

Making und Coding im schulischen Kontext –  
Potentiale, Chancen und Herausforderungen

**Hausarbeit zur Erlangung des  
akademischen Grades  
Bachelor of Arts in Erziehungswissenschaft**

vorgelegt dem Fachbereich 02 – Sozialwissenschaften, Medien und Sport  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

von

Ieva Andres

aus Kaunas (Litauen)

Mainz

April 2018

Erstgutachterin: Dr. Kathrin Mertes

Zweitgutachter: Prof. Dr. Stefan Aufenanger

# Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b><u>1. EINLEITUNG .....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2. BILDUNG UND ARBEITSWELT .....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b>2.1 (SCHUL-)BILDUNG IN DEUTSCHLAND.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 DEFINITION: BILDUNG.....	3
2.1.2 SCHULBILDUNG IN DEUTSCHLAND .....	4
<b>2.2 DER ARBEITSMARKT IM WANDEL .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3 ZWISCHENFAZIT.....</b>	<b>12</b>
<b><u>3. MAKING UND CODING: EIN PHÄNOMEN DES 21. JAHRHUNDERTS.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b>3.1 DEFINITION: MAKING UND CODING .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 MAKER MOVEMENT .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 MAKERSPACES, FABLABS &amp; Co.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 MAKING UND LERNEN: THEORETISCHER HINTERGRUND .....</b>	<b>18</b>
<b><u>4. MAKER EDUCATION: MÖGLICHKEITEN UND HERAUSFORDERUNGEN.....</u></b>	<b><u>21</u></b>
<b>4.1 WERKZEUGE FÜR DIE MAKER EDUCATION .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2 (EINSATZ-)MÖGLICHKEITEN .....</b>	<b>23</b>
4.2.1 PROJEKT MIT EINEM 3D-DRUCKER.....	23
4.2.2 PROJEKT MIT ARDUINO .....	24
4.2.3 PROJEKT MIT MINECRAFT .....	26
<b>4.3 MAKERSPACES IN DER SCHULE .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4 NUTZEN DER MAKER EDUCATION.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 MÖGLICHE HERAUSFORDERUNGEN .....</b>	<b>32</b>
<b><u>5. FAZIT.....</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>LITERATURVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>39</u></b>

# Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 KOMPETENZANFORDERUNGEN IM BERUF .....	11
ABBILDUNG 2 UNTERSCHIED ZWISCHEN KONSTRUKTIVISMUS UND KONSTRUKTIONISMUS...	19
ABBILDUNG 3 WERKZEUGE FÜR DIE MAKER EDUCATION.....	22
ABBILDUNG 4 WERKZEUGE FÜR MAKER EDUCATION IN KATEGORIEN .....	22

# 1. Einleitung

Seit Ausgang des 20. Jahrhunderts ist ein Wandel der Gesellschaft und seiner Umwelt durch die Digitalisierung zu beobachten. Die Digitalisierung hält in immer mehr Lebensbereichen Einzug. Ein Alltag ohne digitale Geräte wie Computer, Smartphone oder Tablet scheint heutzutage nicht mehr denkbar zu sein. Viel zu sehr sind die digitalen Medien in unserem Leben verankert. Vor allem Kinder und Jugendliche identifizieren sich oft mit digitalen Medien und nutzen diese häufig und in verschiedenen Kontexten. Dabei sind Technologien einem stetigen Wandel unterzogen und entwickeln sich rasant weiter. Sie werden zunehmend leistungsfähiger und auch intelligenter. Blickt man in die Nachrichten, so scheint bereits heute die Welt völlig automatisiert und digital geprägt zu sein. Gesichtserkennung zum Entsperren des Bildschirms sowie Pulsmessung und Schrittzähler am Smartphone? Druckererkennung der Zahnbürste bei zu viel Druck? Erinnerung der Kaffeemaschine zum Wasser- und Bohnenauffüllen? Erkennung des Verschmutzungsgrades sowie eine intelligente Dosierung des Waschmittels? Dieses stellt für uns heutzutage nichts Neues dar und gehört mittlerweile zum Alltag dazu. Wir sind begeistert von den zunehmenden Möglichkeiten, welche die Digitalisierung mit sich bringt und noch bringen wird. Dabei reflektieren wenige Menschen, wie und warum etwas eigentlich funktioniert. Es sollte ein gewisses Verständnis vorhanden sein von dem, was uns umgibt, zumal in Zukunft die Welt noch mehr von Sensoren und Algorithmen geprägt sein wird. Dass es so weit kommt, kann man alleine anhand der Arbeitswelt erkennen, in welcher die Arbeits- und Dienstleistungsprozesse in ferner Zukunft zunehmend automatisiert werden. Des Weiteren verändern sich durch den digitalen Wandel in der Arbeitswelt auch die Anforderungen an die Arbeitnehmer. In diesem Zusammenhang wird in vielen Branchen bereits heute gefordert, dass Arbeitnehmer zahlreiche Kompetenzen aufweisen sollen. Ferner werden in der MINT-Branche immer mehr Menschen gesucht, welche die große Lücke an Arbeitsplätzen füllen können. Denn durch die Digitalisierung wächst die Anzahl an Berufen, vor allem in der MINT-Branche.

Hierbei kommt dem Schulsystem eine wichtige Rolle zu. Zum einen sollen sich Schüler in der digitalen Welt zurechtfinden. Zum anderen soll die Schule die Schüler auf die Herausforderungen in der Arbeitswelt vorbereiten und Schülern umfangreiche Kompetenzen vermitteln. Drittens erscheint es nicht allzu unwichtig zu sein, dass man das Interesse von Schülern für die MINT-Branche gewinnt, da dort die Berufsfelder zunehmend wachsen.

Die Maker-Bewegung bietet die Möglichkeit diesen Herausforderungen und Ansprüchen entgegenzuwirken. Die Maker-Bewegung kommt aus dem USA, erlebt zurzeit einen weltweiten Trend und hat mittlerweile als sogenannte Maker Education auch Bildungseinrichtungen wie

Bibliotheken, Museen und Universitäten erreicht. In diesem Sinne setzt sich diese Arbeit mit den Potentialen, Chancen und Herausforderungen von Making- und Coding-Aktivitäten auseinander. Es sei erwähnt, dass man die beiden Begriffe auch als sogenannte Maker Education aufgreifen kann, da im Rahmen der Maker Education beides (Making und Coding) praktiziert wird. Demnach lautet die Fragestellung dieser Arbeit, welche Potentiale und Chancen die Maker Education an Schulen bietet und welche Herausforderungen sich dabei im schulischen Kontext ergeben könnten.

Das erste Kapitel der Arbeit widmet sich der Bildung und der Arbeitswelt. Nachdem der Begriff der Bildung näher erläutert wurde, soll im Zuge dieses Kapitels herausgefunden werden, welche Relevanz digitaler Bildung im deutschen Bildungssystem zugesprochen wird, welche Kompetenzen in der digitalen Welt als bedeutsam erachtet werden und warum Schüler in den nächsten Jahren welche Kompetenzen laut der Kultusministerkonferenz und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung erwerben sollten. Darauf aufbauend soll ein Blick auf die Arbeitswelt erfolgen. Hier soll zum einen kurz ein Einblick gewährt werden, inwieweit die Arbeitswelt eine digitale ist, und zum anderen erörtert werden, welche Kompetenzen im Beruf von Arbeitnehmern gefordert werden und in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Ein Zwischenfazit wird dieses Kapitel beschließen.

Im Fokus des dritten Kapitels steht die Maker-Bewegung. In diesem Kapitel sollen zuerst die Begriffe Making und Coding nähergebracht werden. Dieses ist insofern wichtig, als in der Maker-Bewegung beim Making auch programmiert, also codiert, wird. Danach soll ein Blick in die Entwicklung der Maker-Bewegung erfolgen. In diesem Rahmen soll herausgefunden werden, wodurch die Bewegung geprägt wurde und letztendlich worum es beim Making geht. Weiterhin sollen Orte vorgestellt werden, an welchen Making betrieben wird. In diesem Kontext soll versucht werden darzustellen, was die Orte ausmacht und was die Menschen dort machen können. Daraufhin sollen theoretische Grundlagen beschrieben werden, welche dem Making zu Grunde liegen.

Im Fokus des vierten Kapitels geht es um Making in der Schule. Als Erstes werden Werkzeuge vorgestellt, welche im Rahmen der Maker Education eingesetzt werden können. Darauf aufbauend sollen exemplarisch Making-Projekte vorgestellt werden. Im weiteren Unterkapitel soll die Potentiale und der Sinn eines Makerspaces an Schulen aufgeführt werden. Auf Basis der einzelnen Kapitel sollen die Chancen und die Herausforderungen ermittelt werden. Ein Fazit und ein kurzer Ausblick beschließen die Arbeit.

## 2. Bildung und Arbeitswelt

### 2.1 (Schul-)Bildung in Deutschland

#### 2.1.1 Definition: Bildung

Der Begriff Bildung ist sehr weit gefasst und wird je nach Interessenlage und Ausrichtung verschieden definiert. Eine einheitliche Definition ist somit nicht vorhanden. Der Begriff Bildung (abgeleitet von ahd. „bildunga“) wird in der Pädagogik als eine „Auseinandersetzung eines Menschen mit sich und seiner Umwelt mit dem Ziel kompetenten und verantwortlichen Handelns“ (Stangl 2018a, o.S.) verstanden. Bildung ist mehr als eine bloße Aneignung und Vermittlung von Qualifikationen und Wissen und dient zur Erweiterung und Überprüfung von Wirklichkeitskonstruktionen. Bildung ist in seiner weitesten Bedeutung Emanzipation und Selbstaufklärung. Der Begriff ist außerdem politisch, wird meistens ohne genaue Begründung mit unterschiedlichen Interessen benutzt und steht in enger Beziehung mit individuellen Überzeugungen und gesellschaftlichen Wertvorstellungen. An dieser Stelle ist hinzuzufügen, dass Bildung auf der einen Seite ein Prozess und auf der anderen ein Produkt eines Prozesses ist (vgl. ebd.). Der erweiterte Bildungsbegriff geht über den traditionellen schulischen Unterricht und die Wissensvermittlung hinaus und „bedeutet die Entwicklung der gesamten Persönlichkeit, die Vorbereitung auf künftige Lebensabschnitte durch die Nutzung von Wissen und die Möglichkeit zum Weiterlernen sowie die aktive Teilhabe an der Gesellschaft“ (ebd.). Am Rande sei erwähnt, dass der erweiterte Bildungsbegriff vier Kernkompetenzen miteinschließt (Rauschenbach 2013, o.S.):

„**kulturelle Kompetenzen**, mit denen sich Menschen die Wissensbestände einer Gesellschaft und ihre Kulturtechniken erschließen können, **instrumentelle Kompetenzen**, die Menschen befähigen, sich als aktiv Handelnde in der stofflichen Welt der Natur, der Dinge und der Waren zu bewegen, **soziale Kompetenzen**, dank derer Menschen sich auf andere Menschen einlassen, am Gemeinwesen aktiv teilhaben und soziale Verantwortung übernehmen können, **personale Kompetenzen**, die es dem Einzelnen ermöglichen, mit sich selbst, mit seiner eigenen Gedanken- und Gefühlswelt, seiner Körperlichkeit und seiner Emotionalität, mit Seins- und Sinnfragen umzugehen [Hervorhebung durch Ieva Andres]“ (Rauschenbach 2013, o.S.).

An dieser Stelle sei bemerkt, dass Bildung letztendlich als ein Prozess der Formung des Menschen in Hinblick auf seine geistigen Fähigkeiten und das Menschsein als ein Entfaltungsvorgang eines Individuums verstanden werden kann (vgl. Stangl 2018a, o.S.). Der Bildungsbegriff bezieht sich auf den Prozess und den Zustand – auf sich bilden und gebildet sein. In diesem Zusammenhang betont Stangl (2018a), dass das bloße Hineinstopfen von Wissen nicht genügt. Der Lernende muss selbst handelnd, aktiv und schöpferisch werden (vgl. ebd.).

## 2.1.2 Schulbildung in Deutschland

„Bildung hat in der modernen Gesellschaft einen hohen Stellenwert. Sie entscheidet maßgeblich über Lebenschancen und befähigt Menschen, ein selbstbestimmtes Leben zu führen“ (Allmendinger 2013, o.S.). Zu Zeiten des damaligen Reichskanzlers Otto von Bismarck herrschte ein völlig anderes Bild von Bildung als heute. Damals wurde Bildung von der Sozialpolitik strikt getrennt. Allmendinger (2013) unterstreicht, dass „[f]ür Bismarck [...] die unmittelbaren Interessen von Staat und Wirtschaft im Vordergrund [standen]“. Demzufolge setzte Bismarck der staatlichen (Aus-)Bildung enge Grenzen und lehnte „den Wunsch nach einer möglichst weitgehenden Bildung für alle“ (ebd.) ab. Mitte des 20. Jahrhunderts nimmt die Situation eine Wendung und ein anderes Bildungsverständnis rückt zunehmend in den Vordergrund. Bildung wird als ein Bürgerrecht und soziales Grundrecht angesehen (vgl. ebd.). Mit der Einführung der Schulpflicht im Jahr 1963 im damaligen Preußen wird in Deutschland ein wichtiger Grundstein für Bildung gelegt. Zwischen 1963 und 2001 werden wichtige und bis heute vertraute Gesetze veranlasst wie zur Einführung des Abiturs als Hochschulzugangsberechtigung, Gründung von Universitäten und Berufsschulen, Demokratisierung des Bildungswesens und Verankerung des Bildungsföderalismus im Grundgesetz sowie der Beschluss zur Einrichtung von Gesamtschulen, Entwicklung von länderübergreifende Bildungsstandards und die Bologna-Erklärung<sup>1</sup> (vgl. Jacobi 2013, o.S.). Die PISA-Ergebnisse im Jahr 2001<sup>2</sup> lösen weitere deutschlandweite Veränderungen aus. Zum einen wird die Hochschul- und Schulentwicklung eine Sache der einzelnen Bundesländer und die bestehende Bund-Länder-Kommission<sup>3</sup> für Bildungsplanung wird abgeschafft und durch die „ausschließlich mit Fragen von Wissenschaft und Forschung befasste Gemeinsame [sic!] Wissenschaftskonferenz ersetzt“ (ebd.), zum anderen trifft die UN-Behindertenrechtskonvention in Kraft, welche für Deutschland jedoch neue Herausforderungen mit sich bringt. Drittens führen viele Bundesländer das zweigliedrige Sekundarschulsystem<sup>4</sup> ein (vgl. ebd.). Stärkere Output-Orientierung, Abwendung von inhaltlich fokussierten Lehrplänen, kompetenzorientierte Bildungspläne, intensivere Evaluierung der

---

<sup>1</sup> In der Bologna-Erklärung wurden Standards für den europäischen Hochschulraum geschaffen. Zum einen sollte der Studienabschluss zweistufig ablaufen (Bachelor/Master) und zum anderen sollte eine einheitliche Erfassung von Studienleistungen eingeführt werden, also so, wie wir es von heute kennen (vgl. Jacobi 2013, o.S.).

<sup>2</sup> Die PISA-Studie aus dem Jahr 2001 zeigt dem deutschen Schulsystem beträchtliche Leistungs- und Gerechtigkeitsdefizite auf (vgl. Jacobi 2013, o.S.).

<sup>3</sup> Durch eine Verfassungsänderung im Jahr 1969 wird Bildung zur Gemeinschaftsaufgabe und eine gemeinsame Bildungsplanung von Ländern und Bund wird ermöglicht. Des Weiteren werden „im Berufsbildungsgesetz die Ausbildungsverhältnisse im dualen System (Lehre), Fort- und Weiterbildung sowie Umschulung neu geregelt; 2005 erfolgt eine Neufassung“ (Jacobi 2013, o.S.).

<sup>4</sup> „Neben dem Gymnasium gibt es nur noch eine integrierte Schulform, in der alle Abschlüsse bis zum Abitur erlangt werden können“ (Jacobi 2013, o.S.).



Bildungsprozesse und längeres solidarisches Lernen sowie Entwicklung von länderübergreifenden Bildungsstandards und grundlegende, strukturelle Veränderungen bei dem üblichen dreigliedrigen Schulsystem bestehend aus Haupt-, Realschule und Gymnasium sind weitere deutschlandweite Veränderungen (vgl. Klieme et al. 2007, zit. nach Wetterich/Burghart/Rave 2014, S. 16). Parallel gewinnt Medienbildung bzw. digitale Bildung zunehmend an Relevanz. Wetterich/Burghart/Rave (2014) betonen die Notwendigkeit des Offenseins für die Digitalisierung: „Wer sich dieser Entwicklung verschließt und für sich keinen Nutzen daraus zieht, wird sich in absehbarer Zukunft aus weiten Teilen des gesellschaftlichen Lebens, aber auch des Arbeitsmarktes verabschieden müssen. Umgekehrt wird die kompetente Nutzung digitaler Medien zunehmend zur Voraussetzung für Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und für beruflichen Erfolg“ (Wetterich/Burghart/Rave 2014, S. 17). Digitale Bildung wird heute als Schlüssel zur Teilhabe in der heutigen, digital geprägten Welt gesehen. Dass die digitale Bildung der Schlüssel zur gesellschaftlichen Teilhabe ist und das Bildungssystem in diesem Kontext schneller den Wandel vollziehen muss, hat mittlerweile auch das Bundesministerium für Bildung Forschung erkannt, die sich wie folgt dazu äußerte: „Deutschland ist technologisch und wirtschaftlich gut aufgestellt. Doch die digitale Entwicklung und der internationale Wettbewerb um Innovationen sowie um Fach- und Spitzenkräfte sind schneller als die Veränderungen im Bildungssystem“ (BMBF 2016, S. 2). Hiermit deutet das Bundesministerium an, dass in Deutschland anscheinend gut ausgebildete Fachkräfte fehlen, weil sich das Bildungssystem zu langsam wandelt. In der Notwendigkeit etwas zu verändern haben das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Kultusministerkonferenz im Jahr 2016 Konzepte zur Bildung vorgelegt, wie es in den nächsten Jahren im Bildungssystem weitergehen soll. Lernende sollen für die digitale Welt besser vorbereitet werden – sowohl für den Alltag als auch für den Beruf. So betont die Bundesregierung unter anderem, dass Reflexionsfähigkeit und gute Bildung entscheidend sind, um Chancen und Risiken der Digitalisierung gegeneinander abzuwägen. Dazu gehören z.B. gewisse Kenntnisse von Soft- und Hardware sowie Erfahrung im Umgang mit digitalen Medien (vgl. ebd.). Das Bundesministerium führt dazu an: „Die Beherrschung von Informations- und Kommunikationstechnologien ergänzt die Kulturtechniken Lesen, Schreiben und Rechnen“ (ebd.). Weiterhin betont sie, dass das Ziel digitaler Bildung im Endeffekt dieselbe wie bei der Bildung generell ist, und zwar: „Menschen helfen, sich als selbstbestimmte Persönlichkeiten in einer sich beständig verändernden Gesellschaft zurechtzufinden und verantwortungsvoll ihre eigenen Lebensentwürfe zu verfolgen“ (ebd.). Um in der Welt aktiv teilzuhaben und die Herausforderungen der Digitalisierung zu bewältigen, bedarf es „Verständnis für digitale Technologien und das Wissen, wie man sie sinnvoll für sich nutzen und adaptieren kann“ (ebd.,

S. 2). Das Bildungssystem steht demnach in der Verantwortung, Rahmenbedingungen zu schaffen, um Kindern und Jugendlichen Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien zu vermitteln. Das Bundesministerium betont: „[d]enn nur, wenn digitale Endgeräte nicht alleine zur Unterhaltung, sondern auch für die eigene Aus- und Weiterbildung genutzt werden, lässt sich eine digitale Spaltung vermeiden“ (ebd.). Dabei kommt vor allem den Schulfächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) eine große Bedeutung zu. Im Rahmen dieser Fächer sollen Schüler „Zugang zu den veränderten Anforderungen vermittelt bekommen“ (ebd.). Ferner sollen die MINT-Schulfächer auch auf andere Fächer positiv einwirken. Die Schüler sollen dabei Fähigkeiten wie analytisches und logisches Denken, strukturiertes Arbeiten, sorgfältiges Einordnen und Abwägen erwerben, da diese Fähigkeiten zunehmend an Bedeutung gewinnen (vgl. ebd.). Das Bundesministerium für Bildung und Forschung kritisiert, dass sich der Bedarf „Bildungsinhalte und Kompetenzen zu vernetzen [...] oft noch nicht hinreichend [in den Lehrplänen der Länder, in der Ausbildung der Lehrkräfte und auch in der infrastrukturellen Ausstattung an Schulen in Deutschland] wider[spiegelt]“ (ebd.). Dies zeigt sich laut der Bundesregierung an dem „nur durchschnittliche[n] Abschneiden deutscher Schülerinnen und Schüler in der Schulleistungsstudie ICILS 2013“ (ebd.).<sup>5</sup> Zwar gibt es zahlreiche Projekte und Initiativen zur Förderung der MINT-orientierten und digitalen Kompetenzen, doch hier betont das Bundesministerium, dass diese das vermittelte Wissen im Schulunterricht nur ergänzen und nicht ersetzen können (vgl. ebd., S. 3). In diesem Zusammenhang sei es dringend notwendig, dass Schulfächer sich gegenseitig ergänzen und die Vermittlung von Kompetenzen – vor allem digitalen und MINT-orientierten Kompetenzen – auch in anderen Fächern zu finden ist, weil diese auch in der Arbeitswelt zunehmend gefordert werden. So liegt es auf der Hand, dass wenn Tätigkeiten automatisiert werden, neue Technologien wie der 3D-Drucker zunehmend in der Arbeitswelt an Raum gewinnen und, wenn es zukünftig Roboter als Altenpfleger, selbstfahrende Autos oder Drohnen als Paketzusteller geben wird, dass Menschen zunehmend nicht nur digitale Kompetenzen, sondern im besten Fall auch logisches Denken und ein gewisses Verständnis für digitale Systeme und Zusammenhänge aufweisen müssen, damit sie den Anforderungen der Lebens- und Arbeitswelt gerecht werden und die neu entstandenen Chancen ergreifen können (vgl. ebd., S. 4). Das Bundesministerium legt in diesem Kontext dar, dass in diesem Zusammenhang neben digitalen Kompetenzen auch klassische Kompetenzen wie Problemlösungskompetenz oder Teamfähigkeit zunehmend an Bedeutung gewinnen. Ferner werden im Rahmen der Automatisierung von Routineaufgaben

---

<sup>5</sup> Die ICILS-Studie ist eine internationale Studie, in welcher Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schüler getestet werden.

kreative und soziale Fertigkeiten zunehmend relevanter, so das Bundesministerium (vgl. ebd., S. 7).

Auf den Erkenntnissen aufbauend, dass die Welt digitaler wird und sich die Bildung ändern muss, hat die Kultusministerkonferenz ein Konzept für Bildung in einer digitalen Welt entwickelt. Dieses Konzept führt Rahmenbedingungen wie Curricula, IT-Infrastruktur und Lehreraus-, fort- und -weiterbildung auf<sup>6</sup> (vgl. Eickelmann 2017, S. 11). Dabei wurde auch ein Kompetenzrahmen für die schulische Bildung vorgelegt und erweitert. Der Kompetenzrahmen ist in folgende sechs Bereiche unterteilt: Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren, Kommunizieren und Kooperieren, Produzieren und Präsentieren, Schützen und sicher Agieren, Problemlösen und Handeln sowie Analysieren und Reflektieren (vgl. KMK 2017, S. 15-18). Diese Bereiche sind wiederum weiter aufgeteilt<sup>7</sup>. So sollen Schüler in dem Bereich „Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren“ sowie „Kommunizieren und Kooperieren“ unter anderem neben dem sichereren Umgang mit Informationen und Daten sowie deren Filterung, Speicherung und Auswertung auch ihre „Medienerfahrung weitergeben [sowie] in kommunikative Prozesse einbringen und [a]ls selbstbestimmte Bürger aktiv an der Gesellschaft teilhaben“ (ebd., S. 15f.). In dem Bereich „Produzieren und Präsentieren“ sollen Schüler z.B. die Kompetenzen erwerben „[e]ine Produktion [zu] planen und in verschiedenen Formaten [zu] gestalten, [zu] präsentieren, [zu] veröffentlichen oder [zu] teilen“ (ebd., S. 16). Bei dem Bereich „Schützen und sicher Agieren“ sollen Schüler z.B. in der Lage sein, „Risiken und Gefahren in digitalen Umgebungen [zu] kennen, [zu] reflektieren und [zu] berücksichtigen [sowie] Strategien zum Schutz [zu] entwickeln und an[zu]wenden“ (ebd.). Der Bereich „Problemlösen und Handeln“ beschreibt, dass Schüler in der Lage versetzt werden sollen, technische Probleme zu lösen, Werkzeuge bedarfsgerecht einzusetzen, eigene Mängel zu ermitteln sowie nach Lösungen zu suchen und weiterhin auch „[d]igitale Werkzeuge und Medien zum Lernen, Arbeiten und Problemlösen [zu] nutzen“ (ebd.). Hier sei hinzugefügt, dass Schüler lernen sollen die breite Vielzahl an digitalen Werkzeugen kreativ anzuwenden (vgl. ebd.). Neu ist, dass Schüler an Algorithmen herangeführt werden sollen. Dadurch sollen die „[f]unktionsweisen und grundlegende Prinzipien der digitalen Welt [erkannt] und [verstanden] werden“ (ebd., S. 18). Eickelmann (2017)<sup>9</sup> führt an, dass Schüler die Kompetenzen im Rahmen der KMK ab der Primarstufe bis zum Ende der Pflichtschulzeit, also Sekundarstufe 2, erwerben sollen. Dieses

---

<sup>6</sup> Nicht nur für die Schulbildung! Das Konzept umfasst auch andere Bereiche des Bildungssystems.

<sup>7</sup> Eine ausführliche Darstellung des Kompetenzrahmens der KMK ist online Verfügbar unter:

[https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/KMK\\_Kompetenzen\\_in\\_der\\_digitalen\\_Welt\\_neu\\_26.07.2017.html](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/KMK_Kompetenzen_in_der_digitalen_Welt_neu_26.07.2017.html) zu finden.

soll ab dem Schuljahr 2018/2019 umgesetzt werden und parallel zum Schreiben und Lesen sowie fächerübergreifend erfolgen (vgl. Eickelmann 2017, S. 24-25).

Ein Blick nach Österreich und in die Schweiz zeigt, dass die Strategie der Kultusministerkonferenz dem Lehrplan 21 und der Dagstuhl-Erklärung ähnelt. In Österreich wurde mit der Strategie „digi.komp – Digitale Grundbildung in allen Schulstufen“ entschieden, dass ab dem Schuljahr 2017/2018 eine digitale Grundbildung ab der Primarstufe erfolgen soll. So gibt es auch in Österreich ein Kompetenzmodell, nach welchem Schüler am Ende der achten Schulstufe unter anderem „über informatische Grundkenntnisse und den Umgang mit Standardprogrammen sowie über Kompetenzen im kritischen Umgang mit sozialen Netzwerken, Informationen und Medien verfügen [sollen]“ (ebd., S. 20). In der Schweiz sieht es ähnlich aus. Schüler sollen im Rahmen des Bereiches „Medien und Informatik“ umfassende digitale Kompetenzen erwerben. Sie „sollen darin unterstützt werden, sachgerecht und kritisch, selbstständig und kreativ, mündig und sozialverantwortlich Medien zu nutzen und zu produzieren“ (ebd., S. 21f.). Hier sei hinzugefügt, dass der Bereich Medien und Informatik in der Schweiz in zwei Kompetenzbereiche aufgeteilt ist. So sollen Schüler im Bereich Medien z.B. die Kompetenz erwerben, Medien und Medienbeiträge zu entschlüsseln, zu reflektieren und zu nutzen sowie Medien interaktiv zu nutzen und mit anderen zu kommunizieren und zu kooperieren. Im Bereich Informatik sollen Schüler die Kompetenz erlangen, Problemstellungen zu analysieren und mögliche Lösungsverfahren zu beschreiben sowie diese in Programmen umzusetzen (vgl. ebd.).

Es lässt sich festhalten, dass im deutschsprachigen Raum zunehmend ein großer Wert auf den Erwerb von Kompetenzen gelegt wird. In allen drei Ländern sollen die Schüler mittels digitaler Medien erlernen, wie man mit digitalen Medien kritisch umgeht, wie man über Medien kommuniziert, kooperiert sowie wie man sie kreativ und mündig nutzt. Ferner schreiben alle drei Länder der Informatik bzw. dem Erwerb von informatorischem Wissen eine große Rolle zu. Das starke Interesse an Informatik und die stärkere Einbindung von Informatik lässt sich an den öffentlichen Diskussionen und der Forderung der Politik nach Informatik als Pflichtfach erkennen. Blickt man auf die Arbeitswelt, wo die Kommunikation und Arbeitsprozesse zunehmend digital ablaufen, und auf die immer komplexer gebauten Technologien, so scheint dies wichtig zu sein und es ist gut, dass die Länder das erkannt haben. Der große Unterschied zwischen Deutschland, Österreich und Schweiz ist dabei, dass während in Deutschland die Strategie zukunftsorientiert ist und demnach zum Teil noch gar nicht umgesetzt wurde, in Österreich und Schweiz die Bildungsstrategien schon längst Realität sind. Insgesamt muss man sich im Hinblick auf das deutsche Bildungssystem die Frage stellen, ob dieses nicht umgedacht

werden muss. Es ist ein wichtiger Schritt in die Zukunft, dass der Kompetenzrahmen erarbeitet wurde und die Schüler umfassende Kompetenzen erwerben und allgemein im Hinblick auf Medienbildung fit gemacht werden sollen.

## 2.2 Der Arbeitsmarkt im Wandel

Im vorherigen Kapitel wurde deutlich, dass digitale Bildung zunehmend im Bildungssystem an Bedeutung gewinnt. Ferner rückt anstelle von Wissensvermittlung die Vermittlung von Kompetenzen in den Vordergrund. Diese sind notwendig, um in der heutigen Welt zu leben und zu arbeiten. Inwieweit es wichtig ist, dass Lernende diese umfassenden Kompetenzen erwerben sollen – vor allem ein Verständnis für digitale Systeme –, wurde bereits im obigen Kapitel angedeutet. Wie die Digitalisierung in der Arbeitswelt ausgeprägt ist und was uns in den nächsten Jahren erwartet, wird dieses Kapitel verdeutlichen.

Digitale Technologien sind seit langem ein fester Bestandteil in der Arbeitswelt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gab bekannt, dass schon heute rund 21 Prozent der Erwerbstätigen mit Computern arbeiten. Bei fast 10 % geht die Nutzung über die einfache Anwendung von Computern hinaus. Dementsprechend liegt die Nutzung bei „Programmieren, Entwicklung, Systemadministration und viele[m] mehr“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016, S. 5). Das Ministerium betont, dass dieser Anteil in Zukunft noch deutlich höher liegen wird (vgl. ebd.). Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich die Unternehmens- und Arbeitswelt in den letzten Jahren atemberaubend verändert hat. Die Kultusministerkonferenz äußerte dazu: „Wenn mit Blick auf die Veränderungen in Produktion und Arbeitsleben im 19. Jahrhundert von einer ‚industriellen Revolution‘ gesprochen wird, so ließen sich die derzeitigen Veränderungen durchaus als ‚digitale Revolution‘ bezeichnen“ (KMK 2017, S. 3). Unternehmen wie Airbnb, Amazon oder Uber haben bewiesen, dass ganze Branchen wie das Hotel- oder Taxigewerbe und der Einzelhandel in kürzester Zeit komplett verändert werden können (vgl. Spieß/Fabisch 2017, S. 213). Und auch weitere Unternehmen sind auf dem Weg in die digitale Zukunft. So nutzt auch die Deutsche Bahn die technischen Möglichkeiten und plant bereits seit längerer Zeit die Zukunft des Arbeitens. So soll sich das Arbeiten sowohl im klassischen Produktionsbetrieb als auch in den Büros ändern (ebd., S. 214). Laut einer Umfrage des Digitalverbands Bitkom ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren einfache Aufgaben schrittweise verschwinden und dafür komplexere Berufsprofile zunehmen – vor allem im digitalen Bereich (vgl. Bockhorni 2016, o.S.). In diesem Zusammenhang erwartet jedes zweite Unternehmen gut ausgebildete Arbeitnehmer, welche die zusätzlichen, neu entstandenen Stellen füllen können. Bockhorni (2016) erläutert, welche Stellen damit gemeint sind:

„[g]emeint ist die Zahnarthelferin, die nicht mehr nur den Abdruck der Patienten nimmt, sondern auch Implantate mit dem 3D-Drucker herstellt. Oder der LKW-Fahrer, der künftig von unterwegs seine Fahrt disponiert sowie Bestellungen und Routen managt“ (ebd., o.S.).

Insgesamt lässt sich festhalten, dass in der Arbeitswelt bereits heute vor allem Softwareentwickler, Koordinatoren für Roboter und Automatisierung und Spezialisten im Bereich Data Mining gesucht werden. Und das ist längst der Anfang. Nach dem Stichwort Industrie 4.0<sup>8</sup> sollen Produkte außerdem in ferner Zukunft individualisiert, die Produktion flexibilisiert und die Wertschöpfungsprozesse in Echtzeit optimiert werden. Weiterhin sollen adaptive Arbeitsassistenzsysteme und mobile Lernsysteme sowie eine multimodale Mensch-Maschine-Interaktion und die intelligente Fabrik entwickelt werden (vgl. Schönfelder 2018, S. 42). Die Automatisierungstechnologien werden auf dem Arbeitsmarkt auch in Tätigkeitsbereiche vordringen, die bislang dem Menschen vorbehalten waren. Dies bedeutet für den Beschäftigten vor allem Veränderungen im Rahmen der Arbeitsbedingungen. Die Tätigkeiten werden automatisiert, flexibilisiert sowie aufgewertet und zum Teil durch Assistenten unterstützt. Ferner soll die Arbeit flexibilisiert werden – dies betrifft sowohl die Zeit als auch den Ort (vgl. Spieß/Fabisch 2017, S. 35).

Mit der Digitalisierung in der Arbeitswelt verändern sich auch die Kompetenzen. Bevor ich auf die Kompetenzen<sup>9</sup> eingehe, die in der Arbeitswelt zunehmend gefragt werden, soll zuerst einmal ein Blick darauf erfolgen, was die Deutschen denken, welche Kompetenzen in der Zukunft im Beruf wichtig sein werden. Hierbei hat die Vodafone Stiftung eine repräsentative Umfrage gestartet. Ein Großteil der Deutschen gab darin an, dass die Bereitschaft zum lebenslangem Lernen und technische Fähigkeiten in der Zukunft die wichtigsten Kompetenzen sein werden (vgl. Vodafone Stiftung 2017, S. 7). Als technische Kompetenzen werden Fähigkeiten wie Programmieren, Software- und App-Entwicklungskennntnisse sowie Computerkennntnisse genannt. Weiterhin schreiben die Teilnehmer der Studie den sozialen Fähigkeiten eine große Rolle zu. Demnach finden die Teilnehmer der Studie außerdem Soft Skills wie „Anpassungsfähigkeit und Flexibilität (82 Prozent), Widerstandsfähigkeit und Resilienz (80 Prozent) sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit (78 Prozent)“ (ebd., S. 8) äußerst entscheidend. Danach folgen „charakterliche Stärke (75 Prozent), kritisches Denken (71 Prozent) sowie Kreativität (63 Prozent) und Empathie (58 Prozent)“ (ebd.). Zu guter Letzt sind sich die Deutschen einig, dass das Gesamtpaket „technischer, emotionaler und sozialer

---

<sup>8</sup> Unter dem Begriff Industrie 4.0 versteht man „intelligente Produktionen, bei denen Mensch und Maschine zusammenarbeiten und voneinander lernen, sowie den Informationsaustausch zwischen Maschinen“ (Hays 2017, S. 23).

<sup>9</sup> Der Begriff Kompetenz kommt aus dem lateinischen „competentia“ (übersetzt: zusammentreffen) und wird oft synonym zu den Begriffen Begabung, Fähigkeit, Fertigkeit, Können, Qualifikation und Befähigung verwendet. Demzufolge kann man als Mensch z.B. bestimmte Kompetenzen haben. Das Anonym zu Kompetenz ist die Inkompetenz (vgl. Duden, o.S.).

Kompetenzen den erfolgreichen Umgang mit den Herausforderungen des digitalen Wandels ermöglicht“ (ebd., S. 7).

Die deutsche Bevölkerung hat die Kompetenzen richtig erkannt. Eins steht fest: Die gestiegene Komplexität von Aufgaben führt zu erhöhten Anforderungen an die Qualifikationen Einzelner, und den Mitarbeitern und ihren Kompetenzen kommt eine völlig neue Rolle zu. In dem Zusammenhang, dass der IT-Markt wächst und digitale Medien zunehmend in allen Branchen eingesetzt werden, wird vor allem der digitalen Kompetenz wie IT-Fachwissen oder Onlinekompetenzen eine große Rolle zugeschrieben. Der souveräne Umgang mit digitalen Werkzeugen ist mittlerweile in allen Lebensbereichen notwendig. Weiterhin gibt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016) bekannt, dass „nach Einschätzung von Personalverantwortlichen in deutschen Unternehmen [...] im Digitalbereich heute schon Kenntnisse bei der Datenanalyse (45 %), rund um Social Media (35 %) und im Programmieren (35 %) gefragt [sind]“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016, S. 7). Datensicherheit und Datenschutz spielen mit 25 Prozent ebenso eine Rolle (vgl. ebd.). Neben digitalen Kompetenzen, welche Programmierkenntnisse und einen sicheren Umgang mit digitalen Technologien einschließen, werden auch andere Kompetenzen gefragt (vgl. Hays 2017, S. 39). Die folgende Grafik<sup>10</sup> zeigt die für den digitalen Wandel angeforderten Kompetenzen nach Hays (2017) auf.

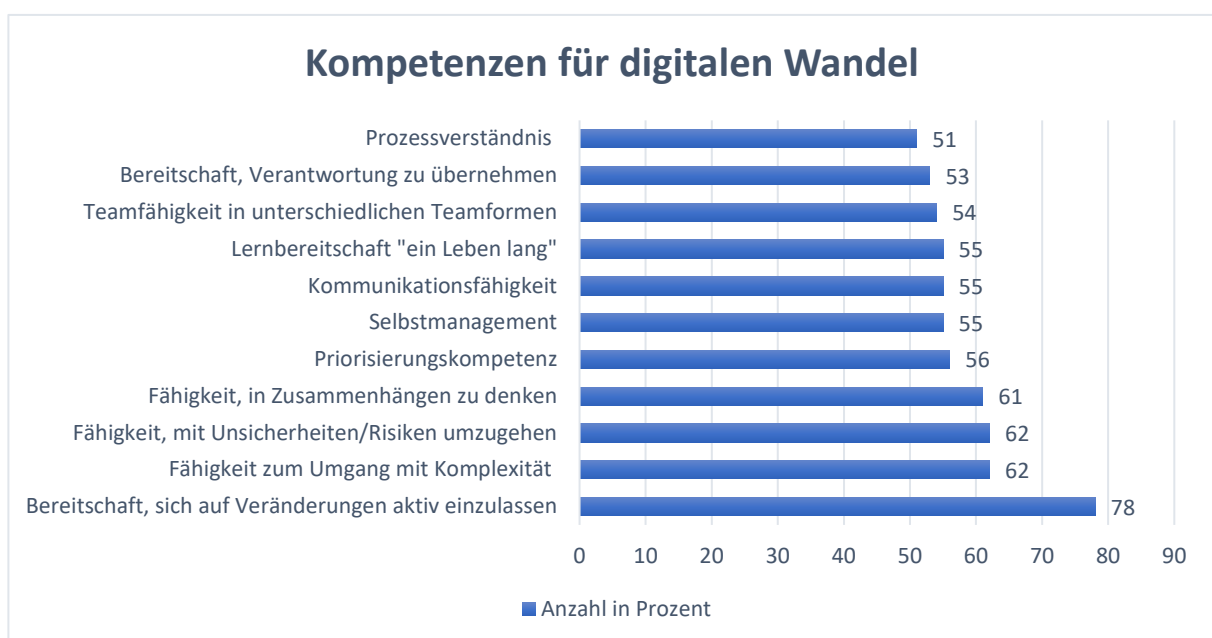


Abbildung 1 Kompetenzanforderungen im Beruf

Anhand der Abbildung kann man erkennen, dass neben dem selbstbestimmten Umgang mit digitalen Medien sowie Programmierkenntnissen auch Kompetenzen wie die Bereitschaft, sich

<sup>10</sup> Eigene Darstellung in Anlehnung an Hays (2017, S. 39).

auf Veränderungen aktiv einzulassen, mit Komplexität und Risiken umzugehen sowie zusammenhängend zu denken am meisten erwartet werden. Der Hintergrund liegt in dem hohen Anstieg von Komplexität auf allen gesellschaftlichen Ebenen, welche durch den Einsatz und die Entwicklung neuer Informations- und Computertechnologien sowie die Vernetzung entstanden sind (Spieß/Fabisch 2017, S. 332). Darüber hinaus wird gefordert situationsabhängige und flexible Entscheidungen zu treffen und offen und neugierig für Neues zu sein (Hays 2017, S. 29). Die Mitarbeiter sollen bei Störungen flexibel reagieren und innerhalb kürzester Zeit Entscheidungen treffen (Spieß/Fabisch 2017, S. 58). Abschließend betont Wittpahl (2017), dass in ferner Zukunft im beruflichen Kontext „weniger die Frage wichtig sein [wird], welche Qualifikation für eine bestimmte Tätigkeit erforderlich ist, sondern vielmehr, welche Anforderungen eine Tätigkeit stellt und wie diese Anforderungen von Menschen mit bestimmten Kompetenzen und jeweils spezifisch ausgeprägten, individualisierten Assistenzsystemen bewältigt werden können“ (Apt et al. 2016, zit. n. Wittpahl 2017, S. 71).

## 2.3 Zwischenfazit

Die Arbeitswelt hat sich in den letzten Jahren im Rahmen der voranschreitenden Digitalisierung grundlegend verändert. So ist es heutzutage üblich, dass digitale Medien und Technologien in Arbeitsprozessen einen großen Teil einnehmen oder sogar in manchen Branchen die Arbeit, welche bisher von Menschen ausgeführt wurde, ganz übernehmen. Infolge der weiterhin fortschreitenden Digitalisierung ist es zu erwarten, dass die Arbeitswelt noch mehr von digitalen Medien geprägt sein wird. Hier sei auf das Projekt Industrie 4.0 der Bundesregierung hingewiesen, durch das gezielt Arbeits-, Dienstleistungs- und Produktionsprozesse digitalisiert werden sollen. In diesem Sinne verschwinden oder verändern sich Berufsprofile und entstehen neue. Durch die Digitalisierung verändert sich auch die Art und Weise des Arbeitens. So arbeiten bereits heute Zahnarthelferinnen mit neuen Technologien wie dem 3D-Druck. Der 3D-Drucker nimmt den Helferinnen die mühevollen Arbeit der Erstellung von Brücken, Kronen und Implantaten ab, so dass diese sich auf andere Dinge konzentrieren können. Auch in anderen Berufen ist der Einsatz von anderen Technologien wie Robotik nichts Neues mehr. Auch wenn sie zuerst einmal eher in technischen Branchen zu finden sind, ist davon auszugehen, dass Robotik und 3D-Drucker bald auch Einzug in anderen Berufen halten könnten. So ist es durchaus realistisch, dass Roboter auch in Altersheimen oder Krankenhäusern Dienste leisten werden. In diesem Rahmen ist zu erwähnen, dass jedes zweite Unternehmen gut ausgebildete Arbeitnehmer erwartet, welche die zusätzlichen, neu entstandenen Stellen füllen können. Weiterhin ist festzuhalten, dass sich durch die voranschreitende Digitalisierung die



Kompetenzanforderungen an jeden Einzelnen verändern. So reicht es heute unter anderem nicht mehr aus z.B. einen Computer einfach nur oberflächlich zu bedienen. Dadurch, dass die Arbeitsprozesse komplexer werden, bedarf es an mehr Wissen. Gewisse Kenntnisse von Soft- und Hardware sowie der souveräne Umgang mit digitalen Medien wird in vielen Branchen vorausgesetzt. Neben digitalen Kompetenzen werden auch klassische Kompetenzen wie Problemlösekompetenz oder Teamfähigkeit zunehmend gefragt. Ferner rücken auch kreative Fertigkeiten zunehmend in den Vordergrund. Weiterhin wird immer mehr gewünscht, dass die Arbeitnehmer mit Unsicherheiten und mit Komplexität umgehen und sich auf Änderungen aktiv einlassen können. Ferner wird erwartet, dass Arbeitnehmer systematisch und vernetzt denken können. Weiterhin wird erwünscht, dass sie offen und neugierig für neue Technologien sind. In diesem Zusammenhang steht das deutsche Bildungssystem vor großen Herausforderungen. Dieses steht in der Verantwortung, Schüler auf ihren Lebens- und Berufsweg und auf die digitale Welt sowie die Herausforderungen der Arbeitswelt vorbereiten. In diesem Kontext wurde Ende 2016 mit der Strategie „Bildung in einer digitalen Welt“ der Kultusministerkonferenz ein Grundstein gelegt. Im Rahmen der Strategie wurde ein Kompetenzrahmen vorgelegt, welcher deutschlandweit umgesetzt werden soll. So sollen Schüler umfassende Kompetenzen erwerben, welche in der digitalen Welt notwendig sind. Schüler sollen z.B. befähigt werden Dinge mit digitalen Medien zu produzieren und zu entwickeln, sich mit technischen Dingen auseinanderzusetzen und die Probleme zu identifizieren sowie Lösungsstrategien zu erarbeiten. Weiterhin sollen sie dazu befähigt werden die digitalen Werkzeuge kreativ anzuwenden. Ferner sollen Schüler an Algorithmen herangeführt werden und ein Verständnis für digitale Systeme entwickeln. In diesem Sinne sollen sie demnach auch Programmieren bzw. Funktionsweisen und erforderliche Prinzipien der digitalen Welt zu verstehen lernen. Alle Kompetenzen sollen parallel zum Lesen und Schreiben erworben werden. Die Kultusministerkonferenz weist darauf hin, dass jedes Bundesland sich daran halten muss und dass die Gestaltungsmöglichkeit bei jedem Bundesland liegt.

### **3. Making und Coding: ein Phänomen des 21. Jahrhunderts**

In den öffentlichen Diskussionen und in der Bildungspolitik wird zunehmend gefordert, dass Heranwachsende ein Verständnis für digitale Systeme entwickeln, kreativ und innovativ sind und zahlreiche Kompetenzen aufweisen sollen. Making-Aktivitäten, in welchen auch das Programmieren – also Coding – oftmals eine Rolle spielt, greifen alle Punkte auf. Maker sind

kreativ, innovativ und fit in Sachen Technik. Dieses Trio scheint für die heutige, stark digitalisierte Welt am richtigen Platz und am richtigen Ort zu sein und bietet vor allem für die (außer-)schulische Bildung Potentiale. Bevor ich auf die Potentiale in der Schule komme, sollen insgesamt die Maker-Bewegung und deren Potentiale deutlich werden. Im Folgenden sollen die Begriffe Making und Coding nähergebracht werden. Ferner sollen im Laufe des Kapitels die Entwicklung der Maker-Bewegung und der theoretischer Rahmen erläutert werden.

### 3.1 Definition: Making und Coding

Unter dem Begriff Making versteht man wortwörtlich das „Machen“. Dabei hat Making an sich jedoch nichts mit einfachem Machen zu tun und ist demnach weiter gefasst. Making sind Aktivitäten, bei denen man aktiv ist und „ein Produkt ggf. auch digital, entwickelt, adaptiert, gestaltet und produziert und dabei (auch) digitale Technologien“ (Schön/Ebner/Narr 2016a, S. 8) verwendet. An dieser Stelle sei auf den Begriff Maker hingewiesen. Liz Corbin vom Institute of Making in London definiert Maker folgendermaßen: „Maker sind Menschen, die werken, gestalten, herstellen, basteln, konstruieren, fabrizieren und reparieren – von jung bis alt – im bürgerlichen, öffentlichen und privaten Sektor – als Hobby oder Beruf, um zu lernen und zu forschen – mit digitalen und analogen Werkzeugen – die ihre einzigartige historische Perspektive, gelebte Erfahrung und Vorstellung der Zukunft einbringen“ (Corbin zit. n. Steffan 2018a, o.S.). Zu den klassischen Werkzeugen der Maker gehören Bastelmaterialien wie Pappe, Kunststoff oder Schaumstoff und bei digitalen Werkzeugen z.B. der 3D-Drucker, Lasercutter, mobile Endgeräte sowie Robotik und Hardware. Bei Making wird also unter anderem auch programmiert und entwickelt (vgl. FSM/FSF/Google 2015, S. 6).

In diesem Sinne möchte ich zu dem Terminus Coding überleiten. Coding wird synonym zu dem Begriff Programmieren verwendet und bedeutet einem Computer Instruktionen zu geben. Das heißt, wenn man programmiert, gibt man dem Computer Anweisungen, was er tun soll. Durch Coding entstehen Computerprogramme, welche überall drin sind – in Smartphones, Computersoftware, Spielen, Waschmaschinen, Autos etc. In jedem von diesen Dingen sind Codes enthalten, welche von Menschen programmiert wurden. Im Endeffekt heißt dies, dass Menschen – die sogenannten Coder – dahinterstecken, wie z.B. ein Smartphone funktioniert, wie ein Spiel abläuft oder welche Programme die Waschmaschine hat. Computer können nicht denken (vgl. Vorderman 2014, S. 14-18).

In Hinblick auf die beiden Begriffe ist zu erwähnen, dass Coding ein Teil von Making ist. Denn wie bereits oben aufgeführt wurde, wird beim Making auch programmiert. In diesem Sinne wird es kein Kapitel explizit über Coding an sich geben.

## 3.2 Maker Movement

Seit mehreren Jahren ist vor allem in den USA eine zunehmende Bewegung beobachtbar – die sogenannte Maker-Bewegung. Die Wurzeln der Maker-Bewegung liegen zum einen in der klassischen Do-it-yourself-Bewegung (kurz DIY) und zum anderen in der Arts-and-Crafts-Bewegung des späten 19. Jahrhunderts. Weiterhin wurde die Maker-Bewegung von der „Hacker-Kultur, Repair-Kultur und konsumkritischen Bewegungen, den Ideen des ‚Teilen statt Besitzen‘ und der Open-Source-Bewegung [beeinflusst]“ (Bergner 2017, S. 5). Die Gründung der amerikanischen Zeitschrift „Make“ von Dale Dougherty im Jahr 2005 war der Ausgangspunkt für die Bewegung (vgl. Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 4). Beim Making wird das alte Handwerk mit neuen Technologien verknüpft. Gearbeitet wird mit klassischen Materialien und Werkzeugen wie Nähmaschine, Metall- und Holzverarbeitungswerkzeugen, Lötstationen oder auch Schweißgeräten sowie modernen Technologien wie 3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Maschine und auch alternativer Hardware wie Arduino, welche programmierbar ist. Weil Laien der Zugang zur modernen Technik wie 3D-Drucker oder Lasercutter gewährt wird, wird die Maker-Bewegung in den Medien auch als eine neue, demokratische Innovationskultur aufgefasst (vgl. Hartmann/Mietzner/Zerbe 2016, S. 26). Man ist weniger auf die industrielle Produktion angewiesen und kann Dinge des Alltags selber herstellen. Anstatt Dinge wegzuschmeißen, versucht man sie selber zu reparieren, zu verbessern oder zu ergänzen (vgl. Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 5). Maker sind der Ansicht, dass Making „unsere Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft nachhaltig verändern kann“ (Bergner 2017, S. 5). Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass es bei dem „Maker Movement nicht nur darum [geht], etwas selbst zu tun, sondern neuere Technologien damit zu verbinden sowie sein eigenes Wissen und Können zu erweitern“ (Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 4). Beim Making geht es also vor allem darum, durch das Machen auch etwas über die Dinge zu lernen.

Darüber hinaus geht es in der Maker-Bewegung um Vernetzung. Wir leben in einer Zeit, in der das Internet eine immer größere Rolle spielt. Demnach werden zum einen die Potentiale des Internets auch in der Maker-Bewegung aufgegriffen und viele Menschen tauschen ihre Erfahrungen beim Selbermachen an virtuellen Orten wie in den sozialen Netzwerken aus. Es werden Projekte und Ideen im Internet präsentiert und mit anderen geteilt. Mit Hilfe des Internets können Erfahrungen beim Selbermachen viel einfacher ausgetauscht werden „als über spezifische Fachzeitschriften, die es in der vor-digitalen Zeit [...] gab“ (ebd., S. 4). Weiterhin werden Erfahrungen auch außerhalb des Internets ausgetauscht. So haben sich in den letzten

Jahren Veranstaltungen – die sogenannten Maker Faires<sup>11</sup> – entwickelt. Bei einer Maker Faire werden Projekte und Ideen der Öffentlichkeit präsentiert und es findet ein Erfahrungs- und Wissensaustausch statt. Weiterhin werden hier auch die neusten Geräte präsentiert (vgl. Steffan 2018b, o.S.; Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 4). Was im amerikanischen Raum gestartet ist, ist zu einem weltweiten Trend geworden. So gibt es weltweit bereits um die 220 Maker Faires pro Jahr und insgesamt schon 772 Veranstaltungen. Die schnelle Entwicklung ist auch in den deutschsprachigen Ländern bemerkbar. Während die erste Maker Faire in Deutschland in Hannover im Jahr 2013 startete, finden im Raum Deutschland, Österreich und der Schweiz mittlerweile 26 Veranstaltungen pro Jahr statt. Alleine im Jahr 2017 wurde die Maker Faire von 90.240 Besuchern begrüßt, so der Redakteur und Community-Manager des deutschen Make-Magazins (vgl. Steffan 2018b, o.S.). In Maker Faires werden außerdem auch Workshops angeboten, es gibt Mitmachstationen, an denen man Dinge ausprobieren und anfassen darf. Ferner finden auch Vorträge statt. Weiterhin sei erwähnt, dass Education bei Maker Faires eine wesentliche Rolle einnimmt, so Steffan. Kinder, Jugendliche und Schüler sollen „auf einer kreativen und spielerischen Weise für Wissenschaft, Technik und dem lustvollen Umgang mit Materialien und Werkzeugen begeistert werden“ (ebd.). Bei der Maker Faire werden Kinder, Jugendliche und Schüler mit unterschiedlichen Materialien, Werkzeugen und Themen wie 3D-Drucker und Lasercutter, Handwerk, LEGO, Modellbau, Robotik, Coding, Virtual Reality, alternativer Hardware wie Arduino, Calliope sowie Raspberry Pi und auch anderen Themen wie Wearables oder Smart Home vertraut gemacht und dürften diese auch ausprobieren (vgl. ebd.). Neben den Maker Faires haben sich im Laufe der Zeit auch Orte und Werkstätten herausgebildet, in welchen die Making-Aktivitäten stattfinden. Dies soll das nächste Kapitel darstellen.

### 3.3 Makerspaces, FabLabs & Co.

Es gibt viele Orte, an denen Kinder, Jugendliche und Erwachsene an ihren eigenen Ideen arbeiten und selbstständig etwas produzieren können. Makerspaces, Hackerspaces und FabLabs (kurz für Fabrication Laboratories) stellen die drei wichtigsten Orte dar, an denen Making stattfindet. Making kann im Grunde an unterschiedlichen Orten erfolgen. Die Voraussetzung ist jedoch ein genügend großer Raum, in dem alle ausreichend Platz für das Making haben. Aber auch die Werkzeuge sind entscheidend. So zählen diese Orte unter anderem zu einem Makerspace, welche Werkzeuge wie 3D-Drucker, Fräsmaschinen, Raspberry Pi, Arduino und

---

<sup>11</sup> Eine Maker Faire ist ein „familienfreundliches Festival für Inspiration, Kreativität und Innovation“ (Steffan 2018b, o.S.).

so weiter bereitstellen, welche für eine kollaborative Zusammenarbeit und das Basteln von Prototypen gedacht sind. Makerspaces können in allen Einrichtungen und Bildungsinstitutionen eingebaut werden, solange man die nötige Ausstattung bereitstellt. Dabei muss eine Einrichtung, die ein Makerspace aufbauen möchte, keine offiziellen Vorgaben erfüllen (vgl. Peißl 2016, S. 26). Und weil es so ist, sind Makerspaces zunehmend auch in öffentlichen Einrichtungen wie Museen und Bibliotheken zu finden. So gehört die öffentliche Bibliothek in Köln zu den Ersten, welche ein Makerspace einrichten ließen. Seit 2013 können sich Kinder, Jugendliche, Erwachsene und Schulklassen in dem Makerspace austoben oder an unterschiedlichen Workshops und Führungen teilnehmen. Die Bibliothek ist gut ausgestattet und beinhaltet unter anderem Virtual-Reality-Brillen, 3D-Scanner, mehrere 3D-Drucker oder auch Coding-Lehrmittel sowie Roboter. Diese können dann selbst oder in Workshops ausprobiert werden. Weiterhin kooperiert die Bibliothek auch mit Schulen (vgl. Scheurer 2017, S. 32f.). So haben Schüler in der Bibliothek die Möglichkeit, Programmierkenntnisse und weitere „Kompetenzen, die in ihrer unmittelbaren Lebenswelt und ihrem weiteren (Berufs-)Leben von großer Bedeutung sind“ (ebd., S. 32) zu erlangen. Laut Scheurer sehen Kinder und Jugendliche durch die Einrichtung des Makerspaces die Bibliothek mit anderen Augen – als einen modernen und kreativen Mitmach-Ort (vgl. ebd., S. 33). Zu guter Letzt sei erwähnt, dass Makerspaces zunehmend auch an Hochschulen und Universitäten sowie Schulen eingerichtet werden. Die Begründung dafür sind die sonstwo nicht vorhandenen oder selten geeigneten Räume für das Konstruieren, Technik und Innovation (vgl. Asaaf 2014, S. 146).

Neben den Makerspaces gibt es auch noch die Hackerspaces und FabLabs. Hackerspaces sind wie Makerspaces Orte, an denen sich jedoch nur Technikinteressierte treffen, um sich auszutauschen, zusammen zu tüfteln und an Projekten zu arbeiten. Hier wird programmiert, „gelötet, gebastelt, gesägt, gefräst, gedruckt und geklönt“ (Spiegel Online 2013, o.S.). In Hackerspaces werden unter anderem Roboter gebaut oder Apps programmiert. Wie auch bei den Makerspaces werden in Hackerspaces Workshops angeboten, an denen Kinder und Erwachsene teilnehmen können (vgl. ebd.). Wie in Makerspaces steht auch hier das Ziel voneinander zu lernen im Vordergrund (vgl. Peißl 2016, S. 26). Der große Unterschied zu Makerspaces liegt darin, dass Hackerspaces bzw. Hacker eher auf kreative Lösungen im Soft- und Hardwarebereich ausgerichtet sind (vgl. Augenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 7).

Neben Maker- und Hackerspaces gibt es noch die Fabrication Laboratories, kurz FabLabs. FabLabs sind offene Werkstätte, FabLabs „sind offene Werkstätten, in denen kreative Bastlerinnen, Konstrukteure und Konstrukteurinnen Wissen und Know-how austauschen können“ (Peißl 2016, S. 26f.). Hier werden Hightech-Geräte zur Verfügung gestellt, „für die

man früher eine Fabrik gebraucht hätte“ (Beltz 2018, o.S.). Das erste FabLab wurde im Jahr 2002 von Neil Gershenfeld, einem Professor des Massachusetts Institutes of Technology (MIT), gegründet. Das FabLab war eigentlich für die angehenden Ingenieure und Ingenieurinnen des MIT gedacht und sollte diesen die neuen Geräte näherbringen. Dabei gewann das FabLab an der Universität zunehmend an Interesse und es entwickelte sich eine weltweite Bewegung. Heute sind FabLabs in vielen Städten weltweit zu finden und stehen für alle offen. Die Idee dahinter ist, „Zugang zu den Produktionsmitteln ermöglichen und Wissen miteinander teilen, damit am Ende alle alles selbst produzieren können“ (ebd.).

Zusammenfassend lässt sich zu Maker- und Hackerspaces sowie FabLabs festhalten, dass es Orte sind, an denen gemeinsam getüftelt und das Wissen miteinander geteilt wird. Zu guter Letzt versammeln sich hier Menschen, welche sich auf kreative Art und Weise mit Fragen und Technologien auseinandersetzen.

### 3.4 Making und Lernen: theoretischer Hintergrund

Man kann einen Menschen nichts lehren,  
man kann ihm nur helfen, es in sich selbst zu  
entdecken. (*Galileo Galilei*)

Die Maker-Bewegung hat ihre Wurzeln im Konstruktivismus und Konstruktionismus. Der Begriff des Konstruktivismus wurde im 18. Jahrhundert durch den neapolitanischen Philosophen Vico geprägt und gewinnt seit Beginn der 1980er Jahre in der Bildung zunehmend an Bedeutung. Montessori und Piaget zählen zu weiteren Autoren, die den Konstruktivismus prägten (vgl. Stangl 2018b, o.S.). Dabei zählt Piaget zu den Vorreitern des Konstruktivismus. Piaget war der Erste, der sagte, dass „ein Lerner zunächst immer aus eigener Aktion heraus lernt, dass er dabei sich seine Wirklichkeit konstruiert, die er dann in Abgleich mit seiner Umwelt bringen muss. Das daraus entstehende Wechselspiel zwischen innerer Schematisierung und Abgleich mit der Umwelt – Assimilation und Akkommodation – ist für diesen Ansatz entscheidend, um den Aufbau der menschlichen Wirklichkeitsbildungen zu begreifen“ (Stangl 2018c, o.S.). Der Konstruktivismus legt dar, dass Menschen auf der Grundlage eigener Erfahrungen das Wissen selbst konstruieren. Der Mensch wird als Erschaffer seiner eigenen Realität betrachtet, der seine Umwelt gestaltet und verändert. Aufgrund dieser Tatsache entwickelt der Lernende mit Hilfe von eigenem angeborenem Wissen und Erfahrungen neues Wissen (vgl. Stangl 2018b, o.S.). Im Konstruktivismus wird Lernen als ein aktiver und individueller Prozess betrachtet, welcher entweder von außen gestört oder angeregt werden kann. Lösen von Problemen, Sicherstellung der Authentizität von Aufgaben und Inhalten,

Berücksichtigung von multiplen Perspektiven und Anregung eigener Erfahrung und Reflexion bilden den Rahmen von konstruktivistischen Lernumgebungen (vgl. Dubs 1995, S. 890). Der Gedanke zur Reflexion kommt von dem Amerikaner John Dewey und seinem erziehungstheoretischen Ansatz des Learning by Doing<sup>12</sup>. Laut Dewey ist der pädagogische Sinn beim „Etwas-Machen“ erst dann gegeben, wenn man über das Gemachte nachdenkt und aus dem „Etwas-Machen“ ein Lernprozess wird. In seinem Ansatz gibt er dem Begriff Erfahrung einen großen Stellenwert. Als Erfahrung stellt er das besondere Verhältnis zwischen den Lernenden und dem Lerngegenstand dar. Der Begriff Erfahrung bildet eine Abgrenzung zum reinen Tun. Dewey unterscheidet zwischen der aktiven und passiven Erfahrung (vgl. Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 5). Unter der aktiven Erfahrung sind das Ausprobieren, Experimentieren und die Erkundung von Dingen gemeint, und unter der passiven Erfahrung die Einwirkung des Handelns auf sich selber, während man auf Dinge bzw. die soziale Welt einwirkt. Dewey betont am Beispiel, sich an einer Flamme zu verbrennen, dass die Verbrennung selbst noch keine Erfahrung ist und diese erst durch die Verbindung mit dem Schmerz zur Erfahrung und gleichzeitig zum Lernprozess wird. Erst durch die Reflexion entsteht pädagogischer Mehrwert (vgl. ebd.).

Aus Piagets lerntheoretischen Überlegungen zum Konstruktivismus entwickelte Seymour Papert<sup>13</sup> den Konstruktivismus<sup>14</sup>. Die Grafik<sup>15</sup> zeigt den Unterschied zwischen Konstruktivismus und Konstruktivismus anschaulich auf.

Seymour Papert definiert den Konstruktivismus wie folgt:

„From constructivist theories of psychology we take a view of learning as a reconstruction rather than as a transmission of knowledge. Then we extend the idea of manipulative materials to the idea that learning is most effective when part of an activity the learner experiences as constructing a meaningful product“ (Papert 1989, zit. n. Libow Martinez/Stager 2013, S. 32).

In diesem Kontext wird das konstruktivistische Lernen durch die Bedeutung des aktiven Handelns ergänzt. Hierbei wird das Lernen wie im Konstruktivismus als das selbstständige Konstruieren von Wissen angesehen; hinzu kommt, dass dies bei der Erstellung von sichtbaren Artefakten für den Lernprozess besonders effektiv ist. Im Rahmen dessen kann man sein „Produkt“ teilen und mit anderen darüber

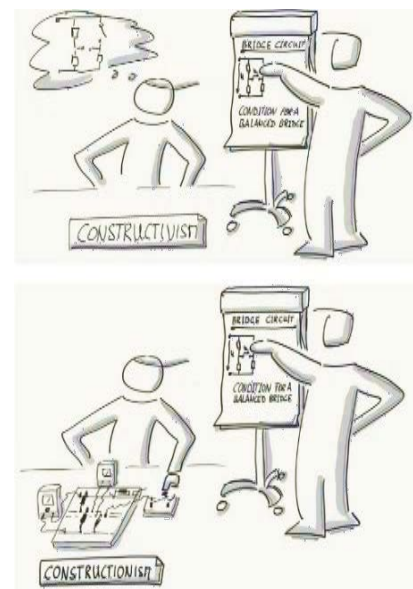


Abbildung 2 Unterschied zwischen Konstruktivismus und Konstruktivismus

<sup>12</sup> Übersetzt: Lernen durch unmittelbares Anwenden.

<sup>13</sup> In Anlehnung an Schelhowe steht Seymour Papert für die Entwicklung von Lego Mindstorms, die Programmierung von Robots und für die Erfindung der erziehungsorientierten Programmiersprache Logo (vgl. Schelhowe 2007, S. 145).

<sup>14</sup> Papert legt mit dem Konstruktivismus dar, „wie unter Nutzung des Computers ein konkreter und konstruierender Zugang zu abstrakten mathematischen Konzepten gefunden werden kann“ (Schelhowe 2007, S. 145).

<sup>15</sup> Quelle <https://twitter.com/lernbar/status/895725192588255235>.

diskutieren (vgl. Wolf 2018, S. 107; Sprung 2011, S. 34). In diesem Kontext konstatieren Libow Martinez und Stager (2013): „This shareable construction may take the form of a robot, musical composition, paper mâché volcano, poem, conversation, or new hypothesis“ (Libow Martinez/Stager 2013, S. 32). Weiterhin betonen die beiden Autoren, dass „[c]onstructionism is a learning theory – a stance about how you believe learning occurs. It is not a curriculum or set of rules“ (ebd.). In Anlehnung an Schelhowe (vgl. 2007, S. 146) lässt sich das konstruktionistische Lernen mit folgenden fünf Aspekten zusammenfassen:

- die Lernenden verbinden ihr eigenes Ziel mit ihrem Interessen,
- sie bilden ein begriffliches Modell von ihrem Vorhaben,
- sie entwerfen ein bedeutungsvolles und anschauliches äußeres Objekt,
- sie tauschen sich über ihre Tätigkeiten aus
- sie reflektieren den Entstehungsprozess

Im Jahr 1999 gründete Seymour Papert auf der Grundlage seiner Lerntheorie ein Learning Lab und verfasste acht Punkte, welche seine Lerntheorie darlegen und in seinem Learning Lab Anwendung finden. Die Punkte lauten folgendermaßen (Stager 2006, zit. n. Libow Martinez/Stager 2013, S. 73f., Hervorhebung im Original):

1. “The first big idea is **learning by doing**. We all learn better when learning is part of doing something we find really interesting. We learn best of all when we use what we learn to make something we really want.
2. The second big idea is **technology as building material**. If you can use technology to make things you can make a lot more interesting things. And you can learn a lot more by making them. This is especially true of digital technology: computers of all sorts including the computer-controlled Lego in our Lab.
3. The third big idea is **hard fun**. We learn best and we work best if we enjoy what we are doing. But fun and enjoying doesn’t mean “easy.” The best fun is hard fun. Our sports heroes work very hard at getting better at their sports. The most successful carpenter enjoys doing carpentry. The successful businessman enjoys working hard at making deals.
4. The fourth big idea is **learning to learn**. Many students get the idea that “the only way to learn is by being taught.” This is what makes them fail in school and in life. Nobody can teach you everything you need to know. You have to take charge of your own learning.
5. The fifth big idea is **taking time – the proper time for the job**. Many students at school get used to being told every five minutes or every hour: do this, then do that, now do the next thing. If someone isn’t telling them what to do they get bored. Life is not like that. To do anything important you have to learn to manage time for yourself. This is the hardest lesson for many of our students.
6. The sixth big idea is the biggest of all: **you can’t get it right without getting it wrong**. Nothing important works the first time. The only way to get it right is to look carefully at what happened when it went wrong. To succeed you need the freedom to goof on the way.
7. The seventh big idea is **do unto ourselves what we do unto our students**. We are learning all the time. We have a lot of experience of other similar projects but each one is different. We do not have a pre-conceived idea of exactly how this will work out. We enjoy what we are doing but we expect it to be hard. We expect to take the time we need to get this right. Every difficulty we run into is an opportunity to learn. The best lesson we can give our students is to let them see us struggle to learn.
8. The eighth big idea is we are entering a **digital world** where knowing about digital technology is as important as reading and writing. So learning about computers is essential for our students’ futures BUT the most important purpose is using them NOW to learn about everything else.”



Seymour Papert drückt damit aus, dass man unter anderem dann am besten lernt, wenn wir etwas tun, was uns Spaß macht und wir machen wollen. Am allerbesten lernt man jedoch, wenn man lernt etwas selbst zu fabrizieren, was einem besonders interessiert (vgl. ebd.) Hinzugefügt sei, nach Papert ist man nur dann bereit und fähig zu lernen, „wenn an existierende [...] Interessen angeknüpft werden kann und man eine Motivation hat“ (Shelhowe 2007, S. 145). Weiterhin betont Papert in seinem Punkten für die Learning Lab, dass man bei der Verwendung von Technologien wie Lego Mindstorms und Computer aller Art interessanter und besser lernen kann (vgl. Stager 2006, zit. n. Libow Martinez/Stager 2013, S. 73). Ferner ist es, wenn man etwas macht, wichtig, dass man zielstrebig ist und sich dabei bemüht, damit man immer besser wird. Darüber hinaus konstatiert Papert, dass man für sein eigenes Lernen Verantwortung übernehmen muss. In diesem Sinne müssen Schüler lernen zu lernen. Damit legt er die Idee des Konstruktivismus dar, dass Wissen nicht vermittelt werden kann. Weiterhin gibt Papert in seinem fünften Punkt an, dass Schüler für das Lernen und ihre Arbeit Zeit sich die Zeit nehmen sollen. Im weiteren Punkt betont Papert die Relevanz des Fehlermachens. Fehler machen sei etwas Legitimes und wichtig für den Lernprozess (vgl. ebd., S. 74). In Anlehnung an Shelhowe (2007) gehört es zum konstruktionistischen Lernen Fehler als produktiv anzusehen und aus Fehlern zu lernen (vgl. Shelhowe 2007, S. 146). Zu guter Letzt legt Papert mit dem siebten Punkt dar, dass auch Lehrkräfte tätig sein werden sollen. Sie sollen sich die Zeit nehmen und mit den Schülern an Projekten arbeiten. Ferner sollen Lernende erkennen, dass auch Lehrkräfte, trotz viel Erfahrung, immer wieder Neues Lernen müssen (vgl. Stager 2006, zit. n. Libow Martinez/Stager 2013, S. 74). Zum Schluss betont Papert, dass es wichtig sei, dass die Schüler etwas über den Computer lernen. Wichtiger sei jedoch, dass die Schüler den Computer benutzen, um alles andere zu lernen. (vgl. ebd.).

Im Rahmen dessen besteht die Rolle der Lehrkraft darin, Lernenden „kreative Bedingungen für Entdeckungen bereitzustellen, weniger in der Vermittlung von Wissen“ (Aufenanger/Bastian/Mertes 2017, S. 6). Laut Papert muss die Schule dafür sorgen, dass Kinder Konstruktionsleistungen erbringen können, und soll diese fördern (vgl. ebd.). Auf Basis dieser Gedanken liegt das Making in der Bildung – die sogenannte Maker Education.

## **4. Maker Education: Möglichkeiten und Herausforderungen**

In diesem Kapitel soll herausgefunden werden, welche Chancen und Herausforderungen die Maker-Bewegung bzw. die sogenannte Maker Education im schulischen Kontext bietet und

inwieweit sich Paperts Theorie an Schulen umsetzen lässt. In Deutschland gibt es bereits einzelne Schulen, welche Making im Unterricht fest verankert haben. Anhand der durchgeführten Projekte und der weiteren Möglichkeiten soll versucht werden die Chancen und Herausforderungen zu ermitteln. Im Folgenden sollen die Werkzeuge der Maker Education vorgestellt werden.

## 4.1 Werkzeuge für die Maker Education

Für die Maker Education stehen viele Werkzeuge und Materialien zur Verfügung, welche für Schule eingesetzt werden können. Abbildung 3<sup>16</sup> zeigt die Werkzeuge übersichtlich auf. Wie man anhand des Bildes erkennen kann, gehört dazu der 3D-Drucker, Programmierung, Roboter (inklusive Drohnen), Hardware wie Arduino, Rasperry Pi und MakeyMakey, Apps sowie analoge

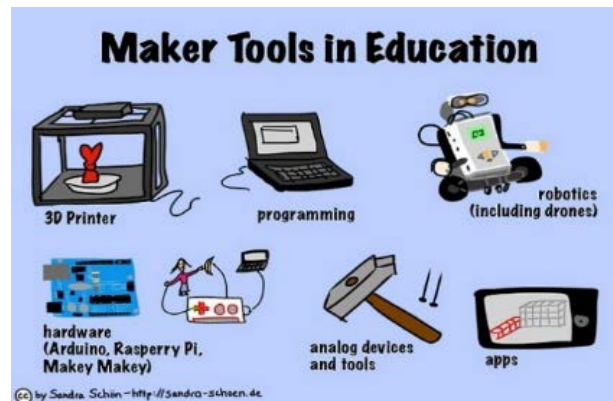


Abbildung 3 Werkzeuge für die Maker Education

Werkzeuge und Tools. Zu den analogen Werkzeugen und Tools zählen z.B. Pappe, Schaumstoff, Nägel sowie Nähmaschinen, Lötstationen, Schweißgeräte und Metall- und Holzverarbeitungswerkzeuge (vgl. Assaf 2014, S. 145). Ferner werden auch digitale Geräte wie Smartphones, Computer oder Tablets benötigt. Abbildung 4<sup>17</sup> stellt die Werkzeuge noch einmal sortiert dar.

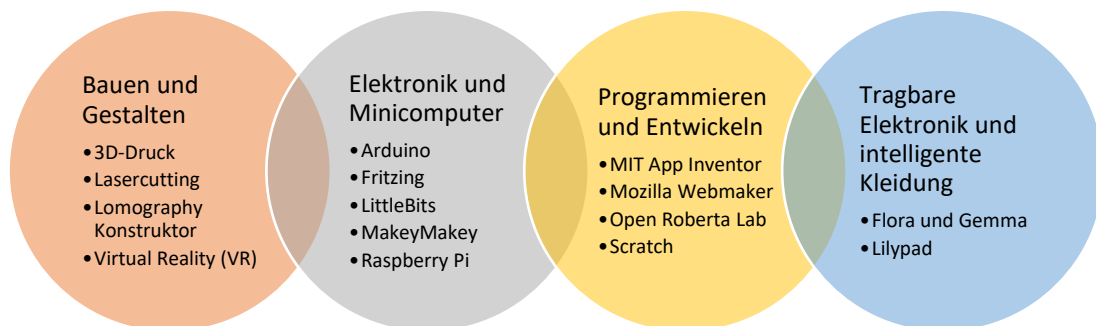


Abbildung 4 Werkzeuge für Maker Education in Kategorien

Die Werkzeuge lassen sich in unterschiedlichen Schulfächern anwenden. So kann man z.B. MakeyMakey im Musikunterricht integrieren. Mit dem MakeyMakey können „digitale Musikinstrumente konstruiert werden – beispielsweise ein Klavier aus Bananen oder ein

<sup>16</sup> Quelle: <https://www.flickr.com/photos/24120891@N02/14551675016>

<sup>17</sup> Eigene Darstellung. Textquelle: FSM/FSF/Google 2015.

Percussion-Set aus Knete“ (Schön/Ebner 2016b, S. 24). Den 3D-Drucker wiederum kann man im Schulfach Mathematik z.B. zum Thema Geometrie einbinden. So kann etwa im Schulfach Mathematik (Geometrie) „das Thema der Parkettierung nicht nur mit Papier erprobt, sondern [können] auch gleich entsprechende Parkett-Teile in 3D modelliert und dann mit dem 3D-Drucker gedruckt werden“ (ebd.). Ein weiteres Beispiel ist der Physikunterricht. Laut Schön und Ebner (2016b) kann man „mit Hilfe von Smartphones, einer Pappschachtel und einem Vergrößerungsglas, z.B. einer einfachen Lupe, einen Beamer [bauen]“ (ebd.). Abschließend sei darauf hingewiesen, dass Making auch rein im virtuellen Raum stattfinden kann. Ein Beispiel hierfür wäre die Programmierumgebung Scratch<sup>18</sup>, mit welcher Schüler am Computer kleine Spiele, Geschichten oder Quizze erstellen können. Scratch eignet sich hervorragend um Schüler spielerisch auf eine Programmiersprache einzustimmen und erste Erfahrung im Bereich Computerprogrammierung zu machen (vgl. Vorwerk 2017, S. 27).

## 4.2 (Einsatz-)Möglichkeiten

Im Folgenden sollen drei fächerübergreifende Projekte exemplarisch vorgestellt werden<sup>19</sup>. Im ersten Projekt wurde auf den 3D-Drucker zurückgegriffen. Beim zweiten Projekt kam die Arduino-Hardware im Einsatz. Das dritte Projekt ist etwas völlig anderes im Vergleich zu den ersten zwei Projekten und soll zeigen, dass Konstruktionsleistungen auch im virtuellen Raum stattfinden und sinnvoll sein können.

### 4.2.1 Projekt mit einem 3D-Drucker

Schülerinnen und Schüler der 9. Klasse aus der Leibnizschule in Wiesbaden fertigten im Fach Mathematik im Rahmen einer Projektwoche zwei Rechenmaschinen an. Diese sollten für die 5. Klasse eingesetzt werden, welche gerade das Binärsystem im Unterricht durchnahm. „Das Binärsystem bildet als Maschinencode die Grundlage der Software in allen heutigen Computern. Um die Arbeitsweise von Computern verstehen zu können, ist es [...] sinnvoll sich sowohl mit dem Binärsystem auseinandersetzen als auch mit frühen Rechenmaschinen als Vorläufer der heutigen Computer“ (Kolb/Herber 2017, S. 10). In diesem Sinne haben die Schüler zwei Rechenmaschinen nachgebaut. Eine „Maschine in der Größe von 30 cm x 40 cm in Anlehnung an die Originalbaupläne [...] [und] eine vergrößerte Maschine [in der Größe 60 cm x 80 cm],

---

<sup>18</sup> Die Programmiersprache Scratch zeichnet sich durch eine spielerisch gestaltete Oberfläche aus. Die Programmierung erfolgt durch Drag-und-Drop und ist durch ihre einfache und verständliche Bedienungsfläche bereits für jüngere Schulklassen geeignet (vgl. Vorwerk 2017, S. 27).

<sup>19</sup> An dieser Stelle sei erwähnt, dass Making viel vielfältiger ist, als es hier gezeigt werden kann. Aufgrund des Umfangs dieser Arbeit wurde eine Auswahl vorgenommen, die dennoch das breite Spektrum der Möglichkeiten repräsentieren soll.

die eine bessere Übersicht ermöglicht“ (ebd.). Für beide Rechenmaschinen galt es zuerst die Grundpläne für den Bau auf eine Grundplatte zu übertragen. Dabei haben die Schüler die Baupläne auf die Grundplatte gelegt und mit einer Stecknadel die Ecken des ausgelegten Plans gestochen (vgl ebd.). Danach mussten für beide Rechenmaschinen „die Holzleisten zurechtgesägt und auf der Grundplatte mit Leim und Stiften befestigt werden“ (ebd.). Im Folgenden mussten die „Schalter“ hergestellt werden. Es war wichtig, dass die Schalter exakt sitzen, damit die Rechenmaschine fehlerfrei arbeitet. Während bei der großen Rechenmaschine für die Herstellung der Schalter ein Schreiner beantragt wurde, welcher nach den Plänen der Schüler mit einer CNC-Fräse die Schalter anfertigte, wurde bei der kleinen Maschine für die Herstellung der Schalter der schuleigene 3D-Drucker eingesetzt. Um die Schalter mit dem 3D-Drucker zu erstellen, haben die Schüler zuerst mit der 3D-Software „SketchUp“ ein 3D-Modell des Schalters erstellt (vgl ebd.). Im Folgenden Schritt wurde das Modell in das Programm „Cura“ übertragen, welches das Modell in einen G-Code umwandelte, welcher „alle nötigen Druckerinformationen erh[ie]lt“ (ebd., S. 10f.). Dadurch konnte das 3D-Modell gedruckt werden. Somit waren die Schalter für die Rechenmaschine erstellt und konnten in die Maschine eingebaut werden.

Die Rechenmaschinen wurden hergestellt, um Schülern in der 5. Klasse das Binärsystem verständlicher zu machen. Kolb und Herber konstatieren in diesem Zusammenhang: „Die Erfahrung zeigt, dass es bei lehrerzentriertem Unterricht als ein abstraktes, bedeutungsloses ‚Rezept‘ auswendig gelernt und schnell wieder vergessen wird. Hier bietet die Rechenmaschine eine Möglichkeit das Binärsystem begreifbar zu machen“ (ebd., S. 11). Ferner sei „die Rechenmaschine ein gutes Modell, um das Funktionsprinzip eines Computers zu erklären“ (ebd.).

#### 4.2.2 Projekt mit Arduino

Das folgende Projekt lässt sich in unterschiedlichen Klassenstufen integrieren und fächerübergreifend in den Fächern Physik, Biologie und Informatik durchführen. In dem Projekt „Plant Society“ wurde das Ziel verfolgt, ein Verständnis darüber zu erlangen, „wie Datenmengen in einer App übertragen werden, wo die Zwischenspeicherung der Daten erfolgt und welche Daten zusätzlich notwendig sind, um zu erfahren, wann Handlungsbedarf besteht“ (Vollmer 2017, S. 14). Dies lernen die Schüler anhand der Bewässerung von Pflanzen. Hierbei wurden die Feuchtigkeitswerte von Zimmerpflanzen anhand des Einplatinencomputers Arduino, eines Wifi-Moduls, einer Smartphone App und ein paar Plant-Society-Bausätzen ermittelt.

Zuerst haben die Schüler die Anbauteile zusammengefügt. Hierbei war es nicht erforderlich die Bauteile zusammenzulöten, da diese durch ein Steckbrett leicht montiert werden konnten. Anschließend haben sich die Schüler der Arduino Uno Platine zugewandt, dessen Mikrocontroller programmierbar ist. An Arduino wurden dann Sensoren und Aktuatoren an Ein- und Ausgängen angeschlossen. Im nächsten Schritt haben die Schüler zwei Eisennägel in die Erde der Pflanze eingesteckt. Während der erste Nagel eine geringe elektrische Spannung ausgibt, misst der zweite Nagel, wie viel Strom anhand der Leitfähigkeit des Wassers in der Erde durchfließt. Dadurch lässt sich der Feuchtigkeitsgehalt dieser Pflanze ermitteln (vgl. ebd.).

Um Arduino programmierbarer zu machen, erhielten die Schüler drei Befehle, die in der richtigen Reihenfolge in der Arduino Software (App) eingetragen werden mussten. Die Befehle wurden auf drei Befehle reduziert, um den Schülern das Programmieren zu erleichtern. Die Codes lauteten folgendermaßen:

- „starteWiFiModul
- messeFeuchtigkeitswert()
- sendeMesswert()“ (Vollmer 2017, S. 14).

Wenn der Code „sende Messwert“ eingegeben wurde, sendete die Pflanze ihre Feuchtigkeitswerte in eine Datenbank. Diese befindet sich auf einem vordefinierten Webserver, auf dem alle empfangenen Messdaten gespeichert werden. Schnell wurde jedoch deutlich, dass die Daten, die durch die Messwerte erstellt wurden, an sich nicht aussagekräftig waren. So benötigte man Informationen über den Wasserbedarf und den optimalen Gießzyklus der Pflanze, da diese unterschiedlich sind. Beispielsweise kann ein Kaktus mit einer trockenen Erde mit wenig Wasseranteil länger auskommen als z.B. eine Tomatenpflanze, deren Erde täglich gegossen werden muss, damit sie feucht bleibt. Diese zusätzlichen Daten werden in die Datenbank eingespielt. Wurden nun diese Informationen zusammengeführt, können die gesendeten Messwerte aussagekräftig interpretiert werden. Im nächsten Schritt greift man mit dem Smartphone über die Plant Society App auf die Datenbank zu, interpretiert die Daten und visualisiert ständig den aktuellen Feuchtigkeitsgehalt der Pflanze. Über Push-Nachrichten können die Schüler informiert werden, sobald sich die Feuchtigkeitswerte der Pflanze nicht im angemessenen Bereich befinden. Um das Interesse an den Pflanzen langfristig aufrechterhalten zu können, wurden Gamification-Elemente eingebaut. Hierbei wurden jeden Tag Punkte vergeben, wenn man sich um die Pflanze gekümmert hat. Damit sollte sichergestellt werden, dass die Pflanze weder zu nass noch zu trocken ist (vgl. ebd., S. 14f.).

### 4.2.3 Projekt mit Minecraft

Die Schüler der 9. bis 13. Klasse des Kant-Gymnasiums in Boppard haben im Rahmen einer Projektwoche in den Fächern Informatik und Kunst ihre Schule mit Minecraft<sup>20</sup> nachgebaut. Die technische Ausstattung und der Zeitaufwand des Projektes waren enorm. Für das Projekt benötigten die Schüler mehrere PCs und im Projekt 10 PCs, Minecraft-Software und Software zur Onlinekommunikation mit dem Headset. Daneben haben die Schüler sogar außerhalb der regulären Unterrichtszeiten an dem Projekt von zu Hause aus weitergearbeitet. „Ziel war es, gemeinsam [die] Schule mit Minecraft von außen und von innen architektonisch zu modellieren“ (Friedsam/Wagner 2017, S. 24), so Friedsam und Wagner. Selbstständig haben sich die Schülerinnen und Schüler in ihren Rollen zurechtgefunden und das Projekt organisiert und durchgeführt. Für das Projekt haben sie bei Minecraft den „Kreativ-Modus“<sup>21</sup> gewählt. Für den Nachbau des Schulgebäudes haben die Schüler auf Originalbaupläne der Schule zurückgegriffen. Weiterhin wurden ausdrucksstarke Fotos von jedem Raum der Schule angefertigt. Somit hatten die Schüler die Grundlage für den Nachbau der Schule in Minecraft. Gemeinsam haben sie den Maßstab sowie Schnittstellen vereinbart und die Arbeiten untereinander aufgeteilt. Nach fünf Tagen hatten die Schüler ihre Schule in Minecraft komplett nachgebaut (vgl. ebd.).

Friedsam und Wagner (2017) reflektieren, dass die Schüler „im Rahmen der Projektdurchführung eine Teamarbeit und ein Gemeinschaftsgefühl [erlebten], wie sie wohl in Firmen zu finden sind, die sich mit der kreativen Entwicklung und Umsetzung von aktuellen Trends beschäftigen“ (ebd.). Ferner war der Zeitbedarf für das Projekt so hoch, dass die Schüler außerhalb der Schule an dem Projekt – über Onlineserver – weitergearbeitet haben. Am Rande sei erwähnt, dass die Schüler auch die konstruktiven und mathematischen Fragen in der Gruppe selbstständig geklärt haben. In diesem Sinne waren die Schüler auf die Hilfe der Lehrkraft kaum angewiesen (vgl. ebd.). Diese diente nur für den „Zugang zu den Räumen, um diese im Original zu fotografieren, und beim Freischalten des Netzwerkes zum Arbeiten auf dem Onlineserver“ (ebd.).

---

<sup>20</sup> Minecraft ist ein Computerspiel. Mit über 100 Millionen Mal zählt es außerdem zu dem meistverkauften Computerspiel weltweit (vgl. Friedsam/Wagner 2017, S. 24).

<sup>21</sup> In Minecraft gibt es zwei Spielmodi: den Überlebensmodus und den Kreativ-Modus. Während bei dem Überlebensmodus die Spieler erstmal Ressourcen sammeln müssen, steht im Kreativ-Modus eine unbegrenzte Menge an Ressourcen zur Verfügung (vgl. ebd.).

### 4.3 Makerspaces in der Schule

Damit die Schüler jederzeit auch außerhalb des Unterrichts die Möglichkeit haben, an ihren Ideen zu arbeiten und sie zu verwirklichen sowie ihre Kreativität auszuleben, bietet sich die Einrichtung eines Makerspaces innerhalb der Schule an. Die Potentiale bei einem schulischen Makerspace liegt darin, dass „die dort angebotenen Projekte [...] den Teilnehmerinnen und Teilnehmern nicht vor[schreiben], was sie zu machen haben“ (Wege 2017, S. 29). In einem Makerspace werden Schüler dazu ermutigt eigene Ideen zu entwickeln und diese umzusetzen. Wege (2017) betont, dass Schüler dabei zum einen lernen, „wie der Prozess der Ideenfindung gestaltet werden kann, und zum anderen haben sie Gelegenheit, ihr in den traditionellen Schulfächern erworbenes Wissen in die Makerprojekte einfließen zu lassen“ (ebd.). Ferner haben die Schüler die Möglichkeit, ihre Kreativität zu entfalten. Dieses ist auch heutzutage dringend notwendig. In diesem Kontext äußert Wege, dass Schüler durch den klassischen Unterricht „etwas selbst auszudenken [verlernen]. Sie sind [...] nicht mehr gewohnt, ihrer Fantasie freien Lauf zu lassen und eigene Ideen zu entwickeln. Vielen fällt zudem eine realistische Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten schwer, zumal Scheitern im Unterricht meist nicht vorgesehen ist“ (ebd.).

Damit die Projekte in einem Makerspace ausgeführt werden können, gibt es ein paar Dinge, auf die man achten muss. So sollte man laut Wege (2017) bei der Organisation und Durchführung von Angeboten in einem schulischen Makerspace z.B. darauf Acht geben, dass die Maker-Projekte zunehmend an Komplexität gewinnen. „Man [sollte] sehr genau überlegen, wen man eigentlich ab welchem Alter womit beschäftigen kann“ (ebd., S. 30). So eignen sich für Grundschul Kinder für den Einstieg ins Making einfaches Experimentieren und Werkarbeiten. Dadurch sollen sie ein Gefühl für das Selbermachen entwickeln und sich mit dem Werkzeug vertraut machen. Mit der Zeit werden die Grundschul Kinder mutiger und wollten immer häufiger Neues ausprobieren, so Wege (vgl. ebd.). Ab der 5. oder 6. Klasse soll die Komplexität der Maker-Projekte steigen. Die Kinder haben sich in der Grundschule mit dem Handwerk und einfachen Tools vertraut gemacht und können mit Werkzeugen wie Schleifpapier, Laubsäge sowie Hammer und Schraubenzieher umgehen. Demnach können in der 5. oder 6. Klasse „[e]infache Experimente aus Physik, Chemie und Biologie [...] mit den Erfahrungen aus dem Sach- und Werkunterricht der Grundschule kombiniert [werden]“ (ebd.). Im nächsten Schritt wird die Schwierigkeit der Projekte erneut erhöht und die Schüler lernen wieder neue Techniken und Technologien kennen. So geht es immer weiter (vgl. ebd.). Ab der 7. Klasse haben die Schüler so viele Erfahrungen gesammelt, dass sie die wichtigsten Werkzeuge und Geräte benutzen können. So bietet es sich an ab der 7. Klassenstufe das Handwerkliche mit

Elektronik zu verknüpfen. Begonnen werden kann mit einfachen elektrischen Schaltungen. Wege erläutert in diesem Zusammenhang, dass die Schüler im Laufe der Zeit „von alleine auf Erweiterungen bis hin zu ersten Programmierideen [kommen]“ (ebd.). Am Rande sei erwähnt, dass der große Unterschied zwischen der klassischen Vorgehensweise im Sachunterricht und dem Arbeiten in einem Makerspace daran liegt, dass im Makerspace immer Neues ausprobiert wird. Dieses Ausprobieren führt „zu einer Erfahrung, auf der dann das nächste Projekt aufbaut“ (vgl. ebd.). Ferner geht im Makerspace auch mal etwas schief und man fängt von vorne an. Dadurch wächst die Erfahrung der Schüler, da die Herangehensweise reflektiert wird.

Zu guter Letzt sei auch auf die Gruppengrößen und Aufsichtspersonen in einem schulischen Makerspace hingewiesen. Wege (2017) erklärt, dass bei einer einzigen Aufsichtsperson die Gruppengröße 10 Schüler betragen sollte. Mit der zunehmenden Komplexität von Projekten müssen mehrere Betreuungspersonen im Makerspace anwesend sein (vgl. ebd.). Er betont, dass „[m]it fortschreitendem Alter der Jugendlichen [...], parallel zur Komplexität der Projekte, dabei auch der Betreuungsaufwand größer [wird]“ (Wege 2017, S. 30). Somit sind bei „10-15 Jugendlichen zwei Betreuer notwendig, um die Ideen zu kanalisieren und bei Fragen und Problemen beratend zur Seite zu stehen“ (ebd.).

#### 4.4 Nutzen der Maker Education

Die Maker Education bietet in der Schule große Potentiale und Chancen. Zum einen werden durch die Maker Education unterschiedliche Kompetenzen angesprochen und wird das Verständnis für Wissensinhalte gefördert. So konnte z.B. im Fach Mathematik unter Einsatz des 3D-Druckers das Funktionsprinzip eines Computers begreiflicher vermittelt werden. Die Lehrer führten auf, während bei der theoretischen Herangehensweise das Wissen oft träge vermittelt wird und dadurch geringes Verständnis aufkommt, konnte „durch das konkrete Erleben das erwünschte Verständnis besser und nachhaltiger [...] gefördert werden“ (Kolb/Herber 2017, S. 11). Weiterhin sei in diesem Kontext erwähnt, dass während beim lehrerzentriertem Unterricht das Binärsystem „als ein abstraktes, bedeutungsloses ‚Rezept‘ auswendig gelernt und schnell wieder vergessen [wird], [die Rechenmaschine die] Möglichkeit [bietet], das Binärsystem begreifbar zu machen“ (ebd.). Weiterhin stellten die Lehrkräfte fest, dass Schüler Spaß daran haben, das Gerät „auszuprobieren und mit den theoretischen Rechenoperationen zu vergleichen“ (ebd.). Im Rahmen des Projektes wurden zahlreiche Kompetenzen angesprochen. In diesem Kontext erlernten die Schüler „nicht nur mathematische und informationstechnische Inhalte, sondern auch zu konstruieren, zu sägen, zu bohren, zu schleifen und im Team zu arbeiten“ (ebd.). So wurden zum einen handwerklich-technische Kompetenzen erworben und



zum anderen wurde die Teamfähigkeit gefördert. Hinzu kommen der Umgang mit dem 3D-Drucker und die Erstellung von 3D-Modellen. Zu guter Letzt sei erwähnt, dass Schüler im Rahmen des Projektes ein Verständnis der Grundlagen von Computersystemen entwickelt haben (vgl. ebd.). Auch in dem Projekt „Plant Society“ wurden positive Erfahrungen in diesem Kontext gemacht. Im Rahmen des Making-Projektes, unter Einsatz von Arduino, konnten die Schüler sensibel und verständlich an das Thema „Datenschutz“ herangeführt werden. Sie erlangten „ein Verständnis für die Funktionsweise von alltäglich genutzten Smartphone-Apps“ (Vollmer 2017, S. 15). Es konnte gezeigt werden, wie Prozesse im Hintergrund durchgeführt werden und welche Informationen für die Auswertung relevant sind. Hierbei haben die Schüler erkannt, dass einzelne Informationen nicht besonders aussagekräftig waren und die unterschiedliche „Menge an Informationsquellen aber zu neuen Erkenntnissen verhilft“ (ebd.). In diesem Kontext sei hinzugefügt, dass das Projekt die Schüler zur Diskussion anregte. Bereits bei der Durchführung des Projektes haben Schüler das Thema „Datenschutz und de[n] Umgang mit eigenen persönlichen Daten“ angesprochen haben und dieses „mithilfe des konkreten Pflanzen-Beispiels im Plenum diskutiert“ (ebd.). Damit wurden auch in diesem Projekt Kompetenzen gefördert. Hierzu gehören die Programmierkompetenz eines Mikrocontrollers, das Verständnis für die Arbeitsweise von Apps, Datenaustausch und -speicherung sowie Datenbanken, Datenschutz und die Kompetenz, Informationen zu recherchieren (vgl. ebd., S. 14). Auch in dem Minecraft-Projekt konnten Schüler durch den Nachbau ihrer Schule in Minecraft Kompetenzen fördern. Dadurch, dass die Schüler die Schule exakt von außen und von innen Architektur betreffend modelliert und das komplette Projekt selbstständig durchgeführt haben, schulten sie ihr räumliches Vorstellungsvermögen und haben Kompetenzen im Bereich Projektmanagement erworben (vgl. Friedsam/Wagner 2017, S. 24). Des Weiteren lässt sich festhalten, dass Making zum Erwerb der Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie des analytischen, kritischen und kreativen Denkens beiträgt. Das wäre zum einen das gemeinsame Arbeiten im Team an einem Projekt. Es ist hierbei wichtig, Probleme ausfindig zu machen, gemeinsam Lösungen zu entwickeln und sich bei der Aufgabenteilung abzusprechen. Durch die kreative Arbeitsweise ist es möglich selbstständig Lösungen herauszusuchen. Hierbei werden Lösungswege zugelassen, auf die man im Team sonst nicht gekommen wäre. Anschließend werden alle Lösungen im Team diskutiert. Man kann davon ausgehen, dass das schülerzentrierte Lernen die Kompromissfähigkeit zusätzlich fördert, da man durch das Arbeiten im Team und das gemeinsame Interesse Probleme lösen muss. Des Weiteren ergibt sich durch das Arbeiten mit den verschiedenen Technologien die Möglichkeit, ein Verständnis über die Nutzung dieser Hardware zu bekommen und sich gleichzeitig mit dem verantwortungsvollen Umgang dieser Geräte vertraut zu machen. Ein

Beispiel ist das Projekt „Plant Society“, bei dem die Schüler unter anderem den verantwortungsvollen Umgang mit ihrer Daten im Netz diskutierten. Schließlich sei erwähnt, dass im Rahmen von allen Making-Projekten auch die Kreativitätskompetenz gefördert wird, da die Schüler eigenständig an der Problem- und Lösungsfindung arbeiten. Dieses wird vor allem in einem Makerspace gefördert, in welchem die Schüler keine Vorgaben haben und ihre Ideen verwirklichen können.

In diesem Kontext lässt sich festhalten, dass Maker Education Projekte zahlreiche Kompetenzen fördern, welche auch in der Arbeitswelt gefragt sind bzw. verlangt werden (siehe Kapitel 2.2). Das sind unter anderem soziale Kompetenzen wie Team- und Kommunikationsfähigkeit sowie Problemlösekompetenz und digitale Kompetenzen wie Programmierkenntnisse, ebenso Kenntnisse im Bereich Programmierung, Datenschutz und Datensicherheit. Hier sei hinzugefügt, dass im Rahmen der Maker Education Schüler die Möglichkeit bekommen, sich mit Technologien vertraut zu machen, welche in der Arbeitswelt bereits eingesetzt werden. Dazu gehört etwa der 3D-Drucker. Demnach ergibt sich hier eine weitere Chance, dass die Arbeitswelt Arbeitnehmer bekommt, welche mit solchen Technologien bereits in Kontakt getreten sind und daher keine besondere Einarbeitung mehr brauchen.

Des Weiteren lässt sich anhand der Projekte schlussfolgern, dass Maker Education dazu beiträgt den Anforderungen der Digitalisierung in der Bildung nachzukommen. Hier sei auf den Kompetenzrahmen der KMK hingewiesen. Maker Education trägt dazu bei, dass ein großer Teil der im Kompetenzrahmen festgelegten Kompetenzen erworben/gefördert wird. Betrachtet man alleine den Bereich „Lösen und Handeln“, so ermöglicht der konstruktionistische Ansatz hier unter anderem ein Verständnis für digitale Systeme zu entwickeln. Ferner setzen sich Schüler mit Problemen auseinander und lernen Probleme zu erkennen und diese zu lösen. Schließlich sei sowohl auf die Kompetenzanforderungen in der Arbeitswelt als auch auf den KMK-Rahmen hingewiesen, sodass man die Schlussfolgerung ziehen kann, dass Schüler in allen Making-Projekten Kompetenzen im Hinblick auf den souveränen Umgang mit digitalen Medien erlangen.

Zu guter Letzt sei erwähnt, dass Maker Education durch die handlungsorientierte und experimentelle Herangehensweise dazu beitragen könnte, dass Schüler ein größeres Interesse an dem Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, kurz MINT, entwickeln. Diese Schlussfolgerung ziehe ich, weil alleine schon im Rahmen der oben exemplarisch dargestellten Projekte abstrakte und trockene Unterrichtseinheiten interessanter und verständlicher gestaltet werden konnten. Man kann davon ausgehen, dass dadurch auch das

Interesse an Forschung, Entwicklung und dem Experimentieren steigt. Dies kann man unter anderem an dem Projekt erkennen, an dem die Rechenmaschine gebaut wurde. Zum einen waren die Schüler, die die Rechenmaschine gebaut haben, von ihrem Projekt mehr als angetan, haben daran den Spaß nicht verloren und sehr genau gearbeitet. Zum anderen konnten auch die jüngeren Schüler, für welche die Rechenmaschine gebaut wurde, von der Rechenmaschine kaum mehr Finger mehr lassen und haben daran experimentiert und das Gerät intensiv untersucht. Dadurch wurde abstraktes Wissen interessant gemacht. Man kann davon ausgehen, dass sich Schüler in Zukunft noch mehr solche Projekte wünschen. Weitere Projekte können sicherlich zur Förderung des Interesses an MINT dienen. Somit steigt die Möglichkeit, dass Schüler sich eher für MINT-Leistungskurse entscheiden. Auch Schön/Ebner/Narr (vgl. 2016a, S. 19) sind der Ansicht, dass Making-Aktivitäten die Attraktivität der MINT-Fächer steigern können.

Hier sei hinzugefügt, dass dabei die Steigerung des Interesses an der MINT-Branche dem Arbeitsmarkt wie gerufen kommen würde. Die Arbeitsmarktuntersuchung des IW Köln legt dar, dass „Ingenieure und Informatiker [...] in Deutschland händeringend gesucht [werden]“ (Nier 2017, o.S.). Es fehlten im Januar 2017 insgesamt fast „187.000 Arbeitskräfte im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, kurz MINT“ (ebd.). Hier sei auf die Umfrage des Digitalverbands Bitkom hingewiesen, welche betonte, dass in den nächsten Jahren neue Stellen im Rahmen der Digitalisierung entstehen werden (vgl. Bockhorni 2016, o.S.). In diesem Sinne würde die Steigerung des MINT-Interesses dem Arbeitsmarkt zugutekommen. Es liegt nahe, dass die Maker Education dazu beitragen könnte, dass mehr junge Menschen sich für eine MINT-Karriere entscheiden und demnach auch die Arbeitskräftelücke schließen. Ferner könnte Making dazu beitragen, dass vor allem Schülerinnen eine MINT-Karriere einschlagen. Cirtek/Erharter/Koppensteiner (2015) führen an, wenn sich Schülerinnen und Schüler für die MINT-Branche entscheiden, sind es vor allem Schüler. Technische Ausbildungen von Mädchen werden dann gewählt, wenn es sich um eine Kombination aus nichttechnischem und technischem Bereich handelt, wie z.B. Medientechnik, Biomedizin oder Gesundheitstechnik. Doch auch für solche Kombinationsausbildungen muss das Grundinteresse an Technik bestehen (vgl. Cirtek/Erharter/Koppensteiner 2015, S. 357). Demzufolge ergreifen Mädchen nur dann MINT-Berufe, wenn sie selbst ein Interesse an Technikprozessen haben. Als Hauptgrund für den Mangel an Interesse von Frauen an MINT-basierten Studiengängen sei die schnell voranschreitende Technik, welche zum Teil als komplex und nicht begreifbar wahrgenommen wird. Cirtek/Erharter/Koppensteiner (2015) schreiben:

„Der Mensch verwendet im täglichen Leben so viel Technologie wie noch nie zuvor und versteht davon so wenig wie nie zuvor. Kinder können an den heutigen hochtechnischen und kleinen Geräten des täglichen Bedarfs, wie iPod oder iPhone, nichts mehr entdecken oder zerlegen, um es zu erforschen. Der natürliche Forscherdrang erfährt schon relativ früh einen empfindlichen Dämpfer, und das in der Schule Vorgetragene ist von iPad oder iPhone meilenweit entfernt. Ein geeigneter Zugang zur Technik fehlt“ (Cirtek/Erharter/Koppensteiner 2015, S. 357).

Der Hauptgrund liegt bei dem fehlenden Bezug zu den technischen Geräten. Um ein grundlegendes Verständnis für technische Abläufe zu entwickeln, muss man das Gerät an sich entdecken und zerlegen – erforschen. Erst dadurch werden technische Prozess begreifbar und interessant (vgl. ebd.). In der Maker Education steht die spielerische und experimentelle Auseinandersetzung mit analogen und neuen Technologien an erster Stelle. Die Maker Education könnte dazu beitragen, dass Mädchen ihre Ängste und Hemmschwellen gegenüber der Technik ablegen. Durch das wortwörtliche Auseinandernehmen bzw. Konstruktionsleistungen und die kreativen Auseinandersetzung mit Technologien können technische Inhalte und die Technik an sich selbst (be)greifbar gemacht werden. Das Entdecken, Zerlegen und Erforschen wird in der Maker Education gewährleistet und bietet somit die Chance, dass vor allem Schülerinnen MINT-bezogene Fächer besser zu verstehen lernen und letztlich auch Frauen eine MINT-Karriere einschlagen.

## 4.5 Mögliche Herausforderungen

In der Überschrift steht bewusst „mögliche Herausforderungen“, da diese von mir interpretiert werden. Sowohl die Chancen als auch die Herausforderungen wurden empirisch bislang nicht erforscht. Dennoch sollen hier nun erste Schlussfolgerungen gezogen und diskutiert werden.

Eine erste Herausforderung scheinen unter anderem die Räumlichkeiten für Making-Projekte zu sein. Man kann davon ausgehen, dass nicht jede Schule den grundlegenden räumlichen Anforderungen entspricht, um einen Makerspace zu erstellen. So gibt es sicherlich Schulen, welche keinen Werkraum zur Verfügung haben oder einen Werkraum, welcher eventuell für Making-Aktivitäten viel zu klein oder nicht geeignet gebaut ist. So braucht man einen Raum mit genügend Platz und ausreichend Tischen. Ferner ist es wichtig, dass man „stabile, hitzeresistente Tischplatten und direkte Anschlüsse für Strom und – wenn möglich – Gas an den jeweiligen Plätzen [hat]“ (Wege 2017, S. 30). Aufgrund der Tatsache, dass beim Making nicht allzu selten gebohrt und gesägt wird, müssen die Räumlichkeiten mit Schalldämmung oder Ähnlichem erweitert werden. Finden die Projekte im Klassenzimmer statt, so wie es bei dem Maker-Projekt mit Einsatz des 3D-Druckers für die Erstellung der Rechenmaschinen der Fall war, so muss auch hier darauf geachtet werden, dass es das Lehren und Lernen in anderen Klassen nicht stört. Hier sei wieder auf die Schalldämmung hingewiesen, welche in den Klassen

eingrichtet werden müsste, falls Making-Projekte nicht in einer Werkstatt, sondern im Klassenraum stattfinden. Natürlich wird nicht in allen Projekten gebohrt oder gesägt, dennoch muss man diesen Aspekt im Hinterkopf behalten. Demnach steht die Schule hierbei vor der Herausforderung passende Räume zu schaffen. An dieser Stelle müssten Schulen überlegen, wie sie den Schülern die Räume zur Verfügung stellen und vor allem wer diese einrichtet und wo diese eingerichtet werden sollten.

Eine weitere Herausforderung erscheinen die Werkzeuge der Maker Education zu sein – also die Ausstattung allgemein und die Materialien. Dazu gehören Werkzeuge und Geräte wie 3D-Drucker, elektronische Werkzeuge wie Lötstationen oder Oszilloskope, Dekupiersägen, Ständerbohrmaschinen, Werkbänke und Schraubstöcke, Akkuschauber und -bohrer, Kleinwerkzeuge wie Schraubendreher, Zangen, Handsägen, Feilen oder Hämmer, Bügeleisen und Bügeltische sowie Nähmaschinen und Materialien wie Blech, Draht, Schrauben und Nägel, Blech, Plexiglas sowie verschiedene Holzplatten. Wege (2017) bemängelt in diesem Kontext, dass in fast allen Schulen alle oben aufgeführten Gegenstände fehlen (vgl. Wege 2017, S. 30). Neben den oben genannten Werkzeugen braucht man außerdem Hardware wie Arduino, Raspberry Pim LittleBits und Robotik wie LEGO Mindstorms. Weiterhin werden auch digitale Geräte wie Computer, Smartphones oder Tablets benötigt. Hier lässt sich z.B. auf das Minecraft-Projekt zurückgreifen, bei welchem mehrere PCs, alleine 10 im Projekt, benötigt wurden. Eickelmann (2017) äußert, dass im Vergleich zu anderen Ländern wie Dänemark, Australien, Norwegen oder den Niederlanden an deutschen Schulen „hinsichtlich Ausstattungsdichte mit digitalen Medien und Nutzungshäufigkeit digitaler Medien im Unterricht deutlicher Aufholbedarf [besteht]“ (Eickelmann 2017, S. 15). Weitere Werkzeuge anzuschaffen kann für Schulen zu einer Herausforderung werden. Dazu sei erwähnt, dass die eben breit dargestellte Ausstattung eher für die Einrichtung eines festen Makerspaces gedacht ist. Dennoch ist es auch für den Unterricht wichtig, eine breite Auswahl an Werkzeugen und Materialien zur Verfügung zu haben – zum einen damit mehrere Klassen zur gleichen Zeit tüfteln können und zum anderen damit die Schüler die Möglichkeit haben mit verschiedenen Materialien und Werkzeugen in Berührung zu kommen. Ferner sollten genügend Ersatzgeräte vorhanden sein, da z.B. durch einen nicht ordnungsgemäßen Umgang mit einem Smartphone schnell ein Gerät ausfallen kann. Es muss zudem beachtet werden muss, dass die an Schulen vorhandenen Geräte die Systemanforderungen der Softwareprogramme wie die des 3D-Druckers erfüllen. So muss darauf geachtet werden, dass die Geräte auf dem neusten Stand sind, damit die Arbeit reibungslos verläuft. Zudem muss sich jemand um die Wartung und den Support der Geräte kümmern. Wetterich/Burghart/Rave (2014) weisen darauf hin, dass es an

Schulen an Support, Wartung und Administration an allen Ecken und Kanten mangelt (vgl. Wetterich/Burghart/Rave 2017, S. 25).

Weiterhin muss der Aspekt der Sicherheit an Schulen gegeben sein. So ist der Umgang mit Materialien und Maschinen im Gesetz fest verankert. Dafür ist die Kultusministerkonferenz zuständig. Wege (2017) vermerkt, dass „[i]n den ‚Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)‘ [...] detailliert auf fast 300 Seiten beschrieben [wird], auf welche Gefahren wie zu reagieren ist bzw. wie diese zu vermeiden sind“. Diese Richtlinien müssen auch bei einem Makerspace beachtet werden. „Durch diese Richtlinien wird das Angebot an durchführbaren Projekten deutlich eingeschränkt“ (Wege 2017, S. 31). Man kann also daraus schließen, dass manche Geräte gar nicht erst an Schulen eingeführt werden dürfen. Laut Wege (2017) lassen sich dennoch viele Projekte weiterhin umsetzen (vgl. ebd.). Dabei stellt sich hier die Frage, inwieweit Lehrer und Schüler bereit sind sich die 300 Seiten Sicherheitsmaßnahmen durchzulesen, um ihr Projekt durchzuführen. Darüber hinaus muss bei den Projekten darauf geachtet werden muss, dass genügend Aufsichtspersonen bzw. Lehrkräfte zur Verfügung stehen – auf der einen Seite je nach Projekt wegen der Sicherheit, damit nichts passiert, und auf der anderen Seite, damit Schüler jemanden haben, an den sie sich wenden können. Wie oben bereits erwähnt wurde, braucht man in höheren Klassen mehrere Lehrpersonen, da die Projekte an Komplexität zunehmen.

Bei den Werkzeugen spielt auch das Finanzielle eine Rolle, denn die Einrichtung eines Makerspaces ist mit hohen Kosten verbunden, da dieser im besten Fall mit möglichst unterschiedlichen Materialien und Geräten ausgestattet werden sollte. Doch auch wenn an Schulen kein Makerspace eingerichtet werden soll und Schulen sich darauf konzentrieren, dass Projekte im Rahmen des Unterrichts durchgeführt werden, kostet die Ausstattung für die Maker Education viel Geld. Während z.B. die Programmierumgebung Scratch oder die 3D-Druck-Software SketchUp komplett gebührenfrei sind oder das MakeyMakey Kit nur 60 € sowie Arduino zwischen 20 und 80 €kosten, müssen Schulen bei Robotik wie LEGO Mindstorms, 3D-Drucker oder LittleBits je nach Modell tiefer in die Tasche greifen. Ein Blick auf die MediaMarkt-Website zeigt, dass LEGO Mindstorms 350 €kostet. Der Preis eines 3D-Druckers bewegt sich je nach Modell zwischen 1000 und 5000 € Das LittleBits-Set kostet zwischen 100 und 300 € Je nach Anzahl der Werkzeuge kann das für die Schule recht teuer werden. In dieser Hinsicht müssen Schulen auf ihren finanziellen Rahmen achten. Demnach liegt die Annahme nahe, dass sich nicht jede Schule bestimmte Werkzeuge wie 3D-Drucker, LEGO Mindstorms oder Tools wie LittleBits leisten kann. Hier sei darauf hingewiesen, auch wenn MakeyMakey nur 60 €kostet, geht auch das schnell ins Geld, wenn man unter anderem für jede Schulklasse

einen MakeyMakey-Kit kaufen möchte. Um nochmals auf die gebührenfreien Werkzeuge bzw. deren Software zurückkommen, muss man darauf hoffen, dass die Programme wie das 3D-Modellierungsprogramm SketchUp für den 3D-Drucker und auch andere kostenfreie Werkzeuge weiterhin kostenfrei oder zumindest noch bezahlbar für die Schulen bleiben.

Eine weitere Herausforderung scheint das Internet zu sein. Programmierumgebungen wie Scratch laufen über das Internet und auch sonst spielt das Internet in der Maker-Bewegung eine wichtige Rolle, alleine schon weil beim Making der Austausch von Ideen eine große Rolle spielt und demnach im Internet oft Ideen ausgetauscht, diskutiert und weiterentwickelt werden. Eine stabile Internetverbindung scheint demnach das A und O zu sein. Ein Beispiel wäre das Maker-Projekt „Plant Society“, bei dem die Daten auf einer Datenbank im Webserver abgespeichert werden, so dass jeder Projektbeteiligte darauf zugreifen kann. Ferner gibt es auch digitale Maker-Projekte, wie z.B. mit Scratch. Ein weiteres Beispiel dafür ist das oben aufgeführte Minecraft-Projekt, in dem Schüler des Kant-Gymnasiums in Boppard ihre Schule mit dem Spiel Minecraft nachgebaut haben. Für das Projekt benötigten die Schüler neben der Einrichtung des Minecraft-Servers für die Speicherung der Ergebnisse und das gemeinsame Arbeiten eine Software zur Onlinekommunikation, damit sie im Team an dem Projekt von verschiedenen Computern aus weiterarbeiten konnten. Wie man erkennen kann, spielt das Internet, auch wenn man es auf den ersten Blick nicht erkennt, eine bedeutsame Rolle. Die Schüler wären sicherlich demotiviert, wenn sie stundenlang an ihren Projekten arbeiten – sei es die Programmierung einer Geschichte oder eines Spiels über Scratch oder digitales Making mit Minecraft – und dann das Projekt verloren gehen würde. Alleine schon deshalb müssen alle Schulen eine stabile Internetverbindung erhalten.

Ein weiterer Punkt, der eine Herausforderung darstellen könnte, ist die Zeit. Alle exemplarisch aufgezeigten Projekte haben einen hohen Zeitbedarf. So sind die meisten Projekte innerhalb des normalen Unterrichts schwer bis gar nicht realisierbar. Es kommt auf den Aufwand des Projektes an. Da die meisten Projekte jedoch größer ausfallen, finden diese innerhalb von Projektwochen statt oder werden in Arbeitsgemeinschaften (AGs) durchgeführt. Damit sich auch größere Maker-Projekte im Unterricht realisieren lassen, müsste das deutsche Schulsystem anders, flexibler, gestaltet werden.

Weiterhin scheint auch der Aspekt der Organisation und Planung von Maker-Projekten wichtig zu sein. Zum einen müssen die Lehrkräfte ein Wissen darüber aufweisen, welche Maker-Projekte für welche Schulstufe geeignet wären. Denn wie oben bereits erwähnt wurde, sollen die Aufgaben nicht zu einfach und nicht zu schwer sein. Die Lehrkraft muss somit eine Balance finden bzw. die Schülerinnen und Schüler gut kennen. Zum anderen kann ich mir vorstellen,

dass die Lehrer untereinander gut kommunizieren müssen, damit sie einen Überblick über die Projekte haben. Zu guter Letzt sei erwähnt, dass diese Herausforderungen nicht auf alle Projekte übertragbar sind. Demnach gibt es auch Making-Projekte, welche von der Problematik sicherlich weniger oder gar nicht betroffen sind. Es sind sicherlich auch kleinere Projekte realisierbar, welche die Herausforderungen nicht betreffen.

## 5. Fazit

Ziel der vorliegenden Abhandlung war es, die Potentiale, Chancen und Herausforderungen der Maker Education an Schulen herauszuarbeiten. Die Ausgangslage des Themas war die Erkenntnis, dass unsere Gesellschaft zunehmend digitaler wird und sich mit der Digitalisierung die Berufsprofile und die Kompetenzanforderungen in der Arbeitswelt verändern. Die Schüler müssen auf diese Herausforderungen vorbereitet werden.

Im Rahmen des digitalen Wandels werden die Berufsprofile komplexer. So soll zukünftig z.B. eine Zahnarzthelferin in der Lage sein, Implantate oder Brücken mit dem 3D-Drucker herzustellen. In diesem Kontext wünscht sich jedes zweite Unternehmen gut ausgebildete Arbeitnehmer. Durch die gestiegene Komplexität von Aufgaben und den digitalen Wandel wachsen die Kompetenzanforderungen. Dabei wird ein souveräner Umgang mit digitalen Medien überall als selbstverständlich angesehen. Weiterhin gewinnen je nach Branche Kenntnisse im Bereich Programmierung, Datenschutz und Datensicherheit zunehmend an Bedeutung. Neben diesen Kompetenzen wird erwartet, dass Arbeitnehmer Kompetenzen wie Team-, Kommunikations-, Priorisierungskompetenz und kreative Kompetenzen aufweisen. Darüber hinaus sind für den digitalen Wandel Problemlösungskompetenz, Selbstmanagement sowie ein gewisses Prozessverständnis von Bedeutung. Abschließend wünschen sich Unternehmen offene und neugierige Arbeitnehmer.

Die Maker Education trägt dazu bei, dass Schüler für die Arbeitswelt nachhaltig vorbereitet werden können. Making unterliegt dem konstruktionistischen Ansatz und betont das aktive Handeln der Lernenden. Im Rahmen von Making-Projekten erwerben die Schüler umfassende Kompetenzen. Dazu gehören die Team- und Kommunikationsfähigkeit, Problemlösungskompetenz und auch Kompetenzen im Bereich der Programmierkenntnisse sowie im Bereich der Datensicherheit und des Datenschutzes. Dazu gehören auch kreative Fähigkeiten. Ferner wird im Rahmen der Maker Education auch die souveräne Nutzung von Technologien gefördert. An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Schüler nicht nur umfassende Kompetenzen im Umgang mit klassischen digitalen Medien wie dem Smartphone, Tablet oder



Computer erwerben, sondern auch mit Fabrikationstechnologien wie dem 3D-Drucker. Dies sind Kompetenzen, welche der digitale Wandel in der Arbeitswelt erfordert. Des Weiteren werden weitere Kompetenzen geschult, wie etwa das räumliche Vorstellungsvermögen.

Making-Projekte tragen auch zum nachhaltigen Lernen bei. Der Fokus des Lernansatzes liegt auf dem Lernen durch Begreifen. Im Rahmen von Maker-Projekten lassen sich abstrakte, trockene und schwer zugängliche Themen begreiflich vermitteln und tragen demnach zum nachhaltigen Lernen bei. Diese Art von Lernen bietet auch Potentiale für Lehrer, welche direkt sehen können, inwieweit Unterrichtsinhalte verstanden wurden.

Drittens fördern Making-Projekte das Interesse der Schülerinnen und Schüler an MINT-Fächern. Hierbei besteht die Chance, die Arbeitskräftelücke auf dem Arbeitsmarkt im MINT-Bereich zu minimieren, welche von Jahr zu Jahr wächst. In diesem Kontext besteht die weitere Chance, dass vor allem Schülerinnen für MINT-Fächer begeistert werden können. Diese sind nämlich in der Arbeitswelt im Vergleich zu Männern untervertreten. Das liegt an dem fehlenden Bezug zu technischen Geräten und deren Komplexität. Im Rahmen des konstruktionistischen Lernansatzes „Lernen durch Begreifen“ steht das Entdecken, Zerlegen und Erforschen im Fokus. Dadurch lässt sich das Wissen in den MINT-Fächern verständlich, begreiflich und somit nachhaltig vermitteln.

Dennoch ist die Maker Education auch mit Herausforderungen verbunden. Die erste Herausforderung sind die Räumlichkeiten. Die Schule steht vor der Herausforderung im Rahmen der Einrichtung eines Makerspaces geeignete Räumlichkeiten zur Verfügung zu stellen. Aufgrund der Tatsache, dass bei Making-Projekten auch mal gebohrt oder gesägt wird, muss die Schule sich die Frage stellen, inwiefern eine Schalldämmung notwendig ist. Die nächste Herausforderung liegt in der Sicherheit. Lehrkräfte sind in der Verantwortung zu schauen, dass die Schüler sich nicht ernsthaft verletzen. Drittens liegt die Herausforderung darin, dass Lehrkräfte den Schülern bei den Projekten für Fragen zur Verfügung stehen müssen. Hierbei reicht eine Lehrkraft für zehn Schüler aus. Ab einem gewissen Grad an Komplexität der Projekte müssen jedoch zwei Lehrkräfte zur Verfügung stehen. Die vierte Herausforderung stellt die Ausstattung dar. Neben den klassischen digitalen Medien wie Computern werden weitere analoge und digitale Werkzeuge gebraucht. Ferner sollten genügend Werkzeuge zur Verfügung stehen, damit mehrere Schulstufen auch die Möglichkeit haben, am selben Tag oder zur selben Unterrichtszeit ihre Making-Projekte durchzuführen. Des Weiteren müssen die vorhandenen Geräte an Schulen den Systemanforderungen der Software wie der des 3D-Druckers entsprechen. Außerdem muss sich jemand um die Wartung der Geräte kümmern. Die fünfte Herausforderung stellt das Finanzielle dar. Hier müssen die Schulen erstmal schauen,

welche Geräte sie überhaupt für die Schule besorgen könnten. Manche Geräte sind sehr niedrigschwellig oder gar kostenlos, manche jedoch recht teuer. Die sechste Herausforderung ist das Internet an Schulen. Viele Projekte sind auf eine stabile Internetverbindung angewiesen. Zu guter Letzt stellen auch die Zeit sowie die Organisation und Planung eine Herausforderung dar. Making-Projekte bedürfen eines hohen Aufwands und sind im Regeltakt des Unterrichts nicht realisierbar. Damit Making-Projekte öfters an Schulen gemacht werden könnten, muss das deutsche Schulsystem flexibilisiert werden. Im Rahmen der Organisation und Planung kommt den Lehrkräften eine große Herausforderung zu. Diese müssen abwägen, welche Projekte für welche Schulstufe geeignet sind.

Die Theoriearbeit konnte zeigen, dass die Potentiale und Chancen der Maker Education darin liegen, dass diese die Schüler auf die Anforderungen in der Arbeitswelt nachhaltig vorbereiten. Es werden Kompetenzen erworben, welche in der Arbeitswelt zunehmend gefragt sind. Des Weiteren tragen Making-Projekte zum nachhaltigen Lernen bei und fördern das Interesse an MINT-Fächern. Die Herausforderungen liegen hier in den Räumlichkeiten, der Ausstattung und Infrastruktur, der Sicherheit, den Finanzen, der Zeit sowie der Organisation und Planung.

Im Laufe dieser Abhandlung wurde festgestellt, dass eine empirische Forschung zu den Chancen und Herausforderungen sinnvoll gewesen wäre. Hierzu hätte man Interviews an Schulen durchführen können, welche Making an ihrer Schule fest verankert haben. Durch diese Methode wäre der Ertrag eventuell größer und vielseitiger ausgefallen.

Insgesamt müsste dieses Gebiet mehr erforscht werden. Es wäre interessant zu erfahren, inwiefern Making besser als herkömmlicher Unterricht ist. Oder wie groß der Lernertrag tatsächlich durch Making ist. Auch eine Studie über das Interesse der Schüler am Making wäre interessant, etwa darüber, wie sie Making-Projekte finden und ob die Schüler so etwas fest im Lehrplan verankert haben möchten. Des Weiteren wäre es auch wichtig zu erforschen, inwiefern Making-Projekte für Lehrkräfte eine Herausforderung darstellen. Schließlich müssten auch die pädagogischen Rahmenbedingungen erforscht werden.

## Literaturverzeichnis

Allmendinger, Jutta (2013): Bildungsgesellschaft. Über den Zusammenhang von Bildung und gesellschaftlicher Teilhabe in der heutigen Gesellschaft. Verfügbar unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/158109/teilhabe-durch-bildung> [Stand: 5.12.2017].

Assaf, Dorit (2014): Maker Spaces in Schulen: Ein Raum für Innovation (Hands-on Session). In: Klaus Rummeler (Hg.): Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken, Bd. 67. Münster u.a.: Waxmann (Medien in der Wissenschaft), S. 141-149. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-100981> [Stand: 15.02.2018].

Aufenanger, Stefan; Bastian, Jasmin; Mertes, Kathrin (2017): Vom Doing zum Learning. Maker Education in der Schule. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 4-7.

BELTZ (2018): Was ist ein FabLab? Verfügbar unter: [https://www.beltz.de/kinder\\_jugendbuch/themenwelten/hacks\\_selbst/was\\_ist\\_ein\\_fablab.html](https://www.beltz.de/kinder_jugendbuch/themenwelten/hacks_selbst/was_ist_ein_fablab.html) [Stand: 4.2.2018].

Bergner, Anne (2017): Make - Design - Innovate. Das Potential des Maker-Movements für Innovation, Kreativwirtschaft und Unternehmen. Coburg. Verfügbar unter: [https://bayern-design.de/sites/default/files/downloads/MakeDesignInnovate\\_Bergner\\_HSCoburg.pdf](https://bayern-design.de/sites/default/files/downloads/MakeDesignInnovate_Bergner_HSCoburg.pdf) [Stand: 1.2.2018].

Bockhorni, Markus (2016): Digitale Kompetenzen im Beruf. Online Marketing Blog – eMBIS Akademie – der Blog für Online Marketer. Verfügbar unter: <https://www.blog.embis.de/digitale-kompetenzen-im-beruf/> [Stand: 4.3.2018].

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2016): Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft. Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Berlin. Verfügbar unter: [https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive\\_fuer\\_die\\_digitale\\_Wissensgesellschaft.pdf](https://www.bmbf.de/files/Bildungsoffensive_fuer_die_digitale_Wissensgesellschaft.pdf) [Stand: 15.1.2018].

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Digitale Bildung. Der Schlüssel zu einer Welt im Wandel. Berlin. Verfügbar unter: <http://doku.iab.de/externe/2016/k161117r03.pdf> [Stand: 12.1.2018].

Cirtek, Sabine; Erharter, Dorothea; Koppensteiner, Gottfried (2015): Mädchenförderung zur Technik. In: Elektrotech. Inftech. 132 (6), S. 357-360.

Dubs, Rolf (1995): Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. In: Zeitschrift für Pädagogik 41 (6), S. 889-903. Verfügbar unter: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-105357> [Stand: 10.02.2018].

Duden (o.J.): Wörterbuch. Kompetenz, die. Verfügbar unter: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Kompetenz> [Stand: 6.12.2017].

Eickelmann, Birgit (2017): Kompetenzen in der digitalen Welt. Konzepte und Entwicklungsperspektiven. Berlin: Friedrich-Ebert-Stiftung Abteilung Studienförderung. Verfügbar unter: <http://library.fes.de/pdf-files/studienfoerderung/13644.pdf> [Stand: 12.1.2018].

Freiwillige Selbstkontrolle Multimedia-Diensteanbieter e.V.; Freiwillige Selbstkontrolle Fernsehen e.V.; Google Germany GmbH (Hg.) (2015): Werkzeugkasten DIY und Making. Gestalten mit Technik, Elektronik und PC im Projekt „Medien in die Schule“. Verfügbar unter: [http://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien\\_in\\_die\\_Schule-Werkzeugkasten\\_DIY\\_und\\_Making.pdf](http://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule-Werkzeugkasten_DIY_und_Making.pdf) [Stand: 12.1.2018].

- Friedsam, Wolfgang; Wagner, Lorenz (2017): Make your school Schülerinnen und Schüler bauen ihre Schule mit Minecraft nach. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 24-25
- Hartmann, Frank; Mietzner, Dana; Zerbe, Dorina (2016): Die Maker-Bewegung als neues soziales Phänomen – Ergebnisse einer qualitativen Inhaltsanalyse ausgewählter Massenmedien. Hrsg. von Technische Hochschule Wildau und Forschungsgruppe Innovations- und Regionalforschung. Verfügbar unter: [https://www.th-wildau.de/files/Forschungsgruppen/Innovations-Regionalforschung/Downloads/Die\\_Maker\\_Bewegung\\_als\\_neues\\_soziales\\_Pha\\_\\_nomen.pdf](https://www.th-wildau.de/files/Forschungsgruppen/Innovations-Regionalforschung/Downloads/Die_Maker_Bewegung_als_neues_soziales_Pha__nomen.pdf) [Stand: 12.1.2018].
- Jacobi, Juliane (2013): Deutsche Bildungsgeschichte – eine Zeitleiste | bpb. Von der Schulpflicht bis zum PISA-Schock: Welche Einflüsse bestimmten die Entwicklung unserer Bildungslandschaft? Unsere interaktive Zeitleiste führt durch die deutsche Bildungsgeschichte. Verfügbar unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/kultur/zukunft-bildung/145249/geschichte-des-bildungsystems> [Stand: 20.12.2017].
- Kolb, Till; Herber, Daniel (2017): Mit einer Rechenmaschine das Binärsystem verstehen Ein Maker-Projekt mit Einsatz eines 3D-Druckers. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 10-11.
- KMK (2017): Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. Hg. v. Kultusministerkonferenz. Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Berlin). Berlin. Verfügbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie\\_neu\\_2017\\_datum\\_1.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf) [Stand: 5.1.2018].
- Libow Martinez, Sylvia; Stager, Gary (2013): Invent to learn. Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance, Calif.: Constructing Modern Knowledge Press.
- Nier; Hedda (2017): Fachkräftemangel. In Deutschland fehlen immer mehr MINT-Kräfte. Verfügbar unter: <https://de.statista.com/infografik/10350/in-deutschland-fehlen-immer-mehr-mint-kraefte/> [Stand: 10.03.2018].
- Peißl, Markus (2016): Making an Schulen: Potentialanalyse eines Workshops über 3D-Druck, VR-Brillen und Podcasting. Verfügbar unter: <http://13t.eu/itug/images/band6.pdf> [Stand: 9.2.2018].
- Rauschenbach, Thomas (2013): Bildungsorte – Lernwelten. Ein erweiterter Bildungsbegriff. Verfügbar unter: <https://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/zukunft-bildung/149483/alltagsbildung?p=all> [Stand: 20.12.2017]
- Schelhowe, Heidi (2007): Technologie, Imagination und Lernen. Grundlagen für Bildungsprozesse mit digitalen Medien. Münster: Waxmann.
- Scheurer, Bettina (2017): Learning by Making Ein Makerspace in einer Stadtbibliothek: Beispiel Köln. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 32-33
- Schön, Sandra; Ebner, Martin; Narr, Kristin (Hrsg.) (2016a): Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Unter Mitarbeit von Sandra Schön, Henrike Boy, Guido Brombach, Martin Ebner, Julia Kleeberger, Kristin Narr, Eike Rösch, Björn Schreiber und Isabel Zorn. Norderstedt: Books on Demand.
- Schön, Sandra; Ebner, Martin (2016b): Making macht Schule – Kreatives digitale Gestalten mit Kindern. In: Werkspuren 16, S. 24-25.
- Schönfelder, Christoph (2018): Industrie 4.0 – Situation D.U.M.P.F. In: Christoph Schönfelder (Hrsg.): Muße – Garant für unternehmerischen Erfolg. Ihr Potenzial für Führung und die Arbeitswelt 4.0. Wiesbaden: Springer, S. 39-109.

SPIEGEL ONLINE (2013): Kurz erklärt: Was ist eigentlich ein Hackerspace? Verfügbar unter: <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/was-ist-eigentlich-ein-hackerspace-a-891543.html> [Stand: 4.2.2018].

Spieß, Brigitte; Fabisch, Nicole (Hrsg.) (2017): CSR und neue Arbeitswelten. Perspektivwechsel in Zeiten von Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Industrie 4.0. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler

Sprung, Gerhard (2011): touch::tell::IT. Programmieren für Mädchen. 1. Auflage. Norderstedt: Books on Demand.

Stangl, Werner (2018a): Bildung. Lexikon.stangl.eu. Verfügbar unter: <http://lexikon.stangl.eu/12806/bildung/> [Stand: 2.2.2018].

Stangl, Werner (2018b): Konstruktivismus. Lexikon.stangl.eu. Verfügbar unter: <http://lexikon.stangl.eu/194/konstruktivismus/> [Stand: 15.1.2018].

Stangl, Werner (2018c): Die konstruktivistischen Lerntheorien. Arbeitsblaetter.stangl-taller.at. Verfügbar unter: <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/LERNEN/LerntheorienKonstruktive.shtml> [Stand: 15.1.2018].

Steffan, Phillip (2018a). Was sind Maker?. Maker Faire. Verfügbar unter: <https://maker-faire.de/was-sind-maker/> [Stand: 1.4.2018].

Steffan, Phillip (2018b). Was ist eine Maker Faire?. Maker Faire. Verfügbar unter: <https://maker-faire.de/was-ist-eine-maker-faire/> [Stand: 1.4.2018].

Vodafone Stiftung Deutschland gGmbH (2017): Coding & Charakter. Welche Kompetenzen betrachten die Deutschen als die wichtigsten für die digitale Zukunft? Eine repräsentative Befragung im Auftrag der Vodafone Stiftung. Düsseldorf. Verfügbar unter: [https://www.vodafone-stiftung.de/uploads/tx\\_newsjson/VSD\\_94\\_CODING\\_\\_\\_CHARAKTER\\_04\\_DIGITAL\\_01.pdf](https://www.vodafone-stiftung.de/uploads/tx_newsjson/VSD_94_CODING___CHARAKTER_04_DIGITAL_01.pdf) [Stand: 19.3.2018].

Vollmer, Tim (2017): Plant Society Von der Feuchtigkeitsregulierung von Pflanzen zu Datenschutz-Fragen: ein Arduino Projekt. In: In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 14-15.

Vorderman, Carol (2014): Computer coding for kids. A unique step-by-step visual guide, from binary code to building games. London: Dorling Kindersley Limited.

Vorwerk, Sascha (2017): Unser Weg zur „Maker School“ Den Maker-Gedanken innerhalb und außerhalb des Unterrichts etablieren – ein Praxisbericht. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 26-28

Wege, Paul (2017): makerspace@school Vom Werkunterricht zur Einrichtung eines schuleigenen Makerspace. In: Computer + Unterricht. Lernen und Lehren mit digitalen Medien, Heft 105, S. 29-31.

Wetterich, Frank; Burghart, Martin; Rave, Norbert (2014): Medienbildung an deutschen Schulen Handlungsempfehlungen für die digitale Gesellschaft. Berlin: atene KOM GmbH. Verfügbar unter: [https://initiated21.de/app/uploads/2017/01/141106\\_medienbildung\\_onlinefassung\\_komprimiert.pdf](https://initiated21.de/app/uploads/2017/01/141106_medienbildung_onlinefassung_komprimiert.pdf). [20.12.2017].

Wittpahl, Volker (2017): Digitalisierung: Bildung | Technik | Innovation: Berlin: Springer Vieweg

Wolf, Karsten (2018): Reformpädagogik und Medien. Innovationsimpulse durch digitale Medien?. In: H. Barz, Handbuch Bildungsreform und Reformpädagogik. Wiesbaden: Springer VS, S. 99-109.