

Klein, kreativ, Ozobot

Förderung von Kreativität und informatischem Denken durch spielerisches Programmieren

Karin Tengler¹

Zusammenfassung

Digitale Medien und der damit verbundene Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind aus dem Alltag der Kinder heutzutage nicht mehr wegzudenken. Gerade in der Primarstufe erschließen sich viele Möglichkeiten des spielerischen Einsatzes digitaler Medien, um den kompetenzorientierten Unterricht zu bereichern. Bisher beschränkten sich Didaktik und Forschung aber vor allem auf die Anwendungskompetenzen und den Umgang mit digitalen Medien. In letzter Zeit wurden sich Experten aber einig, dass man den informatischen Teilbereich nicht vernachlässigen darf und damit schon im Primarstufenbereich beginnen soll, um bereits hier einen Grundstein für die informatische Bildung zu legen und um mit spielerischem Programmieren, z.B. mit Robotern, informatisches Denken und kreatives Problemlösen zu fördern.

Dieser Beitrag widmet sich dem Thema der Kreativitätsförderung und der Einführung des informatischen Denkens in der Primarstufe und zeigt, wie die Einführung anhand von Lernprozessen, die durch spielerisches Programmieren von Robotern unterstützt werden, gelingen kann.

Abstract

Digital media and the associated use of information and communication technologies have become an important part of children's everyday lives. Especially in primary school, many possibilities for the playful use of digital media open up to enrich competence-oriented lessons. Up to now, however, didactics and research have been limited primarily to application skills and the use of digital media. Recently, however, experts have agreed that informatics should not be neglected. Beginning at primary level build the foundations for informatics education and promote Computational Thinking and creative problem-solving skills through playful programming, e.g. with robots.

This article focuses on the topic of creativity promotion and the implementation of Computational Thinking in primary education and how the introduction can be successful by learning processes that are supported by playful programming of robots.

Schlüsselwörter:

Primarstufe
Informatisches Denken
Kreativitätsförderung

Keywords:

Primary school
Computational Thinking
Fostering creativity

1 Einleitung

Digitalisierung ist eine der großen Herausforderungen für die weltweiten und auch nationalen Bildungssysteme. Auch in Österreich wurden aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung in der Vergangenheit einzelne Digitalisierungsinitiativen und unzählige Projekte des Bildungsministeriums ins Leben gerufen. Jedoch haben E-Learning und digitale Bildung gerade in der Primarstufe eher nur gemächlich Einzug in den Schulen gehalten, und das, obwohl schon im Jahr 2013 das digikomp4-Modell (digi.komp, 2020) für die Primarstufe entwickelt wurde, indem zu erreichende Kompetenzen in der digitalen Bildung für Schüler/innen der 4. Klasse abgebildet wurden.

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

E-Mail: k.tengler@ph-noe.ac.at

Zahlreiche Kompetenzmodelle, wie DigcompEDU, TPACK oder digikompP (DigCompEdu, 2019; Brandhofer et al., 2018), wurden sowohl für Lehrende als auch für Schüler/innen im Laufe der Jahre entwickelt. Um zeitgemäßen Unterricht anbieten zu können, benötigen Lehrpersonen besondere Kompetenzen und entsprechendes Material zur Implementierung digitaler Bildung.

Innovationen in Methodik und Didaktik sowie die Förderung der Kreativität und des Interesses an Technik sind Kompetenzen, die für eine Ausbildung von Lernenden im 21. Jahrhundert enorm bedeutsam sind und als Schlüsselkompetenzen (EU, 2006) formuliert wurden. Gerade das Phänomen der Kreativität vermittelt die Eigenschaften und Fähigkeiten, die ein Mensch braucht, um gewisse Probleme situations- und lösungsorientiert identifizieren und meistern zu können. Daher wird Kreativität als Bildungsprinzip auch im Grundsatzterlass „Ganzheitlich-kreative Lernkultur in den Schulen“ des BMBF (2009) gefordert.

2 Digitale Kompetenzen in der Primarstufe

Digitale Medien sind im Laufe der Zeit ein wesentlicher Teil des Alltags der Kinder geworden. Dies zeigt auch die KIM-Studie (mpfs, 2018), in der 6- bis 13-jährige Kinder gefragt wurden, mit welchen Medien sie zu Hause ausgestattet sind. 100 % der befragten Kinder verfügen über einen Fernseher, 98 % über Handys, 99 % über einen Internetzugang und 81 % über einen Laptop im Haushalt. Daher kann auch die Schule nicht mehr über die Verwendung digitaler Medien hinwegsehen und es sollte ihre Pflicht sein, alle Schülerinnen und Schüler mit Medienkompetenz auszustatten. In Österreich ist derzeit nur im Lehrplan der Sekundarstufe I die unverbindliche Übung „Digitale Grundbildung“ verankert, welche neben digitaler Kompetenz und Medienkompetenz auch politische Kompetenzen umfasst (BMBWF, 2020). Die im Lehrplan beschriebenen Kompetenzen sind in acht Kategorien gegliedert, neben den verpflichtenden Inhalten ist auch der schulautonome Vertiefungslehrstoff dargestellt. Für die Primarstufe steht momentan das Kompetenzmodell *digi.komp4* als Orientierungshilfe zur Verfügung, damit Schüler/innen am Ende der 4. Schulstufe digitale Kompetenzen aufweisen können. Es wurde 2013 vom Bundesministerium für Bildung entwickelt und besteht aus vier Kernbereichen: Informationstechnologie, Informatiksysteme, Anwendungen und Konzepte (*digi.komp*, 2020). Geplant ist aber, dass digitale Kompetenzen im zukünftigen Lehrplan der Primarstufe verankert werden, wobei Medienbildung und der reflektierte Umgang mit dem Internet sowie ein spielerischer Zugang zu Technik und Problemlösung im Vordergrund stehen (BMBWF, 2020). Daher hat der Grundsatzterlass zum Unterrichtsprinzip Medienerziehung (BMBF, 2014) weiterhin Bestand. Das Unterrichtsprinzip Medienerziehung gilt für alle Fächer. Kritisches und kreatives Denken und Handeln werden dabei besonders hervorgehoben. Obwohl digitale Bildung in der Primarstufe erst in den nächsten Curricula zu finden sein wird, herrscht dennoch Einigkeit darüber, dass digitale Bildung in der Primarstufe in den Fächern integriert umgesetzt werden sollte (Brandhofer et al., 2018).

Die deutsche Kultusministerkonferenz (KMK, 2016) formuliert in ihrem Kompetenzmodell, das sich aus drei europäischen Rahmenmodellen, darunter auch der europäische Kompetenzrahmen DigComp 2.1 (Brandhofer et al., 2018), zusammensetzt, Kompetenzbereiche für Lernende als Auflistung von sechs Kernbereichen, die für alle Schultypen, somit auch für die Primarstufe, gelten:

- (1) Wissen aneignen durch *Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren*
- (2) *Kommunizieren und Kooperieren* unter Nutzung digitaler Systeme
- (3) *Produzieren und Präsentieren* mit digitalen Werkzeugen
- (4) *Schützen und sicher Agieren* und bedarfsgerechter Einsatz digitaler Werkzeuge und Systeme
- (5) *Problemlösen und angemessenes Handeln* und Verhalten gegenüber schutzwürdigen Belangen
- (6) *Analysieren und Reflektieren* von digitalen Medien in der Gesellschaft und Wirtschaft

Döbeli Honegger (2016, S. 76 f.) formuliert, „dass es offensichtlich und auch weitgehend unbestritten ist, dass Schülerinnen und Schüler digitale Werkzeuge effizient und mündig verwenden können sollten. Die Forderung nach diesem Unterfangen hatte schon zahlreiche Namen: Informatik, Medienkunde, Informatische Bildung, Medienkompetenz, ...“ Allerdings beschränken sich die vermittelten Kompetenzen bis jetzt auf die Anwendung von und den Umgang mit digitalen Medien oder sind zumindest ein weiteres Ziel der Allgemeinbildung geworden (Döbeli Honegger, 2016). Da unter Expertinnen/Experten die Forderung nach der technologischen Perspektive laut wurde, wurde von der Gesellschaft für Informatik das Modell des Dagstuhl-Dreiecks (GI, 2016, S. 3) vorgestellt. Es enthält drei Perspektiven der digitalen Bildung und Erscheinungsformen für die Schule (Abb. 1):

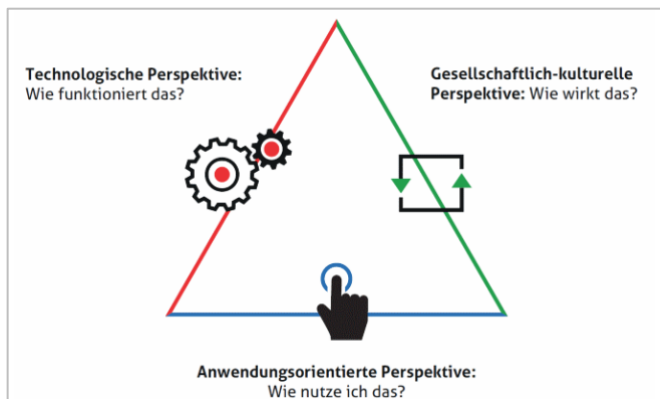


Abbildung 1: Dagstuhl-Dreieck (CC-BY-SA Beat Döbeli Honegger und Renate Salzmann)

Im Rahmen der Dagstuhl-Erklärung einigten sich Expertinnen und Experten darauf, dass es drei Bereiche der digitalen Kompetenzen gibt, die einander gegenseitig ergänzen: die technologische Perspektive, die gesellschaftlich-kulturelle Perspektive und die anwendungsorientierte Perspektive (GI, 2016). Da Informations- und Kommunikationstechnik nach Meinung von Expertinnen/Experten nur mit dem Erwerb informatischer Kompetenzen und einer umfassenden informatischen Bildung auch in anderen Fächern nachhaltig und erfolgreich einsetzbar wird, formulierten Best et al. (2017) Ziele für die informatische Bildung in der Primarstufe. In diesem Dokument werden die Kompetenzen für den Primarbereich ausgewiesen, die alle Schüler/innen am Ende der vierten Klasse erworben haben sollten. In der Literatur findet man dazu den Begriff des Computational Thinking oder übersetzt des informatischen Denkens. Gervé (2019) beschreibt, dass die Forderung nach informatischer Grundbildung zwar wichtige Impulse bringt, aber dennoch der Umfang ihres Anspruchs unter Berücksichtigung von zeitlichen, materiellen und personellen Ressourcen stehen sollte.

2.1 Begriffsklärung: Computational Thinking

Den Begriff des Computational Thinking prägten der frühere Piaget Student Seymour Papert (Vertreter des Konstruktivismus als Bezeichnung für das Lernen durch Konstruieren, Erfinder der Programmiersprache LOGO) (Döbeli Honegger, 2016, S. 92) und Jeanette Wing, eine US-amerikanische Informatikerin, die bei Computational Thinking von einem Gedankenprozess spricht, der sowohl die Formulierung eines Problems als auch die Repräsentation der Problemlösung so darstellt, dass sie von Menschen oder durch Maschinen ausgeführt werden könnte (Wing, 2006). Jeannette Wing (2010) sprach zur Eröffnung des Heidelberger Instituts für Theoretische Studien (HITS) über das Thema *Computational Thinking*. „Eine konkrete Definition für diesen Begriff gibt es nicht“, resümierte Jeannette Wing. Vielmehr sei es eine neue Art, zu denken und Probleme zu lösen. *Computational* soll dabei nicht ausdrücken, dass Menschen so denken sollen wie ein Computer. „Computer sind ausdruckslos und langweilig; Menschen sind intelligent und einfallsreich“, so Jeannette Wing (2010, S. 1). Deshalb soll die Funktion eines Computers, kombiniert mit der Intelligenz des Menschen, zur Lösung von Problemen beitragen.

Laut Definition der ISTE und CSTA (2011) ist Computational Thinking ein Problemlösungsprozess, der aus folgenden Eckpunkten besteht:

- Probleme so formulieren, dass sie mit einem Computer und verschiedenen Tools gelöst werden können
- Daten logisch organisieren und analysieren
- Repräsentationen von Daten durch Modelle und Simulationen herstellen
- Algorithmisches Denken
- Identifizieren, Analysieren und Implementieren möglicher Lösungen mit dem Ziel, effiziente wie ebenso effektive Kombinationen von Abläufen und Ressourcen zu finden
- Generalisieren und Transferieren des Problemlöseprozesses in andere Kontexte

Bei BBC Bitsize (2017) findet man ähnliche Elemente im Modell des Problemlösungsprozesses durch Computational Thinking:

- *Decomposition – komplexe Probleme in kleinere Teile logisch gliedern*
- *Pattern Recognition – Muster erkennen und beschreiben*
- *Algorithm Design – logische Anweisungen und Lösungsstrukturen gestalten*
- *Abstraction – abstrakte Konzepte entwickeln*
- *Generalize Patterns and Models – verallgemeinernde Muster und Modelle für unterschiedliche Handlungskontexte nutzbar machen*

2.2 Warum Computational Thinking in der Primarstufe?

Warum sollten digitale Bildung und Computational Thinking im Lehrplan der Primarstufe verankert werden? Es gibt mehrere Ansätze zur Legitimation des Lernens mit digitalen Medien und über digitale Medien, die schon ausführlich behandelt wurden: „Methodenvielfalt, Wechselwirkung, Arbeitswelt, Lebenswelt und Handlungsreflexion sind fünf Ansätze zur Legitimierung des Einsatzes digitaler Medien im Unterricht“ (Brandhofer, 2017, S. 2). Es sollte unbestritten sein, dass Lernen mit digitalen Medien und über digitale Medien ein wesentlicher Bestandteil zeitgemäßen Unterrichts ist. „Wenn digitale Medien zunehmend unser Denken und Handeln prägen, so wird es auch wichtiger, dass Kinder und Jugendliche Medien nicht nur effizient, sondern auch kritisch und mündig nutzen“ (Döbeli Honegger, 2016, S. 80). Futschek (2016, S. 5) meint: „Es muss auch unbedingt betont werden, dass das Computational Thinking in allen Altersstufen vom Kindergarten bis zur Reifeprüfung und natürlich auch darüber hinaus gelernt und gelehrt werden kann.“ Auch Weigend (2009) schreibt, dass Kinder ab der dritten Klasse keine grundsätzlichen Schwierigkeiten haben, wesentliche Ausdrucksmittel einer Programmiersprache zu begreifen und anzuwenden. Computational Thinking beinhaltet nicht nur das „Erlernen einer Programmiersprache“, sondern es geht „vielmehr um kritische Reflexion“ (Knierzinger & Bachinger, 2016, S. 20).

Die stets steigende Informationsflut wird dazu führen, dass Schülerinnen und Schüler mit einer anderen Art des Lernens konfrontiert werden. Weller (2011) nennt das eine „Pädagogik des Überflusses“. Durch den digitalen Wandel wird ein lebenslanges Lernen selbstverständlich dazugehören. Menschen müssen lernen, aus vielen gesammelten Informationen für sie Brauchbares herauszufiltern. Dazu muss man in der Lage sein, Probleme zu erkennen und diese dann lösen zu können (Weller, 2011). „Algorithmisches Denken ist die Grundlage des Verstehens und Lösens vielschichtiger Problemstellungen aus Schule und Alltag sowie der Wegbereiter für die Entwicklung der eigenen kreativen Schaffenskraft (Making). Kombiniert mit spielerischen Methoden (Game Based Learning) können hohe Motivation und nachhaltige Lernerträge bei Mädchen und Burschen gleichermaßen in der Primar- und Sekundarstufe erzielt werden“ (eEducation, 2017). Wichtig ist, dass das Programmieren im Unterricht so gestaltet wird, dass es tatsächlich die Kreativität der Kinder fördert, algorithmisches Denken entwickelt wird und man nicht bei „Rekonstruktion und Dekonstruktion vorhandener Inhalte verharrt“ (Brandhofer, 2017, S. 57).

2.3 Wie gelingt es, Computational Thinking in die Schule zu bringen?

Es gibt bereits Studien zu lernpsychologischen Voraussetzungen (Anders, 2013; Schwill, 2001), die dafür sprechen, dass informatische Bildung bereits in der Primarstufe möglich ist und dass die Kinder prinzipiell in der Lage sind, einfache informatische Konzepte nachzuvollziehen und umzusetzen. Dies gilt für Mädchen und Buben gleichermaßen. Hier eignet sich auch die Theorie des Konstruktivismus von Papert, des Erbauens, des Begreifbarmachens (Papert, 1996). Um sich das Prinzip der Haptik zunutze zu machen und damit das informatische Denken begreifbar werden zu lassen, sind gerade in der Primarstufe programmierbare Roboter sehr gut als Einstieg geeignet, denn die Kinder sehen anhand der Ausführung des Roboters, ob sie tatsächlich das programmiert haben, was auch das Ergebnis sein soll (Bachinger et al., 2017). Programmierbare Roboter tragen zur Entwicklung von Problemlösungsstrategien sowie zur Förderung digitaler Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler bei. Ihr Einsatz eignet sich besonders, um „haptisches Begreifen mit algorithmischem Denken in spielerischen Lernsettings zu CT zu verbinden“ (Himpsl-Gutermann et al., 2018, S. 30). Denn ein Roboter ist ein greifbares Objekt, mit dem man durch programmierte Anweisungen mit der Umgebung interagieren kann. Es ist ein Werkzeug für die Entwicklung kognitiver Fähigkeiten durch Spiel, Kreativität oder die Lösung von Herausforderungen (Esteve-Mon et al., 2019). „Für die Schule und das Erlernen durch Jugendliche müssen die Konzepte der Computerwissenschaft mit Hilfe geeigneter Beispiele und Aufgaben altersgerecht aufbereitet werden. Dies ist für alle Altersstufen möglich, altersgerechte Systeme, Roboter und Software, können das unterstützen“ (Futschek, 2016, S. 4). Der Einsatz von Robotern ist nicht nur motivierend im Klassenzimmer,

sondern ermöglicht aufgrund seiner technologischen Eigenschaften auch die Gestaltung von Aktivitäten, die sowohl problemlösungsorientiertes Denken als auch Fähigkeiten im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen und mathematischen Fertigkeiten fördern.

Beispiele für diese Roboter sind Ozobots, kleine Roboter, die einer Linie folgen und im Kapitel 2.4 näher beschrieben werden. Der Vorteil dieser Roboter ist, dass sie für einen leichten Einstieg geeignet sind und die Möglichkeiten der Erweiterung und Komplexität der zu erfüllenden Aufgaben nach oben offen sind. Da das *Be-Greifen* und Handeln in Lernprozessen gerade bei jüngeren Kindern im Vordergrund stehen, eignen sich programmierbare Roboter besonders, um Schülerinnen und Schülern eine Einführung in das informatische Denken zu bieten. Der Ozobot erweist sich gerade hier als entsprechendes Hilfsmittel zum Aufbau eines informatischen Basiswissens und einer problemlösungsorientierten Denkweise (Geier & Ebner, 2017).

Knierzinger und Bachinger (2016, S. 21) nennen folgende Schlüsselfaktoren, die zu einem erfolgreichen Unterricht mit Coding unabhängig von der Altersstufe führen:

- eine steigende und stets angepasste Abstraktion,
- für die jeweilige Unterrichtssituation richtig ausgewählte Werkzeuge und
- eine Lernatmosphäre, die Kreativität und Begeisterung erlaubt.

2.4 Programmieren lernen mit Ozobots

Ein Ozobot ist ein ca. 2,5 cm breiter Roboter, der sich auf zwei Rädern bewegt und mit Hilfe von Farbsensoren Linien folgt und Farbcodes erkennt. Grundsätzlich kann er auf zwei verschiedene Möglichkeiten programmiert werden.

Programmierung mit Farbcodes

Dazu benötigt man nur Papier und Stifte. Linien und Farbcodes werden einfach auf Papier gezeichnet. Mit Hilfe vorgegebener Farbcodes befolgt der Ozobot Befehle (Abb. 2) wie Richtungsänderungen, Veränderung der Geschwindigkeit, aber auch verschiedene Spezial-Moves, wie z.B. Zickzack-Bewegungen. Genaues Zeichnen der Linien und Farbcodes ist wichtig, damit der Roboter seine Befehle erfolgreich ausführt. Eine weitere Möglichkeit statt des Zeichnens der Befehle besteht darin, diese mittels roten, blauen und grünen Klebepunkten auf den Linien zu platzieren.

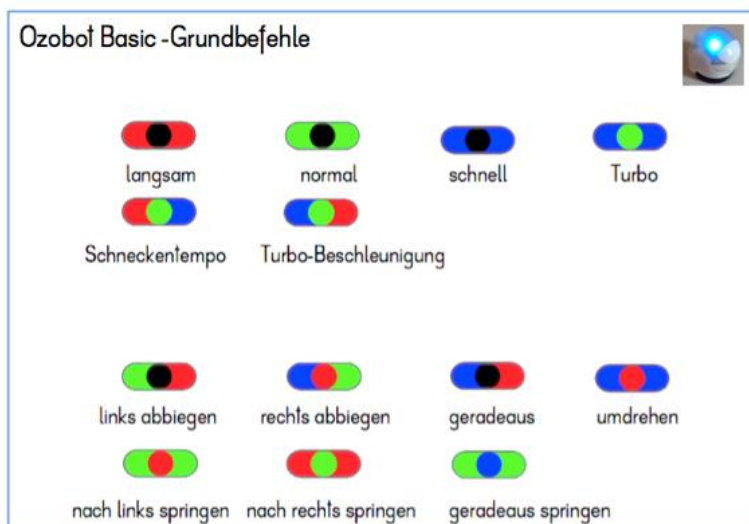


Abbildung 2: Ozobot Grundbefehle

Im Übrigen besteht ebenso die Möglichkeit, Linien und Codes auf einem Tablet zu zeichnen. Es gibt dazu kostenlose Ozobot-Apps:

Android: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.evolve.ozobot>

iOS: <https://itunes.apple.com/us/app/ozobot/id910831867?mt=8>

Programmierung mit Ozoblockly

Der Ozobot ist auch über die visuelle Programmiersprache Ozoblockly (<https://ozoblockly.com>), ähnlich wie Scratch, programmierbar (Abb. 3). Die Programmierung erfolgt am Rechner, Tablet oder Smartphone. Sie besteht dabei durch ihre relativ einfache Bedienung und die simple Übertragung vom Bildschirm auf den Ozobot, bei der die Befehle mittels Farbsignalen auf den Ozobot geladen werden.

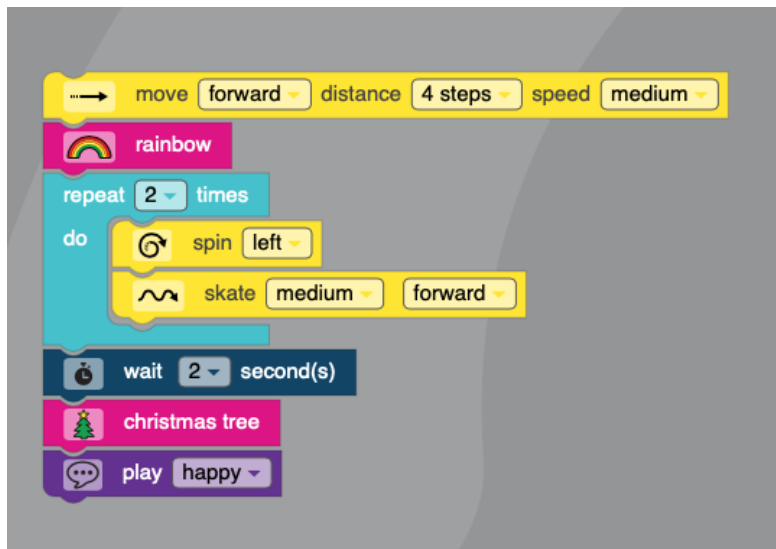


Abbildung 3: Visuelle Programmiersprache Ozoblockly

2.5 Ozobots im Unterricht

Die Arbeit mit dem Ozobot ermöglicht auf spielerische Art und Weise, Kompetenzen in den Bereichen Medien und Informatik, Natur und Technik zu erzielen, aber auch Teamfähigkeit, Kollaboration und Sozialkompetenz zu fördern. Durch den einfachen Einstieg in die Programmierung des Ozobots können bereits jüngere Kinder, empfehlenswert ab der 2. Schulstufe, mit den kleinen Robotern arbeiten. „Durch die einfache Handhabung des Ozobots wird ermöglicht, den kleinen Roboter bereits in einer einzigen Unterrichtseinheit sinnvoll einzusetzen und die gesetzten Lernziele zu erreichen“ (Geier & Ebner, 2017, S. 2). Da die kleinen Roboter auf verschiedenen Niveaustufen verwendet werden können, eignen sie sich zum einfachen Programmieren bis hin zu komplexeren Aufgabenstellungen und Programmierlösungen. Das algorithmische Denken wird im Besonderen durch die Nutzung der Programmierumgebung Ozoblockly gefördert. Durch ihren vielfältigen Einsatzbereich bieten sich zahlreiche Anlässe und Möglichkeiten der Kreativitätsförderung im Zuge eines interdisziplinären Zugangs in der Primarstufe. Der Einsatz des Ozobots reicht von der Anwendung im Mathematikunterricht über künstlerisch-kreative Gestaltung der Ozobots und ihrer Umgebung bis hin zur Förderung im Deutschunterricht, wie die im Kapitel 3.2 exemplarisch vorgestellte Unterrichtseinheit im Rahmen von Storytelling. Im nächsten Kapitel wird die Förderung der Kreativität näher betrachtet.

2.6 Kreativitätsförderung

Im Hinblick auf zeitgemäßes Lehren und Lernen kommt man nicht umhin, das 4C-Modell zu erwähnen, das Lern- und Innovationsfähigkeiten definiert. Die vier Cs, im Deutschen die vier Ks, kritisches Denken, Kreativität, Kommunikation und Kollaboration sind, trotz immer wieder aufkommender Kritik am Modell (Mihaljovic, 2017), die bei weitem am meisten geforderten Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts. Sie stellen eine von vier Dimensionen im Konzept der Bildungsziele und Bildungsinhalte dar (Muuß-Merholz, 2019). Besonders Kreativität bildet dabei

eine sehr bedeutende Fähigkeit ab, die Schülerinnen und Schüler erlernen sollten. Sie ist notwendig, um innovative Lösungen für die vielen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu entwickeln (Fadel, Bialik & Trilling, 2017). Für den Begriff der Kreativität gibt es allerdings mehrere Definitionen. Die in der Forschungsliteratur weitgehend verbreitetste Definition von Kreativität definiert kreative Individuen als diejenigen, die die Fähigkeit zu divergentem Denken, einschließlich der Entwicklung neuer Ideen, Flexibilität und Originalität, besitzen (Guilford, 1968). Kreativität und die Förderung von Kreativität werden heute zu einem immer wichtigeren Thema in der Bildung, weil die Förderung von Kreativität den Prozess des Wissenserwerbs ergänzt und verbessert. Ein ergebnisoffenes, problemorientiertes Lernen regt das kreative Denken der Lernenden eher an als klassische Übungen und Aufgaben, für die es nur eine richtige Antwort gibt (Fadel, Bialik & Trilling, 2017). Aufgrund der Vielzahl der Definitionen bleiben im Bereich der Kreativitätsforschung viele Fragen offen (Jahnke, 2011). Daraus resultiert ein Mangel an verlässlichen Instrumenten zur Messung der Kreativitätsförderung in der Grundschule, insbesondere wenn es um Kreativität im Zusammenhang mit der frühen Informatik geht. Dennoch sind sich die Expertinnen und Experten einig, dass spielerisches Programmieren, z.B. mit Robotern, das Computerdenken und kreatives Problemlösen fördern kann (Brandhofer, 2017). Denn Kinder entwickeln durch den spielerischen Zugang kreatives Tun und Handeln und fördern ihre Problemlösefähigkeit, wenn sie neue und innovative Lösungen, z.B. beim Programmieren von Ozobots, finden, indem sie Neues ausprobieren und die Aufgabe aus verschiedenen Perspektiven betrachten. Eine frühzeitige Vermittlung informatischer Denkweisen und Problemlösekompetenzen mittels informatischer Methoden qualifiziert Schülerinnen und Schüler sowohl „für eine fundierte und reflektierte Nutzung von als auch die kreative Gestaltung der eigenen Lebenswelt mit Informatiksystemen“ (Bergner et al., 2017, S. 134).

Jahnke, Haertel & Winkler (2011) erforschten im Rahmen einer empirischen Studie Kriterien zur Kreativitätsförderung in der Hochschullehre und entwickelten ein Modell, indem sechs Facetten der Kreativitätsförderung (Abb. 4) identifiziert wurden. Liebscher (2017) verwendete das Modell in ihrer Dissertation, bei der sie das didaktische Design beim Unterrichten mit mobilen Endgeräten und ihren Zusammenhang mit Kreativitätsförderung untersuchte. Da dieses Rahmenmodell der Facetten der Kreativitätsförderung auch für die Anwendung in der Primarstufe und den Einsatz von programmierbaren Robotern adäquat erscheint, wurde es im Rahmen der Lesson-Study-Forschung, die in Kapitel 3.2 beschrieben wird, angewendet und die Beobachtungen während der Forschungsstunde den entsprechenden Facetten (Tab. 1) zugeordnet und interpretiert.



Abbildung 4: Facetten der Kreativitätsförderung

3 Computational Thinking in der Praxis

In diesem Kapitel wird auf das Projekt der „Märchenhaften Informatik“ (Tengler, Sabitzer & Rottenhofer, 2019) näher eingegangen und ein Blick auf ein Teilprojekt davon, das im Rahmen des Lesson-Study-Projektes durchgeführt wurde, vorgestellt.

3.1 Märchenhafte Informatik

Das Projekt „Märchenhafte Informatik“ versteht sich als work in progress und soll eine Ideensammlung beinhalten, die es Lehrenden ermöglicht, eine Verbindung zwischen digitalen Medien und einer Förderung der Lese-, Sprech- und Schreibkompetenzen im Kontext mit Märchen zu schaffen. Die Idee hinter dem Projekt, das im Rahmen einer universitären Lehrveranstaltung entwickelt wurde, war es, die Motivation, die durch den Einsatz von Robotern, wie schon in vorherigen Projekten festgestellt wurde, entsteht, mit Kompetenzbereichen aus verschiedenen Fächern zu verbinden. Das Projekt „Märchenhafte Informatik“ zielt darauf ab, problemlösungsorientiertes Denken zu fördern, Kernkonzepte der Informatik spielerisch darzustellen und Materialien für die Primarstufe zu entwickeln. Die Entwicklung des Projektes fand in Anlehnung an die Konzeption des Projektes „Informatics – A Child’s Play“ (Sabitzer et. al, 2014) statt.

Das Projekt gliedert sich in drei Teile:

- Einführung in informatisches Denken ohne Computer – Computer Science unplugged
- Programmieren mit Robotern und Verwendung visueller Programmiersprachen
- Fächerübergreifender Einsatz digitaler Medien

Aufgebaut ist das Projekt auf den vier Grundprinzipien des kreativen Lernens von Mitchel Resnick (2014), weil diese eine zentrale Rolle bei der Heranführung an informatisches Denken spielen.

Projects: Die Lerninhalte sollen in einen Projektrahmen eingebettet werden, denn Menschen lernen am besten, wenn sie aktiv an sinnvollen Projekten arbeiten.

Peers: Die Arbeitsprozesse sollen idealerweise in Gruppen durchgeführt werden. Da Zusammenarbeit und Interaktion zu einer erfolgreicherer Umsetzung des Projektes beitragen.

Passion: Der Arbeitsrahmen soll in einer für Schüler und Schülerinnen begeisternden Aufbereitung geplant werden, damit bei der Problemlösung eine Leidenschaft für das Thema entsteht. Wenn Menschen an Projekten arbeiten, die ihnen wichtig sind, arbeiten sie länger und härter, bestehen auf Herausforderungen und lernen dabei mehr.

Play: Problemstellungen sollen möglichst in eine spielerische Umgebung eingebettet werden. Lernen bedeutet spielerisch experimentieren und Neues ausprobieren, mit Materialien basteln, Grenzen testen, Risiken eingehen und immer wieder wiederholen.

3.2 Praktische Umsetzung einer Unterrichtseinheit

Im Schuljahr 2019/20 fanden im Rahmen des Forschungsprojektes „Lesson Study – Lernen mit Wissenspartnern“ (<https://www.ph-noe.ac.at/de/lessonstudy.html>) zwei Einheiten der Forschungsstunde mit Ozobots in einer dritten und einer vierten Schulstufe zweier niederösterreichischen Volksschulen und im Rahmen der Präsentation der Lesson-Study-Projekte auch in einer vierten Klasse der Praxisvolksschule der Pädagogischen Hochschule statt.

Lesson Study ist eine sehr spezifische Form der Aktionsforschung, wie sie von Altrichter & Posch (2007) beschrieben wird. Lesson Study ist ein komplexer Prozess, eine strukturierte Unterrichtsforschung mit dem Ziel, die Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern besser zu verstehen und Möglichkeiten zu entwickeln, sie in ihren Lernprozessen noch intensiver zu unterstützen. Lesson Study setzt direkt im Klassenzimmer an und konzentriert sich auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler, nicht auf die Lehrerin oder den Lehrer (Dudley, 2014). Die Ergebnisse der Beobachtung werden ausgewertet und dienen als Grundlage für die Überarbeitung der Unterrichtsplanung. Insgesamt geht es bei Lesson Study um eine kollaborative Unterrichtsplanung und -reflexion, die zu einer Erweiterung des Handlungsrepertoires der Lehrerinnen und Lehrer im Hinblick auf die Lernprozesse

ihrer Schülerinnen und Schüler führen soll (Dudley, 2014). Der Prozess der Lesson Study findet in mehreren Phasen statt, um dann in einem zweiten Zyklus wieder von vorne zu beginnen (Mewald, 2019).

Um das didaktische Design und die Wirksamkeit der Materialien zur Förderung der Kreativität zu untersuchen, wurde eine Unterrichtseinheit zur Einführung in das Programmieren mit Ozobots durchgeführt und ausgewertet. Die Forschungsfrage lautete, ob Aspekte der Kreativität bei der Programmierung von Ozobots identifiziert werden können.

Die Forschungsstunde war eine Einführung in die Programmierung von Ozobots (Abb. 5). Sie begann mit einer Beschreibung des Ozobots und seiner Funktionsweise. Danach wurde ein erster Programmierversuch mit Papier und Stiften durchgeführt. Anhand der Ozobot-Basiskartei (https://eis.ph-noe.ac.at/wp-content/uploads/2017/05/ozobot_Kartei_gesamt.pdf) wurden die Lernenden mit den ersten Programmierbefehlen vertraut.



Abbildung 5: Programmierversuche mit dem Ozobot

Da neben der Einführung in informatisches Denken auch ein Schwerpunkt auf die Förderung der Kreativität gelegt werden sollte, wurde bewusst ein Thema gewählt, das den meisten Kindern vertraut ist und möglicherweise dazu dient, Kreativität anzuregen. Die Auswahl fiel auf den Themenbereich Märchen. Zur Umsetzung der Forschungsstunde wurde die Unterrichtseinheit „Rotkäppchen“ aus dem Projekt der „Märchenhaften Informatik“ (Tengler, Sabitzer & Rottenhofer, 2019), in dem Unterrichtseinheiten zum Thema digitale Medien im Kontext mit Märchen enthalten sind, ausgewählt. Die Aufgabe der Schüler/innen war es, den Ozobot so zu programmieren, dass er den Weg des Rotkäppchens durch den Wald, vorbei am Wolf, zur Großmutter fahren konnte (Abb. 6). Bestimmte Programmierbefehle, wie z.B. rechts abbiegen, schneller werden etc., sollten im Zuge dessen integriert werden.



Abbildung 6: Unterrichtseinheit Rotkäppchen

Darüber hinaus hatten die Schüler/innen die Möglichkeit, Kostüme für den kleinen Roboter (Abb. 7) zu entwerfen, sodass der Ozobot als Rotkäppchen oder als Wolf unterwegs war.



Abbildung 7: Ozobot als Rotkäppchen

Die Beobachtungen zeigten, dass das Design der Forschungsstunde zur Förderung der Kreativität in beiden Klassen gleichermaßen beiträgt. Nach der Auswertung der Beobachtung und der Protokolle wurden die Beobachtungen den Facetten der Kreativitätsförderung (Tabelle 1) zugeordnet. Dabei wird klar ersichtlich, dass Aspekte der Kreativitätsförderung bei der Programmierung mit Ozobots in Verbindung mit Märchen (Tengler, Sabitzer, & Kastner-Hauler, 2020) identifiziert werden konnten.

Facetten der Kreativitätsförderung	Beschreibung	Forschungsstunde: Ozobots
Entwicklung neuer, origineller Ideen	Neue Lösungswege finden, Fehler zulassen	Verschiedene Programmierbefehle anwenden, um das Ziel zu erreichen
Förderung einer neuen Denkkultur	Betrachtung des Themas aus mehreren Perspektiven, Bezüge zu anderen Disziplinen herstellen	Fächerübergreifendes Anwenden, Verbindung des Roboters mit Märchen
Förderung kreierenden Lernens	Etwas schaffen, Texte, Präsentationen, Lösungen finden	Märchenfiguren schaffen, Pläne zeichnen
Neugier und Begeisterung fördern und Lernmotivation steigern	Schüler/innen begeistern, um Neues auszuprobieren	Motivation, einfache Programmierbefehle kennenzulernen, Begeisterung für CS
Förderung selbstständigen Lernens	Eigene Fragenstellungen entwickeln, Lernprozess selbst organisieren	Lernprozess mit Hilfe der Kartei selbst organisieren
Förderung reflektierenden Denkens	Über die Aufgabenstellung hinaus arbeiten, kritisch hinterfragen	Kritisches Hinterfragen, wo die Grenzen der Programmierung mit Papier und Stift liegen

Tabelle 1: Facetten der Kreativitätsförderung – Forschungsstunde Ozobot

Die Schülerinnen und Schüler gingen sehr interessiert an die Aufgabenstellung heran und es kamen viele Fragen bezüglich der Programmierung und des Verhaltens des Ozobots. Die Lernenden stellten zuerst Hypothesen auf, z.B. ob die Programmiercodes auch dann funktionieren, wenn sie auf verschiedenfarbigen Linien gezeichnet werden, und überprüften diese dann. Motivation und Begeisterung waren bei allen Schülerinnen und Schülern in beiden Klassen zu beobachten. Ebenso wurden einige neue Aufgaben von den Kindern gefunden: „Lasst uns ein Rennen mit den Ozobots veranstalten und die Codes benutzen, um sie zu steuern!“

Interessant war, zu beobachten, dass die Lernenden das Thema des Märchens gleich gut aufgegriffen haben und nach einer kurzen Besprechung, welche Details im Märchen vorkommen, sofort wussten, welche Befehle für den Ozobot verwendet werden mussten.

Unterschiede zwischen dritter und vierter Schulstufe konnten nur hinsichtlich der Organisation innerhalb der Gruppen festgestellt werden. Dennoch war bemerkenswert, dass die Zusammenarbeit gut funktionierte, nachdem geklärt war, wer was und wann tun sollte.

Es gab auch keine Unterschiede in den Programmierfähigkeiten oder der Motivation in Bezug auf das Geschlecht.

Beim Feedback der Kinder, die anhand der Fünf-Finger-Methode durchgeführt wurde, gab es nur positive Rückmeldungen und die unbedingte Forderung nach weiterem Einsatz der Ozobots.

4 Fazit und Ausblick

Durch die einfache Einführung in die Programmierung von Ozobots können Lernende der Primarstufe problemlos mit den kleinen Robotern arbeiten und so erste Einblicke in die Fähigkeiten des problemlösenden Denkens gewinnen. Ihr Aussehen und ihre Fähigkeit, Linien zu folgen, wirken auf die Schüler/innen faszinierend und motivierend. Dies könnte eine gute Möglichkeit bieten, das Interesse an Programmierung und Informatik bereits in der Primarstufe zu wecken. Durch seine vielfältigen Anwendungen und Aufgaben aus dem Alltag und der Umwelt der Kinder lässt sich der Ozobot nicht nur gut in den Unterricht in verschiedenen Fächern integrieren, sondern eignet sich auch zur Förderung der Kreativität. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Entwicklung problemlösenden Denkens und die Förderung der Kreativität als wichtige Aufgaben in der Ausbildung der Lernenden gesehen werden sollten.

Da eine Weiterführung des Lesson-Study-Projekts mit den Ozobots im Sommersemester 2019/20 aufgrund der COVID-19-Pandemie und der damit einhergehenden Schulschließungen im Sommersemester nicht mehr durchgeführt werden konnte, wurde der nächste Zyklus der Lesson Study auf das kommende Schuljahr verschoben.

Außerdem wäre es empfehlenswert, in einer weiteren Studie zu untersuchen, welche weiteren Kompetenzen beim spielerischen Programmieren mit Ozobots in der Primarstufe identifiziert werden können und wie eine Implementierung informatischer Bildung in der Primarstufe erfolgreich gelingen kann.

Literatur

- Anders, Y. et al. (2013). *Wissenschaftliche Untersuchung zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“*. Band 5, Schubi Lernmedien 2013.
- Altrichter, H. & Posch, P. (2007) *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht*. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. 4., überarbeitete und erweiterte Auflage. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Bachinger, A. (2016). *Denken lernen – Probleme lösen. Projektbeschreibung*. http://projekte.ibach.at/beebot-arge/ress/projekt_problemloesen_bmf_v5.pdf
- BBC Bitsize (2017). *Introduction to computational thinking*. <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>
- Bergner, N. et al. (2017). Zieldimensionen für frühe informatische Bildung im Kindergarten und in der Grundschule. *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt*.
- Best, A. et al. (2017). *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich*. Gesellschaft für Informatik e.V. Bonn. https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung_Kompetenzen_informatische_Bildung_Primarbereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Brandhofer, G., (2017) *Coding und Robotik im Unterricht*. In Erziehung und Unterricht 7-8, Verlag: ÖBV, Wien, S. 51–58, 2017.
- Brandhofer, G. et al. (2018). Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. Nationaler Bildungsbericht Österreich. https://www.bifie.at/wp-content/uploads/2019/03/NBB_2018_Band2_Beitrags_8.pdf
- BMBWF (2009). *Grundsatzpapier „Ganzheitlich-kreative Lernkultur in den Schulen“*. https://bildung.bmbwf.gv.at/ministerium/rs/2009_15.html
- BMBWF (2014). *Unterrichtsprinzip Medienerziehung – Grundsatzpapier*. Wien: Herausgeber. https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/uek/medienerziehung_5796.pdf
- BMBWF (2020). *Digitale Grundbildung*. <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/zrp/dibi/dgb.html>
- DigCompEdu (2019). *Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden*. Europäischer Rahmen für die Digitale Kompetenz von Lehrenden. https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_leaflet_de-2018-09-21.pdf
- digikomp (2020). *Digitale Kompetenzen in der Volksschule. digikomp4 – Das Kompetenzmodell*. <https://digikomp.at/index.php?id=542&L=0>
- Döbeli Honegger, B. (2016). *Mehr als 0 und 1. Schule in einer digitalisierten Welt*. Bern: hep verlag ag.
- Dudley, P. (2014). *Lesson Study: a handbook*. United Kingdom. Retrieved from URL: <http://lessonstudy.co.uk/lesson-study-a-handbook>.
- eEducation (2017). *Projekt „Denken lernen – Probleme lösen“ Computational Thinking for Children. Eine Maßnahme der Strategie Schule 4.0*. https://eeducation.at/fileadmin/user_upload/Beilage__Informationen_zum_Projekt.pdf
- Esteve-Mon, F. M. et al. (2019). *The development of computational thinking in student teachers through an intervention with educational robotics*. Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 18, 139-152. <https://doi.org/10.28945/4442>
- Europäische Union (EU). (2006). *Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates zu Schlüsselkompetenzen für lebensbegleitendes Lernen*. https://www.bmb.gv.at/schulen/euint/eubildung_abb2010/schlueselkompetenzen_17454.pdf?5te6t4
- Fadel, C., Bialik, M. & Trilling, B. (2017). *Die vier Dimensionen der Bildung. Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen*. Hamburg: Verlag ZLL21.
- Futschek, G. (2016). *Computational Thinking im Unterricht*. In: Futschek, G. et al. Schule Aktiv! - Sonderheft des BMB. CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. CDA-Verlag Wien.
- Geier, G., & Ebner M. (2017). *Einsatz von OZOBOTs zur informatischen Grundbildung*. https://www.researchgate.net/publication/320704288_Einsatz_von_OZOBOTs_zur_informatischen_Grundbildung
- Gervé, F. (2019). *Digitale Bildung im Primar- und Sekundarbereich*. S. 97 -114. In: Heider-Lang, J., & Merkert, A. (Eds.). (2019). *Digitale Transformation in der Bildungslandschaft-den analogen Stecker ziehen?*. Rainer Hampp Verlag.
- Gesellschaft für Informatik (GI). (2016). *Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. <https://dagstuhl.gi.de/dagstuhl-erklaerung>
- Guilford, J. (1968). *Creativity, intelligence, and their educational implications*. San Diego, CA: EDITS/Knapp.
- Himpl-Gutermann, K. et al. (2018). *Denken lernen–Probleme lösen (DLPL) Primarstufe*. Abschlussbericht. <https://baa.at/projekte/beebot/kcfinder/upload/files/2018-12-20-DLPL-Primarstufe-Abschlussbericht.pdf>
- ISTE (International Society for Technology in Education) & CSTA (Computer Science Teachers Association) (2011). *Operational Definition of Computational Thinking for K–12 Education*. <https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/CompThinkingFlyer.pdf>
- Jahnke, I. (2011). *How to Foster Creativity in Technology Enhanced Learning?* In: Social media tools and platforms in learning environments (pp. 95-116). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jahnke, I., Haertel, T. & Winkler, M. (2011). *Sechs Facetten der Kreativitätsförderung in der Lehre: empirische Erkenntnisse*. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:560017/FULLTEXT02>

- Knierzinger, A. & Bachinger, A. (2016). *Coding, ein Bildungsprinzip?* In: CODING - Ein Baustein der informatischen Bildung. Sonderheft des BMB. S.19-23. Wien: CDA-Verlag.
- Kultusministerkonferenz (KMK). (2016). *Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz.* Berlin: Herausgeber. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf
- Liebscher, J. (2017). *Mobile Learning und Kreativität? Eine empirische Studie über die Berücksichtigung von Kreativität im didaktischen Design für Mobile Learning in der Hochschule* (Doctoral dissertation). https://ub-deposit.fernuni-hagen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/mir_derivate_00001242/Diss_Liebscher_Mobile_%20Learning_2017.pdf
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs) (2018). *KIM-Studie 2018. Kinder und Medien, Computer und Internet.* <https://www.mpfs.de/studien/kim-studie/2018/>
- Mewald, C. (2019). Lesson Study – Definitionen und Grundlagen. In: C. Mewald, & E. Rauscher (Hrsg.), *Lesson Study: Das Handbuch für kollaborative Unterrichtsentwicklung und Lernforschung* (S. 24). Innsbruck: StudienVerlag.
- Mihaljovic, D. (2017). *Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken – mehr als nur Buzzwords.* <https://mihaljovicfreiburg.com/2017/04/18/kommunikation-kollaboration-kreativitaet-und-kritisches-denken-mehr-als-buzzwords/>
- Muuß-Merholz, J. (2019). *Die 4K-Skills: Was meint Kreativität, kritisches Denken, Kollaboration, Kommunikation.* <https://www.joeran.de/die-4k-skills-was-meint-kreativitaet-kritisches-denken-kollaboration-kommunikation/>, 2019.
- Papert, S. (1996). *An Exploration in the Space of Mathematics Educations.* In: *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, Vol. 1, No. 1, pp. 95-123. <http://www.papert.org/articles/AnExplorationintheSpaceofMathematicsEducations.html>
- Resnick, M. (2014). *Give P's a chance: Projects, peers, passion, play.* In: *Constructionism and creativity: Proceedings of the Third International Constructionism Conference.* Austrian Computer Society, Vienna (pp. 13-20).
- Sabitzer, B. et.al. (2014). *Informatics Concepts For Primary Education: Preparing Children For Computational Thinking.* WiPSCE 2014 – The 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education. November 5-7, 2014, Berlin, Germany.
- Schwill, A. (2001). *Ab wann kann man mit Kindern Informatik machen?* In (Keil-Slawik, R.; Magenheimer, J., Hrsg.): *INFOS 2001 – 9. GI-Fachtagung Informatik und Schule*, S. 13–30.
- K. Tengler, B. Sabitzer & M. Rottenhofer (2019) *“Fairy tale computer science” - creative approaches for early computer science in primary schools.* ICERI2019 Proceedings, pp. 8968-8974.
- K. Tengler, B. Sabitzer & O. Kastner-Hauler (2020) *First programming with ozobots – a creative approach to early computer science in primary schools.* INTED2020 Proceedings, pp. 5156-5162.
- Weigend, M. (2009). *Algorithmik in der Grundschule.* In: Bernhard Koerber (Hrsg.) *Zukunft braucht Herkunft.* INFOS 2009 Proceedings, Bonn (GI) S. 97-108.
- Weller, M. (2011). *A pedagogy of abundance.* *Spanish Journal of Pedagogy*, 249 pp. 223–236. <http://oro.open.ac.uk/28774/2/BB62B2.pdf>
- Wing, J. (2006). *Computational thinking.* In: *Communications of the Acm* 49 (3) S. 33-35. https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2012/08/Jeanette_Wing.pdf
- Wing, J. (2010). *Denken wie ein Computer.* <https://www.h-its.org/2010/03/30/denken-wie-ein-computer-2/>