

Einsatz von Skill Cards und Story Cards für einen kreativitätsfördernden Informatikunterricht auf der Sekundarstufe I

Thomas Schmalfeldt¹

Abstract: Um die Mittel der Informatik nicht nur gemäß vorgegebenen Routinen und Standardprozessen, sondern auch kreativ nutzen zu können, benötigen Schülerinnen und Schüler gewisse Grundlagen des Programmierens, die ihnen in einer Weise vermittelt werden sollten, die neben den informatischen Basiskompetenzen auch die Kreativität gezielt fördert. Im vorliegenden Beitrag wird im Kontext des Physical Computings mit dem Calliope mini der Kompetenzaufbau im Bereich „Informatik“ mithilfe des Einsatzes sogenannter „Skill Cards“ und „Story Cards“ aufgezeigt, die an der Pädagogischen Hochschule Zürich neu entwickelt wurden. Anhand der Skill Cards werden grundlegende Konzepte des Programmierens erarbeitet, welche die Schülerinnen und Schüler zur Umsetzung eigener Projektideen nutzen können. Der kreative Gestaltungsprozess wird parallel dazu durch eine reduzierte Form der Skill Cards – die Story Cards – unterstützt. Die im Beitrag vorgestellten Materialien sind Teil eines laufenden Forschungsprojekts, in dessen Rahmen das Ziel verfolgt wird, zukunftsweisende Lernmaterialien für den Informatikunterricht zu entwickeln und zu erproben.

Keywords: Kreativität, Physical Computing, Calliope mini, Einführung Programmieren, Sekundarstufe I, Skill Cards, Story Cards, Differenzieren im Informatikunterricht

1 Einleitung

Angesichts der fortschreitenden Digitalisierung und der damit einhergehenden zunehmenden Bedeutung informatischer Bildung sind innovative Lernumgebungen erforderlich, die es Kindern und Jugendlichen ermöglichen, sich entsprechende Kompetenzen bereits im Schulunterricht anzueignen. Vor diesen Hintergrund wurden die im vorliegenden Beitrag vorzustellenden Skill Cards und Story Cards entwickelt, mit deren Einsatz zwei Hauptziele verfolgt werden: Die Schülerinnen und Schüler sollen bei der Beschäftigung mit dem Calliope mini Programmierkompetenzen aufbauen und dabei gleichzeitig in ihrer Kreativität gefördert werden. Des Weiteren wurde bei der Konzeption der Karten darauf geachtet, dass sie einen differenzierenden Unterricht erlauben und sich fächerübergreifend einsetzen lassen. Die Arbeit mit einem Mikrocontroller wie dem Calliope mini ist in diesem Zusammenhang insofern zweckmäßig, als Mikrocontroller Bestandteil sehr vieler Alltagsgegenstände sind und deshalb auch im täglichen Leben von Relevanz sind. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass Physical Computing einen positiven Einfluss auf die Motivation von Schülerinnen und Schülern haben kann [PR18].

¹ Pädagogische Hochschule Zürich, Mathematik und Informatik Sekundarstufe I, Lagerstrasse 2, CH-8090 Zürich, thomas.schmalfeldt@phzh.ch

Die angestrebte Förderung der Kreativität wiederum lässt sich mit einer These hinsichtlich der „21st-century skills“ begründen, der zufolge sich zukünftige Probleme im Alltag und im Berufsleben nicht mehr nur durch eingeübte Standardverfahren lösen lassen. Vielmehr werden zu deren Lösung zunehmend auch unkonventionelle Ansätze gefordert sein [TF09]. Dies bedeutet beispielsweise, dass Jugendlichen lernen müssen, größere Projekte gemeinsam anzugehen und dabei ihre jeweiligen Stärken in die Gruppe einzubringen. Ob die Arbeit mit Skill Cards und Story Cards, zum Beispiel in einem Design-Thinking-Prozess, einen Beitrag zur Umsetzung dieses Ziels leisten kann, soll im Rahmen eines laufenden Forschungsprojekts geklärt werden.

2 Materialset für den kreativitätsfördernden Informatikunterricht

Die Skill Cards und die Story Cards haben einen klaren Bezug zur Arbeit mit dem Calliope mini und bilden die Basis für einen kreativitätsfördernden Informatikunterricht. Das vollständige Materialset besteht aus den folgenden vier Bestandteilen:

- *Skill Cards*: Aufbau von Fertigkeiten und Kompetenzen für die Arbeit mit dem Calliope mini. Grundlage für das Erlangen der entsprechenden Story Card.
- *Story Cards*: Grundlage für die Ideenfindung zum Verfassen einer eigenen Geschichte und für die Konzeptionierungsphase der Umsetzung dieser Idee mit dem Calliope mini; gewissermaßen eine reduzierte Variante der Skill Cards.
- *Zubehör-Boxen*: Enthalten zusätzliche Komponenten wie zum Beispiel Sensoren und Aktoren, die am Calliope mini angeschlossen werden können und dessen Funktion erweitern.
- *Challenge Cards*: Offene Problemstellungen und Ausgangspunkte für das Erfinden von Geschichten, die sich auch mit anderen Mikrocontrollern umsetzen lassen.

Auf den Story Cards und den Zubehör-Boxen ist jeweils ein Icon² angebracht, das sich auch auf den Skill Cards wiederfindet. Dieses optische Element unterstützt die Orientierung und erlaubt eine einfache Handhabung der einzelnen Bestandteile des Materialsets. Diese werden nachfolgend kurz beschrieben.

2.1 Skill Cards

Die Skill Cards bilden die Grundlage des Kompetenzaufbauprozesses. Auf diesen Karten wird aufgezeigt, wie gewisse Hardware-Komponenten an den Calliope mini angeschlossen werden und wie deren Steuerung programmiert wird. Sie sind immer gleich aufgebaut und beginnen mit einer „Ich möchte ...“-Formulierung, wie zum Beispiel „Ich möchte einen Motor anschließen und diesen mit dem Calliope steuern“. Auf der

² Quelle: <https://thenounproject.com>

Vorderseite wird gegebenenfalls benötigtes Zubehör aufgeführt. Außerdem wird beschrieben, was auf der Rückseite erklärt wird, und es finden sich allgemeine Hinweise zur verwendeten Hardware. Auf der Rückseite wird bildlich und sprachlich dargestellt, wie das erforderliche Zubehör angeschlossen werden muss. Des Weiteren werden die dazugehörigen Codeblöcke vorgestellt und erklärt (vgl. Abb. 1). Für die Skill Cards, und somit auch für den Unterricht, wurde die blockbasierte Umgebung MakeCode³ verwendet.

Diejenige Version der Skill Cards, die im vorliegenden Beitrag beschrieben wird, zeigt vor allem den Umgang mit Sensoren und Aktoren auf. Die Erläuterungen beziehen sich zum einen auf die bereits auf dem Calliope mini befindlichen Bauteile, zum anderen aber auch auf zusätzliche Komponenten wie Grove-Module, Taster, Regler, LEDs und andere Bauteile. In der ersten Erprobungsphase wurden bereits Skill Cards zu Programmierkonzepten wie Bedingungen und Schleifen erstellt, die in der zweiten Erprobungsphase von Beginn an verwendet werden sollen.

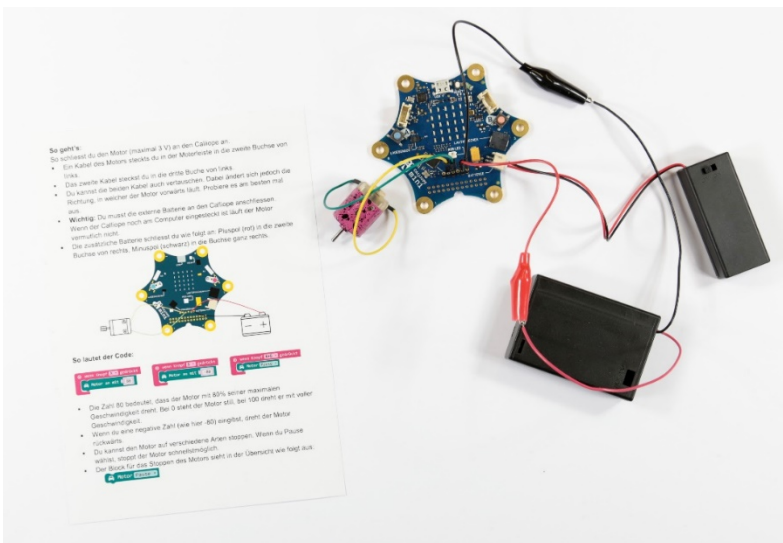


Abb. 1: Rückseite der Skill Card für die Steuerung eines Motors

2.2 Story Cards

Die Story Cards stellen in gewisser Weise die Kurzform der Skill Cards dar und bilden den Ausgangspunkt für den Kreativprozess. Wenn eine Schülerin oder ein Schüler die auf einer Skill Card beschriebenen Fertigkeiten aufgebaut hat, erhält sie bzw. er die entsprechende Story Card. Auf der Vorderseite befinden sich das jeweilige Icon (welches sich auch auf der dazugehörigen Skill Card befindet) sowie ein Schlagwort. Auf der

³ <https://makecode.calliope.cc>

Rückseite sind ein bis zwei QR-Codes aufgeführt, mit denen Erklärvideos abgerufen werden können. Diese Erklärvideos sind als Ergänzung zu den Skill Cards gedacht und ermöglichen es zum einen, die Story Cards kompakt zu halten, während zum anderen zugleich die Option besteht, bei Bedarf eine Repetition der entsprechenden Fertigkeiten anzubieten. Die Verwendung der QR-Codes ist vor allem dann sinnvoll, wenn die Schülerinnen und Schüler die Videos während des Unterrichts mit einem Smartphone oder einem Tablet direkt abrufen dürfen. Sollte dies nicht möglich oder erlaubt sein, können die Story Cards auch ohne QR-Codes ausgedruckt werden. In diesem Fall können die Jugendlichen auf die betreffenden Skill Cards zurückgreifen, wenn sie die erforderlichen Fertigkeiten nicht mehr präsent haben.

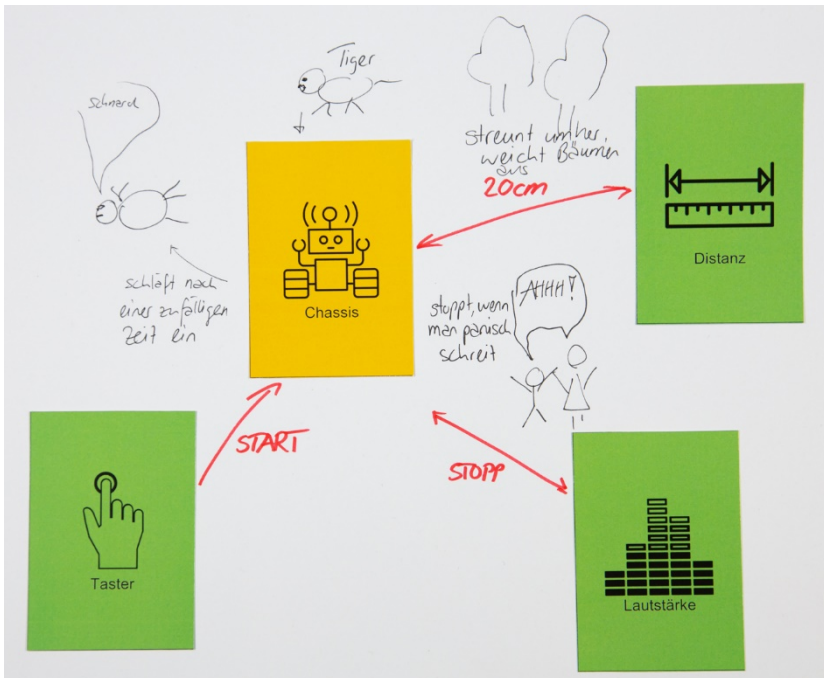


Abb. 2: Anhand von Story Cards erzählte Geschichte, inklusive erster technischer Kommentare (reproduziert nach einer Schülerinnenlösung)

Mithilfe der Story Cards sollen sich die Schülerinnen und Schüler ihren Fähigkeiten und Fertigkeiten entsprechende Geschichten ausdenken. Die Karten können ausgelegt, mit Pfeilen verbunden und kommentiert werden (vgl. Abb. 2). Das dadurch entstandene Netz dient in einem weiteren Schritt als Unterstützung bei der technischen Umsetzung mit dem Calliope mini. Zu diesem Zweck kann das Netz durch programmierspezifische und technische Bemerkungen ergänzt werden. Je mehr Story Cards die Schülerinnen und Schüler sammeln, desto mehr Möglichkeiten stehen ihnen für das Erfinden ihrer Geschichten und den Bau der darin vorkommenden Charaktere offen. Dieses Konzept

kann die Jugendlichen dazu motivieren, möglichst viele Kompetenzen aufzubauen, damit sie die persönliche Sammlung von Story Cards vergrößern können.

Obwohl die Story Cards einen direkten Bezug zu den Skill Cards aufweisen, lassen sie sich auch unabhängig davon verwenden. Dadurch können die den Story Cards zugrunde liegenden Fertigkeiten auch mithilfe anderer Methoden und Unterrichtsformen aufgebaut werden oder es kann direkt mit den Videos gearbeitet werden, die wie bereits ausgeführt mittels der QR-Codes abrufbar sind. Darüber hinaus eignen sich die Story Cards auch sehr gut für einen interdisziplinären Einsatz. So können die selbst erfundenen Geschichten zum Beispiel im Sprachunterricht in einem Aufsatz ausformuliert werden, während im Werkunterricht eine gestalterische Umsetzung der Charaktere der Geschichte stattfinden kann. Auf diese Weise wird aus einem Radroboter wie in Abb. 2 illustriert ein im Wald umherstreunender Tiger, der geschmeidig den einzelnen Bäumen ausweicht und so seinen Weg findet. Wenn der Tiger auf Menschen trifft und diese panisch schreien, bleibt er stehen, faucht und wartet, bis es wieder ruhig geworden ist. Da Tiger wie alle Katzenartigen viel schlafen, bleibt er regelmäßig (und zufällig) stehen und macht eine Schlafpause, um anschließend wieder herumzuströmen.

2.3 Zubehör-Boxen

Sind auf den entsprechenden Skill Cards zusätzliche Komponenten aufgeführt, so finden die Schülerinnen und Schüler diese in Zubehör-Boxen mit den entsprechenden Icons. Sofern dies möglich war, wurden Blanks-Streichholzschachteln verwendet (vgl. Abb. 3). Bei den Grove-Modulen wurden die jeweiligen Kabel beigelegt, an gewisse Bauteile wurden Kabel angelötet. In anderen Fällen muss gegebenenfalls auf zusätzliche Kabel mit Krokodil- und Pinanschlüssen zurückgegriffen werden.



Abb. 3: Zubehör-Boxen mit Materialien für die Eingabe (grün: Taster und Ultraschalldistanzmesser) und Ausgabe (gelb: DC-Motor und Hubmagnet)

2.4 Challenge Cards

Den Challenge Cards kommt eine andere Funktion zu als den zuvor beschriebenen Materialien. Sie lassen sich unabhängig von den Skill Cards und den Story Cards nutzen und können auch bei der Arbeit mit anderen Mikrocontrollern eingesetzt werden. Aus diesem Grund wird dieser Bestandteil des Materialsets im vorliegenden Beitrag nur am Rande erwähnt. Ganz allgemein lässt sich jedoch festhalten, dass es sich dabei um eine Sammlung von möglichen Problemstellungen handelt, welche die Schülerinnen und Schüler mithilfe ihrer bis zum gegebenen Zeitpunkt aufgebauten Kompetenzen bearbeiten können (vgl. Abb. 4). Sie bilden den Ausgangspunkt für die zu erfindenden Geschichten.

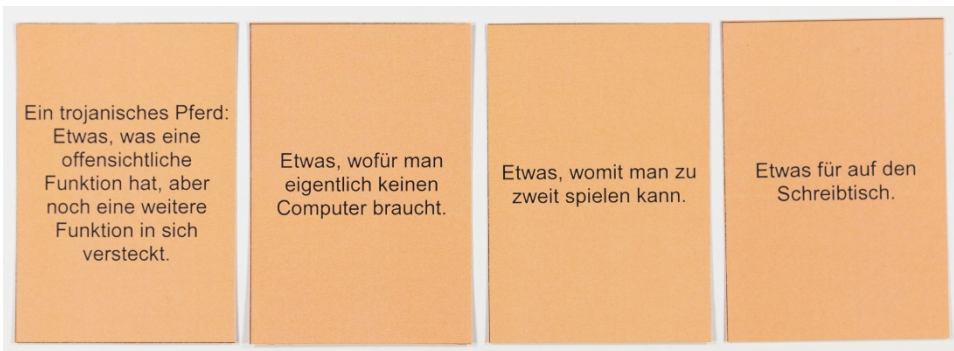


Abb. 4: Eine Auswahl an Challenge Cards

Der Einsatz der Challenge Cards lässt sich verschiedenartig gestalten. So kann eine bestimmte Karte die Problemstellung für die ganze Klasse bzw. eine Gruppe vorgeben oder die einzelnen Schülerinnen und Schüler ziehen individuell eine Karte. Des Weiteren kann die Arbeit in Projektteams, in Partner- oder in Einzelarbeit stattfinden. Die Sammlung der Challenge Cards lässt sich durch die Lehrpersonen, aber auch durch die Schülerinnen und Schüler selbst jederzeit erweitern.

3 Konzeption der Kartensets

Die hinter der Entwicklung der Skill Cards und der Story Cards stehende Idee grenzt sich von Konzepten, die in Büchern wie „Das Calliope-Buch“ [Be17] oder „Calliope mini: coden, basteln, entdecken“ [Ki18] vorgeschlagen werden, insofern ab, als diese stark auf Projekten basieren, bei denen die Schülerinnen und Schüler die vorgegebene Lösung schrittweise nachprogrammieren können. Die grundlegenden Konzepte des Programmierens werden bei diesem Ansatz im Zusammenhang mit den jeweiligen Projekten erläutert. Die „Scratch Coding Cards“ [Ru16] wiederum greifen solche Basiskonzepte, die sich die Schülerinnen und Schüler in kurzen Programmsequenzen aneignen sollen, auf einzelnen Karten auf. Diese Sequenzen werden aber ebenfalls an konkreten Beispielen festgemacht. So wird beispielsweise das Konzept der zufälligen

Zahlen anhand eines zufällig generierten Songs aufgezeigt. Da am Ende jeweils ein funktionsfähiges Produkt vorliegt, führen solche projektbasierten Ansätze zwar fortlaufend zu Erfolgserlebnissen; es besteht jedoch die Gefahr, dass die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Projekte der Reihe nach abarbeiten, ohne danach in der Lage zu sein, ihre Fertigkeiten später auf einen anderen Kontext zu übertragen.

Im Gegensatz dazu verfolgen die Skill Cards zunächst einen technischen Ansatz. So wird beispielsweise das Erzeugen von zufälligen Zahlen ohne die Vorgabe einer konkreten Umsetzung vorgestellt. Daher ist darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler immer wieder die Gelegenheit erhalten, ihre neu erworbenen Fertigkeiten und Kompetenzen in von der Lehrperson gezielt gewählten Projekten anzuwenden. In den ersten Unterrichtssequenzen können diese Projekte, wie dies in den beiden oben erwähnten Büchern vorgeschlagen wird, eher eng geführt sein, sodass es mit Sicherheit zu Erfolgserlebnissen kommt. Dennoch ist von entscheidender Bedeutung, dass auch die Story Cards bereits in der Anfangsphase eingesetzt werden, weil die kreative Arbeit damit ebenfalls erlernt werden muss. Im weiteren Verlauf des Schuljahres können die Schülerinnen und Schüler mit zunehmender Selbstständigkeit individuelle Projekte verfolgen. Die Entwicklung der Story Cards wurde durch die „Tiles IoT Cards“ [MGD17] inspiriert, wobei Letztere primär den Ideenfindungsprozess fokussieren, während die konkrete Umsetzung dieser Ideen nicht im Zentrum steht. In dieser Hinsicht unterscheiden sich die „Tiles IoT Cards“ denn auch von den neu entwickelten Kartensets, welche durch die Kombination von Skill Cards und Story Cards die praktische Umsetzung der eigenen Projekte nicht nur ermöglichen, sondern dies auch explizit zum Ziel haben.

Der Einsatz der beiden Kartensets erfolgt in verschiedenen Phasen des Lernprozesses: Mittels der Skill Cards werden wie erläutert die technischen Grundlagen aufgebaut, während die Story Cards die Funktion haben, die Schülerinnen und Schüler zum Erzählen einer Geschichte anzuregen. Es geht beispielsweise nicht darum, dass die Jugendlichen mit einem Distanzmesser eine LED zum Blinken und eine Melodie zum Erklingen bringen, sondern vielmehr darum, dass sie die Geschichte von einem Wichtel erzählen, der mit seinen Augen funkelt und zu pfeifen beginnt, wenn man in seine Nähe kommt. Oder die Jugendlichen erfinden eine digitale Schatztruhe, in der sie ein Geheimnis aufbewahren können, das nur an spezielle Freundinnen und Freunde weitergegeben wird. Während mit den Skill Cards auf der mittleren Taxonomiestufe nach Anderson und Krathwohl [AK01], das heißt auf der Stufe des Anwendens, gearbeitet werden kann, eignen sich die Story Cards aufgrund des Anspruchs einer kreativen Umsetzung für die Arbeit auf der höchsten Taxonomiestufe, derjenigen des Erschaffens oder Kreierens [Ro08]. Wie die Karten in einer Testklasse probeweise konkret eingesetzt wurden, wird nachfolgend im Sinne eines Praxisberichts kurz dargelegt.

4 Einsatz im Unterricht

In der Deutschschweiz wird Informatik im neu erarbeiteten gemeinsamen Lehrplan 21 in Kombination mit Medienbildung im 5. bis 7. sowie im 9. Schuljahr mit je einer Wochenlektion aufgeführt. Die Einführung des Lehrplans 21 findet in den verschiedenen Kantonen gestaffelt statt. Im Kanton der Testklasse wird das Schulfach „Medien und Informatik“ auf der Sekundarstufe I (7. bis 9. Klasse) mit Beginn des Schuljahres 2019/2020 eingeführt. Die nachstehenden Ausführungen beziehen sich auf die erste praktische Erprobung der Unterrichtsmaterialien in einer Klasse des 8. Schuljahrs. Im Anschluss daran werden Beobachtungen aus dem Unterricht und erste Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler berichtet.

4.1 Durchführung der Unterrichtssequenzen

Der Informatikunterricht in der Testklasse hatte im Sommer 2018 begonnen und erstreckte sich über das ganze Schuljahr. Die 12 Schülerinnen und Schüler (je zur Hälfte Mädchen und Jungen) besaßen zu jenem Zeitpunkt noch keine Informatikvorkenntnisse. Die im Folgenden berichteten Beobachtungen stammen aus dem ersten Schulhalbjahr, in welchem insgesamt 20 Informatik-Unterrichtssequenzen stattfanden. Der Autor des vorliegenden Beitrags fungierte zugleich als unterrichtende Fachlehrperson.

Den Schülerinnen und Schülern standen während des ganzen Schuljahrs sowohl ein persönlicher Laptop als auch je ein Calliope mini zur Verfügung. Obwohl der Calliope mini ursprünglich für die frühen Schuljahre konzipiert wurde, fiel die Wahl auf diesen Mikrocontroller, da er einen auf Physical Computing basierenden Unterricht ermöglicht und verschiedene Programmierumgebungen verfügbar sind. Die elementaren Programmierkonzepte wie Schleifen, bedingte Anweisungen oder Variablen wurden vornehmlich im Klassenunterricht, ergänzt durch Erklärvideos, aufgebaut. Zusätzlich wurden in der ersten Unterrichtssequenz zwei Skill Cards eingeführt: Die erste Skill Card beschrieb das Darstellen von Zahlen, Buchstaben und Symbolen auf der LED-Matrix des Calliope mini, mit der zweiten Karte konnte die Verwendung der beiden auf der Platine verbauten Taster erlernt werden. Dabei zeigte sich bereits eine erste Herausforderung bei der Arbeit mit den Skill Cards: Blockbasierte Programmierumgebungen wie MakeCode bieten jeweils alle verwendbaren Blöcke an, während auf den Skill Cards wegen ihrer beschränkten Größe und zur Erhöhung der Verständlichkeit nur der Umgang mit einer Auswahl der verfügbaren Blöcke vorgezeigt wird. Dies bereitete den Schülerinnen und Schülern jedoch wenig Mühe. Die meisten konzentrierten sich zwar hauptsächlich auf die konkret beschriebenen Blöcke, aber es gab auch solche, die andere Blöcke ausprobierten.

Neben der Arbeit mit neuen Skill Cards wurde im Klassenverband auch viel Zeit dafür aufgewendet, Wege aufzuzeigen, wie kreative Geschichten erzählt werden können, ohne dass man sich technisch überfordert. Mithilfe verschiedener Methoden, unter anderem aus dem Design Thinking [ID03], wurde mit den Schülerinnen und Schülern die

Herangehensweise im Kreativprozess thematisiert und vielseitig umgesetzt. Sie lernten dabei, ein Projekt zu planen, in Gruppen zusammenzuarbeiten, Prototypen herzustellen, zu testen und zu erweitern, den Prozess zu dokumentieren und ein finales Produkt herzustellen, das anschließend in der Klasse präsentiert wurde.

4.2 Beobachtungen und erste Rückmeldungen zum Unterrichtskonzept

Wie in Abschnitt 4.1. bereits erwähnt wurde, hatten die Schülerinnen und Schüler zuvor noch keine Programmiererfahrungen gesammelt. In einer informellen Befragung am Anfang des Schuljahres, in der nach den Einstellungen zur Informatik gefragt wurde, reichten die Antworten über das ganze Spektrum hinweg: Ein Schüler hielt fest, dass er beabsichtige, später eine Lehre als Informatiker zu beginnen, während ein anderer Schüler bereits in der ersten Lektion klarstellte, dass er Informatik „doof“ finde. Obwohl die Einstellungen zur Informatik zu Beginn der Unterrichtsreihe somit sehr unterschiedlich ausgefallen waren, arbeiteten die Schülerinnen und Schüler im Unterricht engagiert mit. Sie waren schnell in der Lage, selbst erste Programme zu erstellen und diese auf dem Calliope mini laufen zu lassen. Entsprechend erhielten die Jugendlichen schon in der zweiten Veranstaltung den Auftrag, eine eigene Projektidee zu entwickeln.

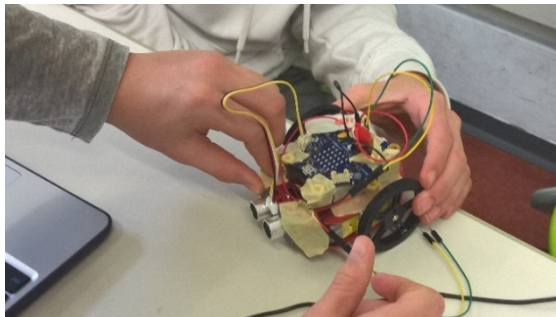


Abb. 5: Prototyp eines mithilfe des Calliope mini gesteuerten Radroboters

Da die Schülerinnen und Schüler im Laufe des ersten Schulhalbjahres unterschiedlich viele Story Cards erworben hatten, differenzierten sich die Niveaus im Unterricht fortlaufend aus. Dies ermöglichte es der Lehrperson, kleine Projektteams zusammenzustellen, in denen sich die einzelnen Schülerinnen und Schüler gut ergänzten. Die Jugendlichen organisierten sich aber auch selbst. So berichtete ein Schüler, dass er sehr gern mit einem anderen Schüler zusammenarbeite, weil dieser ein Experte im Umgang mit Hardware sei, während seine eigene Stärke im Programmieren liege (womit er das Entwickeln von geeigneten Algorithmen meinte). Ein anderer Schüler hatte beobachtet, dass eine Mitschülerin für ihr Projekt einen Entfernungsmesser nutzte (vgl. Abb. 5). Er bat sie um Hilfe, konnte sein eigenes Projekt entsprechend erweitern und erhielt nach einem kurzen Gespräch mit der Lehrperson selbst die Story Card mit dem Entfernungsmesser.

5 Fazit und Ausblick

Die im vorliegenden Beitrag vorgestellten Skill Cards und Story Cards wurden probenhalber bereits über ein halbes Schuljahr hinweg in einer Klasse des 8. Schuljahrs eingesetzt und dabei fortlaufend weiterentwickelt. Die verschiedenen Materialien haben sich bewährt. Während sich die Skill Cards erwartungsgemäß unkompliziert einsetzen ließen, musste für die Arbeit mit den Story Cards zu Beginn viel Zeit aufgewendet werden. Wie formative Leistungsdiagnosen während des Unterrichts ergaben, scheinen der angestrebte Kompetenzaufbau im Programmieren wie auch die Ziele der Kreativitätsförderung mehrheitlich erreicht worden zu sein. Darüber hinaus konnte eine Verbesserung der Zusammenarbeit in Teams beobachtet werden. Empirisch aussagekräftige Resultate werden jedoch erst am Ende des Forschungsprojekts vorliegen. Für das Schuljahr 2019/2020 ist eine erweiterte Erprobung in etwa drei bis fünf Klassen vorgesehen. Im Schuljahr 2020/2021 werden die Skill Cards und die Story Cards mit einem Mixed-Method-Ansatz umfassend evaluiert. Für die größer angelegte Evaluierungsphase ab 2020 wird das zurzeit noch zweckmäßig gehaltene Erscheinungsbild der Karten vereinheitlicht und ansprechender gestaltet. Sämtliche Materialien werden ab diesem Zeitpunkt öffentlich verfügbar sein.

Literaturverzeichnis

- [AK01] Anderson, L.; Krathwol, D.: A Taxonomy of Learning, Teaching, and Assessing, Longman, New York, 2001.
- [Be17] Bergner, N. et al.: Das Calliope-Buch: Spannende Bastelprojekte mit dem Calliope-Mini-Board, dpunkt.verlag, Heidelberg, 2017.
- [ID03] IDEO: IDEO Method Cards: 51 Ways to Inspire Design. William Stout Architectural Books, San Francisco, 2003.
- [Ki18] Kiefer, Ph.: Calliope mini: coden, basteln, entdecken, Vierfarben, Bonn, 2018.
- [MGD17] Mora, S.; Gianni, F.; Divitini, M.: Tiles: A Card-based Ideation Toolkit for the Internet of Things. In: Proceedings of the 2017 Conference on designing interactive systems. ACM, New York, S. 587-598, 2017.
- [PR18] Przybylla, M.; Romeike, R.: Impact of Physical Computing on Learner Motivation. In: Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research (Koli Calling '18). ACM, New York, Article No. 9, 2018.
- [Ro08] Romeike, R.: Kreativität im Informatikunterricht, Dissertation. Universität Potsdam, Potsdam, 2008.
- [Ru16] Rusk, N.: Scratch Coding Cards, No Starch Press, 2016.
- [TF09] Trilling, B., Fadel, C.: 21st century skills: learning for life in our times, Jossey-Bass, San Francisco, 2009.