

CALLIOPE MINI

*EINE EXPLORATIONSSTUDIE IM
PÄDAGOGISCH-DIDAKTISCHEN KONTEXT*

– ABSCHLUSSBERICHT –

Deutsche
Telekom
Stiftung



Universität Bremen

Autor*innen:

Prof. Dr. Lydia Murmann

Prof. Dr. Heidi Schelhowe

Dr. Iris Bockermann

Simon Engelbertz

Saskia Illginnis

Antje Moebus

Oktober 2018



Unterstützt durch die Deutsche Telekom Stiftung

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchten wir uns beim Landesinstitut für Schule Bremen für die gute Kooperation bedanken. Vor allem gilt unser Dank auch den beteiligten Lehrkräften für ihr großes Engagement, für die Durchführung der Unterrichtseinheiten an den Schulen und für die Unterstützung bei der wissenschaftlichen Begleitung. Die Offenheit seitens der Schüler*innen wie auch deren Eltern hat uns die Untersuchung ermöglicht und bildete für uns die Basis.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung.....	11
1.1	Vorbemerkung.....	11
1.2	Zielsetzung der Untersuchung.....	12
2.	Theoretische und bildungspolitische Rahmung der Studie.....	15
2.1	Stand der digitalen Bildung – Bezugspunkte zur Kompetenzorientierung.....	15
2.2.	Ausblick auf zukünftige Bildungspläne	16
2.2.1	Aspekte informatischer Bildung.....	18
2.2.2	Algorithmisches Denken.....	18
2.3	Bezug zu den bestehenden Bildungsplänen	20
2.3.1	Das Fach ‚Mathematik‘	20
2.3.2	Das Fach ‚Sachunterricht‘	21
2.3.3	Fächerübergreifende Medienbildung.....	21
3.	Exploration, Untersuchungsdesign und Auswertungsmethoden	25
3.1	Organisatorische Rahmung der Studie.....	25
3.2	Fragestellungen und Gegenstand der Untersuchung	26
3.2.1	Schule A und Lerngruppe A	28
3.2.2	Schule B und Lerngruppe B1 sowie Lerngruppe B2	28
3.2.3	Schule C und Lerngruppe C	29
3.3	Heterogene Ausgangslagen der Schüler*innen und Lerngruppen	29
3.4	Entwicklung der Unterrichtseinheiten	30
3.5	Modifikationen im Verlauf des Projektes.....	32
3.6	Erhebungsinstrumente.....	33
3.7	Durchführung der Erhebung.....	35
3.8	Auswertungsmethoden.....	37
3.8.1	Fragebogenauswertung.....	38
3.8.2	Inhaltsanalytische Auswertung	38
4.	Ergebnisse.....	41
4.1	Konnte mit Calliope mini und der Programmierumgebung im Schulkontext gearbeitet werden?	42

4.1.1	Im Vorfeld geschaffene Bedingungen	42
4.1.2	Herausforderungen für Lehrkräfte und Material.....	43
4.1.3	Die Nutzung des Calliope mini zu Hause	46
4.1.4	Erfolgreich realisierte Settings	46
4.1.5	Anmerkungen zur Usability.....	49
4.2	Welche Kompetenzen der Schüler*innen konnten festgestellt werden?.....	51
4.2.1	Die Kompetenz ‚Zusammenarbeit‘	52
4.2.2	Die Kompetenz ‚Entwicklung und Umsetzung von Ideen‘.....	54
4.2.3	Die Kompetenz ‚Computer-Basics‘.....	57
4.2.4	Die Kompetenz ‚Programmierung eines Mikrocontrollers sowie Nachvollziehen informatischer Grundkonzepte‘	61
4.2.5	Die Kompetenz ‚Fachsprache – passives Verstehen und aktive Nutzung‘ ..	67
4.2.6	Die Kompetenz ‚Bewusste Wahrnehmung von Informatiksystemen und Automaten in der Lebenswelt‘	68
4.2.7	Die Kompetenz ‚Selbstwirksamkeit‘	71
4.2.8	Die Kompetenz ‚Lerntransfer‘	73
4.2.9	Die Kompetenz ‚Frustrationstoleranz‘	76
4.2.10	Die Kompetenz ‚Lernbereitschaft‘	78
4.3	Konnte algorithmisches Denken initiiert werden?	83
5.	Fazit und Ausblick.....	89
	Literaturverzeichnis	91
	Anhang	93

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck.....	17
Abbildung 2: Fragebogen zu Ausgangslagen – Frage 6 – Erfahrungen mit Computern	41
Abbildung 3 und 4: Weihnachtliches Programmieren – Ergebnisse der Schüler*innen.....	55
Abbildung 5: Abschlussfragebogen – Frage 4	56
Abbildung 6: Fragebogen zu Ausgangslagen – Frage 5	59
Abbildung 7: KIM-Studie 2016	60
Abbildung 8: Zeichnung einer Schülerin aus Schule C	68
Abbildung 9: Zeichnung eines Schülers aus Schule C	69

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 – Schulszenarien	27
Tabelle 2 – Ausgangslage der Lerngruppen	30
Tabelle 3 – Gegenüberstellung von Kompetenzstufen und Kompetenzrastern	84

1. EINLEITUNG

Der *Calliope mini* ist nicht der erste Mikrocontroller, der für Unterrichtszwecke entwickelt wurde. Aber er ist der erste Mikrocontroller, der in Deutschland gezielt für Grundschüler*innen entwickelt wurde und mit der Absicht verbunden ist, ihn flächendeckend einzusetzen. Nach der Vorstellung des *Calliope mini* in der Öffentlichkeit lösten diese Absichtserklärungen starke Reaktionen aus: zum einen eine Debatte über den Sinn des Programmierens in der Grundschule, zum anderen einerseits Begeisterung, andererseits Vorbehalte gegenüber der schnellen und breiten Distribution der Geräte. Denn welchen Bären dienst würde man einer Bildung für die digitale Welt erweisen, wenn zwar mit großem Einsatz Lernmaterialien an alle Grundschulen verteilt werden, diese dort aber – mangels erprobter Unterrichtskonzepte und mangels einer Bereitschaft der Lehrer*innen, mit ihnen zu arbeiten – ungenutzt liegen bleiben?

Der vorliegende Abschlussbericht zur Explorationsstudie *Calliope mini* stellt die Rahmenbedingungen und Zielsetzungen einer Unterrichtserprobung in drei Schulen sowie die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen der begleitenden Untersuchung vor. Er macht die erprobten Unterrichtskonzepte zugänglich und spricht Handlungsempfehlungen aus. Diese basieren angesichts der nur einjährigen Dauer des Projektes und der damit verbundenen Beschränkung auf vier Lerngruppen auf begrenzten Erfahrungen. Zugleich beziehen sie sich allerdings auf eine gewisse Breite an unterschiedlichen Ausgangsbedingungen mit Blick auf die beteiligten Schulen, Lehrpersonen sowie Schüler*innen.

Da generalisierende Aussagen auf dieser Grundlage nur vorsichtig getroffen werden können, konzentriert sich die Darstellung nicht ausschließlich auf Vorgehensweisen und Ergebnisse, sondern gibt Einblick in konkrete Bedingungen und Situationen, wie sie sich im Verlauf des Projektes an den Schulen zeigten. Die Studie stellt im Kontext eines gesellschaftlichen Prozesses zunehmender Digitalisierung einen Versuch dar, Ziele, Grenzen und Potenziale einer frühen schulischen Begegnung mit grundlegenden Funktionsweisen und Gestaltungsmöglichkeiten digitaler Technik am konkreten Beispiel zu untersuchen und aufzuzeigen.

Die Fragestellungen und Erkenntnisse beziehen sich daher zwar auch auf technische und infrastrukturelle Bedingungen der Durchführung von Unterricht mit dem *Calliope mini*. Sie fokussieren aber insbesondere auf die Lehr-Lern-Herausforderungen im Schulkontext. Zentral dafür sind die Inhalte und Lernhandlungen im Unterricht und die Perspektiven der Lehrpersonen sowie der Schüler*innen, die sich auf das Lernabenteuer ‚Programmierung‘ eingelassen haben.

1.1 VORBEMERKUNG

Hinter dem Projekt „Calliope“ steht eine gemeinnützige GmbH, in der auch die Internetbotschafterin der Bundesregierung mitwirkt sowie verschiedene große IT-Unternehmen und der Beirat „Junge Digitale Wirtschaft“ im Bundesministerium für Wirtschaft. Ziel der Initiative „Calliope“ ist es in erster Linie, die kompetente Nutzung von und das Interesse an digitaler Technik zu fördern, indem deutschlandweit jedem/jeder Schüler*in ab

Klassenstufe 3 ein *Calliope mini* zur Verfügung gestellt wird. Der Presse war zu entnehmen, dass es einen ersten Einsatz des Calliope im Saarland geben werde und weitere Bundesländer, u. a. Bremen, ihr Interesse bekundet haben, Calliope in den Schulen einzuführen. Auf dem IT-Gipfel 2016 in Saarbrücken wurde dann von der Calliope gGmbH das Mikrocontrollerboard öffentlichkeitswirksam vorgestellt.

Eine der frühen öffentlichen Reaktionen stammte von Patrick Beuth, Redakteur bei *ZEIT ONLINE*, der unter der Überschrift „Dieser Computer kann das Schulsystem revolutionieren“ seine Begeisterung zum Ausdruck brachte (Beuth 2016). Die Macher des *Calliope mini* äußerten sich trotz ihrer Überzeugung, dass eine flächendeckende Einführung wünschenswert sei, vorsichtiger und Bildungspolitiker*innen formulierten deutlich unterschiedliche Einschätzungen.

Im Januar 2017 gab es zur Einführung von Calliope eine kleine Anfrage an den Bremer Senat, die wie folgt beantwortet wurde:

Insgesamt sieht der Senat bei der eher technikgetriebenen Calliope-Initiative noch einen hohen methodisch-didaktischen Klärungsbedarf. Auch über die pädagogischen Implikationen eines Einsatzes gerade im Grundschulbereich gibt es noch keine Erkenntnisse. Vor einem flächendeckenden Einsatz favorisiert der Senat daher zunächst einen kleinen, begrenzten und wissenschaftlich begleiteten Calliope-Pilotversuch in Bremen, mit dem unmittelbare Erfahrungen gesammelt werden, um anschließend mit allen relevanten und beteiligten Akteuren die richtigen Schlüsse daraus ziehen zu können. (Senat der Freien Hansestadt Bremen 2016)

Die *Deutsche Telekom Stiftung* hatte zu diesem Zeitpunkt bereits die Initiative ergriffen, im Rahmen ihres Projektes „Digitales Lernen Grundschule“ die vorliegende Studie zu fördern.

1.2 ZIELSETZUNG DER UNTERSUCHUNG

Ziel der Explorationsstudie ist es, die Möglichkeiten, gegebenenfalls die Limitierungen und den notwendigen Modifikationsbedarf des Mikrocontrollers Calliope und der Programmierungsumgebung für den Grundschulunterricht, zu eruieren, vor allem aber auch zu explorieren, inwieweit die Förderung von Medienbildung und informatischer Bildung (insbesondere auch algorithmischem Denken) in der Grundschule mit dieser Technologie möglich ist. Im Einzelnen wurden folgende Ziele verfolgt:

- Die vorliegende Hardware und Programmierungsumgebung wird daraufhin geprüft, ob sie funktional für die Grundschule geeignet und einsatzfähig sein kann. Die Usability soll in einer ersten Einschätzung auf ihre Eignung für Grundschüler*innen geprüft werden.
- Fachdidaktiker*innen entwickeln pädagogisch-didaktische Unterrichtseinheiten, exemplarisch für die Fächer ‚Mathematik‘ und ‚Sachunterricht‘ sowie für die fächerübergreifende Medienbildung. Mit diesen soll exploriert werden, inwiefern auf der Basis existierender Lernsettings und Kompetenzbeschreibungen die Arbeit in der Grundschule projiziert werden kann.

- Die Erprobung von Lernumgebungen und Unterrichtseinheiten mit der Hardware *Calliope* und der entsprechenden Programmierumgebung in Grundschulklassen im Bundesland Bremen soll Aufschluss darüber geben, ob und wie mit solchen Mikrocontrollerboards und entsprechender Software in der Grundschule gearbeitet werden kann. Die Unterrichtsversuche sollen erste Erkenntnisse dazu liefern, welche Kompetenzen gefördert werden können. Ein besonderes Augenmerk liegt darauf, ob und wie algorithmisches Denken initiiert werden kann.

2. THEORETISCHE UND BILDUNGSPOLITISCHE RAHMUNG DER STUDIE

2.1 STAND DER DIGITALEN BILDUNG – BEZUGSPUNKTE ZUR KOMPETENZORIENTIERUNG

Die Bedeutung der Vermittlung einer grundlegenden, verpflichtenden Medienbildung ist seit der 2012 beschlossenen Empfehlung „Medienbildung in der Schule“ im bildungspolitischen Diskurs verankert, wenn auch in den Bundesländern und der Schulpraxis sehr unterschiedlich umgesetzt (Kultusministerkonferenz [KMK] 2012). Die ICILS-Studie 2013 (Bos et al. 2014), die Kompetenzen für eine Teilhabe an der digitalen Welt in mehr als zwanzig verschiedenen Ländern untersucht, hat die Diskussionen um eine Entwicklung der digitalen Kompetenzen weiter befördert. Seit der Dagstuhl-Erklärung (Gesellschaft für Informatik [GI] 2016) haben sich Vertreter*innen der Medienpädagogik und der Informatik über eine Verzahnung beider Disziplinen verständigt. Da digitale Medien die kulturelle, wirtschaftliche und soziale Welt, sowohl die Arbeits- als auch die Lebenswelt, prägen, bleibt insbesondere die Welt der Kinder in der Gegenwart und der Zukunft von der digitalen Omnipräsenz nicht unberührt. Ziel ist, dass Schüler*innen die notwendigen Schlüsselkompetenzen erhalten, damit sie verantwortungsbewusst, kritisch, aber auch gestaltend an der sie umgebenden Welt teilhaben können. Zu den Schlüsselkompetenzen in der Grundschule – so fordern zunehmend Medien- und Bildungsexpert*innen, Wirtschaftsvertreter*innen und Politiker*innen – gehört neben Rechnen, Schreiben und Lesen auch der kompetente Umgang mit digitalen Medien und dies schließt das Verständnis für grundlegende informatische Konzepte ein (Alphen 2018; Carle 2015; Kerkmann 2017; Stiftung Haus der kleinen Forscher 2017).

In der laufenden Diskussion um Gewichtung und Ausgestaltung von Medienbildung und informatischer Bildung setzte die KMK im Dezember 2016 mit ihrem Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“ ein Signal (KMK 2016). Dieses Strategiepapier, zu dessen Umsetzung sich alle Bundesländer verpflichtet haben, beinhaltet, dass die bestehenden Rahmen- und Lehrpläne angepasst und dass sowohl die bisher praktizierten Lehr- und Lernformen und die Struktur von Lernumgebungen überdacht und neu gestaltet als auch die Bildungsziele kritisch überprüft und erweitert werden müssen.

Für den Kompetenzrahmen, der die Grundlage dieser Strategie bildet, wurde der Begriff ‚Medienbildung‘ durch eine Bezugnahme auf Digitalität abgelöst, um zukünftig noch stärker den von Digitalität geprägten Umgang mit Medien zu betonen. Das Strategiepapier geht im Hinblick auf die konkreten Anforderungen an eine schulische „Bildung in der digitalen Welt“ über die bisher entwickelten Konzepte zur Medienbildung hinaus und soll als Grundlage für die künftige Überarbeitung von Bildungs-, Lehr- und Rahmenplänen der Unterrichtsfächer seitens der Länder dienen (KMK 2016).

Für die Umsetzung werden zwei Ziele benannt: 1. die curriculare Einbindung der Kompetenzen für die digitale Welt – nicht in einem eigenen Fach, sondern fachspezifisch in

allen Fächern – und 2. die pädagogisch fundierte Einbeziehung der Potenziale digitaler Medien und Bearbeitungsmöglichkeiten in Lehr- und Lernprozesse (KMK 2016).

Es werden sechs Kompetenzbereiche benannt: 1. das Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren, 2. das Kommunizieren und Kooperieren, 3. das Produzieren und Präsentieren, 4. das Schützen und Sicher-Agieren, 5. das Problemlösen und Handeln sowie 6. das Analysieren und Reflektieren. Während der erste bis vierte und der sechste Bereich in der Medienbildung schon mehr oder weniger Berücksichtigung fand (KMK 2016), ist für eine zukünftige verpflichtende informatische Grundbildung der neue fünfte Kompetenzbereich, das Problemlösen und Handeln, bedeutsam, der explizit die Kompetenz „Algorithmen erkennen und formulieren“ benennt. Darunter fasst das Papier folgende Teilkompetenzen zusammen:

- Funktionsweisen und grundlegende Prinzipien der digitalen Welt kennen und verstehen.
- Algorithmische Strukturen in genutzten digitalen Tools erkennen und formulieren.
- Eine strukturierte, algorithmische Sequenz zur Lösung eines Problems planen und verwenden.

Allerdings wird im KMK-Strategiepapier nicht präzisiert, wo und in welcher Schulstufe die Kompetenzbereiche im Curriculum verankert werden sollen. Explizit wird allerdings darauf verwiesen, dass die Vermittlung digitaler Kompetenzen schon in der Grundschule beginnen soll.

2.2. AUSBLICK AUF ZUKÜNFTIGE BILDUNGSPLÄNE

Alle Bundesländer haben sich verpflichtet, ihre Lehr- und Bildungspläne anzupassen. In einigen Bundesländern gibt es Überlegungen, informatische Ansätze in die Medienbildung einzubeziehen. Hier sei beispielhaft auf Umsetzungsstrategien zu den von der KMK formulierten Kompetenzen in Nordrhein-Westfalen verwiesen, wo der neue Medienkompetenzrahmen Orientierung für die Entwicklung der Kernlernpläne und die Weiterentwicklung der Schulcurricula bietet (Medienberatung NRW 2018).

In diesem Medienkompetenzrahmen werden Medienbildung und informatische Bildung miteinander verzahnt. Er sieht für den Grundschulunterricht explizit die Vermittlung algorithmischer Grundbegriffe und das Programmieren in einfachen Programmierungsumgebungen vor.

Grundschul Kinder am Ende der Klasse 4 erkennen algorithmische Muster und Strukturen in verschiedenen Kontexten, z. B. bei Verkehrsschaltungen auf dem Schulweg, und können diese nachvollziehen und reflektieren. Sie formalisieren und beschreiben Probleme und entwickeln Problemlösestrategien. Dazu planen und nutzen sie Algorithmen und Modellierungskonzepte auch in einfachen Programmierungsumgebungen, z. B. bei Robotern, Mikrocontrollerboards oder Programmier-Apps. Sie beurteilen die gefundenen Lösungsstrategien. Grundschul Kinder beschreiben und reflektieren die Einflüsse von Algorithmen auf die digitalisierte Gesellschaft sowie die Auswirkungen der Automatisierung für die eigene Lebenswirklichkeit, z. B. in Bezug auf Abläufe im Alltag. (Medienberatung NRW 2018, S. 22)

Es gibt derzeit zahlreiche Initiativen in den Bundesländern oder an einzelnen Schulen, die medienpädagogisch-informatische Konzepte in den Unterricht integrieren, auch wenn noch keine entsprechenden Lehrpläne vorliegen.

Aus den allgemein formulierten Aufgaben von Grundschulen (und den Fächern) lässt sich eine Integration von Medienpädagogik und informatischer Bildung ohne Weiteres ableiten. Auch die Gestaltungsspielräume der Grundschule lassen es in der Regel zu, dass neue Inhalte – wenn sie pädagogisch-didaktisch für sinnvoll gehalten werden – in das Schulcurriculum aufgenommen werden können.

Um die für die Informationsgesellschaft wichtigen Kompetenzen jedoch verpflichtend einzuführen, bedarf es der verbindlichen Verankerung in Bildungsplänen, geeigneter Handreichungen und Unterrichtsbeispielen für die Lehrenden sowie der verpflichtenden Einbindung in die Aus- und Weiterbildung der jetzigen und zukünftigen Lehrkräfte.

Mit dem Entwurf „Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich“ hat der Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2016) eine Diskussionsgrundlage für die Ausgestaltung der informatischen Bildung vorgelegt. „Die Informationsgesellschaft verlangt daher nach einer neuen, zusätzlichen Sichtweise innerhalb der Allgemeinbildung: der informatischen Bildung. Bezugswissenschaft ist die Informatik, welche allgemeine Gesetzmäßigkeiten informationsverarbeitender Prozesse in Gesellschaft, Natur und Technik untersucht, diese Prozesse in Informatiksystemen transparent macht und sie konstruktiv nutzt. Informatik ergänzt und überschreitet die Gegenstandsbereiche und Methodenspektren anderer Fachdisziplinen. Informatisches Modellieren und Problemlösen ist ein kreativer Prozess, in dem Theorie, Abstraktion und Design verknüpft sind. Die Denkweisen und Werkzeuge der Informatik haben in alle Gebiete von Wissenschaft, Wirtschaft und Technik Eingang gefunden“ (Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI 2018).

Für die Erweiterung der medienpädagogischen Bildung um informatische Themen zu einer digitalen Bildung, die fächerübergreifend vermittelt wird, ist eine Positionierung in fachdidaktischer Hinsicht notwendig. Der allgemeinbildende Anspruch der Medienbildung enthält auch eine informatische Perspektive (siehe Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck, GI 2016).



Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck

Es wird die technologische, gesellschaftlich-kulturelle sowie die anwendungsbezogene Perspektive in den Blick genommen.

2.2.1 ASPEKTE INFORMATISCHER BILDUNG

Die für die Informatik-Didaktik von Schubert und Schwill (2004) vorgelegten fundamentalen Ideen zur informatisch-algorithmischen Grundbildung beschreiben ein Kriteriengerüst nach Bruner (1970), das erfüllt sein muss, um als bildungsrelevant bezeichnet zu werden. Dazu gehörten: 1. das Horizontalkriterium, das bedeutet, dass die Ideen in verschiedenen Bereichen anwendbar oder erkennbar sind, 2. das Vertikalkriterium, das besagt, dass die Ideen auf jedem intellektuellen Niveau aufgezeigt und vermittelt werden können, 3. das Zeitkriterium, mit dem gemeint ist, dass die Ideen in der historischen Entwicklung deutlich wahrnehmbar und längerfristig relevant sind, und 4. das Sinnkriterium, das bedeutet, dass die Ideen einen Bezug zu Sprache und Denken des Alltags und der Lebenswelt herstellen.

Auch für die Einführung erster informatischer Inhalte in der Grundschule ist dieses Kriteriengerüst geeignet. Mit ihm kann der allgemeinbildende Charakter einer Elementarinformatik begründet werden, der Anknüpfungspunkte zu Schulfächern und zum Alltagsleben der Kinder aufweist. Mit dem Kriteriengerüst wird darauf verwiesen, dass Ideen auf einem altersgemäßen Niveau zu vermitteln sind und dass es nicht um die Bedienung eines kurzfristigen technologischen Hypes geht, sondern um die Vermittlung grundlegender Inhalte, die für die zukünftige (Schul)Bildung und das Leben in einer digitalen Welt bedeutsam sind.

Schwill betonte die Bedeutung der Vermittlung von Grundlagen der Informatik bereits 1993: „Es ist unverzichtbar, daß den Schülern ein Bild von den grundlegenden Prinzipien, Denkweisen und Methoden (den fundamentalen Ideen) der Informatik vermittelt wird. Nur von diesen Ideen ist eine längerfristige Gültigkeit zu erwarten. Neuere Erkenntnisse erscheinen dann häufig nur als Variation eines bereits vertrauten Sachverhalts und können über die einmal gelernten Ideen leichter erschlossen werden“ (S. 1).

Schwill hat als sogenannte Masterideen Algorithmen, die strukturierte Zerlegung und Sprache entwickelt. Kortenkamp, Etzold und Mahns betrachten die Masterideen ‚Algorithmisierung‘ und ‚Sprache‘ mit dem Bindeglied ‚Verlaufsbeschreibung‘ als geeignet für die informatisch-algorithmische Grundbildung in der Grundschule (2018). Für das Herstellen von Algorithmen halten sie für die Primarstufe die Grundbausteine ‚Folge‘, ‚Verzweigung‘ und ‚Wiederholung‘ für relevant.

2.2.2 ALGORITHMISCHES DENKEN

Ein Fokus der Evaluationsstudie ist die Frage, ob mit den entwickelten Unterrichtseinheiten und dem Umgang mit einem Mikrocontroller gefördert werden kann, dass die Schüler*innen algorithmisches Denken entwickeln.

Das Forscherteam ging von der allgemeinen Definition aus, dass ein Algorithmus eine präzise Folge von Anweisungen zum Lösen eines genau definierten Problems ist. Das Algorithmisieren wird als eine wesentliche überfachliche Kompetenz gesehen, die im Informatikunterricht vermittelt werden kann. Die Fähigkeit, für ein gegebenes Problem eine festgelegte Folge von Lösungsschritten zu finden, stelle eine Kompetenz dar, die in vielen Bereichen und auch im Alltag bedeutsam ist (Hoffmann, Wendlandt, & Wendlandt 2017).

Damit Anweisungen von informatischen Systemen verarbeitet werden können, müssen sie in einer strukturierten, formalisierten und automatisiert zu verarbeitenden Form, in Computerprogrammen, beschrieben werden. Für die Entwicklung der Unterrichtseinheiten bedeutete dies, die Schüler*innen zu befähigen, sich dem Inhalt ‚Algorithmen‘ stufenweise zu

nähern. Zunächst sollte eine Definition unter Verwendung des Fachbegriffs eingeführt und erklärt werden. Dann sollten Schüler*innen Algorithmen im Alltag benennen und selbst entwickeln können, wie zum Beispiel Bauanleitungen oder Rezepte, und dann sollten algorithmische Strukturen von Informatiksystemen kennengelernt werden (Ampelanlagen, Rolltreppen etc.) und mit den Funktionalitäten des *Calliope mini* in Verbindung gebracht werden. Anschließend sollten algorithmische Strukturen für ein Informatiksystem mit vorgegebenen Aufgaben zunächst beschrieben und dann ausgeführt werden. Zuletzt sollten die Schüler*innen selbst eine algorithmische Struktur für ein eigenes Projekt entwickeln. Dafür wurde vom Forschungsteam ein Rastervorschlag erstellt, der die Kenntnisstufen im Algorithmisieren beschreibt:

- Stufe 1: Algorithmische Strukturen im Alltagsleben erkennen.
- Stufe 2: Algorithmische Strukturen von Automaten kennen.
- Stufe 3: Algorithmische Strukturen für Automaten nach Anleitung entwickeln.
- Stufe 4: Algorithmische Strukturen für ein eigenes Projekt entwickeln.

Algorithmische Denkweisen werden auch heute schon in Grundschulen implizit gefördert (zum Beispiel das Verstehen und Anwenden eines schriftlichen Rechenverfahrens und das Anwenden und Selbsterstellen einer Rezept- oder Bastelanleitung), aber in der Ausrichtung auf informatische Systeme ist dies neu.

In der bildungspolitischen Diskussion wird in Frage gestellt, ob die Vermittlung von Kompetenzen für die digitale Welt, zum Beispiel auch das Algorithmisieren, in der Grundschule zwangsläufig durch den Einsatz von Computern/Mikrocontrollern vermittelt werden oder ob dies nicht sinnvoller ohne Informatiksysteme geschehen sollte (vgl. zum Beispiel Computer Science Education Research Group at the University of Canterbury 2018; Bell, Witten, & Fellows 1998).

Es gibt einige Beispiele in wissenschaftlichen Studien und Pilotprojekten aus der Schulpraxis, die diese Vorgehensweise aufgrund fehlender Ausstattung in den Schulen empfehlen. Es wird aber auch pädagogisch-didaktisch argumentiert: So sei ein Computereinsatz ablenkend und führe durch reines Ausprobieren ohne strukturierte Vorgehensweise zu einem geringen Verständnis der grundlegenden informatischen Konzepte.

Das Forscherteam geht demgegenüber davon aus, dass die Nutzung von Geräten, mit denen Schüler*innen inzwischen aus dem Alltag mehr als vertraut sind, pädagogisch-didaktisch sinnvoll(er) ist: einerseits, um fundiertere Kompetenzen im Hinblick auf ihre Nutzung zu erwerben, und andererseits ist auch deutlich, dass gerade die Verbindung zwischen mentalen Konzepten, realen Anwendungen und konkretem, handlungsorientiertem Umgang, den die neuen ‚be-greifbaren‘ Technologien bieten, die geeignete Form der Vermittlung algorithmischen Denkens ist. Für die Schüler*innen ist dies spannend, es weckt ihre Motivation und ihr Interesse daran, sich mit informatischen Prozessen zu beschäftigen.

Die Schüler*innen sollen sehen, dass die Programme, die sie schreiben, nicht nur im Computer Auswirkungen haben, zum Beispiel in Form einer Simulation des *Calliope* auf dem Computer, sondern auf andere Systeme und Alltagsgeräte übertragen werden können und somit auch in der physikalischen Welt Auswirkungen haben. Sie sollen Sensoren und Aktoren kennenlernen, um zu verstehen, wie der *Calliope* und Computersysteme generell über die Programmierung mit der Umwelt interagieren können.

2.3 BEZUG ZU DEN BESTEHENDEN BILDUNGSPLÄNEN

Durch die föderale Struktur des deutschen Bildungswesens sind die Lehr- und Bildungspläne auf Landesebene unterschiedlich und ihre Betrachtung würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen. Um aber auch nicht nur die Besonderheiten eines Landes zugrunde zu legen, wird an dieser Stelle vorwiegend auf nationale Bildungsstandards bzw. Empfehlungen der KMK, auf die sich die Bildungs- und Kultusministerien der Länder beziehen, zurückgegriffen.

Einige Bildungspläne bzw. curriculare Empfehlungen fachdidaktischer Gesellschaften enthalten Kompetenzbeschreibungen, die sich mit informatischen Inhalten verknüpfen lassen. Wir stellen die entsprechenden Kompetenzbereiche exemplarisch für die Unterrichtsfächer ‚Mathematik‘ und ‚Sachunterricht‘ sowie für die fächerübergreifende Medienbildung dar.

2.3.1 DAS FACH ‚MATHEMATIK‘

Für das Fach ‚Mathematik‘ gelten seit 2004 bundesweit verbindliche Bildungsstandards. Unter grundlegenden mathematischen Kompetenzen werden das Problemlösen, das Kommunizieren, das Argumentieren, das Modellieren und das Darstellen verstanden. Diese knüpfen inhaltlich an die zentralen Leitideen „Zahlen und Operationen“, „Raum und Form“, „Muster und Strukturen“, „Größen und Messen“, „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ an, die der Entwicklung spezieller mathematischer Sach- und Methodenkompetenzen sowie der Aneignung von Lerntechniken zur Strukturierung und Vernetzung mathematischen Wissens dienen (KMK 2015).

Insbesondere die allgemeine mathematische Kompetenz des Problemlösens, aber auch das Darstellen, Kommunizieren, Argumentieren, Umgehen mit symbolischen, formalen und technischen Elementen und das Modellieren können mittels Bezügen zur digitalen Welt u. a. durch Algorithmisierung und Entwicklung von Programmen erweitert werden.

Das Ziel ist die Entwicklung eines gesicherten Verständnisses mathematischer Inhalte. Die allgemeinen mathematischen Kompetenzen verdeutlichen, dass die Art und Weise der Auseinandersetzung mit mathematischen Fragen ein wesentlicher Teil der Entwicklung mathematischer Grundbildung ist. Deren Entwicklung hängt nicht nur davon ab, welche Inhalte unterrichtet wurden, sondern in mindestens gleichem Maße davon, wie sie unterrichtet wurden, d. h., in welchem Maße den Kindern Gelegenheit gegeben wurde, selbst Probleme zu lösen [...] (KMK 2004, S. 6)

Das Problemlösen durch Erkennen von Algorithmen, die Entwicklung von Algorithmen und auch Explorationen bei der Nutzung von Algorithmen für Alltagsaufgaben oder für Informatiksysteme können diesem Anspruch gerecht werden.

Im Rahmenlehrplan Grundschule für das Fach ‚Mathematik‘ der Länder Bremen, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern von 2004/2005 wird im Themenfeld „Daten und Zufall“ in den Jahrgangsstufen 3/4 die Anforderung „Einfache Zufallsexperimente planen, durchführen und dokumentieren“ aufgeführt. Ähnliches findet sich in anderen Bildungsplänen. Dazu heißt es in den Erläuterungen:

Betrachtungen zur Wahrscheinlichkeit werden zumeist an die Durchführung von Spielen gebunden. In diesem Zusammenhang gewinnen Schülerinnen und

Schüler auch Erfahrungen mit einfachen Zufallsexperimenten, dabei lernen sie Charakteristika einzelner Zufallsgeräte kennen und sicher mit diesen umzugehen. (Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin, Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen, & Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern 2004, S. 31)

Eine der in der Studie durchgeführten Unterrichtseinheiten beschäftigt sich mit den Begrifflichkeiten ‚Zufall‘, ‚Pech‘ und ‚Glück‘. Die Schüler*innen sollten mit dem Mikrocontroller für ein Pferderennspiel ein Würfelprogramm erstellen.

2.3.2 DAS FACH ‚SACHUNTERRICHT‘

Für das Fach ‚Sachunterricht‘ existieren keine KMK-Bildungsstandards. Von der KMK liegen jedoch Empfehlungen für die Arbeit in der Grundschule vor:

Der Sachunterricht begründet sich in der Wahrnehmungswelt und Denkweise des Kindes und verkörpert diese durch einen vernetzten Ansatz. Ausgehend von der Lebenswelt der Kinder nimmt er die Fragen der Kinder auf und klärt sie exemplarisch zunehmend mit Hilfe fachlicher Konzepte, Methoden und Theorien. Er kultiviert das kritisch-prüfende Nachdenken und den Austausch der Argumente. Dadurch erschließen sich für die Kinder neue Welt- und Denkhorizonte, die ihnen helfen, ihre eigene Welt besser zu verstehen und mitzugestalten. (KMK 2015, S. 14)

Der „Perspektivrahmen Sachunterricht“ in der überarbeiteten Fassung von 2013 der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) enthält ein Kompetenzmodell für den Sachunterricht. Zu den perspektivübergreifenden Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen werden sechs Kompetenzen benannt: 1. das Erkennen/Verstehen, 2. das Eigenständig-Arbeiten, 3. das Evaluieren und Reflektieren, 4. das Kommunizieren/Mit-anderen-Zusammenarbeiten, 5. das Den-Sachen-interessiert-Begegnen sowie 6. das Umsetzen/Handeln. Zu den perspektivbezogenen Kompetenzen bzw. Kompetenzansprüchen gehören:

1. Politik – Wirtschaft – Soziales (sozialwissenschaftliche Perspektive)
2. Die belebte und unbelebte Natur (naturwissenschaftliche Perspektive)
3. Räume – Naturgrundlagen – Lebenssituationen (geografische Perspektive)
4. Zeit – Wandel (historische Perspektive)
5. Technik – Arbeit (technische Perspektive)

Weiterhin gibt es die folgenden die einzelnen Perspektiven vernetzenden Themenbereiche: 1. „Mobilität“, 2. „Nachhaltige Entwicklung“, 3. „Gesundheit und Gesundheitsprophylaxe“ sowie 4. „Medien“. Es wird darauf hingewiesen, dass es u. a. die Aufgabe des Sachunterrichts ist, die Kinder darin zu unterstützen, ihre technisch geprägte Umwelt sachgerecht zu verstehen, sie sich bildungswirksam zu erschließen und sich darin zu orientieren, mitzuwirken und zu handeln (GDSU 2013, S. 9).

2.3.3 FÄCHERÜBERGREIFENDE MEDIENBILDUNG

Das in der Länderkonferenz Medienbildung entwickelte Konzept für die schulische Medienbildung ist sehr umfassend. In den KMK-Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule in der

Fassung von 2015 enthält die fächerübergreifende Medienbildung (Vorläufer des Kompetenzmodells zur „Bildung in der digitalen Welt“) bisher noch keine ausgewiesenen informatischen Bildungsansätze, aber auch dort sind „Medien [...] im Unterricht jedes Fachs der Grundschule sowohl Werkzeug als auch Gegenstand des Lernens. Anknüpfend an ihre Vorerfahrungen erweitern die Kinder ihre Medienkompetenz und werden auf die selbstbestimmte Teilhabe an der multimedialen Welt vorbereitet, indem sie Gelegenheit haben, Medien aller Art sachgerecht und produktiv zu nutzen [...]“ (KMK 2015, S. 17).

Es liegen Empfehlungen der KMK zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung vor, die in der vierjährigen Grundschule, vor allem im Sachunterricht, im Werken und in der Medienbildung stattfinden soll (KMK 2009, S. 4 – 6). Dort heißt es im „Maßnahmenkatalog“, dass die Länder sich auf Maßnahmen in den folgenden Handlungsfeldern einigen:

- „Handlungsfeld ‚Gesellschaftliche Akzeptanz‘“: „[...] bei den Kindern zu einem frühen Zeitpunkt ein nachhaltiges Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen wecken [...]“
- „Handlungsfeld ‚Elementarbereich‘“: „naturwissenschaftlich-technische Bildungsziele für die Bildungsarbeit in Kindertageseinrichtungen entwickeln und in den Orientierungsrahmen für die Arbeit in Kindertagesstätten und Grundschulen einbeziehen; frühkindliche Bildung in den Kindertageseinrichtungen auf der Grundlage abgestimmter Bildungsziele mit den Teilbereichen naturwissenschaftlich-technische und mathematische Grunderfahrungen etablieren; die Entwicklung feinmotorischer und manuell-technischer Fähigkeiten und Fertigkeiten fördern [...]“
- „Handlungsfeld ‚Primarbereich‘“: „an die Erfahrungs- und Erlebniswelt der Kinder anknüpfend naturwissenschaftlich-technische Anteile im Lernbereich des Sachunterrichts systematisch stärken und entsprechende Empfehlungen (länderübergreifende Vorgaben) für diesen Lernbereich in den Jahrgangsstufen 1 bis 4 entwickeln; an experimentelle Tätigkeiten heranzuführen und eine informatische Vorbildung sichern“

3. EXPLORATION, UNTERSUCHUNGSDESIGN UND AUSWERTUNGSMETHODEN

3.1 ORGANISATORISCHE RAHMUNG DER STUDIE

Die von der *Deutschen Telekom Stiftung* geförderte Explorationsstudie wurde von der *Universität Bremen* unter Leitung von Prof. Dr. Lydia Murmann durchgeführt und hatte eine Laufzeit von Mai 2017 bis Mai 2018. Zum Forscherteam gehörten weiterhin Prof. Dr. Heidi Schelhowe, Prof. Dr. David A. Reid, Dr. Iris Bockermann, Saskia Illginnis, Simon Engelbertz und Antje Moebus. Drei Lehrkräfte aus Bremer Schulen, André Sebastiani, Jörn Frankenfeld und Sarah Hogenkamp, unterstützten das Forscherteam mit ihrer Fachexpertise und in der praktischen Umsetzung. Es bestand eine inhaltliche Anbindung an das bundesweite Projekt „Digitales Lernen Grundschule (DLG)“, das an der Universität Bremen mit dem Teilprojekt „Digitale Medien inklusive! (DMI)“ durchgeführt wurde. Auf regionaler Ebene fand ein regelmäßiger Austausch mit dem Landesinstitut für Schule (LIS) statt und auf überregionaler Ebene gab es von der *Deutschen Telekom Stiftung* initiierte Treffen, die die Medienbildung in der Grundschule und den Einsatz des *Calliope mini* zum Thema hatten.

Die Feldstudie wurde im ersten Halbjahr 2017/2018 vom 14.08.2017 bis 25.01.2018 in drei Schulen und vier Lerngruppen (insgesamt 67 Schüler*innen) – einer Lerngruppe aus Jahrgangsstufe 4 und drei Lerngruppen aus Jahrgangsstufe 3 – durchgeführt. Die Fragestellungen der Untersuchung erfordern die Durchführung von Unterricht mit dem *Calliope mini* im regulären Schulkontext. Für die Studie wurden daher mehrere Unterrichtseinheiten konzipiert und im Zuge ihrer Erprobung auch weiterentwickelt. Umgesetzt wurde der Unterricht an Schulen und in Lerngruppen, die deutliche Unterschiede hinsichtlich der Schülerschaft, der Beziehung der Lehrpersonen zu den Lerngruppen, der Gruppengröße und der schulischen Rahmenbedingungen (Stundenraster und Ausstattung) aufwiesen.

In den Schulen stand eine WLAN-Verbindung zur Verfügung und jeweils zwei Schüler*innen konnten mindestens einen Computer oder Laptop nutzen. Für Präsentationen und zur Demonstration stand ein Beamer bereit. Für jeden/jede Schüler*in war ein *Calliope*-Mikrocontroller verfügbar, der auch während des Projektes mit nach Hause genommen werden konnte. Die beteiligten Lehrkräfte haben sich die notwendigen Kenntnisse im Umgang mit dem *Calliope* und der Programmierungsumgebung nach einer kurzen Einführung selbst angeeignet. Zwei Lehrkräfte sind als Medienexperten auch Mitarbeiter am LIS.

Das Studienprojekt und der geplante Einsatz des *Calliope mini* wurden Kollegien der Schulen und Eltern im Vorfeld auf Informationsveranstaltungen vorgestellt. Aus den Rückmeldungen kann auf eine positive Einstellung der Lehrkräfte und Eltern geschlossen werden.

Die Studie zielte neben einem formativen Assessment der Unterrichtskonzeptionen vorrangig auf die Klärung von Gelingensbedingungen des Unterrichts sowie eine Einschätzung des Lernpotenzials der Unterrichtsarbeit mit dem *Calliope mini* und berücksichtigte dabei die

Perspektiven der Schüler*innen, der Lehrpersonen und die Beobachtungen des Forscher*innenteams.

Die Fragestellungen der Untersuchung, die Schul- und Unterrichtskontexte sowie das Forschungsdesign und die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind Gegenstand des folgenden empirischen Teils der Explorationsstudie.

3.2 FRAGESTELLUNGEN UND GEGENSTAND DER UNTERSUCHUNG

Die Studie fokussiert auf vier zentrale Fragestellungen. Diese werden im Folgenden kurz erläutert:

1. Konnte mit dem *Calliope mini* und der Programmierumgebung im Schulkontext gearbeitet werden?

Bevor Schulen mit dem *Calliope mini* ausgestattet werden, muss gewährleistet sein, dass Schüler*innen mit dem *Calliope mini* und der Programmierumgebung in den Grundschulen arbeiten und lernen können. Um diese Frage zu beantworten, wurden zu Beginn der Explorationsstudie einige Bedingungen geschaffen, so dass eine Durchführung in den drei Grundschulen möglich wurde. Dazu zählte beispielsweise die Bereitstellung von WLAN im Klassenzimmer und einer ausreichenden Anzahl an Laptops für die Schüler*innen. Neben diesen Ausstattungsfragen, zeigten sich im Einsatz und bei der Durchführung des Projektes, dass den Nutzer*innen die Routine fehlte, dass sie technische Bedienungsschwierigkeiten hatten und dass das Zeitmanagement nicht immer glückte. Die Zusammenarbeit der Schüler*innen untereinander klappte von Beginn des Projektes gut und auch die Anlage der didaktisch-methodischen Settings mussten nur wenig modifiziert werden.

2. Welche Kompetenzen der Schüler*innen konnten festgestellt bzw. gefördert werden?

Diese Fragestellung zielt darauf ab, zu ermitteln, was die Schüler*innen können bzw. was einige von ihnen können. Es werden sowohl Erfolge als auch Schwierigkeiten, die Schüler*innen hatten, sowie auch Momente des Scheiterns erfasst. Es wird stets berücksichtigt, welches Ziel mit der Unterrichtseinheit verfolgt wurde und was zur Erreichung des Ziels beigetragen hat und was nicht. Eng damit zusammenhängend wird auch untersucht, welche Kompetenzen im Hinblick auf die Projektziele erreicht werden, um zum Ende des Projektes den Lernfortschritt der Schüler*innen skizzieren zu können. Es werden sowohl gezielt angestrebte als auch weitere Kompetenzen berücksichtigt, um ein umfassendes Bild von den Fähigkeiten und Lernerfolgen zeichnen zu können.

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, wird betrachtet, welche Arbeitsaufträge die Schüler*innen erfolgreich bzw. nicht erfolgreich bearbeiten, bei welchen sie besonders neugierig und aktiv sind, wo sie Kreativität zeigen und wo sie bei der Bearbeitung Schwierigkeiten haben. Dabei wird die Engagiertheit und die Involviertheit der Schüler*innen betrachtet, das heißt, es wird geprüft, wo sie engagiert arbeiten, wo sie zum Ausdruck bringen, was ihnen gefällt, und wo sie aufmerksam sind und Fragen stellen. Die Erhebung und Darstellung der Kompetenzen gibt Hinweise darauf, wie sich diese im Kompetenzraster der KMK-Strategie (KMK 2016) und den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) verorten lassen.

3. Konnte algorithmisches Denken initiiert werden? Falls ja, woran zeigt sich das?

Diese Frage fokussiert darauf, ob algorithmisches Denken der Schüler*innen während der Unterrichtseinheiten mit dem *Calliope mini* feststellbar war und, falls ja, woran sich dies ausmachen lässt und inwiefern die Arbeit mit dem *Calliope mini* dazu beitrug. Zu Erhebung, Auswertung und Bewertung algorithmischen Denkens wird im Folgenden Detaillierteres dargestellt werden.

4. Welche Handlungsempfehlungen lassen sich aus den Ergebnissen extrahieren?

Resultierend aus den Ergebnissen konnten für den Einsatz des *Calliope mini* in Grundschulen Handlungsempfehlungen formuliert werden. Damit Lehrkräfte einen möglichst niedrigschwelligen Zugang und Einstieg ins Themenfeld erhalten, wurden im Zuge dieser Studie die modifizierten Unterrichtsmaterialien in Verbindung mit Empfehlungen für Lehrkräfte zum Einsatz in der Klasse erstellt. Handlungsempfehlungen sind in diesem Bericht in Abschnitt 4.1.2, Abschnitt 4.1.3, Abschnitt 4.1.4 und Abschnitt 4.2.5 zu finden. Die *Lehrerhandreichung*, in der die Handlungsempfehlungen zusammengefasst sind, ist für den praktischen Einstieg von Lehrkräften in die pädagogisch-didaktische in den Unterricht der Grundschule integrierte Nutzung des *Calliope mini* entwickelt worden.

Die Rahmenbedingungen der beteiligten Schulen und Lerngruppen waren unterschiedlich. Das breite Spektrum bietet für die Studie viel Material, weil sie die Schulrealität in ihrer Vielfalt einfängt und abbilden kann. Die Rahmungen und Unterschiede werden im Folgenden kurz skizziert. Zunächst werden in tabellarischer Form besondere Kennzeichen der beteiligten Schulen markiert:

Tabelle 1 – Schulszenarien

	Schule A	Schule B	Schule C
Schulform	3-zügige Grundschule, Halbtagschule	2- bis 3-zügige Grundschule, Ganztagschule	3-zügige Grundschule, Halbtagschule
Anzahl der Schüler*innen	172	241	293
Einzugsgebiet	Schülerschaft vorwiegend aus bildungsnahen Elternhäusern mit mittlerem bis hohem Einkommensniveau	Schülerschaft vorwiegend aus bildungsfernen Elternhäusern mit niedrigem Einkommensniveau	Schülerschaft vorwiegend aus bildungsnahen Elternhäusern mit hohem Einkommensniveau
Zusammensetzung der Schülerschaft	Geringer Anteil mit Migrationshintergrund	Hoher Anteil mit Migrationshintergrund	Geringer Anteil mit Migrationshintergrund

Es folgen die schulischen Rahmungen und Lerngruppenszenarien im Einzelnen.

3.2.1 SCHULE A UND LERNGRUPPE A

Schule A ist eine 3-zügige Verlässliche Grundschule (Unterricht von 08:00 bis 13:00 Uhr). Die Schule liegt in einem Einzugsgebiet und die 173 Schüler*innen kommen aus Familien mit einem durchschnittlich mittleren bis hohen Einkommen (2.030 €). Der Anteil an Menschen mit Migrationshintergrund liegt in dem Stadtteil bei 32,8 %.¹

Die an der Studie teilnehmende Lerngruppe dieser Schule bestand aus einer 4. Klasse, die 23 (später 24) Schüler*innen besuchten. Die Schüler*innen in den beobachteten Unterrichtseinheiten zeigten vorwiegend mittlere bis hohe Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen. Besonders hervorzuheben ist die disziplinierte Bereitschaft der Schüler*innen zur Mitarbeit. Der Unterricht fand im Mathematikunterricht statt und wurde von einer Mathematik-Fachlehrkraft mit medienpädagogischer Praxiserfahrung durchgeführt. Die Lehrkraft kannte die Schüler*innen aus dem Mathematikunterricht gut.

Der Unterricht fand im Klassenraum statt, der eng bestuhlt war und nur über eine kleine Fläche für Plenumsgespräche verfügt. In drei Unterrichtsstunden konnte auf einen Nebenraum ausgewichen werden. Die Laptops wurden vor Unterrichtsbeginn aus dem Lehrerzimmer geholt und hochgefahren, um die Unterrichtszeit von 60 Minuten besser zu nutzen. Die Rechner wurden nicht sofort an die Schüler*innen verteilt, sondern auf Fensterbänken zwischengelagert. Der Unterricht fand in der fünften und damit letzten Unterrichtsstunde des Tages statt.

3.2.2 SCHULE B UND LERNGRUPPE B1 SOWIE LERNGRUPPE B2

Schule B ist eine 2- bis 3-zügige offene Ganztagschule für 241 Schüler*innen (Unterricht von 08:00 bis 13:00 Uhr) und einem Nachmittagsangebot für 160 Schüler*innen (Unterricht bis 15:00 Uhr/16:00 Uhr). Die Schule liegt in einem Einzugsgebiet, dessen Schüler*innen aus Familien mit einem durchschnittlich niedrigen Einkommen (1.510 €) stammen. Der Anteil an Menschen mit Migrationshintergrund liegt in dem Stadtteil bei 48,6 %.

Die an der Studie teilnehmenden Lerngruppen dieser Schule waren zwei Halbgruppen einer 3. Klasse (einmal 10 Schüler*innen und einmal 9 Schüler*innen). Die Schüler*innen zeigten in den beobachteten Unterrichtseinheiten vorwiegend niedrige Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen. Dabei war der beobachtete Kompetenzstand von Halbgruppe 2, die die Unterrichtseinheiten drei Monate später durchführte, etwas höher als der von Halbgruppe 1.

Der Unterricht fand im Computerraum statt, der über zwölf Arbeitsplatzrechner und über eine große Tischgruppe für die Plenumsarbeit in der Mitte verfügte. Die Rechner wurden vor Unterrichtsbeginn hochgefahren. In der Anfangsphase nutzen die Schüler*innen jeweils einen Computer alleine. Später wurde die Regelung getroffen, dass jeweils zu zweit an einem Computer gearbeitet wird, damit die Schüler*innen sich wie in den anderen Lerngruppen gegenseitig unterstützen können. Die Unterrichtseinheit betrug für die beiden Lerngruppen jeweils 70 Minuten im Rahmen der fünften Stunde. Dies war die letzte Stunde vor dem Mittagessen, weshalb der Unterricht sehr pünktlich beendet werden musste.

In diesen beiden Lerngruppen fand der Unterricht im Rahmen des Textil- und Werkunterrichts statt und wurde von einer Mathematik-Fachlehrkraft mit medienpädago-

¹ Daten zum Migrationshintergrund im Stadtteil aus 2015

gischer Praxiserfahrung durchgeführt. Die Lehrkraft war für den Projektunterricht in den zwei Halbgruppen eingesetzt und kannte die Kinder vorher nicht.

3.2.3 SCHULE C UND LERNGRUPPE C

Schule C ist eine 3-zügige Verlässliche Grundschule für 293 Schüler*innen (Unterricht von 08:00 bis 13:00 Uhr). Die Schule liegt in einem Einzugsgebiet von Familien mit einem durchschnittlich hohen Einkommen (3.050 €). Der Anteil an Menschen mit Migrationshintergrund liegt in dem Stadtteil bei 18,1 %.

Die an der Studie teilnehmende Lerngruppe bestand aus einer 3. Klasse. Die 25 Schüler*innen zeigten in den beobachteten Unterrichtseinheiten vorwiegend hohe Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen. Besonders hervorzuheben ist die disziplinierte Bereitschaft der Schüler*innen zur Mitarbeit.

Der Unterricht fand im Sachunterricht statt und wurde von einer Lehrkraft für die Fächer ‚Deutsch‘ und ‚Sachunterricht‘ durchgeführt. Als Klassenlehrin kennt sie die Schüler*innen seit der 1. Klasse.

Der Unterricht fand in einem großen Klassenraum statt, der über eine Leseecke verfügte, die gut für Plenumsgespräche geeignet war. Zusätzlich konnte ein Nebenraum genutzt werden, in dem ein Beamer zur Verfügung stand. Die Schüler*innen holten die Laptops aus dem Nebenraum. Die Unterrichtszeit betrug jeweils 90 Minuten und fand in der ersten und zweiten Stunde statt.

3.3 HETEROGENE AUSGANGSLAGEN DER SCHÜLER*INNEN UND LERNGRUPPEN

Die heterogenen Ausgangslagen der Schüler*innen und Lerngruppen beziehen sich u. a. auf ihre Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen sowie die unterschiedlichen Vorerfahrungen mit digitalen Medien. Gleichzeitig wurden die Größe der Lerngruppen, die räumlichen Bedingungen, der Zeitaspekt (60, 70, 90 Minuten pro Woche für die Unterrichtseinheit) und der Zeitpunkt der Unterrichtsdurchführung (in der ersten und zweiten Stunde sowie der fünften und sechsten Stunde) betrachtet.

In den Lerngruppen an den Schulen A und C besaßen die Schüler*innen vorwiegend gute bis sehr gute Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen. In Schule B hatten sie vorwiegend geringe Lese-, Schreib- und Sozialkompetenzen. Drei Lerngruppen waren der Jahrgangsstufe 3 und eine Lerngruppe der Jahrgangsstufe 4 zuzuordnen. Die Beziehung der Lehrkraft zur Lerngruppe war unterschiedlich. Eine Lerngruppe wurde von der Klassenlehrerin, eine von einer Fachlehrkraft und zwei Lerngruppen (zwei Halbgruppen einer Klasse) von einer Lehrkraft, die speziell für das Forschungsprojekt eingesetzt war und die die Schüler*innen nicht kannte, unterrichtet. In den Lerngruppen gab es unterschiedliche Abweichungen beim wöchentlichen Rhythmus, bedingt durch Ferienzeiten, Krankheitsfälle und Schulaktivitäten, wovon zwei Lerngruppen besonders betroffen waren.

Tabelle 2 – Ausgangslage der Lerngruppen

	Lerngruppe A	Lerngruppe B1	Lerngruppe B2	Lerngruppe C
Anzahl der Schüler*innen	23 (+1)	10	8	25
Anteil der Jungen/ Mädchen	Jungen: 12 (13) Mädchen: 11	Jungen: 4 Mädchen: 6	Jungen: 4 Mädchen: 4	Jungen: 13 Mädchen: 12
Klassenstufe	4	3	3	3
Beginn und Ende der Unterrichts- einheit	14.08.2017 bis 25.01.2018	23.08.2017 bis 25.10.2017	01.11.2017 bis 25.01.2018	07.11.2017 bis 23.01.2018
Unterrichtszeit	60 Minuten	70 Minuten	70 Minuten	90 Minuten
	12:00 bis 13:00 Uhr	11:40 bis 12:50 Uhr	11:40 bis 12:50 Uhr	08:15 bis 10:00 Uhr
Anzahl der Unterrichtsstun- den	11	9	10	9

3.4 ENTWICKLUNG DER UNTERRICHTSEINHEITEN

Im Folgenden werden die sechs Unterrichtseinheiten, die für die Explorationsstudie entwickelt wurden, vorgestellt. Da die fächerübergreifende Medienbildung nicht als eigenes Fach ausgewiesen ist, wurden die Unterrichtseinheiten nach der inhaltlichen bzw. thematischen Ausrichtung zusätzlich entweder dem Sach- oder Mathematikunterricht zugeordnet.

1. Was ist Programmieren?

Diese Einheit besteht aus insgesamt drei in sich abgeschlossenen Teilen. Ziel dieser Einheit ist es, die Schüler*innen an die grundlegenden Begriffe und Konzepte von Informationssystemen heranzuführen und sie mit den ersten Schritten des Programmierens vertraut zu machen. Die Einheit wurde für den Sachunterricht und die fächerübergreifende Medienbildung entwickelt. Unterrichtszeit: ca. drei Stunden.

1.1 Algorithmus, Programm und Programmieren

Im ersten Teil werden die Schüler*innen mit informatischen Begriffen, wie ‚Algorithmus‘, ‚Programm‘ und ‚Programmieren‘, vertraut gemacht. Den Begriff des Algorithmus lernen sie am Beispiel des Fieberthermometers kennen. Im Anschluss können sich die Schüler*innen Gedanken darüber machen, welche Algorithmen sie im Alltag kennen und wie zum Beispiel eine Smartwatch funktioniert.

1.2 Mikrocontroller

Im zweiten Teil lernen die Schüler*innen den Mikrocontroller kennen. Ziel ist es, die Komponenten und Funktionen des Mikrocontrollers kennenzulernen. Dies umfasst auch, dass sie den

Mikrocontroller an den Computer anschließen und von ihm trennen sowie die Energieversorgung mittels Batterie herstellen können.

1.3 Datei, Ordner und Speichern

In diesem dritten Teil wird geübt, mit dem Computer/Laptop, der Tastatur, der Maus und dem Internetbrowser umzugehen. Ziel ist es vor allem, den Weg des Speicherns, also die Sicherung der Daten, kennenzulernen. Diese Unterrichtseinheit wurde im Laufe des Projektes erstellt und daher nicht in allen Lerngruppen durchgeführt. Sie wird der Vollständigkeit halber hier mit dargestellt.

2. Roboter „Rumpelstilzchen“

In dieser Einheit lernen die Schüler*innen, anhand einer kleinen Geschichte Programmieraufgaben selbstständig zu lösen. Es wurden fünf Programmieraufgaben gestellt. Dabei können die Schüler*innen ihr bisheriges Wissen zur Bedienung des Editors und Mikrocontrollers *Calliope mini* vertiefen. Diese Einheit wurde für die fächerübergreifende Medienbildung und den Sachunterricht entwickelt. Unterrichtszeit: ca. eine Stunde. Sie wurde im Laufe des Projektes erstellt und daher nicht in allen Lerngruppen durchgeführt. Sie wird der Vollständigkeit halber hier mit dargestellt.

3. Hüpf-/Klickzähler (Thema „Variablen“)

Thematisch geht es beim Hüpf- oder Klickzähler um Variablen und darum, wie diese programmiert werden können. Diese Einheit wurde für das Fach ‚Mathematik‘ und die fächerübergreifende Medienbildung entwickelt. Unterrichtszeit: ca. eine bis zwei Stunden.

4. Nachrichten senden (Thema „Funk“)

In dieser Einheit findet ein spielerischer und kreativer Einstieg in das Thema „Funk“ statt. Die Schüler*innen sollen in Grundzügen verstehen, wie Nachrichten kabellos gesendet und empfangen werden können. Diese Einheit wurde für das Fach ‚Sachunterricht‘ und die fächerübergreifende Medienbildung entwickelt. Unterrichtszeit: ca. zwei Stunden.

5. Zufallsgenerator-Würfel (Thema „Wahrscheinlichkeiten und Zufall“)

In dieser Einheit lernen die Schüler*innen, einen digitalen Würfel zu programmieren und zu benutzen. Dabei wird auf das Konzept von Zufallszahlen eingegangen und auf die Programmierung des digitalen Würfels übertragen. Die Einheit wurde für das Fach ‚Mathematik‘ und die fächerübergreifende Medienbildung entwickelt. Unterrichtszeit: ca. zwei Stunden.

6. Alarmanlage (Thema „Sensoren und Aktoren“)

In dieser Einheit wird eine Alarmanlage programmiert. Sie lässt sich in das Fach ‚Sachunterricht‘ und die fächerübergreifende Medienbildung einbetten und dauert ca. zwei Stunden. Ziel ist es, dass die Schüler*innen das Konzept von Sensoren und Aktoren kennenlernen und es beim Programmieren des Mikrocontrollers anwenden können. Diese Einheit wurde für das Fach ‚Sachunterricht‘ und die fächerübergreifende Medienbildung entwickelt. Unterrichtszeit: ca. zwei Stunden.

Hinweis: Während des Projektes wurde mit dem PXT-Editor von Microsoft® gearbeitet, der von den Lehrkräften gewählt wurde. Im Laufe des Forschungsprojektes wurde dieser in MakeCode-Editor umbenannt. In einigen Zitaten wird er noch mit PXT-Editor bezeichnet.

3.5 MODIFIKATIONEN IM VERLAUF DES PROJEKTES

Es war geplant, verfügbare Unterrichtsvorschläge² aufzugreifen und für die Schulen aufzubereiten. Es stellte sich aber heraus, dass die Unterrichtseinheiten für unsere pädagogisch-didaktische Zielsetzung überarbeitet werden mussten. Die Unterrichtseinheiten wurden unter Berücksichtigung der Umsetzbarkeit für Lehrkräfte ohne fachdidaktischen Hintergrund entwickelt. Sie sollten sich in die Inhalts- und Prozessbereiche der Fächer ‚Mathematik‘ und ‚Sachunterricht‘ sowie in den Kontext der fächerübergreifenden Medienbildung einbetten lassen. Die Schüler*innen sollten einen ersten Zugang zu den technisch-informatischen Funktionsweisen digitaler Geräte erhalten. Die Unterrichtsinhalte sollten an Alltagserfahrungen der Schüler*innen anknüpfen und digitale Geräte als Blackboxes durchschaubarer machen. Die Einheiten sollten gendersensibel und für alle Lernausgangslagen geeignet sein. Durch spielerische Elemente und durch eigenes Erforschen und Ausprobieren sollte eine positive Selbstwirksamkeitserfahrung im Umgang mit digitaler Technologie ermöglicht werden.

Die ersten Versionen der Unterrichtseinheiten wurden auf der Basis der Beobachtungen der Reaktionen der Schüler*innen und der Auswertungsgespräche überarbeitet. Dabei war entscheidend: 1. Wie empfinden die Schüler*innen die Unterrichtseinheit und die Materialien? Wie beurteilt die Lehrkraft die Eignung der Unterrichtseinheiten und -materialien bezüglich des Zeitrahmens, der Angemessenheit für die Lernausgangslagen der Schüler*innen und der schulorganisatorischen Handhabung (Zeit, Verfügbarkeit über Laptops, Räumlichkeit etc.). So flossen insbesondere schulpraxisorientierte und durch Lerngruppen/Lehrkräfte eingebrachte Überlegungen in den Veränderungsprozess ein.

Es zeigte sich zum Beispiel, dass die Schüler*innen über sehr unterschiedliche Erfahrungen im Umgang mit dem Computer, der Tastatur und der Maus sowie mit dem Browser und der Datenspeicherung verfügten. Während die meisten Schüler*innen schon nach einer kurzen Übungsphase nur noch wenige Probleme mit der Bedienung des Computers hatten, wurde der für die Schüler*innen schwierigere Umgang mit Dateien und der Datenspeicherung in einer zusätzlichen Unterrichtseinheit zum Thema gemacht.

Schwierigkeitsgrade in der Vermittlung grundlegender theoretischer Modelle der Informatik wurden variiert. Einige Schüler*innen hatten mit symbolischen Darstellungsformen Probleme. Hilfreich war es, die Programme – vor der Eingabe in den Computer – mit laminierten Programmblöcken auf dem Tisch oder an der Tafel gemeinsam zu entwickeln und so die Bedeutung der Programmblöcke im Gespräch zu erschließen. Zusätzlich wurden Elemente in Form kleiner Geschichten oder Spielformen entwickelt. Es zeigte sich, dass das Erkunden des Editors in einem explorativen, entdeckenden Vorgehen zu einem geringen Verständnis der Schüler*innen in Bezug auf die Strukturierung von Programmen führte. Daher wurden weitere inhaltliche Blöcke (‚Wissensbits‘) eingeführt. Dazu gehörten zum Beispiel kurze Was-ist-Was-Erklärungen: Was bedeutet Programmieren? Was ist das EVA-Prinzip? Was ist eine Variable?

² <http://www.code.org>, Cornelsen

Alle Schüler*innen erhielten eine *Calliope*-Mappe, in der die Materialien für die Unterrichtseinheiten gesammelt wurden. Die ersten Schüler*innen bekamen kostensparende Schwarz-Weiß-Unterlagen, was sich nicht bewährt hat, da die Programmierblöcke, die auf der Programmieroberfläche farbig waren, sich ohne die Farbe von den Schüler*innen schwer zuordnen ließen. Auch war die Begeisterung, die Arbeitsblätter zu lesen, in einer der Lerngruppen sehr schwach ausgeprägt. Deshalb wurde auf den neuen Übungsblättern – um sie ansprechender zu gestalten – eine von uns selbst entwickelte Figur, namens Calli, platziert. In einer Sprechblase leitete sie die Erklärungen ein und stellte die Aufgaben, zum Beispiel: „Probiere doch mal, deinen eigenen Namen auf den *Calliope mini* zu spielen. Diese Anleitung hilft dir dabei!“

In einigen Lerngruppen kam die Reflexion – oft aus Zeitgründen – zu kurz. Daraufhin wurden in das Lernmaterial des *Calliope*-Ordners zusätzliche Seiten zur Reflexion aufgenommen, die nachträglich bearbeitet werden konnten.

Es war ursprünglich geplant, am Ende ein ganz freies Projekt mit dem *Calliope mini* umzusetzen, indem die Schüler*innen ein von ihnen erfundenes Artefakt konstruieren, in das der *Calliope* eingebaut ist. Dies war aber aufgrund der knappen Zeit nicht mehr möglich, da dafür mindestens zwei weitere Unterrichtsstunden benötigt worden wären. Ersatzweise konnte in zwei Lerngruppen vor den Weihnachtsferien ein Weihnachtsbasteln stattfinden, das eine freie Gestaltung von Weihnachtsdekorationen mit dem *Calliope mini* möglich machte.

Zu dieser Studie gibt es eine Lehrerhandreichung, die das entwickelte Unterrichtsmaterial enthält sowie ergänzende Erklärungen und Empfehlungen für den Unterrichtseinsatz in der Schule.

3.6 ERHEBUNGSINSTRUMENTE

Um Fragestellungen wissenschaftlich fundiert beantworten zu können, wurden für diese Explorationsstudie folgende Erhebungsinstrumente eingesetzt:

- Ein Fragebogen zu Ausgangslagen und ein Abschlussfragebogen.
- Beobachtungsprotokolle aus den Unterrichtseinheiten.
- Tonaufnahmen aus Schüler*innen- und Lehrer*innen-Befragungen bzw. Reflexionsgesprächen mit ihnen.
- Die Aufstellung im Raum und die Murmelauswertung (als Feedbackmethoden).
- Videoaufnahmen.
- Artefakte aus dem Unterricht.

Fragebogen

Es wurden zwei Schüler*innen-Fragebogen entwickelt: ein Fragebogen zur Feststellung der Ausgangslagen und ein Fragebogen zur abschließenden Auswertung aller Unterrichtsstunden:

Den Fragebogen zu den Ausgangslagen füllten die Schüler*innen in der ersten Unterrichtseinheit aus. Er zielt darauf ab, das Nutzungsverhalten der Schüler*innen in Bezug auf digitale Medien, ihr Vorwissen und Aussagen zum bereichsspezifischen Selbstkonzept zu ermitteln (siehe hierzu auch Anhang G). Der Fragebogen ist so konzipiert, dass die

Ergebnisse den Ergebnissen der „KIM-Studie 2016. Kindheit, Internet, Medien“ gegenübergestellt (Feierabend et al. 2016) werden können, um die Repräsentativität unserer Ergebnisse zu überprüfen bzw. Abweichungen festzustellen.

Den Fragebogen zur Auswertung der Unterrichtsstunden füllten die Schüler*innen in der letzten Unterrichtseinheit aus. Ergänzend zu den anderen Erhebungsinstrumenten hat dieser Fragebogen den Zweck, anhand der Antworten der Schüler*innen zu erheben, inwieweit sie es subjektiv so empfinden, dass eine Entwicklung stattgefunden hat. Die Fragen beziehen sich darauf, was sie sich nach der Feldstudie im Umgang mit Informatiksystemen zutrauen und was sie glauben, darüber gelernt zu haben. Die Antworten sollen auch Rückmeldung dazu geben, wie die Schüler*innen den Unterricht und die Unterrichtsmaterialien in der Retrospektive bewerten (siehe hierzu auch Anhang H).

Videografie des Unterrichts

Die unterstützenden Videoaufnahmen sollen die Interaktionen und andere Dynamiken (zwischen Schüler*in und Schüler*in und zwischen Schüler*in und Lehrer*in) sowie das Klassengeschehen während der Unterrichtseinheiten festhalten, um sicherzustellen, dass dem Forschungsteam entscheidende Momente nicht entgehen. Dafür wird die Videokamera so platziert, dass die gesamte Klasse in der Totalen aufgenommen werden kann. In Situationen, in denen es angebracht scheint, können auch Nah- und Detailaufnahmen gemacht werden. Das Mikrofon soll dabei so gut wie möglich die Gespräche im Klassenraum einfangen.

Auswertungsgespräche zum Unterricht

Nach jeder Unterrichtsstunde findet ein Auswertungsgespräch mit der Lehrkraft statt, in dem es thematisch um die Geschehnisse und Einschätzungen der Lehrkraft während der Unterrichtsstunde geht. Darüber hinaus wird über den Ablauf der Unterrichtseinheit und die Arbeitsmaterialien reflektiert und es wird über die folgende Unterrichtseinheit gesprochen. Für das Auswertungsgespräch wurde ein Interviewleitfaden erstellt (siehe Anhang B).

Zum Ende der Feldstudie soll mit jeder Lehrkraft ein Abschlussgespräch geführt werden. Dafür wurde ein Leitfaden erstellt (siehe Anhang C). Dieser Leitfaden ist in drei Themenfelder untergliedert: Das erste Themenfeld sind die Lehrkräfte, um hier den Fokus der Durchführung aus ihrer Perspektive zu beleuchten. Hier wird insbesondere nach einer abschließenden Bewertung der Arbeit mit dem *Calliope mini* im Unterricht und der Eignung der entwickelten Unterrichtsmaterialien gefragt. Es sollen positive Aspekte und Schwierigkeiten benannt und Bezüge zu den Unterrichtsfächern hergestellt werden. Ebenso ist auch die Handreichung zu beurteilen.

Das zweite Themenfeld nimmt die Schüler*innenperspektive in den Fokus, indem Einschätzungen zu Lernfortschritten, zum Interesse und zum algorithmischem Denken erfragt werden.

Das dritte Themenfeld beleuchtet die Rahmungen, die notwendig sind, um ein solches Projekt erfolgreich im Unterricht umzusetzen.

Bei allen drei Feldern haben die Lehrkräfte die Möglichkeit, weitere Ergänzungen und Anmerkungen zu machen.

Tonaufnahmen der Schüler*innen

Während der Unterrichtseinheiten werden exemplarisch einige Schüler*innen bei ihrer Arbeit begleitet und befragt, um ein direktes Feedback der Schüler*innen zur Arbeit zu bekommen. Auch hierfür wurde ein Leitfaden entwickelt (siehe Anhang D).

Beobachtungsprotokolle/teilnehmende Beobachtung

Neben den Videoaufnahmen werden Beobachtungsprotokolle als Belege und Erinnerungsskizzen verfasst. Dafür wurde ein Beobachtungsraster erstellt (siehe Anhang E).

Feedbackmethoden

Ergänzend zum Abschlussfragebogen sollen in der letzten Unterrichtseinheit Feedbackmethoden eingesetzt werden, um im direkten Austausch eine Rückmeldung der Schüler*innen dahingehend zu bekommen, wie ihre Stimmungslage nach den Unterrichtseinheiten mit dem *Calliope mini* ist und wie sie darüber rückblickend denken. Die Feedbackmethoden finden in Form einer Aufstellung und einer Murmelauswertung statt. Bei der Aufstellung geht es darum, dass die Schüler*innen eine Reihe von geschlossenen Fragen beantworten, indem sie sich entweder an den mit „Nein“ markierten Platz oder an den mit „Ja“ markierten Platz stellen. Für den Fall, dass die Schüler*innen bei der Beantwortung einer Frage unentschieden sind, gibt es die Möglichkeit, sich mittig zu positionieren. Die Murmelauswertung funktioniert im Prinzip ähnlich. Statt jedoch die Fragen durch Positionierung im Raum zu beantworten, können die Schüler*innen bei dieser Variante ihre Antwort durch das Verteilen von Murmeln geben. Diese Variante ist vor allem dann hilfreich, wenn es darum geht, dass die Schüler*innen etwas bewerten sollen. Sowohl für die Aufstellung als auch für die Murmelauswertung wurde ein Leitfaden entwickelt (siehe Anhang F).

Weitere Quellen

Als letztes Erhebungsinstrument wird das Abfotografieren von Arbeitsmappen, Arbeitsblättern, Endergebnissen, Bildschirminhalten, Tafelbildern etc. der Schüler*innen eingesetzt. Damit soll sichergestellt werden, dass jede Form von möglichen epistemischen Momenten der Schüler*innen festgehalten wird.

3.7 DURCHFÜHRUNG DER ERHEBUNG

In diesem Abschnitt geht es darum, den Einsatz der beschriebenen Erhebungsinstrumente in der Feldstudie zu erläutern.

Die Schüler*innen füllten die Fragebogen, die mit Hilfe der Online-Lernplattform *itslearning*³ bereitgestellt wurden, aus. Dies ist eine Lernplattform, die allen allgemeinbildenden Schulen in Bremen zur Verfügung steht. Dort können sogenannte Kurse für Klassen o. Ä. erstellt werden, um Material schulintern und geschützt auszutauschen, um Umfragen zu erstellen, um Dateien hoch- und herunterzuladen und um zu kommunizieren. Die Plattform ist passwortgeschützt und nur schulintern nutzbar.

³ <https://itslearning.com/de/>

Die Schüler*innen aller drei Schulen füllten den Fragebogen zu den Ausgangslagen in der ersten Unterrichtseinheit aus. Er umfasst insgesamt zwölf Fragenblöcke: fünf offene, vier Matrix- und drei Multiple-Choice-Fragen (siehe Anhang G). Insgesamt haben 63 Schüler*innen den Fragebogen zu Ausgangslagen ausgefüllt. Ein/eine Schüler*in hatte keine Erlaubnis von den Eltern, den Fragebogen auszufüllen.

Die Schüler*innen aller drei Schulen füllten den Abschlussfragebogen in der letzten Unterrichtseinheit der jeweiligen Gruppe aus. Dieser umfasst insgesamt vierzehn Fragenblöcke; sechs offene, fünf Matrix- und drei Multiple-Choice-Fragen. Insgesamt wurde der Fragebogen von 66 Schüler*innen ausgefüllt. Ein/eine Schüler*in ist im Verlauf des Projektes neu dazugekommen, ein/eine Schüler*in durfte den Fragebogen nicht ausfüllen und ein/eine Schüler*in hat während des Projektes die Schule gewechselt.

Für die Videografie des Unterrichts wurde eine Kamera mit Mikrofon so platziert, dass die gesamte Klasse in der Totalen aufgenommen werden konnte. Dabei wurde berücksichtigt, dass zwei Schüler*innen aus Schule C, zwei Schüler*innen aus Schule A und drei Schüler*innen aus Schule B nicht gefilmt werden durften. Vereinzelt wurden auch Schüler*innengruppen und der Bildschirm abgefilmt, um sowohl die Partner*innenarbeit als auch das Programmieren genauer zu dokumentieren.

Aus Schule A liegen insgesamt zehn Videoaufnahmen (600 Minuten) vor. siebzehn Videoaufnahmen (1 190 Minuten) liegen aus Schule B vor, da dort mit zwei Halbgruppen gearbeitet wurde. Aus Schule C liegen neun Videoaufnahmen (810 Minuten) vor.

Mit wenigen Ausnahmen (die in Zeitmangel begründet waren) wurde nach jeder Unterrichtsstunde ein Auswertungsgespräch mit der Lehrkraft durchgeführt. Diese waren zwischen 15 und 30 Minuten lang. Der zuvor entwickelte Interviewleitfaden (siehe Anhang C) bewährte sich nur begrenzt, da er konkrete und situationsabhängige Aspekte der jeweiligen Stunde, die für das Forscherteam von Interesse waren, nicht abdeckte. Daher wurde im Verlauf des Projektes zu einer stärker narrativen Interviewform gewechselt. In den Gesprächen wurde vorrangig über die vorangegangene Unterrichtsstunde gesprochen. Sowohl der geplante Ablauf als auch die eingesetzten Arbeitsmaterialien wurden vor dem Hintergrund der Umsetzungserfahrungen kritisch reflektiert und anschließend wurden Absprachen für die folgende Unterrichtsstunde getroffen.

Aus Schule A liegen sieben Tonaufnahmen (140 Minuten) mit der Lehrkraft vor. Insgesamt fünfzehn Tonaufnahmen (300 Minuten) liegen aus Schule B vor. Neun Tonaufnahmen (810 Minuten) gibt es aus Schule C. Alle Tonaufnahmen wurden von studentischen Hilfskräften und einer Gastwissenschaftlerin transkribiert.

Nach Abschluss der gesamten Unterrichtseinheiten wurde mit jeder Lehrkraft ein ca. 30-minütiges Abschlussgespräch geführt. Auch diese Gespräche wurden aufgezeichnet und anschließend von studentischen Hilfskräften transkribiert. Da es in Schule B zwei Halbgruppen gab, wurde dieses Gespräch mit Lehrkraft B zweimal durchgeführt. Insgesamt kamen hier Tonaufnahmen im Umfang von 104 Minuten zusammen.

Das Evaluationskonzept sah außerdem vor, exemplarisch einige Schüler*innen während ihrer Arbeit zu begleiten und zu befragen. Auch dafür gab es einen Leitfaden (siehe Anhang D). Aufgrund der Lautstärke im Klassenraum, dem geringen Platz zwischen den Schulbänken und der mangelnden Zeit, erwies sich dieses Vorhaben jedoch nicht als praktikabel. Um dennoch Material zu erheben und ein Meinungsbild der Schüler*innen festhalten zu können, wurden

einzelne Schüler*innen vor oder nach einer Unterrichtsstunde kurz interviewt. Es wurden zwei Schüler*innen-Interviews in Schule A, sechs Interviews in Schule B (aus beiden Halbgruppen) und drei Interviews in Schule C durchgeführt.

Während des Unterrichts, den jeweils zwei bis drei Wissenschaftler*innen begleiteten, wurden Beobachtungsprotokolle verfasst. Es fand eine teilnehmende Beobachtung statt: Alle Wissenschaftler*innen saßen mit im Klassenraum, wobei einer/eine der Wissenschaftler*innen die Beobachtungen schriftlich festhielt, während die anderen (oder nur einer/eine von ihnen) die Schüler*innen interviewte oder unterstützend tätig waren. Die anderen Wissenschaftler*innen lasen die Protokolle gegen und ergänzten sie, um alle wichtigen Beobachtungen zu dokumentieren. Das vor Beginn der Feldstudie erstellte Beobachtungsraster wurde in den ersten drei Unterrichtsstunden angewandt (siehe Anhang E). Es erwies sich jedoch als nicht praktikabel, da es zum Teil gehaltvolle Beobachtungen nicht berücksichtigte. Daher wurde die systematische halbstandardisierte Beobachtung überarbeitet und stattdessen der Unterrichtsverlauf chronologisch dokumentiert. Die Beobachtung fand im Klassenraum statt.

Insgesamt wurden neun Beobachtungsprotokolle zur Gruppe in Schule A, sechs Beobachtungsprotokolle zu Gruppe 1 in Schule B, acht Beobachtungsprotokolle zu Gruppe 2 in Schule B und neun Beobachtungsprotokolle zur Gruppe in Schule C geschrieben. Diese Protokolle sind jeweils eine bis drei Seiten lang.

Um mit der jeweiligen gesamten Lerngruppe rückblickend die Unterrichtseinheiten mit dem *Calliope mini* zu bewerten, wurden Feedbackrunden in den jeweiligen Schulen durchgeführt. In allen drei Schulen fand die Bewertung in Form der in diesem Abschnitt beschriebenen Aufstellung und Murmelauswertung statt. Eine Ausnahme bildete Gruppe 1 aus Schule B. Hier wurde nur die Aufstellung durchgeführt, weil für die Murmelauswertung keine Zeit mehr war. Die Antworten und Bewertungen der Schüler*innen wurde schriftlich und audiovisuell festgehalten.

Immer wenn es sich während der Unterrichtseinheiten anbot, wurden zusätzlich weitere Quellen gesichert, indem Arbeitsmappen, Arbeitsblätter und Endergebnisse sowie Bildschirme oder auch das Tafelbild abfotografiert wurden. Diese Quellen, insbesondere auch Artefakte der Schüler*innen, sind in die Auswertung eingeflossen und an einigen Stellen exemplarisch aufgeführt.

3.8 AUSWERTUNGSMETHODEN

Die auswertbare Datenbasis der qualitativen Untersuchung besteht insgesamt aus 66 Beobachtungsprotokollen, 26 Audioaufnahmen (und Transkripten) von Auswertungsgesprächen und drei Audioaufnahmen (und Transkripten) von Lehrer*innen-Abschlussgesprächen, fünf Audioaufnahmen (und Transkripten) zu Schüler*innen-Auswertungsgesprächen, videografierten Feedbackphasen und 61 weiteren Quellen (Bildern aus dem Unterricht, Videomitschnitten des Unterrichts und Schülerfeedbacks zum Unterricht). Zusätzlich wurden qualitativ auswertbare Daten in allen Lerngruppen über die schriftlichen Befragungen der Schüler*innen vor Beginn und am Ende des Unterrichtsprojektes erfasst.

Die Beobachtungsprotokolle, alle Transkripte der Lehrpersonen- und Schüler*innen-Auswertungsgespräche, sowie die offenen Antwortformate der schriftlichen Befragungen

wurden vollständig inhaltsanalytisch nach Mayring (2008) mit Hilfe der Software MAXQDA 2018 ausgewertet.

Foto- und Videodokumente aus den Unterrichtseinheiten dienten als ergänzende Quellen und als Dokumentation der unterrichtlichen Rahmenbedingungen. Sie boten daher im Auswertungsprozess zusätzlich eine Basis für eine Triangulation und wurden bei der Interpretation einiger Textstellen gezielt hinzugezogen.

Das Material wurde auf drei Fragestellungen hin untersucht, die sich aus der Zielformulierung der Explorationsstudie im Antrag ergeben:

1. 1. Konnte mit *Calliope mini* und der Programmierungsumgebung im Schulkontext gearbeitet werden?
2. 2. Welche Kompetenzen Schüler*innen konnten festgestellt bzw. gefördert werden?
3. 3. Konnte algorithmisches Denken initiiert werden? (Falls ja, woran zeigt sich das?)

3.8.1 FRAGEBOGENAUSWERTUNG

Die Daten aus den Fragebogenerhebungen wurden bei geschlossenem Antwortformat quantitativ ausgewertet, offene Antwortformate wurden mit demselben Instrumentarium inhaltsanalytisch ausgewertet wie die anderen textbasierten qualitativen Daten. Die Fragebogen sind in Anhang G und Anhang H dokumentiert.

3.8.2 INHALTSANALYTISCHE AUSWERTUNG

Die inhaltsanalytische Auswertung erfolgt an Anlehnung an Mayring (2008). Aus den Fragestellungen wurden zunächst die folgenden Selektionskriterien abgeleitet:

1. Infrastruktur: alle Äußerungen und Beobachtungen, die sich auf die Zeit, den Raum, die Ausstattung, den Umgang mit Technik, technische Herausforderungen etc. beziehen
2. Kompetenzen: alle Äußerungen und Beobachtungen, die auf vorhandene oder fehlende Kompetenzen der Schüler*innen bei der Bearbeitung von Aufgaben schließen lassen (zum Beispiel Ratlosigkeit, Arbeitsergebnisse an sich, Verständnisprobleme, Unaufmerksamkeit u. Ä.)
3. Kompetenzerweiterungen: alle Äußerungen und Beobachtungen, die auf Lernprozesse bzw. die Beschäftigung mit etwas Neuem verweisen, wie Interessiertheit, Neugier, Freude, Fragen, aktive Lernhandlungen, Frustration, Wiederholungen ähnlicher Aktivitäten u. Ä.
4. Algorithmisches Denken: alle Äußerungen und Beobachtungen, die Hinweise auf das Nachvollziehen und Nutzen informatischer Grundkonzepte durch Schüler*innen geben

Mittels der vier Selektionskriterien (,Infrastruktur', ,Kompetenzen', ,Kompetenzerweiterungen' und ,Algorithmisches Denken') wurden bei der ersten Sichtung des Materials Indikatoren für vier Kategoriensysteme entwickelt, die im Anhang dokumentiert sind (siehe

Anhang I). Diese Entwicklung erfolgte iterativ, indem das Material zunächst mit Hilfe der Selektionskriterien als einschlägig für die jeweilige Forschungsfrage codiert wurde und anschließend die Indikatoren und Kategorien durch wiederholte Zeile-für-Zeile-Analyse geschärft und Textstellen zugeordnet wurden.

Im nächsten Schritt wurden die codierten Daten zu den Kriterien ‚Infrastruktur‘ und ‚Algorithmisches Denken‘ jeweils in vollem Umfang im Hinblick auf die Fragestellungen 1 bzw. 4 direkt interpretiert (Mayring 2008).

Die umfangreicheren Kategoriensysteme 2 und 3 und die zugehörigen codierten Textstellen, die ebenfalls einen größeren Umfang haben, beziehen sich auf die Fragestellung 2. Sie identifizieren Äußerungen, Beobachtungen und Situationen, in denen vorhandene oder fehlende Kompetenzen bzw. Lernhandlungen der Schüler*innen erkennbar sind. Diese Textstellen wurden im Sinne einer zusammenfassenden Inhaltsanalyse weiter ausgewertet. Die zusammenfassende Inhaltsanalyse zielte darauf, Hauptkategorien zu bilden, mit denen verschiedene Kompetenzbereiche deskriptiv unterschieden werden können.

Sie erfolgte quer zu den bereits entwickelten Kategorien gemäß den Kategoriensystemen 2 und 3 (siehe Anhang I), die bei der Identifikation einschlägiger Textstellen eine wesentliche Funktion im ersten Auswertungsschritt hatten, indem sie diese Textstellen durch die Kategoriensysteme differenziert und durch die Beschreibung von Indikatoren handhabbar gemacht hatten.

Der Fokus bei der zusammenfassenden Inhaltsanalyse lag auf einer Identifikation von Kompetenzen, die eine hohe Relevanz oder Einschlägigkeit für den Bereich ‚Digitaler Bildung‘ aufweisen. Unspezifischere Kompetenzbereiche, wie beispielsweise allgemeine Arbeitstechniken oder inhaltsunabhängige Sozialkompetenzen, wurden nicht gezielt benannt.

Durch die zusammenfassende Inhaltsanalyse der Textstellen, die den Kategoriensystemen 2 und 3 zugeordnet waren, wurden folgende Kompetenzen als Hauptkategorien gebildet:

1. Zusammenarbeit
2. Entwicklung und Umsetzung von Ideen
3. Computer-Basics
4. Programmierung eines Mikrocontrollers sowie Nachvollziehen informatischer Grundkonzepte
5. Fachsprache – passives Verstehen und aktive Nutzung
6. Bewusste Wahrnehmung von Informatiksystemen in der Lebenswelt
7. Selbstwirksamkeit
8. Lerntransfer
9. Frustrationstoleranz
10. Lernbereitschaft

Über die Entwicklung und die Umsetzung der Auswertungsschritte wurde kontinuierlich in gemeinsamen Auswertungskonferenzen reflektiert und Codierungen wurden in der Regel von zwei Mitgliedern des Forscherteams vorgenommen.

4. ERGEBNISSE

Nach Darstellung der Erhebungsmethode, des Datenmaterials und der Aufbereitung werden in diesem Kapitel die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Insbesondere werden die Fragestellungen, die in Abschnitt 0 erläutert wurden, aufgegriffen.

Zuvor werden anhand der Daten des Fragebogens zu Ausgangslagen (vgl. FB_FV_F02) Vorerfahrungen der Schüler*innen zu Beginn der Explorationsstudie dargestellt. Dafür wird ihr Nutzungsverhalten im Hinblick auf den Computer, Tablets und Smartphones erfragt. Die Schüler*innen haben sieben Aussagen zum eigenen Nutzungsverhalten in eine Skala eingeordnet („Oft“, „Manchmal“, „Erst ein- bis zweimal“, „Noch nie“). In der Auswertung wurden die Antwortoptionen „Oft“ und „Manchmal“ zusammengefasst.

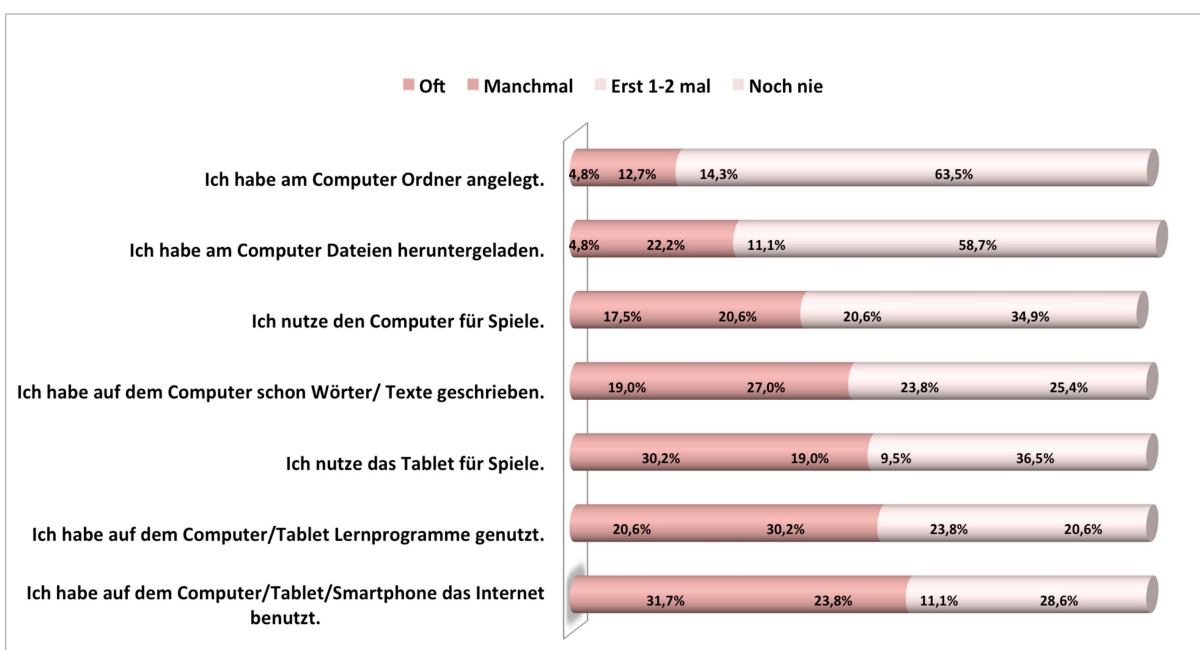


Abbildung 2: Fragebogen zu Ausgangslagen – Frage 6 – Erfahrungen mit Computern

Ergebnis ist, dass etwas mehr als die Hälfte der Schüler*innen den Computer, das Tablet oder das Smartphone schon eingesetzt haben, um das Internet zu nutzen (55,5 %). 50,8 % von ihnen haben den Computer oder das Tablet für Lernprogramme genutzt. 49,2 % haben das Tablet oft/manchmal für Spiele genutzt. 46,0 % haben schon Wörter oder Texte auf dem Computer geschrieben. 38,1 % nutzen den Computer oft/manchmal für Spiele.

Besonders interessant für unsere Explorationsstudie und eine wichtige Frage für die Umsetzung im Unterricht war, welche Vorerfahrungen in Bezug auf das Herunterladen von Dateien und das Anlegen von Ordnern bestehen: 27,0 % der Schüler*innen haben bisher oft/manchmal Dateien heruntergeladen. 11,1 % von ihnen haben ein- bis zweimal Dateien

heruntergeladen und der Großteil der Schüler*innen (58,7 %) hat noch nie Dateien heruntergeladen.

Ähnlich wie beim Herunterladen von Dateien, haben die Schüler*innen beim Anlegen von Ordnern wenige Vorerfahrungen: 17,5 % der Schüler*innen haben oft/manchmal, 14,3 % haben ein- bis zweimal und 63,5 % haben noch nie Ordner am Computer angelegt.

Die Ergebnisse spiegeln auch unsere Beobachtungen während des Projektes wider. Einige Schüler*innen haben bereits in der Schule mit dem Computer gearbeitet und vor allem Lernprogramme genutzt. Einige Schüler*innen hatten mehr Probleme mit der Bedienung von Maus und Tastatur, da sie die Wischbewegung von der Nutzung des Tablets gewöhnt sind. Es ist aufgefallen, dass einige Schüler*innen Schwierigkeiten beim Anlegen von Ordnern und beim Herunterladen von Dateien hatten. Schüler*innen, die hier keine Vorerfahrungen hatten, nahmen den Erwerb dieser Fähigkeiten teilweise als wesentliches Lernergebnis des Calliope-Unterrichts wahr, wie in diesem Schüler*innen-Interview deutlich wird:

F: Was hast du Neues im Umgang mit dem Computer gelernt?

K: Wie man etwas downloaded und ja.

F: Runterladen, also Downloaden, hast du gelernt, okay. Hattest du vorher schon Erfahrungen mit Computern?

K: Ja.

F: Ja? Habt ihr hier so etwas wie einen Computerführerschein oder einen Internetführerschein gemacht?

K: Nein.

F: Das hast du alles zu Hause gelernt? Okay. Ich muss mir kurz etwas aufschreiben. (TS_CS_KR, Z. 48 – 50)

4.1 KONNTE MIT CALLIOPE MINI UND DER PROGRAMMIERUMGEBUNG IM SCHULKONTEXT GEARBEITET WERDEN?

Um zu beantworten, ob mit dem *Calliope mini* und der Programmierumgebung im Schulkontext gearbeitet werden kann, wird zuerst dargestellt, welche Bedingungen dies erforderte. Im Anschluss wird aufgelistet, welche davon hinderlich waren oder auch Probleme bereiteten. Demgegenüber wird erfasst, welche Bedingungen und Settings sich bewährt haben und erfolgreich waren. Zum Ende wird in diesem Punkt auf die Usability des *Calliope mini* und der Programmierumgebung eingegangen.

4.1.1 IM VORFELD GESCHAFFENE BEDINGUNGEN

IT-Infrastruktur

- Die technische Ausstattung war mit der Bildungsbehörde abgesprochen worden. Die Ausstattung an den beteiligten Grundschulen differierte stark. Eine Schule verfügte über einen gut ausgestatteten Computerraum mit WLAN-Zugang und

einem Rechner für jedes Kind. In den anderen beiden Schulen kamen zwei Schüler*innen auf einen Laptop. Im Rahmen des Projektes wurden zwei Schulen mit Accesspoints ausgestattet, da für den Einsatz des *Calliope mini* in der Schule eine Internetverbindung notwendig ist.

- Eine Schule erhielt im Rahmen des Projektes zusätzlich einen Beamer, damit alle beteiligten Schulen mit einem Beamer ausgestattet waren.
- Eine ausreichende Anzahl an Computern, Computermäusen und -Tastaturen war vorhanden, so dass jeweils zwei Schüler*innen an einem Rechner zusammen arbeiten konnten.

Organisatorisches

- Es wurden Informationsabende für Lehrkräfte und Eltern durchgeführt.
- Die Lehrkräfte wurden in den Prozess der Unterrichtsentwicklung und -anpassung einbezogen.
- Es gab einen Fortbildungs-Workshop für die Lehrkraft aus Schule C als kurze Einführung in die Unterrichtsmaterialien, den *Calliope mini* und die Programmierungsumgebung (Editor).

Lernmaterial

- Das Lernmaterial umfasst zwölf Arbeitsblätter und ist so angelegt, dass zunächst sehr bildhaft das jeweilige Thema eingeführt und mit den Kindern in Form von Spielen, Gruppendiskussionen eröffnet wird.
- In den Arbeitsblättern gibt es einen praktischen Teil, in dem die Kinder mit dem Laptop/dem Computer und dem *Calliope mini* die Aufgaben bearbeiten können.
- Für die Schüler*innen werden *Calliope*-Mappen bereitgestellt, die sie personalisieren und in die sie die jeweils neuen Unterrichtsmaterialien einheften können.
- Es werden Unterrichtsverläufe für die Lehrkräfte und Lernmaterialien für die Schüler*innen erstellt.

4.1.2 HERAUSFORDERUNGEN FÜR LEHRKRÄFTE UND MATERIAL

Im Folgenden werden Herausforderungen und Probleme thematisiert, die im Rahmen eines solchen Projektes nicht ungewöhnlich und in der Regel auch lösbar sind.

Technik

Beim Einsatz und der Nutzung der Technik läuft nicht immer alles ‚rund‘. So kam es in allen drei Schulen vereinzelt vor, dass Laptops keine Verbindung zum WLAN-Netz herstellen oder die Schüler*innen sich an ihrem Rechner oder ins Schulnetz nicht einloggen konnten, dass der Editor bzw. der Internetbrowser nicht richtig arbeitete oder es Fehler bei der Arbeit mit dem *Calliope mini* gab. Teils reichte es, die Rechner neu zu starten oder zu wechseln bzw. die Gruppen neu einzuteilen.

Der *Calliope mini* ist batteriebetrieben und der Batterieverbrauch ist teils hoch, da gelegentlich vergessen wurde, den *Calliope mini* auszuschalten. Deshalb mussten immer wieder Batterien ersetzt werden. Bei drei von 66 Geräten ging das Kabel zur Batteriebox kaputt und musste ausgetauscht werden.

Die Schüler*innen waren wegen der technischen Probleme jedoch nicht weiter frustriert. Sie fanden es eher schade, dass sie beim Hüpf-/Klickzähler sehr stark auftreten mussten, damit dieser zählt. Dementsprechend war das Ergebnis nicht immer genau (vgl. FE_Mur-melauswertung_Gesamt 7).

Unterrichtsdauer

Wie bereits in Abschnitt 0 erwähnt, unterschied sich die Unterrichtsdauer an den drei Schulen. Die 60 Minuten in Schule A waren sehr knapp bemessen, so dass stark auf die Zeit geachtet werden musste.

I: Man kann schon gut einen 90-Minuten-Block ... Das merkt man schon, dass 60 Minuten sehr [eng] ist. Das ist schon eng geteilt, hatten wir im Vorfeld aber auch schon gedacht, dass es zu kurz ist. Ein Kompromiss, der ist okay, aber 90 Minuten ist schon schicker. (TL_SC_03, Z. 169 – 171)

Dabei wurden die Laptops bereits vor Unterrichtsbeginn geholt und gestartet, um diese Rüstzeit einzusparen. Die Beantwortung von Schülerfragen beanspruchte oft mehr Zeit als in anderen Unterrichtseinheiten.

I: Zeit, Technik und sicherlich auch Masse. Also, ja klar, Mathematik, aber da helfe ich 20 Sekunden jemandem, da kommt eine Idee und dann geht es weiter, also so. Oder eine Minute, aber da waren ja manchmal Probleme, wo ich 3 oder 4 Minuten bei einer Gruppe war und dann haben sich schon wieder bei den anderen Gruppen Fragen aufgebaut. (AGL_SC_01, Z. 162 – 165)

Lehrer-Schüler-Relation

Die beteiligten Lehrkräfte äußerten, dass es für eine einzelne Lehrkraft in einer ganzen Klasse hektisch werden kann.

I: Oh, alleine hektisch in der ganzen Klasse. Sehr, sehr hektisch. Also viel Aufwand. Also viele Fragen der Schüler und das war schon immer, also das war 60 Minuten Arbeit (Gelächter). Also da hat man danach geschwitzt. Also das ist letztendlich zu hektisch. So kann man nicht jede Stunde unterrichten. (AGL_SC_01, Z. 137 – 139)

Es kam der Wunsch auf, eine weitere Hilfsperson mit einzubeziehen oder in Halbgruppen zu arbeiten.

F: Also ist es aus deiner Sicht vor allem die Zeit gewesen oder gab es noch andere Faktoren?

I: Zeit. Dann die ganze Klasse alleine, also eine Halbgruppe wäre besser gewesen, glaube ich. Der Raum ist sehr eng. Man musste sich immer so durchschlängeln, in diesem Raum, zu den einzelnen Gruppen. Man hat da nicht so Zugang gehabt, also ich meine, die ganze Infrastruktur stimmte irgendwie

nicht, fand ich. Also ... 24 Kinder mit einer Lehrkraft in diesem kleinen Klassenraum, das passte nicht, also (AGL_SC_01, Z. 140 – 146)

Die Lehrkraft aus Schule A sieht es als schwierig an, den Unterricht mit *Calliope* in den Grundschulen zu etablieren. Voraussetzung sei, sicherzustellen, dass die Kolleg*innen keine Angst hätten, dass die Technik funktioniere und dass die Unterrichtseinheiten gut durchdacht seien. Dabei werden das Projekt als solches und die Idee, die dahintersteckt, für gut befunden.

*I: Also, es muss schon, glaube ich, gut durchdacht sein und man muss ja versuchen, auch den Kollegen Angst zu nehmen, denn das ist ja immer... immer was mit Technik ist, es muss funktionieren. Also so, wenn es nicht funktioniert, ist es immer doof. Dann mache ich das einmal, dann geht es nicht. Dann mache ich es noch ein zweites Mal. Wenn es dann wieder nicht geht, dann lege ich das Ding in die Ecke. [...] Das heißt, man braucht als Lehrkraft ja auch eine gewisse Sicherheit im Umgang mit Calliope und mit der Technik und das muss ja eine Voraussetzung sein. Denn wenn ich die nicht habe, kann ich ja schwer das vermitteln. Und da sehe ich die große Herausforderung, da so Kolleg*innen für zu gewinnen. Da würde ich auch eine Hürde sehen, dass das Ding Einzug hält, in Schulen. (AGL_SC_01, Z. 418 – 436)*

Abschließend sei noch angemerkt, dass es für Lehrkraft C einfacher war, die Unterrichtsinhalte zu vermitteln und die Aufmerksamkeit der Schüler*innen zu lenken als für Lehrkraft A und Lehrkraft B. Als Klassenlehrerin der Klasse C kannte sie die Schüler*innen besser und sie konnte auf bereits etablierte Rahmenbedingungen in der Klasse, wie zum Beispiel Regeln im Klassenraum etc., aufbauen. In dieser Hinsicht hatte Lehrkraft A, obwohl sie die Schüler*innen bereits als Fachlehrerin für das Fach ‚Mathematik‘ kannte, einen deutlich schwierigeren Stand, gerade in der Anfangszeit der Feldstudie. Noch schwerer war es für Lehrkraft B, die den Unterricht als externe Lehrkraft leitete und die Schüler*innen erst noch kennenlernen musste. Die folgenden Interviewauszüge stehen stellvertretend für diese Beobachtung:

Lehrkraft B:

I: Tja, schade für ihn. Ja, also ich merke, das ist schon eine Schwierigkeit, wenn man die Lerngruppe noch gar nicht kennt und dann einfach so loslegt. Also ich behaupte mal, mit meiner Klasse wäre das anders gelaufen. (TL_VA_01, Z. 152 – 154)

Lehrkraft A:

I: Ich glaube so nebenbei, gut ist immer als Klassenlehrer, wenn man Mathe und Sachunterricht unterrichtet und das da so einbaut. Als Klassenlehrer hat man da mehr Möglichkeiten, kannst du mehr schieben. (TL_SC_09, Z. 222 – 224)

Lehrkraft C:

I: Das ist natürlich auch so eine Gewöhnung. Ich habe die ja schon von Anfang an, die kennen das ja schon von mir, dass ich das bis ins kleinste Detail auseinander[friesle] und vielleicht machen andere ihre Einführung grundsätzlich auch kürzer, knapper oder so. (TL_CS_03, Z. 301 – 303)

Diese Beobachtungen waren für das Forscherteam nicht überraschend. Dennoch finden wir es wichtig, diesen Aspekt hier zu thematisieren, da die Beziehung zwischen Lehrkraft und Schüler*innen gerade in der Vermittlung neuer Lerninhalte eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

4.1.3 DIE NUTZUNG DES CALLIOPE MINI ZU HAUSE

Die Schüler*innen hatten die Möglichkeit, den *Calliope mini* mit nach Hause zu nehmen, diesen neu zu programmieren oder das Programmierte weiter zu testen. Dabei ist zu bedenken, dass einige Schüler*innen keinen Computer oder Laptop zu Hause zur Verfügung haben und daher nicht erwartet werden kann, dass sie den Calliope auch zu Hause programmieren, was während der Projektphase zudem nicht angestrebt war.

Dennoch bietet es sich an, den Calliope mit nach Hause zu geben. Die Schüler*innen können sich zum gemeinsamen Programmieren verabreden und die in der Schule programmierten Codes können getestet werden. Für die Schüler*innen bedeutet es sozialen Gewinn, dass sie den *Calliope mini* mit nach Hause nehmen dürfen. Sie berichten zum Beispiel davon, dass sie dafür Anerkennung bei älteren Geschwistern gewinnen. Dafür sind allerdings auch Absprachen erforderlich, damit die Schüler*innen den *Calliope mini* dabei haben, wenn er in der Schule gebraucht wird. Im Projekt bewährte sich beispielsweise ein Aufbewahrungsort, an den die Schüler*innen ihren *Calliope mini* auch außerhalb der Unterrichtszeit vorzeitig zurücklegen konnten.

F: Ja, schön. Und du hast auch zu Hause die Möglichkeiten? Du hast einen Computer oder ein Tablet, wo du das machen kannst?

M: Habe ich noch nicht, aber wenn ich mal so was mache, dann darf ich den Computer von meiner Mutter nehmen. (TS_CS_MA, Z. 64 – 67)

4.1.4 ERFOLGREICH REALISIERTE SETTINGS

Pair-Programming

Dass jeweils zwei Partner*innen sich einen Computer teilten, um gemeinsam Programmieraufgaben zu lösen (Pair-Programming), erwies sich in den meisten Fällen als gewinnbringend – sowohl für Schüler*innen als auch für Lehrkräfte. Für Schüler*innen war es hilfreich, da sie sich gegenseitig unterstützen und die Programmieraufgaben zusammen lösen konnten. Wettbewerbsdenken kam weniger auf. Für Lehrkräfte brachte das Pair-Programming den Vorteil, dass wenige Erklärungen für die Schüler*innen erforderlich waren und sie dadurch entlastet waren (vgl. TL_VA_08, Z. 81 – 88).

Programmieranleitungen

Die Programmieraufgaben wurden gemeinsam mit der Gruppe und mit der Lehrkraft besprochen. Die Aufgabenstellung wurde in kleinere Aufgabenblöcke unterteilt und es wurde geklärt, welche Komponenten des Mikrocontrollers überhaupt für eine Lösung der Aufgabe in Frage kommen. Danach wurde das Programm zusammen mit der Lehrkraft an der Tafel mit Hilfe der ‚Programmblöcke-Kärtchen‘ (siehe „Lehrerhandreichung zur Explorationsstudie *Calliope mini*“, S. 20) zusammengestellt. Erst danach gingen die Schüler*innen an die Computer und machten sich an die Lösung der Programmieraufgabe. Diese Herangehensweise hat sich in allen drei Schulen bewährt, da einerseits die Schüler*innen begannen darüber

nachzudenken und sich andererseits zeigte, dass auf diese Weise vor allem lernschwächere Schüler*innen die Aufgaben besser verstehen und bearbeiten konnten (vgl. FE_Murmelfeedback_Gesamt). Auch folgendes Zitat einer Lehrkraft bewertet dies positiv:

I: Fand ich ganz gut. Finde ich auch besser, als ein Lösungsblatt dann dazuzugeben. Die beiden, die waren nicht so, brauchten dann noch ein bisschen mehr Hilfe. Dann habe ich die Tafel nochmal da hingeschoben. Dann haben sie da so ein bisschen abgeguckt. (TL_VA_13, Z. 24 – 26)

Mit der gesamten Lerngruppe wurde zuerst ein sogenannter Pseudocode anhand laminierter Befehlsblöcke generiert. Dieser dient dazu, einen Programmablauf auf leicht verständliche Weise zu beschreiben.

F: Aber wir gehen das nochmal durch, zu gucken, ob wir dann nicht den Pseudocode ...
I: Pseudocode finde ich eine gute Idee.
F: ... entwickeln, und dann kann man dann ja auch gemeinsam vielleicht mal so ein Programm entwickeln, was sie dann so umsetzen. Und das macht man jetzt damit und das macht man damit. Dass sie ...
I: Und jetzt sucht ihr euch das zusammen, aus dem Editor, ja.
F: Dass sie schon auch viel Anleitung kriegen am Anfang, dass sie nicht alles alleine ...
I: Aber das Gefühl haben, dass eine eigene Leistung noch mit dahintersteckt.
F: Ja und dass sie einmal drüber nachgedacht haben. Gut. (TL_VA_07, Z. 180 – 188)

Durch das Generieren des Codes beginnen die Schüler*innen selbstständiger zu denken und sie erbringen eine größere Eigenleistung. Ihr Erfolgsgefühl ist stärker, wenn sie selbst auf die Lösung kommen. Generell sollte ihnen genügend Zeit gegeben werden, um selbstständig Lösungen zu finden.

Einbindung von Geschichten und spielerischen Elementen

Bewährt hat sich auch das Einbetten der Programmieraufgaben in eine fiktive Geschichte oder in Kontexte aus der Lebenswelt der Schüler*innen, wie zum Beispiel in der Unterrichtseinheit „Hüpf-/Klickzähler“ oder „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“. Auch das Einbinden von spielerischen Elementen, wie zum Beispiel das Variable-Spiel, das „Nachrichten-senden-Spiel“, das „Pferderennspiel“ etc., zeigte positive Effekte. Letztlich gab es zu jeder Unterrichtseinheit eine Spieleinheit, an der die Schüler*innen besonders Spaß hatten.

I: Das mit den Geschichten, mit Calli und der Mutter und so, so was finde ich total super. Also wenn es irgendwie eingebettet ist, finde ich das immer total nett. Auch wenn sie schon größer sind und immer so tun, als würde die das nicht interessieren, die finden das schon total gut. Also es kam auch danach wieder auf, dass die das angesprochen haben, Callis Mutter. (TL_CS_07, Z. 212 – 215)

I: Man könnte die Geschichte natürlich auch noch viel stärker einführen. Ich habe die ja nur ganz schnell erzählt, damit man ins Arbeiten kam. Ich wundere mich immer darüber, wie stark die noch so darauf anspringen, in der 3. Klasse.

Man denkt immer, die wollen schon immer so groß sein. Aber wenn dann so was kommt, dann funktioniert das schon. Also wenn wir noch eine Figur hätten, eine laminierte Calli hätten oder so, ... (TL_VA_05, Z. 238 – 242)

Wie sehr manche Schüler*innen in die Geschichten eintauchen, belegt auch folgendes Zitat aus einem Schülergespräch:

F: Was hat dir Spaß gemacht, hattest du was Bestimmtes?

A: Als wir Callis Mutter gerettet haben. (TS_VA_NiAl, Z. 20 – 21)

Die Unterrichtseinheit „Roboter ‚Rumpelstilzchen‘“ wurde vor allem konzipiert, damit die Schüler*innen die Programmieroberfläche (den Editor) besser kennenlernen und sich die grundlegenden Programmierbefehle und -prozesse durch Wiederholung besser einprägen können. Im Projekt wurde deutlich, dass ausreichend Zeit eingeräumt werden muss, um Wiederholungen und Übungsstunden zu ermöglichen. Damit auch die Wiederholungen und Übungsstunden für die Schüler*innen interessant bleiben, wurden sie in eine Geschichte gekleidet (vgl. TL_VA_02, Z. 312 – 326). Die Schüler*innen und Lehrer*innen bewerteten die Geschichten und die spielerischen Elemente auch in Auswertungsgesprächen ausgesprochen positiv.

Rund um den Computer

Der Unterricht kann nicht nur dafür genutzt werden, den Kindern den Mikrocontroller *Calliope* näherzubringen, sondern er ist auch ein geeigneter Anlass, um den grundlegenden Umgang und die Funktionsweise eines Computers, dessen externe Peripheriegeräte sowie das Internet zu erschließen. So kann, wenn die Schüler*innen zum ersten Mal mit dem Editor arbeiten, der Internetbrowser erklärt werden. In Schule C wurde näher darauf eingegangen, indem die Struktur des Internetbrowsers, wie etwas über die Suchmaske gefunden werden kann und wo Links versteckt sind, gezeigt wurde. Die Schüler*innen haben sich dabei aktiv beteiligt und konnten sich anschließend besser orientieren (vgl. AGL_VA_01, Z. 152 – 159).

Neben Informationen über Computer oder Internetbrowser zeigte sich, dass einige Schüler*innen zum ersten Mal mit einer Maus und einer Tastatur gearbeitet haben. Im Laufe des Projektes wurde für die Schüler*innen klar, dass es in bestimmten Zusammenhängen deutlich leichter fällt, mit Computermäusen zu arbeiten, besonders beim Verschieben der Blöcke im Editor. In Schule A gab es Mäuse, auch wenn nicht alle voll funktionsfähig waren. In Schule B gab es an den Desktop-Rechnern funktionierende Mäuse und in Schule C wurden extra Computermäuse bestellt.

L: Glaube schon. Mit Mäusen ist besser. Die Mäuse sollten wir nächstes Mal sofort austeilen. Das ist einfacher mit dem Schieben darauf, wenn man das daraufschieben soll, [...] (TL_SC_03, Z. 88 – 92)

Unterrichtsfächer – fächerübergreifender Unterricht

Die Unterrichtseinheiten wurden jeweils den Fächern ‚Sachunterricht‘ und ‚Mathematik‘ bzw. der fächerübergreifenden Medienbildung zugeordnet. Deutlich wurde, dass Teile der aufeinander aufbauenden Stunden sich zwar gut mit Fächern verknüpfen lassen, es aber nicht sinnvoll erscheint, sie unzusammenhängend in den jeweiligen Fachunterricht einzubinden. Eine fächerübergreifende Einheit lässt sich in der Grundschule in der Regel gut umsetzen, da

dort das Klassenlehrerprinzip vorherrscht und so mehrere Fächer von einer Lehrkraft in der Klasse unterrichtet werden.

I: Naja im Prinzip haben wir ja ein starkes Klassenlehrerprinzip an den Grundschulen. Das heißt, wer Klassenlehrer ist und das als Klassenlehrer macht, der hat eigentlich ja auch drei, vier, fünf Fächer in der Klasse und kann dann auch ein bisschen mehr Zeit mal aufwenden. (TL_VA_07, Z. 60 – 62)

Es wird eher als schwierig angesehen, eine Calliope-Einheit nur in einem Fach zu verorten. Wenn der Unterricht in verschiedene Fächer bzw. fächerübergreifend eingebettet wird, kann auch mehrmals in der Woche mit dem *Calliope mini* gearbeitet werden, wie Lehrkraft A sagt:

I: Ich würde, glaub ich – tschuldigung –, aber ich würde, glaub ich, nicht ausschließlich Calliope dann in Mathe machen, aber ich würde halt schon dann sagen, so zweimal die Woche. (TL_VA_07, Z. 52 – 53)

Besonders in Schule B zeigte sich, dass eine klare Ablaufstruktur bei der Bearbeitung der Aufgaben empfehlenswert ist, damit die Schüler*innen sich besser orientieren können. Dabei kann es auch ‚freie‘ Arbeitsphasen geben, in denen die Schüler*innen etwas ausprobieren können.

I: Aber die Struktur war jetzt auch deutlicher, so ich muss das erst mal machen, dann muss ich mir den Haken holen, die wollten auch die Haken haben. (TL_VA_10, Z. 214 – 215)

4.1.5 ANMERKUNGEN ZUR USABILITY

Im Vorfeld der Feldstudie fand im Rahmen des Projektes im Oktober 2016 ein Erkundungs- und Explorations-Workshop statt, an dem Expert*innen (Lehrkräfte, Erziehungswissenschaftler*innen und Informatiker*innen) teilnahmen. Dort wurde mit einer Vorversion des *Calliope* gearbeitet. Die Teilnehmer*innen testeten den Mikrocontroller und probierten zwei Programm editoren aus. Sie gaben Rückmeldungen zur Funktionalität und Bedienbarkeit sowohl des Mikrocontrollers als auch der Programmierungsumgebungen. Da zu diesem Zeitpunkt nur die Version 0.3 des *Calliope mini* vorlag, wurden einige Mängel beanstandet, zum Beispiel war die Mikro-USB-Buchse bruchgefährdet und der B-Knopf funktionierte nicht in allen Programmen. Die Entwickler*innen wurden über die Mängel informiert. In der Folge-Version 1.0 waren diese Mängel weitgehend behoben. Negativ beurteilt wurden die fehlende Übersetzung und die nicht immer ganz eindeutige Bezeichnung der Programmblöcke.

Usability der Programmierungsumgebung des *Calliope mini*

Die Unterrichtsmaterialien für die Explorationsstudie wurden auf der Grundlage des MakeCode-Editor (ehemals PXT-Editor) entwickelt. Blockbasierte Programmiersprachen, wie der MakeCode-Editor sie anbietet, wurden entwickelt, um insbesondere Kinder und Jugendliche mit der Computerprogrammierung vertraut zu machen. In dieser Programmierungsumgebung werden Befehle in Form von Blöcken bzw. Bausteinen dargestellt. Diese können ähnlich wie Puzzleteile aneinandergesteckt werden. Auf diese Weise müssen die Schüler*innen keine Programmierbefehle auswendig lernen oder Kommata und sonstige Sonderzeichen beachten, wie es bei textuellen Programmiersprachen (zum Beispiel C+, JavaScript™ oder

Python™) nötig ist. Die Programmierung wird auf das Wesentliche reduziert, wodurch auch Anfänger*innen sehr schnell interessante Ergebnisse erzielen können.

Für den *Calliope mini* existieren zum Zeitpunkt der Untersuchung drei Programmierumgebungen: eine mit eingeschränkten Funktionalitäten, der *Calliope mini Editor*, und zwei, die in ihrer Funktionalität sehr ähnlich sind: Die Programmierumgebung *MakeCode* wurde von Microsoft® und die Plattform *Open Roberta Lab*® vom *Fraunhofer-Institut* in Partnerschaft mit *Google* entwickelt. Alle drei Programmierumgebungen sind frei verfügbar, cloubasiert und verfügen über eine blockbasierte visuelle Programmiersprache. Die beiden letztgenannten Programmierumgebungen können von einer Blockansicht auf eine textuelle Sprache umgeschaltet werden. Ein *Calliope*-Simulator kann auch ohne Herunterladen des Programmes direkt im Editor angezeigt werden.

Die Editoren werden ständig weiterentwickelt, zum Beispiel gibt es den *Open Roberta Editor* mittlerweile auch in einer Offline-Version. (Diese wurde in der Explorationsstudie jedoch noch nicht berücksichtigt.) Eine Offline-Version ist für den Editor *MakeCode* ebenfalls geplant. Der Mikrocontroller *Calliope mini* wird voraussichtlich zunächst in der aktuellen Version beibehalten.

Usability während der Feldstudie

Der *Calliope mini* hat während des Projektes gut funktioniert. Er war für die Schüler*innen handhabbar, sehr robust und die Programme der Schüler*innen haben technisch fast immer funktioniert. Es gab jedoch auch kleinere Fehler in der Software, so dass Zeit verloren ging und einige Programmierlösungen der Schüler*innen nicht ausprobiert werden konnten. Beispielsweise ist der Editor hin und wieder abgestürzt, so dass sich die Programmierblöcke nicht mehr bewegen ließen und die Seite mehrfach neu geladen werden musste. Bei drei Laptops wurden wiederholt „Kompilierungsfehler“ angezeigt (vgl. BP_VA_16, Z. 50). Bei einigen Laptops wurde der *Calliope mini* nicht als Laufwerk angezeigt (vgl. BP_SC_03_a, Z. 44). Einige Kinder hatten anfangs Schwierigkeiten, den Mikrocontroller mit dem USB-Kabel und mit der Batteriebox zu verbinden, was aber mit zunehmender Übung gut gelang. (vgl. TL_VA_16, Z. 10 – 12)

Sobald an Schulrechnern gearbeitet wird, ist die Sicherung der Projekte im Editor nicht gewährleistet: Sobald die Browserdaten gelöscht werden, werden auch die Projekte gelöscht, was von den Lehrkräften sehr kritisch gesehen wurde.

Bei der Unterrichtseinheit „Hüpf-/Klickzähler“ wurde der *Calliope mini* mit dem beigelegten Gummiband am Bein befestigt. Dies hat gut funktioniert, jedoch muss dabei kräftig aufgetreten werden, damit die Erschütterung vom Lagesensor registriert wird, was auch ein/e Schüler*in im Abschlussfragebogen bemängelte: „Das mit dem Hüpfen nicht so, weil man sehr doll auftreten musste“ (vgl. FB_FN_ROH, Spalte 7, Z. 59) Dies führte bei der Unterrichtseinheit „Hüpf-/Klickzähler“ zum Beispiel dazu, dass die programmierten „Hüpf-/Klickzähler“ die Schritte nur unzuverlässig zählten (vgl. BP_SC_07_A, Z. 33). Bei einigen Schüler*innen ist ein Wackelkontakt aufgetreten, da die Batterie nicht fest genug saß (vgl. BP_SC_02_C, Z. 3).

Abschließend möchten wir den Lehrer aus Schule A mit einem Interviewtext zitieren, der auch die Auffassungen der anderen beteiligten Lehrer*innen gut zusammenfasst:

*I: Also ich fand schon, dass er Vorteile hat. Das hatte ich schon eben angedeutet im Gespräch oder immer wieder angedeutet. Ich fand großartig, wie die Mädchen dabei waren. Fand ich toll. Da hat Grundschule eine Chance. Ich unterrichte nicht in der weiterführenden Schule, mag da genauso sein, weiß ich nicht. Dann fand ich toll, dass die Kinder eben gemerkt haben, so ein Ding kann erst mal nichts. Ich entscheide, was das Ding kann. Und das sind erste Programmier-Erfahrungen, die da gesammelt werden, die sicherlich vielleicht mal eine Rolle spielen, im weiteren Leben, weiß man nicht, wie der weitere Lebensweg der Schüler*innen ist. Also ich finde, er hat auf jeden Fall Vorteile. Aber um den in der Grundschule flächendeckend einzuführen, da muss eine vernünftige Fortbildung organisiert sein, für die Lehrer, denn das, was wir hier gemacht haben, wir drei: Wir haben uns das ja selber beigebracht, wobei ich es für die Lehrkraft an der Schule C nicht weiß, aber fortgebildet wurde sie auch nicht. Sie hat sich das selber irgendwie ..., Learning by Doing. Das kann es nicht sein, das machen einige Engagierte, aber das ist nicht die Welt des Lehrers und das ist auch gut so. Also es muss eine gute Fortbildung dafür geben. Es muss eine Technik sein, die funktioniert. Also, immer diesen Raum mit Internet, also ich glaube, da wäre diese Bluetooth-Schnittstelle sicherlich noch, die weiterentwickelt werden muss und, was man ja auch immer angesprochen hat, eine Programmierungsumgebung, die offline einfach ist, die installierbar ist, wäre sicherlich von Vorteil. Das muss gegeben sein. Also ohne das, glaube ich, macht das keinen Sinn. Also einfach zu sagen: „Wir schicken jetzt jeder Schule 30 Calliopes“, vollkommen falsch. (AGL_SC_01, Z. 234 – 251)*

Die Klassenlehrerin von Lerngruppe C äußert sich zur Durchführbarkeit des Unterrichts mit *Calliope mini* ebenfalls sehr positiv:

Aber auch ohne irgendwelche Auswertungen von Uni oder irgendwas würde ich das [immer wieder einführen], ich finde das großartig, ich finde auch Calliope großartig in seiner Einfachheit, also wirklich durchdacht und richtig, richtig gut, ich finde das super, das kann man in der Grundschule machen [...] (TS_SC_09, Z. 177 – 184)

4.2 WELCHE KOMPETENZEN DER SCHÜLER*INNEN KONNTEN FESTGESTELLT WERDEN?

Im folgenden Punkt werden Kompetenzzuwächse der Schüler*innen erörtert, die während der Feldstudie festgestellt bzw. gefördert werden konnten. Dies umfasst auch die Frage, über welche Kompetenzen die Schüler*innen nicht verfügten bzw. welche Kompetenzen sich nicht entwickeln konnten. Die Verfügbarkeit von Kompetenzen oder deren Mangel zeigen sich bei der Bearbeitung von Aufgaben. Sie lassen sich durch Beobachtungen erschließen und drücken sich indirekt in beobachtbarer Frustration oder in Erfolgserlebnissen oder auch in Fragen, die die Schüler*innen stellen, aus.

Die Funktion der Indikatoren (siehe Anhang I) wird am Beispiel einiger Kategorien erläutert. So werden im Falle der Kategorien ‚Kreativität‘ und ‚Neugierde‘ Textstellen, Situationen oder Artefakte hinzugezogen, die auf kreatives Schaffen oder ungewöhnliche neue Ideen hinweisen, sowie Momente, in denen sich Neugierde zu bestimmten Themen, Sachverhalten

oder Aktivitäten im Unterricht zeigten. Das Material wurde auch daraufhin geprüft, welche Assoziationen die Schüler*innen zu den ‚neuen‘ Unterrichtsthemen haben und wie anschlussfähig an die anderen Unterrichtsfächer diese sind. Die Kategorien ‚Anschlussfähigkeit‘, ‚Vorwissen‘, ‚Assoziation‘ und ‚Lebensweltbezug‘ geben Rückschlüsse darauf, welche Inhalte die Schüler*innen aus ihrer Lebenswelt kennen.

Es geht auch darum, Indikatoren dafür zu finden, was die Schüler*innen können bzw. verstehen und wo Schwierigkeiten bestehen. Dies wurde über die beiden Kategorien ‚Bearbeitung der Arbeitsaufträge‘ und ‚Können/Verstehen/Lernstand‘ abgedeckt. Dabei wird bei allen Kategorien mitberücksichtigt, welche Unterrichtsziele erreicht wurden und was davon vielleicht nicht eingeplant war. Auf diese Weise ließen sich zehn unterschiedliche Kompetenzbereiche (Kategorien) bestimmen, die im Folgenden näher erläutert und mit Beispielen veranschaulicht werden.

4.2.1 DIE KOMPETENZ ‚ZUSAMMENARBEIT‘

In Schule A und Schule C haben die Schüler*innen von Beginn an zu zweit oder höchstens zu dritt an einem Laptop gearbeitet. Diese Zusammenarbeit war pädagogisch-didaktisch motiviert und initiiert. Demgegenüber hatte jeder/jeder Schüler*in Schule B die Möglichkeit, an einem eigenen Computer im Computerraum zu sitzen. Im Laufe des Projektes wurden die Schüler*innen zu zweit an den Computer gesetzt, da die Zusammenarbeit als äußerst produktiv (positiver Effekt beim Programmieren) empfunden wurde. Die Zusammenarbeit in den drei Schulen verlief unterschiedlich, das heißt, einige Schüler*innen haben sehr gut miteinander gearbeitet und bei manchen lief es einmal gut und einmal weniger gut. Schüler*innen, bei denen die Zusammenarbeit nicht glückte, gabe es wenige. Zu letzteren gehörten drei Schüler*innen aus Schule B, die zu keiner konstruktiven Zusammenarbeit bewegt werden konnten.

Bei einzelnen Gruppen hat in allen Schulen die Zusammenarbeit nicht durchgehend gut funktioniert. Dies zeigte sich insbesondere darin, dass es für einige langweilig wurde, wenn ihr/ihre Partner*in die Arbeit übernahm. Hierzu ein Beispiel aus Schule A:

F: Und wie, fandst du, haben sich die Schüler heute beteiligt?

I: Gut, super, alle motiviert immer noch. Einer, G., der saß ein bisschen daneben. Das ist natürlich auch schwer, das ist ja auch dieses zu zweit und wenn einer was macht, die zweite Rolle ist immer eine doofe Rolle so ein bisschen, das ist blöd und dann wird es auch schnell langweilig, weil der eine will etwas machen, was der andere nicht machen möchte, und das ist dann immer oft eine doofe Rolle. Da wäre es schon schön, wenn jeder eigentlich etwas machen könnte, das ist schon immer schwierig. Es gibt schon Gruppen, die zusammen sind, die zusammen agieren. Es gibt auch Gruppen, wenn du nicht so ein Gruppenarbeiter bist, wenn du lieber für dich alleine muddelst, und dann bist du noch nicht mal dran, dann guckst du lieber zu [...] (TL_SC_03, Z. 55 – 63)

Auch im Abschlussfragebogen schrieb ein/eine Schüler*in, dass die Zusammenarbeit nicht gut lief, da sie sich gestritten habe:

Ich fand blöd, dass ich mich manchmal mit meinen Partnern gestritten habe, am meisten mit Z. (FB_FN_ROH, Spalte 7, Z. 27)

Oder auch:

[...] Ich hätte lieber einen Computer für mich alleine gehabt. [...]
(FB_FN_ROH, Spalte 7, Z. 38)

In Schule C konnten die Schüler*innen bis auf wenige Ausnahmen gut miteinander arbeiten, nicht nur in ihren Kleingruppen, sondern auch im gesamten Klassenverbund. Das zeigt sich zum Beispiel darin, dass einzelne Schüler*innen nach Beendigung ihrer Arbeit anderen Schüler*innen halfen.

F: Ja, Jonathan, dann hat Felix Jonathan was erklärt, was ja superschön ist, was man ja auch will, dass sie sich die Sachen so ein wenig gegenseitig beibringen und das nicht nur in so Gruppen, das war wirklich ..., das konnte man gut sehen, also.

I: Das finde ich auch immer schön, das sage ich dann auch, wenn manche dann unruhig werden, du bist jetzt Profi, du gehst jetzt rum [...] (TL_CS_03, Z. 417 – 422)

Ein weiterer Vorteil der Partner-/Gruppenarbeit wird auch darin gesehen, dass bei anderen geschaut werden kann, wie es gemacht wird, und so ein Austausch über unterschiedliche Lösungswege entsteht:

I: Dann, finde ich, ist es aber auch für die gut, die einfach mal beim Nachbarn gucken: „So, wie macht der das?“, das ist ..., die dürfen ja dann..., ich bin ja eigentlich nicht so für rumlaufen, für mich sehr herausfordernd, aber die haben dann ja alle so geguckt, das lief ja auch ganz gut. (TL_CS_03, Z. 407 – 415)

Ein besonders positiver Effekt zeigte sich in Schule B. Am Anfang haben die Schüler*innen alleine am Computer gesessen und sahen sich in einer Wettbewerbssituation. Fast alle Schüler*innen entwickelten durch die Zusammenarbeit im Team eine positive Dynamik untereinander und sie begannen, sich gegenseitig zu unterstützen:

F1: Und jetzt ist es auch so, dass sie sich untereinander viel mehr unterstützen – als wie ein Wettbewerb ist, hatte ich das Gefühl. Dass die in Gruppen auch gut zusammenarbeiten können, also wenn man die auch gleich von Anfang an so in Gruppen zusammensetzt, dass das auch echt gut funktionieren kann. Dass sie sich auch eher helfen als zu sagen: „Ich bin schon so weit!“

F2: Ja, du siehst aber auch schon irgendwie so ein bisschen gruppendynamisch, dass hier die zwei Jungs, also diese Schachleute und dann R. ist so ein bisschen Alleingänger, aber wahnsinnig schnell, ich glaub eher mit [M.], der ist so ein bisschen, ja ...

I: Genau, da warst du ja auch beim Fragebogen viel dabei, ne? (TL_VA_08, Z. 81 – 88)

Während des Abschlussgespräches zum Unterricht mit dem *Calliope mini* wurden die Schüler*innen aller Schulen gebeten, sich im Hinblick auf die Kooperation zu äußern. Es wurde gefragt, ob sie lieber alleine oder zusammen arbeiten. Bis auf drei Schüler*innen fand die Mehrheit es schöner, zusammenzuarbeiten und gemeinsam nachzudenken. Bei den drei

Schüler*innen, die dies nicht so sahen, verlief die Kommunikation nicht reibungslos (vgl. FE_Murmelauswertung_Gesamt, Z. 15 – 17).

I: Das hat mit meiner Sitznachbarin nicht so gut geklappt, die war ganz schön zickig.

F: Ja, so ist das, wenn man zu zweit arbeitet, okay, dann hat das auch ein bisschen mit der Nachbarin zu tun.

I: Ja, die hat immer gesagt –, ich habe gesagt: „Darf ich auch mal wieder was machen?“ Dann hat sie einfach schon losgeschrieben: „Hey, mach du doch alles alleine, ohne mich würdest du es nicht hinkriegen!“ Dann war [ich] eingeschnappt.

F: Habt ihr dann irgendwann einen Weg gefunden, wie ihr zusammenarbeiten konntet?

I: Ich bin dann einfach weggegangen, kurz, und dann habe ich das halt hingekriegt. (TS_CS_LO, Z. 54 – 63)

Abschließend lässt sich sagen, dass die meisten Schüler*innen zum ersten Mal im Schulunterricht zusammen an einem Computer gearbeitet haben und so auch zum ersten Mal erlebt haben, wie das Prinzip von Pair-Programming funktioniert (siehe Abschnitt 4.1.4). Die Schüler*innen haben auch kennengelernt, wie sie sich in der Zusammenarbeit mit anderen Schüler*innen organisieren und absprechen müssen, damit die Zusammenarbeit funktioniert.

Der Punkt „Zusammenarbeiten“ findet sich im Kompetenzraster der KMK (KMK 2016) und in den Kompetenzbeschreibungen der Arbeitsgruppe „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter dem Punkt „Kommunizieren und Kooperieren“ wieder.

4.2.2 DIE KOMPETENZ ‚ENTWICKLUNG UND UMSETZUNG VON IDEEN‘

Eine Kompetenz, die im Unterricht mit *Calliope mini* beobachtet werden konnte, ist die der Umsetzung eigener Ideen. Diese Kompetenz beinhaltet zwei wesentliche Aspekte, die im Folgenden näher beschrieben werden: Zum einen hat diese Kompetenz eine kreative, erfinderische Komponente, zum anderen sind für die Umsetzung in der Programmierung strenge Disziplin und Zielstrebigkeit gefordert. Dabei sind die beiden Aspekte nicht separat zu betrachten, sondern sie beziehen sich aufeinander.

Umsetzung eigener Ideen (Basteln)

Während der Vorweihnachtszeit wurde in Schule B und Schule C eine Unterrichtseinheit durchgeführt, in der die Schüler*innen Ideen zum Thema „Weihnachten“ gesammelt und den Calliope weihnachtlich programmiert und dekoriert haben. In dieser ‚freien‘ Unterrichtsstunde (sechste Unterrichtseinheit) konnte beobachtet werden, dass die Schüler*innen viele Ideen zur Programmierung des *Calliope mini* hatten, zum Beispiel blinkende Sterne, Weihnachtslieder, „Frohe Weihnachten“ als Laufschrift etc. Dabei fanden die Schüler*innen aus Schule C Gefallen an dem Zusammenspiel von Programmierung und Basteln, wohingegen sich die Schüler*innen aus Schule B mehr für das Basteln interessierten.

Das zeigt sich auch in den Arbeitsergebnissen: Die Schüler*innen aus Schule C haben teilweise ein ganzes Weihnachtslied oder verschiedene Funktionen mit einem im LED-Feld erscheinenden Symbol und mit Musik programmiert. Bei Schule B lag der Fokus stärker auf dem Basteln und die Programmierungen waren weniger aufwändig:



Abbildung 3 und 4: Weihnachtliches Programmieren – Ergebnisse der Schüler*innen

Umsetzung eigener Ideen (Programmieren)

Mit der Zeit konnten die Schüler*innen selbstständiger mit dem Editor und dem Mikrocontroller umgehen, so dass sie auch im Programmieren eigene Ideen umsetzen konnten. Die Programmieraufgaben waren in der Regel vorgegeben. Dennoch konnten die Schüler*innen eigene Ideen einbringen oder zu vorhandenen Kodierungen etwas Eigenes hinzufügen. Ersteres wurde besonders in Schule C bei der Programmierung der Alarmanlage in der achten Unterrichtsstunde wahrgenommen. Durch die gemeinsamen Vorüberlegungen konnten die Schüler*innen ihre eigenen Vorstellungen zu einer Alarmanlage umsetzen, ohne dabei die Hilfe der Lehrerin häufiger in Anspruch zu nehmen:

I: Sehr entspannt. Also, würde ich sagen, auch wenn sie einige Fragen hatten, aber dadurch, dass man die Arbeitsblätter als Hilfestationen hatte, fand ich das total gut, dass man die nicht vorne reingegeben hat oder eine bestimmte Lösung erwartet hat. Ich glaube, das hat die auch entspannt, dass man nicht gesagt hat: „Ich will, dass du das und das und das machst“, sondern deren Vorstellung von einer Alarmanlage so hat umsetzen lassen und eben auch die einfache Variante mit dem Schütteln, dass das auch geht, weil für manche ist das andere noch zu komplex, glaube ich. Fand ich super, also war total nett.

Dann konnten viele auch schon speichern und ausprobieren und dann auch nochmal überarbeiten, P. und so, das fand ich, großer Erfolg, glaube ich, für die Kinder. Das ist gut. (TL_CS_08, Z. 9 – 17)

Durch eine offene Form werden Schüler*innen, die bereits über einige Erfahrung verfügen und selbstständig arbeiten können, verstärkt motiviert und freuen sich umso mehr über persönliche Erfolge. Die Beobachtungen werden durch die Antworten aus der schriftlichen Abschlusserhebung gestützt. Es zeigt sich, dass die Schüler*innen besonders viel Spaß daran hatten, eigene Ideen im Unterricht mit dem Mikrocontroller umzusetzen und diese anschließend zu testen. Dagegen bereitete das Abarbeiten von Programmieranleitungen den Schüler*innen weniger Freude. Bei starken Vorgaben war das Umsetzen eigener Ideen nur sehr eingeschränkt möglich (vgl. FB_FN_F04)

Frage: Was hat dir während des Unterrichts mit dem Mikrocontroller Spaß gemacht?

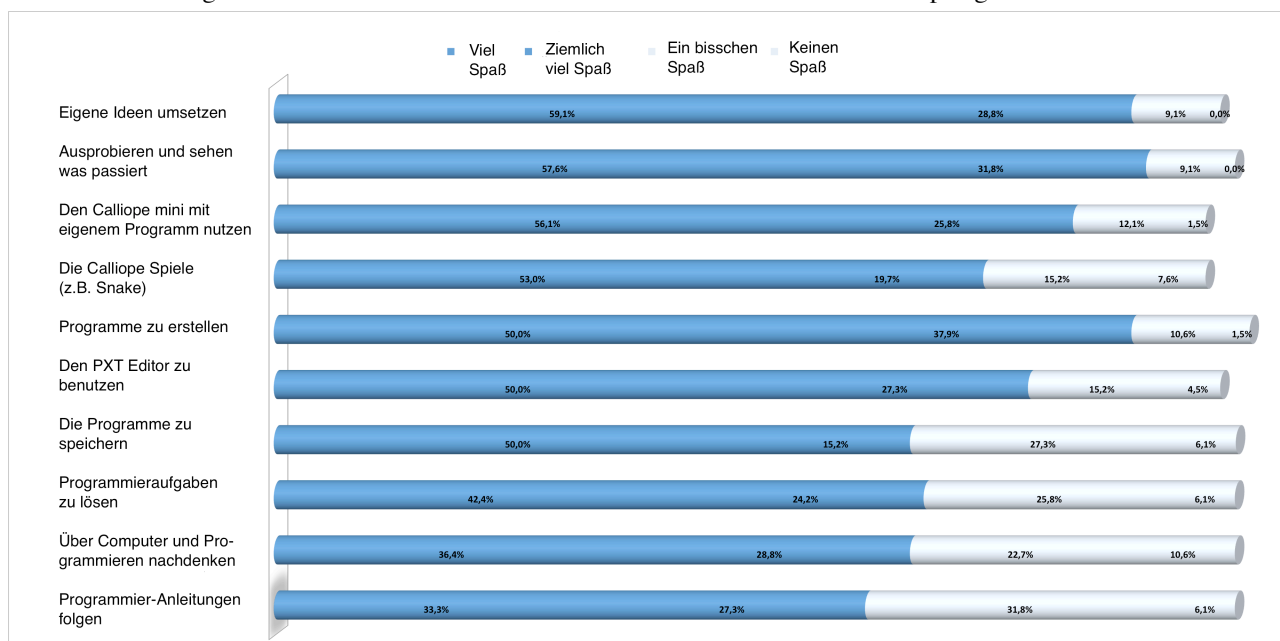


Abbildung 5: Abschlussfragebogen – Frage 4

Die Kompetenz der Schüler*innen, eigene Ideen zu entwickeln und umzusetzen, stellt im Kontext der Arbeit mit dem *Calliope mini* insofern etwas Besonderes dar, als sie ihre Ideen auf ein Informatiksystem übertragen und damit implementieren. Dies hat im Projekt vor der Weihnachtseinheit nur eine geringe Rolle im Unterricht gespielt und kommt auch in der außerschulischen Lebenswelt der Schüler*innen in der Regel nicht vor.

Die Entwicklung von Ideen und die Umsetzung mit Hilfe eines Mikrocontrollers findet sich im KMK-Kompetenzraster (KMK 2016) unter „Produzieren und Präsentieren“ sowie in der Kompetenzbeschreibung des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Modellieren und Implementieren“ wieder.

4.2.3 DIE KOMPETENZ ‚COMPUTER-BASICS‘

Mit der Bezeichnung ‚Computer-Basics‘ sind grundlegende Fähigkeiten gemeint, die die Schüler*innen im Umgang mit dem Computer und den externen Peripheriegeräten gezeigt haben. Zu diesen grundlegenden Fähigkeiten, die während des Projektes zum Tragen kamen, gehören zum Beispiel:

- Den Computer an- und ausschalten.
- Dateien auf dem Computer und dem *Calliope mini* speichern.
- Sich in der Ordnerstruktur zurechtfinden.
- Externe Peripheriegeräte mit dem Computer verkabeln.
- Den Internetbrowser finden, ihn öffnen und wieder schließen.
- Eine URL im Internetbrowser eingeben.
- Eine Datei aus dem Internet herunterladen.
- Die Computermouse und die Computertastatur bedienen.

Ein wesentliches Ergebnis der Explorationsstudie ist, dass der Großteil der Schüler*innen aus allen drei Schulen am Ende der Unterrichtseinheiten gut und ansatzweise routiniert mit dem Computer und den externen Peripheriegeräten umgehen konnte.

Im nachfolgenden Auszug aus einem Interview aus Schule C drei Wochen nach der letzten Unterrichtseinheit erläutert eine Schülerin, dass sie wenig Erfahrung mit Computern hatte und die Löschtaaste auf der Tastatur vorher nicht kannte.

F: Ah, dann durftest du den von deinen Eltern nehmen, den Computer, okay. Nochmal, das wiederholt sich jetzt so ein bisschen, aber was hast du Neues im Umgang mit dem Computer gelernt?

M: Da fällt mir gerade nichts ein.

F: Ist nicht schlimm. Oder mal anders gefragt: Hattest du schon viele Vorerfahrungen mit dem Computer, bevor du jetzt hier mit dem Calliope gearbeitet hast?

M: Nicht so.

F: Also ihr hattet in der Schule nicht was mit dem Computer gemacht?

M: Ne, also ich habe schon, ich wusste nämlich sonst nie, wo man das wegmachen kann, weil da sind so viele Tasten.

F: Okay. Also an der Tastatur?

M: Ja, habe ich mehr gelernt.

F: Das hast du jetzt sozusagen nach dem Unterricht so ein bisschen mitgenommen, wie man die Tastatur ein bisschen kennenlernt. M: Ja.

(TS_CS_MA, Z. 68 – 81)

Solche Aussagen und Beobachtungen zu Aspekten der Handhabung von Computern lassen sich in allen drei Schulen finden. Zwei weitere Beispiele zeigen, dass für die Schüler*innen nicht nur das Programmieren, sondern allgemeinere Fertigkeiten im Umgang mit Computern wichtig sind. Es handelt sich um Auszüge aus Interviews mit einem Schüler sowie einer Schülerin aus Schule C, ebenfalls drei Wochen nach der letzten Unterrichtseinheit:

F: [...] Was hat dir während des Calliope-Projektes besonders viel Spaß gemacht?

*I: Also, dass wir mit den Computer gearbeitet haben, dass wir schon ein bisschen gelernt haben, wie man mit dem Computer umgeht und alles.
(TS_CS_LO, Z. 9 – 12)*

F: Was hast du Neues im Umgang mit dem Computer gelernt?

K: Wie man etwas downloaded und – ja.

F: Runterladen, also Downloaden, hast du gelernt, okay. Hattest du vorher schon Erfahrungen mit Computern?

K: Ja.

F: Ja? Habt ihr hier so etwas wie einen Computerführerschein oder einen Internetführerschein gemacht?

K: Nein. (TS_CS_KR, Z. 48 – 55)

Eine Aussage von Lehrkraft C aus einem Interview nach der achten Unterrichtseinheit bringt die Entwicklung der Schüler*innen im Umgang mit dem Computer sehr gut zum Ausdruck:

I: Das konnten sie heute gar nicht so formulieren. Ich wollte eigentlich, dass sie mehr auf die ganze Zeit gucken. Die haben sich heute nur um die Stunde gekümmert, dass die ja eigentlich mal reflektieren, aber vielleicht macht ihr das nochmal. „Was konnte ich am Anfang, was kann ich jetzt?“ Dass sie sehen, dass sie super den Laptop anmachen können, dass sie wissen, wo sie hin müssen, dass sie einfach was programmieren können, sie wieder ausmachen können, super Leistung für die kurze Zeit! (TL_CS_08, Z. 71 – 76)

Auch finden sich Aussagen zur Nachhaltigkeit der neuen Fertigkeiten, wie zum Beispiel im Auswertungsgespräch eine Woche nach der letzten Unterrichtseinheit in Schule A. Zwischen der letzten und der vorletzten Unterrichtseinheit war aufgrund der Weihnachtsfeiertage und des vorherigen Unterrichtsausfalls viel Zeit ohne Unterricht mit dem *Calliope mini* vergangen. Auf die Frage, ob die lange Zeit ohne den Unterricht mit dem *Calliope mini* sich auf die Fertigkeiten der Schüler*innen ausgewirkt hätte, antwortete Lehrkraft A:

I: Also die grundlegenden Sachen gingen alle noch: Speichern, Auf-den-Calliope-Spielen und letztendlich auch das Aufrufen der Programmierung. Das war relativ entspannt. Also ich habe mich selten so wenig zurückgehalten wie in dieser Stunde.

F: Man konnte es nicht merken, dass da jetzt so eine große Zeit dazwischen war.

I: Gar nicht. Überhaupt nicht. Eher im Gegenteil, als wenn sich das in der Zeit verfestigt hat. (AGL_SC_01, Z. 27 – 31)

Am Ende der letzten Unterrichtseinheit konnte zwar auch in Schule B die Mehrheit der Schüler*innen gut mit dem Computer und den externen Peripheriegeräten umgehen, jedoch war es nicht so ausgeprägt wie in den anderen beiden Schulen. In beiden Gruppen aus Schule B gab es am Ende immer noch einzelne Schüler*innen, die sich mit Speichervorgängen schwertaten und im Umgang damit nicht sicher waren. Exemplarisch zeigt sich dies im folgenden Auszug aus einem Interview mit einer Schülerin und einem Schüler aus Gruppe 1 aus Schule B nach der letzten Unterrichtseinheit:

F: Okay, super. Bei Ordern, was würdet ihr sagen, was Ordner sind bei Computern? Ordner und Speichern.

A: Minicalliope.

N: Man speichert alles auf, wenn du nicht schaffst und dann hast du das noch nicht verloren und dann ist es geordnet in einer Reihe und du kannst das so schnell wiederfinden.

F: Okay und A., was fällt dir dazu ein, wenn du deinem Freund oder deiner Freundin erzählen möchtest, was Ordner und Speichern ist, was könntest du denen dann sagen?

A: Weiß ich nicht. (TS_VA_NiAl, Z. 59 – 67)

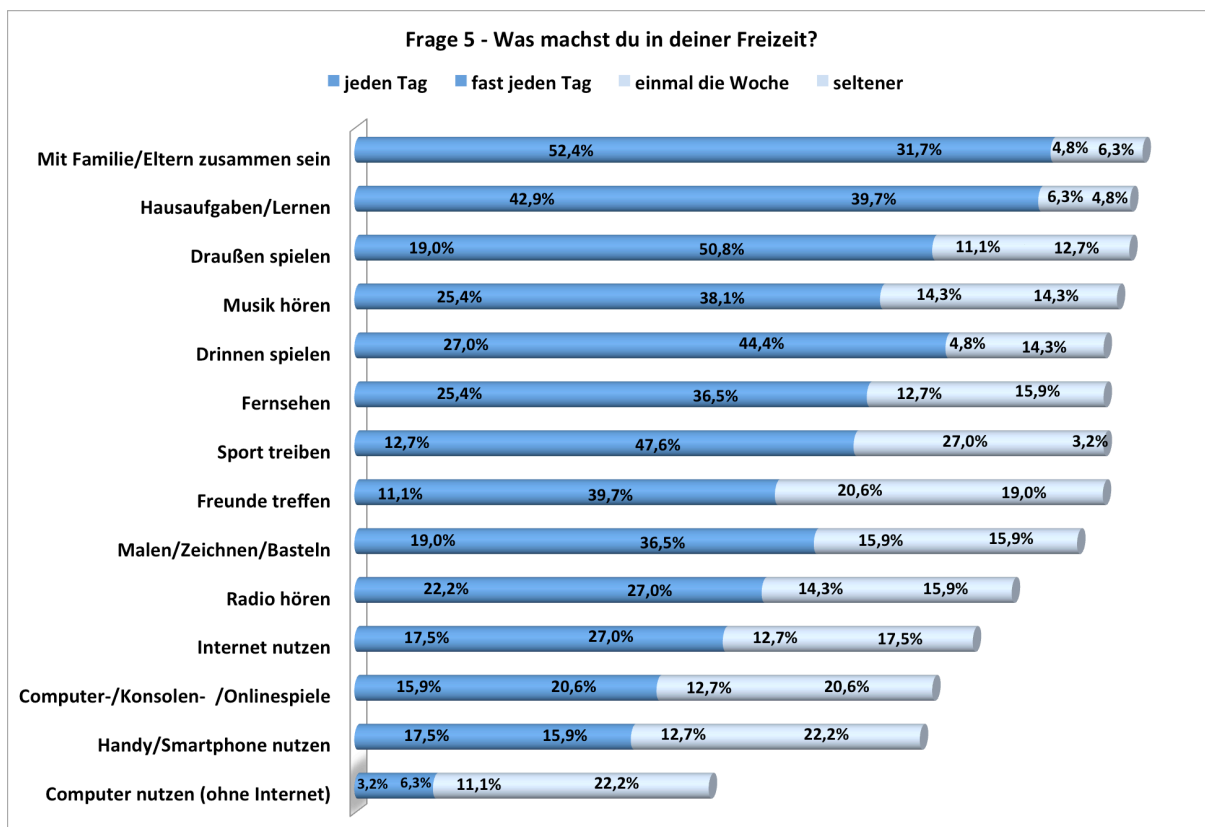


Abbildung 6: Fragebogen zu Ausgangslagen – Frage 5

Dass ein Großteil der Schüler*innen vor Beginn der Explorationsstudie wenige bis gar keine Erfahrungen im Umgang mit Computern und externen Peripheriegeräten hatte, wird auch durch die Antworten der Schüler*innen bei Frage 5 und Frage 6 des Fragebogens zu Ausgangslagen erkennbar. So kann man in Abbildung sehen, dass zum Beispiel insgesamt weniger als 10,0 % aller teilnehmenden Schüler*innen den Computer (ohne Internet) „jeden Tag“ oder „fast jeden Tag“ in ihrer Freizeit nutzen und dass mit insgesamt 44,5 % weniger als die Hälfte der Schüler*innen das Internet „jeden Tag“ oder „fast jeden Tag“ nutzen. Diese Werte sind leicht geringer als Abbildung 7 (Feierabend et al. 2016, S. 11) zeigt. Der Großteil der Schüler*innen aus allen drei Schulen verbringt die Freizeit mit klassischen Aktivitäten der Altersklasse von 8 bis 10 Jahren, wie „Mit Familie/Eltern zusammen sein“, „Hausaufgaben/Lernen“, „Draußen spielen“ etc.

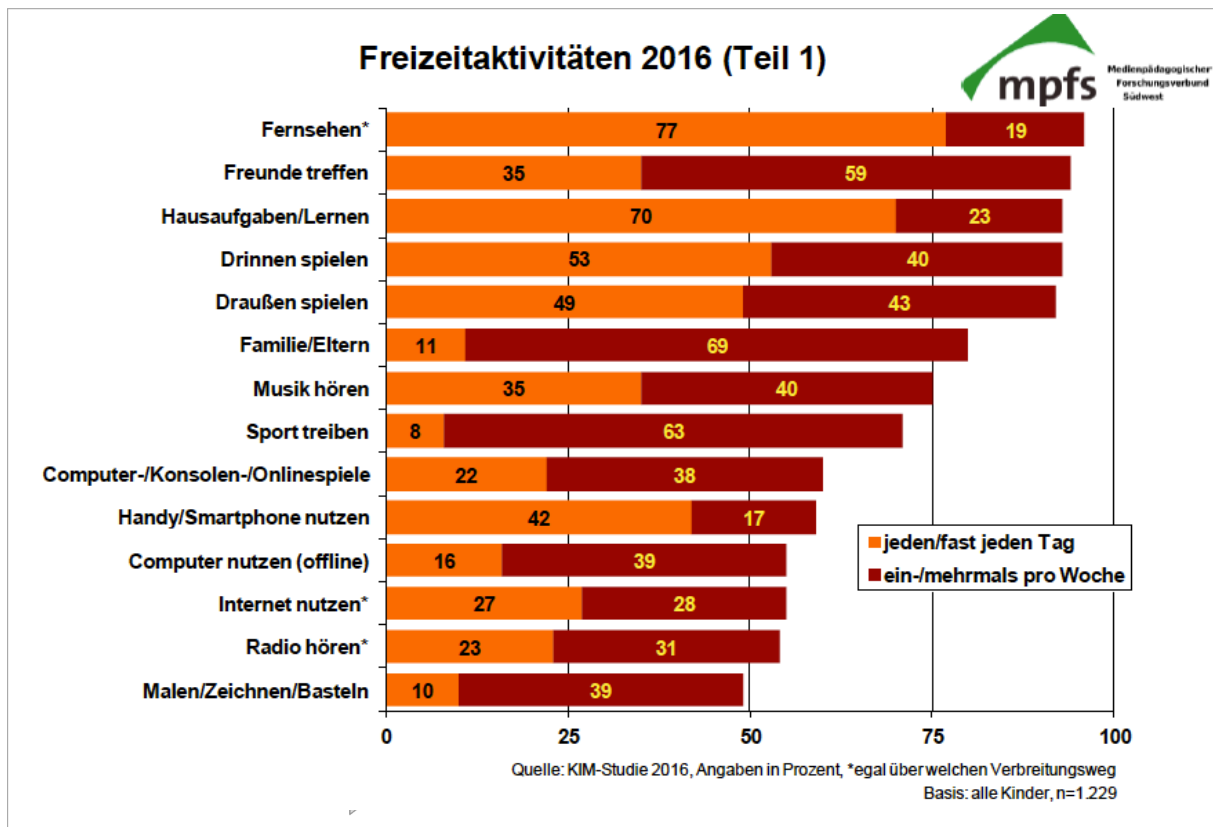


Abbildung 7: KIM-Studie 2016

Aus der Auswertung des Fragebogens bezüglich der Computernutzung wird deutlich, dass insgesamt mehr als drei Viertel der Schüler*innen (77,8 %), die an der Befragung teilnahmen, angeben, „erst 1- bis 2-mal“ oder „Noch nie“ am Computer Ordner angelegt zu haben. Etwas weniger als drei Viertel der Schüler*innen (69,8 %) haben nach eigener Auskunft „Erst ein- bis zweimal“ oder „Noch nie“ Dateien aus dem Internet heruntergeladen (siehe Abbildung 2, Seite 43). Dies kann ein Indiz dafür sein, dass viele Schüler*innen, wenn überhaupt, vor dem Explorationsprojekt nur oberflächliche Erfahrungen mit Computern und externen Peripheriegeräten gemacht haben. Dies würde sich jedenfalls mit den Eindrücken und Beobachtungen des Forschungsteams zu Beginn der Feldstudie decken.

Bei den Computer-Basics sieht das Forscherteam eine wesentliche Kompetenzerweiterung, die die Schüler*innen vollzogen haben. Der Mehrwert liegt nicht nur darin, dass die Schüler*innen ihre Kompetenzen im Umgang mit dem Computer und den externen Peripheriegeräten erweitert haben, sondern vielmehr in der Art und Weise, wie sie dies erreicht haben. Die Schüler*innen haben diese Routiniertheit durch Learning by Doing und kooperativ während des Pair-Programmings beiläufig erworben.

Computer-Basics sind in der KMK-Strategie (KMK 2016) „Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren“ und in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Informatiksysteme“ zu verorten.

4.2.4 DIE KOMPETENZ ‚PROGRAMMIERUNG EINES MIKROCONTROLLERS SOWIE NACHVOLLZIEHEN INFORMATISCHER GRUNDKONZEPTE‘

Hier wird adressiert, inwieweit Schüler*innen einen Mikrocontroller programmieren und grundlegende informatische Grundkonzepte und Inhalte nachvollziehen können. Zu den informatischen Grundkonzepten und Inhalten, die in den Unterrichtseinheiten thematisiert wurden, zählen:

- Algorithmus.
- Programm und Programmieren.
- Variablen.
- Mikrocontroller.
- EVA-Prinzip (Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe).
- Funk.
- Zufallszahlen.
- Sensoren und Aktoren.

Es konnte beobachtet werden, dass die meisten Schüler*innen aus den drei Schulen am Ende der Unterrichtseinheiten Kompetenzen in diesem weit gefassten Bereich aufwiesen, jedoch auf sehr unterschiedlichen Kompetenzstufen. Auch die Lehrkräfte aller drei Klassen sahen dies differenziert, wie die folgenden drei Interviewauszüge aus den Abschlussgesprächen deutlich machen:

F: Und wie wird so der Verlauf bzw. der Lernfortschritt von der ersten bis zur letzten Stunde der Schüler gesehen? War da irgendwas überraschend oder so wie erwartet?

I: Also ich fand überraschend, dass die, und das haben sie ja auch im Fragebogen gesagt, dass sie das eigentlich, dieses eigenständige Programmieren am besten gefunden haben. Und wenn man sieht, was sie da eigenständig herausgekriegt haben, also M. mit seiner Schneeflöckchen-Weißbröckchen-Sache da und so, das finde ich schon erstaunlich. Also es gibt Spitzen natürlich, ne. J., das scheint nicht sein Ding zu sein. Das gibt es natürlich auch, ne, der musste viel Anleitung haben. Aber jeder hat doch ein Erfolgserlebnis gehabt, weil eben was gelungen ist. Jeder konnte was programmieren und hatte was auf dem Calliope. Das fand ich super. (TL_CS_09, Z. 190 – 200)

F: Okay. Wie siehst du den Verlauf oder die Lernfortschritte von der ersten bis zur letzten Stunde bei den Schülern und Schülerinnen?

I: Ja auch sehr differenziert natürlich. Es gab schon welche, die viel Interesse hatten, die das auch äußern konnten, die auch erklären konnten, was bei dem Code passiert. Also wenn man hingegangen ist: „Erklär mir mal, was da jetzt passiert“, die das also in Worte auch fassen konnten. Das ist ja immer so eine Kunst, was in Worte zu fassen. Und es gab aber auch Kinder, denen war das alles nicht bewusst, was da ist, also das ist ...

F: Die sozusagen am Ende genau so dastanden wie ...

I: Die eigentlich gedacht haben „Was willst du eigentlich hier von mir?“ Also, die das nachgebaut haben, aber es nicht erklären konnten.

F: Hattest du das Gefühl, das waren viele jetzt in deiner Klasse?

I: Das ist schon eine sehr intelligente Klasse. Also schon, aber es waren schon einige da, gerade auch mit Migrationshintergrund, die also Deutsch nicht als Muttersprache haben. Denen fiel das schon schwer, das in Worte zu fassen, was da jetzt programmiert wurde. Da war die Programmierumgebung war ja auch noch zwischen Englisch und Deutsch, das war ja nicht immer alles deutsch. Also „rename variable“ stand dann da zum Beispiel, also so etwas. Das ist auch noch eine Sache, das natürlich, klar, hindert so ein bisschen dann auch, ne. Aber andere haben das eben einfach gemacht und etwas assoziiert mit diesem Wort und dann haben sie einen neuen Namen eingegeben für die Variable jetzt mal. (AFL_SC_01, Z. 279 – 298)

*F: Wie siehst du den Verlauf oder den Lernfortschritt von der ersten bis zur letzten Stunde der Schüler*innen? Wie hast du den gesehen, diesen Lernfortschritt?*

I: Ich fand jetzt, in der zweiten Halbgruppe war es deutlich einfacher als mit der ersten Halbgruppe. Ich glaube ein, zwei Kinder haben wir dabei, wo das, jetzt in der Halbgruppe, die wir jetzt hatten, die da einen überschaubaren Lernzuwachs haben, sag ich mal, aber ich glaube das hätten die in allen anderen Unterrichten, die man stattdessen gemacht hätte, wahrscheinlich auch gehabt. Und ansonsten, ich glaube, dass es für R. zum Beispiel eine tolle Sache war, sich mal an solchen Geräten zeigen zu können. Offensichtlich hat er zu Hause ja nichts, der ist da total pfiffig und ich glaube, das ist irgendwie sein Ding. Also auch schön, dass Kinder, die eher auf der Nerd-Seite des Lebens wandeln, sich da auch mal zeigen können.

F: [...] Ja, also, nur um das zusammenzufassen, also in der ersten Gruppe hast du den Lernfortschritt nicht so groß gesehen wie jetzt in der zweiten? Hab ich das richtig verstanden?

I: Ja. Wobei da in der ersten Gruppe auch ein, zwei Kinder waren, auch so ähnlich ja wie R., der F., der da doch so ein bisschen rausstach. Ja auch manchmal ja ein bisschen verhaltensoriginell ist, aber da ja doch seine Qualitäten auch zeigen konnte. (AFL_VA_01, Z. 88 – 103)

Auf der Basis der Auswertungen lassen sich drei Kompetenzstufen beschreiben:

Kompetenzstufe 1

Schüler*innen auf dieser niedrigsten Kompetenzstufe hatten meist Spaß an der Arbeit mit dem Mikrocontroller, waren überwiegend motiviert im Unterricht und zeigten mit wenigen Ausnahmen auch Interesse für die Unterrichtsinhalte. Häufig war das Interesse dann besonders groß, wenn es schnell ans Programmieren ging und die Programmieraufgaben in eine fiktive Geschichte eingebunden waren, wie zum Beispiel bei der Unterrichtseinheit „Roboter ‚Rumpelstilzchen‘“ oder wenn Aufgaben einen für sie interessanten Lebensweltbezug hatten, wie zum Beispiel bei den Unterrichtseinheiten „Nachrichten senden/Funk“ und „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“.

Es waren insgesamt nur wenige Schüler*innen aus allen drei Klassen, die Kompetenzstufe 1 zuzuordnen sind. Diese Schüler*innen waren in der Lage, nach Anleitung Schritt für Schritt zu programmieren, brauchten dafür aber viel Unterstützung von der Lehrkraft. Das Öffnen und Schließen des Editors sowie das Überspielen der Programme auf den Mikrocontroller konnten am Ende alle, jedoch hatte man bei der Bearbeitung der Programmieraufgaben oft den Eindruck, sie wüssten nicht, was sie eigentlich tun. Diese Schüler*innen hatten

Schwierigkeiten, informatische Grundkonzepte, wie zum Beispiel Variablen oder das EVA-Prinzip, nachzuvollziehen und konnten sie meist auch nicht oder nur schwer mit eigenen Worten wiedergeben.

Beispiele für Kompetenzstufe 1

Zwei Ausschnitte aus dem Interview mit einer Schülerin und einem Schüler aus Klasse B nach Abschluss der letzten Unterrichtseinheit verdeutlichen dies. Auf die Frage, ob sie einem/einer Freund*in erklären könnten, was eine Variable ist, wusste der Schüler nichts zu sagen und machte den Eindruck, er höre das Wort zum ersten Mal. Auf die Frage, was Programmieren ist, können beide dies nicht in Worte fassen, behaupten aber, dass sie es einem/einer Freund*in am Computer zeigen könnten:

*F: [...] Wenn ihr jetzt euren Freunden erzählen solltet oder erklären wolltet, wenn einer sagt: „Oh, ich habe gehört, dass du was mit dem Calliope gemacht hast. Was ist denn eigentlich Programmieren?“ Was würdet ihr dem/der Freund*in dann sagen?*

N: Ich hätte gesagt: „Warte, ich muss überlegen“, weißt du, A.?

A: Nein.

N: Ich auch nicht. Ich hätte gesagt, dass Calliope – und kann man so – nee, ich kann es nicht.

F: Ist nicht schlimm. Ihr könnt es gerne versuchen.

A: Ich kann es auch nicht.

F: Ist wirklich nicht schlimm, es gibt kein Falsch und Richtig bei dem.

N: Okay, dann hätte ich gesagt, ich hätte es gezeigt, wie das geht, und dann hätte sie das auch gekauft.

F: Okay, und du, A., fällt dir doch was ein, was hättest du gemacht?

A: Nein, hätte ich das Gleiche wie N.

F: Auch gezeigt und dann hättest du ihm das – so beim Tun hättest du ihm erklärt, was du machst und was er machen muss oder sie.

A: Ja. (TS_VA_NiAl, Z. 44 – 58)

*F: [...], fangen wir bei dir an, was würdest du deinem/deiner Freund*in erzählen, wenn du ihr erklären müsstest, was eine Variable ist?*

A: Was eine Variable ist?

F: Gute Frage, oder?

A: Ja.

F: Ich frage dich und du fragst mich: „Was ist eine Variable?“

A: Weiß ich auch nicht. (TS_VA_NiAl, Z. 75 – 84)

Zwei Ausschnitte aus einem Interview mit einem Schüler aus Klasse C drei Wochen nach Abschluss der letzten Unterrichtseinheit zeigen, dass die Schwierigkeiten bei der Arbeit mit dem Calliope nicht im Widerspruch zum Engagement und Interesse stehen müssen. Diesem Schüler hat das Programmieren des Mikrocontrollers Spaß gemacht, er fand es jedoch sehr schwer.

F: Okay, schön. Nächste Frage: Wie hat dir das Programmieren des Calliopes gefallen? Auch wieder auf einer Skala von 1 bis 10?

I: Also, toll. Ich – gibt es auch so schwer? Wie es gang, also schwer? Also ich fand es 10.

F: Also dir hat es richtig Spaß gemacht? Aber du fandest es schwer?

I: Ja, sehr schwer. (TS_CS_LO, Z. 64 – 68)

Auf die Frage, ob er noch wisse, was ein Algorithmus ist, konnte er sich erst mal nicht daran erinnern. Nach etwas Bedenkzeit versucht der Schüler, dann doch den Begriff mit eigenen Worten zu erklären, indem er sich an ein im Unterricht angewandtes Beispiel erinnert:

F: Und weißt du jetzt auch, wie Speichern geht und wie man Ordner findet?

I: Das habe ich noch nicht so ganz, also Programmieren von der, zu dem, das habe ich noch nicht [ganz genau].

F: Das ist dir noch so ein bisschen unklar geblieben, ist auch nicht einfach.

Und so, was ein Algorithmus ist, hast du das?

I: Was ist das nochmal?

F: Ein Algorithmus ist eine Abfolge von Befehlen.

I: Ach so, wenn ich einen Knopf drücke und dann spielt [der Abschnitt] immer wieder hintereinander.

F: Genau, wobei wir hatten ja dieses Beispiel mit dem Thermometer, dem Fieberthermometer, das ist so ein bisschen.

I: Ich habe jetzt eine andere Meinung ...

F: Ja?

I: ... dazu.

F: Wie ist die?

I: Also dass so ein Strahl mit der Wärme aufgeladen wird und dann gegengeschossen wird und dann halt das weiß, wie viel Hitze dann halt wieder rausgezogen wird.

F: Okay.

I: Das ist dann halt, wo das wieder gegengeht und dann den Knopf und dann weiß der Mensch.

F: Das ist jetzt das Beispiel für dich, für einen Algorithmus?

I: Ja. (TS_CS_LO, Z. 123 – 142)

Kompetenzstufe 2

In Kompetenzstufe 2 lässt sich der Großteil aller Schüler*innen aus allen drei Klassen einordnen. Diese Schüler*innen zeichnet ebenfalls aus, dass sie überwiegend motiviert im Unterricht waren und mit wenigen Ausnahmen auch Interesse für die Unterrichtsinhalte zeigten. Ähnlich wie die Schüler*innen auf Kompetenzstufe 1 waren diese Schüler*innen besonders engagiert, wenn es schnell ans Programmieren ging und die Programmieraufgaben in eine fiktive Geschichte eingebunden waren, wie zum Beispiel bei der Unterrichtseinheit „Roboter ‚Rumpelstilzchen‘“, oder wenn es einen für sie interessanten Lebensweltbezug gab, wie zum Beispiel bei den Unterrichtseinheiten „Nachrichten senden/Funk“ und „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“.

Im Unterschied zu Kompetenzstufe 1 waren diese Schüler*innen zusätzlich in der Lage, die Programmieraufgaben selbstständig zu lösen. Sie brauchten dafür meist auch nicht viel Unterstützung von der Lehrkraft. Das Öffnen und Schließen des Editors sowie das Überspielen der Programme auf den Mikrocontroller gingen ihnen leicht von der Hand. Bei der Bearbeitung der Programmieraufgaben machten sie häufig den Eindruck, als wüssten sie, was sie tun. Anders als die Schüler*innen auf Kompetenzstufe 1 kannten sich diese Schüler*innen überwiegend mit den relevanten und im Unterricht besprochenen Programmierbefehlen aus und konnten diese gezielt und relativ sicher zu einem Programm zusammenstellen. Diese Schüler*innen hatten ebenfalls Schwierigkeiten, abstraktere informatische

Grundkonzepte nachzuvollziehen, wie zum Beispiel Variablen oder das EVA-Prinzip, genauso wie das Wiedergeben und Erklären mit eigenen Worten.

Im Vergleich zu Kompetenzstufe 1 erweckten diese Schüler*innen durch ihre praktischen Handlungen beim Programmieren den Eindruck, dass sie die meisten der genannten informatischen Grundkonzepte verstanden haben.

Beispiele für Kompetenzstufe 2

Ein Ausschnitt aus einem Interview mit einer Schülerin aus Klasse C drei Wochen nach Abschluss der letzten Unterrichtseinheit lässt den häufig wahrnehmbaren Zusammenhang zwischen Erfolg und Lernfreude erkennen. Auf die Frage, was der Schülerin an den Unterrichtseinheiten Spaß gemacht habe und was sie dabei gelernt habe, antwortet die Schülerin selbstbewusst, dass sie es toll fand, selbst eine ‚Alarmanlage‘ zu programmieren, und dass sie dabei gelernt habe, wie man etwas programmiert und etwas auf einem Computer speichert:

F: Was hat dir während des Calliope-Projektes besonders viel Spaß gemacht?

K: Mir hat am besten Spaß gemacht, als wir die Alarmanlage gemacht haben.

F: Die Alarmanlage, was hat dir [daran] Spaß [gemacht], was war das?

K: Dass man das programmiert hat, das fand ich so toll.

F: Hast du das selber direkt geschafft, mit der Alarmanlage?

K: Ja.

F: Was hast du dabei gelernt, kannst du das in Worte fassen?

K: Ich habe gelernt, wie man etwas programmiert, und wie man etwas speichert auf dem Computer. (TS_CS_KR, Z. 9 - 16)

Oder die Aussage von Lehrkraft C im Interview nach der Unterrichtseinheit „Roboter Rumpelstilzchen“, in der sie ganz begeistert davon ist, wie „unvermittelt“ einige Schüler*innen an die Programmieraufgaben herangehen und die Aufgaben mit Hilfe der Tipps auf der Rückseite des Unterrichtsmaterials (siehe „Lehrerhandreichung zur Explorationsstudie Calliope mini“) bearbeiten:

I: Wahnsinn, dass sie sich das so herleiten können, sie gehen da ganz unvermittelt ran und arbeiten das dann so ab, mit den Tipps – ist super – auf der Rückseite, das ist genau richtig, auch dass man dann mal sagt: „Das ist der Befehl.“ (TL_CS_05, Z. 59 – 62)

Kompetenzstufe 3

In allen drei Klassen gab es einen/eine bis zwei Schüler*innen, die sich Kompetenzstufe 3 zuordnen lassen. Diese Schüler*innen zeichnete eine hohe Eigenmotivation und Selbstständigkeit bei der Bearbeitung der Programmieraufgaben aus. Sie konnten nicht nur selbstständig Programmieraufträge bearbeiten, sondern auch eigene Ideen selbstständig umsetzen, das heißt, eigene kleine Programme schreiben. Mit der Bedienung des Editors und des Mikrocontrollers kamen sie meist problemlos zurecht und kannten auch einige Programmierbefehle, die nicht für die Lösung der Programmieraufgaben relevant waren und auch nicht vorher von der Lehrkraft eingeführt worden waren. Diese Programmierbefehle hatten sie sich selbstständig erschlossen und konnten sie anwenden.

Sie konnten die in den Unterrichtseinheiten besprochenen informatischen Grundkonzepte nachvollziehen und diese auch in eigenen Worten erklären.

Beispiele für Kompetenzstufe 3

Der Schüler R. aus Schule B und der Schüler M. aus Schule C sind zwei Schüler, die Kompetenzstufe 3 zugeordnet werden können, wie protokollierte Beobachtungen deutlich machen:

Das EVA-Prinzip wird noch einmal angesprochen.

- *R. wusste die drei Begriffe noch. Die anderen Schüler*innen mussten in der Mappe nachsehen.*
- *Sensoren und Aktoren werden unter das EVA-Prinzip geschrieben. Weitere Beispiele für Aktoren werden gesucht.*
- *Eigentlich hat nur R. das Prinzip genau verstanden und kann es erläutern und auf sein Tun beziehen. (BP_VA_15, Z. 13 – 16)*

R. hat eine Idee, möchte sie aber nicht verraten, programmiert zielstrebig, geht strukturiert vor, holt sich die Noten. (BP_VA_14, Z. 14)

R. zeigt, was er programmiert hat – eine Stoppuhr.

Auch S. zeigt, was er programmiert hat: einen Kickerzähler. Bei A ein Zähler hoch und bei B ein Zähler runter und wenn A und B gedrückt werden, geht der Zähler auf null. Die beiden waren stolz und die anderen Kinder haben geklatscht. (BP_VA_13, Z. 40 – 43)

Die Programmierung einer Stoppuhr schaffte der Schüler R. allein, nachdem er mit der vom Lehrer gestellten Aufgabe fertig war.

Der Schüler M. aus Schule C konnte das Lied „Schneeflöckchen, Weißbröckchen“ selbstständig und als Umsetzung einer eigenen Idee programmieren. Der Schüler erhält in seiner Freizeit Klavierunterricht und kannte daher die Noten des Liedes:

M. hat komplett „Schneeflöckchen, Weißbröckchen“ programmiert. – Wollte „Jingle Bells“ programmieren (hat den Zettel mitgenommen, aber keinen Laptop zu Hause, wollte es mit dem iPad® probieren oder zu jemand anderem gehen). (BP_CS_06, Z. 55)

Dies verweist auf Kompetenzen, die in den Bereichen „Problemlösen und Handeln“ in der KMK-Strategie (KMK 2016) sowie in den Bereichen „Information und Daten“, „Algorithmen“, „Sprachen und Automaten“, „Informatiksysteme“ und „Modellieren und Implementieren“ in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) formuliert sind.

Da die Schüler*innen in diesem Unterrichtsprojekt zum ersten Mal mit einem Mikrocontroller und informatischen Grundkonzepten konfrontiert wurden, liegt auf der Hand, dass die Schüler*innen hier eine Kompetenzerweiterung erfahren haben. Wie oben beschrieben, haben die Schüler*innen ihre Kompetenzen auf verschiedenen Kompetenzstufen und in unterschiedlichem Maße erweitert (siehe Abschnitt 0).

4.2.5 DIE KOMPETENZ ‚FACHSPRACHE – PASSIVES VERSTEHEN UND AKTIVE NUTZUNG‘

Hier geht es um die Fähigkeit der Schüler*innen, Begriffe aus der Informatik in ihren Sprachgebrauch zu integrieren und informatische Prozesse zu beschreiben. Begriffe aus der Informatik, die von den Lehrkräften in den Unterrichtseinheiten eingeführt wurden, waren zum Beispiel ‚Algorithmus‘, ‚Variable‘, ‚Funk‘, ‚Zufallszahlen‘ u. a. Unter die Beschreibung informatischer Prozesse fällt zum Beispiel die Beschreibung eines Algorithmus mit Begriffen, wie ‚wenn – dann – ansonsten‘, ‚größer als‘, ‚kleiner als‘, ‚gleich‘, ‚Schleife‘ etc. Auch die aktive oder passive Nutzung von Bezeichnungen der Sensoren und Aktoren, die zum Einsatz kamen, wie zum Beispiel der Lichtsensor, der Lagesensor, die RGB-LED etc., fällt unter die Verwendung von Fachsprache. In diesem Kompetenzbereich sind deutliche Unterschiede zwischen den drei Schulen zu verzeichnen.

Während in Schule A und Schule C etwa die Hälfte der Schüler*innen informatische Fachbegriffe verwendete und einige informatische Prozesse unter Verwendung von Fachbegriffen beschreiben konnte, waren es in Schule B nur einzelne Schüler*innen. Das in Abschnitt 0 beschriebene Beispiel aus einem Interview mit einem/einer Schüler*in aus Halbgruppe 1 aus Schule B (vgl. TS_VA_NiAl, Z. 44 – 58) bringt exemplarisch zum Ausdruck, wie schwer sich viele Schüler*innen mit den Fachbegriffen und der Beschreibung von informatischen Prozessen taten. Auf die Frage, was die beiden ihren Freunden erzählen würden, wenn sie ihnen erklären sollten, was Programmieren bedeutet, wussten beide nicht, wie sie es beschreiben sollen, trauten sich aber zu, ihren Freunden praktisch am Computer zu zeigen, was Programmieren ist.

Es waren vor allem Schüler*innen auf Kompetenzstufe 3 (siehe Abschnitt 0), die sich relativ schnell Fachbegriffe aneignen und in ihrem Sprachgebrauch benutzen konnten, wie der folgende Auszug aus einem Beobachtungsprotokoll aus der sechsten Unterrichtseinheit an Schule B deutlich macht. In dieser Situation ging es um den Algorithmus für einen ‚Hüpf-/Klickzähler‘ und darum, wie man die Anzahl der Sprünge über eine Variable erhöhen und verringern kann. Der Schüler F. ist einer der Schüler, die Kompetenzstufe 3 zugeordnet werden können. Er war in dieser Situation der Einzige der diesen Vorgang ansatzweise erklären konnte:

F. konnte sagen: „Wenn A gedrückt wird, geht der Zähler um 1 hoch und wenn B gedrückt wird, geht er um 1 runter.“ (Soll eigentlich dann auf null gehen). F. war der einzige Schüler, der dies ansatzweise zusammenhängend in Worte fassen konnte. (BP_VA_06_A, Z. 23)

Fachsprache ist für die Schüler*innen in allen Fächern essentiell, damit sie sich zum einen adäquat ausdrücken und zum anderen ein besseres fachliches Verständnis aufbauen können. Auch wenn nur wenige Schüler*innen am Ende der Feldstudie in der Lage waren, informatische Fachbegriffe in ihren Sprachgebrauch zu integrieren, ist hier eine Kompetenzerweiterung in der Form da, dass die informatischen Grundbegriffe bei vielen passiv verfügbar sind.

Diese Kompetenz findet sich in der KMK-Strategie (KMK 2016) unter „Analysieren und Reflektieren“ sowie in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ und „Begründen und Bewerten“ wieder.

4.2.6 DIE KOMPETENZ ‚BEWUSSTE WAHRNEHMUNG VON INFORMATIKSYSTEMEN UND AUTOMATEN IN DER LEBENSWELT‘

Hier geht es um die Fähigkeit der Schüler*innen, technische Geräte und Prozesse in ihrer Lebenswelt bewusst wahrzunehmen und darüber zu sprechen. Im Verlauf des Projektes wurde

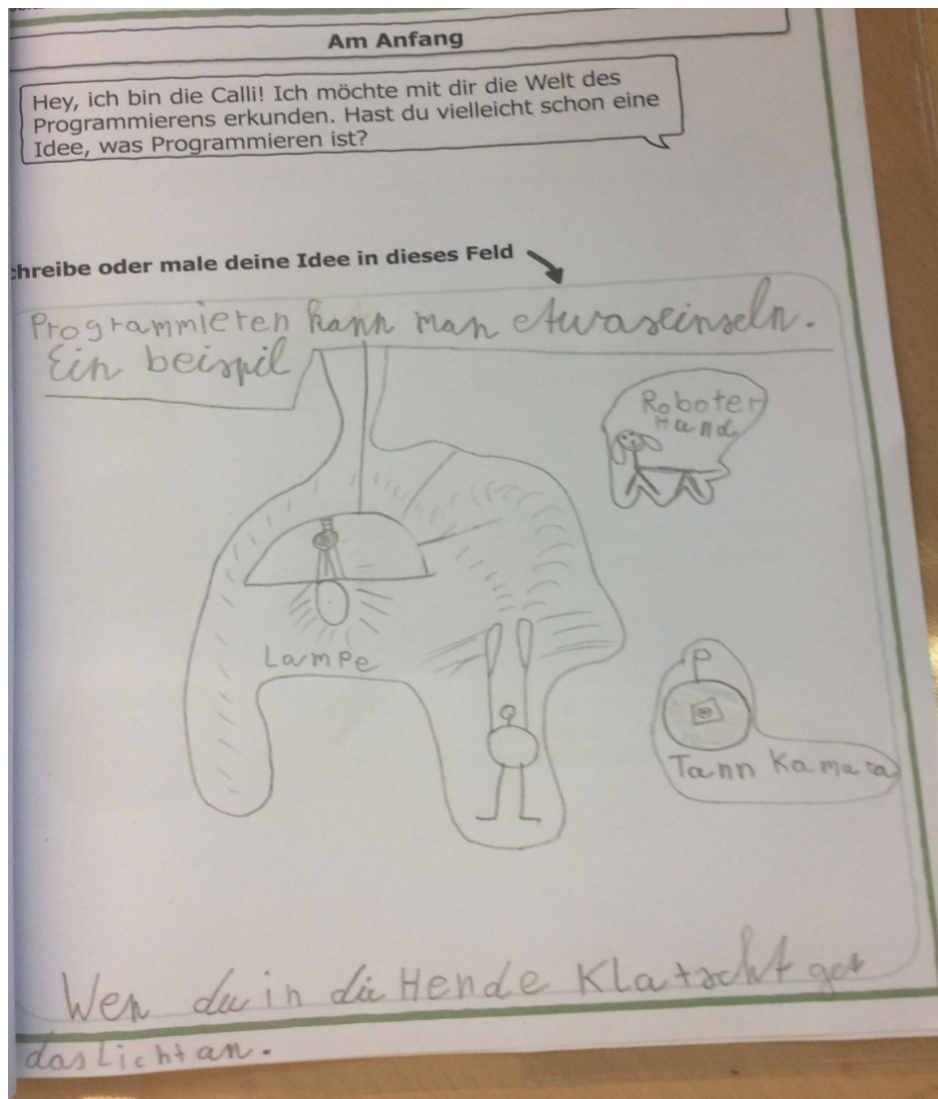


Abbildung 8: Zeichnung einer Schülerin aus Schule C

deutlich, dass die meisten Schüler*innen aus den drei Schulen Informatiksysteme und Automaten in ihrer Lebenswelt, zum Beispiel automatische Türen, Rolltreppen, Einparkhilfen im Auto etc., nicht gleichgültig gegenüberstehen, sondern diese bewusst wahrnehmen und auch sehr gerne darüber sprechen. Deutlich wurde dies u. a. in den Unterrichtseinheiten „Hüpf-/Klickzähler“, „Nachrichten senden/Funk“ und „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“, an denen die Schüler*innen am meisten Freude hatten und bei denen der Bezug zur Lebenswelt im besonderen Maße gegeben ist (vgl. FE_Murmelauswertung_Gesamt).

Die Abbildungen 8 und 9 zeigen exemplarisch, dass und wie Schüler*innen Informatiksysteme und Automaten in ihrer Lebenswelt wahrnehmen und dass diese sie auch bewegen.

Die erste Abbildung (siehe Abbildung 8: Zeichnung einer Schülerin aus Schule C) zeigt in Form einer Zeichnung die Antwort einer Schülerin aus Schule C aus der zweiten Unterrichtseinheit auf die Frage, ob die Schüler*innen schon eine Idee haben, was Programmieren sei. In der Zeichnung ist u. a. ein Mensch zu sehen, der durch das Klatschen mit seinen Händen eine Lampe anschaltet, und ein Roboterhund, den sie mit Programmieren in Verbindung bringt.

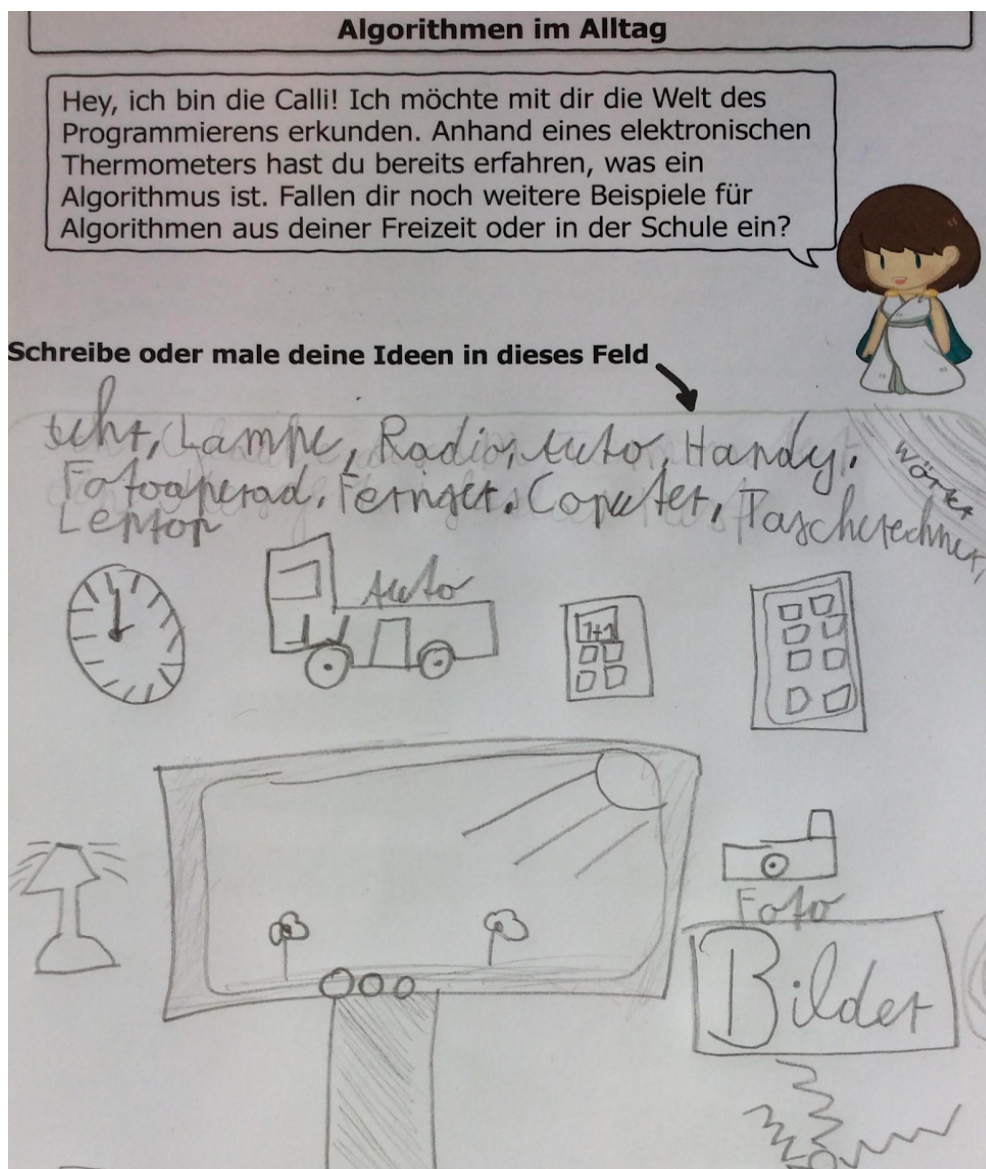


Abbildung 9: Zeichnung eines Schülers aus Schule C

In einer weiteren Zeichnung (siehe Abbildung 9) sieht man eine Antwort auf die Frage, ob die Schüler*innen weitere Beispiele für Algorithmen aus ihrer Freizeit oder aus der Schule kennen. In der Zeichnung wird deutlich, dass der Schüler vielfältige Verbindungen zu Informatiksystemen im Alltag sieht. Der Schüler schreibt und zeichnet Begriffe, die er mit Algorithmen in Verbindung bringt, wie zum Beispiel ein Handy, ein Radio, einen Computer etc.

Dass die Schüler*innen großes Interesse an Informatiksystemen haben und diese in ihrer Lebenswelt wahrnehmen, bringt auch eine Aussage von Lehrkraft C nach der siebten Unterrichtseinheit zum Ausdruck. In dieser Unterrichtseinheit ging es um das Thema „Sensoren

und Aktoren“ und zu Beginn der Unterrichtsstunde befragte die Lehrkraft die Schüler*innen dazu, wo im Alltag Sensoren und Aktoren zu finden sind:

*F: Ich habe auch das Gefühl, dass die an dem Thema sehr interessiert waren.
I: Ja, jetzt geht es ja um so Dinge, also so Alarmanlagen und solche Sachen, das sind ja Dinge, die auch spannend sind. Deswegen habe ich das mit diesem Lichtstrahl da gesagt, also wie das überhaupt zustande kommt, dass das reagiert, oder wie das passiert. Dass der eine sagt: „Das müsste aber eine Kamera sein“, ne, das ist doch Quatsch. Die übernimmt nur das, also dass sie auch in eine Diskussion kommen, finde ich ganz gut. (TL_CS_07, Z. 40 – 45)*

Auch die Schüler*innen aus den zwei anderen Schulen hatten großes Interesse an Informatiksystemen im Alltag. In Schule A kommt dies u. a. in einem Auswertungsgespräch mit dem Lehrer nach der Unterrichtseinheit „Alarmananlage“ zur Sprache, in welchem der Interviewer über die Aufmerksamkeit der Schüler*innen für Bewegungsmelder, Lichtschranken etc. im Alltag spricht:

*F: Ich glaube, heute konnte man das ein bisschen merken, wo es darum ging: „Was kennt ihr denn aus eurem Alltag?“ Da waren ganz viele so: „Ach, ist das jetzt eine Lichtschranke?“ „Ist das jetzt ein Bewegungsmelder?“ Und ich glaube, dass solche, von meinem Gefühl her, solche Gespräche schon den Kindern helfen, dass die mehr so eine Aufmerksamkeit, meine ich, gespürt zu haben, im Laufe der Zeit, dass da mehr so eine Sensibilität für solche Dinge ist, was vorher nur, das ist im Alltag, was ist das jetzt, ist das jetzt Wärme?
I: Klar, vielleicht denkt man sich auch: „Da ist jetzt ein Sensor, der misst jetzt das Licht, dann wird das auf 100 eingestellt, ist dann schon witzig.“
(TL_SC_09, Z. 166 – 173)*

In Schule B wurde ebenfalls in der Unterrichtseinheit „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“ besonders deutlich, dass die Schüler*innen Dinge wie Bewegungssensoren, automatische Türen und Lichtsensoren aus ihrer Lebenswelt kennen und gerne darüber sprechen. Der folgende Ausschnitt aus dem Beobachtungsprotokoll macht dies deutlich:

*Begriff Sensor – Ideen der Schüler*innen:
S.: Wenn man draufdrückt, dann macht es etwas.
Beispiel Bewegungssensor, von der Lehrkraft eingebracht.
B.: Lichtsensor – Wenn Mutter nachts rauchen geht.
S.: Automatische Türen.
M.: Bewegungssensor im Wartezimmer.
L.: Vater hat was gebaut: Wenn sie trinkt, geht das Licht an. – Vermutung, dass es ein Bewegungssensor sein könnte.
B.: Sirene beim Einbruch.
M./B.: Alarmanlage (Sensoren im Computerraum – Bewegung und Alarmanlage werden angeguckt). (BP_VA_15, Z. 4 – 12)*

Es wird deutlich, dass Schüler*innen Informatiksysteme und Automaten in ihrer Lebenswelt bewusst wahrnehmen. Viele setzen sich gerne damit auseinander und wollen verstehen, wie diese funktionieren. Durch Unterrichtseinheiten, wie zum Beispiel „Nachrichten senden/Funk“, „Hüpf-/Klickzähler“ etc., bekommen die Schüler*innen die Möglichkeit, sich mit den technischen Objekten ihrer Umwelt auch in der Schule zu beschäftigen, und sie

werden dabei in ihrer bewussten Wahrnehmung und ihrem Verständnis von Informatiksystemen und Sensortechnik gefördert.

Diese Kompetenz findet sich in der KMK-Strategie (KMK 2016) unter „Analysieren und Reflektieren“ und in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ wieder. Er korrespondiert mit dem zentralen Bildungsziel des Sachunterrichts, Schüler*innen bei der sachgerechten und verstehenden Erschließung ihrer Lebenswelt zu unterstützen.

4.2.7 DIE KOMPETENZ ‚SELBSTWIRKSAMKEIT‘

Unter dieser Kompetenz wird die subjektiv wahrgenommene Selbstwirksamkeit der Schüler*innen gefasst, die sich auf die eigene Gestaltungsfähigkeit und Einflussmöglichkeit im Umgang mit dem Computer und dem Mikrocontroller bezieht. Es geht um die Frage, inwieweit Schüler*innen der Meinung sind, Fähigkeiten zur Einflussnahme erworben zu haben. Dabei werden Meinungsbilder der Lehrkräfte hinzugezogen.

Gerade in Bezug auf die neu gewonnenen informatischen Fähigkeiten sehen die Lehrkräfte eine schnelle Entwicklung in der kurzen Zeit der Unterrichtsprojekte. Dabei gehen sie davon aus, dass sich manche Schüler*innen der erworbenen Fähigkeiten gar nicht so bewusst sind. Nach Auffassung der Lehrkräfte ist es besonders stärkend für Schüler*innen, wenn sie selbstständig Lösungen entwickeln, wie sich in der folgenden Gesprächswiedergabe aus Schule C zeigt. Die Lehrerin gibt zu Beginn einen Dialog mit einem Schüler wieder, den sie motivieren möchte, selbst eine Lösung zu finden:

I: „Funktioniert nicht, Frau H.“ So ist es auch immer. „Doch funktioniert schon, probiere mal was aus, kannst ja lesen, ne?“ Auch mit diesem Tipp – den hab ich ja nicht vorgelesen, auch erstaunlich, wer da was rausgefunden hat. P. kam dann und hat gesagt: „Ja hier, ich muss noch was sagen, man kann das ja auch auf zwei, also eine Sache auf zwei [machen].“ Ich so: „Jaja, kann ich das noch eben als Tipp sagen, ne, mal gucken, was die anderen rausfinden.“ Also man muss sie ja auch mal ein bisschen, das Gefühl, wenn man was rausgefunden hat, ist ja viel cooler für einen, als wenn man sagt: „Ach, das hat sie mir ja schon vorgelesen, muss ich beachten, ist ja voll langweilig.“ (TL_CS_03, Z. 185 – 191)

Die Selbstbilder der Schüler*innen sind in allen Schulen heterogen. Einige von ihnen treten in den Vordergrund und können ihrer Meinung nach „alles“, wohingegen andere eher zurückhaltend sind bzw. sich Lösungen selbst nicht zutrauen. Davon unabhängig sind alle glücklich darüber, wenn sie ein Erfolgserlebnis erzielen können. Durch Erfolgserlebnisse, die ganz unterschiedlich ausgeprägt sein können, steigert sich die Selbstwirksamkeitserwartung der Schüler*innen. Im folgenden Zitat kommentiert eine Lehrperson eine Gruppe zurückhaltender Schüler*innen:

F: Die waren ja eher so ein bisschen zurückhaltend bisher. Und das fand ich dann auch ganz schön, dass die dann total happy waren und dass sie das geschafft haben, es auf dem Calliope hatten und nach der Stunde dann [total happy waren].

I: ... das ist das Erfolgserlebnis. (TL_CS_05, Z. 163 – 165)

Erfolgserlebnisse und ein damit einhergehender Stolz, etwas in Bewegung gesetzt zu haben, konnte bei vielen Schüler*innen aller drei Schulen festgestellt werden. Am Beispiel des Schülers R. zeigte sich dies sehr deutlich im Zusammenhang:

R. zeigt, was er programmiert hat: eine Stoppuhr.

S. zeigt, was er programmiert hat: einen Kickerzähler. Bei A ein Zähler hoch und bei B ein Zähler runter und wenn A und B gedrückt werden, geht der Zähler auf 0.

Die beiden waren stolz und die anderen Kinder haben geklatscht. (BP_VA_13, Z. 40 – 43)

Selbstwirksamkeitserwartungen werden nicht unbedingt durch abgeschlossene Arbeitsergebnisse gestärkt, sondern durch eigene Lösungen. Die Schüler*innen aus Schule C zeigten bei den Programmieraufgaben immer wieder Anstrengungsbereitschaft:

I: Genau, wenn das für sie besonders anstrengend ist, ist für sie dann auch irgendwann gut. Dann werden sie eben das nächste Mal ein Erfolgs Erlebnis haben, das ist auch nicht so dramatisch. Sie haben ja bei vielen auch gesehen, dass es geklappt hat. Es ist möglich. Wenn jetzt viele gescheitert wären, dann wäre es problematischer, aber so sehe ich das nicht als dramatisch an. Sonst muss man da ein anderes Kind zu setzen. Das ist kein Problem. Aber wenn man selber dazukommt, also denen dann zum Beispiel ..., dann ruhen die sich auch aus. (TL_CS_05, Z. 171 – 177)

Ein Schüler sieht die erworbenen Kenntnisse besonders positiv, weil er einen persönlichen Nutzen aus ihnen ziehen kann. Durch den Umgang mit dem Computer und dem Internetbrowser während der Unterrichtseinheiten könne er sich zielsicherer Informationen über sein Angel-Hobby beschaffen:

F: Okay. Was hast oder hast du was Neues im Umgang mit dem Computer gelernt durch den Unterricht, den wir jetzt gemacht haben?

I: Ja, wo man die Sachen findet, wo, – ich bin zum Beispiel Angelfan. Dann könnte ich jetzt auf dem Tablet oder Computer finden, wo man das herkriegt und wo – ich habe einfach alles über den Computer herausgefunden, wie man das anschaltet, wusste ich schon, aber ich fand es – halt das Projekt – toll und ich fand einfach alles toll und cool. (TS_CS_LO, Z. 117 – 122)

Besonders spannend ist der Aspekt, dass die Schüler*innen es bereichernd finden, dass sie erfahren konnten, wie etwas programmiert wird, wie ein Programm funktioniert und was Programmieren überhaupt ist.

F: Okay. Was hast du dabei genau alles gelernt oder wenn du das in Worte fassen müsstest?

I: Also, nämlich, wenn ich irgendein Programm eingeben will, wie bei Calliope, dann weiß ich das jetzt und ich weiß, wie es geschrieben wird, ich finde es toll, einfach zu erfahren, was das ist. (TS_CS_LO, Z. 13 – 15)

Eine positive Selbstwirksamkeitserwartung zeigt sich auch darin, dass Schüler*innen ihrem Freundeskreis oder der Familie berichten, was sie im Umgang mit dem Computer/dem Mikrocontroller gelernt haben. Sie sehen sich also selbst im Stande, dies sicher zu erzählen,

sind stolz auf ihr Wissen und möchten davon erzählen, wie im folgenden Beispiel ausführlich geschildert wird:

F: Das ist dann ähnlich wie dieser PXT-Editor, so funktioniert das auch. Hast du deinen Eltern, Geschwistern, Freunden gezeigt, was du programmiert hast, also jetzt auch, was du in der Schule programmiert hast?

L: Also, ich wollte das allen einmal zeigen, aber dann bin ich rumgelaufen und habe das jedem gezeigt und dann habe ich halt ... Aber dann hat mein Freund B. gesagt: „Das ist doch scheißegal, ist doch voll langweilig!“ Habe ich gesagt: „Hä, ist doch gar nicht langweilig!“ Er kennt es nicht mal.

F: Der war aber nicht in der Klasse, oder?

L: Ne, der ist auf einer anderen Schule.

F: Okay, der hat das gar nicht verstanden, was du da gemacht hast?

L: Ja. (TS_CS_LO, Z. 106 – 116)

Aus unseren Beobachtungen während der Feldstudie können wir schließen, dass sich der Unterricht mit dem *Calliope mini* insgesamt positiv auf die Selbstwirksamkeitserfahrung der Schüler*innen ausgewirkt hat. Förderlich schien uns, dass sie oft schnelle Erfolgserlebnisse erzielen konnten und stolz auf diese waren.

Die Kompetenz „Selbstwirksamkeit“ findet sich in der KMK-Strategie (KMK 2016) unter „Problemlösen und Handeln“ und in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ de GI (2018) unter „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ wieder.

4.2.8 DIE KOMPETENZ ‚LERNTRANSFER‘

Unter der Kompetenz ‚Lerntransfer‘ wird die Fähigkeit verstanden, Gelerntes (zum Beispiel die Lösung eines Problems) auf eine vergleichbare Situation oder Gegenstände zu übertragen. Die Schüler*innen machten dies, indem sie ihr zuvor erworbenes Wissen einsetzten. Dabei beziehen sie sich oftmals auf Phänomene ihrer Lebenswelt.

In jeder Unterrichtseinheit, außer bei der weihnachtlichen Programmierung, war ein eher theoretischer Teil enthalten. In diesem wurden informatische Themen erläutert und im gemeinsamen Gespräch in Beziehung zueinander gesetzt. Es war in diesem Kontext interessant zu sehen, mit welchen Assoziationen die Schüler*innen ihr Wissen mit ihrem Alltag verknüpfen und wie anschlussfähig dieses Wissen ist.

Einige Arbeitsblätter thematisieren Lebensweltbezüge und mehrere Schüler*innen haben ihre Ideen bildlich dargestellt. Sie haben sich dabei auf Themen des Unterrichts bezogen und dies ‚weitergesponnen‘. Aus dem Beispiel mit dem Fieberthermometer (Algorithmus) wurde dann ein Thermometer im Haus und es wurden Verbindungen zur Heizung im Auto gesehen. Dieses Beispiel stammte aus der Thematisierung des Begriffs ‚Algorithmus‘. Einige Schüler*innen konnten den Begriff auch auf weitere Gegenstände, die nicht mit Temperatur zu tun haben, übertragen (vgl. SQ_CS_16_Aufzeichnungen_SuS, SQ_CS_17_Aufzeichnungen_SuS und SQ_CS_21_Aufzeichnungen_SuS).

Folgende Beispiele aus Schule A zeigen, wie die Schüler*innen nach einer Einführung zu Sensoren und Aktoren ihr Wissen mit alltäglichen Gegenständen verknüpfen. Die Beobachtungen zeigen, dass die meisten Schüler*innen in diesen Phasen aktiv teilnehmen und viele

Alltagsbeispiele finden. Folgende Alltagsbeispiele fanden die Schüler*innen zu Sensoren (vgl. BP_SC_09, Z. 5 – 33):

- Schranken in Einkaufsläden, die aufgehen, wenn man auf sie zugeht.
- Bewegungssensoren im Haus.
- Sensoren im Auto, die einen Piepston ausgeben, zum Beispiel beim Anfahren ohne geschlossenen Gurt.
- Schranken im Zugverkehr (Bewegungs- oder Drucksensoren an den Gleisen auf der Strecke).
- Einparkhilfen, die bei zu geringer Entfernung des Autos von einem Hindernis einen Piepston ausgeben.
- Sensoren im Kühlschrank, die einen Piepston ausgeben.

In Schule B konnten nur einzelne Schüler*innen der beiden Halbgruppen das Wissen übertragen. Die Schüler*innen in Gruppe 2 waren wesentlich erfolgreicher als diejenigen in Gruppe 1, was sich durch die neuen Arbeitsmaterialien, aber auch durch die Voraussetzungen in der Lerngruppe selbst erklären lässt. Insgesamt brauchten die Schüler*innen aus Schule B mehr Hilfestellung von der Lehrkraft, konnten zum Thema „Sensoren und Aktoren“ dennoch einige Beispiele nennen, so dass auch diese Schüler*innen einen Lerntransfer zeigten.

Als die Lehrkraft fragte, welche Sensoren die Schüler*innen kennen, wurden zum Beispiel folgende genannt (vgl. BP_VA_12, Z. 27 – 39 und BP_VA_15, Z. 4 – 12):

- Lichtsensoren, die aktiviert werden, wenn die Mutter nachts rauchen geht.
- Automatische Türen.
- Bewegungssensoren im Wartezimmer.
- Sirenen, die bei Einbrüchen ertönen (Alarmanlagen).

Ähnlich wie in Schule A konnte in Schule C festgestellt werden, dass die meisten Schüler*innen das zuvor Gelernte anwenden und übertragen können. Dies zeigte sich in den Antworten im Plenum und in der Bearbeitung der Arbeitsblätter. Nachdem in das Thema „Programmieren“ – Unterrichtseinheit: „Was ist Programmieren (Teil 1)“ – eingeführt und dies erläutert worden war, gaben die Schüler*innen folgende Beispiele an (vgl. BP_CS_03, Z. 14 – 21):

- Kopierer, die so programmiert werden, dass sie kopieren (Schwarz-Weiß-Druck und Einstellungen)
- Roboter, die piepen oder nach links/rechts fahren sollen
- Programmierung ist so, wie etwas einzustellen, zum Beispiel eine Uhr
- Neue Handys, die programmiert werden
- Es kann etwas neu programmiert werden.
- Unterschiede zwischen Einstellungen vornehmen (bei Apps und ähnlichem) und Programmieren (in einer Fabrik)
- Roboter, die Türen in Autos einbauen

4.

Auch in der Unterrichtseinheit „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“ konnten die Schüler*innen die verschiedenen Sensoren, die sie zuvor kennengelernt hatten, auf weitere Gegenstände übertragen. An den Unterrichtsgesprächen haben die meisten Schüler*innen

aktiv teilgenommen. Die Lehrkraft führt in das Thema ein, indem sie auf weitere Funktionsweisen des *Calliope mini* hinweist, nämlich dass der *Calliope mini* auf ‚etwas‘ reagieren kann. Danach fragt sie die Schüler*innen, welche Dinge sie dazu aus ihrem Alltag kennen. Ergebnisse waren beispielsweise:

- Bewegungsmelder, auch auf Toiletten.
- Schiebetüren im Supermarkt.
- Straßenlaternen mit Sensoren, die bei einer bestimmten Helligkeit/Dunkelheit angehen.
- Alarmanlagen.

Anknüpfend an die Beispiele, die die Schüler*innen nannten, besonders Straßenlaternen und Alarmanlagen, fragte die Lehrkraft, was in einer Lampe sein muss, damit diese angeht, wenn es dunkel wird. Die Schüler*innen hatten die Idee, einen Wecker zu nutzen. Auf die Frage, wie dieser programmiert werden müsse, war die Antwort: „Wenn es dunkel ist.“ Im weiteren Gespräch fragte die Lehrkraft, welcher Sensor eingebaut werden müsste, woraufhin die Schüler*innen erneut auf die Idee kamen, „wieder“ etwas zu programmieren, das in Verbindung „mit Zeit“ stand, und dann die Idee entwickelten, dass die Dunkelheit selbst registriert werden könnte, zum Beispiel durch einen Lichtmelder o. Ä. (vgl. BP_CS_07, Z. 5 –22).

Im folgenden Zitat thematisiert die Lehrkraft das zunehmende Verständnis der Funktionsweise eines Lichtsensors und zugleich die Schwierigkeit, dass hierfür eine Schleife programmiert werden muss. Ebenso zeigt sie sich davon beeindruckt, dass eine Schülerin die Vorzüge eines Bewegungssensors gegenüber einem Lichtsensor im Falle eines Diebstahls in die Diskussion einbrachte.

F: Wir hatten das Gefühl, dass es zum Ende hin alle verstanden haben.
I: Sie haben ja auch nicht falsch gedacht, an sich, also weil sie es ja kennen, dass das Licht angeht, aber dass der die ganze Zeit was tun muss, um was zu merken, das war erst mal schwierig. Aber das war nicht schlimm, fand ich, weil sie dann, ich glaube nicht alle, aber die meisten, auch selbst hier vorne bei E., wo ich dachte, die hören ja gar nicht zu, die hat mir das sofort erzählt, mit Eingabe und Ausgabe, die wusste das. Also bei der war das klar. Also, das wäre auch das, was ich weggelassen hätte. Deswegen habe ich es auch erst nicht gemacht. Ich dachte: Okay, nicht zwangsläufig nötig, um weiterzumachen. Ich glaube, das Andere mit dem „Dauerhaft“ haben die kapiert. Dass sie erst mal einen Befehl da hinlegen müssen und dann, gut, das wird wahrscheinlich noch interessant, was die sich machen. Ich fand auch super, zum Beispiel von G., dass sie sagt, ich würde gar keinen Lichtsensor nehmen, sondern einen Bewegungssensor, also, dass er [der Sensor] merkt, dass er [der Dieb] es mitnimmt, wenn er es [im Dunkeln] mitnimmt. Also, verstanden. Da hat sie verstanden, wofür das gut ist, das war doch super. Man merkte jetzt am Schluss, ich habe wieder viel zu viel geredet, weil die waren schon wieder durch. Aber gut, dann kann man das nächste Mal sofort damit anfangen, dann können die was tun. Interessant, fand ich gut. (TL_CS_08, Z. 24 – 37)

Die Schüler*innen konnten im Verlauf des Unterrichts neue Brücken schlagen, an vorhandenes Wissen anknüpfen und die neu erworbenen Kenntnissen damit verbinden.

Abschließend lässt sich im Hinblick auf den Lerntransfer sagen, dass mehr als die Hälfte der Schüler*innen in der Lage war, ihr vorhandenes Wissen und Erfahrungen aus ihrer Lebenswelt auf die neuen Lerninhalte aus den Unterrichtseinheiten zu übertragen. Dies funktionierte auch in die andere Richtung. Das heißt, die Schüler*innen konnten auch die neu gelernten Inhalte aus dem Unterricht auf ihre Lebenswelt übertragen.

Die Kompetenz „Lerntransfer“ findet sich in der KMK-Strategie (KMK 2016) unter „Analysieren und Reflektieren“ und in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Informatik, Mensch und Gesellschaft“ wieder.

4.2.9 DIE KOMPETENZ ‚FRUSTRATIONSTOLERANZ‘

Schüler*innen können jederzeit Frustmomente erleben, beispielsweise wenn sie nicht zu einer Lösung der Aufgabe kommen, wenn technische Geräte nicht funktionieren oder wenn Mitschüler*innen bei der Zusammenarbeit Streitigkeiten mit ihnen haben. Interessant ist zu sehen, wie sie mit solchen Frustmomenten umgehen und wie sie diese aushalten.

Die Fähigkeit, Frustration auszuhalten, ist für die Entwicklung technischer bzw. informatischer Problemlösungen von besonderer Relevanz, weil die Funktionalität und damit der Erfolg einer Problemlösung sich an der Sache erweist, die widerspenstig und eigen-sinning sein kann. Wenn etwas nicht funktioniert, ist dies eine negative Erfahrung.

An den Beobachtungsdaten lässt sich zeigen, dass die Mehrzahl der Schüler*innen motiviert genug ist, weiter zu probieren, auch wenn es nicht auf Anhieb gelingt:

F: Ich fand ja total beeindruckend, dass die eine Dreiviertelstunde nur probiert haben. Auch wenn sie alles gelöscht haben oder was ganz anderes gemacht haben, dass sie gar nicht frustriert waren.

I: Ich hatte damit auch gerechnet, das habe ich ja so am Anfang gesagt: „Wenn ihr nicht zum Ende kommt oder wenn ihr Unterstützung braucht, dann nicht böse auf euch sein.“ Wenn man dann sagt: „Ihr seid ja schon Profis, aber das ist schwer“, dann hilft ihnen das häufig schon, damit gut klarzukommen. Dass man sagt: „Gut, die haben einen hohen Anspruch an sich selber“, und denken dann, wenn ich das so in den Raum stelle: „Das muss man schaffen.“ Wenn man von vornherein sagt: „Das ist jetzt so eine Challenge. Mal gucken, wer was hinkriegt“, dann ist es für die angenehmer. Das haben die auch gut aushalten können, fand ich. (TL_CS_08, Z. 23 – 31)

In diesem Zitat zeigt sich, dass die Lehrkraft Wert darauf legt, die Ausdauer der Schüler*innen zu stärken, ihnen zu zeigen, dass es nicht schlimm ist, wenn Unterstützung benötigt wird. Natürlich kann es auch passieren, dass die technische Infrastruktur nicht funktioniert. Auch in dieser Hinsicht waren die meisten Schüler*innen geduldig:

F: Da reichte eine kurze Erklärung und die haben das dann sofort rausgefunden. Das fand ich auch richtig gut. Auf einmal, bei dem einen war der Editor, bei dem einen ganz komisch angezeigt, müssen wir mal schließen und aufmachen, [dann sagt er:] „Ach so, machen wir mal eben!“ Also so komplett geduldig und gar nicht frustriert, wenn es mal nicht klappt, sondern einfach weitermachen. (TL_CS_05, Z. 34 – 37)

Neben den Problemen der Aufgabenlösung und den technischen Problemen gab es, wie bereits bei der Kompetenz „Zusammenarbeit“ gezeigt wurde, einige Gruppen, die nicht durchgängig gut zusammenarbeiten konnten. Oftmals können die Schüler*innen den Konflikt selbstständig lösen, indem sie darüber sprechen oder sich für einen Moment ausklinken, wie sich in diesem Schüler*innen-Interview zeigt:

F: Okay, super. Dann springen wir zur nächsten Frage: Bist du mit dem Editor zurechtgekommen? Und da sollst du auch wieder bewerten.

S: Was ist nochmal ein Editor?

F: Das war das, wo du die Blöcke verschoben hast. Weißt du, wenn ihr angefangen habt zu programmieren, da hattet ihr doch immer diese Blöcke, da konntet ihr diese verschiedenen Blöcke immer so zusammenführen.

S: Ach so, ja.

F: Das war der PXT-Editor, hieß der, genau. Wenn du das auch wieder auf einer Skala von 1 bis 10 [bewertest], wobei 1 gar nicht gut und 10 supergut ist?

S: Da würde ich für eine 7 geben.

F: Okay. Warum 7? Gab es Momente, wo du Schwierigkeiten hattest, oder?

S: Das musste man nur von einem zum anderen ziehen.

F: Ach so.

S: Also eigentlich 10 oder 7.

F: Es gab Momente, wo du besser damit zurecht kamst, und Momente, wo es schlechter, nicht so gut lief.

S: Das hat mit meiner Sitznachbarin nicht so gut geklappt, die war ganz schön zickig.

F: Ja, so ist das, wenn man zu zweit arbeitet, okay, dann hat das auch ein bisschen mit der Nachbarin zu tun.

S: Ja, die hat immer gesagt, ich habe gesagt: „Darf ich auch mal wieder was machen?“ Dann hat sie einfach schon losgeschrieben: „Hey, mach du doch alles alleine, ohne mich würdest du es nicht hinkriegen!“ Dann war [ich] eingeschnappt.

F: Habt ihr dann irgendwann einen Weg gefunden, wie ihr zusammenarbeiten konntet?

S: Ich bin dann einfach weggegangen, kurz, und dann habe ich das halt hingekriegt. (TS_CS_LO, Z. 40 – 63)

Vereinzelt gab es aber auch Schüler*innen, die schnell frustriert waren, wenn es nicht so klappte wie erwartet. Besonders war dies in Schule B zu beobachten und es wurde in einem Auswertungsgespräch thematisiert:

F: Dann hat der ein Programm gemacht, mit einem Ton, hat die Erwartung, dass das ein kompletter Klingelton ist, wundert sich, dass da nur ein Ton abgespielt wird, ist dann auch wieder frustriert.

F2: Hat keinen Bock mehr.

F: Und hat dann sofort keinen Bock. [...]

F: Er war auch am Anfang – er wusste gar nicht, wo stecke ich –, hat so ein bisschen lustlos den USB-Stecker die ganze Zeit versucht, in die Motoranschlüsse und überall mal reingesteckt und dann habe ich ihm gesagt: „Guck mal, hier das kleine Loch, wie wäre es denn damit?“, irgendwie so. Dann hat er gesagt: „Ah ja, okay.“ Und hat den reingesteckt und an einem anderen Computer hat er es erst mal falsch rum, dann war er so: „Oh“, habe

ich gesagt, „versuch das doch mal andersherum“, das war wirklich alles so wie Kaugummi. (TL_VA_04, Z. 250 – 259)

Es hat sich gezeigt, dass der Unterricht mit dem *Calliope* eine gute Übung für die Schüler*innen ist, geduldig im Umgang mit Technik und beim Lösen von Problemen zu sein und vor allem auch Mitschüler*innen in der Zusammenarbeit mit Nachsicht zu begegnen. Dies wurde besonders dann deutlich, wenn die Schüler*innen beim Programmieren auf Probleme stießen, die sie nicht auf Anhieb lösen konnten. Die meisten Schüler*innen waren sehr motiviert, die Aufgaben zu lösen, ohne dabei frustriert zu sein.

Frustrationstoleranz findet sich auch in der KMK-Strategie (KMK 2016) unter „Kommunizieren und Kooperieren“, „Problemlösen und Handeln“ und „Analysieren und Reflektieren“ sowie in den Kompetenzbeschreibungen des Arbeitskreises „Bildungsstandards Primarbereich“ der GI (2018) unter „Kommunizieren und Kooperieren“.

4.2.10 DIE KOMPETENZ ‚LERNBEREITSCHAFT‘

Unter Lernbereitschaft wird die Fähigkeit verstanden, gerne und selbstmotiviert zu lernen. Das impliziert, dass die Schüler*innen aktiv mitarbeiten, aufgeschlossen gegenüber Neuem eingestellt sind und eine hohe Motivation aufweisen. Diese Lernbereitschaft zeigt sich besonders im Bearbeiten von Arbeitsaufträgen und in der aktiven Teilnahme am Unterricht. Dabei wird nicht bewertet was richtig oder falsch ist, sondern, ob sie für Neues offen sind und motiviert mitmachen.

Die Bearbeitung der Aufgaben wurde stets von der Lehrkraft initiiert. Einfluss auf die Lernbereitschaft kann zum Beispiel das Leistungsniveau der Klasse wie auch die Beziehung der Lehrperson zur Klasse haben. Durch die sich abwechselnden Theorie- und Praxisphasen, die vielen spielerischen Elemente und besonders die Arbeit am Laptop waren die geplanten Pausen nicht notwendig (vgl. TL_CS_02, Z. 250 – 268 und TL_CS_05, Z. 111 – 112).

Im Folgenden wird die Lernbereitschaft im Hinblick auf die Aspekte ‚Lernbereitschaft in Bezug auf die Themen der Unterrichtseinheiten‘, ‚Lernbereitschaft im Hinblick auf das Programmieren‘ und ‚Lernbereitschaft bei der Nutzung zu Hause‘ thematisiert.

I: Die Motivation ist schon bei mehr als 50 % da, würde ich sagen.

F: Fand ich auch, ich würde so sagen 70 % bis 75 %.

I: Die Selbstständigkeit ist ja toll, ich finde auch, das ist gut, also ist echt Klasse. (TL_SC_09, Z. 231 – 233)

Lernbereitschaft in thematischem Bezug zu den Unterrichtseinheiten

Alle Schüler*innen der drei Schulen sind offen gegenüber dem *Calliope*-Projekt und neugierig darauf, was sie erwartet.

Bevor die Unterrichtsmaterialien verteilt wurden, führte die Lehrkraft thematisch in den Unterricht ein. Dies erfolgte über Fragen zum Thema oder über das Erzählen einer kleinen Geschichte. Danach wurden die Arbeitsblätter verteilt, die so aufgebaut sind, dass zu Beginn jeder Einheit eine Definition steht. Im Anschluss daran stellten die Schüler*innen mit Hilfe eines Arbeitsblattes Vorüberlegungen zur Programmierung (Pseudocode) an. Durch diesen Einstieg können die Schüler*innen erste Assoziationen zu bekannten Dingen herstellen,

lernen die Fachsprache kennen und werden zum Denken angeregt. In den drei Schulen war die aktive Teilnahme der Schüler*innen am Unterrichtsgespräch unterschiedlich ausgeprägt. Die Schüler*innen aus Schule A waren sehr aktiv und haben interessiert teilgenommen. Besonders bei den Themen „Nachrichten senden/Funk“ und „Zufallsgenerator-Würfel“ waren die Schüler*innen engagiert. Die Schüler*innen aus Halbgruppe 1 aus Schule B haben bis auf die Unterrichtseinheit „Nachrichten senden/Funk“ mit den alten Materialien gearbeitet und zeigten insgesamt die niedrigste Lernbereitschaft. In Halbgruppe 2 war es unterschiedlich, das heißt, dass einige Schüler*innen sowohl mündlich als auch schriftlich motiviert arbeiteten, andere nicht (vgl. BP_VA_10, Z. 11 – 18 und TL_VA_08, Z. 33 – 42).

Die Schüler*innen aus Schule C waren sowohl mündlich als auch schriftlich sehr lernbereit.

Viele Schüler*innen haben in der Unterrichtseinheit „Was ist Programmieren (Teil 1)“ hohe Lernbereitschaft gezeigt. Besonders beim Roboter-Computer-Spiel und dem gegenseitigen Hin- und Herschicken im Raum hatten sie Freude und konnte erste Kenntnisse zum Programmieren sammeln:

F: Wie Kinder da langmarschiert sind, im Klassenraum, das war süß.

I: Fand ich auch.

F: Ja, ist cool, also vor allem, dass die da voll drin versunken waren.

F: Die sind richtig begeisterungsfähig. (TL_SC_07, Z. 114 – 117)

Neben dem Roboter-Computer-Spiel (Unterrichtseinheit „Was ist Programmieren (Teil 1)“ zeigten die Schüler*innen in der Unterrichtseinheit „Zufallsgenerator-Würfel“ durch die von der Lehrkraft gegebene Einleitung in das Thema „Zufall“, das eigene Programmieren eines Würfels und das darauffolgende Spiel eine hohe Lernbereitschaft. Die Schüler*innen nahmen nicht nur aktiv am Unterricht teil, sondern entwickelten auch eigene Ideen. Beim gemeinsamen Erarbeiten des Codes mit den laminierten Programmierblöcken haben die Schüler*innen beispielsweise gefragt, ob auch ein Knopf anstelle des ‚Schüttelns‘ programmiert werden kann und ob es möglich ist, ‚Ziffern‘ statt ‚Zeichen‘ zu programmieren. Sie haben sich also aktiv mit dem Programmcode für einen Würfel auseinandergesetzt und ihre eigenen Vorstellungen eingebracht (vgl. BP_SC_10, Z. 34 – 46).

Ebenso angeregt waren die Schüler*innen (der Schule C und aus Halbgruppe 2 in Schule B) an der Unterrichtseinheit „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“. Dieses Thema hat sie generell interessiert und fasziniert. Durch dieses Interesse entsteht eine hohe Lernbereitschaft, das Interesse, herauszufinden, wie sie diese Alarmanlage selbst programmieren und testen können. Die Schüler*innen haben zu Beginn der Unterrichtsstunde eine angeregte Diskussion über Sensoren geführt und darüber, wo sie solche in ihrem Alltag kennen, um im Anschluss zu überlegen, welche Programmierbefehle sie für ihre Alarmanlage benötigen. Dafür wurden Tipps oder ein Lösungsblatt nur ausgeteilt, wenn die Schüler*innen nicht weiterkamen. Einige von ihnen haben über 30 Minuten selbstständig probiert.

F: Ich habe auch das Gefühl, dass die an dem Thema sehr interessiert waren.

I: Ja, jetzt geht es ja um so Dinge, also so Alarmanlagen und solche Sachen, das sind ja Dinge, die auch spannend sind. Deswegen habe ich das mit diesem Lichtstrahl da gesagt, also wie das überhaupt zustande kommt, dass das reagiert oder wie das passiert. Dass der eine sagt: „Das müsste aber eine Kamera sein, ne“, das ist doch Quatsch, die übernimmt nur das. Also dass sie

auch in eine Diskussion kommen, finde ich ganz gut [...]. (TL_CS_07, Z. 40 – 45)

Lernbereitschaft im Hinblick auf das Programmieren

Beim Programmieren des Mikrocontrollers äußerte sich die hohe Lernbereitschaft dadurch, dass die Schüler*innen trotz einer erzielten Lösung weiter noch ergänzend und selbstständig zum Beispiel Töne und/oder Symbole programmiert haben (vgl. BP_CS_08, Z. 32).

Einige haben sich sogar Gedanken darüber gemacht, was den Programmcode noch verbessern könnte:

F: Und auch, als sie sich die komplette Lösung genommen haben, haben sie trotzdem etwas dazu programmiert. Die haben das nicht einfach abgetippt, wie es da stand, sie haben sich trotzdem nochmal Gedanken gemacht: „Gebe ich da jetzt wirklich den Wert 20 ein oder lieber ein bisschen weniger oder mehr? Soll das wirklich nur ein Ton sein oder lieber eine Tonabfolge, wirklich so ein Gesicht oder ein anderes? Vielleicht eine Farbe?“, und haben dann trotzdem das, was sie auf jeden Fall können und sich sicher fühlen, mit angewendet und eingebaut, das war auch super.

I: Gerne wollten die dann das mit einem Smiley oder Criley machen, weil die das schon kannten, pack ich noch mit rein, das finde ich gut. Also dass die wirklich alles antippen und anklicken und es teilweise gar nicht auf Anhieb zu verstehen ist, sondern es erst mal dann daran machen und gucken, mit der Passung, das haben die meisten jetzt auch: „Das passt nicht daran, dann kann das nicht zusammen gehen“, dann es einfach mal antippen und probieren, ob es funktioniert. Das ist ja auch perfekt, dass man das erst mal alles nicht da probieren kann, ohne es runterladen zu müssen (TL_CS_08, Z. 32 – 44).

Einige Schüler*innen wollten in der fünften und sechsten Unterrichtsstunde gar nicht aufhören zu programmieren und konnten sich kaum losreißen. Besonders wichtig war ihnen, dass sie ihren fertigen Code noch auf dem *Calliope mini* sichern konnten (vgl. BP_SC_08_B, Z. 15 und BP_SC_09, Z. 49).

F: Es waren einige die wollten unbedingt noch, die [wollten] ja auch die Pause durch, der eine hat gesagt: „Ich habe nichts gegessen!“, der wurde bleich. (TL_CS_05, Z. 111 – 112)

F: Die will einfach nicht so ein [...]. Aber die anderen na schon, dass man was lernt, auch eine große Gruppe, die gesagt hat, es ist schon wie Lernen, aber es macht viel mehr Spaß, weil es irgendwie ...

I: Das merkt man ja, weil sie nicht auf die Uhr gucken, das haben wir ja letzte Woche auch gemerkt. Ein Uhr, das ist denen egal gewesen. Wir hätten bis halb zwei machen können. Also das merkt man schon. Es sind nur ein paar, die wollen nach Hause, aber die anderen sind so angefixt und haben natürlich auch Lust dazu. (TL_SC_09, Z. 108 – 114)

Dabei fanden einige Schüler*innen besonders das Rumprobieren und Schauen, was passiert (Trial-and-Error-Methode), interessant (vgl. BP_SC_09, Z. 2).

Auch Mädchen, die sonst recht schüchtern waren, hatten Spaß am Probieren (vgl. BP_CS_04, Z. 72).

Nutzung des *Calliope mini* zu Hause

Während des Projektes konnten die Schüler*innen den *Calliope mini* mit nach Hause nehmen. Sie konnten Eltern, Geschwistern oder dem Freundeskreis den Mikrocontroller zeigen, eigenständige Programmierungen durchführen oder das zuvor Programmierte weiter testen. Zu Beginn der Unterrichtsstunden haben die Lehrkräfte gefragt, wer den Calliope mit nach Hause genommen und etwas damit gemacht hatte. Etwas weniger als die Hälfte der Schüler*innen hat den Mikrocontroller mit nach Hause genommen, davon ungefähr ein Drittel mehrfach. Besonders die Schüler*innen aus Schule A haben davon Gebrauch gemacht und gemeinsam mit Geschwistern oder Eltern zu Hause programmiert. Den programmierten Calliope konnten sie dann in der folgenden Unterrichtsstunde vorstellen. Insgesamt waren die Schüler*innen glücklich darüber, den *Calliope* mitnehmen zu dürfen, auch wenn sie ihn nicht programmiert haben:

F: Wie fandst du es, dass du den Calliope mit nach Hause nehmen konntest?

K: Gut.

F: Hast du zu Hause programmiert? Hattest du keine Zeit oder Lust dafür?

K: Keine Zeit.

F: Okay, also in deiner Freizeit machst du lieber andere Sachen. Hast du zu Hause die Möglichkeit, einen Computer oder Tablet ...?

K: Ja.

F: Hast du, okay. Hast du jemals deinen Eltern, Geschwistern oder Freunden gezeigt, was du programmiert hast, hier in der Schule?

K: Ja, also meinen Gruppenfreundinnen, also mit denen ich das gemacht habe.

F: Denen hast du das gezeigt?

K: Ja. (TS_CS_KR, Z. 33 – 45)

Einige Schüler*innen konnten erst in der letzten Minute den Programmcode auf den *Calliope mini* sichern. Daher war es für sie von Vorteil, diesen mitnehmen zu können, um das zuvor Programmierte auch zu testen, da jede Stunde etwas Neues programmiert wurde. Bei der Unterrichtseinheit „Hüpf-/Klickzähler“ haben die Schüler*innen den *Calliope* gleich am Bein gelassen, um von ihm ihre Schritte auf dem Heimweg zählen zu lassen (vgl. BP_SC_07_A, Z. 41).

F: Wie fandst du es, dass du den Calliope mit nach Hause nehmen konntest?

M: Gut, weil man konnte auch was ausprobieren und so was.

F: Hast du das gemacht?

M: Ja.

F: Und hast du das dann deinen Freunden oder Geschwistern oder Eltern gezeigt, was du da so ...?

M: Nur Eltern, weil meine Geschwister, die interessieren sich nicht dafür.

F: Die haben sich nicht dafür interessiert?

M: Ne, die können es alle schon.

F: Die sind älter als du?

M: Ja.

F: Okay. Und deine Eltern, wie haben die reagiert?

M: Die fanden das gut. (TS_CS_MA, Z. 52 – 63)

Wie oft die Schüler*innen den Calliope mit nach Hause nahmen und wie aktiv sie damit zu Hause arbeiteten, hing stark davon ab, ob Eltern oder Geschwister Interesse daran haben. Wenn kein Interesse da ist, wird weniger bis gar nicht zu Hause damit gearbeitet.

F: Wie fandst du es, dass du den Calliope mit nach Hause nehmen konntest?

L: Ich habe ihn nur einmal ganz kurz mit nach Hause genommen, es hat aber nicht so gebracht, weil niemand es interessiert hat, außer meinen Papa. Der mag auch gerne Technik und so.

F: Der hat sich dafür interessiert, okay.

L: Für ganz tolle Sachen, der hat früher nicht gezockt, der hat ganz, der hat auch Fernsehen geguckt, dann tolle Sachen, Sendung mit der Maus, der fand das toll.

F: Schön und hast du dann, als du den nach Hause genommen hast, hast du dann auch programmiert zu Hause?

L: Ne, dazu hatte ich keine Zeit, also die anderen hatten keine Lust drauf, weil wir müssen halt alle was machen, was alle mögen, wir sind vier Kinder.

F: Ihr seid vier Kinder, okay.

L: Also mit mir gezählt.

F: Dann hat das nicht gepasst dann zu Hause.

L: Ja, die waren auch nicht so gut drauf. (TS_CS_LO, Z. 69 – 83)

Geringe Lernbereitschaft

Besonders in Schule B konnte wiederholt geringe Lernbereitschaft beobachtet werden. Diese zeigte sich besonders, wenn der theoretische Teil zu komplex oder zu lang war, da dann die Konzentration und die Lust der Schüler*innen nachließen:

I: Aber ich fand, es waren auch einfach so viele Kinder nicht so richtig bei der Sache. Aber es ist natürlich, es war denen einfach dann zu viel Gelaber am Anfang, die wollten dann endlich ‚machen‘. Aber irgendwie, fand ich, hatten wir den Inhalt noch nicht so weit, dass man ‚machen‘ konnte. (TL_VA_15, Z. 62 – 64)

F: Das war einfach, die konnten sich dann nicht mehr konzentrieren, haben nicht mehr zugehört und nichts. Das ist aber echt schwierig, das dann ..., also, dass man vielleicht sonst wirklich ein bisschen anfängt. Dann programmieren die erst mal und danach schlüsselt man auf: „Warum reagiert das jetzt so?“ Vielleicht muss man da das umdrehen, dass die dann zwischendrin was Praktisches machen. (TL_VA_15, Z. 91 – 94)

Einige Schüler*innen aus Schule B haben schnell aufgegeben, wenn die Programmierung nicht funktionierte oder ihnen das Theoretische zu schwierig war:

F: Ja, ach so, die fanden es ziemlich schwer, ich habe sie ja gefragt „Wie findet ihr das?“ „Ja ich finde es schon ziemlich schwer, aber das macht Spaß ...“ und also ...

F: Weil eben ... als alle hier die Meinung abgeben sollten, hat man auch gemerkt, dass M. ..., dass [alles nicht Spaß waren], nichts ...

I: Aber die sitzt von Anfang an auch immer ... „Ich will das nicht, ich mach’ das nicht, ich kann das nicht.“ Wenn sie dann was hinkriegt, ist sie ganz stolz. Ich glaub, die hat immer eine ... M. hier. (TL_VA_05, Z. 87 – 92)

In dieser Lerngruppe war auch zu beobachten, dass die Schüler*innen rasch nach Hilfe riefen, ohne erst einmal selbst etwas zu probieren. Das wurde zwar im Verlaufe des Projektes und vor allem in Halbgruppe 2 besser, war aber dennoch sehr auffällig. Zum einen fanden die Schüler*innen es schön, dass jemand zu ihnen kam und sie unterstützt hat, zum anderen wollten sie teilweise einfach nur schnell fertig werden und hatten, bis auf wenige Ausnahmen, keine Lust oder keine Idee, etwas auszuprobieren:

Die Mädelsgruppe hat direkt wieder nach Hilfe gerufen, ohne den Auftrag zu lesen, und [sie] sagen schnell: „Wir verstehen das nicht.“ (BP_VA_10, Z. 33)

Abschließend lässt sich über die Lernbereitschaft der Schüler*innen sagen, dass die meisten über weite Strecken engagiert und motiviert am Unterricht mit dem *Calliope mini* teilnahmen und insofern eine hohe Lernbereitschaft hatten. Dies zeigte sich zum Beispiel in der Bereitschaft, auf die Pause zu verzichten und stattdessen mit den Programmieraufgaben fortzufahren.

4.3 KONNTE ALGORITHMISCHES DENKEN INITIIERT WERDEN?

Bei der Frage, ob durch den Unterricht mit dem *Calliope mini* algorithmisches Denken initiiert werden konnte, ist entscheidend, wie man algorithmisches Denken definiert. Wie in Kapitel 1 erörtert, beziehen wir uns auf Hoffmann, Wendlandt und Wendlandt (2017) in Bezug auf das Algorithmisieren als wesentliche überfachliche Kompetenz im Alltag. Dementsprechend sieht das Forschungsteam algorithmisches Denken nicht als statische Kompetenz, über die Grundschüler*innen entweder verfügen oder nicht verfügen. Algorithmisches Denken kann in unterschiedliche Kompetenzstufen ausdifferenziert werden. Daraus resultiert unser Vorschlag zu den Stufen des Algorithmisierens:

- Stufe 1: Algorithmische Strukturen im Alltagsleben erkennen und entwickeln.
- Stufe 2: Algorithmische Strukturen für Automaten kennen.
- Stufe 3: Algorithmische Strukturen für Automaten nach Anleitungen ausführen.
- Stufe 4: Algorithmische Strukturen für Automaten selbst entwickeln.

Die Fragestellung, ob algorithmisches Denken initiiert wurde, ist angesichts der alltäglichen Erfahrungen mit Algorithmen in Bezug auf die Schüler*innen nicht eindeutig zu beantworten. Allerdings können Aussagen darüber getroffen werden, welche Kompetenzen des Algorithmisierens sich den beschriebenen Kompetenzstufen zuordnen lassen. Dabei können wir für das Ende der Feldstudie unsere Einschätzung tabellarisch abbilden (siehe). Sie zeigt, wie wir die Stufen den in Abschnitt 4.2.4 beschriebenen Kompetenzstufen 1 bis 3 zuordnen. Dabei bezieht sich diese Zuordnung auf das Ende der Unterrichtsprojekte.

Tabelle 3 – Gegenüberstellung von Kompetenzstufen und Kompetenzrastern

	Kompetenzstufe 1	Kompetenzstufe 2	Kompetenzstufe 3
Algorithmische Strukturen im Alltagsleben erkennen und aufstellen	✓	✓	✓
Algorithmische Strukturen für Automaten kennen	✓	✓	✓
Algorithmische Strukturen für Automaten nach Anleitungen ausführen	—	✓	✓
Algorithmische Strukturen für Automaten selbst entwickeln	—	—	✓

In Tabelle 3 wird ersichtlich, dass alle Schüler*innen am Ende der Unterrichtseinheiten algorithmische Strukturen im Alltagsleben erkennen und aufstellen konnten. Wie in Abschnitt 4.2.4 beschrieben, zeigte sich dies vor allem in Unterrichtseinheiten, in denen die Inhalte in eine fiktive Geschichte eingebunden waren, wie zum Beispiel bei der Unterrichtseinheit „Roboter ‚Rumpelstilzchen‘“, oder wenn sie einen für die Schüler*innen interessanten Lebensweltbezug hatten, wie zum Beispiel bei den Unterrichtseinheiten „Nachrichten senden/Funk“ und „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“. Nahezu alle Schüler*innen waren in der Lage, Verbindungen zwischen ihren Erfahrungen mit Automaten und Informatiksystemen aus ihrer Lebenswelt und den Inhalten aus den Unterrichtseinheiten herzustellen. Darüber hinaus konnten sie auch eigene algorithmische Strukturen entwickeln, was zum Beispiel in der ersten Unterrichtseinheit „Was ist Programmieren (Teil 1)“ beim Navigieren durch den Klassenraum deutlich wurde.

Auch die Kompetenz ‚Algorithmische Strukturen für Automaten kennen‘ trifft auf die meisten Schüler*innen zu. Über die verschiedenen Unterrichtseinheiten, wie zum Beispiel „Nachrichten senden/Funk“, „Sensoren und Aktoren (Alarmanlage)“ etc., haben die Schüler*innen diverse Beispiele für algorithmische Strukturen für Automaten kennengelernt und konnten diese wiedererkennen.

Nur die Schüler*innen auf Kompetenzstufe 2 und Kompetenzstufe 3 waren in der Lage, algorithmische Strukturen für Automaten nach Anleitungen auszuführen. Für die Schüler*innen auf Kompetenzstufe 1 war dieser Prozess anscheinend zu abstrakt. Wie in Abschnitt 4.2.4 beschrieben, konnten sie zwar mit viel Hilfe der Lehrkraft kleine Programme nach Schritt-für-Schritt-Anleitungen umsetzen, jedoch erweckten sie dabei nicht den Anschein, dass sie den Sinn erkannt hätten. Die Schüler*innen auf Kompetenzstufe 2 und Kompetenzstufe 3 hingegen konnten das Programmieren nach Anleitung mühelos umsetzen.

Die Kompetenz ‚Algorithmische Strukturen für Automaten selbst entwickeln‘ konnte nur bei wenigen Schüler*innen beobachtet werden. Diese waren in der Lage, über die Aufgabenstellungen hinaus eigene Programme zu entwickeln. Dies zeigte sich zum Beispiel beim Weihnachtsbasteln in Schule C, als ein Schüler selbstständig und ohne Unterstützung das Weihnachtslied „Schneeflöckchen, Weißbröckchen“ programmierte, oder als ein Schüler aus Schule B eine Stoppuhr ebenfalls selbstständig und ohne Unterstützung programmierte.

Die Lehrkräfte wurden zu ihrer Einschätzung des algorithmischen Denkens ihrer Schüler*innen befragt. In den Antworten kommt einhellig zum Ausdruck, dass einige Schüler*innen ansatzweise algorithmisches Denken der Stufe 4 entwickelten, der Großteil jedoch noch nicht. Dafür sei zu wenig Zeit gewesen. Sie glauben aber, dass sich die Zahlen erhöhen, je mehr die Schüler*innen mit diesen Themen konfrontiert werden:

Lehrkraft A

F: Konnte algorithmisches Denken bei den Schülern und Schülerinnen initiiert werden?

I: Ein bisschen ja, in den Anfängen, würde ich sagen, ja.

F: Also hast du da sozusagen ein Beispiel, was dir jetzt irgendwie spontan einfällt, wo du gesagt hast ...?

I: Allein schon: „Wenn Knopf A gedrückt wird, dann ... Wenn, dann“, also da ist ja ... Also dieses „Wenn – dann“, die Variable ist auch so ein bisschen klar geworden, glaube ich, die hatten wir zweimal, ja, mit dem Zähler, bzw. jetzt auch mit dem Dings, also ‚Variable‘ ist auf jeden Fall ein Begriff, würde ich sagen. Also wenn das mal weitergeführt [wird], irgendwann, dann ist das ein Begriff. Das wäre übrigens auch etwas für die Schule, dass auch die weiterführenden Schulen eigentlich mit aufgenommen werden sollen. H. Schule ist jetzt angefangen, hatte ich auf Twitter gelesen, dass die Calliope jetzt auch machen, in der Schule. Das wäre eigentlich cool, wenn man es in der Grundschule beginnt und es wird dann fortgesetzt. Also wenn es hier endet, ist ja doof. Ich glaube, der Calliope bietet Möglichkeiten auch ganz viel, auch informationstechnischen Unterricht in weiterführenden Schulen zu machen. (AGL_SC_01, Z. 299 – 312)

Lehrkraft B

F: Okay. Aus deiner Sicht, konnte algorithmisches Denken bei den Schülern und Schülerinnen initiiert werden?

I: Angebahnt, würde ich sagen.

F: Angebahnt. Also so was wie: Es wurde so der Funke, also sprang der Funke so ein bisschen und wurde so ein bisschen Feuer gelegt?

I: So eine grobe Vorstellung. Also ich glaube, da ist auf jeden Fall was da, woran man anknüpfen kann, in Zukunft.

F: Okay. Aber dass die jetzt sozusagen schon algorithmisches Denken können, so weit würdest du nicht gehen?

I: Also einzelne. R. zum Beispiel würde ich es vielleicht zutrauen. (AGL_VA_01, Z. 104 – 113)

Lehrkraft C

F: Okay. Und glaubst du, dass algorithmisches Denken bei den Schülern initiiert werden konnte oder ...?

I: In Teilen, glaube ich. Also ich würde sagen, vielleicht eine Handvoll Kinder macht sich auf den Weg. Ich glaube, je häufiger man das – also dafür ist der Zeitraum wahrscheinlich zu kurz gewesen –, aber je häufiger man in diesem Bereich oder diese Thematik wieder hat, würde das vielleicht nochmal aufblühen. Aber nicht bei allen, glaube ich. (TL_CS_09, Z. 204 – 209)

In Übereinstimmung mit den Einschätzungen der Lehrer*innen lässt sich also festhalten, dass sich nur wenige Schüler*innen am Ende der Unterrichtssequenz auf Stufe 4 des algorithmischen Denkens befanden. So gut wie alle Schüler*innen haben jedoch Teilaspekte der vier Stufen erreicht und einen positiven Lerneffekt im Hinblick auf algorithmisches Denken gehabt.

5. FAZIT UND AUSBLICK

Während der Vorbereitungen für die vorliegende Studie im Winter 2016/2017 wurde im November der Mikrocontroller *Calliope mini* öffentlichkeitswirksam auf dem Nationalen IT-Gipfel „Lernen und Handeln in der digitalen Welt“ in Saarbrücken vorgestellt und im Dezember 2016 wurde die KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“ veröffentlicht. Während der Projektlaufzeit wurden der *Calliope mini* ebenso wie die verfügbaren Editoren für seine Programmierung technisch weiterentwickelt. Es wurden Materialien für den Unterrichtseinsatz publiziert und in vielen Bundesländern sind Initiativen zum Einsatz des Mikrocontrollers in Grundschulen bzw. zur Fortbildung von Grundschullehrkräften ergriffen worden. Heute, im Mai 2018, ziehen wir Bilanz. Es ist mit Blick auf die Umsetzbarkeit eines bildungswirksamen Grundschulunterrichts mit dem *Calliope mini* eine positive Bilanz.

Wenn Grundschüler*innen, die noch wenige Wochen zuvor kaum Erfahrungen in der Nutzung von Laptops bzw. Desktop-Computern hatten, mit Erfolg eine eigene Programmier-idee entwickeln und umsetzen können, dann haben sie weit mehr gelernt, als die Nutzung eines neuartigen technischen Gerätes zu bewerkstelligen.

Sie haben die Erfahrung gemacht, durch Programmierung ein eigenes Vorhaben umsetzen zu können, sie haben Einblick in das gewonnen, was Programmieren bedeutet. Sie haben in diesem Zusammenhang erfolgreich und selbstständig gestaltend gehandelt und ihre Selbstwirksamkeit in einer digitalen Gesellschaft erprobt. In diesem Sinne handelt es sich bei den Lernerfahrungen um bildungswirksame Erfahrungen, nämlich solche, die das Selbst- und Weltverhältnis betreffen und nicht ausschließlich die Aneignung neuer Fertigkeiten. Hierfür sprechen auch das insgesamt hohe Engagement der Schüler*innen und ihre Fähigkeit und Bereitschaft, die Unterrichtsinhalte mit ihren Alltagserfahrungen in Verbindung zu bringen.

In den wenigen Unterrichtsstunden, an denen sie im Rahmen der Studie teilgenommen haben, haben viele, aber nicht alle beteiligten Schüler*innen die beschriebenen Erfahrungen gemacht. Es bleiben didaktische Fragen offen, die die individuellen Lern- und Denkprozesse und die gegenstandsspezifischen Lernherausforderungen betreffen.

Verlässliche Aussagen über den Lernzuwachs der Schüler*innen im Hinblick auf algorithmisches Denken sind aus den vorliegenden Erfahrungen kaum möglich. Nachweislich sind viele der Dritt- und Viertklässler*innen in der Lage, algorithmische Strukturen sinnvoll zu variieren und zu interpretieren. Aber es ließ sich im Rahmen der Unterrichtserprobung nicht klären, inwiefern diese Kompetenz, wenn sie beim Programmieren des *Calliope mini* zum Tragen kam, vorher schon verfügbar und im gegebenen Kontext aktivierbar war oder durch die Arbeit mit dem *Calliope mini* entstanden ist bzw. sich wesentlich entwickelt hat. Feststellbar war vielmehr, dass die Kompetenzen der beteiligten Schüler*innen im Umgang mit Algorithmen stark differieren.

Deutlich wurde auch, dass die Grundschüler*innen Informatiksysteme in ihrer Lebenswelt bewusst wahrnehmen, Assoziationen dazu haben und diese als Lernvoraussetzung in den Unterricht mitbringen. Durch die Thematisierung von Informatiksystemen, die Kinder aus

ihrem Alltag kennen, in Verbindung mit den Einblicken ins Programmieren, werden diese Vorerfahrungen aufgegriffen und stellen einen relevanten Kontext für die Arbeit mit dem *Calliope mini* dar.

Mit dem *Calliope mini* können Schüler*innen neben dem Mikrocontroller und den Prinzipien des Programmierens auch den grundlegenden Umgang mit dem Computer und mit dessen externen Peripheriegeräten kennenlernen. Die Schüler*innen waren am Ende des Projektes nachweislich sicherer im Umgang mit dem Computer und den externen Peripheriegeräten.

Wesentlich scheint uns auch die Beobachtung zu sein, dass sowohl Jungen als auch Mädchen die Unterrichtsaufgaben motiviert bearbeitet haben. Eine Distanz der Mädchen zu den Unterrichtsinhalten, die in Informatikprojekten der Sekundarstufe tendenziell beobachtbar ist, ließ sich nicht feststellen. Allerdings – und dies halten wir für wichtig – berücksichtigen die vorliegenden Unterrichtsvorschläge einige genderspezifische Vorlieben von Jungen und Mädchen im Umgang mit Technik. Dies trifft zum Beispiel für die ansprechende Gestaltung der Lernmaterialien, für die weibliche Identifikationsfigur Calli und die Einbindung der Aufgaben in Geschichten zu, aber auch für die Gelegenheit, im Zuge des weihnachtlichen Programmierens nicht ausschließlich technische, sondern auch dekorative Gestaltungsmöglichkeiten zu bieten. Erfahrungsgemäß sind diese Aspekte zwar weitgehend sowohl für Jungen und Mädchen attraktiv, werden von Mädchen aber stärker vermisst, wenn sie fehlen. Eine gezielte Untersuchung unterschiedlicher Perspektiven von Jungen und Mädchen war im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

LITERATURVERZEICHNIS

- Alphen, C. van. (2018). Digitalministerin Dorothee Bär will Programmieren in die Grundschulen bringen. t3n – digital pioneers. Abgerufen 28. Mai 2018 von: <https://t3n.de/news/changerider-dorothee-baer-1081870/>
- Arbeitskreis „Bildungsstandards Primarbereich“ der Gesellschaft für Informatik (GI) (2018). Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. Abgerufen 30. Mai 2018 von: <https://uni-w.de/14k>
- Bell, T.; Witten, I. H. & Fellows, M. (1998). Computer Science Unplugged ... offline-activities and games for all ages. Abgerufen 30. Mai 2018 von: <https://classic.csunplugged.org/wp-content/uploads/2015/01/unplugged-book-v1.pdf>
- Beuth, P. (2016). Dieser Computer kann unser Schulsystem revolutionieren. ZEIT ONLINE. Abgerufen 30. Mai 2018 von: <https://www.zeit.de/digital/internet/2016-10/calliope-mikrocontroller-grundschule-dritte-klasse>
- Bos, W.; Eickelmann, B.; Gerick, J.; Goldhammer, F.; Schaumburg, H.; Schwippert, K.; Senkbeil, M.; Schulz-Zander, R. & Wendt H. (Hrsg.). (2014). ICILS 2013. Computer und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann. Abgerufen 24. Mai 2018 von: https://www.waxmann.com/fileadmin/media/zusatztexte/ICILS_2013_Berichtsband.pdf
- Bruner, J. S. (1970). Der Prozess der Erziehung. Berlin: Berlin-Verlag.
- Carle, H. (2015). Vom Greifen und Begreifen: Digitale Medien in der Bildung. Landesmedienzentrum Baden-Württemberg (LMZ). Abgerufen 28. Mai 2018 von: <https://www.lmz-bw.de/medienbildung/aktuelles/mediaculture-blog/blogeinzelansicht/2015/vom-greifen-und-begreifen-digitale-medien-in-der-bildung.html>
- Computer Science Education Research Group at the University of Canterbury, New Zealand. (2018). Computer Science without a computer. CS Unplugged. Abgerufen 29. Mai 2018, von: <https://csunplugged.org/en/>
- Feierabend, S., Plankenhorn, T., Rathgeb, T. (2016). KIM-Studie. Kindheit, Internet, Medien. Stuttgart: Medienpädagogischer Forschungsverband Südwest (mpfs). Abgerufen 30. Mai 2018 von: https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/KIM/2016/KIM_2016_Web-PDF.pdf
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (Hrsg.). (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gesellschaft für Informatik (GI). (2016, März 23). Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digital vernetzten Welt. Abgerufen 28. Mai 2018 von: <https://gi.de/themen/beitrag/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digital-vernetzten-welt-1/>
- Hoffmann, S., Wendlandt, K. & Wendlandt, M. (2017). Algorithmisieren im Grundschulalter. Bonn: Köllen Druck + Verlag.

- Kerkmann, C. (2017, Januar 24). Internetbotschafterin Gesche Joost: „Im jungen Alter ist das einfach Spielzeug“. Handelsblatt Online. Abgerufen 30. Mai 2018 von: <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/internetbotschafterin-gesche-joost-im-jungen-alter-ist-das-einfach-spielzeug/19297440.html>
- Kortenkamp, U.; Etzold, H. & Mahns, P. (2018, Januar 16). Mit Loops zu Loops. Mit Musik algorithmisches Denken fördern. Abgerufen 28. Mai 2018 von: <https://www.oldenbourg-klick.de/zeitschriften/grundschulunterricht-mathematik/2018-1/mit-loops-zu-loops>
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2004). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz, Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4). München: Luchterhand. Abgerufen 30. Mai 2018 von: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2009). Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bildung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.05.2009). Abgerufen 30. Mai 2018 von: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2009/2009_05_07-Empf-MINT.pdf
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2012). Medienbildung in der Schule. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 8. März 2012). Abgerufen 9.10.2018 von: <https://goo.gl/6sxBFo>
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2015). Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 02.07.1970 i. d. F. vom 11.06.2015). Abgerufen 30. Mai 2018 von: <https://bit.ly/2shAFGL>
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2016). Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016. Abgerufen 30. 5. 2018 von: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf
- Mayring, P. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Weinheim: Beltz.
- Medienberatung NRW (Hrsg.). (2018). Medienkompetenzrahmen NRW [Broschüre]. Münster/Düsseldorf: Medienberatung NRW. Abgerufen 30. Mai 2018 von: https://www.medienpass.nrw.de/sites/default/files/media/LVR_ZMB_MKR_Broschuere_Final_1.pdf
- Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin, Senator für Bildung und Wissenschaft Bremen & Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.). (2004). Rahmenlehrplan Grundschule. Mathematik (1. Auflage). Berlin: Wissenschaft und Technik.
- Schubert, S. & Schwill, A. (2004). Didaktik der Informatik (1. Auflage). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schwill, A. (1993). Fundamentale Ideen der Informatik. Oldenburg: Universität, Fachbereich Informatik. Abgerufen 30. Mai 2018 von: <http://www.informatikdidaktik.de/Forschung/Schriften/ZDM.pdf>
- Senat der Freien Hansestadt Bremen (2016). Antwort des Senats auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU. Der Einfluss des nationalen IT-Gipfels auf die digitale Bildung an Schulen im Land Bremen. Abgerufen 30. Mai 2018 von: https://www.bremische-buergerschaft.de/drs_abo/2017-01-11_Drs-19-898_7f9e4.pdf
- Stiftung Haus der kleinen Forscher. (2017). Informatik: Ideen zum Forschen und Entdecken. Abgerufen 28. Mai 2018 von: <https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/praxisanregungen/experimente-themen/informatik/>

ANHANG

A) ÜBERSICHT ÜBER DIE LERNGRUPPEN

	Lerngruppe A	Lerngruppe B1	Lerngruppe B2	Lerngruppe C
Beginn und Ende der Unterrichtseinheit	14.08.2017 – 25.01.2018	23.08.2017 – 25.10.2017	01.11.2017 – 25.01.2018	07.11.2017 – 23.01.2018
Unterrichtszeit	12:00 – 13:00 Uhr	11:40 – 12:50 Uhr	11:40 – 12:50 Uhr	08:15 – 10:00 Uhr
Stattefundene Termine	21.08.2017 21.08.2017 28.08.2017 04.09.2017 11.09.2017 18.09.2017 25.09.2017 06.11.2017 13.11.2017 24.01.2018 29.01.2018	23.08.2017 06.09.2017 13.09.2017 20.09.2017 27.09.2017 18.10.2017 25.10.2017 20.12.2017 17.01.2018	01.11.2017 08.11.2017 22.11.2017 29.11.2017 06.12.2017 13.12.2017 20.12.2017 10.01.2017 17.01.2018 24.01.2018	07.11.2017 14.11.2017 21.11.2017 05.12.2017 12.12.2017 19.12.2017 09.01.2018 16.01.2018 23.01.2018
Durchgeführte Unterrichtseinheiten	Fragebogen	Fragebogen	Fragebogen	Fragebogen
	Einführung Datensicherung Übungsstunde	Einführung Datensicherung	Was ist P1? Was ist P2? Was ist P3?	Was ist P1? Was ist P2? Was ist P3?
	Roboter „Rumpelstilzchen“	Roboter „Rumpelstilzchen“	Roboter „Rumpelstilzchen“	Roboter „Rumpelstilzchen“
	• Hüpf-/Klickzähler • Zufall	• Nachrichten senden/Funk	• Nachrichten senden/Funk • Weihnachtsbasteln • Hüpf-/Klickzähler	• Weihnachtsbasteln • Sensoren und Aktoren
	Fragebogen und Feedback	Fragebogen und Feedback	Fragebogen und Feedback	Fragebogen und Feedback
Unterbrechungen	• Herbstferien • Pause von fünf Wochen • Eine Wochen-	• Herbstferien • Drei Wochenstunden fanden nicht turnus-	• Weihnachtsferien • Eine Wochenstunde fiel	• Eine Wochenstunde fand nicht turnusgemäß

	Lerngruppe A	Lerngruppe B1	Lerngruppe B2	Lerngruppe C
	stunde fand nicht turnusgemäß statt. • Weihnachtsferien	mäßig statt.	aus.	statt.
Unterrichtsraum	Klassenraum, teilweise Nutzung eines Nebenraumes und des Schulhofes	Großer Computerraum mit Tischgruppe für Besprechungen	Großer Computerraum mit Tischgruppe für Besprechungen	Großer Klassenraum und ein Nebenraum
Computer-ausstattung (Aufteilung)	Laptops (2 : 1)	Desktop-Rechner (1 : 1)	Desktop-Rechner (1 : 1)	Laptops (2 : 1)
Bereitstellung der Computer	Die Laptops wurden aus dem Lehrerzimmer geholt und vorab hochgefahren, um Zeit zu sparen.	Die Desktop-Rechner wurden vorher hochgefahren und waren sofort einsatzbereit.	Die Desktop-Rechner wurden vorher hochgefahren und waren sofort einsatzbereit.	Die Laptops holten die Schüler*innen aus dem Nachbarraum.
Vorerfahrungen der Schüler*innen mit dem Computer	Die Anmeldeprozedur war bekannt.	Die meisten Schüler*innen kannten die Anmeldeprozedur. Einige Schüler*innen haben ihre Anmeldedaten immer mal wieder vergessen.	Die meisten Schüler*innen kannten die Anmeldeprozedur. Einige Schüler*innen haben ihre Anmeldedaten immer mal wieder vergessen.	Die Anmeldeprozedur war bekannt.
	In Bezug auf den Umgang mit der Tastatur und der Maus war dies in den Lerngruppen unterschiedlich. Es wurde aber schnell gelernt.	In Bezug auf den Umgang mit der Tastatur und der Maus war dies in den Lerngruppen unterschiedlich. Es wurde aber schnell gelernt.	In Bezug auf den Umgang mit der Tastatur und der Maus war dies in den Lerngruppen unterschiedlich. Es wurde aber schnell gelernt.	In Bezug auf den Umgang mit der Tastatur und der Maus war dies in den Lerngruppen unterschiedlich. Es wurde aber schnell gelernt.
	Keine Vorerfahrungen gab es im Umgang mit der	Keine Vorerfahrungen gab es im Umgang mit der	Keine Vorerfahrungen gab es im Umgang mit der	Keine Vorerfahrungen gab es im Umgang mit der

	Lerngruppe A	Lerngruppe B1	Lerngruppe B2	Lerngruppe C
	Datenspeicherung.	Datenspeicherung.	Datenspeicherung.	Datenspeicherung.
Kenntnisse über digitale Medien	Die Schüler*innen konnten mehrheitlich viele Bezüge von digitalen Medien zur Alltagswelt herstellen.	Nur einige Schüler*innen konnten Bezüge von digitalen Medien zur Alltagswelt herstellen.	Nur einige Schüler*innen konnten Bezüge von digitalen Medien zur Alltagswelt herstellen.	Die Schüler*innen konnten mehrheitlich viele Bezüge von digitalen Medien zur Alltagswelt herstellen.
Schreib- und Artikulationsfähigkeiten	Für Jahrgangsstufe 4 eine insgesamt altersgemäße Schreib- und Artikulationsfähigkeit	Für Jahrgangsstufe 3 eine altersgemäße, begrenzte Schreib- und Artikulationsfähigkeit	Für Jahrgangsstufe 3 eine altersgemäße, begrenzte bis mittlere Schreib- und Artikulationsfähigkeit	Für Jahrgangsstufe 3 eine sehr gute Schreib- und Artikulationsfähigkeit
Unterrichtsklima	- Interessierte und leistungsbereite Schüler*innen - Sehr aktiv - Leichte Einhaltung von Regeln	- Interessierte und begeisterungsfähige Schüler*innen - Viele Schüler*innen konnten sich nur zeitweise auf den Unterricht konzentrieren - Probleme bei der Einhaltung von Regeln	- Interessierte und begeisterungsfähige Schüler*innen - Viele Schüler*innen konnten sich nur zeitweise auf den Unterricht konzentrieren - Probleme bei der Einhaltung von Regeln	- Interessierte und leistungsbereite Schüler*innen - Sehr aktiv - selbstständige Einhaltung von Regeln

B) AUSWERTUNGSGESPRÄCHE ZUM UNTERRICHT

Kategorie/Indikator	Beobachtung/Anmerkung	Verbesserungsideen
Welche Vorerfahrungen mit Computern haben die Schüler*innen?		
Waren die Schüler*innen an der Thematik interessiert?		
Lassen sich die Unterrichtseinheiten in das Curriculum einbetten?		
Wie beteiligten sich die Schüler*innen: mehr oder weniger als üblich?		
Schwache und starke Schüler*innen konnten integriert werden (keine Unter-/Überforderung).		
Die Schüler*innen verstehen die Aufgabenstellung.		
Schüler*innen mit speziellem Förderbedarf können die Aufgabenstellungen bearbeiten (gegebenenfalls besondere).		
Der Ablauf der Unterrichtseinheit ist für die Schüler*innen verständlich und nachvollziehbar.		
Der Umgang mit den technischen Geräten funktioniert/funktioniert nicht.		
Schüler*innen finden sich in der vorbereiteten Lernumgebung zurecht.		

Kategorie/Indikator	Beobachtung/Anmerkung	Verbesserungsideen
Kamen Sie als Lehrkraft mit der Unterrichtseinheit zu-recht?		
Die vorgesehene Zeit ist ausreichend/nicht ausrei-chend.		
Mikrocontroller eignen sich für die Einzel- und Grup-penarbeit.		
Das algorithmische Vorge-hen ist für die Schüler*innen nachvollziehbar.		
Die Schüler*innen tauschen sich über die Vorgehenswei-se aus und finden gemein-same Lösungen. (Kommuni-kation).		
Die Schüler*innen arbeiten weitgehend konzentriert und aufgabenorientiert.		
Die Schüler*innen reflektie-ren ihre Arbeit und berichten von ihren Erfolgen/Misser-folgen.		
Die Schüler*innen benötigen viel Hilfe/Unterstützung.		
Können Sie sich vorstellen, dass der Calliope mini für den Grundschuleinsatz ge-eignet ist?		

C) ABSCHLUSSGESPRÄCHE MIT DEN LEHRKRÄFTEN

Lehrer*innen:

1. Welchen Mehrwert hat der Unterricht mit dem/durch den Calliope für Lehrer*innen?
2. Waren die Unterrichtsmaterialien geeignet? (Wo gibt es Schwierigkeiten?/Was lief besonders gut?)
3. Wie haben Sie sich als Lehrkraft bei der Durchführung des Calliope-Unterrichts/beim Einsatz des Unterrichtsmaterials gefühlt?
4. Wäre mehr Hintergrundwissen (zu Funktionsweisen, Begriffen, Binärcode ...) nötig?
5. Wie beurteilen Sie die Handreichung auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut)?
6. Welche Unterrichtsfächer wurden angesprochen?
7. Soll der Calliope in der Grundschule eingeführt werden? Wieso? (Welche Bedingungen müssten daran geknüpft sein?)
8. Haben Sie Ergänzungen/weitere Anmerkungen?

Schüler*innen:

1. Welchen Mehrwert hat der Unterricht mit dem/durch den Calliope für Schüler*innen?
2. Wie wird der Verlauf/der Lernfortschritt der Schüler*innen von der ersten bis zur letzten Stunde gesehen? (Was war überraschend/beängstigend?)
3. Haben die Schüler*innen Ansätze gezeigt oder damit begonnen, algorithmisch zu denken?
4. Für welche Klassenstufe ist Calliope geeignet? (Wieso?)
5. Waren die Schüler*innen thematisch interessiert/motiviert?
6. Haben Sie Ergänzungen/weitere Anmerkungen?

Infrastruktur:

1. Welchen Mehrwert hat der Unterricht mit dem/durch den Calliope (bezogen auf die Infrastruktur)?
2. Welche Schwierigkeiten werden im Hinblick auf den Calliope-Einsatz gesehen?
3. Welche Möglichkeiten werden gesehen?
4. Wie könnte die Umsetzung in der Schule stattfinden (auch in Bezug auf Fort- und Weiterbildung)?
5. Haben Sie Ergänzungen/weitere Anmerkungen?

D) LEITFRAGEN DER SCHÜLER*INNEN-BEFragung

1. Was hat dir während des Calliope-Projektes besonders viel Spaß gemacht?
2. Was hast du dabei gelernt?
3. Wie fandest du die Arbeitsblätter – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 10 (gut)?
4. Wie bist du mit dem Editor zurechtgekommen – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 10 (gut)?
5. Wie hat es dir – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 10 (gut) – gefallen, den Calliope zu programmieren?
6. Wie fandest du es, dass du den Calliope mit nach Hause nehmen konntest?
7. Hast du zu Hause programmiert?
8. Hast du deinen Eltern/Geschwistern/Freund*innen gezeigt, was du programmiert hast?
9. Was hast du Neues im Umgang mit dem Computer gelernt?
10. Findest du, dass alle Grundschüler*innen mit dem Calliope arbeiten sollten?
11. Ist dir irgendetwas besonders schwer-/leichtgefallen?
12. Sollte etwas anders gemacht werden?
13. Würdest du gerne weiterhin mit dem Calliope arbeiten?
14. Findest du, dass das Arbeiten mit dem Calliope wie normaler Unterricht ist?
15. Welches Thema („Alarmanlage“, „Weihnachtsbastelei“ ...) hat dir am besten gefallen?
16. Würdest du gerne in deiner Freizeit etwas mit dem Calliope machen?

E) BEOBACHTUNGSRASTER

Klassenphase

<i>Kategorie/Indikator</i>	<i>Beobachtung/Anmerkung</i>	<i>Verbesserungsideen</i>
Alle Schüler*innen, die wollen, äußern ihre Gedanken zum Thema.		
Die Schüler*innen bitten bei Schwierigkeiten um Hilfe.		
Die Schüler*innen beteiligen sich aktiv.		
Schwache und starke Schüler*innen sind integriert (keine Unter-/Überforderung).		
Die Schüler*innen verstehen die Aufgabenstellung.		
Schüler*innen mit speziellem Förderbedarf können Aufgabenstellungen bearbeiten (gegebenenfalls besondere).		
Der Ablauf der Unterrichtseinheit ist für die Schüler*innen verständlich und nachvollziehbar.		
Der Umgang mit den technischen Geräten funktioniert/funktioniert nicht.		
Schüler*innen finden sich in der vorbereiteten Lernumgebung zurecht.		
Die Lehrkraft kommt mit der Unterrichtseinheit		

zurecht.		
Die Themen der Unterrichtseinheit sind für die Schüler*innen interessant.		
Die vorgesehene Zeit ist ausreichend/nicht ausreichend.		

F) FEEDBACKMETHODEN

Murmelfeedback

1. Jedes Kind bekommt drei Murmeln und verteilt sie auf die ausgedruckten Antwortmöglichkeiten (eine Auswahl an Unterrichtseinheiten) auf folgende Fragen.

→ Mit den Schüler*innen vorher die Unterrichtseinheiten noch einmal durchgehen:
Woran könnt ihr euch erinnern?

1. Welche drei Unterrichtseinheiten haben dir am meisten Spaß gemacht? (Einheiten und drei Kugeln auslegen)
2. Welche drei Unterrichtseinheiten haben keinen Spaß gemacht? (Einheiten und drei Kugeln auslegen)
3. Bei welcher Einheit hast du am meisten gelernt? (Einheiten und eine Kugel auslegen)

Nachfragen stellen, wenn einer Unterrichtseinheit keine oder wenige Murmeln zugeordnet werden.

Die Murmeln werden gezählt und die Werte werden in eine Tabelle an die Tafel geschrieben.

2. Jedes Kind bekommt eine Murmel und legt sie auf einen Skalenbereich.

1. Wie bist du mit dem Editor zurechtgekommen – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 3 (gut)?
2. Wie bist du mit dem Computer zurechtgekommen – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 3 (gut)?
3. Wie bist du mit dem Calliope zurechtgekommen – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 3 (gut)?
4. Wie, fandest du, hat dein/deine Lehrer*in den Calliope-Unterricht gemacht – auf einer Skala von 1 (schlecht) bis 3 (gut)?

Aufstellung (der gesamten Klasse) im Anschluss

Die Kinder stellen sich zu den einige Meter voneinander entfernten Antwortalternativen im Raum auf.

1. Hast du zu Hause mit dem Calliope programmiert? (Ja und Nein hinlegen)
2. Hast du deinen Eltern/Geschwistern/Freunden gezeigt, was du programmiert hast? (Ja und Nein hinlegen)
3. Findest du, dass alle Grundschüler mit Calliope arbeiten sollten? (Ja und Nein hinlegen)

4. Würdest du gerne weiter mit Calliope arbeiten? Würdest du gerne weiter in der Schule programmieren? (Ja und Nein hinlegen)
5. Ist das Arbeiten mit Calliope wie ‚normaler‘ Unterricht? (Ja und Nein hinlegen)
6. Würdest du gerne in deiner Freizeit etwas mit Calliope machen? Würdest du gerne weiter in deiner Freizeit programmieren? (Ja und Nein hinlegen)
7. Ist das eher etwas für Jungen/Mädchen oder für alle? (Kein Ja und Nein hinlegen)
8. Zusätzlich: In welches Unterrichtsfach gehört Programmieren für dich?

G) FRAGEBOGEN ZU AUSGANGSLAGEN

Lieber Schüler, liebe Schülerin,

es folgen nun einige Fragen zu Deiner Mediennutzung, die Du bitte alleine und ehrlich beantwortest.

Dabei gibt es keine falschen Antworten!

Falls Du eine Frage nicht verstehst, kannst Du jederzeit nachfragen.

Dein ausgefüllter Fragebogen ist anonym, dass heißt niemand kann sehen, was Du genau angekreuzt hast.

Vielen Dank!

(1/12)

Wie lautet der letzte Buchstabe **deines** Vornamens?

(Wenn du zum Beispiel Clara heißen würdest, dann würdest du hier ein **a** hinschreiben.)

(2/12)

Wie lautet der 1. Buchstabe des Vornamens deiner Mutter?

(Wenn deine Mutter zum Beispiel Elisabeth heißen würde, dann würdest du hier **E** hinschreiben.)

(3/12)

Wie lautet die **letzte** Zahl deiner Hausnummer?

(Wenn deine Hausnummer zum Beispiel **38** wäre, dann würdest du hier eine **8** hinschreiben.)

(4/12)

An welchem **Tag** hast du Geburtstag?

(Wenn du zum Beispiel am **12.03. 2009** Geburtstag hättest, dann würdest du hier **12** hinschreiben.)

(5/12)

Was machst du in deiner Freizeit?

Kreuze bitte an.

	jeden Tag	fast jeden Tag	einmal die Woche	seltener	nie
Fernsehen	☐	☐	☐	☐	☐
Freunde treffen	☐	☐	☐	☐	☐
Hausaufgaben/Lernen	☐	☐	☐	☐	☐
Drinnen spielen	☐	☐	☐	☐	☐
Draußen spielen	☐	☐	☐	☐	☐
Mit Familie/Eltern zusammen sein	☐	☐	☐	☐	☐
Musik hören	☐	☐	☐	☐	☐
Sport treiben	☐	☐	☐	☐	☐
Computer-/Konsolen-/Onlinespiele	☐	☐	☐	☐	☐
Handy/Smartphone nutzen	☐	☐	☐	☐	☐
Computer nutzen (ohne Internet)	☐	☐	☐	☐	☐
Internet nutzen	☐	☐	☐	☐	☐
Radio hören	☐	☐	☐	☐	☐
Malen/Zeichnen/Basteln	☐	☐	☐	☐	☐

(6/12)

Lies die dir Aussagen links durch und wähle deine Antworten aus.

	Oft	Manchmal	Erst 1-2 mal	Noch nie
Ich habe am Computer Dateien heruntergeladen.	☐	☐	☐	☐
Ich habe am Computer Ordner angelegt.	☐	☐	☐	☐
Ich habe auf dem Computer/Tablet/Smartphone das Internet benutzt.	☐	☐	☐	☐
Ich habe auf dem Computer schon Wörter/ Texte geschrieben.	☐	☐	☐	☐
Ich habe auf dem Computer/Tablet Lernprogramme genutzt.	☐	☐	☐	☐
Ich nutze den Computer für Spiele.	☐	☐	☐	☐
ich nutze das Tablet für Spiele.	☐	☐	☐	☐

(7/12)

Meinst du technische Geräte (z.B. Computer) sind eher was für...

Kreuze bitte an.

	ja	nein
Jungen	☐	☐
Mädchen	☐	☐
für Jungen und Mädchen	☐	☐
für niemanden	☐	☐

(8/12)

Machst du gerne etwas am Computer? (in der Schule oder Zuhause)

Kreuze bitte an.

- ☐ Ja
☐ Manchmal
☐ Eher nicht
☐ Nein

(9/12)

Wenn du den Computer nutzt; wo machst du das?

Kreuze bitte an.

	ja	nein
In der Schule	☐	☐
Zuhause	☐	☐
Bei Freunden	☐	☐

(10/12)

In welchem Schuljahr bist du?

Kreuze bitte an.

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

(11/12)

Ich bin...

Kreuze bitte an.

- ☐ ein Mädchen
☐ ein Junge
☐ Anderes

(12/12)

Wie alt bist du?

H) ABSCHLUSSFRAGEBOGEN

(1/14)

Beantworte bitte folgende Sätze.

Kreuze bitte an.

	Stimmt	Stimmt eher	Stimmt eher nicht	Stimmt nicht
Ich fand es leicht dem Mikrocontroller Befehle zu geben.	☐	☐	☐	☐
Mädchen können besser programmieren als Jungen.	☐	☐	☐	☐
Ich kann Dateien auf den Mikrocontroller speichern.	☐	☐	☐	☐
Ich würde gerne noch weiter mit dem Mikrocontroller arbeiten.	☐	☐	☐	☐
Ich verstehe wie ein Computer funktioniert.	☐	☐	☐	☐
Ich habe viel Hilfe gebraucht.	☐	☐	☐	☐
Mir hat die Arbeit mit dem Mikrocontroller Spaß gemacht.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne mich jetzt besser mit digitalen Geräten (Computer, Mikrocontroller) aus.	☐	☐	☐	☐
Jungen können besser programmieren als Mädchen.	☐	☐	☐	☐

(2/14)

Ich könnte mir vorstellen...

Kreuze bitte an.

	Stimmt	Stimmt eher	Stimmt eher nicht	Stimmt nicht
...noch öfter in der Schule zu programmieren.	☐	☐	☐	☐
...auch zu Hause zu programmieren.	☐	☐	☐	☐
...zu programmieren, wenn ich erwachsen bin.	☐	☐	☐	☐

(3/14)

Wie hat dir der Unterricht mit dem Mikrocontroller gefallen?

Kreuze bitte an.

- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ es geht so
- ☐ nicht gut
- ☐ gar nicht gut

(4/14)

Was hat dir während des Unterrichts mit dem **Mikrocontroller** Spaß gemacht?

	Viel Spaß	Ziemlich viel Spaß	Ein bisschen Spaß	Keinen Spaß
Programmier-Anleitungen folgen.	☐	☐	☐	☐
Programme zu erstellen.	☐	☐	☐	☐
Eigene Ideen umsetzen.	☐	☐	☐	☐
Programmieraufgaben zu lösen.	☐	☐	☐	☐
Den PXT Editor zu benutzen.	☐	☐	☐	☐
Die Programme zu speichern.	☐	☐	☐	☐
Den Calliope mit eigenem Programm nutzen.	☐	☐	☐	☐
Die Calliope-Spiele (z.B.: Snake)	☐	☐	☐	☐
Über Computer und Programmieren nachdenken.	☐	☐	☐	☐
Ausprobieren und sehen was passiert.	☐	☐	☐	☐

(5/14)

Wie fandest du die Unterrichtseinheiten und Materialien?

Kreuze bitte an.

Wenn du die Unterrichtseinheit nicht hattest, kreuze "weiß nicht" an.

	gut :-)	geht so :-	nicht gut :-{	weiß nicht :-s
die Calliope-Mappe	☐	☐	☐	☐
das Roboter-Spiel	☐	☐	☐	☐
das Labyrinth	☐	☐	☐	☐
Programmierungsübungen und Datensicherung	☐	☐	☐	☐
das Variable-Spiel	☐	☐	☐	☐
Schritt- und Hüpfzähler	☐	☐	☐	☐
Roboter Rumpelstilzchen	☐	☐	☐	☐
Nachrichten senden (Funk)	☐	☐	☐	☐
Zufallszahlen	☐	☐	☐	☐
Rechentruainer	☐	☐	☐	☐
Alarmanlage	☐	☐	☐	☐
Wissensbits	☐	☐	☐	☐
Bastelprojekt	☐	☐	☐	☐

(6/14)

Was hat dir gar nicht gut gefallen im Unterricht mit dem Calliope Mikrocontroller?

Schreibe bitte in das Feld.

(7/14)

Weißt du jetzt, was/wie...

	Stimme zu	Stimmt eher	Stimmt eher nicht	Stimmt nicht	Weiß nicht
...Programmieren bedeutet?	☐	☐	☐	☐	☐
...eine Variable ist?	☐	☐	☐	☐	☐
...Funk ist?	☐	☐	☐	☐	☐
...Zufallszahlen sind?	☐	☐	☐	☐	☐
...man Programme speichert?	☐	☐	☐	☐	☐
...der PXT Editor funktioniert?	☐	☐	☐	☐	☐
...den Calliope an einen Computer anschließt?	☐	☐	☐	☐	☐
...für Programmierbefehle es gibt?	☐	☐	☐	☐	☐

(8/14)

Wie lautet der letzte Buchstabe **deines** Vornamens?(Wenn du zum Beispiel Clara **a** heißen würdest, dann würdest du hier ein **a** aufschreiben.)

(9/14)

Wie lautet der 1. Buchstabe des Vornamens deiner Mutter?

(Wenn deine Mutter zum Beispiel **E**lisabeth heißen würde, dann würdest du hier ein **E** aufschreiben)

(10/14)

Wie lautet die **letzte** Zahl deiner Hausnummer?(Wenn deine Hausnummer zum Beispiel **38** wäre, dann würdest du hier eine **8** hinschreiben).

(11/14)

An welchem **Tag** hast du Geburtstag?(Wenn du zum Beispiel am **12.03.2009** Geburtstag hättest, dann würdest du hier **12** hinschreiben.)

(12/14)

In welchem Schuljahr bist du?

Kreuze bitte an.

- ☐ 1
☐ 2
☐ 3
☐ 4

(13/14)

Ich bin...

Kreuze bitte an.

- ☐ ein Mädchen
☐ ein Junge
☐ Anderes

(14/14)

Wie alt bist du?

I) KATEGORIENSYSTEME

Kategoriensystem 1

Selektionskriterium: Infrastruktur	Alle Punkte und Aspekte, die sich der Infrastruktur (wie zum Beispiel der Zeit, dem Raum, der IT-Ausstattung ... etc.) und der Usability des <i>Calliope mini</i> zuordnen lassen
Kategorie	Indikator
Zeit	Äußerungen und Situationen zur Ressource ‚Zeit‘ im Unterricht
Technische Bedienung	Äußerungen und Situationen, die in irgendeiner Weise die Bedienung von Technik (zum Beispiel des Computers, des Calliope etc.) seitens der Schüler*innen widerspiegeln
MakeCode-Editor	Äußerungen und Situationen, die den Umgang mit dem MakeCode-Editor seitens der Schüler*innen sichtbar machen
Anmeldung am Computer	Äußerungen und Situationen, die den Prozess der Anmeldung am Computer thematisieren
Calliope-Schwierigkeiten/-Bugs	Äußerungen und Situationen, in denen es um technische Fehler und Schwierigkeiten des Calliope selbst und im Umgang ihm geht

Kategoriensystem 2

Selektionskriterium: Kompetenzen	Alle Punkte und Aspekte, in denen vorhandene Kompetenzen der Schüler*innen während der Unterrichtseinheiten deutlich werden
Kategorie	Indikator
Kreativität	Momente, Situationen und Artefakte, die in irgendeiner Weise kreatives Schaffen oder ungewöhnliche, frische Ideen widerspiegeln
Anschlussfähigkeit/ Vorwissen/Assoziation/Lebensweltbezug	Momente, Situationen und Artefakte, die Rückschlüsse darauf ziehen lassen, ob die Schüler*innen bestimmte Inhalte aus dem Unterricht aus ihrer Lebenswelt kennen bzw. bereits einen Bezug dazu haben
Emotionale Bindung	Momente, Situationen und Artefakte, die eine emotionale Verbundenheit der Schüler*innen zum Calliope oder bestimmte Inhalte aus dem Unterricht zum Ausdruck bringen

Selektionskriterium: Kompetenzen	Alle Punkte und Aspekte, in denen vorhandene Kompetenzen der Schüler*innen während der Unterrichtseinheiten deutlich werden
Neugierde	Momente, Situationen und Artefakte, aus denen die Neugierde der Schüler*innen zu bestimmten Themen oder Dingen im Unterricht ersichtlich wird
Bearbeitung der Arbeitsaufträge	Momente, Situationen und Artefakte, die verdeutlichen, welche Arbeitsaufträge die Schüler*innen bearbeiten und welche nicht
Können/Verstehen/ Lernstand	Momente, Situationen und Artefakte, aus denen sich Können/Nicht-Können, Verstehen/Nicht-Verstehen und der Lernstand der Schüler*innen ableiten lassen

Kategoriensystem 3

Selektionskriterium: Kompetenzerweiterungen	Alle Punkte und Aspekte, von denen sich eine Erweiterung der Kompetenzen der Schüler*innen ableiten lässt
Kategorie	Indikator
Erfolgs- und Frustmomente	Momente und Situationen, in denen die Schüler*innen etwas erreichen oder nicht erreichen, was sich durch eine emotionale Reaktion zeigt
Fragen und Antworten	Momente und Situationen, in denen die Schüler*innen Verständnisfragen stellen sowie Antworten auf Verständnisfragen geben
Aufmerksamkeit	Momente und Situationen, in denen die Schüler*innen den Unterrichtsinhalten aufmerksam oder nicht aufmerksam folgen, oder Artefakte, die die Aufmerksamkeit oder Abgelenktheit zum Ausdruck bringen
Gefallen	Momente, Situationen und Artefakte, in denen Gefallen oder Missfallen, Spaß oder Langeweile der Schüler*innen an den Unterrichtsinhalten zum Ausdruck kommt
Engagement	Momente, Situationen und Artefakte, aus denen ersichtlich wird, dass die Schüler*innen engagiert im Unterricht mitarbeiten oder engagiert den Arbeitsaufträgen nachgehen
Interesse/Desinteresse	Momente, Situationen und Artefakte, die Interesse bzw. Des-

	interesse der Schüler*innen an Unterrichtsinhalten zum Ausdruck bringen
--	---

Kategoriensystem 4

Selektionskriterium: algorithmisches Denken	Alle Punkte und Aspekte, von denen sich Rückschlüsse auf das Nachvollziehen und Verstehen von informatischen Grundkonzepten seitens der Schüler*innen ziehen lassen
Kategorie	Indikator
Systematisches Arbeiten	Äußerungen und Situationen, in denen sich systematisches Arbeiten, Problemlösekompetenzen und ein Verstehen der digitalen Welt zeigen
Funktionalität und Programmierlösungen	Lösungen, Ergebnisse und Artefakte der Schüler*innen, die auf systematisches oder unstrukturiertes Arbeiten, Problemlösekompetenzen und Verstehen oder Nicht-Verstehen der digitalen Welt hindeuten