

Erschienen als:

Stilz, Melanie; Ebner, Martin & Schön, Sandra (2020). Maker Education. Grundlagen der werkstatorientierten digitalen Bildung in der Schule und Entwicklungen zur Professionalisierung der Lehrkräfte. In: Martin Rothland & Simone Herrlinger (Hrsg.) Digital?! Perspektiven der Digitalisierung für den Lehrerberuf und die Lehrerbildung, Buchreihe Beiträge zur Lehrerbildung und Bildungsforschung. Münster: Waxmann, S. 143-159.

PRELIMINARY VERSION (SUBMISSION)

Maker Education. Grundlagen der werkstatorientierten digitalen Bildung in der Schule, Entwicklungen zur Professionalisierung der Lehrkräfte

Dr. Melanie Stilz
Technische Universität Berlin
Arbeitslehre / Technik und Partizipation
Marchstr. 23, 10587 Berlin
E-Mail: melanie.stilz@tu-berlin.de

Dr. Martin Ebner
Technische Universität Graz
Lehr- und Lerntechnologien
Münzgrabenstraße 36, 8010 Graz, Österreich
E-Mail: martin.ebner@tugraz.at

Dr. Sandra Schön
BIMS e.V.
Fallbacherstr. 2a, 83435 Bad Reichenhall
E-Mail: mail@sandra-schoen.de

Zusammenfassung

Maker Education und damit verbundene methodische Ansätze wie Makeathons, Hackathons oder Design Thinking erfreuen sich wachsender Popularität im Bildungsbereich. Insbesondere mit Blick auf Zukunftsthemen wie Robotik, künstliche Intelligenz oder Nachhaltigkeit fällt zunehmend das Stichwort „Making“, wenn es um die Frage nach geeigneten Bildungskonzepten geht. Umso erstaunlicher scheint, dass dem wachsenden Angebot außerschulischer Maker Education, bisher nur vereinzelt Bemühungen folgen, diese auch in Lehrkräftebildung und Schulunterricht stärker zu verankern.

Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über Bezüge, didaktische Prinzipien und Forschungsstand von Maker Education und zeigt anhand von Beispielen aus dem deutschsprachigen Raum Wege auf, wie Maker Education in der Lehrkräftebildung und im schulischen Umfeld gelingen kann. Exemplarisch werden dazu die Erfahrungen mit dem Berliner Zusatzkurs „Digitale Welten“ beschrieben.

Schlüsselwörter: Maker Education, digitale Bildung, 21st Century Skills, Werkstatt

1 Mit Technologien gestalten als Lernziel

Die Forderung, dass „Digitale Kompetenz als im besten Sinne integraler Bestandteil einer zeitgemäßen Allgemeinbildung [...] bereits früh vermittelt werden“ muss (BMBF, 2016) ist weder neu, noch wird sie angezweifelt. Was genau aber unter der „Vermittlung digitaler Kompetenz, d. h. der Fähigkeit zur fachkundigen und verantwortungsvollen Nutzung digitaler Medien (digitale Bildung als Lehr- und Lerninhalt) als auch das Lernen mit digitalen Medien (digitale Bildung als Instrument)“ (ibid. S. 10) zu verstehen ist, und wie diese tatsächlich an den Schulen umgesetzt wird, variiert.

Dass die Sender-Empfänger Dichotomie von Radio, Fernsehen und Zeitung spätestens mit der großen Popularität Sozialer Medien hinfällig geworden ist hat das Verständnis von Medien und ihrer Bedeutung im für menschliches Lernen verändert. Nicht mehr die Wirkung der Medien stand nun im Vordergrund sondern vielmehr die Frage, wie Menschen unterstützt werden können, mit Medien kompetent umzugehen und beispielsweise selbst aktiv Medien zu produzieren (Kerres & de Witt, 2011). Das Kompetenzverständnis in schulischen Konzepten und Praxisprojekten basiert häufig darauf, die einem Gerät einprogrammierten Abläufe zu kennen und nutzen zu können: Medienbearbeitungsprogramme für Ton, Bild und Film; in Suchmaschinen und Datenbanken recherchieren; digitale Kommunikationsmedien für Zusammenarbeit, Austausch oder Interviews einsetzen (vgl. exemplarisch: IQMV, 2018; Schweckendiek, 2018). Dabei bleibt das funktionale Zusammenwirken zwischen Hard- und Software in der Regel unsichtbar (Herzig & Martin, 2018).

Gewünscht wird jedoch, nicht zuletzt aus der Perspektive der Medienpädagogik und dem Verständnis von Medienkompetenz, das kritische Hinterfragen und Ausloten von Grenzen gängiger Technologien. Baacke (1999) fordert, dass Medienkompetenz die Nutzer/innen befähigen soll „die neuen Möglichkeiten der Informationsverarbeitung souverän handhaben zu können.“ (S. 31). Er hat dies insbesondere in der vierten Dimension seines Medienkompetenzmodells thematisiert, der „Mediengestaltung“. Medien verändern sich ständig, sowohl in technischer Hinsicht als auch in inhaltlicher und bieten auf beiden Ebenen die Möglichkeit neue Inhalte gestaltend einzubringen. Das heißt sowohl innovativ im Sinne der Veränderungen und Weiterentwicklungen als auch kreativ in Bezug auf neue Gestaltungs- und Thematisierungsdimensionen (ibid. S. 34).

Mit zunehmender Durchdringung aller Lebensbereiche mit digitalen Medien, gerät die Tatsache, wie das alles ermöglicht wird, zunehmend aus dem Blick (Büching, Walter-Herrmann & Schelhowe, 2014, S. 157): „Die Wirksamkeit des Computer verschwindet hinter dem medialen

Interface“ (ibid.). Aus einer pragmatischen Sicht ist das auch gut so, um digitale Medien für jeden leicht handhabbar zu machen. Aus Perspektive der Medienbildung ist die Sichtbarmachung dieser Wirksamkeit jedoch notwendig „um selbstbestimmt, sachgerecht, kreativ und sozial verantwortlich [...] in der digitalen Welt digitalen Welt handeln zu können“ (Herzig & Martin 2018, S. 90 f).

Werkstatorientierte digitale Bildung oder „Maker Education“ ermöglicht diese „Sichtbarmachung“ anhand digitaler Geräte die durch reduzierte Funktionen auf Veranschaulichung der dahinter liegenden Prozesse setzen. Sie erfordert keine High-End-Geräte und weicht von erlernten Nutzungsroutinen als Voraussetzung für den selbstbestimmten Umgang mit digitaler Technik ab. Maker Education fürchtet nicht die außerplanmäßige Fehlermeldung im reibungslosen digitalen Ablauf, sie fordert genau das heraus. Sie fordert dazu auf, digitale Technologien nicht nur zu nutzen, sondern Grenzen auszuloten und die Welt zu gestalten – und damit auch die Technologien selbst. Dies fordert nicht nur den Lernraum Schule und die Schüler/innen heraus, sondern auch insbesondere die Lehrer/innen: Neuartige Werkzeuge, neuartige Didaktik und Methoden und nicht zuletzt ein neuartiges Selbstverständnis der Lehrkräfte und ihrer Rolle als Co-Designer im Gestaltungsprozess implizieren Erwartungen an deren Aus- und Weiterbildung.

In diesem Beitrag möchten wir zunächst kurz die Hintergründe und Besonderheiten der Maker Education bzw. der werkstatorientierten digitalen Bildung beschreiben. Anschließend werden exemplarisch bisherige Umsetzungen von Maker Education in Lehrplänen und Ausbildungscurricula bzw. Online-Fortbildungsangebote für Lehrer/innen beschrieben. Vertieft werden in diesem Beitrag dabei die Erfahrungen mit dem Berliner Ergänzungsfach „Digitale Welten“ betrachtet. Abschließend fassen wir die wichtigsten Voraussetzungen für Maker Education in Schule und Lehrkräftebildung zusammen.

2 Maker Education in der Schule: Bezüge, didaktische Prinzipien, Beispiele und Forschungsstand

Was genauer unter „Maker Education“ verstanden wird und welche Bezüge hier zu finden sind, stellen wir in diesem Abschnitt vor.

2.1 Maker-Bewegung und Maker-Werkzeuge aus Ausgangspunkt

Bezugnehmend auf den Kontext der Maker-Bewegung, bezieht sich der Begriff des “Making”, der auch im deutschsprachigen verwendet wird, auf das Selbermachen mit digitalen Technologien (s. Schön, Ebner & Kumar, 2014). Wesentlich für den Erfolg war dabei die kostengünstigere Entwicklung von 3D-Druckern. Für Privatpersonen zwar zunächst noch nicht erschwinglich, wurde die Nutzung aber attraktiv, wenn man sich zusammentat: Die Idee der “Makerspaces” als Werkstätten, in denen digitale Werkzeuge mehreren zur Verfügung standen - gegen Nutzungsgebühren und/oder Mitgliedschaften - war geboren. Diese Werkstätten haben unterschiedliche Namen, sie heißen z. B. Fablabs als Abkürzung von “Fabrication Laboratory” oder auch Maker- oder Hackerspace. Ihnen ist gemeinsam, dass sie Zugang zu digitalen - und regelmäßig auch analogen - Werkzeuge zur Herstellung und Bearbeitung von Werkstücken schaffen. Neben dem 3D-Drucker sind dies unter anderem auch Laser Cutter, mit denen u. a. Holz- und Acrylplatten geschnitten werden können oder Schneideplotter zum Schneiden von Folien und Papier. Dazu gehören auch Einplatinencomputer, Lötstationen, Elektrowerkzeuge sowie Computer zum Bedienen der Geräte bzw. Erstellen von Modellen und Vorlagen.

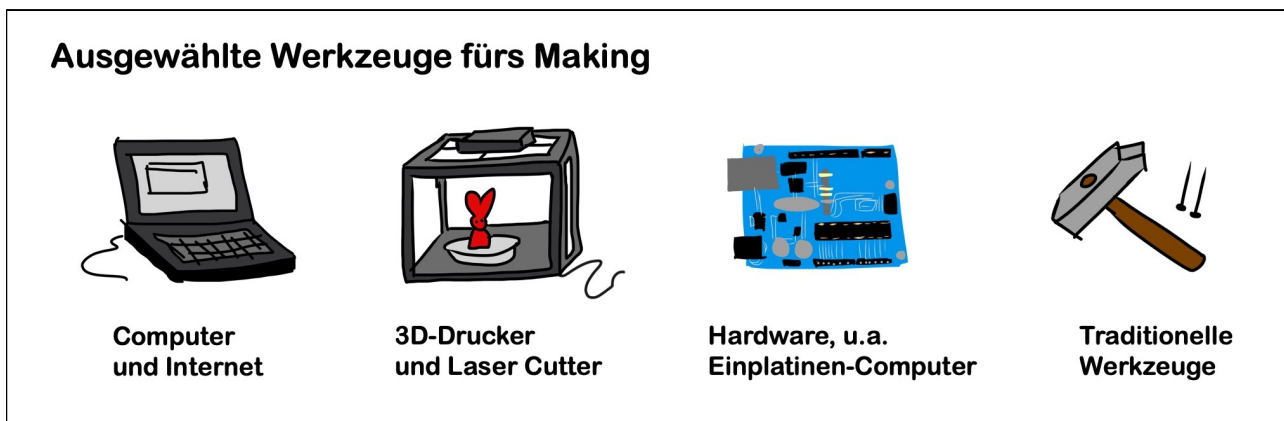


Abbildung 1: Werkzeuge in Makerspaces

Neben den Werkzeugen ist auch dezidiert auf die Einstellungen und Verhaltensweise der sog. Maker hinzuweisen. Diese werden von Hatch (2013) im sog. „Maker Movement Manifesto“ zusammengefasst: Er beschreibt das Selbstverständnis von Makern als selbstorganisierte, lebenslange Lerner/innen, die ihr Wissen mit anderen teilen und auch gerne von den Ideen anderer lernen (z. B. durch Tutorials im Internet, auf den Maker-Messen, den sog. Maker Faires, usw.).

2.2 Didaktische Prinzipien

Die Maker Education verfolgt zwei Ziele: Zum einen möchte sie didaktisch-methodisch ein Lernen „wie in einem Makerspace“ ermöglichen, d. h. ein offenes Lernsetting schaffen, dass interessengeleitete Arbeit an konkreten Projekten erlaubt, bei der auch digitale Technologien zum Einsatz kommen und der Austausch und die Kooperation eine wichtige Rolle spielt (Schön, Ebner & Narr, i. D.). Gleichzeitig möchte Maker Education Kinder und Jugendliche dazu befähigen, künftig selbst als Maker aktiv die Welt mitzugestalten, sie hat also auch einen emanzipatorischen, medienpädagogischen Anspruch. (ebd.)

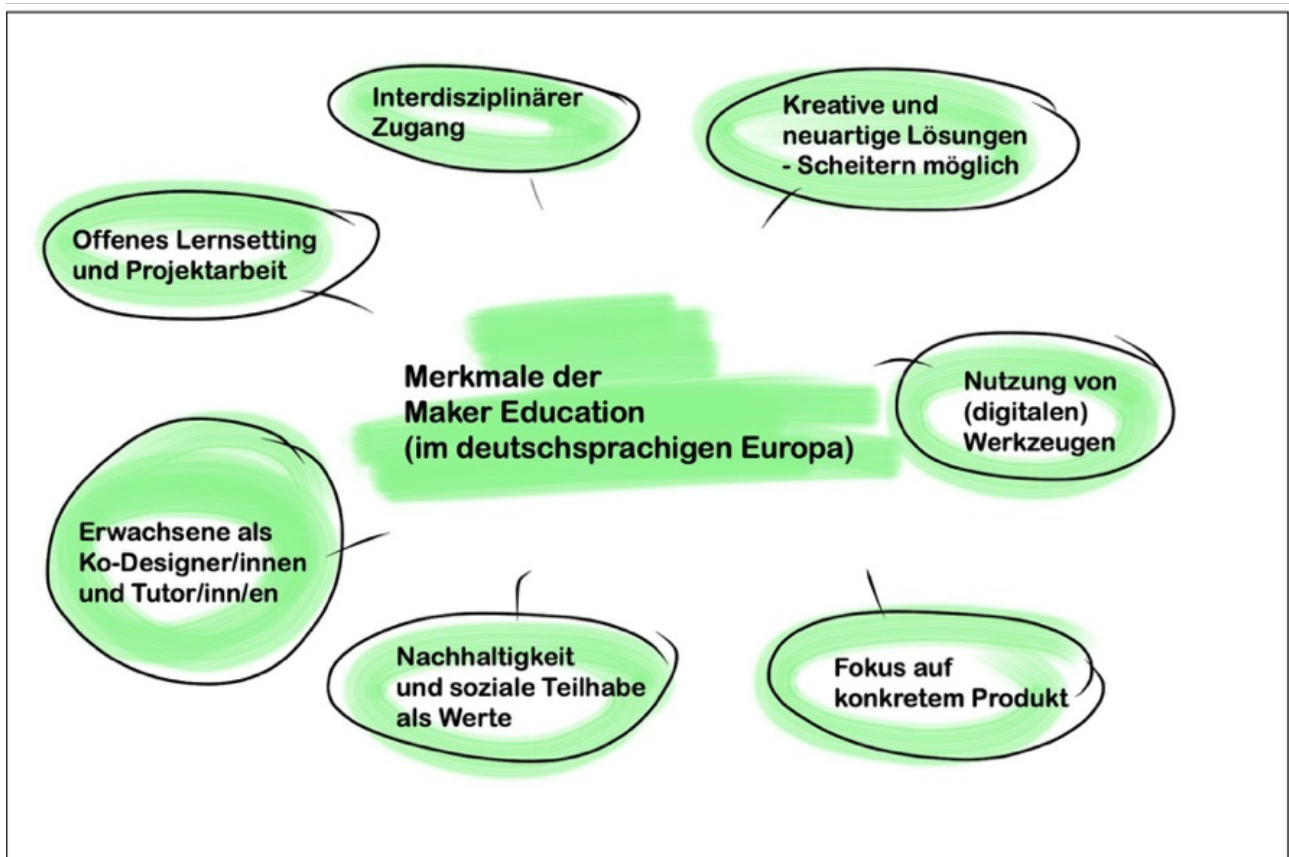


Abbildung 2: Merkmale der Maker Education. Quelle: Schön et al. 2019 nach Schön et al. 2016

Als Merkmale der Maker Education werden folgende Aspekte beschrieben (s. Abb. 2, nach Schön et al. 2016)

- Die Arbeit an einem Produkt, d. h. einem real-gegenständlichen oder auch einem digitalem, z. B. einer App oder einem Video, ist zentral
- Die Entwicklung und Konstruktion finden in einer offenen Werkstatt statt, d. h. es stehen entsprechende Werkzeuge zur Verfügung.
- Es handelt sich häufig um interdisziplinäre Vorhaben
- Die Arbeit an neuen, kreativen Produkten birgt auch die Möglichkeit des Scheiterns.
- Erwachsene unterstützen insbesondere soziale Prozesse und begleiten und co-designen die Ideen und Lösungen. An erster Stelle stehen dabei die Ideen der Kinder und Jugendlichen, die auch den Freiraum bekommen, Erfahrungen zu machen.
- In vielen Projekten – dies gilt vielmehr für Europa als für die USA – adressieren Maker-Aktivitäten Nachhaltigkeitsthemen oder auch soziale Teilhabe, z. B. Repair-Cafés in Schulen (vgl. Hollauf & Schön, 2019).

Der Bereich der Maker Education wurde an Schulen zunächst in erster Linie von den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik Naturwissenschaften und Technik) aufgegriffen und befördert, was darauf zurückzuführen ist, dass die zum Einsatz kommenden Technologien noch recht sperrig waren. Programmierung von Robotern, Beschaltung von Mikrocontrollern und Modellierung (CAD) und Steuerung von digitalen Fabrikationsmaschinen erforderte einige Grundkenntnisse. Inzwischen sind die Geräte und Programme jedoch nicht nur im Preis gesunken, sie haben auch deutlich an Benutzerfreundlichkeit gewonnen.

2.3 Paperts Konstruktionismus und (reform-) pädagogische Verwandtschaften

Seymour Papert, verstorbener Leiter des MIT MediaLab, hat viele bekannte Maker-Werkzeuge mitentwickelt oder als Leiter des Labs inspiriert, beispielsweise die Programmierumgebungen für Kinder Logo und Scratch, Lego Mindstorms oder auch das Makey-Makey-Kit. Er betont im sogenannten „Konstruktionismus“ die Konstruktion, bzw. das „digitale Selbermachen“ als wesentlich für das Lernen (Papert, & Harel, 1991; Schön, Ebner & Kumar, 2014).

Auch andere pädagogische Vertreter/innen haben die Bedeutung von konkreten Gegenständen bzw. deren Bau betont, beispielsweise Maria Montessori mit den (allerdings vorgefertigten) Lerngegenständen oder auch der US-amerikanische Pragmatist John Dewey, der im Wortsinn forderte, dass Kinder ihre Schule bauen sollten. Zentral bei Dewey war die Vorstellung des „Learning by doing“, er wollte Eigenregie fördern und zur Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen ermuntern.

2.4 Beispiele für das Making in der Schule

Ideen und Prinzipien der Maker Education werden vielfach in außerschulischen Kontexten erprobt, aber auch in Schulen umgesetzt. Zunächst sind die MINT-Fächer sowie der Kunst- und Werkunterricht geeignet für Maker-Aktivitäten, z. B. (Schön, Ebner & Narr, i.D.): der Bau eines Video-Projektors im Rahmen des Themas Projektion im Physikunterricht aus Schuhkarton, Linse und Mobiltelefon; die Modellierung von Häusern und Gebäuden in 3D in unterschiedlichen Baustilen im Kunstunterricht; die Entwicklung und Programmierung eines Spiels im Informatik-Unterricht; die Konstruktion eines Bausatzes für einen Würfel mit dem Laser Cutter im Rahmen des Werkunterrichts. Maker-Aktivitäten können jedoch auch in anderen Fächern eingesetzt werden, beispielsweise: beim Bau eines Bananenklauiers und anderer elektronischer Musikinstrumente oder der Programmierung eines Vokabeltrainers für Englisch (ebd.).

Die beschriebenen Beispiele haben jeweils auch gestalterischen, d. h. auch kreativen Spielraum, allerdings ist durch den unterrichtlichen Bezug auch eine Einschränkung in der Offenheit von Prozessen und Ergebnissen gegeben.

Wenn fächerübergreifender Unterricht möglich ist, zum Beispiel auch an Projekttagen oder im Rahmen des Nachmittagsangebots einer Schule, lassen sich auch Maker-Angebote realisieren, die offener gestaltet sind, z. B. ganze Projektstage zur Entwicklung und Umsetzung von Produktideen für eine bessere Schule. Erste Schulen haben schuleigene Makerspace eröffnet (Wunderlich, 2016).

2.5 Maker Education und 21st Century Skills

Dass Lernen schon heute und noch viel stärker in Zukunft außerhalb vorgegebener Routinen geschehen muss, ist auch einer der Grundgedanken hinter den 21st Century Skills (OECD, 2005; P21: Partnership for 21st Century Learning, 2019) die auch in den Europäischen Referenzrahmen für digitale Kompetenzen DIGCOMP einfließen (Ferrari, 2013). Die 21st Century Skills beinhalten eine Reihe von Fähigkeiten oder Kompetenzen, die für ein selbstbestimmtes Lernen, Arbeiten und Leben im 21sten Jahrhundert als nötig angesehen werden. Und auch wenn es unterschiedliche Interpretationen und keine allgemeingültige Definition der 21st Century Skills gibt, so besteht doch in acht Kernkompetenzen weitgehende Einigkeit (Voogt & Roblin, 2012) von denen sich in Bezug auf Lernen insbesondere die „4 K“ durchgesetzt haben: Kollaboration, Kommunikation, Kreativität und Kritisches Denken.

Die Grundgedanken der 21st Century Skills sind nicht neu. Personale Kompetenzen wie eigenständiges Arbeiten und effektive Kommunikation spielten auch schon vorher eine wichtige Rolle, ebenso wie die Verknüpfung von Bildung mit realen Problemstellungen denen sich die Lernenden in offenen kreativen Prozessen nähern. Diese Ansätze, so unser Argument, erfahren in der werkstatorientierten digitalen Bildung einen erneuten Aufwind, durch die spielerische

Integration digitaler Elemente. Das revolutionäre an der digitalen Fabrikation, dem „Making“, waren die Möglichkeit mit neuerdings erschwinglichen Maschinen wie 3D Druckern und Technologien wie Mikrocontrollern, Prototypen herzustellen wie es lange nur von großen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen vorbehalten war. Mit etwas Verzögerung zeigt sich dieser Prozess nun im Bildungsbereich: günstige, einfach bedienbare Technologien ermöglichen schon im Grundschulalter sich komplexen Problemen mit digital gestützten Lösungsansätzen zu nähern. Damit dienen digitale Medien nicht dem Ziel traditionellen Unterricht zu optimieren, sondern werden zu emanzipatorischen Werkzeugen (Blikstein, 2014). Robuste, einfach bedienbare Bildungstechnologien ermöglichen einen einfachen Einstieg, einen schnellen Lernprozess und begreifbare Ergebnisse.

Kommunikationsmedien wie Messenger, Projektmanagement-Apps oder kollaborative Arbeitsumgebungen ermöglichen die Ergänzung des offenen Lernprozesses um ein digitales Abbild, das das Lernen von einem festen zeitlichen und örtlichen Rahmen löst. Sie stellen eine wichtige Ergänzung für die Gestaltung von projektbasiertem Unterricht dar. Derartige neue Unterrichtskonzepte erfordern auch zusätzliche Vereinbarungen, Regeln und Bewertungskriterien und führen nicht einfach zu erhöhten Lernerfolg nach den bisherigen Kategorien (Heinen & Kerres 2015, 2017). Es werden unter Umständen auch „andere Lernziele“ erreicht, bei denen Kollaboration, Kommunikation, Kreativität und Kritisches Denken im Vordergrund stehen.

2.6 Stand der Forschung zum Making in der Schule

Die Forschung zu Maker Education ist in überwiegendem Maße qualitativ oder mixed method und konzentriert sich auf Maker Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen (Papavlasopoulou, Giannakos, & Jaccheri, 2017). Eine gute Orientierung über aktuelle Forschung und Praxis zu werkstatorientierter digitaler Bildung gibt das FabLearn Netzwerk sowie die jährliche FabLearn Europe Konferenz und die FabLearn Flagship Konferenz in New York. Während in den ersten Jahren der Fokus auf MINT Fächern und extracurricularen Angeboten lag (für eine Übersicht siehe z. B. Vossoughi & Bevan, 2014; Papavlasopoulou, Giannakos, & Jaccheri, 2017) nehmen in den letzten Jahren Beiträge zu fächerübergreifenden Kompetenzen, Lehrkräftebildung und schulischer Integration stark zu.

In Dänemark wurde 2018 in einem wissenschaftlich begleiteten Prozess das Fach „Technology Comprehension“ als Wahlfach an 13 staatlichen Schulen eingeführt, mit dem Ziel Strategien für die landesweite Einführung zu entwickeln. Das Fach kombiniert Elemente der Informatik, Design und gesellschaftlicher Auseinandersetzung mit Digitalisierung und orientiert sich somit an bestehenden FabLearn and Making Initiativen in Skandinavien (Tuhkala, Wagner, Nielsen, Iversen, & Kärkkäinen, 2018).

3 Beispiele für die Professionalisierung der Lehrkräfte in Bezug auf Maker Education

Das Thema Maker Education hat in den letzten Jahren deutlich an Aufmerksamkeit gewonnen und einen Überblick über die verteilten Initiativen zur Professionalisierung der Lehrkräfte zu erhalten, ist schwierig. Die folgenden Beschreibungen stammen aus dem unmittelbaren Umfeld der Autorinnen und sind daher auch nur exemplarisch zu verstehen.

3.1 Implementierung von Making in österreichische Curricula in der Lehrer/innen-Ausbildung

Ein wesentlicher Bestandteil des Transfers in die Schulpraxis ist dann gegeben, wenn Lehrkräfte entsprechend ausgebildet werden. Dies bedeutet, dass Making in den Curricula der

Lehramtsausbildung zu verankern ist. Das ist im Entwicklungsverbund Süd-Ost in Österreich, welcher aus neun Hochschulen und Universitäten besteht, auf zwei Ebenen bereits passiert:

1. Primarstufe: Das Curriculum für Lehramtsstudierende sieht hier drei Wahl-Schwerpunkte vor, wobei einer davon „Medienpädagogik und digitale Kompetenz“ ist. Innerhalb dieses Schwerpunktes gibt es seit 2015 eine Lehrveranstaltung „Maker Tools in der Bildung“ im Umfang von 2 EC.
2. Sekundarstufe: Hier ist das Curriculum nach den Fächern untergliedert. Maker Education wurde dabei dem Fach „Technisches und Textiles Gestalten“ zugeordnet, da dort spezielle Räume an den Schulen zur Verfügung stehen und handwerkliche Kompetenz ebenso im Mittelpunkt steht. Hier wurden die Lehrveranstaltungen „Einführung in die Arbeit in Makerspaces“, eine zugehörige Übungslehrveranstaltung „Makerspace Übung“ und zusätzlich noch „Educational Robotics“ verankert. Alle ebenfalls im Umfang von 2 EC.

3.2 Making mit Kindern – offener Online-Kurs für Viele

2015 wurde erstmals auf der MOOC-Plattform iMooX.at ein offen lizenzierter und frei zugänglich Kurs rund um das Thema Maker Education angeboten. Basierend auf den Aktivitäten der Maker Days 2015 in Bad Reichenhall wurden 7 Wochen und Themenfelder definiert: Einführung in das Themenfeld, Scratch, Roboterbau und LEDs, VR-Brille & DIY-Projektor, 3D-Drucker & Vinylcutter, Fotografie und Film, sowie Makey Makey & Co.

Jede Woche bestand dabei aus einem Interview, der jeweiligen Workshop-Betreuer/innen und den verwendeten Begleitmaterial, sowie einem Praxisvideo, wo man sehen konnte wie es umgesetzt wurde. Die hohe Teilnehmer/innenzahl (über 600 Lehrpersonen) zeigte, dass diese Form des Informationstransfers durchaus hohe Reichweite erzielt.

Dieser Kurs löste im Anschluss eine Serie von Online-Kursen auf der Plattform iMooX.at aus, die dem Themenfeld Maker Education und digitaler Grundbildung zuzuordnen sind. Dazu gehört z. B. „Learning to code: Programming with Pocket Code“, „Calliope mini - Im Auftrag der digitalen Grundbildung“, „Coding und Making im Unterricht“ u. a.

4 Erfahrungen mit dem Berliner Ergänzungsfach „Digitale Welten“ und Evaluation der Weiterbildung für Lehrer/innen

Einer der ersten Versuche im deutschsprachigen Raum Making in den Regelschulbetrieb zu integrieren, stellt der Zusatzkurs „Digitale Welten“ in der Berliner Oberstufe dar. Die Auswertung des über 2 Jahre dauernden Modellprojekts zeigt wie das Fach von den beteiligten Lehrkräften aufgenommen wird.

4.1 Das neue Ergänzungsfach „Digitale Welten“

Im Jahr 2016 wurde am Lehrstuhl Arbeitslehre/ Technik und Partizipation der TU Berlin das Modellprojekt „Digitale Welten als Schulfach“ ins Leben gerufen, und in enger Abstimmung mit dem Berliner Senat für Bildung, Jugend und Familie in den folgenden zwei Jahren entwickelt und umgesetzt.

„Der Kurs ‚Digitale Welten‘ macht es sich zum Ziel, den Schülerinnen und Schülern nicht nur ein umfassendes Bild der relevanten Technologien und zeitgenössischen sowie historischen Entwicklungen in diesen Bereichen zu vermitteln, sondern durch die praktische, projektartige Ausrichtung des Kurses diese auch direkt erfahrbar zu machen.“ (Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie, 2018, S. 4).

Bei der Entwicklung des Faches spielten insbesondere die Herausforderungen der digitalen Kompetenzen, des handlungsorientierten Unterrichts und der angemessenen Gestaltung der Inhalte und Fortbildungen eine maßgebliche Rolle (Grundmann, Stilz & Becker, 2019). Im Vordergrund standen die Fragen, wie zeitgemäße digitale Bildung konzipiert sein kann die

1. von Lehrkräften aller Disziplinen unterrichtet werden kann
2. nicht nur auf die Bedienung neuer Geräte abzielt
3. sich zeitlich und finanziell an den Schulen auch umsetzen lässt

Das Fach kann seit 2019 einjährig als Wahlfach in der Oberstufe angeboten werden. Die Curricularen Vorgaben¹ für das Fach wurden gemeinsam von Lehrkräften, Vertretern der TU Berlin und dem Berliner Senat erarbeitet und durch eine Reihe externer Experten geprüft. Sie sind seit dem Schuljahr 2019/20 gültig und auf der Seite des Senats veröffentlicht.

4.2 Fortbildung der Lehrer/innen: Konzept und Teilnehmer/innen

Die Teilnahme am Modellversuch war freiwillig und fand unerwartet hohe Resonanz. Die erste Fortbildung fand daher in zwei Gruppen mit jeweils 21 Teilnehmenden von insgesamt 23 Berliner Schulen im Frühjahr 2017 vorbereitend zum Schuljahr 2017/18 statt. Die Fortbildung war in 8 Blöcke à 4 Stunden geteilt, die aufgrund der hohen Nachfrage jeweils doppelt angeboten wurden. Die Blöcke wurden in Kooperation mit unterschiedlichen Dozenten und an unterschiedlichen Orten durchgeführt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die erste Fortbildungsreihe.

Einheiten	Themengebiete
1	App Entwicklung
2	Arduino
3	3D-Druck / Lasercutting
4	Webseiten entwickeln
5	Computer-Aided Design (CAD)
6	Robotik / Lego Mindstorms
7	Design Thinking
8	Datenschutz/-sicherheit & Projektarbeit

Tabelle 1: Überblick über die Inhalte der ersten Fortbildungsreihe

Im zweiten Durchlauf (siehe Tabelle 2) wurden insgesamt 21 Lehrkräfte von 11 Berliner Schulen ausgewählt, für sechs Fortbildungstermine à 4 Stunden von Juni bis Oktober 2018. Die Verkürzung der Fortbildung von 8 auf 6 Termine hatte in erster Linie organisatorische und finanzielle Gründe. Für die Durchführung von vier der sechs Blöcke wurde aufgrund der Nähe zur Praxis im zweiten Jahr mit Schulen aus der ersten Fortbildung kooperiert.

¹ Die Curricularen Vorgaben für den Zusatzkurs sind auf der Seite des SenBJF verfügbar: https://www.berlin.de/sen/bildung/unterricht/faecher-rahmenlehrplaene/rahmenlehrplaene/zusatzkurs_digitale_welten.pdf

Einheiten	Themengebiete
1	App Entwicklung
2	Maker Werkstatt
3	CAD
4	3D Druck
5	Robotik / Big Data
6	Arduino

Tabelle 2: Überblick über die Inhalte der zweiten Fortbildungsreihe

4.3 Vorgehen bei der Evaluation

Die Fortbildungen wurden im Anschluss im Rahmen von Abschlussarbeiten evaluiert. Dabei stand die Bedeutung des neuen Ergänzungskurses „Digitale Welten“ sowie die Qualität der Fortbildung und der dort zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien im Fokus. Die folgende Auswertung basiert auf der Evaluation der ersten Fortbildungsreihe (Abresch, 2017) sowie auf sechs qualitativen Interviews mit Lehrkräften unterschiedlicher Fächer und Schulen. Interview I - V wurden aufgezeichnet und transkribiert, Interview VI wurde während des Gesprächs protokolliert. Seit Einführung des Kurses wurden zudem bisher zwei Alumni Treffen mit Digitale Welten Lehrkräften veranstaltet und dokumentiert. Die interviewten Lehrkräfte stammen aus beiden Fortbildungsjahrgängen 2017 und 2018. Die Lehrkräfte aus Interview I - III (L1, L2, L3) unterrichten unter anderem Informatik, die Lehrkräfte aus Interview IV - VI (L4, L5, L6) hatten keine informatische Vorbildung.

4.4 Ergebnisse

Im folgenden wird auf das Gesamturteil, sowie einige für die Maker Education zentrale Ergebnisse aus den Befragungen eingegangen.

Gesamturteil

Alle Befragten weisen darauf hin, dass mit diesem Fach Schüler, aber besonders Schülerinnen, erreicht und für digitale Inhalte begeistert werden können, die man mit Informatikunterricht nicht erreichen könnte. Die Lehrkräfte schätzen die starke Anwendungsorientierung, die „[...] höchst motivierend für die SuS [...]“ sei. Ein „[...] höherer Praxisanteil, unmittelbarer Lebensbezug, ständige Projektarbeit, Teamarbeit, Arbeitsteilung [...].“ (Abresch, 2017, S. 5) grenzt das Fach von anderen ab. Der interdisziplinäre Ansatz motivierte insbesondere auch Lehrkräfte ohne Vorkenntnisse sich an das Thema Digitalisierung heran zu wagen *“als ich gesehen habe, dass es quasi eine Schnittstelle aus Sozialwissen und Informatik ist, also auch ‚Digitale Welten - was bedeutet das für uns im Alltag?‘, da hab ich gedacht: ‚Könnte genau mein Fach sein‘“*. (L5).

Ein eigenes Fach wird langfristig kritisch, aber zum aktuellen Zeitpunkt als sinnvoll angesehen, *„wenn wir uns die Medienbildungsstandards anschauen [...] oder auch den Rahmenlehrplan der Digitalen Welten und dann überlegen das fächerübergreifend zu verteilen, [...] , dann ist das zwar eine nette Idee - aber Wunschenken*

aus meiner Sicht.“ (L4). Dass der Kurs erst in der Oberstufe angeboten werden kann, bedauern die Befragten. Die Konkurrenz zu anderen Wahlkursen ist hoch und die Dringlichkeit digitale Inhalte zu bearbeiten wird schon ab Klasse 7² gesehen.

Beitrag zur Digitalisierung in der Lehrkräftebildung

Der Anspruch an die Konzeption des Faches, dass für die Teilnahme an der Fortbildung und zum späteren Unterrichten des Kurses keine informatische Vorbildung notwendig ist, stellte alle Beteiligten vor große Herausforderungen. Insbesondere, da ein Großteil der teilnehmenden Lehrkräfte aus den Naturwissenschaften kam und die unterschiedlichen Vorkenntnisse während der Fortbildung zu Reibungen führten. Im Rückblick wurde der zusätzliche Arbeitsaufwand für die Vorbereitung des Kurses aber als notwendig angesehen, *„ich glaube da fehlt uns allen Wissen. Das muss man ganz klar sagen. Und das Problem ist, das alles zu erarbeiten und qualitativ aufzuarbeiten dauert. [...]“* (L4). Es besteht ein Bewusstsein dafür, dass ein Zugang zu digitaler Bildung für alle Lehrkräfte möglich sein muss, aber vermutlich sehr unterschiedlich ausgestaltet wird. *„Und das ist glaube ich so eine Herausforderung generell, wie man das voneinander löst. Oder wie man digitale Bildung betreibt, auch wenn man das nicht kann. Sollte man ja trotzdem irgendwie können oder vielleicht [...] dass man Themen findet wo man das nicht braucht. Das ist aber [...] schwierig.“* (L3).

Den Kurs aber nicht aus der Perspektive des Informatikunterrichts zu gestalten, wurde auch als Vorteil gesehen *„als ‚Externer‘, als Objektivier (bin ich) vielleicht im Vorteil. Sodass ich gesagt habe: wenn wir programmieren, dann machen wir das am Calliope und mit Bausteinen, das reicht aus. Ihr sollt verstehen wie das Prinzip funktioniert.“* (L4). Während die Informatiklehrer/innen zunächst einen großen Ehrgeiz in Bezug auf die digitalen Elemente entwickelten, waren Lehrkräfte anderer Fächer mit ihrer neuen Rolle als Mitlebende konfrontiert.

Handlungsorientierte Digitale Bildung

Der Kurs wird als willkommener Freiraum wahrgenommen zu experimentieren und sich und den Schüler/innen Raum zu geben eigene Ideen zu entwickeln, *„die Selbstmotivation (ist) sehr eingeschränkt [...] durch das Schulsystem. Es ist sehr, sehr viel vorgegeben [...] es bleibt eigentlich kaum Zeit mal durchzupusten und nachzudenken was will ich eigentlich lernen. Die Frage stellt sich wahrscheinlich dann viele Schüler gar nicht mehr.“* (L3). Der Kurs böte die *„die Chance, dem Wunsch der Schüler nachzukommen und lebensnahe Inhalte authentisch zu vermitteln, ganz nah am Leben der Schülerinnen und Schüler“* (L6). Aber auch die Lehrkräfte profitieren von dieser Freiheit. *„Ich werde nächstes Jahr den Kurs wieder machen und ich denke [...] es werden viele Sachen vollkommen anders sein. [...] Das wird ein Schaffensprozess sein. [...] so bestimmte Sachen wie Calliope und Lego, die dauern halt stundenlang. Und da muss ich den Schülern auch einfach mal die Zeit lassen sich damit zu beschäftigen.“* (L4).

Die Umstellung auf die Rolle als Lernbegleiter, der nicht alle Entwicklungen voraus planen kann wurde von den Lehrkräften als notwendig beschrieben. *„[...] ich versuche denen zu vermitteln, dass sie sich eigentlich alles selber beibringen müssen. Sowieso in der Zukunft. Das immer wieder Neue, sie mit neuen Dingen konfrontiert werden, die sie sich selbst erschließen müssen.“* (L3). Ein solches Herangehen wird auch für andere Fächer als wünschenswert, aber auch schwer umzusetzen angesehen. *„Lebenslanges Lernen setzt voraus, dass ich die Schüler eigentlich vor Probleme stelle, die sie selbst, ohne meine Hilfe lösen müssen. Das heißt, sie müssen vorher die Handhabe, die Mittel, die Kompetenzen erworben haben, die sie befähigen, die Probleme zu zerteilen und sagen: Okay, was brauche ich denn dafür? Wo kann ich mir das holen? Wonach muss ich jetzt suchen? Und so. Also das ist eine Haltung, die in allen Fächern eine Rolle spielen müsste.“* (L1).

Der Einsatz von projektorientierten Methoden aus dem Bereich Design Thinking wurde von einigen begeistert, von anderen überhaupt nicht aufgegriffen. Hier zeigte sich die Unsicherheit aufgrund fehlender Erfahrung und Vorbilder am deutlichsten. Während eine Lehrkraft neue Blickwinkel durch den Einsatz von Design-Thinking-Methoden hervorhebt, *„dass man Sachen aus unterschiedlichen Perspektiven sich ansieht und eben auch viele Möglichkeiten zulässt, wo man vorher schon weiß, die*

² In Berlin geht die Grundschule in der Regel bis Klasse 6

führen nicht zum Erfolg. Aber dass man trotzdem darüber nachdenkt, das ist für die Schüler schon so ein kleiner Lerneffekt, der ihnen dann auch Spaß macht.“ (L2). Empfiand eine andere Lehrkraft, dass Design Thinking „das Modul (war), was wir am wenigsten interessant fanden [...] und wir auch gesagt haben, das können wir nicht, [...]. Vielleicht könnte das ein anderer Kollege, der irgendwie vielleicht kreativer ist oder künstlerischer begabt oder so.“ (L3).

Nicht nur die technischen Inhalte wurden also als Herausforderung angesehen, auch die didaktische Umsetzung zur Vermittlung digitaler Kompetenzen: *„Sachen wie Big Data zum Beispiel, das hat man schon mal gehört, da hat man schon einen Artikel drüber gelesen, aber das den Kindern zielgerichtet beizubringen ist nicht ganz so einfach.“ (L4).*

Fortbildungs- und Unterrichtskonzeption

Die Rückmeldungen zu den Fortbildungsblöcken war breit gefächert und zeigt die Schwierigkeit im Umgang mit unterschiedlicher Ausstattung, Ausrichtung und Vorkenntnissen. Die Entscheidung sich bei der Ausrichtung der Fortbildungen auf die praktischen, technischen Elemente zu konzentrieren wurde sowohl gelobt, als auch kritisiert. Lehrkräfte ohne Informatik Vorkenntnisse sahen hier zwar einerseits die größten Lücken und den größten Lerneffekt, betonten aber auch den Aufwand den interdisziplinären Ansatz, den das Curriculum beinhaltet, dann auch umzusetzen. *“[...] für einen reinen Geisteswissenschaftler wie mich war das zum Teil auch hartes Brot. Also einfach schwierig - aber spannend.” (L5).* Die Informatik Lehrkräfte dagegen wünschten sich eine stärkere Differenzierung der Inhalte *“Was ändert sich jetzt bei der Arbeit wirklich? [...] Das ist ja eigentlich das, was wir den Schülern vermitteln sollen. Welche Kompetenzen sollen sie haben?” (L2)* . Aber auch eine stärkere Reflexion über die Auswahl der Inhalte, *“Warum machen wir das? [...] es wurden halt Apps gebaut beispielsweise und dann aber nicht über Spielsucht gesprochen. [...] reflektieren was mache ich hier eigentlich, welche Bausteine benutze ich, was sind die typischen Bausteine?” (L3).* Ein flexibler modularer Aufbau wäre für die Fortbildungen für ein solches Fach sinnvoll um den gewünschten Einstieg ohne Vorkenntnisse zu ermöglichen, aber gleichzeitig Lehrkräfte mit Vorkenntnissen anzubieten direkt in die Differenzierung und Reflexion einzusteigen.

Einzig durchgehend positiv bewertet wurde die Einheit *“App Entwicklung”, “[...]wo wir wirklich sagen können das ist schon mit Arbeitsaufträgen drauf, in Schülersprache, mit Lösungszetteln, [...] man kann es trotz allem nicht immer 1:1 benutzen. [...] ich werd’s immer irgendwie anpassen müssen” (L5).* Insbesondere Lehrkräfte ohne Vorkenntnisse machten trotz insgesamt positiver Bewertung des Kurses deutlich, dass *“viel Zeit für Nachbereitung der Module nötig (war), um wirklich in das Thema einzusteigen” (L6)* und sie sich als *“Versuchskaninchen” (L4)* fühlten. Gut strukturierte Unterrichtsmaterialien gaben den Lehrkräften Sicherheit sich auch im Unterricht an Themen heran zu wagen, mit denen sie in der Fortbildung erstmals in Kontakt kamen. So erstaunt es nicht, dass App Entwicklung auch am häufigsten im Unterricht behandelt wurde.

4.5 Fazit

Trotz der Herausforderungen die Fortbildungsinhalte und Curriculare Vorgaben des Kurses für die Lehrkräfte darstellen, wird der Bedarf an werkstatorientierter digitaler Bildung von allen Teilnehmenden betont und die Fortbildung als notwendige Voraussetzung angesehen. Einig waren sich die Teilnehmenden vor allem in ihrer Forderung nach Unterrichtsmaterialien und Konzepten die dabei helfen die Schüler/innen zu befähigen *„in arbeits-, industrie- und lebensweltlichen Kontexten im Bereich der Digitalisierung Wissen zu erwerben“ (SBJF, 2019).*

5 Maker Education und Making in Schulen als interdisziplinäre Chance

Wir haben gezeigt: Es gibt vielversprechende Ergebnisse aus der Praxis, und zunehmend forschungsbasierte Einsichten. Maker Education kann als eine Chance gesehen werden für die

Integration digitaler Inhalte wie auch für die Integration neuer Lernformen und Lernziele. Dabei haben sich aber auch folgende wichtige Voraussetzungen herauskristallisiert.

Maker Education benötigt Unterstützung

Making erfordert ein hohes Maß an intrinsischer Motivation um anhand der Herausforderungen und Rückschläge, die die Entwicklung und Umsetzung eines eigenen Projekts ausmachen können, nicht demotiviert zu werden. Die unvermeidlichen Phasen des Scheiterns von Ideen und der Reflexion über alternative Lösungen als natürlichen Teil des Prozesses an zu sehen erfordert Kompetenzen, die auch vielen Lehrkräften nicht vertraut sind und die über neue Formen von Lernaktivitäten einen längeren Zeitraum gemeinsam entwickelt werden müssen (Iversen et al., 2015).

Freiraum an Schulen für Peer-Learning und Kooperation

Dafür benötigen Lehrkräfte Unterstützung, die nötige Rückendeckung der Schulleitung, entsprechende curriculare Einbettung und passende Ausstattung. Making passt nur schwer in eng gesteckte Lehr- und Zeitpläne. Lebenslanges Lernen und Kollaboration müssen auch für Lehrkräfte möglich sein.

Kollaboration über die Schulgrenze hinweg

Maker Education heißt experimentieren. Neue Trends und Technologien müssen den Weg in die Schule und Hochschule finden. Regelmäßiger Austausch mit anderen Schulen, Bildungsanbietern und sonstigen Bildungsakteure bringt Inspiration und Unterstützung.

Verortung in Ausbildung, Weiterbildung und Unterricht

Maker Education findet trotz großer Sichtbarkeit, Beliebtheit und Verbreitung als außerschulisches Bildungsangebot nur zögerlich in der Lehrkräftebildung und im Regelunterricht statt. Gute Unterrichtskonzepte unterstützen Lehrkräfte und Lehrerbildung, vertiefte Forschung kann Argumente für Maßnahmen auf struktureller Ebene liefern.

6 Literatur

Abresch, C. (2017). Fortbildung „Digitale Welten“ - Evaluationsbericht. Berlin.

Baacke, D. (Ed.). (1999). Medienkompetenz: Modelle und Projekte. Bundeszentrale für Politische Bildung.

Blamire, R., Cassells, D., & Walsh, G. (2017). Information and Communications Technology in Initial Teacher Education. In *Perspective - From research to policy action*. Retrieved from www.eun.org/observatory/perspectives

Blikstein, P. (2014). Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention. In J. Walter-Herrmann & C. Büching (Hrsg.), *FabLab: Of machines, makers and inventors*. (S. 203–222). transcript.

BMBF. (2016). *Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft*, 1–36.

Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. <https://doi.org/10.2788/52966>

Grundmann, S., Stilz, M., & Becker, B. (2019). Digitale Welten – Unterricht 4.0 in der beruflichen Fachrichtung Ernährung und Hauswirtschaft. *Haushalt in Bildung Und Forschung*, (3).

- Hatlevik, O. E., Ottestad, G., & Throndsen, I. (2015). Predictors of digital competence in 7th grade: A multilevel analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(3), 220–231. <https://doi.org/10.1111/jcal.12065>
- Hjorth, M., Smith, R. C., Loi, D., Iversen, O. S., & Christensen, K. S. (2016). Educating the Reflective Educator. *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education - FabLearn '16*, (November 2017), 26–33.
- Hatch, M. (2013). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. New York: McGraw-Hill.
- Hollauf, E., & Schön, S. (2019). Gemeinsam die Welt verbessern – soziale Innovationen und Maker Education: Ausgewählte Projekte und Erfahrungen. In: S. Ingold, B. Maurer & D. Trüby (Hrsg.): *Chance MakerSpace – Making trifft Schule*. München: kopaed 119–137.
- IQMV (Institut für Qualitätsentwicklung Mecklenburg Vorpommern). (2018). *Rahmenplan Digitale Kompetenzen*.
- Iversen, O. S., Smith, R. C., Blikstein, P., Katterfeldt, E.-S., & Read, J. C. (2015). Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 5, 1–2.
- Herzig, B., & Martin, A. (2018). Lehrerbildung in der digitalen Welt - Konzeptionelle und empirische Aspekte. In S. Ladel, J. Knopf, & A. Weinberger (Hrsg.), *Digitalisierung und Bildung*.
- Kerres, M., & de Witt, C. (2011). (Neu-) Positionierung der Mediendidaktik: Handlungs- und Gestaltungsorientierung in der Medienpädagogik. *Medienbildung und Medienkompetenz. Beiträge zu Schlüsselbegriffen der Medienpädagogik*, 20(20), 259–2
- OECD (2005). *The definition and selection of key competencies: Executive summary*. <https://doi.org/10.1080/2159676X.2012.712997>
- OECD (2015). *Students, Computers and Learning - Making the connection*. PISA. [https://doi.org/10.1016/S0264-410X\(12\)01439-9](https://doi.org/10.1016/S0264-410X(12)01439-9)
- P21: Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st Century Learning - P21*. In *P21.org*. Retrieved from <http://www.p21.org/our-work/p21-framework%0Ahttp://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57–78.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). Preface, Situating Constructionism, In: Idit Harel & Seymour Papert (Hrsg.): *Constructionism, Research reports and essays*, Norwood New Jersey: Ablex Publishing Corporation.
- Schelhowe, H. (2013). Digital realities, physical action and deep learning-FabLabs as educational environments. In *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors*, S. 93–103.

- Schön, S.; Boy, H.; Brombach G.; Ebner, M.; Kleeberger, J.; Narr, K.; Rösch, E.; Schreiber, B., & Zorn, I. (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. In: S. Schön, M. Ebner & K. Narr (Hrsg.). *Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten*. Norderstedt: Book on Demand, 8–24. <http://ww.bit.do/handbuch>
- Schön, S.; Ebner, M., & Kumar, S. (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. In: *eLearning Papers*, 39, July 2014, S. 14-25, URL: http://www.openeducationeuropa.eu/en/article/Learning-in-cyber-physical-worlds-In-depth_39_2?paper=145315
- Schweckendiek, U. (2018). *Digitale Medien — Spezifische Beiträge des Fachunterrichts zur KMK-Strategie „Bildung in der digitalen Welt“*.
- SBJF, Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Familie. (2019). *Curriculare Vorgaben für die gymnasiale Oberstufe. Zusatzkurs Digitale Welten*. Berlin.
- Tuhkala, A., Wagner, M.-L., Nielsen, N., Iversen, O. S., & Kärkkäinen, T. (2018). Technology Comprehension: Scaling Making into a National Discipline. *FabLearn Europe'18: Proceedings of the Conference on Creativity and Making in Education*, 72–80.
- Twining, P., Raffaghelli, J., Albion, P., & Knezek, D. (2013). Moving education into the digital age: The contribution of teachers' professional development. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(5), 426–437.
- van Laar, E., van Deursen, A. J. A. M., van Dijk, J. A. G. M., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21 st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299–321.
- Vossoughi, S., & Bevan, B. (2014). *Making and Tinkering: A Review of the Literature*. Commissioned by the Committee on Successful Out-of-School STEM Learning, 1–55.
- Wunderlich, M. (2016). Ein Makerspace an einer Schule. In: S. Schön, M. Ebner & K. Narr (Hrsg.): *Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten*. Norderstedt: Book on Demand, 47–53. <http://www.bit.do/handbuch>