klaus-Tycho (2011). »Neue Möglichkeiten durch die Programmiersprache Scratch: Algorithmen und Programmierung für alle Fächer«. In: Hrsg. von Reinhold Haug und Lars Holzäpfel. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, S. 263–266 (siehe S. 39).
- Gabler, Erich (2018). *Vortrag: Was ändert sich durch die neue Oberstufe?* URL: <https://www.oebv.at/nost> (besucht am 13.02.2018) (siehe S. 20).
- Geier, Gerald und Martin Ebner (2017). »Einsatz von OZOBOTs zur informatischen Grundbildung«. In: *Lernen und Lehren mit Technologien: Vermittlung digitaler und informatischer Kompetenzen*. *Erziehung & Unterricht*. Bd. 167. 7-8, S. 109–113 (siehe S. 43).
- Girwidz, Raimund (2009). »Neue Medien und Multimedia«. In: *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Springer-Verlag. Kap. 11, S. 423–449 (siehe S. 19, 34, 36).
- Glynn, Shawn M und Reinders Duit (1995). *Learning science in the schools: Research reforming practice*. Routledge (siehe S. 18).
- Grandl, Maria und Martin Ebner (2017). »Informatische Grundbildung - ein Ländervergleich«. In: *medienimpulse*. URL: <http://www.medienimpulse.at/articles/view/1069> (besucht am 14.03.2018) (siehe S. 21).

Literatur

- Gudjons, Herbert (2003). *Didaktik zum Anfassen: Lehrer/in-Persönlichkeit und lebendiger Unterricht*. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt (siehe S. 10).
- Haug, Reinhold und Lars Holzäpfel, Hrsg. (2011). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien.
- Hielscher, Michael und Beat Döbeli Honegger (2016). *Ozobot Projektideen*. URL: <http://ilearnit.ch/download/OzobotProjektideen.pdf> (besucht am 27.03.2018) (siehe S. 43).
- Hohnstein, Elke (2015). *Empfehlungen zur didaktisch-methodischen Gestaltung eines ziendifferenten Unterrichts in Grund- und Regelschule*. Universität Erfurt. URL: https://www.uni-erfurt.de/fileadmin/user-docs/Sonder_Sozialpaedagogik/ueberarb._Empfehlung_DidMeth.pdf (besucht am 10.04.2018) (siehe S. 10–12).
- Höllerbauer, Bettina (2017). *Schülerinnen und Schüler hacken: Der Einsatz von Pocket Code in einem offenen Unterrichtskonzept*. Hrsg. von Martin Ebner und Sandra Schön. Bd. 14. Beiträge zu offenen Bildungsressourcen. Norderstedt: Books on Demand GmbH (siehe S. 44).
- 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* 8.2, S. 161–182 (siehe S. 6).
- Hübner, Tobias, Hrsg. (2013). *Unterrichten mit dem Raspberry Pi*. URL: http://www.medienistik.de/Themenheft_RaspberryPi.pdf (besucht am 24.03.2018) (siehe S. 41).
- Hugger, Kai-Uwe und Markus Walber (2010). »Digitale Lernwelten: Annäherungen aus der Gegenwart«. In: *Digitale Lernwelten: Konzepte, Beispiele und Perspektiven*. Hrsg. von Kai-Uwe Hugger und Markus Walber. VS Verlag (siehe S. 34).
- Immler, Christian (2017). *Der kleine Hacker: Programmieren lernen mit dem Calliope mini*. Haar bei München: Franzis Verlag GmbH (siehe S. 46).
- Jank, Werner und Hilbert Meyer (1994). »Handlungsorientierter Unterricht, Grundbegriffe und Merkmale«. In: *Didaktische Modelle*. Hrsg. von Werner Jank und Hilbert Meyer. 3. Aufl. Cornelsen Scriptor, 353ff (siehe S. 10).
- Kastner, Martin, Kathrin Glantschnig, Katrin Kanatschnig und René Scherriau (2014). »Programmierung und Schaltungen mit der Arduino-Plattform«. In: *IMST – Innovationen machen Schulen Top: Informatik kreativ unterrichten* (siehe S. 43, 48).

Literatur

- Kircher, Ernst, Raimund Girwidz und Peter Häußler, Hrsg. (2009). *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*. Springer-Verlag.
- Kück, Alexandra (2014). *Unterrichten mit dem Flipped Classroom-Konzept. Das Handbuch für individualisiertes und selbstständiges Lernen mit neuen Medien*. Mülheim: Verlag an der Ruhr (siehe S. 35).
- Kysela-Schiemer, Gerda (2015). »Trends in den Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und zum Einsatz digitaler Medien: Herausforderungen für Schule und Didaktik in den kommenden Jahren in Österreich«. In: *SWS-Rundschau* 55, S. 6–25. URL: http://www.sws-rundschau.at/archiv/SWS_2015_1_Kysela.pdf (besucht am 10.04.2018) (siehe S. 37).
- Labudde, Peter (2003). »Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance«. In: *PhyDid A, Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 2.1 (siehe S. 8, 37).
- Metzger, Susanne (2013). »Die Naturwissenschaften fächerübergreifend vernetzen«. In: *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. Hrsg. von Peter Labudde. Stuttgart Bern: UTB GmbH Haupt. Kap. 2, Online Ressource (272 S.) ISBN: 9783838540474 (siehe S. 5, 6, 8).
- Moegling, Klaus (1998). *Fächerübergreifender Unterricht - Wege ganzheitlichen Lernens in der Schule*. ger. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt, 220 S. ISBN: 3-7815-0953-2 and 978-3-7815-0953-5 (siehe S. 8, 10, 12).
- Ollesky, Dieter (1974). »Datenverarbeitung als Unterrichtsgegenstand«. In: *Computerunterstützter Unterricht*. Hrsg. von Hans Freibichler. Hannover: Hermann Schroedel Verlag KG, S. 270–295 (siehe S. 19).
- Rausch, Wolf (1988). »Informatik: Eine vierte Kulturtechnik?«. In: *Österreichs Schule 2000*. Hrsg. von Heinz M. Fischer. Graz: Leykam, S. 22–24 (siehe S. 16).
- Romeike, Ralf (2011). »Logos Erben – Konstruktionistische Ansätze für Mathematikunterricht und Mathematiklehrerbildung«. In: Hrsg. von Reinhold Haug und Lars Holzäpfel. Münster: Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien, S. 695–698 (siehe S. 39).
- Schaeper, Armin (2008). *Einführung in die Programmierung mit Scratch - eine Unterrichtseinheit im Wahlpflichtfach Informatik eines zehnten Jahrgangs an der Walther-Rathenau-Oberschule (Gymnasium)*. Schriftliche Prüfungsarbeit zur zweiten Staatsprüfung. Berlin. URL: <http://www.informatikdidaktik.de/Examensarbeiten/Schaeper2008.pdf> (besucht am 22.03.2018) (siehe S. 39).

Literatur

- Schmidt, Maik (2015). *Arduino: Ein schneller Einstieg in die microcontroller-entwicklung*. dpunkt.verlag (siehe S. 42).
- Schubert, Sigrid und Andreas Schwill (2011). *Didaktik der Informatik*. Bd. 2. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. DOI: 10.1007/978-3-8274-2653-6_3 (siehe S. 19, 33).
- Schwill, Andreas (2013). *Didaktik der Informatik II*. iTunes U Kurs (siehe S. 5, 7, 35, 36).
- Szlovák, Barbara, Peter Labudde, Beat Schären, Jürg Weber und Martin Wild-Näf (2004). *Fächerübergreifenden Unterricht planen und durchführen - Ein Leitfaden für Lehrpersonen*. Bern: Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt (AHL) (siehe S. 7).
- Vuorikari, Riina, Yves Punie, Stephanie Carretero und Lieve Van den Brande (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model*. Techn. Ber. Luxemburg: Joint Research Centre; Institute for Prospective Technological Studies. DOI: 10.2791/11517 (siehe S. 27).
- Wagner, Wolf-Rüdiger (2004). *Medienkompetenz revisited. Medien als Werkzeuge der Weltaneignung: ein pädagogisches Programm*. München: kopaed (siehe S. 32).
- Weinzierl, Stefan (2008). *Durch Lernzirkel spielerisch in komplexe Inhalte einsteigen*. Technische Universität München. URL: http://www.bwpat.de/ht2008/ft03/weinzierl_ft03-ht2008_spezial4.pdf (besucht am 04.04.2018) (siehe S. 12).
- Wiater, Werner (2005). »Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis«. In: Eva Matthes und Carsten Heinze. Kap. Lehrplan und Schulbuch - Reflexionen über zwei Instrumente des Staates zur Steuerung des Bildungswesens, S. 41–64 (siehe S. 13).
- Wilhelm, Thomas und Martin Hopf (2014). »Design-Forschung«. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Hrsg. von Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker. Berlin, Heidelberg: Springer. Kap. 3, S. 31–42 (siehe S. 17).
- Wurnig, Otto (1988). »Anfänge, Entwicklung und zukünftige Aspekte des EDV/Informatik-Unterrichtes an den AHS einschließlich der Lehrerbildung«. In: *Österreichs Schule 2000*. Hrsg. von Heinz M. Fischer. Graz: Leykam, S. 94–118 (siehe S. 16, 33).

Anhang A: Vorerhebung

Befragung - Vorerhebung

Liebe Schülerinnen und Schüler!

Bei diesem Dokument handelt es sich **NICHT** um einen Test. Ihr bekommt dafür also keine Note, aber ich bitte euch trotzdem zu versuchen die Aufgaben bestmöglich zu beantworten - damit würdet ihr mir helfen. Diese Erhebung dient dazu, festzustellen ob Informatik im Alltag ein Thema ist und soll Auskunft geben, wie ausgereift die Unterrichtsmaterialien für den Schulalltag sind. Danke für eure Mitarbeit!

Erstellen eines anonymen Codes

Um nachvollziehen zu können, inwieweit sich bei euch bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten im Laufe des Projektes verändern, werde ich euch nach Abschluss des Projektes noch einmal befragen. Um die Daten der beiden Erhebungszeitpunkte personenbezogen zuordnen zu können und dabei dennoch eure **Anonymität** zu wahren, verwendet statt eures Namens einen anonymen persönlichen Code.

Dieser persönliche Code besteht aus einer Kombination von Buchstaben und Zahlen, welche außer euch niemanden bekannt sind und den du selbst jedoch immer wieder herleiten kannst.

Der persönliche Code setzt sich aus folgenden sechs Buchstaben und Zahlen zusammen:

Die ersten 2 Buchstaben des Namens deiner Mutter (zB.: **Anna** = **AN**)

Die letzten 2 Buchstaben des Vornames deines Vaters (zB.: **Peter** = **ER**)

Die ersten 2 Ziffern deines Geburtstages (2-Stellig) (zB.: **03.11.1999** = **03**)

Bitte fülle deinen Code aus!

Arduino im Physikunterricht Voraberhebung	<i>Klasse:</i>
<i>Gebiet:</i> Informatik	<i>Datum:</i> 19.01.2018

Begriffe aus der Informatik

Information

Liebe Schülerinnen und Schüler!

Bei diesem Dokument handelt es sich NICHT um einen Test. Ihr bekommt dafür also keine Note, aber ich bitte euch trotzdem zu versuchen die Aufgaben bestmöglich zu beantworten - damit würdet ihr mir helfen. Diese Erhebung dient dazu, festzustellen ob Informatik im Alltag ein Thema ist. Danke für eure Mitarbeit!

Aufgaben

1. Analog vs. Digital

a) Temperatur

Welches dieser Thermometer liefert die genauesten Messwerte? Also: mit welchem dieser Thermometer kannst du die Temperatur am genauesten bestimmen? (*Hat es genau 7° C oder 7,1° C oder 7,13° C,...*)

			
Hausthermometer	Tischthermometer	Internetdienst	Autothermometer

Antwort:

Warum?

b) Filmproduktion

Josef Hader möchte einen neuen Film ins Kino bringen. Aufgrund der großen Leinwand, müssen Kinofilme in einem möglichst großen Format vorliegen, damit möglichst viele Details mit viel Schärfe dargestellt werden können. Vier Firmen würden die Produktion des Filmes übernehmen. Die Firma *Coolfilm* produziert in Full HD (1080 Bildzeilen) mit 50 Bildern pro Sekunde. *Moviestar* würde in HD mit 720 Bildzeilen, dafür aber mit 60 Bildern pro Sekunde aufnehmen. *Zelluloid4life* filmt auf klassischen 35mm Film (ähnlich den in alten Fotoapparaten), allerdings mit 24 Bildern pro Sekunde da das Film-Material teuer ist. In Ultra HD (4K - 2160 Bildzeilen) mit 25 Bildern/Sekunde würde die Produktionsfirma *Ultramovie* aufnehmen.

Ordne die vier Produktionsfirmen nach der Schärfe der Aufnahmen aufsteigend!

c) Auflösung

Was verstehst du unter dem Begriff *Auflösung*?

Welche der folgenden Begriffe verbindest du mit Auflösung? Kreuze die entsprechenden an! (Es sind auch mehrere möglich)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Pixel | <input type="checkbox"/> Stellen nach dem Komma |
| <input type="checkbox"/> Qualität von MP3 | <input type="checkbox"/> WLAN Reichweite |
| <input type="checkbox"/> HDTV | <input type="checkbox"/> Speicherkapazität |
| <input type="checkbox"/> Multimeter | <input type="checkbox"/> Handydisplay |
| <input type="checkbox"/> Messgenauigkeit | <input type="checkbox"/> Helligkeit |

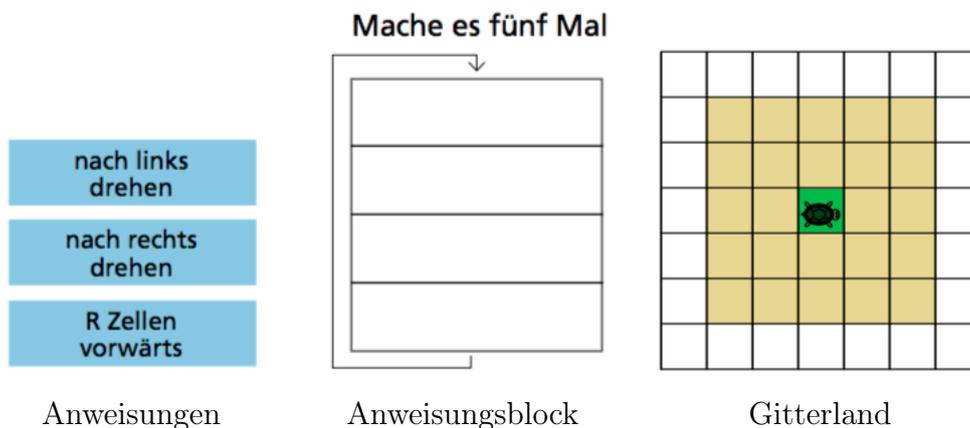
2. Cassy, die Schildkröte (Aus Biber der Informatik 2016) [1]

Die Schildkröte Cassy lebt im Gitterland, auf einem Acker von fünf mal fünf Gitterzellen. Sie isst für ihr Leben gern frische Salatpflanzen. Jeden Morgen wachsen neue Salatpflanzen. Cassy weiß nicht, in welchen Gitterzellen sie sind, aber sie will alle essen! Cassy startet jeden Tag in der Mitte des Ackers und will den ganzen Acker ablaufen.

Sage Cassy, wie sie sich bewegen soll

Neben dem Gitterland ist ein Anweisungsblock mit vier Feldern. Fülle jedes Feld mit einer Bewegungs-Anweisung für Cassy, so dass sie insgesamt den ganzen Acker abläuft:

- Schreibe die passenden Anweisungen in die leeren Blöcke
- Eine Anweisung kann mehr als einmal verwendet werden
- R ist ein Wiederholungszähler
- Wenn der Anweisungsblock das erste Mal ausgeführt wird, enthält R den Wert $R=1$; bei der zweiten Ausführung wird $R=2$; usw.
- Cassy darf den Acker verlassen, aber nicht das Gitterland



3. Pseudocode

Welche Zahl wird am Bildschirm ausgegeben?

```

1 MESSWERT = 128
2 VOLT = 0
3 VOLT = MESSWERT/1024 * 5
4 wenn MESSWERT <= 512
5     dann VOLT = VOLT * -1
6 Gib VOLT am Bildschirm aus
    
```

Arduino im Physikunterricht Vorabhebung	<i>Klasse:</i>
<i>Gebiet:</i> Physik	<i>Datum:</i> 19.01.2018

Begriffe aus der Physik

Information

Auch bei diesem Teil handelt es sich NICHT um einen Test. Dieser Teil der Befragung dient dazu den aktuellen Wissenstand im Bereich der Physik festzustellen.

Aufgaben

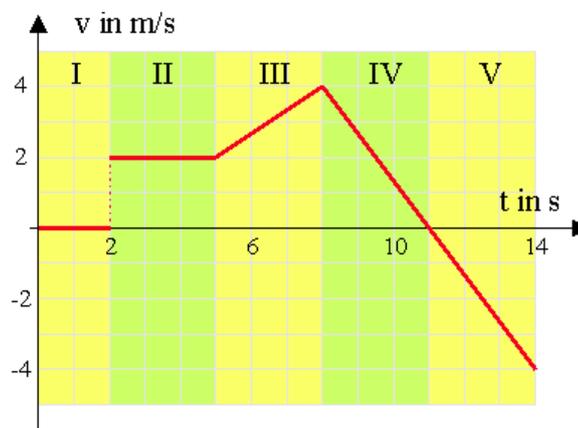
1. Freier Fall

Durch einen Windstoß fällt ein Blumentopf aus einem oberen Stock auf die Straße. Max schätzt, dass der Blumenstock zwei Sekunden unterwegs war. Mit welcher Geschwindigkeit schlägt er auf den Boden auf? ($a = g = 9,81 \frac{m}{s^2}$) [2]

Geschwindigkeit in $\frac{m}{s}$	Geschwindigkeit in $\frac{km}{h}$

2. Diagramm

Gegeben ist folgendes Diagramm: [2]



a) Beschreibe die einzelnen Phasen in Worten.

I	
II	
III	
IV	
V	

b) Wie groß ist die Beschleunigung in den Phasen *I* und *II*? (Einheit nicht vergessen!)

I	II

Quellen

[1] http://www.ocg.at/sites/ocg.at/files/20170116_Biberheft_2016_optimiert.pdf

[2] <https://www.leifiphysik.de/mechanik/beschleunigte-bewegung/aufgaben#lightbox=/themenbereiche/beschleunigte-bewegung/lb/freier-fall?v=1>

Anhang B: Enderhebung

Befragung - Enderhebung

Liebe Schülerinnen und Schüler!

Bei diesem Dokument handelt es sich **NICHT** um einen Test. Ihr bekommt dafür also keine Note, aber ich bitte euch trotzdem zu versuchen die Aufgaben bestmöglich zu beantworten - damit würdet ihr mir helfen. Diese Erhebung dient dazu, festzustellen ob Informatik im Alltag ein Thema ist und soll Auskunft geben, wie ausgereift die Unterrichtsmaterialien für den Schulalltag sind. Danke für eure Mitarbeit!

Erstellen eines anonymen Codes

Um nachvollziehen zu können, inwieweit sich bei euch bestimmte Kenntnisse und Fähigkeiten im Laufe des Projektes veränderten, habe ich euch zu Beginn des Projektes schon einmal befragt. Um die Daten der beiden Erhebungszeitpunkte personenbezogen zuordnen zu können und dabei dennoch eure **Anonymität** zu wahren, verwendet statt eures Namens einen anonymen persönlichen Code.

Dieser persönliche Code besteht aus einer Kombination von Buchstaben und Zahlen, welche außer euch niemanden bekannt sind und den du selbst jedoch immer wieder herleiten kannst.

Der persönliche Code setzt sich aus folgenden sechs Buchstaben und Zahlen zusammen:

Die ersten 2 Buchstaben des Namens deiner Mutter (zB.: **Anna** = **AN**) 

Die letzten 2 Buchstaben des Vornames deines Vaters (zB.: **Peter** = **ER**) 

Die ersten 2 Ziffern deines Geburtstages (2-Stellig) (zB.: **03.11.1999** = **03**) 

In welcher Gruppe warst du am Freitag? **Gruppennummer** = 

Falls du am Freitag gefehlt hast, trage als Gruppennummer 0 ein!

männlich weiblich

Bitte fülle deinen Code aus!

Arduino im Physikunterricht Enderhebung	<i>Klasse:</i>
<i>Gebiet:</i> Informatik	<i>Datum:</i>

Begriffe aus der Informatik

Aufgaben

1. Sensoren

a) Was ist ein Sensor? Welche Aufgabe hat ein Sensor?

b) Welche Sensoren kennst du?

c) Was versteht man unter Messbereich?

d) Was bedeutet der Begriff *Auflösung* im Zusammenhang mit Sensoren?

2. analog und digital

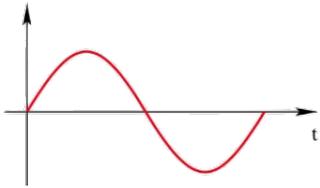
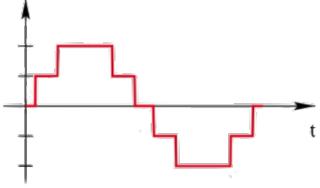
- a) Nenne drei analoge und drei digitale Dinge/Eigenschaften/... Schreibe in die Tabelle was dir zu diesen beiden Begriffen einfällt!

analog	digital

- b) Liefert ein *O* analoges Messgerät (zb. Thermometer mit Quecksilbersäule) oder ein *O* digitales Messgerät (zb. digitales Voltmeter) genauere Werte? Zum

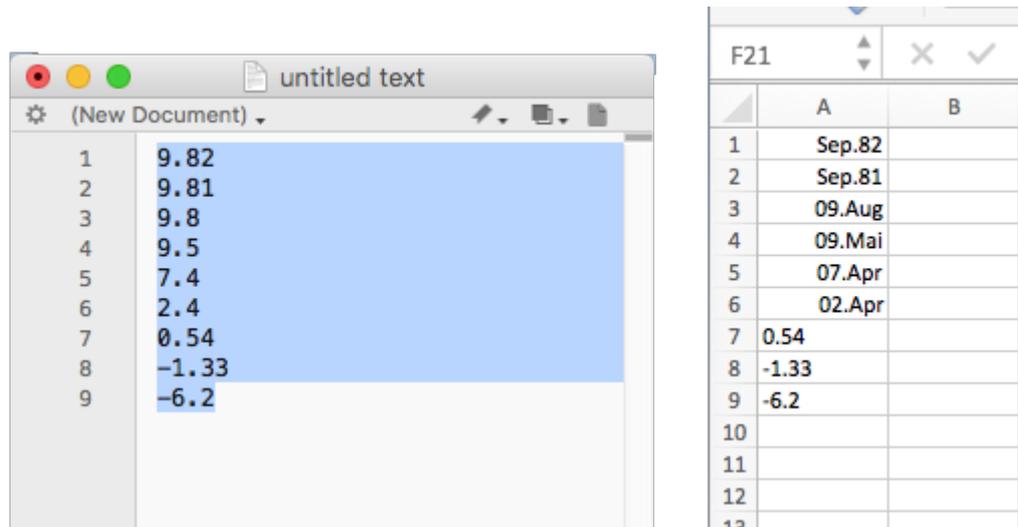
Beispiel: Kann ich mit einem analogen Thermometer bestimmen ob es 7,021042034 Grad hat (also auf beliebige Nachkommastellen genau), oder mit einem digitalen? (ankreuzen!)

- c) Ordne zu! Was ist digital und was ist analog?

	analog	digital
		
		
		
		

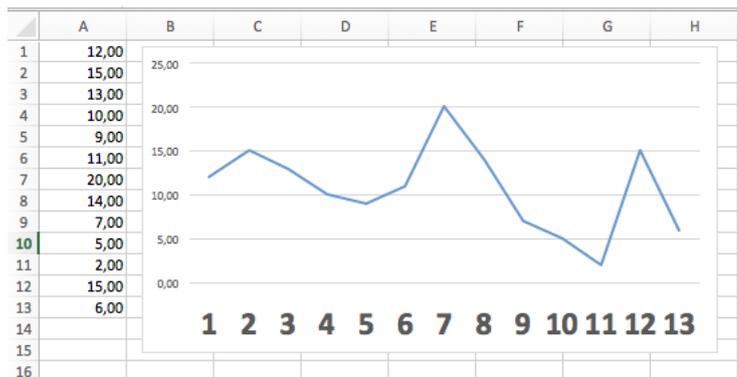
3. EXCEL

- a) Ich habe meine Messwerte (links) in eine EXCEL-Tabelle (rechts) kopiert. In der EXCEL-Tabelle stehen nun seltsamer Weise zum Teil komische Werte. Was könnte passiert sein? Was habe ich falsch gemacht? Wo liegt das Problem?



Antwort:

- b) Im Bild unten siehst du ein Diagramm, welches in EXCEL erstellt wurde. Welche Werte stehen in der x-Achse? (Dickgedruckte Werte) Woher kommen diese Zahlen?



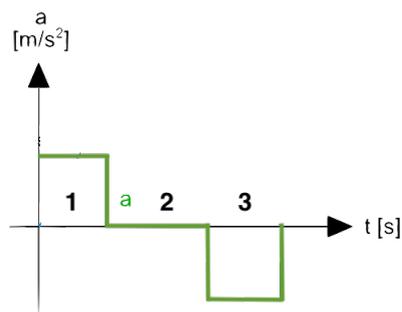
Antwort:

Arduino im Physikunterricht Enderhebung	<i>Klasse:</i>
<i>Gebiet:</i> Physik	<i>Datum:</i>

Begriffe aus der Physik

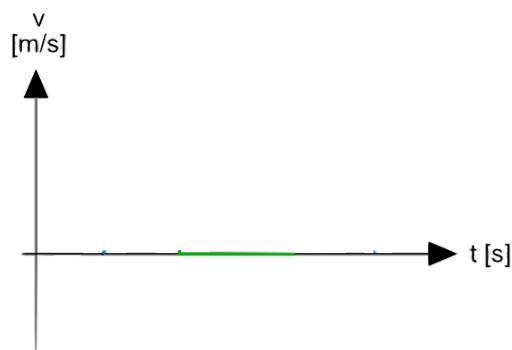
Aufgaben

- Ein Auto fährt auf der Straße. Im Diagramm siehst du die Beschleunigung (a-t Diagramm, Beschleunigung-Zeit Diagramm). Ordne die drei Regionen den Reaktionen der Fahrt (Bremsen, Beschleunigen und fahren mit konstanter Geschwindigkeit) zu!



konstante Geschwindigkeit	
Gas geben (Beschleunigen)	
Bremsen	

- Skizziere zum Beschleunigungs-Zeit Diagramm oben, ein Diagramm in dem die Geschwindigkeit zu sehen ist!



3. Welchen Wert hat die Erdbeschleunigung? Vergiss nicht auf die Einheit! $g =$
4. Was bedeutet die Angabe $3g$?

5. Welche Aufgabe haben die Knautschzone und ein Airbag?

6. Welche Kraft ist notwendig um ein Auto mit der Masse $m = 1000kg$, von 0 auf $30 \frac{m}{s}$ ($= 108 \frac{km}{h}$) in 2 Sekunden zu beschleunigen?

7. Ein Mann wirft einen Drucker aus dem Fenster. Dieser ist 3 Sekunden im freien Fall bevor er auf den Boden aufschlägt. Mit welcher Geschwindigkeit trifft er auf den Boden auf? (Rechenweg auch hinschreiben!) *Tipp: $v = a \cdot t$*

Anhang C: Cheat-Sheet

Der Arduino im Physikunterricht

Cheat-Sheet

Christopher Kommetter

DER ARDUINO - CHEAT-SHEET

WAS IST EIN ARDUINO?

Um den Einstieg in die Mikrokontrollerprogrammierung zu vereinfachen, wurde das Arduino-Projekt ins Leben gerufen. Es gibt fertige Platinen, die sogenannten Arduino-Boards oder einfach Arduino, sowie eine eigene Software zum Programmieren, die Entwicklungsumgebung. (Vgl. Schernich 2014)

Das Board besteht aus mehreren digitalen und analogen Ein- und Ausgängen (I/O Ports). Programmiert wird der Arduino in der Sprache C bzw. C++. Das Arduino-Board wird in verschiedenen Versionen angeboten, diese unterscheiden sich hauptsächlich in der Anzahl der Ports und der Bauform. Am gängigsten ist der so genannte Arduino UNO. Dazu gibt es bereits viele verschiedene Klone, die komplett ident und kompatibel zum originalen UNO und Zubehör sind.

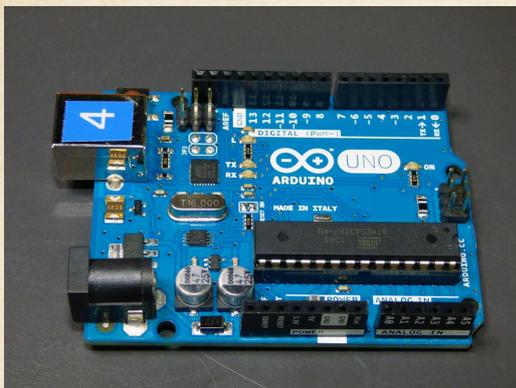


Abbildung 1: Ein Arduino UNO Board

MIKROCONTROLLER

Ein Mikrocontroller, oft auch als Mikroprozessor oder μC bezeichnet, ist ein Mikrochip der alle Komponenten, wie den Arbeitsspeicher und Prozessor, bereits integriert hat.

PIN'S

Der Arduino hat eine Reihe von Ein- und Ausgängen, den so genannten Pin's. Diese sind in Gruppen angeordnet: die digitalen Ein- und Ausgänge, die analogen Eingänge, Power-Pin's zur Spannungsversorgung und Schnittstellen für die Programmierung.

DIGITAL VS. ANALOG

Ein analoges Signal wird durch eine kontinuierliche Funktion beschrieben, beispielsweise die Höhe einer Quecksilbersäule eines Thermometers: hier entspricht eine bestimmte Höhe genau einem Temperaturwert. Digitale Werte werden durch Zeichen dargestellt. Analoge Signale werden mithilfe eines AD-Wandlers in digitale umgewandelt, damit ein Computer sie verarbeiten kann. Die Genauigkeit der Umwandlung nennt man die Auflösung.

ANALOG EINGÄNGE

Der Arduino UNO verfügt über 6 analoge Eingänge. Im Gegensatz zu den digitalen PIN's, sind die analogen PIN's NUR Eingänge und können nicht als Ausgänge genutzt werden. Legt man an einem dieser Eingänge ein Signal (eine Spannung) an, wandelt der Arduino dies in ein digitales Signal um (AD - Wandler). Der Spannungsbereich ist auf 0 - 5 V beschränkt, möchte man dennoch größere Spannungen messen, muss ein Spannungsteiler vorgeschaltet werden. Die Auflösung der AD-Wandlung beträgt 10 Bit - das entspricht hier einer Genauigkeit von 0,005 V - das heißt der Arduino kann zwischen 3,01 und 3,02 V unterscheiden, nicht aber zwischen 3,0101 V und 3,0109 V.

DIVERSE MODELLE NEBEN DEM UNO

Boards	Besonderheiten
Arduino Mega	54 digitale I/O's
Arduino Zero	32-Bit- μC
Arduino Mini	ATmega328 in kleiner Bauform
Arduino MKR1000	Arduino Zero mit WLAN

Quelle: Brühlmann 2017

TECHNISCHE DATEN

Modell: Arduino UNO

Prozessor: ATmega328

Taktfrequenz: 16 MHz

Betriebsspannung: 6–20 VDC

Speicher:	Flash	SRAM	EEPROM
	32 KB	2 KB	1 KB

digitale Ein-/Ausgänge: 14

Analoge Eingänge: 6

Auflösung analoge Eingänge: 10 Bit

Arduino-Clones. Neben den originalen Arduino-Boards existiert eine große Anzahl an Arduino kompatiblen Boards. Die technischen Daten sind dabei größten Teils ident.

SHIELDS

Shields sind Erweiterungsplatinen, die direkt auf das Arduino-Board gesteckt werden können und dessen Funktionsumfang erweitern. zB.:

LCD Shield. Dies existiert in verschiedenen Formen, wie etwa einem 2 zweizeiligen LCD-Display mit Tasten oder als Farb-Touchscreen - Damit lassen sich Ausgaben und Interaktionen direkt am Arduino durchführen.

Ethernetshield. Damit wird dem Arduino die Anbindung an ein Netzwerk (gibt es auch als WLAN-Version) ermöglicht, um beispielsweise Messwerte direkt ins Internet zu übertragen.

PROGRAMMIERUNG DES ARDUINO'S

Die Arduino Plattform stellt neben den Board's auch eine Entwicklungsumgebung zur Verfügung.

DIE IDE

Als Integrierte Entwicklungsumgebung (kurz: **IDE** - *integrated development environment*) wird ein Programm, bzw. eine Sammlung von Programmen, bezeichnet, mithilfe derer Softwareentwickler programmieren. Die IDE's stellen den Entwicklern viele nützliche Tools (Werkzeuge) zur Verfügung.

Zum Arduino-Board (die Hardware) gehört auch die IDE zum Arduino-Projekt. Die IDE erlaubt das Erstellen, Testen (Debuggen) und Hochladen des erstellten Programms auf den Arduino. Die Entwicklungsumgebung (IDE) ist für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar und steht kostenlos zum Download zur Verfügung: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. (Vgl. Brühlmann 2017)

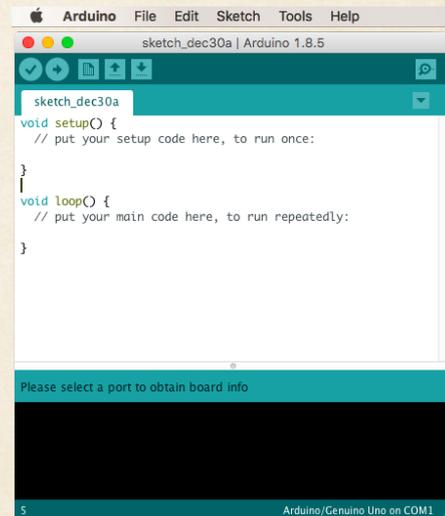


Abbildung 2: Arduino IDE unter MacOS X

DIE PROGRAMMIERSPRACHE C

Jedes Arduino-Programm besteht mindestens aus den beiden Funktionen `setup` und `loop`.

Listing 1: Programmstruktur

```
1 void setup() {
2     // wird nur 1 mal ausgeführt
3 }
4
5 void loop() {
6
7 }
```

Diese beiden Funktionen werden von der IDE automatisch erstellt. In der ersten Funktion (`void setup()`) werden Grundeinstellungen (zB. ob ein Kanal ein In- oder Output ist) definiert und es können **Bibliotheken** eingebunden werden. Diese Funktion wird nur 1 mal ausgeführt, nämlich sobald der Arduino das erste Mal mit Strom versorgt wird.

Die `void loop()` Funktion wird ständig

wiederholt. In diesen Block schreibt man das eigentliche Programm.

BIBLIOTHEKEN

Eine Bibliothek ist eine Ansammlung von Funktionen. Diese ermöglichen es, dass komplizierte und immer wiederkehrende Abläufe nicht immer neu geschrieben werden müssen. Viele Arduino-Shields und Sensoren bringen solche Bibliotheken mit und ermöglichen die einfache Benutzung dieser.

```
6 int nochEine = andereZahl + 3;
7 //die Variable nochEine hat nun den
8 //Wert 618
```

DAS SEMIKOLON ;

Jedes Argument, außer Kommentare und Funktionsköpfe (zB. `void setup()`), werden mit einem Strichpunkt, den so genannten Semikolon, abgeschlossen

INFOS ZUM LISTING 1

Zeile	Bedeutung
1,5	void : diese Funktion gibt keinen Wert zurück
1,5	Die Klammern () bilden die so genannte Parameterliste, hier kann man der Funktion Werte übergeben
1,3,5,7	Die geschwungenen Klammern bilden den Funktionsblock: innerhalb dieser werden alle Argumente geschrieben
2	ein Kommentar: dies hat keine Auswirkungen auf das Programm

ARBEITEN MIT DEN DIGITALEN PIN'S

Damit der Arduino weiß, ob ein Kanal (Pin) als Eingang oder Ausgang genutzt wird, muss man dies in der Funktion `void setup()` für jeden genutzten Pin festlegen. Dies gilt nur für die digitalen Pin's, analoge müssen nicht definiert werden, da sie nur als Eingänge genutzt werden können.

Listing 3: Definition der Ein- und Ausgänge

```
1 pinMode(7, OUTPUT); //definiert PIN 7
2 //als Ausgang
3 pinMode(2, INPUT); //PIN 2 als Eingang
```

VARIABLEN

Um Werte zu speichern und um sie bearbeiten zu können, benötigen wir Variablen. Variablen sind Speicherplätze, denen man einen beliebigen Namen zuweisen kann. Der Arduino muss aber wissen, um welche Art von Werten es sich handelt, dafür gibt es mehrere verschiedene Datentypen.

VARIABLENDATENTYPEN

Typ	Beschreibung
int	ganzzahlige Zahlen von -32.768 bis 32.767
long	ganze Zahlen, größer als 32.767, zB. um Millisekunden zu stoppen
float	Kommazahlen
char	Buchstaben

Hier ein kurzes Beispiel, wie man mit Variablen in der Programmiersprache C arbeitet:

Listing 2: verschiedene Variablen

```
1 int eineZahl = 123;
2 float komma = 3.14;
3 char buchstabe = 'c';
4
5 int andereZahl = eineZahl * 5;
```

PWM-PIN'S

Die analogen Pin's des Arduino's können im Gegensatz zu den digitalen nur als Eingänge genutzt werden. Nutzt man die digitalen Pin's als Ausgänge, kann man diese entweder EIN (1) oder AUS (0) schalten. Dies würde einer Spannung von +5V (EIN) oder 0V (AUS) entsprechen. Möchte man nun aber eine andere Spannung (oder eben ein analoges Signal) ausgeben, nutzt man dazu die PWM-Pin's. Diese Ausgänge sind in der Lage, neben 0V und 5V, auch alle Spannungen in zwischen (zB. +4V) auszugeben. Die digitalen Pin's 3, 5, 6, 9, 10, 11 sind dazu in der Lage.

Mithilfe des Befehls `digitalWrite(Pin, Wert)` schaltet man einen, zuvor mit `pinMode()` als `OUTPUT` definierten, digitalen Kanal auf HIGH (+5V) oder LOW (0V). ZB.: `digitalWrite(7, HIGH);` schaltet +5V auf den Pin mit der Nummer 7. An die als PWM bezeichneten digitalen Pin's können auch beliebige Spannungen geschaltet werden: `analogWrite(3, 200);` legt an den digitalen Pin 3 eine Spannung von 4 Volt. Die Spannung wird als digitaler Wert zwischen 0 (0V) und 255 (+5V) angegeben. 200 entspricht dabei +4V.

Was ist eigentlich ein Listing? Als Listing wird ein Auszug aus einem Quellcode (auch Sourcecode genannt) bezeichnet. Der Quellcode ist wie ein Kochbuch: er schreibt den Computer, in unserem Fall der Arduino, vor, welche Schritte er nach der Reihe ausführen soll.

Digitale Eingänge können beispielsweise genutzt werden um festzustellen ob ein Taster gedrückt wird. Digitale Inputs können nur zwischen 2 Werten unterscheiden: HIGH (+5V) und LOW (0V) - es kann also nur festgestellt werden, ob eine Spannung anliegt oder nicht. Nicht festgestellt werden kann, welche Spannung genau anliegt - dafür nutzt man die analogen Eingänge. Der Befehl `digitalRead(2);` liefert HIGH oder LOW an dem zuvor als INPUT festgelegten digitalen Pin mit der Nummer 2.

SPANNUNGEN MESSEN MITHILFE DER ANALOGEN PIN'S

Im Gegensatz zu den den digitalen Pin's müssen wir die analogen nicht als INPUT definieren. Man kann auf diese direkt zugreifen. Die Eingänge sind von A0 bis A5 nummeriert.

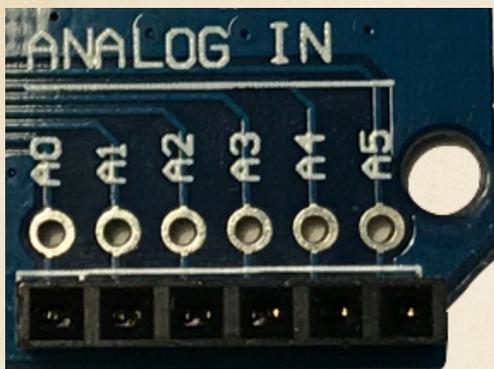


Abbildung 3: Die 6 analogen PIN's eines Arduino UNO Klons

Der Arduino benötigt zirka 100 Mikrosekunden (0.0001 s) um einen analogen Wert zu lesen, also kann man 10000 Werte pro Sekunde messen. (Arduino Projekt 2017)

Mithilfe des Befehls `analogRead(1);` liest man den Wert des Pin's A1 aus. Diese Funktion gibt einen Wert zwischen 0 (entspricht 0 Volt) und 1023 (entspricht +5V) zurück. Diese Zahl muss nun in Volt umgerechnet werden:

Listing 4: Umrechnen der analogen Werte in Spannungswerte

```
1 int wert;  
2 float volt;  
3 wert = analogRead(1);  
4  
5 //Umwandeln des Datenwertes (0-1023)  
6 //in lesbare Spannungswerte (0 - 5 V):  
7 volt = wert * (5.0 / 1024.0);
```

WIE KANN ICH ETWAS SEHEN?

Am Einfachsten lässt man sich alles am PC darstellen, dazu muss aber der Arduino ständig per USB mit dem Rechner verbunden sein. Die Arduino IDE bietet dafür den so genannten *Serial Monitor*. Möchte man mit

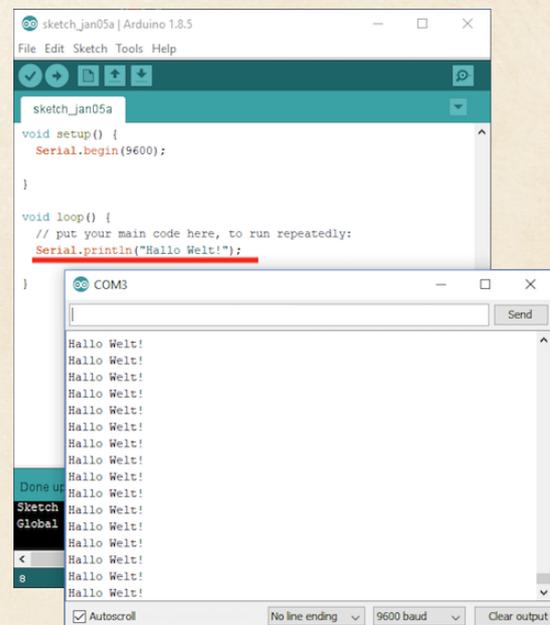


Abbildung 4: Ausgabe am Seriellen Monitor

dem PC kommunizieren, ist es erforderlich die Schnittstelle zu *initialisieren*. Das heißt man muss diese aktivieren (in der Funktion `void setup();`), da dies nur 1 mal notwendig ist).

`Serial.begin(9600);` die Zahl 9600 definiert die *Baudrate*, die Übertragungsgeschwindigkeit

Zum Ausgeben verwendet man eine der 2 Funktionen: `Serial.print();` bzw. `Serial.println();` (diese macht einen Zeilenumbruch [ENTER] nach der Ausgabe).

VERSCHIEDENE TYPEN AUSGEBEN

Ausdruck	Beschreibung
<code>Serial.println(123);</code>	gibt die Zahl 123 aus
<code>Serial.println("Hallo");</code>	gibt den Text <i>Hallo</i> aus
<code>Serial.println(volt);</code>	gibt den Wert, der in der Variable <i>volt</i> gespeichert ist, aus

DAS ERSTE PROGRAMM

Das erste Programm soll eine LED blinken lassen. Oder als **Algorithmus** ausgedrückt: Der Arduino soll eine LED einschalten, dann warten, danach die LED ausschalten und wieder warten. Diesen Vorgang soll der Arduino unendlich oft wiederholen.



Abbildung 5: Eine LED

DER AUFBAU

Für den schnellen Aufbau elektronischer Schaltungen benutzt man oft **Steckplatinen**. Hier können elektronische Bauteile direkt in ein Lochraster eingesteckt werden, ohne dass man löten muss. Bei solch Platinen sind die Kontaktreihen quer miteinander verbunden (siehe Markierung in Abbildung 7)

Die am Arduino als **GND** bezeichneten Pin's stellen die Masse dar, also den Minuspol. Eine LED darf nicht direkt am Arduino angeschlossen werden, es muss zwingend ein Widerstand in Serie geschaltet werden, um den Strom zu begrenzen. Ansonsten könnte die LED und der Arduino zerstört werden. Idealerweise sollte ein 220 Ω Widerstand eingesetzt werden. Der Widerstand kann auch einen größeren Wert haben. Die LED wird auch bei einem 1k Ω (kilo

Ohm = 1000 Ω) noch leuchten, allerdings etwas schwächer.



Abbildung 6: Sammlung verschiedener Widerstände

Die Anode (Pluspol) der LED wird mit einen der digitalen Pin's verbunden (mit einem Widerstand inzwischen), die Kathode an einem der GND-Pin's.

LED IN WELCHE RICHTUNG ANSCHLIESSEN?

Die beiden Anschlussdrähte einer LED sind unterschiedlich lang. Der Längere von beiden ist der Pluspol, die Anode, der Kürzere die Kathode. Einfach zu merken: das Pluszeichen hat einen Strich mehr als das Minuszeichen und macht damit den Draht etwas länger. Außerdem: die meisten LED's sind auf der Minus-Seite etwas abgeflacht, wie ein Minuszeichen. *Kathode = kurz = Kante*

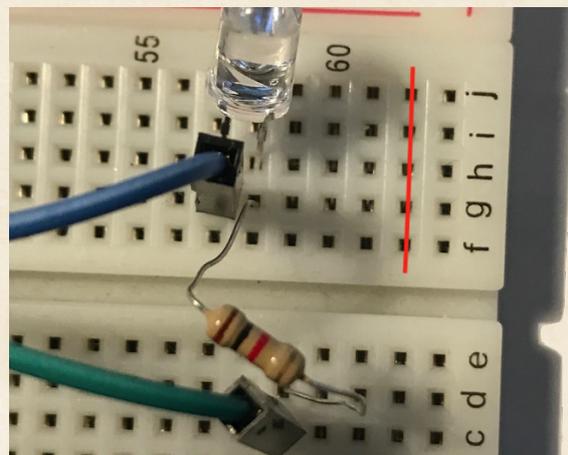


Abbildung 7: Komponenten auf Steckplatine

DER QUELLCODE

Wenn alles fertig aufgebaut wurde, geht es zur Programmierung mithilfe der IDE. In diesem Beispiel wurde die LED am Pin 13 angeschlossen.

Listing 5: LED blinken lassen

```
1 void setup() {
2   //Pin 13 als OUTPUT definieren
3   pinMode(13, OUTPUT);
4 }
5
6 void loop() {
7   digitalWrite(13, HIGH); // LED ein
8   delay(1000); //1 Sekunde warten
9   digitalWrite(13, LOW); // LED aus
10  delay(1000);
11 }
```

Der Befehl `delay(1000);` in Zeile 8 und 10 haltet den Ablauf für 1 Sekunde an, bevor die LED wieder ausgeschaltet wird. Die Zahl 1000 gibt die Zeit in Millisekunden an.

Kommentare werden durch `//` eingeleitet und haben keinerlei Auswirkung auf das Programm, diese dienen nur der Beschreibung.

HOCHLADEN DES PROGRAMMS

Um den Quellcode auf den Arduino zu laden, muss dieser per USB mit dem PC verbunden sein. Die IDE übersetzt (kompiliert) den Quellcode in Maschinensprache, die der Mikrocontroller versteht und lädt dies direkt auf den Arduino. Sobald der Upload abgeschlossen ist, beginnt der Arduino mit der Ausführung des Programms. Gibt es im Quellcode Fehler, so schreibt die IDE im unteren Bereich des Fensters, dass es Fehler gibt und markiert im Quellcode auch die entsprechende Stelle.



Abbildung 8: durch klick auf Upload wird der gesamte Prozess in die Wege geleitet

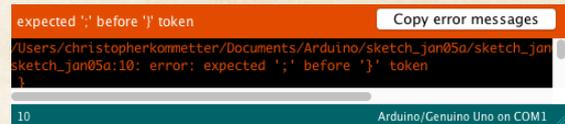


Abbildung 9: Der Quellcode konnte nicht kompiliert werden: ein Strichpunkt wurde vergessen

BONUS: DIE DIMMBARE LED

Die LED soll nun nicht mehr blinken (EIN, Warten, AUS, Warten,...), sondern sie soll immer heller werden und wenn sie am Hellsten leuchtet, soll sie wieder immer dunkler werden. Dieser Vorgang soll unendlich oft wiederholt werden.

Tipp: es muss die Spannung kontinuierlich erhöht/verringert werden. Welche Pin's sind dazu im Stande?

Listing 6: if-Block (Wenn Abfrage)

```
1 if(wert == 123) {
2   wert = 0;
3 }
```

Listing 6 zeigt einen Bedingungsblock (if-Block). Wenn der Ausdruck in den Klammern erfüllt wird, werden alle Argumente im Block ausgeführt. In unserem Beispiel: Wenn die Variable `wert` den Wert 123 hat, wird die Variable wieder auf 0 gesetzt.

LITERATUR

Arduino Projekt (2017). URL: <https://arduino.cc>.

Brühlmann, Thomas (2017). *Sensoren im Einsatz mit Arduino*. ISBN-13: 978-3-95845-152-0. mitp Verlag.

Schernich, Erik (2014). *Arduino für Kids*. ISBN-13: 978-3-8266-9470-7. mitp Verlag.