

# Der micro:bit und Computational Thinking

## Evaluierungsergebnisse zu einem informatischen Projekt

Gerhard Brandhofer<sup>1</sup>, Oliver Kastner-Hauler<sup>1</sup>

---

### Zusammenfassung

Das Gesamtprojekt *Denken lernen – Probleme lösen* wurde in den letzten Jahren nach einem ersten Teilprojekt in der Volksschule um eines für die Sekundarstufe I erweitert. Dabei bekamen Schulen in ganz Österreich den micro:bit und zugehörige Materialien zur Verfügung gestellt. Eine Schulungsinitiative für Lehrende wurde ausgerollt. In diesem Beitrag möchten wir die Evaluierungsergebnisse zu diesem Projekt präsentieren. Die Untersuchung umfasst hierbei drei Teilaspekte: die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen, die Meinungen und Sichtweisen der Schüler/innen zur Arbeit mit dem micro:bit und die Rückmeldungen der am Projekt beteiligten Lehrpersonen.

---

*Schlüsselwörter:*

*Computational Thinking*  
*Informatische Bildung*  
*Kreativität*

*Keywords:*

*computational thinking*  
*computer science*  
*creativity*

---

## 1 Einführung und Projektbeschreibung

Das Projekt *Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I* wurde von der Pädagogischen Hochschule Steiermark und der Privaten Pädagogischen Hochschule der Diözese Linz koordiniert und von September 2018 bis April 2020 durchgeführt. Ziel des Projekts war es, Coding und Robotik mit Hilfe der Mikroplatine micro:bit in Schulen der Sekundarstufe I zu implementieren. Das Projekt ist an das im Jahr 2018 erschienene Schulbuch „Computational Thinking mit BBC micro:bit“ angelehnt. Computational Thinking kann am ehesten mit „Informatischem Denken“ übersetzt werden, der Begriff stammt von Jeanette Wing (siehe Abschnitt 2). Am Schulbuch zum micro:bit wirkten Personen von sechs Pädagogischen Hochschulen sowie der Technischen Universität Graz mit. In diesem Schulbuch sind keine Nachbauanleitungen, sondern Ideen und Ansatzpunkte, wie BBC micro:bits im Fächerkanon übergreifend eingesetzt werden können, enthalten. Mit diesem Ansatz sollte die Aktivierung der Lernenden gefördert und deren kreatives Potential gehoben werden.

Seitens der Projektleitung wurde ein mehrstufiges Konzept an Informationsveranstaltungen und Schulungen erstellt. Es fanden Meetings und Trainings mit den Bundeslandkoordinatorinnen und -koordinatoren sowie den Education Innovation Studio Ansprechpersonen der Pädagogischen Hochschulen statt. Die Weitergabe der Informationen zum Projekt und die Schulungen der Lehrerinnen und Lehrer an den Schulen oblagen dann den Bundeslandkoordinatorinnen und Bundeslandkoordinatoren des Projektes *Denken lernen – Probleme lösen*. Die Schulungen wurden je nach lokalen Rahmenbedingungen ausgerichtet und teilweise auch vor Ort in den Schulen durchgeführt.

Das inhaltliche Konzept des Projekts ist auf einen fächerübergreifenden Einsatz ausgerichtet. Schwerpunktmäßig erfolgt die Arbeit mit dem micro:bit im Fach Digitale Grundbildung, aber auch Gegenstände wie Werken, Bildnerische Erziehung, Geometrisch Zeichnen oder Physik bieten sich an.

---

<sup>1</sup> Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.  
E-Mail: [gerhard.brandhofer@ph-noe.ac.at](mailto:gerhard.brandhofer@ph-noe.ac.at)

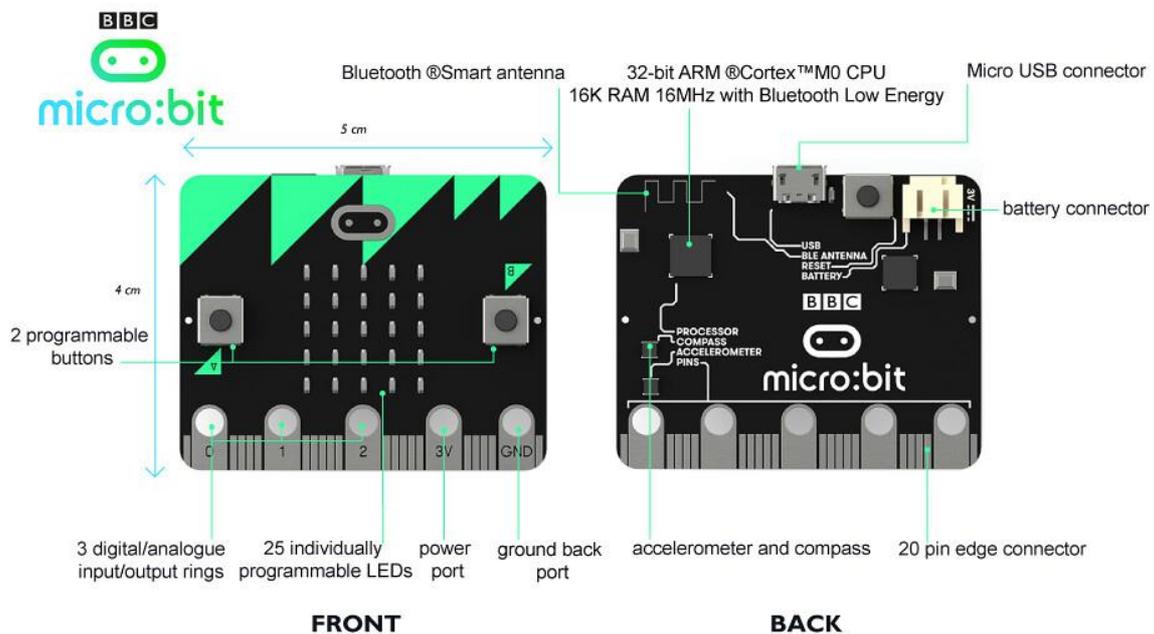
## 1.1 BBC micro:bit

Die im Projekt zum Einsatz kommende Hardware besteht hauptsächlich aus dem BBC micro:bit und einem kleinen Motor in Verbindung mit Matador-Bauteilen, was sich auch im Projekttitle „Computational Thinking, Coding und Robotik“ widerspiegelt. Begleitet wurde dies durch Rollkoffer mit konvertierbaren Laptops/Tablets – je nach Wunsch und Verfügbarkeit für die teilnehmenden Schulen.

Wie der Name „BBC micro:bit“ erahnen lässt, steckt hinter dieser Initiative auch die British Broadcasting Corporation (BBC) – eine Anspielung auf den Heimcomputer „BBC Micro“, der in den 1980er Jahren von der BBC für Lehr- und Lernzwecke im Fernsehen verwendet wurde. Mit Oktober 2016 wurde das Projekt von den Gründerinnen/Gründern, darunter auch Namen wie *arm*, *Microsoft*, *Lancaster University*, *British Council*, in eine gemeinnützige Stiftung (Micro:bit Educational Foundation, 2016) überführt. Diese kümmert sich seitdem um weitere Verbreitung und Unterstützung des Einplatinencomputers, der über den Elektronik Einzelhandel auch für Privatpersonen erhältlich ist – derzeitiger Straßenpreis etwa 16 bis 28 EUR (Stand 21.08.2020).

## 1.2 Funktionsumfang

Wie in der schematischen Darstellung (siehe Abbildung 1) ersichtlich, hat der micro:bit eine Größe von vier mal fünf Zentimetern und basiert auf einem ARM Cortex Prozessor, ähnlich wie in einem heute kostengünstigen Smartphone verwendet. Er besitzt alle üblicherweise damit einhergehenden Sensoren wie Bluetooth, Temperatur, Kompass, Beschleunigung, Helligkeit und kann über Pins zum externen Messen und Steuern erweitert werden und z.B. mit Krokodilklemmen an einen Motor angeschlossen werden.



**Abbildung 1:** Vorder- und Rückseite des micro:bits, Gereth Halfacree, CC BY-SA 2.0, <https://www.flickr.com/photos/120586634@N05/>

Zur Stromversorgung des Gerätes wird entweder der auf der Rückseite oben befindliche Batterieanschluss mit einem herkömmlichen Akku-Pack (2 x AAA Batterien) oder der Micro-USB Anschluss verwendet. Dieser dient auch zum Überspielen des fertigen Programms auf den micro:bit.

Zur Ein- und Ausgabe des Gerätes werden die 25 LEDs bzw. die zwei programmierbaren Taster auf der Vorderseite verwendet. Auf der Rückseite befindet sich zwischen Micro-USB-Anschluss und Batterieanschluss noch der Reset-Taster, um das Gerät zurücksetzen und das aktuelle Programm neu starten zu können.

### 1.3 Programmierung

Der micro:bit wird mit sehr geringem Aufwand mittels MakeCode (Microsoft MakeCode, 2020) programmiert. Diese visuelle, blockbasierte Programmieroberfläche, ähnlich wie Scratch (Scratch Foundation, 2020), läuft ohne jegliche Installation im Browser und lässt neben den Blöcken eine Darstellung für Fortgeschrittene in JavaScript zu – seit dem neuesten Update sogar in Python (s. Abbildung 2). Zwischen den verschiedenen Ansichten der Programmierumgebung kann durch einfachen Mausklick hin- und hergeschaltet werden.

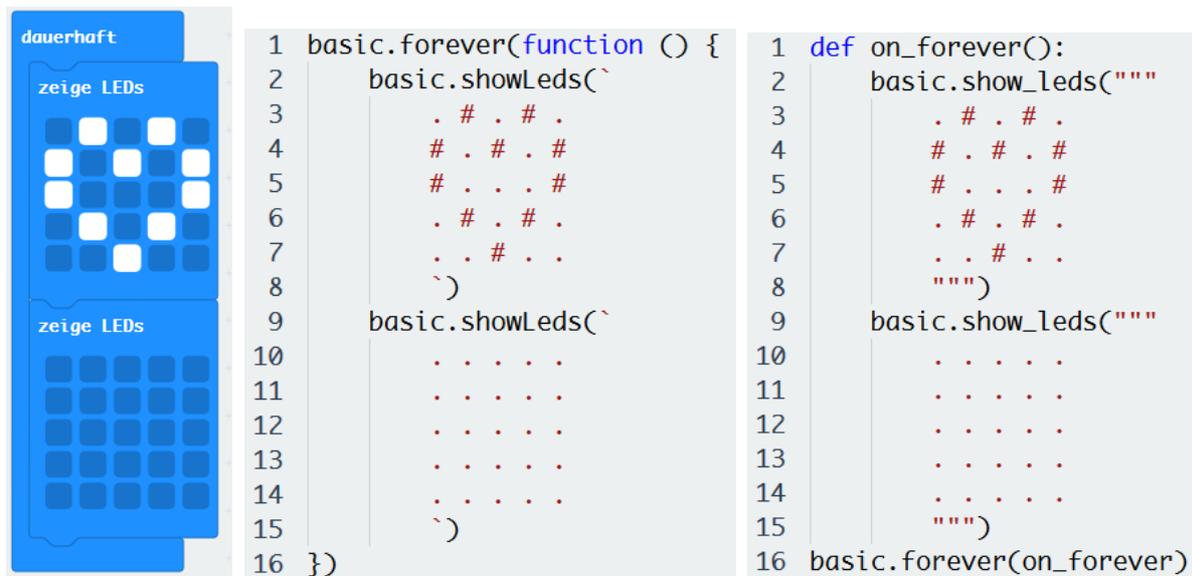


Abbildung 2: MakeCode Ansichten in Blöcken, JavaScript und Python, Microsoft MakeCode

Weiters gibt es noch verschiedene andere Möglichkeiten zur Programmierung des micro:bits, die nicht offiziell von der Micro:bit Educational Foundation unterstützt werden. Erwähnenswert sind hier u.a. ein offline Python-Editor<sup>2</sup> mit IntelliSense zur Texteingabe und die Möglichkeit, direkt in C/C+ online<sup>3</sup> und offline<sup>4</sup> zu programmieren.

Für die Arbeit im Projekt wurde durchgehend die Ansicht in Blöcken verwendet, passend zum Altersniveau der Sekundarstufe I von 5. bis 8. Schulstufe.

### 1.4 OER-Schulbuch und begleitendes Wiki

Mit dem Projekt "OER Schulbuch: Computational Thinking mit BBC micro:bit" wurde im Studienjahr 2017/18 ein Open Education Ressource (OER)-Schulbuch (Bachinger & Teufel, 2018a) erstellt. Dieses Buch deckt den Kompetenzbereich "Computational Thinking" der verbindlichen Übung "Digitale Grundbildung" der Lehrpläne der Sekundarstufe ab.

Die Situation in der Sekundarstufe I lässt nicht immer davon ausgehen, dass dieser Unterricht von Informatikerinnen und Informatikern durchgeführt werden kann. Deshalb wurde bei der Erstellung des Materials darauf geachtet, die Beispiele didaktisch so aufzubereiten, dass sowohl der integrative Unterricht als auch der reine Informatikunterricht damit möglich ist – und sich dies auch fächerübergreifend gestalten lässt. Dazu gibt es weiters eine Klassifizierung der Beispiele mit den Kategorien leicht, mittel und schwer – dargestellt durch ein bis drei Sterne zur besseren Orientierung.

Die Schülerversion kann zusätzlich zum Kauf als Schulbuch auch als OER unter Creative Commons Lizenz (CC BY 4.0) als PDF-Datei heruntergeladen werden. Nach anfänglicher Erklärung des micro:bits und einer Einleitung zum

<sup>2</sup> Code with Mu, <https://codewith.mu>, © 2020 Nicholas H. Tollervey

<sup>3</sup> Arm MBED, <https://os.mbed.com>, © 2020 Arm Limited

<sup>4</sup> Arduino IDE, <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>, © 2020 Arduino

Thema Programmierung ist zu jedem Beispiel ein einleitender Text enthalten, um zu Beginn aus einer alltagsrelevanten Situation abzuholen. Darauf aufbauend wird diese „Kurzgeschichte“ mit einer Aufgabenstellung für den micro:bit ins Digitale übertragen – analog zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler (Doebeli Honegger, 2016, S. 69f). Neben den zu verwendenden Materialien wird abschließend auch noch eine mögliche Weiterentwicklung des Beispiels exemplarisch dargestellt, die man nach eigenem Ermessen noch abändern und/oder erweitern kann. Mehr Inhalt ist in der Schülerversion des Buches nicht enthalten. So kann es praktisch im A5-Format mit Ringbindung vor der Tastatur als Angabe verwendet Platz finden.

Die Lehrenden- und Lernenden-Version des Buches ist online im Wiki (Bachinger & Teufel, 2018b) ausgehend von der Schülerversion abgebildet. Hinzu kommen zur Förderung des selbsttätigen, explorativen Lernens sogenannte „Spoiler“-Links, die nach und nach weitere Informationen je nach Notwendigkeit und Neugierde auf Verlangen preisgeben. So kann man sich selbst bis zur detaillierten Schritt-für-Schritt-Anleitung durchklicken oder als Lehrender gleich das fertige Beispiel ausprobieren und Erweiterungen nach Belieben hinzufügen.

Mit dem Projekt *Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I* sollen die Inhalte des Schulbuches an 100 österreichischen Schulen fächerübergreifend erprobt und evaluiert werden. Dazu standen im Projekt eine Zeitspanne von acht bis zehn Wochen (in ein oder zwei Teilen) und die garantierte Durchführung von drei bis vier Beispielen aus dem Buch (1 x leicht, 2 x mittel, 1 x mittel od. leicht – optional) zur Verfügung.

## 2 Die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen

Das Projekt *Denken lernen – Probleme lösen (DLPL)* verfolgte unter anderem das Ziel, die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen zu fördern. Computational Thinking als Konzept sollte durch die micro:bits sowie die erstellten und zur Verfügung gestellten Materialien verbessert werden. Es ist naheliegend, zu untersuchen, ob dieses Ziel im Rahmen des Projektes erreicht wurde. Die Forschungsfrage für diesen Teil der Evaluierung lautet daher: Inwieweit wurde die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen im Rahmen des DLPL Projektes Sekundarstufe I gefördert?

### 2.1 Forschungsdesign

Für die Beantwortung der Hypothese ist aufgrund deren Konstruktion eine Testung einer Beobachtung oder Inhaltsanalyse vorzuziehen (Schnell, Hill & Esser, 2011, S. 314). Aus Sicht des Forschungsdesigns fiel daher die Wahl auf die quantitative Forschungsmethode der schriftlichen Befragung mit Hilfe eines Online-Fragebogens.

Computational Thinking ist ein Konzept des Lehrens und Lernens, das bewusst auf (digitales) Problemlösen und Denkstrategien allgemeiner Relevanz fokussiert. Der Begriff bezieht sich „auf die individuelle Fähigkeit einer Person, eine Problemstellung zu identifizieren und abstrakt zu modellieren, sie dabei in Teilprobleme oder -schritte zu zerlegen, Lösungsstrategien zu entwerfen und auszuarbeiten und diese formalisiert so darzustellen, dass sie von einem Menschen oder auch einem Computer verstanden und ausgeführt werden können“ (Eickelmann, 2018, S. 20). Das Lernen ist nicht primär die Digitalisierung von Prozessen, sondern eine individuelle problemlösende Handlungs- und Entscheidungskompetenz – auch unabhängig von technischen Geräten –, die ein eigenes, sehr spezifisches Zugehen auf Welt und Umwelt impliziert. Dieses ist durch folgende didaktische Gestaltungselemente geprägt: (1) Decomposition – komplexe Probleme in kleinere Teile logisch zu gliedern, (2) Pattern Recognition – Muster zu erkennen und zu beschreiben, (3) Algorithm Design – logisch-analytische Anweisungen und das Gestalten von Lösungsstrukturen, (4) Abstraction – das abstrakte Entwickeln von Konzepten sowie (5) Generalize (Patterns and Models) als ein Erkennen und Verstehen verallgemeinernder Muster und Modelle, um diese für unterschiedliche Handlungskontexte nutzbar zu machen (Himpsl-Gutermann, Brandhofer, Bachinger & Steiner, 2017; Brandhofer & Wiesner, 2018).

Es war zu klären, wie das Konstrukt *Problemlösefähigkeit* am besten operationalisierbar ist (Brandhofer, 2017; Brandhofer & Wiesner, 2018). Dazu wurde ein pragmatischer Ansatz gewählt: Mit dem Biber der Informatik stehen nach Eigendefinition Aufgabensammlungen zu Computational Thinking für die Sekundarstufe zur Verfügung. Die Bebras Initiative (deutsch: *Informatik Biber* bzw. *Biber der Informatik*) wurde 2004 in Litauen gegründet, mittlerweile nehmen zahlreiche Länder an den Biber Wettbewerben teil (Bebras, 2020). Die Aufgabenstellungen der Bebras Initiative sind folgendermaßen beschrieben: „Computational thinking involves using a set of problem-solving skills and techniques that software engineers use to write programs and apps. The

Bebras challenge promotes problem solving skills and Informatics concepts including the ability to break down complex tasks into simpler components, algorithm design, pattern recognition, pattern generalisation and abstraction” (Bebras, 2020). Die Autorinnen und Autoren der Biber Materialien zielen nach eigener Beschreibung darauf ab, mit den Unterlagen die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen zu quantifizieren. Es war naheliegend, diese Fragebögen zur Messung der Problemlösefähigkeit zu verwenden. Für die Befragung wurden die vorhandenen Materialien für die Erstellung von Online-Testbögen verwendet. Jeder der insgesamt vier Bögen umfasste fünf Aufgabenstellungen. Zur Veranschaulichung sind hier zwei der Aufgaben für die 5. und 6. Schulstufe dargestellt: Abbildung 3 stellt exemplarisch die am öftesten korrekt gelöste Aufgabe dar (Mittelwert der erreichten Punkte aller am Test teilnehmenden Schüler/innen für diese Aufgabe:  $M = 7,14$ ), Abbildung 4 die am seltensten richtig gelöste Aufgabe ( $M = -1,61$ ).

Barbara hat zwei Stempel bekommen. Einer druckt eine Blume, der andere eine Sonne. Sie überlegt, wie sie nur mit Blumen und Sonnen ihren Namen stempeln kann.

Für verschiedene Buchstaben bestimmt sie verschiedene Folgen von Blumen und Sonnen:

Buchstabe	B	A	R	E	Y
Folge					

Ihren eigenen Namen „Barbara“ muss sie dann so stempeln:

Nun stempelt Barbara den Namen eines ihrer Freunde:

Welchen Namen hat sie gestempelt? \*

**Beantworte diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:**  
 Antwort war '5. Schulstufe/ 1.Klasse' oder '6. Schulstufe/ 2.Klasse' bei Frage '5 [Q05]' (In welche Schulstufe/ Klasse gehst du?)

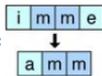
Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

- Abby
- Arya
- Barry
- Ray
- Frage nicht beantworten.

Abbildung 3: Aufgabe 4 aus Bogen 1 (5. und 6. Schulstufe)

Der Biber hat auf seinem Computer einen Schulaufsatz geschrieben. Das Thema war "Mein Leben im Wasser". Das Wort "schwimme" kommt sehr oft darin vor.

Der Biber hat aber vergessen, dass der Aufsatz zur Übung in der Vergangenheitsform (Imperfekt) geschrieben werden sollte. Nun muss er viele Textstellen verbessern. Zum Beispiel "Ich schwimme immer abends." in "Ich schwamm immer abends." Das Textprogramm erlaubt ihm ein automatisches "Suchen und Ersetzen" im ganzen Text. Aber das muss klug gebraucht werden.

**Der Befehl:**  Suche und Ersetze alle "imme" in "amm"

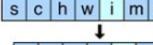
würde das Beispiel zu "Ich schwamm **ammr** abends." verschlimmbessern.

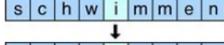
**Welcher Befehl würde den Satz:**

"Ich schwimme zu meiner Schwimmente, dann schwimmen wir nach Hause."

korrekt in die Vergangenheitsform ändern, OHNE ihn zu verschlimmbessern? \*

**A.**  Suche und Ersetze alle "hwim" in "hwam"

**B.**  Suche und Ersetze alle "schwimme" in "schwamm"

**C.**  Suche und Ersetze alle "schwimmen" in "schwammen"

**D.** Keiner dieser drei Befehle.

**Beantworte diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:**  
Antwort war '5. Schulstufe/ 1.Klasse' oder '6. Schulstufe/ 2.Klasse' bei Frage '5 [Q05]' (In welche Schulstufe/ Klasse gehst du?)

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

A  
 B  
 C  
 D  
 Frage nicht beantworten.

Abbildung 4: Aufgabe 1 aus Bogen 1 (5. und 6. Schulstufe)

Bei den Beispielen für die 7. und 8. Schulstufe gab es eine ähnliche Bandbreite. Die am öftesten richtig gelöste Aufgabe ist Beispiel 3 (s. Abbildung 5) vom Posttestfragebogen ( $M = 5,69$ ), die Aufgabe, bei der die Schüler/innen durchschnittlich die wenigsten Punkte erhielten, ist Beispiel 4 (s. Abbildung 6) vom Posttestfragebogen ( $M = 1,40$ ).

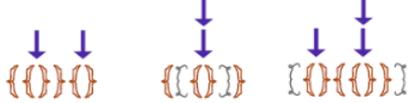
Die Firma „Klammerschmuck“ stellt Armbänder aus klammerförmigen Spangen her. Die Firma verwendet die Spangen immer paarweise, und immer in der gleichen Anordnung.

Die Herstellung eines Armbands beginnt mit einem dieser Paare:

 oder

Danach werden wiederholt weitere Paare an beliebigen Stellen eingefügt.

Hier sind Beispiele für drei verschiedene Armbänder:



**Welches der folgenden Armbänder wurde von der Firma „Klammerschmuck“ hergestellt? \***

**A.**  **B.**  **C.**  **D.** 

**Beantworte diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:**  
Antwort war '7. Schulstufe/ 3.Klasse' oder '8. Schulstufe/ 4.Klasse' bei Frage '5 [Q05]' (In welche Schulstufe/ Klasse gehst du?)

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

A  
 B  
 C  
 D  
 Frage nicht beantworten.

Abbildung 5: Aufgabe 3 aus Bogen 2 (7. und 8. Schulstufe)

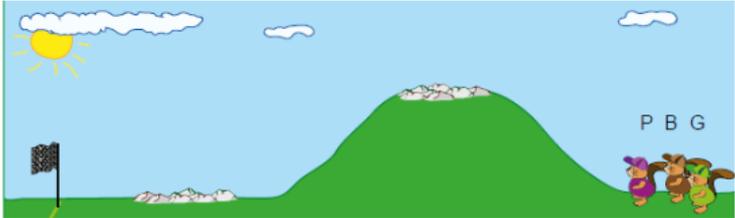
Drei entschlossene Biber treten zum Cross-Country-Lauf an.

Jedesmal wenn es bergab geht,  
überholt Mrs. Pink genau einen Biber. P 

Jedesmal wenn es bergauf geht,  
überholt Mr. Brown genau einen Biber. B 

Jedesmal wenn es über Felsen geht,  
überholt Mrs. Green genau einen Biber. G 

Im Bild sieht man, dass die Strecke erst bergauf führt, dann folgen Felsen.  
Danach geht es bergab, und schließlich folgen wieder Felsen.



Zuerst startet Mrs. Pink, als nächstes Mr. Brown und zuletzt Mrs. Green. (P B G)

In welcher Reihenfolge laufen die Biber ins Ziel ein? \*

**Beantworte diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:**  
Antwort war '7. Schulstufe/ 3.Klasse' oder '8. Schulstufe/ 4.Klasse' bei Frage '5 [Q05]' (In welche Schulstufe/ Klasse gehst du?)

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

- Mrs. Pink, Mr. Brown, Mrs. Green (P B G)
- Mr. Brown, Mrs. Green, Mrs. Pink (B G P)
- Mrs. Green, Mrs. Pink, Mr. Brown (G P B)
- Mr. Brown, Mrs. Pink, Mrs. Green (B P G)

Abbildung 6: Aufgabe 4 aus Bogen 2 (7. und 8. Schulstufe)

Es war das Ziel dieser Evaluierung, den Effekt eines bestimmten Settings zu erforschen. Daher wurde eine Längsschnittuntersuchung mit Vortestung, einem Treatment und einem Test nach der Intervention durchgeführt. Zur Erhöhung der Qualität der Ergebnisse wurden die Bögen zusätzlich einer Kontrollgruppe vorgelegt, die nicht mit dem micro:bit und den dazugehörigen Materialien gearbeitet hatte. Da die Forschungsfrage auf eine feststellbare eindeutige Änderung durch eine Intervention zielt, wären Alternativen zur gewählten Methode für die Beantwortung der Forschungsfrage weniger zielführend gewesen.

## 2.2 Vortest und Testdurchführung

Zur Überprüfung der Übersichtlichkeit und Verständlichkeit der Fragestellungen für eine Optimierung der Gestaltung und eine Abschätzung, wie viel Zeit für die Überprüfung zur Verfügung stehen sollte, wurde ein Vortest mit zwei Schulklassen durchgeführt. Der Vortest wurde auch dafür verwendet, die vier Fragebögen abzustimmen und sie jeweils im Schwierigkeitsgrad anzupassen.

Die Erhebung wurde mittels Online-Fragebögen im Rahmen des Unterrichts durchgeführt. Die Lehrpersonen erhielten dafür die nötigen Instruktionen. Die Umfrage wurde teilanonymisiert durchgeführt, Schülernamen wurden durch Codes ersetzt. An demografischen Daten wurden Schulform, Schulstufe, Geburtsdatum, Bundesland und die Muttersprache erhoben. Zusätzlich gab es Fragen zur Anzahl der micro:bit-

Unterrichtseinheiten, zum Unterrichtsfach, in dem die Arbeit mit dem micro:bit durchgeführt wurde, und zur Nutzung des OER Schulbuchs. Insgesamt haben 1341 Schüler/innen zumindest einen Test durchgeführt, davon haben 778 Schüler/innen sowohl am Pretest als auch am Posttest teilgenommen, davon waren 553 Schüler/innen aus den DLPL-Projektklassen. 129 Schüler/innen nahmen am Posttest teil, aber nicht am Pretest. Von den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern gaben 79 an, dass sie die fünfte Schulstufe besuchen, 84 die sechste, 254 die siebente und 181 die achte Schulstufe, Rest ohne Angabe. Die Befragung wurde zwischen März 2019 und April 2020 durchgeführt.

## 2.3 Deskriptive Auswertung

Die meisten Schülerinnen und Schüler, die an der Online-Befragung teilnahmen, kamen aus Niederösterreich, der Steiermark und aus Salzburg. Vorarlberg und Burgenland waren nicht vertreten.

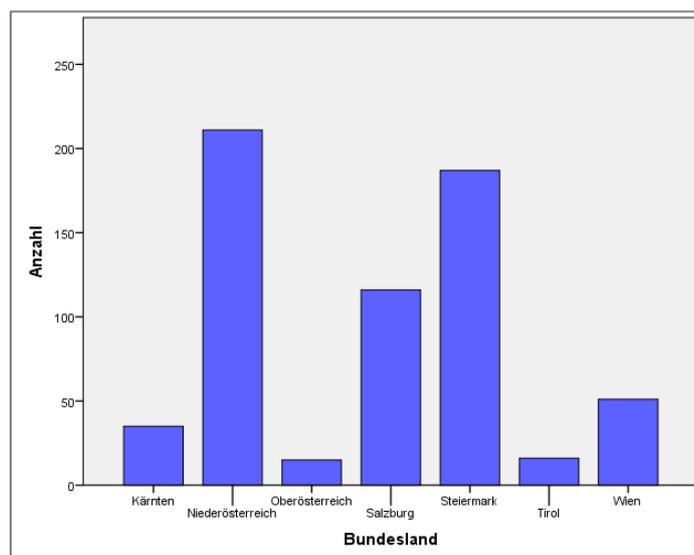


Abbildung 7: Verteilung der Befragungsteilnehmer/innen nach Bundesländern

Der Großteil der an der Online-Befragung teilnehmenden Schüler/innen besuchte eine Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS). In 80,5 % der Fälle wurde in Informatik mit den Microbits BBC micro:bits gearbeitet. Daneben wurde der Microbit BBC micro:bit aber auch in Mathematik, Physik, Werken, Musik, Bildnerischer Erziehung, Bewegung und Sport, Religion, Darstellender Geometrie sowie im Projektunterricht (z.B. MINT) oder im Rahmen des sozialen Lernens verwendet.

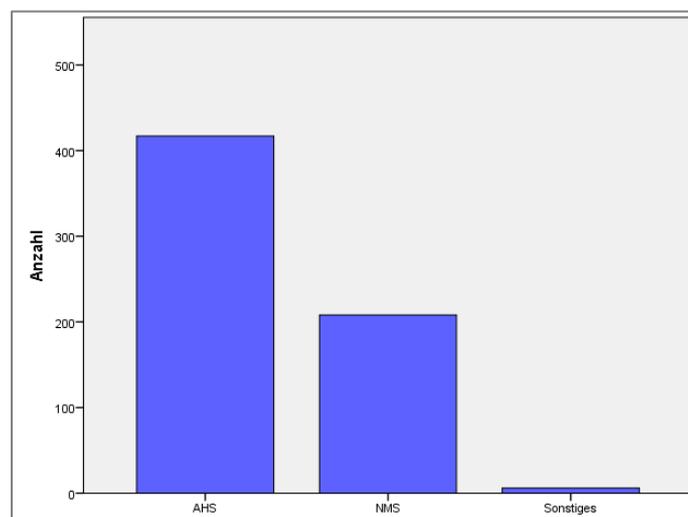


Abbildung 8: Schulart

Die Schüler/innen benötigten für den Pretest durchschnittlich 10 min 43 s. Das Maximum lag bei 31 min 41 s, das Minimum bei 2 min 22 s. Für den Posttest war die durchschnittliche Arbeitsdauer mit 12 min 54 s etwas länger (*Min* = 2 min 28 s, *Max* = 36 min 51 s). Bei einem genaueren Blick auf die Ergebnisse zeigt sich, dass der Schüler mit der kürzesten Bearbeitungsdauer beim Pretest mit 24 Punkten ein etwas unterdurchschnittliches, aber gutes Ergebnis erreicht hat. Die Schülerin, die für den Posttest am wenigsten Zeit benötigte, hat mit 40 Punkten ein Ergebnis deutlich über dem Durchschnittswert erzielt.

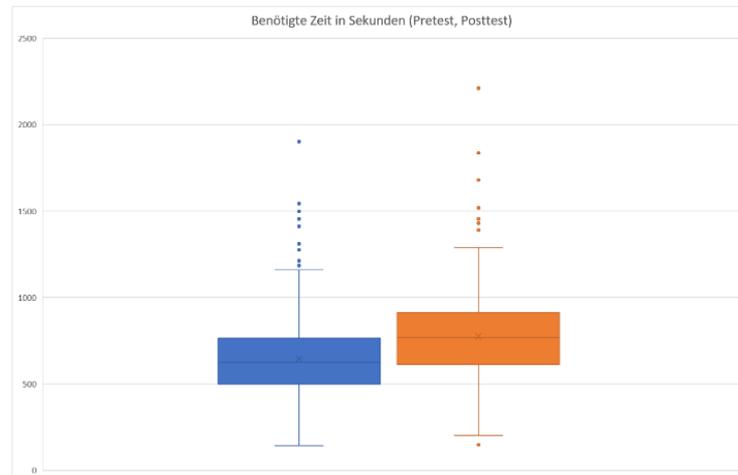


Abbildung 9: Die benötigte Zeit der Schüler/innen für Pretest bzw. Posttest in Sekunden (blau= Pretest, orange=Posttest)

## 2.4 Auswertung Problemlösefähigkeit

Der Mittelwert der erzielten Leistungen hat sich in der DLPL Gruppe 5/6 leicht erhöht ( $M = 30,59 / M = 31,37$ ). Beim Posttest gab es eine etwas geringere Standardabweichung ( $SD = 14,85 / SD = 12,79$ ). Die Kontrollgruppe 5/6 fiel beim Posttest etwas zurück ( $M = 35,14 / M = 33,43$ ). Die Standardabweichung blieb beinahe konstant ( $SD = 14,79 / SD = 14,93$ ).



Abbildung 10: Boxplot DLPL Gruppe 5/6, Pretest – Posttest (blau= Pretest, orange=Posttest)

Beim Pretest war der Mittelwert der erbrachten Leistungen bei der Kontrollgruppe deutlich höher.

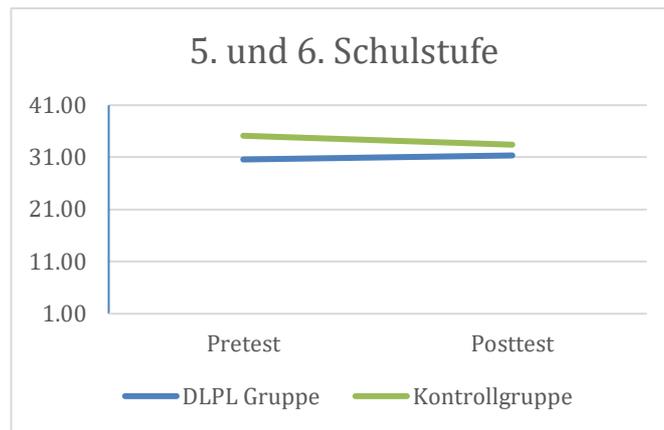


Abbildung 11: Mittelwerte Veränderung Pretest - Posttest

Die Differenz zwischen den Leistungen der DLPL-Gruppe 5/6 und der Kontrollgruppe 5/6 beim Posttest ist nicht signifikant ( $p = 0,957$ ). Diese ist auch beim Pretest nicht signifikant ( $p = 0,233$ ).

Der Mittelwert der erzielten Leistungen hat sich in der DLPL-Gruppe 7/8 geringfügig verringert ( $M = 33,65$  /  $M = 33,41$ ). Beim Posttest gab es eine etwas geringere Standardabweichung ( $SD = 13,52$  /  $SD = 16,64$ ). Die Kontrollgruppe 7/8 erreichte beim Posttest etwas geringere Werte ( $M = 26,89$  /  $M = 25,91$ ). Die Standardabweichung war beim Posttest etwas höher ( $SD = 13,93$  /  $SD = 14,34$ ).

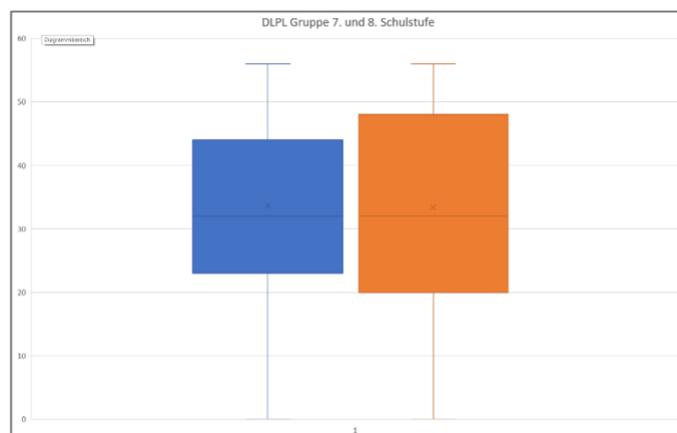


Abbildung 12: Boxplot DLPL Gruppe 7/8, Pretest – Posttest (blau= Pretest, orange=Posttest)

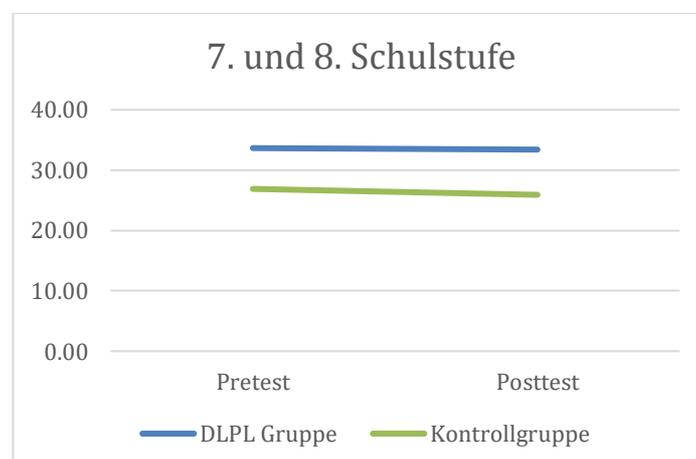


Abbildung 13: Mittelwerte Veränderung Pretest - Posttest

Die Differenz zwischen den Leistungen der DLPL-Gruppe 7/8 und der Kontrollgruppe 7/8 beim Posttest ist signifikant ( $p = 0,032$ ), während diese beim Pretest nicht signifikant ist ( $p = 0,867$ ).

Im Rahmen der Online-Befragung wurde auch die Anzahl der Unterrichtseinheiten abgefragt, in denen mit dem micro:bit gearbeitet wurde. Die Analyse dieser Ergebnisse klären das Bild sehr deutlich: Innerhalb der DLPL-Gruppe wurde sehr unterschiedlich intensiv mit den micro:bits gearbeitet. Es gab auch Schüler/innen in den DLPL-Gruppen, die in keiner Unterrichtseinheit mit dem micro:bit gearbeitet haben und somit der Kontrollgruppe zuzurechnen wären. Daher erfolgte im Folgenden eine Analyse der Werte auf Grundlage der Anzahl der Unterrichtseinheiten, die mit dem micro:bit gearbeitet wurde.

Eine Korrelationsanalyse der Anzahl der Unterrichtseinheiten mit dem micro:bit und den erzielten Ergebnissen beim Posttest ergibt eine Korrelation von 0,87 zwischen diesen beiden Werten. Die Korrelation nach Pearson ist signifikant ( $p = 0,03$ ). Das bedeutet, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Unterrichtseinheiten, in denen mit dem micro:bit gearbeitet wurde, und der Problemlösefähigkeit besteht.

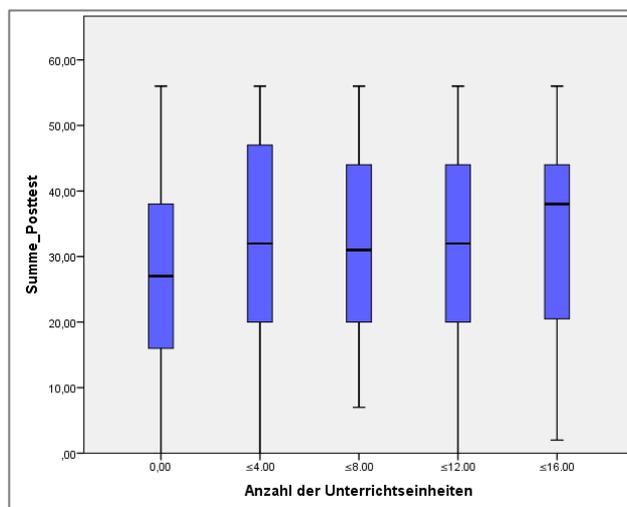


Abbildung 14: Erreichte Punkte beim Posttest im Vergleich zur Arbeitszeit mit dem micro:bit

Detailliertere Analysen zeigen, dass die erreichten Werte der Schülerinnen, die in der 5. und 6. Schulstufe mit dem BBC micro:bit arbeiteten, sowohl beim Pretest als auch beim Posttest um ca. 4 Punkte höher waren als die der Schüler. In der 7. und 8. Schulstufe erzielten die Mädchen bessere Leistungen beim Pretest ( $M = 34,1$ ) als beim Posttest ( $M = 31,44$ ). Während sich die Werte der Knaben erhöhten, verringerten sich jene der Mädchen. Wenn man die Ergebnisse von Pretest und Posttest summiert, schnitten die Mädchen insgesamt ( $M = 66,07$ ) signifikant ( $p = 0,035$ ) besser ab als die Knaben ( $M = 63,00$ ).

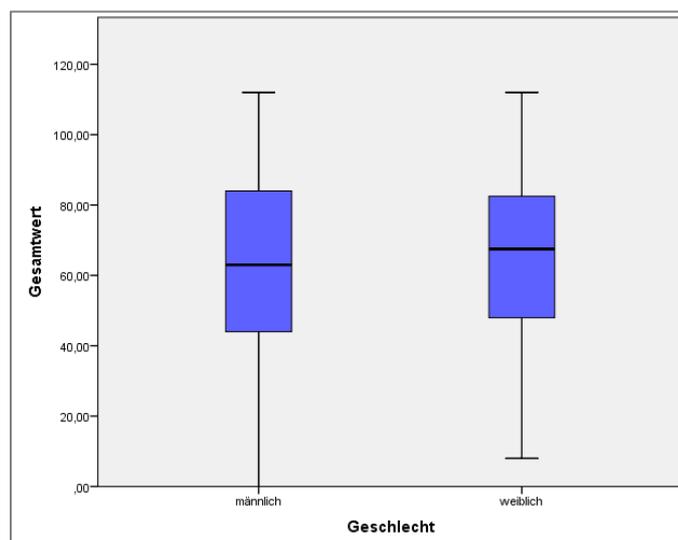


Abbildung 15: Summe der erreichten Punkte Pretest und Posttest

Unter den an der Befragung teilnehmenden Schülerinnen und Schülern waren 120 Schülerinnen und Schüler, deren Erstsprache nicht Deutsch ist. Die Auswertung zeigte, dass bei der DLPL-Gruppe 5/6 sowohl beim Pretest als auch beim Posttest die Ergebnisse von Schülerinnen und Schülern mit einer anderen Erstsprache als Deutsch um jeweils ca. 7 % schlechter waren, bei der DLPL Gruppe 7/8 um jeweils ca. 3 %. Es ist deshalb naheliegend, anzunehmen, dass die Komplexität des jeweiligen Aufgabentextes einen Einfluss auf die erzielten Ergebnisse hat. Eine Textanalyse in Bezug auf die Lesbarkeit der Analysetools LIX3 und Wortliga4 ergab jedoch keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Schwierigkeit des Textes und dem jeweiligen Mittelwert der erreichten Punkte bei der zugehörigen Fragestellung. Aus dem Pretest ging hervor, dass das Beispiel 5 für die 5. und 6. Schulstufe der am schwersten lesbare Text (LIX: 40,8; Wortliga: 34) war, bei den Schulstufen 7 und 8 war das das Beispiel 3 (LIX: 47,3; Wortliga: 33).

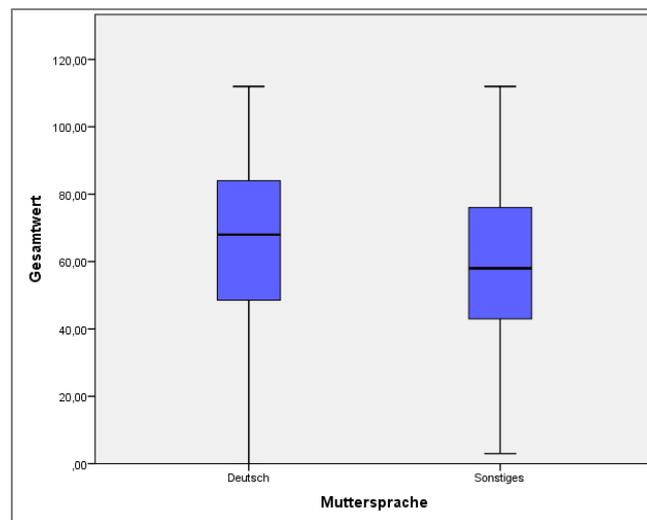


Abbildung 16: Angaben zur Muttersprache im Verhältnis zur Summe der erreichten Punkte beim Pretest und Posttest.

### 3 Meinungen und Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler zum Projekt Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I

Neben der Untersuchung zur Problemlösefähigkeit waren auch die Meinungen und Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler von besonderem Interesse. Die Frage, die uns dabei interessierte: Was sind die Meinungen und Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler zum Projekt Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I und dessen konkreter Umsetzung am Schulstandort? Diese lässt sich in folgende Subfragen gliedern: Was hat den Schülerinnen und Schülern an dem Projekt gefallen, was weniger? Wie hat die konkrete Arbeit mit dem micro:bit im Unterricht ausgesehen? Wie wurden verschiedene Unterrichtsmaterialien eingesetzt? Was ist die Meinung der Schülerinnen und Schüler zum micro:bit, zum Programmieren und zu informatischer Bildung? Wie wurde das soziale Umfeld der Schüler/innen in das Projekt miteinbezogen?

Zur Beantwortung der gestellten Forschungsfrage und der Subfragen wurde als Erhebungsinstrument das Leitfadenterview mit offenen Fragen gewählt. Der Leitfaden für die Interviews umfasste 14 Fragen. Dabei standen als Interviewpartner/innen Schülerinnen und Schüler der Praxismittelschule der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich zur Verfügung. Ziel war die Rekonstruktion der subjektiven Sicht der Interviewpartnerinnen und -partner. Der Leitfaden gab Orientierung innerhalb des Themas und sollte die einzelnen Interviews miteinander vergleichbar machen.

Zur Datensicherung wurden die Interviews mit Einverständnis der Befragten aufgezeichnet. Alle Daten wurden anonymisiert. Die Datenaufbereitung erfolgte durch Transkription. Anschließend wurden die Transkripte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2003) ausgewertet. Dazu wurden die Antworten zunächst paraphrasiert, dann generalisiert und reduziert, sodass eine Kategorienbildung möglich wurde. Die Kategorienbildung erfolgte deduktiv und orientierte sich an den inhaltlichen Bereichen des Fragebogens (Mayring, 2015, S. 97–114).

### 3.1 Darstellung der Ergebnisse

Im Jänner 2020 wurden sieben Interviews geführt, die Probandinnen/Probanden wurden zufällig gewählt. Die Stichprobe bestand aus Schülerinnen und Schülern der Klassen 4D und 4F der Praxismittelschule der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich. Laut Stundentafel haben die Schüler/innen dieser Schule von der 2. bis zur 4. Klasse jeweils eine Wochenstunde Informatikunterricht. Es waren weitere Interviews an zwei Projektschulen im Frühjahr 2020 geplant. Aufgrund der pandemiebedingten Umstellung des Unterrichts auf Fernlehre konnten die Befragungen nicht durchgeführt werden.

### 3.2 Der Unterricht mit dem micro:bit

Ein Ergebnis der Kategorienbildung ist, dass das Thema der Gestaltung des Unterrichts mit einem Anteil von ca. 20 % der Antworten am häufigsten vertreten war. Die Schülerinnen und Schüler zeigten sich mit dem Einsatz im Unterricht sehr zufrieden. Insgesamt wurden zehn Unterrichtseinheiten für den micro:bit verwendet. Nach einer theoretischen Einführung konnten die Schüler/innen an konkreten Beispielen den Umgang und das Programmieren mit dem micro:bit erlernen. Im Anschluss daran wurden offenere Aufgaben gestellt, die dann einzeln oder im Team zu lösen waren. Diese Form der Aufgabenstellung war für manche Schüler/innen ungewohnt. Schülerin A meinte: „*Und wenn ich das Blackjack<sup>5</sup> gemacht habe, wurde mir nur der Auftrag gegeben, es wurden mir keine genauen Anweisungen gegeben.*“ Nochmals Schülerin A: „*Dann musste man selber zu experimentieren versuchen und das selber hinkriegen.*“

Bei Fragen konnten die Unterrichtsmaterialien, die Mitschüler/innen oder die Lehrperson zurate gezogen werden. Schülerin A: „*Wenn man nicht weiterkam, dann hat Herr N. ein bisschen mitgeholfen.*“ Das Handbuch als auch das Wiki wurden als Rahmung benutzt. Auch die Fragen zum Biber der Informatik (Bebbras, 2020) hatten die Schüler/innen zu beantworten. Die Schwierigkeit dieser Fragen wurde von den Schülerinnen und Schülern sehr unterschiedlich eingeschätzt. Schülerin S.: „*Manche Fragen waren schwer.*“ Im Gegensatz dazu meinte Schülerin E: „*Sie waren zur Logik und eigentlich auch nicht sehr schwer.*“ Diese unterschiedlichen Sichtweisen sind bei der weiteren Ausrollung des Projekts von Bedeutung und zu berücksichtigen.

### 3.3 Aufgaben und Beispiele zum micro:bit

In 11 % der Aussagen der Schüler/innen ging es um konkrete Aufgaben und Beispiele, die im Unterricht oder auch zu Hause programmiert wurden (Materialien: Bachinger & Teufel, 2018a, 2018b; Micro:bit Educational Foundation, 2016). Sie berichteten vor allem über die Erarbeitung der Aufgaben ‚Schere, Stein, Papier‘, ‚Blackjack‘, ‚Ping‘ und von eigenen Kreationen. Auch an schwierigere Aufgabenstellungen wie die Kommunikation zwischen zwei micro:bits konnten sie sich erinnern. Die Beispiele sind insgesamt gut angekommen. Schülerin A: „*Man konnte viele Befehle eingeben, man konnte kreativ sein.*“ Zusammenfassend entsprachen die Aufgabenstellungen dem Wissensstand der Schüler/innen und waren gut abgestuft. Auf Schritt für Schritt angeleitete Beispiele folgten offenere Aufgaben.

### 3.4 Technische Herausforderungen

Auch technische Besonderheiten und Probleme bei der Arbeit mit den micro:bits wurden angesprochen. Die dargestellten Probleme beruhten aber offensichtlich nicht auf Bugs des micro:bits, sondern eher auf Fehleinschätzungen bei der Handhabung. So berichtete ein Schüler, dass sein erstelltes Programm nicht gespeichert wurde, eine Schülerin erzählte, dass ihr micro:bit abstürzte und das Programm verloren ging. In den Interviews waren die dargestellten Unzulänglichkeiten aber sehr gering, eher wurde von den technischen Möglichkeiten des micro:bits erzählt. Erwähnt wurden die Stand-Alone-Variante mit dem Batteriepack und die Möglichkeit, auf der Plattform zu Hause weiter zu programmieren.

### 3.5 Lernen mit dem micro:bit, Herausforderung Lesen

Laut Kategorisierung ließen sich 9,4 % der Aussagen der Schüler/innen dem Bereich „Lernen mit dem micro:bit“ zuordnen. Anfänglichen Unklarheiten (Schüler D: „*Am Anfang habe ich nichts verstanden, weil es für mich so*

<sup>5</sup> Blackjack war ein Übungsbeispiel aus dem micro:bit Schulbuch.

nach Computersprache klang.“) folgten rasch Erfolgserlebnisse (Schülerin A: „Ja, das erklärt sich eigentlich von selbst mit dem micro:bit.“). Die Schüler/innen erkannten, dass man schon genau und präzise arbeiten (Schüler D) und ein Verständnis für Variablen mitbringen musste (Schülerin S).

Aufgrund der zahlreichen Nennungen wurde für die Thematik „Lesen“ eine eigene Kategorie angelegt, 5,1% der Aussagen bezogen sich darauf. Die Schüler/innen fanden es besonders herausfordernd, die Aufgabenstellungen zu lesen, zu analysieren und umzusetzen. Schüler D: „Nur meine Schwäche ist es, zu lesen. Ich hasse es, zu lesen. Und man musste halt immer lesen.“ Die Aussage von Schülerin E beschreibt das zusammenfassend sehr gut: „Wer lesen kann, ist im Vorteil.“

### 3.6 Das soziale Umfeld

Die Schüler/innen wurden auch gefragt, mit wem aus ihrer Familie und ihrem Bekanntenkreis sie über das Projekt gesprochen hatten. Auffallend bei den Antworten ist, dass sie nicht von den Eltern gefragt wurden, einige aber von sich aus zu Hause davon berichteten. Die Eltern waren vorab über das Projekt informiert worden. Schüler D: „Bei uns hat jetzt niemand zu Hause danach gefragt und dann habe ich es einfach erzählt.“ Ähnliches berichtet Schüler T: „Ich habe es meinem Papa erzählt, aber der versteht das alles nicht.“ Häufiger waren Gespräche über das Projekt mit älteren und jüngeren Geschwistern. Teilweise haben sie auch zusammen an einem Projekt zu Hause gearbeitet. Schülerin A bekam schließlich zwei micro:bits zu Weihnachten von ihrem Bruder geschenkt, sie experimentierten anschließend damit.

### 3.7 Der micro:bit, Meinungen zum Projekt und die berufliche Zukunft

Die persönlichen Meinungen zur Arbeit mit dem micro:bit umfassen 10,6% der Antworten. Es ergibt sich ein heterogenes Bild: Während die einen von der Platine begeistert waren, sahen es andere differenzierter und zogen anfangs an, das Projekt nicht so toll gefunden zu haben. Schülerin K: „Das war einmal eine Abwechslung und war ganz schön cool.“

Eine erwähnenswerte Entwicklung gab es bei Schüler D im Laufe des Interviews. Er meinte zu Beginn auf die Frage, was ihm an dem Projekt gefallen habe: „Soll ich ehrlich sein? Gar nichts. Ich hasse es, mit den Dingen zu arbeiten.“ Im Verlauf des Interviews gab er sich aber zufrieden mit der Einführung des micro:bit im Unterricht: „Ja, ich finde auch, dass Herr N. das gut erklärt hat.“ Anschließend berichtete er ausführlich über die einzelnen Beispiele und dass er von dem Projekt begeistert seinem Bruder erzählt hat. Es stellte sich schließlich heraus, dass sich seine anfangs geäußerte Abneigung eher darauf bezog, dass er Aufträge durchlesen musste. Schüler D: „Man musste die Aufträge durchlesen. Dann habe ich es halt durchgelesen. Ich habe es auch gecheckt, nur musste man es mehrmals durchlesen. Man muss es auch verstehen. [...] Im Nachhinein habe ich es ja eh verstanden.“

Ein homogenes Bild lässt sich durch die Aussagen der Schüler/innen zur Bedeutung der Arbeit mit den micro:bits für die berufliche Zukunft zeichnen. Die einhellige Meinung ist, dass die Erfahrungen mit dem micro:bit wertvoll sind, wenn man später Programmierer/in werden möchte. Wenn man das nicht vorhat, so ist es zwar interessant, aber nicht notwendig. Exemplarisch dafür kann die Aussage von Schülerin K herangezogen werden: „Für jemanden, der später Programmieren machen will, ist das schon gut, weil es eine Erfahrung ist, aber bei mir zum Beispiel ist das nicht wirklich sinnvoll.“ Und Schülerin S: „Nur ich weiß, dass ich das für das weitere Leben nicht brauche, weil ich werde nicht programmieren oder so.“ Ähnlich Schülerin E: „Mir hat's gefallen, dass man Spiele programmieren konnte mit anderen zusammen.“ Schüler C stellt fest: „Das ist so eine Art Programmieren für Anfänger. Wenn jemand Programmierer sein will, dann würde ich sagen, ja, das ist sehr gut und wichtig.“ Zwei Schüler gaben an, dass sie später Programmierer werden wollen.

## 4 Meinungen und Sichtweisen der Lehrenden

Neben den Untersuchungen zur Problemlösefähigkeit und zu den Meinungen und Sichtweisen der Schülerinnen und Schüler waren weiters die Durchführung und Umsetzung des Projekts sowie die Meinungen und Sichtweisen der Lehrenden von großem Interesse. Wie wurde das Projekt aus Sicht der Lehrenden konkret umgesetzt und durchgeführt? Welche Meinungen und Sichtweisen zum Projekt *Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I* sind bei den Lehrenden entstanden? Auch hier wurden zur Gliederung der Thematik Subfragen erarbeitet: Wie

sieht der persönliche Zugang der Lehrenden zum Thema Computational Thinking (CT), Coding und Robotik aus? Wie haben sich die Lehrenden auf die Arbeit mit dem micro:bit in der Klasse vorbereitet? Wie hat die konkrete Arbeit mit dem micro:bit im Unterricht ausgesehen? Wie wurden verschiedene Unterrichtsmaterialien eingesetzt? Wie hat sich die Einstellung der Lehrenden zum Thema durch Trainings und/oder Arbeit in der Klasse verändert? Was hat den Lehrenden an dem Projekt gefallen, was weniger?

Zur Beantwortung der gestellten Forschungsfragen und der Subfragen wurde als Erhebungsinstrument das Leitfadeninterview gewählt. Der für diese Arbeit verwendete Leitfaden mit 16 Fragen wurde in vier thematische Bereiche gegliedert, die jeweils mit einer offenen Frage eingeleitet wurden.

Nach den einleitenden Fragen zum persönlichen Zugang und der Grundeinstellung zum Thema Computational Thinking (informatisches Denken<sup>6</sup>) folgten Fragen zur eigenen Auseinandersetzung mit Computational Thinking (CT) und den Trainings im Projekt. Der dritte Fragenbereich beschäftigt sich mit der konkreten Arbeit im Projekt. Sowohl der zweite als auch der dritte Fragenbereich zielen auf Veränderungen der Lehrenden hinsichtlich ihrer Einstellung bzw. Kompetenzen in Bezug auf Computational Thinking, Coding und Robotik ab.

Der vierte und abschließende Teil des Leitfadens untersucht die Nachhaltigkeit des Projektes und schließt mit einer offenen Frage, die den interviewten Lehrenden noch die Möglichkeit gibt, eigene, nicht durch vorhergehende Fragen angesprochene Aspekte des Projektes einzubringen.

Der Leitfaden wurde im Rahmen eines Pretests mit zwei Personen getestet. Daraus wurde die Erkenntnis gewonnen, dass die offenen Fragen zur Einleitung der Bereiche viel Raum zu weitem Ausholen bieten und es durch Nachfragen in diesem Bereich zu Wiederholungen im späteren Verlauf kommt. Es empfiehlt sich daher, ein unterstützendes Nachfragen erst nach den Einleitungsfragen anzuwenden, um mehrmalige inhaltlich gleiche Antworten zu minimieren. Der Aufbau und die grundsätzliche Formulierung der Fragen aus dem Leitfaden erwiesen sich als aussagekräftig und wurden aufgrund der Ergebnisse des Pretests nicht verändert. Daher wurden auch die Inhalte der Interviews aus dem Pretest in die finale Auswertung aller Interviews miteinbezogen.

Es standen als Interviewpartner/innen Lehrende aus Tirol, Salzburg, Niederösterreich und Wien<sup>7</sup> zur Verfügung. Ziel war die Rekonstruktion der subjektiven Sicht der Interviewpartner/innen in der Ausführung und Umsetzung des Projektes sowie allgemein als Lehrende. Der Leitfaden gab Orientierung innerhalb des Themas und diente der Vergleichbarkeit der einzelnen Interviews untereinander.

Zur Datensicherung wurden die Interviews mit Einverständnis der Befragten aufgezeichnet bzw. später per E-Mail schriftlich durchgeführt. Alle Daten wurden anonymisiert und mittels Transkription aufbereitet, sofern diese nicht schon in schriftlicher Form vorlagen. Anschließend wurden die schriftlich vorliegenden Antworten mit Hilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2003) ausgewertet. Dazu wurden die Antworten zunächst generalisiert und auf wesentliche Kernaussagen reduziert, sodass eine Kategorienbildung möglich wurde (Flick et al., 1995). Die Kategorienbildung erfolgte in mehreren Schleifen, zuerst deduktiv, danach induktiv, und orientierte sich an den inhaltlichen Bereichen des Fragebogens (Mayring, 2015, S. 97–114).

## 4.1 Stichprobe, Themenkomplexe, Kategorien

Von März 2019 bis Mai 2020 wurden fünf Interviews durchgeführt – Personen A, B, C, D, E. Die Stichprobe bestand grundsätzlich aus Lehrenden der Sekundarstufe I (AHS und NMS) aus ganz Österreich, die über die Bundeslandkoordinatorinnen/-koordinatoren des Projekts angefragt wurden und sich freiwillig zu einem Interview bereit erklärten. Das Geschlechterverhältnis der Befragung war daher zufällig mit 1: 4 weiblich/ männlich gegeben. Durch die im Frühjahr 2020 einsetzende Covid-19-Pandemie wurden die letzten beiden Interviews in schriftlicher Form per E-Mail durchgeführt – Personen B und D. Infolgedessen waren die schriftlichen Antworten deutlich kürzer und pointierter. Dies weist auch auf die für die Beantwortung und das Schreiben der Antworten zur Verfügung stehende Zeit hin – im Vergleich zur direkten und relativ spontanen Interviewsituation.

Es erfolgte eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring mit Kategorienbildung, die Fragen des Leitfadens wurden nach den vier Themenbereichen gegliedert und teilweise wieder zusammengefasst – wo passend. Die wesentlichen Kernaussagen der Interviewpartner/innen zu diesen Themenkomplexen werden im Folgenden dargestellt.

<sup>6</sup> Die Begriffe „Computational Thinking“ und „informatisches Denken“ werden synonym verwendet.

<sup>7</sup> Die Antworten der Befragung aus Wien sind nicht in diesem Artikel enthalten, da sie pandemie-bedingt verzögert einlangten.

## 4.2 Selbsteinschätzung der Kompetenzen zu Computational Thinking (CT)

4 von 5 Befragten hatten bereits vor Beginn des Projektes Vorerfahrungen in diesem Bereich. Bezüglich ihrer Kompetenzen zu CT schätzen sich die Befragten unterschiedlich abgestuft ein. Zwei Personen schätzen sich auf einem Profi-/Experten-Level und zwei auf einem mittleren Level mit wenig, aber doch Erfahrung ein. Lediglich eine der fünf Personen meint, auf diesem Gebiet noch auf dem Anfänger-Level zu stehen.

## 4.3 Erfahrungen mit Coding und Robotik, Projektteilnahme

Das Thema Coding wurde ebenfalls von 4 von 5 der befragten Personen als vorerfahren angegeben, nur 2 der 5 Befragten erwähnten Robotik bei ihren Vorerfahrungen. Zur Projektteilnahme ihrer Schule kamen alle Befragten über Einladungen der jeweiligen Pädagogischen Hochschule durch deren Bundeslandkoordinatorinnen/-koordinatoren, teils persönlich und teils über den Dienstweg. Ein Teilnehmer erwähnte, dass seine Teilnahme an einer eEducation-Tagung in Eisenstadt sein Interesse am Thema micro:bit geweckt hatte, bevor die Pädagogische Hochschule im Bundesland zur Projektteilnahme eingeladen hat.

Die Vorbereitungen auf den Projektunterricht seitens der Lehrenden verlief einheitlich mit einer einleitenden Schulung der lokalen Pädagogischen Hochschule zur Verwendung des bereitgestellten Materials, d.h. micro:bit (Micro:bit Educational Foundation, 2016), OER-Schulbuch (Bachinger & Teufel, 2018a) inkl. Wiki-Website (Bachinger & Teufel, 2018b), Matadorbaukasten inkl. Motor zur Steuerung. Diese Schulungen wurden von allen Befragten für wichtig und in Ordnung befunden. Person C: „...für den ersten Start ok, man kannte sich dann aus, das Organisatorische und wohin die Reise führen soll.“

Darüber hinaus fanden zwei Personen die Einleitungsschulungen der Pädagogischen Hochschule sogar ausgezeichnet, lediglich eine Person meldete zeitliche Probleme bei dieser ersten Schulung. Danach folgte bei allen Befragten eine intensive Auseinandersetzung mit den Materialien durch eigenständiges Ausprobieren von Beispielen eigener Wahl aus dem OER-Buch/Wiki. Personen B und E erwähnten in der Vorbereitung zusätzlich Workshops. Personen A, B und D recherchierten darüber hinaus im Internet/auf YouTube und Person D wurde durch die allgemeinen Einleitungsvideos<sup>8</sup> der Wiki-Website zum Begleit-MOOC<sup>9</sup> für das OER-Schulbuch zum BBC micro:bit geleitet. Personen B und D entwickelten in der Vorbereitung sogar eigenes, einfacheres Material für ihre Schüler/innen.

Die grundsätzliche Einstellung zum Thema CT, Coding und Robotik hat sich bei drei der fünf Befragten positiv verändert und deutlich Berührungängste genommen. Eigene Kompetenzerweiterung verorten 4 der 5 Befragten – das Spektrum der Antworten reicht hier von *Bereicherung* über *Erweiterung* und *Verbesserung der Methodik/Didaktik* hin bis zu *Verdeutlichung der Notwendigkeit* von CT, Coding und Robotik. Person C überlegt weiters eine aktive Teilnahme am Wettbewerb Biber der Informatik für künftige Klassen. Person E bezeichnete den micro:bit als „... wirklich ein brauchbares, kleines Teil ..., das einfach funktioniert, und zwar mit minimalem Aufwand.“. Bezüglich Preis- Leistungs-Verhältnis meint Person E weiters „Also das kostet (fast)<sup>10</sup> nichts und kann sehr, sehr viel.“.

## 4.4 Arbeit mit den Materialien in der Klasse

Alle Befragten starteten in ihrem Unterricht mit den Einstiegsbeispielen der Wiki-Website des OER-Schulbuchs und ließen danach die Schülerinnen und Schüler selbst viel ausprobieren – mit gelegentlicher, punktueller Unterstützung. Das OER-Wiki wurde dabei von allen als gut geeigneter Anlaufpunkt für selbsttätiges, exploratives Lernen befunden. Person C führte das rasche Zurechtfinden der Lernenden auf die Zusammensetzung der Projektgruppe mit großteils „interessierten Schülern“ zurück. Person C bemerkte dazu auch, dass den Schülerinnen und Schülern oft der Sinn der einleitenden Texte der OER-Beispiele und die daraus abgeleiteten „unplugged“<sup>11</sup> Aktivitäten nicht erfassbar waren, sondern eher als bremsend empfunden wurden. Für 3 der 5 Befragten war nach den Einstiegsbeispielen (z.B. Blinkendes Herz) sehr bald eine deutliche Zweiteilung der Klasse im Leistungsniveau erkennbar. Person A schildert „... aber manche sind ideenlos. Denen muss man dann immer ansagen ... Die anderen waren einfach fit und hatten den Dreh sofort heraus.“. 2 von 5 der befragten Personen

<sup>8</sup> [https://microbit.eeducation.at/wiki/Arbeiten\\_mit\\_dem\\_BBC\\_micro:bit](https://microbit.eeducation.at/wiki/Arbeiten_mit_dem_BBC_micro:bit)

<sup>9</sup> <https://imoox.at/mooc/local/courseintro/views/startpage.php?id=54>

<sup>10</sup> Sinngemäße Ergänzung und Relativierung des Autors

<sup>11</sup> Computer Science (CS) unplugged – Informatik ohne Computer, <https://csunplugged.org/de/>

wünschten sich Beispiele zu Überleitung von Kategorie leicht (grün) auf Kategorie mittel (gelb) des Schulbuchs mit entsprechend angepasstem Schwierigkeitsgrad. Eine Person wies auf die, in der Elektronischen Datenverarbeitung (EDV) bekannten, Problemstellen bei der Weiterentwicklung hin. Dadurch bedingten sich optische Veränderungen der Software MakeCode (Microsoft MakeCode, 2020), welche aber nicht als großes Problem gesehen wurden. Person E bezeichnete dies mit „... anzumerken wäre, ... dass die Programme schon wieder von ... den Bildern her überaltert sind, weil sich die Software ... schon wieder geändert hat.“

#### 4.5 Veränderungen durch die Arbeit in der Klasse

Für 4 der 5 Befragten ist nach der Arbeit im Projekt eindeutig klar, dass diese Art von Informatik in der Unterstufe interessanten und sichtbaren Erfolg beim Coding für die Schülerinnen und Schüler bringt und gleichzeitig großes Interesse weckt. Person B schildert „Die Scheu vor dem Thema Programmieren wird den Schülern sehr schnell genommen und sie entwickeln viel Spaß und Ehrgeiz ...“. Person A vermeldet eine Veränderung der Denkweise im Kollegium, was Informatik in der Unterstufe bedeutet. Person E ist froh, „... den Teil Robotik sehr niederschwellig sogar in der Unterstufe machen zu können.“ Darüber hinaus betrachtet Person D das praktische Arbeiten mit dem micro:bit als motivierend und daher fix verankert für zukünftigen Unterricht.

Die durch die Arbeit in der Klasse erfahrenen Kompetenzerweiterungen fallen individuell aus. Drei von fünf Lehrpersonen geben den Bereich Coding und blockbasierte Programmiersprachen als danach erweitert bzw. gestärkt an. Die Kompetenz von Person A zur Motivation der Schüler/innen bei leistungsbedingter Zweiteilung der Klasse wurde eindeutig verstärkt. Die Kompetenzen von Person C wurden durch das explorative, selbsttätige Lernen mit dem OER-Wiki erweitert. Und Person D meldet, allgemeine informatische Konzepte und Grundlagen nun besser anhand von praktischen Beispielen mit dem micro:bit erklären zu können – z.B. „... Stromversorgung über USB oder Batterie, Ordnersystem, Laufwerksbuchstaben, verschiedene Dateiendungen, ...“.

#### 4.6 Einsatz in der Sekundarstufe

Alle interviewten Lehrenden können CT, Coding und Robotik für den Unterricht der Sekundarstufe sehr gut annehmen. Personen C und E empfehlen den micro:bit ohne Einschränkungen für die Unterstufe, auch für Programmier-Laien. Personen A und E schätzen die Auseinandersetzung mit dieser Materie darüberhinausgehend als „Pflicht“ ein. Person E ist überzeugt: „CT ist eine der für die Zukunft wesentlichen Grundkompetenzen. Künftige Probleme der großen Art sind nur dann zu lösen, wenn man schon von klein auf lernt, kleine Probleme zu lösen. ... dies zu trainieren, ist nicht nur wünschenswert, sondern unabdingbar.“. Personen C und D schränken den Unterricht auf höhere Klassen wie 7. und 8. Schulstufe oder gar auf Begabtenförderung und Spezialkurse ein.

Einstimmig positiv fällt die Einschätzung zum Material micro:bit und OER-Schulbuch inkl. Wiki-Website aus. 2 der 5 Befragten gaben an, dass das Buch als fertige PDF-Datei zum Download sehr gut gelöst ist und dies eigentlich schon ausreichend ist, um den Projektunterricht durchzuführen. Person E vermerkt das explorative Heranführen an die Lösung im Wiki sowie den Download der fertigen Programme und Lösungen als sehr gut gelungen. Ein bearbeitbares Wiki zum Zusammenstellen eigener Beispiele wünschen sich Personen B und D. Von dem zur Verfügung gestellten Lernmaterial wurde lediglich von Person A angegeben, den steuerbaren Motor eingesetzt zu haben.

Grundsätzlich können sich alle Personen weiteren vertiefenden Einsatz von CT, Coding und Robotik in ihrem Unterricht vorstellen. Für Personen A und E ist Informatikunterricht mehr als eine Anwenderschulung für Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Bildbearbeitung – und diese Art der Informatik ist künftig in ihrem Unterricht fix verankert. Person B und C planen, diese Art des Unterrichts auszubauen, wenngleich Person C den schrumpfenden Handlungsspielraum an Möglichkeiten zur Vertiefung durch Freifächer bemängelt – wohl auch in Verbindung mit mangelndem Interesse seitens der Schülerinnen und Schüler an zusätzlichem Unterricht. Lediglich Person D schränkt den vertiefenden Einsatz für alle Schüler/innen der Sekundarstufe 1 ein: „Für eine Regelklasse NMS eher nicht, ... für interessierte Kinder in Form eines Projekts auf alle Fälle.“.

#### 4.7 Wünsche an zukünftige Projekte

3 der 5 Befragten weisen bei diesem Punkt nochmals extra auf den Wunsch nach einfacheren Beispielen bzw. auch nach mehr Zwischenschritten bei bereits Vorhandenem hin. Person C gibt an, dass sich einigen Schülerinnen/Schülern der Sinn hinter den Beispielen erst durch haptisches Erfahren der Problemstellung

erschließt, wie z.B. die Kühlschrantür: „...vielen war gar nicht bewusst, dass das Licht ausgeht, wenn man die Türe schließt“. 2 der 5 Befragten wünschen sich mehr Workshops für Lehrende zur Vorbereitung. Personen A und E berichten, dass für die Erarbeitung der Beispiele ein vollständiger PC mit Monitor, Tastatur und Maus im Informatiksaal wesentlich besser geeignet war als die bereitgestellten Laptops/Tablets mit abnehmbarer Tastatur. Person A wünscht sich mehr Bauteile zum Angreifen, wie z.B. Motoren: „... alles, wo man sehen kann, dass sich etwas bewegt, ... bringt sehr viel“. Person E findet das zur Verfügung gestellte Zeitbudget für das Projekt inkl. Pre- und Posttest zu knapp und wünscht sich zusätzlich vorab einen Probetest, um Schülerinnen und Schüler auf die Art der Testung vorbereiten zu können.

## 5 Zusammenfassung

Die Auswertung der Daten bringt eine Bestätigung der Hypothese, dass sich die Arbeit mit dem micro:bit auf die Problemlösefähigkeit der Schüler/innen auswirkt. Je länger die Schüler/innen im Unterricht mit den micro:bits gearbeitet haben, umso besser sind auch die Ergebnisse beim Posttest mit den Biber-Aufgaben. Die Schulklassen haben innerhalb der DLPL-Gruppe sehr unterschiedlich intensiv mit den micro:bits gearbeitet.

Die Mädchen haben insgesamt bei den Aufgabenstellungen besser abgeschnitten. Das Textverständnis dürfte ein relevanter Faktor bei der Bearbeitung der Aufgabenstellungen sein, diese These wird durch die Interviews mit den Schülerinnen und Schülern bestärkt.

Die Gestaltung des Unterrichts mit dem micro:bit, die ansteigende Schwierigkeit bei den Aufgabenstellungen und die Begleitmaterialien wurden von den Schülerinnen und Schülern positiv wahrgenommen. Ungewohnt war für manche das problemorientierte, offene Lernsetting. Die technischen Probleme hielten sich in Grenzen und waren nicht gezwungenermaßen micro:bit-spezifisch. Als größte Hürde stellte sich das Lesen von Aufgabenstellungen heraus, das erkannten auch die Schüler/innen selbst, der Klassenlehrer bemerkte zudem bei manchen Lernenden ein geringes Durchhaltevermögen bei bestimmten Aufgabenstellungen. Von den Eltern wurden die Kinder wenig nach dem Projekt gefragt, mit ihren Geschwistern hatten die Schüler/innen aber teilweise intensiven Austausch zu den Möglichkeiten des micro:bit. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Projekt aus Sicht der Schüler/innen an der entsprechenden Schule gut geplant und zielgerichtet umgesetzt wurde. Einige Aspekte, die sich aus den Antworten abzeichnen, sind nicht auf das Projekt micro:bit beschränkt, sondern müssen umfassender gesehen werden (Textverständnis, Konzentrationsfähigkeit, Kommunikation, berufliche Erwartungen).

Nach anfänglichen, mehr organisatorisch gearteten Trainings der Pädagogischen Hochschulen im jeweiligen Bundesland orientierten sich alle Lehrenden am OER-Schulbuch inkl. der zugehörigen Wiki-Website. Durch eigenständiges Ausprobieren der Beispiele zur Vorbereitung, teilweise um zusätzliche Internet-Recherche erweitert, fanden sich die Lehrenden gut zurecht und konnten Schülerinnen und Schülern interessanten und sichtbaren Erfolg beim Coding ermöglichen und gleichzeitig Interesse wecken. Das zur Verfügung gestellte Material eignet sich den Aussagen nach auch für Programmier-Laien, nicht zuletzt durch das dahinterstehende Konzept des selbsttätigen, explorativen Lernens<sup>12</sup>.

Die Arbeit in der Klasse und die Trainings haben eigene Kompetenzen bei allen sichtbar erweitert oder gestärkt und auch deutlich Berührungspunkte genommen – bei allen Beteiligten. Vom generellen Einsatz in der Sekundarstufe I sind alle Lehrenden überzeugt – ein Befragter vermeldet sogar eine Veränderung des Denkens im Kollegium bezüglich des Informatikunterrichts in der Unterstufe – weg von einer Anwenderschulung und hin zu informatischem Denken (aka CT). Vertiefenden Einsatz von CT, Coding und Robotik sieht man nur in höheren Klassen, d.h. ab der 8. Schulstufe aufwärts. Dies erklärt auch den Wunsch nach einfacheren Beispielen bzw. mehr Zwischenschritten bei den vorhandenen aus dem OER-Schulbuch.

Der micro:bit bietet haptisches Erfahren von informatischem Denken bei der Lösungserstellung, eine der wesentlichen Grundkompetenzen für zukünftige Generationen. Die Hälfte der beteiligten Lehrenden haben nach dem ersten Kontakt mit dem Projekt in der Klasse bereits micro:bits angeschafft, um diese Art von Unterricht in der Sekundarstufe I fortsetzen zu können, der Rest überlegt deren Anschaffung. Für zukünftige Durchführungen wünschen sich Lehrende lediglich mehr Zeit und mehr bewegliche Teile als Zusatzmaterial.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die Ergebnisse der Evaluierung zum Projekt *Denken lernen – Probleme lösen, Sekundarstufe I* mit den Erkenntnissen aus dem Projekt *Denken lernen – Probleme lösen,*

<sup>12</sup> Die Wiki-Website <https://microbit.eeducation.at> arbeitet mit „Spoiler“-Links zur schrittweisen Heranführung an eine Lösung.

Primarstufe decken (Himpsl-Gutermann et al., 2018, siehe auch Antonitsch & Hanisch, 2014 und Repenig, 2016). Wie auch andere Studien belegen (Denning & Tedre, 2019; Eickelmann et al., 2019, S. 382), so zeigt sich auch hier, dass Computational Thinking als metakognitive Fähigkeit an sich schwer zu unterrichten bzw. zu fördern ist und immer in Kontexte eingebettet werden muss – in diesem Fall war das das System micro:bit. Die Konzeption des Projektes erfolgte auf Basis des Diskurses zu informatischem Denken und der Ausrichtung informatischer Bildung an Schulen (Gesellschaft für Informatik, 2016; Bollin, 2016, S. 23, Bollin & Micheuz, 2018), demnach sind die Ergebnisse auch für die weitere Entwicklung des Informatikunterrichts in Österreich von Relevanz.

## Literatur

- Albrecht, G. (1974). *Statistische Forschungsstrategien*. München: Oldenbourg Verlag.
- Antonitsch, P. & Hanisch, L. (2014). *Computational Thinking im Unterricht der Primarstufe*. IMST.
- Bachinger, A. & Teufel, M. (2018a). micro:bit - Das Schulbuch. Wiki. Zugriff am 20.7.2020. Verfügbar unter: <https://micro:bit.eeducation.at/wiki/Hauptseite>
- Bachinger, A. & Teufel, M. (Hrsg.). (2018b). *Digitale Bildung in der Sekundarstufe – Computational Thinking mit BBC micro:bit*. Grieskirchen: Austro.Tec.
- Bebras. (2020). What is Bebras | [www.bebas.org](http://www.bebas.org). *Bebras: International Challenge on Informatics and Computational Thinking*. Zugriff am 05.08.2020. Verfügbar unter: <https://www.bebas.org/?q=about>
- Bollin, A. (2016). Didaktik der Informatik: Herausforderungen und Blick in die Zukunft. *OCG Journal*, Jg. 41(02), 22–23.
- Bollin, A. & Micheuz, P. (2018). Computational Thinking on the Way to a Cultural Technique. *Empowering Learners for Life in the Digital Age*. Gehalten auf der OCCE 2018, Linz.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler* (Auflage: 4., überarb. Aufl. 2006.). Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. & Lienert, G. A. (2003). Kurzgefaßte Statistik für die klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben; mit 91 Tabellen. Heidelberg: Springer.
- Brandhofer, G. & Wiesner, C. (2018). Medienbildung im Kontext der Digitalisierung: Ein integratives Modell für digitale Kompetenzen. *R&E-SOURCE. Open Online Journal for Research and Education*, 10.
- Brandhofer, G. (2017). Coding und Robotik im Unterricht. *Erziehung und Unterricht*, 7–8, 51–58.
- Denning, P.J. & Tedre, M. (2019). *Computational thinking*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K. et al. (2019). *ICILS 2018 #Deutschland computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking*.
- Eickelmann, B. (2018). Digitalisierung in der schulischen Bildung. Entwicklung, Befunde und Perspektiven für die Schulentwicklung und die Bildungsforschung. In: McElvany, N., Schwabe, F., Bos, W. & Holtapples, H. G. (Hrsg.): *Digitalisierung in der Schulischen Bildung. Chancen und Herausforderungen*. Münster: Waxmann, S. 11-26.
- Flick, U., von Kardorff, E., Keupp, H., von Rosenstiel, L., & Wolff, S. (Hrsg.). (1995). *Handbuch Qualitative Sozialforschung* (2. Auflage). Beltz Psychologie Verlags Union.
- Gesellschaft für Informatik. (2016). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Zugriff am 29.10.2016. Verfügbar unter: <https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html>
- Hattie, John (2013). *Lernen sichtbar machen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag.
- Himpsl-Gutermann, K., Brandhofer, G., Bachinger, A., Steiner, M. & Gawin, A. (2017). Das Projekt „Denken lernen – Probleme lösen (DLPL)“. *Medienimpulse*, 2, 1–12.

Himpsl-Gutermann, K., Brandhofer, G., Frick, K., Fikisz, W., Steiner, M., Bachinger, A. et al. (Hrsg.). (2018). *Abschlussbericht im Projekt „Denken lernen – Probleme lösen (DLPL) Primarstufe“*. Wien, Baden. Verfügbar unter: <https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/schule40/dgb/dlpl.html>

Mayring, Philipp (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz.

Mayring, Philipp (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz.

Micro:bit Educational Foundation. (2016). micro:bit. Zugriff am 19.8.2020. Verfügbar unter: <https://microbit.org/>

Microsoft MakeCode (2020), MakeCode, Zugriff am 21.8.2020. Verfügbar unter: <https://makecode.microbit.org/>

Repenig, A. (2016). Computational Thinking für alle! *OCG Journal*, Jg. 41(02), 30.

Schnell, R., Hill, P. B. & Esser, E. (2011). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg Verlag.

Scratch Foundation (2020), Scratch, *Scratch Foundation und Lifelong Kindergarten Group am MIT Media Lab*, Zugriff am 21.8.2020. Verfügbar unter: <https://scratch.mit.edu>