

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/334376190>

CHANCE MAKERSPACE Making trifft auf Schule

Book · July 2019

CITATIONS

0

READS

1,106

3 authors:



Selina Ingold

FHS St. Gallen University of Applied Sciences

8 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Björn Maurer

Pädagogische Hochschule Thurgau

13 PUBLICATIONS 4 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Daniel Trüby

Pädagogische Hochschule Thurgau

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



«MakerSpace - Raum für Kreativität» [View project](#)



Digital learning elementary school – Stuttgart / Ludwigsburg [View project](#)

CHANCE MAKERSPACE
Making trifft auf Schule
Selina Ingold, Björn Maurer, Daniel Trüby (Hrsg.)

MakerSpaces gelten als innovative Lernumgebungen für eigenverantwortliches, kreatives und kollaboratives Arbeiten mit analogen und digitalen Technologien. Die zugrundeliegenden Ansätze und Methoden wie «Konstruktionismus», «Learning by doing» und «Design Thinking» versprechen einen hohen Grad an Selbstwirksamkeit und Autonomie.

Immer mehr Schulen machen sich auf den Weg und wagen erste Experimente im Bereich Making. Mit der Maker-Idee sind jedoch auch Prinzipien verbunden, die sich nicht immer vollständig mit den Strukturen der Schulwirklichkeit decken. Was passiert, wenn die Maker-Idee direkt auf Schule trifft? Wie groß sind die Chancen und Reibungspunkte? Welche Rahmenbedingungen braucht es für eine erfolgreiche Implementation?

Dieser Band beschäftigt sich neben der Klärung von grundlegenden Begriffen und Perspektiven rund um das schulische Making mit konkreten Erfahrungen aus der schulischen und außerschulischen Praxis. Fachexpert*innen aus der Deutschschweiz, Österreich und Deutschland diskutieren Best-Practice-Beispiele sowie didaktische und konzeptionelle Fragen.



kopaed (muenchen)
www.kopaed.de
ISBN 978-3-86736-539-0
22,80 €

kopaed

Ingold, Maurer, Trüby (Hrsg.)

CHANCE MAKERSPACE Making trifft auf Schule

CHANCE MAKERSPACE

Making trifft auf Schule

Selina Ingold, Björn Maurer,
Daniel Trüby (Hrsg.)

kopaed

CHANCE MAKERSPACE

CHANCE MAKERSPACE

Making trifft auf Schule

Selina Ingold, Björn Maurer,
Daniel Trüby (Hrsg.)

BIBLIOGRAFISCHE INFORMATION DER DEUTSCHEN NATIONALBIBLIOTHEK

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar

Die Fachtagung «Chance: MakerSpace» wurde von der Stiftung Think Tank Thurgau (CH) gefördert.

Gestaltung: Irene Szankowsky

Ganzseitige Fotos: Raphael Wild, Mathias Wunderlich, Rolf Beck

ISBN 978-3-86736-539-0

eISBN 978-3-86736-648-9

Druck: docupoint, Barleben

kopaed 2019

Arnulfstraße 205, 80634 München

Fon: 089. 688 900 98 Fax: 089. 689 19 12

E-Mail: info@kopaed.de

www.kopaed.de

Das Buch ist unter der Lizenz CC BY Deutschland 4.0 verfügbar. Bitte weisen Sie bei der Verwendung des Gesamtwerks auf den Titel und die Herausgeber*innen hin; bei der Verwendung einzelner Projektbeschreibungen genügt ein Hinweis auf die Autor*innen.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>



INHALT

9 CHANCE MAKERSPACE

Eine Einführung

Selina Ingold, Björn Maurer, Daniel Trüby

MAKING: BEGRIFFE UND PERSPEKTIVEN

19 MENSCHZENTRIERT – KOLLABORATIV – HANDLUNGSORIENTIERT

Design-Ansätze für die Primarschule
des 21. Jahrhunderts

Lukas Schmid

33 GROSSES POTENTIAL FÜR SCHULEN DER ZUKUNFT

MakerSpaces ermöglichen und erfordern
neue Lernformen und Schulentwicklung

Thomas Merz

45 MAKING MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN

Einführung und ausgewählte Perspektiven

Sandra Schön, Kristin Narr, Maria Grandl, Martin Ebner

59 MAKING IN DER SCHULE

Reibungspunkte und Synergieeffekte

Selina Ingold, Björn Maurer

87 MAKING UND KOLLABORATION

Ausgewählte Perspektiven auf Zusammenarbeit
im schulischen MakerSpace

Daniel Trüby

MAKING: IMPULSE AUS DER AUSSERSCHULISCHEN PRAXIS

- 103 **MAKING IST DAS NEUE LERNEN**
Erfindergeist wecken mit digitalen Werkzeugen
Julia Kleeberger, Franziska Schmid
- 119 **GEMEINSAM DIE WELT VERBESSERN**
Soziale Innovation und Maker-Education
Eva-Maria Hollauf, Sandra Schön
- 139 **WILMA – WIR LERNEN DURCH MACHEN**
Eine Erfinderwerkstatt für Kinder und Jugendliche
Gabi Hampson, Steven Marx

MAKING: ERFAHRUNGEN AUS DEM SCHULALLTAG

- 155 **MAKING RULES**
Ein MakerSpace an einer Freien Schule
Mathias Wunderlich
- 175 **MAKERSPACE LIGHT**
Ein niederschwelliger Einstieg
Bettina Waldvogel
- 191 **VON DER IDEE ZUM MAKERSPACE**
Ein partizipatives Experiment an der
Primarschule Thayngen
Selina Ingold, Björn Maurer
- 219 **SCHULISCHES MAKING UND KREATIVITÄT**
Erste Erkenntnisse aus einem Design-
Based-Research-Projekt
Michaela Feurle, Björn Maurer

MAKING: KONKRETE UMSETZUNGSBEISPIELE

- 261 **DIE MUSTERLÖSUNG LIEGT NICHT BEI**
Best Practices zur Umsetzung von open-ended
Maker-Projekten
Dorit Assaf
- 277 **LEDS MIT MUSIK STEUERN**
Ein Praxisbeispiel
Rolf Beck
- 291 **FILM AB IM MAKERSPACE**
Mobile Filmmaking und Erklärvideos
Rebecca Meyer, Raphael Wild
- 305 **MATERIAL – MODUL – KREATIVITÄT**
Freies Spiel statt fertiger Anleitungen
Michael Winter
- 313 **3D-DRUCK UND MAKING**
Aktives und eigenverantwortliches Lernen ermöglichen
Cornelia Epprecht, Gregor Lütolf

AUSBLICK

- 329 **MAKING UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ**
Digitale Lernbegleitung für schulische Making-Prozesse
Björn Maurer, Samuel Portmann
- 346 **ZU DEN AUTOR*INNEN**

CHANCE MAKERSPACE

Eine Einführung

Selina Ingold, Björn Maurer,
Daniel Trüby

CHANCE MAKERSPACE

Was und wie sollen Schüler*innen lernen, um den Anforderungen der zukünftigen Gesellschaft und einer sich stetig verändernden Welt gerecht zu werden? Mit dieser strukturellen und normativen Frage beschäftigen sich Expert*innen aus Bildung, Wirtschaft und Politik seit jeher. Die digitale Transformation und damit zusammenhängende Veränderungsprozesse bringen eine neue Dynamik in die Diskussion um zeitgemäße und nachhaltige Bildung. Angesichts der aktuellen ökologischen, ökonomischen und sozialen Herausforderungen nehmen Werte- und Persönlichkeitsbildung an Bedeutung zu. Diesbezüglich wird 21st Century Skills (vgl. Kai Wah Chu et al. 2017) wie Kreativität, Kommunikation und Kollaboration sowie der Fähigkeit des kritischen Denkens bereits der Status von Kulturtechniken zugeschrieben (vgl. Kerres 2017). Die Idee der Selbstbestimmung lässt sich in einer digitalen Gesellschaft erreichen, wenn Schüler*innen digitale Medien, digitale Artefakte und Fabrikationsweisen als mündige Bürger*innen nicht nur anwendungsbezogen nutzen, sondern zukünftige (technologische) Entwicklungen und Innovationen aktiv, kritisch und verantwortungsvoll mitgestalten. Diese Einschätzung schlägt sich derzeit in den aktuellen Lehr- und Bildungsplänen im deutschsprachigen Raum nieder. Auf der Suche nach Möglichkeiten, wie diese Fähigkeiten im Schulkontext altersgerecht und lustvoll entwickelt werden können, ist der «Making-Ansatz» *ein* möglicher Weg. Beim pädagogischen Making setzen Kinder und Jugendliche eigene Ideen auf spielerisch-kreative und tüftelnde Weise um. Gemeinsam mit anderen entwickeln sie unter Einbezug verschiedener analoger und digitaler Werkstoffe Produkte und Prototypen (vgl. Boy/Sieben 2017; vgl. Schön et al. 2015). Neben klassischen Arbeitstechniken kommen dabei Verfahren der digitalen Fabrikation wie 3D-Druck, Laser-Cutting oder CNC-Technik zum Einsatz (vgl. Wunderlich 2019). Das Erleben von Selbstwirksamkeit und die Entwicklung von Stärken und Eigeninitiative sind zentrale Anliegen der Maker-Education, die sich bislang vor allem im außerschulischen Bereich etabliert hat. Ein «MakerSpace» ist nach unserem Verständnis ein Ort, an dem Making-Aktivitäten möglich sind. Es ist ein offener, experimenteller Denk-, Lern- und Werkraum, der Lernenden die Ressourcen für die Umsetzung eigener Ideen und Projekte anbietet.

Was passiert, wenn man einen MakerSpace an einer Schule errichtet? Wie groß sind Chancen, Herausforderungen und Nutzen? Zu diesen Fragen fand am 29. September 2018 die Fachtagung «Chance: MakerSpace» in Stein am Rhein (CH) statt. Maker-Fachleute, Dozierende, Lehrpersonen und Mitglieder schulbehördlicher Einrichtungen diskutierten gemeinsam konzeptionelle Ansätze, Best-Practice-Beispiele und Bildungspotenziale der Maker-Idee für die Schule. Welche Rahmenbedingungen braucht es für eine erfolgreiche Implementation des Making-Ansatzes? Inwieweit können strukturelle Rahmenbedingungen der Institution Schule mit den Prinzipien der Maker-Bewegung (vgl. Hatch 2013) in Einklang gebracht werden? Und welches Potenzial ergibt sich durch die Synergie beider Zugänge? In diesem Zusammenhang wurden geeignete Einstiegsszenarien und *Challenges* erörtert, welche Schüler*innen und Lehrpersonen an das «Maker-Mindset» (Dougherty 2013) heranzuführen. Aus schuladministrativer Perspektive wurden *Nutzungsszenarien* und geeignete Weiterbildungsformate diskutiert, die im Schulalltag praktikabel und didaktisch sinnvoll sind, insbesondere was die interdisziplinäre Anschlussfähigkeit der Making-Aktivitäten an den Kompetenzerwerb im Fachunterricht angeht. Die Tagung bot außerdem die Gelegenheit, über die räumliche Gestaltung von MakerSpaces nachzudenken und an die Anforderungen der künftigen Berufs- und Lebenswelt anzupassen.

DER TAGUNGSBAND IN VIER TEILEN

Im ersten Teil «Making: Begriffe und Perspektiven» stellt *Lukas Schmid* Design-Ansätze für eine Primarschule des 21. Jahrhunderts vor. Er geht dabei auf aktuelle Herausforderungen der digitalen Transformation und auf die sich daraus ergebenden Kompetenzen «von morgen» ein. *Thomas Merz* knüpft daran an, indem er schulischen MakerSpaces großes Potenzial beimisst und Konsequenzen für Schulentwicklung und Unterrichtsgestaltung zieht. *Sandra Schön*, *Kristin Narr*, *Maria Grandl* und *Martin Ebner* widmen sich in ihrem Beitrag grundlegenden Kennzeichen und Prinzipien der Maker-Education und beleuchten diese aus verschiedenen ausgewählten Perspektiven. Sie stellen dabei unter anderem Bezüge zu fachlichen und überfachlichen Denkströmungen her. Neben «konstruktiven» Reibungspunkten zwischen Schule und Making widmen sich *Selina Ingold* und *Björn Maurer* in ihrem Beitrag vor allem den Potenzialen und Gelingensbedingungen des schulischen Makings und leuchten eine erfolgreiche Implementierung des

Ansatzes aus. Abschließend beschäftigt sich der Artikel von *Daniel Trüby* mit der Frage nach einer möglichen Förderung von Kollaboration im Sinne der 21st Century Skills im Rahmen schulischer MakerSpaces.

Im zweiten Teil des Bands stehen «Impulse aus der außerschulischen Praxis» im Fokus. *Julia Kleeberger* und *Franziska Schmid* stellen den Ansatz der «jungen Tüftler» vor, bei dem es vor allem darum geht, Kindern und Jugendlichen Werkzeuge und Methoden an die Hand zu geben, um selbstständig und selbstwirksam zu agieren. *Eva Maria Hollauf* und *Sandra Schön* berichten darauffolgend aus dem Horizon-2020-Projekt «DOIT», welches den Ansatz verfolgt und prüft, inwieweit soziale Innovationen im MakerSpace-Umfeld authentische Lernerfahrungen ermöglichen, die den zukünftigen Unternehmergeist und den Ehrgeiz fördern, um gemeinsam «Welt» zu gestalten. *Gabi Hampson* und *Steven Marx* ergänzen das Praxisportfolio abschließend durch die Vorstellung des «WILMA-Ansatzes», einer modularen und individualisierbaren Erfinderwerkstatt. Dabei gehen die Autor*innen neben Aspekten der Methodik auch auf konkrete Erfahrungen aus der Umsetzung eines Kinderhackathons ein.

Im dritten Teil «Making: Erfahrungen aus dem Schulalltag» kommen drei schulische Maker-Initiativen zu Wort, die bereits auf eine erfolgreiche Betriebsphase zurückblicken können. Zunächst stellt *Mathias Wunderlich* seine Erfahrungen aus drei Jahren Maker-Betrieb an einer Freien Schule in Wülfrath (D) vor. Er geht dabei auch auf konzeptionelle Überlegungen und Anforderungen an Lehrpersonen ein. *Bettina Waldvogel* stellt ihr Konzept eines MakerSpace Light an der Primarschule Zumikon (CH) vor und geht hier vor allem auf die Zusammenhänge zum traditionellen Werkunterricht, aber auch zum Fach Medien und Informatik ein. *Selina Ingold* und *Björn Maurer* stellen in ihrem Beitrag das «partizipative Experiment» des MakerSpace an der Primarschule Thayngen (CH) vor, gehen auf einzelne Entwicklungsschritte ein und leiten daraus allgemeine Empfehlungen für die Entwicklung schulischer MakerSpaces ab. Auch der Beitrag von *Michaela Feurle* und *Björn Maurer* knüpft an dieses Projekt an. Die beiden Autor*innen greifen das Thema *Kreativität* auf und verknüpfen theoretische Ausführungen mit empirischen Befunden.

«Konkrete Umsetzungsbeispiele», die praxiserprobt und reflektiert wurden, bilden den vierten Teil, der mit dem Beitrag zu open-ended Maker-Projekten von *Dorit Assaf* eröffnet. Die Autorin geht hier insbeson-

dere auf das Potential von Lego® (Mindstorms) ein. *Rolf Beck* stellt in seinem Beitrag einen einfachen Microcontroller samt Programmierungsumgebung vor, mit der sich eine moderne LED-Lichtorgel kreieren lässt und liefert das passende didaktische Begleitmaterial. *Rebecca Meyer* und *Raphael Wild* bearbeiten unter dem Label «Mobile Filmmaking» (Wild) und «Erklärfilme von Kindern für Kinder» (Meyer) den Aspekt visueller Medien(produktionen) in MakerSpaces und berichten aus dem Realbetrieb des MakerSpace der Primarschule Thayngen (CH). *Michael Winter* führt mit seinem Beitrag in die Überlegungen für ein ebenfalls praxiserprobtes Workshop-Format zur Kreativitätsförderung durch freies Spiel und Gestalten ein. Dieser Buchteil schließt mit dem Beitrag von *Cornelia Epprecht* und *Gregor Lütolf*, der sich schwerpunktmäßig den Erfahrungen mit 3D-Druck in der Schule widmet und Bezüge zu Making-Aktivitäten herstellt.

Im Abschlussteil geben *Björn Maurer* und *Samuel Portmann* einen Ausblick auf den schulischen MakerSpace der nicht mehr allzu fernen Zukunft. Sie diskutieren den Einsatz eines digitalen Lernbegleiters, der sich den Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz bedient, und werfen dabei didaktische und (medien)ethische Fragen auf.

MAKING DISKURS UND DANK

Wir hoffen, mit diesem Tagungsband einen breiten Kreis bildungsinteressierter Personen zu erreichen und so den Making-Diskurs im schulischen Kontext nachhaltig zu bereichern, zu fördern und anschlussfähig zu machen.

Unser Dank gilt allen Autor*innen, die durch ihre Beiträge die Entstehung des Bands möglich machten, sowie allen Personen, die uns bei der Finanzierung, Konzeption, Gestaltung, Erstellung und Reflexion unterstützt haben. Namentlich sei die Stiftung Think Tank Thurgau (CH) erwähnt, die die Tagung finanziert und diese Buchpublikation ermöglicht hat. Darüber hinaus möchten wir der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH) und der Fachhochschule St. Gallen (CH) sowie der kopaed verlagsgmbh München (D) für die Unterstützung danken.

St. Gallen (CH), Kreuzlingen (CH), Ludwigsburg (D) – Juli 2019

Selina Ingold, Björn Maurer, Daniel Trüby

LITERATUR

- Boy, Henrike / Sieben, Gerda (2017). Kunst & Kabel: Konstruieren. Programmieren. Selbermachen. Bausteine für pädagogisches Making in der Jugendmedienarbeit und Ergebnisse aus dem Praxisforschungsprojekt «Fablab mobil». München: kopaed.
- Dougherty, Dale (2013). The Maker Mindset. In: Honey, Margaret / Kanter, David E. (Eds.). Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge. pp. 7-11.
- Hatch, Mark (2013). The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. New York: McGraw-Hill Education.
- Kai Wah Chu, Samuel / Reynolds, Rebecca B. / Tavares, Nicole J / Notari, Michele / Wing Yi Lee, Celina (2017). 21st century Skills Development Through Inquiry-Based Learning. From Theory to Practice. Springer.
- Kerres, Michael (2017). Digitalisierung als Herausforderung für die Medienpädagogik: «Bildung in einer digital geprägten Welt». In: Fischer, Christian (Hrsg.). Pädagogischer Mehrwert? Digitale Medien in Schule und Unterricht. Münstersche Gespräche zur Pädagogik. Münster: Waxmann S. 85-104.
- Schön, Sandra / Ebner, Martin / Narr, Kristin (Hrsg.) (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Wunderlich, Mathias (2019). Quo Vadis MakerEd. Verändert das Maker Movement unsere Bildungslandschaft? In: merz (medien + erziehung), Zeitschrift für Medienpädagogik, 4/2019.

MAKING: BEGRIFFE UND PERSPEKTIVEN

MENSCHZENTRIERT –
KOLLABORATIV –
HANDLUNGSORIENTIERT

Design-Ansätze für
die Primarschule
des 21. Jahrhunderts

Lukas Schmid

ABSTRACT

Die digitale Transformation verändert die Arbeitswelt und stellt teils unbekannte Herausforderungen an das menschliche Denken und Handeln. Auf dieses (Arbeits-)Leben sollen Kinder in der Schule unter anderem vorbereitet werden. Dabei spielen Kompetenzen eine zentrale Rolle, die bislang im Schulalltag eher wenig Beachtung fanden: Kreativität, Kommunikation, Kollaboration und kritisches Denken. Dieser Beitrag betrachtet rückblickend die Entwicklungen der Primarschule in der Schweiz und geht – sich auf Erfahrungen aus dem Unternehmensbereich stützend – auf Inspirationen ein, die den Unterricht der Zukunft beeinflussen könnten.

HINWEIS ZUM AUTOR

Lukas Schmid ist Co-Leiter des Instituts für Innovation, Design und Engineering der Fachhochschule St.Gallen (CH).

MENSCHZENTRIERT – KOLLABORATIV – HANDLUNGSORIENTIERT

Die Welt, wie sie sich uns im 21. Jahrhundert präsentiert, stellt in vielen Aspekten neue, teilweise noch unbekannte Herausforderungen an das menschliche Denken und Handeln. Vermeintlich einfache Zusammenhänge und klare Vorstellungen entpuppen sich bei genauerer Betrachtung als verzwickte Angelegenheiten. Unweigerlich drängt sich die Frage auf, ob wir über die notwendigen Kompetenzen und Qualifikationen verfügen, um diese Herausforderungen meistern zu können. Die folgenden Ausführungen zeigen eine mögliche Richtung auf, wie es dem Schulsystem und insbesondere der Primarschule in der Schweiz (noch besser) gelingen könnte, dafür vielversprechende Voraussetzungen zu schaffen. Dabei wird weniger aus einer pädagogischen Perspektive argumentiert, sondern es werden vielmehr die Parallelen zu Unternehmen und deren Bestreben, mit diesen Herausforderungen umzugehen, gesucht.

1 VUCA-WELT

Zur Beschreibung der heutigen Wirtschaftswelt wird vielfach auf das Akronym VUCA zurückgegriffen, das für die englischen Begriffe *volatility*, *uncertainty*, *complexity* und *ambiguity* steht. Ursprünglich stammt der Begriff von der United States Army, die in den 90er-Jahren nach einem Wort suchte, um die extremen Bedingungen der multilateralen Welt, resultierend aus dem Ende des Kalten Krieges, zu umschreiben (vgl. Burg 2017a und 2017b). In den Wirtschaftsjargon transferiert fasst VUCA auf kurze und prägnante Art und Weise zusammen, was die Welt in den vergangenen Jahren für Veränderungen erlebte und was sie zukünftig wohl noch vermehrt prägen wird.

Unter *Volatilität (volatility)* werden dabei unvorhersehbare Schwankungen, unberechenbare Veränderungen und unerwartete Ereignisse verstanden, die rasch auftreten können und auch nicht immer zu erklären, geschweige denn einzuordnen sind. Die *Unsicherheit (uncertainty)* leitet sich direkt aus der Volatilität ab. Denn je unvorhersehbarer die Ereignisse sind, desto schwieriger ist es, deren Auswirkungen und Entwicklungen abzuschätzen. Erfahrungen aus der Vergangenheit verlieren ihre Relevanz für die Ge-

genwart, vernünftige Prognosen sind kaum mehr möglich und Planbarkeit verkommt zum frommen Wunsch. Die Ursache von Volatilität und Unsicherheit liegt in der zugrundeliegenden *Komplexität (complexity)*. Immer mehr Entitäten der Wirtschaftswelt stehen miteinander in einer Wechselwirkung (Unternehmen agieren beispielsweise in Unternehmensökosystemen), die durch Rückkoppelungen, Nicht-Linearitäten und Zeitverzögerungen charakterisiert sind. Als Konsequenz daraus scheitert das Unterfangen, einzelne dieser Entitäten (z. B. ein einzelnes Unternehmen) isoliert zu betrachten und zu optimieren. Vielmehr muss das Gesamtsystem betrachtet werden, wozu unterschiedliche Perspektiven und ein interdisziplinäres Agieren notwendig sind. Schlussendlich kommt die *Mehrdeutigkeit (ambiguity)* von Informationen hinzu. Je nach Perspektive und Standpunkt bringt das komplexe Gebilde eine andere Facette hervor. Es gibt vielfach nicht mehr ein *Richtig* oder *Falsch*, *Schwarz* oder *Weiß* (vgl. Müller 2018).

Die vier Phänomene der VUCA-Welt bilden den Rahmen, in dem heutzutage unternehmerisches Denken und Handeln stattfindet. Gleichzeitig stellen sie aber auch die Grenzen klassischer, altgedienter Managementprinzipien wie Planung, Kontrolle und Hierarchie dar. Entsprechend sollten heutige Führungs- und Entscheidungsträger primär lernen, wie in komplexen Systemen erfolgreich agiert werden kann (vgl. Burg 2017a und 2017b).

2 21ST CENTURY SKILLS

Über das Führen von Unternehmen hinaus stellt sich in Anbetracht der geschilderten Phänomene ganz grundsätzlich die Frage nach den Fähigkeiten, die für den Erfolg in der Gesellschaft und am Arbeitsplatz des 21. Jahrhunderts notwendig sind. Als bekanntestes Konzept dafür dürfte das 4K-Modell gelten, das die vier Kompetenzen Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und Kritisches Denken ins Zentrum stellt. Ursprünglich in den USA entwickelt und verbreitet hat es auch im deutschsprachigen Raum durch das Referat des Bildungsforschers und OECD-Mitarbeiters Andreas Schleicher auf der re:publica 2013 (vgl. Schleicher 2013) an Bekanntheit gewonnen. Schleicher argumentiert dabei insbesondere mit neuen beruflichen Anforderungen, die klassische Unterrichtsfächer zu wenig thematisieren. Seiner Ansicht nach geben die 4K den Lernenden die Fähigkeit, neue Einsichten zu gewinnen und Zusammenhänge herzustellen. Dies sei insofern

notwendig, da sich der Umgang mit Wissen gewandelt habe: Inhalte würden nicht mehr gespeichert und dann von Lehrkräften an Lernende vermittelt (vgl. Schleicher 2013). Vielmehr fließen sie in Strömen unablässiger Kommunikation und Kollaboration. Die 4K stellen in diesem Sinne eine Reaktion auf die Wissensarbeit in digitalen Kontexten dar. Dies unterstreicht auch Rosa, die folgende Beweggründe als maßgebend für eine Orientierung am 4K-Modell im 21. Jahrhundert aufführt (vgl. Rosa 2015):

- Immer mehr Arbeiten werden von Maschinen übernommen.
- Jede neue Arbeit verlangt mehr komplexes Denken, situierte selbstverantwortliche Entscheidungen und Beziehungsfähigkeit.
- Die zu lösenden gesellschaftlichen Probleme sind so komplex, dass sie nur noch mit kollektiver Intelligenz bearbeitbar sind.

Die offensichtliche Nähe in der Argumentation zu den Bedürfnissen von Wirtschaftsorganisationen bringt dem 4K-Modell aber auch Kritik ein. Es stellt sich die Frage, wie stark der Einfluss dieser Organisationen auf Bildungsinstitutionen sein soll oder ob das Primat des Pädagogischen durch die Kompetenzvorgaben aus der Digitalwirtschaft zu ersetzen sind (vgl. z.B. GEW 2018). Inwieweit Forderungen aus der Wirtschaft im Hinblick auf aktuelle Kompetenzbedürfnisse sinnvoll sind, ist zudem vor dem Hintergrund kritisch zu betrachten, dass die *Digitale Transformation* viele der aktuellen Jobs eliminieren oder zumindest drastisch verändern wird. So zeigt eine Studie der Universität Oxford, dass knapp die Hälfte aller aktuellen Jobs in den USA durch die voranschreitende Automatisierung gefährdet sind (vgl. Frey/Osborn 2013).

Auf der anderen Seite ist davon auszugehen, dass uns auch die mittlerweile 4. Industrielle Revolution einen Wohlstandszuwachs bescheren wird. Dadurch werden neue Bedürfnisse entstehen und ihre Befriedigung am Markt suchen, was zahlreiche neue Arbeitsplätze schaffen wird. Auch wenn es sehr viel schwieriger ist vorherzusagen, welche neuen Jobs damit geschaffen werden, werden diese wohl vermehrt (willensgebundene) Fähigkeiten des Menschen nutzen, die nicht von Algorithmen emuliert werden können: Urteilkraft, moralisches Denken, Empathie, Dialogfähigkeit und Kommunikation, beispielsweise in Lehre, Pflege und anderen Zuwendungsberufen (vgl. Landgrebe 2017). Sehr pragmatisch im Hinblick auf zukünftige Qualifikationsanforderungen argumentierte Jack Ma anlässlich eines Interviews im Rahmen des Weltwirtschaftsforums (WEF) in Davos (CH) 2017,

als er anführte, dass alles, was wir unseren Kindern beibringen, sich von dem unterscheiden muss, was Maschinen können (vgl. Ma 2017). Die zu vermittelnden Inhalte sollten dementsprechend weniger wissensbasiert sein, sondern Kompetenzen und Werthaltungen wie Text- und Sinnverständnis, Glauben, unabhängiges Denken, Teamwork und Verantwortungsbewusstsein umfassen.

3 GESCHICHTE DER PRIMARSCHULE

Um abschätzen zu können, inwiefern die Primarschule in der Schweiz den genannten Forderungen nach 21st Century Skills bereits nachkommt und ob sie schon schwerpunktmäßig «nicht-automatisierbare» Fähigkeiten vermittelt, beleuchten die nachfolgenden Ausführungen deren Entwicklungsschritte. Diese stehen in vielen Aspekten stellvertretend für die Geschichte des europäischen Schulwesens und orientieren sich dabei hauptsächlich an den Berichten von Hans Stadler und Hans-Ulrich Grunder aus dem Historischen Lexikon der Schweiz (vgl. Stadler/Grunder 2012).

In seinen Anfängen im Mittelalter und der frühen Neuzeit war das Schulwesen vor allem eine kirchliche Aufgabe. In sogenannten Klosterschulen wurde einem kleinen, elitären Schülerkreis das Lesen und Schreiben vermittelt. Ab dem 16. Jahrhundert trieb die Reformation die Neuerungen im Schulwesen voran und eröffnete weiteren Schichten den Zugang zur Schule. Die religiöse Erziehung des Volks wurde zu einem wichtigen Ziel erklärt. Der Unterricht fußte hauptsächlich auf dem Einzelunterricht der Lehrperson und auf dem gegenseitigen Unterricht der Lernenden. Jedes Kind übte für sich allein, die Lehrperson kam zur Kontrolle vorbei.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts führten pädagogische Reformbestrebungen in Berufung auf Jean-Jacques Rousseau und Johann Heinrich Pestalozzi, der Pietismus und die Philosophie der Aufklärung zur Erneuerung des Schulsystems. Die Schule habe, so lautete die Forderung, echte Religiosität zu fördern, gute Staatsbürger*innen zu formen, die Unterrichtsmethodik der Jugend anzupassen und den Lehrstoff am praktischen Leben auszurichten. In diesem Zuge wurden der Einzelunterricht und das mechanische Auswendiglernen durch die Einführung von Klassen und neuen Lehrmethoden wie den Frontalunterricht abgelöst.

Das zu Beginn des 19. Jahrhunderts in der Schweiz errungene Obligatorium des Primarunterrichts implizierte zwar noch keinen Schul- aber immerhin Unterrichtszwang. Die Schulpflicht im späten 19. Jahrhundert stieß bei vielen Familien und Gemeinden auf Widerstand. Hauptverantwortlich dafür war die Kinderarbeit in Landwirtschaft und Fabriken, die von vielen Eltern als selbstverständliche Fortsetzung der Subsistenzwirtschaft angesehen wurde. So waren dann auch die Fabriken an der Arbeitskraft der Kinder und Jugendlichen interessiert und widersetzten sich der Schulpflicht. Vereinzelt wurden in den Betrieben sogenannte Fabrikschulen errichtet, in denen arbeitenden Kindern am Sonntag Unterricht erteilt wurde.

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts brachte die Schulreformdebatte Bewegung in die Primarschule. Den Reformer*innen schwebte ein Unterricht vor, der die Kinder harmonisch ausbildet, ihre Interessen zum Ausgangspunkt nimmt, fächerübergreifend gestaltet ist und handelndes Lernen initiiert. Diese Forderungen vollzogen sich allerdings nur sehr schleppend und erst ab den 1940er Jahren drangen didaktisch-methodische Neuerungen allmählich in den Unterrichtsalltag ein. Nach und nach wurde der Fremdspracheunterricht vorverlegt und auch die Informatik-Grundausbildung fand in den 1980er Jahren Einzug in den Unterricht. Das individualisierte Lernen fand im sogenannten Werkstattunterricht und Wochenplan seinen Niederschlag.

Anfang des 21. Jahrhunderts stellt die Primarschule ein Schultyp dar, der sich seit seiner Entstehung markant verändert hat. Der Auftrag der Primarschule besteht in erster Linie darin, eine allgemeine Grundausbildung sowie die Erziehung zu autonomen Persönlichkeiten und zu demokratischen Staatsbürger*innen zu vermitteln. 2009 trat in der Deutschschweiz die interkantonale Vereinbarung über die Harmonisierung der obligatorischen Schule in Kraft. Die beigetretenen Schweizer Kantone verpflichteten sich, das Schulwesen zu harmonisieren, auf nationaler Ebene einen Beitrag zur Qualitätssteigerung zu leisten und die Durchlässigkeit im System zu sichern. Erste Implikationen daraus finden sich im Lehrplan 21, dem ersten gemeinsamen Lehrplan für die Deutschschweizer Volksschule, der ab dem Schuljahr 17/18 sukzessive in den Kantonen eingeführt wurde (D-EDK o.J.). Eine bedeutende Errungenschaft bildet dabei die konsequente Kompetenzorientierung im Unterschied zur Wissensorientierung. Darüber hinaus wird der Medienbildung und der informatischen Bildung eine größere Beachtung



geschenkt, um den Ansprüchen einer zunehmend digitalisierten Welt gerecht zu werden.

4 ENTWICKLUNG DER PRIMARSCHULE

Die Rückblende auf die Geschichte der Primarschule zeigt eindrücklich, dass diese sich über die Zeit hinweg stets gewandelt hat. Trotzdem drängt sich in Anbetracht der durch die Digitalisierung getriebenen, sich exponentiell verändernden Welt die Frage auf, wie entlang der eingeschlagenen Richtung auch künftig der Anschluss aufrechterhalten werden kann. Dies nicht zuletzt deshalb, weil die heute beobachtbaren Entwicklungen und Veränderungen in der Wirtschaft als auch in der Gesellschaft viel rasanter ablaufen, als dies in der Vergangenheit der Fall war.

Bereits früher wurden Stimmen laut, die ein potenzielles Auseinanderdriften von Schulwesen und Wirtschaft befürchteten. So warnte 1964 Picht vor der drohenden «Bildungskatastrophe», indem er das Ende des wirtschaftlichen Aufschwungs prophezeite, wenn nicht genügend qualifizierte Nachwuchskräfte ausgebildet würden, ohne die im technischen Zeitalter kein Produktionssystem etwas leisten könne (vgl. Picht 1964). Damit wurde in Deutschland eine Modernisierung des Schulwesens angestoßen, im Zuge derer der Unterricht schüler- und handlungsorientierter wurde. Ebenso fand eine Anpassung der Bildungsziele statt, indem die ursprünglich vom preußischen Sekundärkatalog stammenden Ansprüche wie Fleiß, Sauberkeit, Ordnungsliebe oder Disziplin durch Emanzipation, Autonomie und Handlungsfähigkeit ersetzt wurden. Andere Aspekte blieben aber und sind bis heute weitgehend unangetastet. Als Beispiel ist die Ausrichtung der Schule auf Konkurrenz und die formale Notengebung zu nennen, die gemäß dem Gründungsdirektor des Berliner Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung Hellmut Becker die Bildungsmöglichkeiten des Unterrichts zerstört (vgl. Becker 1976). Zensuren sind seiner Ansicht nach als Hilfsmittel tragbar, wenn ihr begrenzter Stellenwert erkannt ist. Wenn sie aber vom Randfaktor zum zentralen Entscheidungsfaktor der Schule gemacht würden, zerstören sie auf die Dauer das Bildungssystem (vgl. ebd.). Dies ist eine Entwicklung, vor der sich auch das heutige Schulsystem kaum zu schützen vermag. Abschließend ist ein spannendes Gedankenexperiment des Philosophen Precht zu erwähnen: «Stellen wir uns einfach mal vor, was wir am besten mit Kindern

zwischen sechs und 18 Jahren machen – und es gäbe keine Schule? Und wir müssten jetzt eine Schule erfinden» (Precht 2017). Seiner Ansicht nach hätte das Ergebnis mit 95 Prozent der heutigen Schulen nichts mehr zu tun, da die Schulen in ihrer Grundstruktur trotz aller Reformbewegungen immer noch nach dem Vorbild preußischer Kasernen konzipiert seien, in denen Ende des 19. Jahrhunderts fleißige Untertanen ausgebildet wurden (vgl. ebd.).

Als Gegenargument zur Forderung nach radikal(er)en Anpassungen wird vielfach von Schulvertreter*innen aufgeführt, dass die Entwicklung eines Bildungssystems eben nicht am Reißbrett entstehen könne wie dies im Unternehmensumfeld möglich ist. Entwicklung bedeutet im Schulwesen vielmehr direkt am Menschen, direkt im Alltag auszuprobieren und herauszufinden, was funktioniert und was nicht funktioniert. Dieser Umstand verlangt einerseits sehr viel Mut von den Lehrpersonen und zwingt sie andererseits zur Langsamkeit und zur Sorgfalt mit den beteiligten Menschen. Trotz dieses Umstandes gilt es jedoch, ein Auseinanderdriften der Entwicklungen zu vermeiden. Dies zu bewerkstelligen könnte mittels einer Perspektive gelingen, die sich an den Methoden und Denkmodellen von Designer*innen orientiert und die Schule sowie die dort agierenden Menschen zum Experimentieren einlädt. Diese Entwicklung wurde im unternehmerischen Umfeld bereits erfolgreich eingeführt.

5 DESIGN-ANSÄTZE UND MAKERSPACES VON UNTERNEHMEN IN DIE SCHULE TRANSFERIEREN

Als vielversprechender Ansatz zur Steigerung der Innovationsfähigkeit hat sich bei vielen Unternehmen in den letzten Jahren ein design-getriebener Entwicklungsansatz und ein design-orientiertes Denkmodell erwiesen (vgl. Peter/Schmid 2017). Die Fähigkeit, neue Lösungswege durch das Brechen festgefahrener Denkstrukturen zu finden und innovative Ansätze durch ein experiment-basiertes, iteratives Vorgehen zu entwickeln, findet sich idealtypisch in der Arbeits- und Denkweise von Designer*innen. Vertreter*innen dieser Gestaltungsdisziplin sind es wie kaum eine andere Berufsgruppe gewohnt, systematisch nach den geeigneten Methoden zu suchen, um das Unbekannte zu entdecken und das Funktionelle zu erreichen (vgl. Osterwalder/Pigneur 2011). Im Vordergrund stehen dabei in der Regel nicht eine detailfokussierte Verbesserung oder Optimierung von Bestehen-

dem, sondern die Schaffung von signifikant Neuem. Gestalter*innen arbeiten entlang eines Prozesses, der von einer oft nicht klar umrissenen Problemstellung startet und über die Beobachtung des Sachverhalts, die Identifikation verschiedener Sichtweisen, die Generierung von Ideen, das Testen derselben anhand von Prototypen zur Lösung führt. Insbesondere das iterative Durchlaufen dieser Entwicklungsschritte bringt dabei ein vertieftes Verständnis für die Problemstellung mit sich und befähigt zur Erkennung möglicher Lösungen. Darüber hinaus zielt diese Vorgehensmethodik darauf ab, dass Menschen aus unterschiedlichen Disziplinen zusammenarbeiten und so auch im Stande sind, vermeintlich unlösbare Probleme zu lösen. Kurz gesagt kann ein solches Vorgehen durch seine explorative, integrative und ganzheitliche Sichtweise zu einer höheren Form der Kreativität führen (vgl. Peter/Schmid 2017).

Die iterative Abfolge prototypenbasierter Entwicklungsschritte sowie die individuellen Fähigkeiten und Eigenschaften der Beteiligten stellen jedoch erst einen Teil eines erfolgreichen Designprozesses dar. Mindestens genauso wichtig sind kulturelle Faktoren wie die Einstellung und Denkweise, unter deren Prämissen die einzelnen operativen Tätigkeiten stattfinden. Zusammenfassend und nicht abschließend können die folgenden Aspekte geltend gemacht werden, die potenziell einen design-getriebenen Entwicklungsprozess mit einer Designkultur zu einem ganzheitlichen und vielversprechenden Ansatz im Umfeld von Primarschulen verbindet:

Menschzentriert Im Zentrum von Lehr- und Lernanlässen stehen Menschen mit individuellen Fähigkeiten, Vorlieben und Interessen, auf denen aufgebaut werden kann, die im Rahmen des Verstehensprozesses aber auch adäquat zu berücksichtigen sind.

Coevolutiv Jedem Problemverständnis wird zugestanden, dass es sich parallel zu möglichen Erkenntnisansätzen entwickeln kann, wobei mehrere denkbare Varianten gleichzeitig verfolgt und in Betracht gezogen werden.

Fehlertolerant Entlang des Lernprozesses soll im Sinne einer Fehlerkultur als Lernkultur bewusst aus Fehlern gelernt werden, indem Scheitern ermöglicht, ja sogar gefördert und das eigene Tun ständig reflektiert wird.

Kollaborativ In der Zusammenarbeit von Lernenden mit Lehrenden aber auch unter den Lernenden selber werden bewusst unterschiedliche Perspektiven eingesetzt, um auch unkonventionelle Denkmuster zuzulassen und unklare Situationen dank des Vertrauens in die Kreativität der Lerngemeinschaft auszuhalten.

Transparent Der Kommunikation zwischen der Lehrperson und den Lernenden ist großes Augenmerk zu schenken, um das notwendige Vertrauen zu schaffen.

Build-to-think Der Lernprozess wird frühzeitig mit Arbeiten an Modellen unterstützt, damit auch die nicht geplante, emergente Entwicklung differenzierter Erkenntnisse ermöglicht wird.

Handlungsorientiert Der Lernprozess soll pragmatisch und ergebnisorientiert sein, wobei schnelle, kurze und überprüfbare Iterationen angestrebt werden.

Design-Ansätze in die Primarschule zu transferieren, indem den Schüler*innen die unter dem Begriff «Design Thinking» im unternehmerischen Umfeld bekannt gewordenen Entwicklungsmethoden beigebracht werden, wäre aber zu kurz gegriffen. Um das ganze Potenzial zu adressieren, müssten sich die Primarschulen vielmehr das den Designer*innen zugrundeliegende Denkmodell zu eigen machen und damit die Schaffung, Stärkung und Weiterentwicklung einer design-getriebenen Lernkultur anstreben. Damit könnten sie Design als neue Form des Denkens für sich entdecken und so die zukünftigen Arbeitnehmenden und Staatsbürger*innen bestmöglich für die VUCA-Welt des 21. Jahrhunderts vorbereiten.

Wie die Entwicklung der Primarschule aufzeigt, ist zur vermehrten Integration von Design-Ansätzen in der Primarschule aber keine radikale Richtungsänderung von Nöten, sondern vielmehr ein beherztes Weiterarbeiten und -entwickeln aller Beteiligten. Viele der oben genannten Aspekte werden im Ansatz schon von Schulen und Lehrpersonen umgesetzt. Einer noch konsequenteren Durchsetzung der design-getriebenen Denk- und Arbeitsweise stehen häufig der Zeitdruck, die fehlenden Ressourcen für eine individuelle Betreuung der Kinder sowie die Nichtexistenz passender Räumlichkeiten für Experimente im Wege. Dies sind Herausforderungen, mit denen sich auch Unternehmen in ihren Innovationsaktivitäten konfrontiert sehen, aber für die sie auch mögliche Lösungsansätze aufzeigen. So stellt bei-

spielsweise Google seinen Mitarbeitenden freie Zeit fürs Experimentieren zur Verfügung und Microsoft installierte mit «The Garage» einen sogenannten MakerSpace als Raum für das kreative Arbeiten. Doch nicht nur amerikanische Software-Giganten schaffen vermehrt kreative Freiräume für ihre Mitarbeitenden. Jüngst hat auch das schweizerische Familienunternehmen Bühler AG in Uzwil mit dem «Innovation Campus» ein Gebäude für die Zusammenarbeit aller Funktionen, aller Altersstufen und aller Wissensträger*innen erschaffen, um ihre Innovationskultur zu leben und die Arbeitspraktiken der Zukunft zu testen (Bühler Group 2017). Diese Beispiele zeugen vom Potenzial sowie von der Notwendigkeit, dass auch Primarschulen vermehrt und verstärkt kreative «Zeit-Räume» zur Verfügung stellen – ein Vorhaben, dem sich die Initiative zur Integration von MakerSpaces als Lernräume in Primarschulen verschrieben hat.

LITERATUR

- Becker, Helmut (1976). Was hat die Reform bewirkt? <https://www.zeit.de/1976/04/was-hat-die-reform-bewirkt/komplettansicht> [letzter Zugriff: Februar 2019].
- Bühler Group (2017). Bühler Innovation Campus: der Spatenstich ist erfolgt. https://www.buhlergroup.com/global/de/ueber-buehler/medien/medienmitteilungen/medienmitteilung-details.htm?rss=871_1409_aev6s0.xml [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Burg, Monika (2017a). VUCA – Vier Buchstaben, die die Welt erklären. <https://blog.monikaburg.com/2017/11/03/vuca-vier-buchstaben-die-die-welt-erklaeren> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Burg, Monika (2017b). VUCA verstehen: der Ursprung des Begriffs in der U.S. Army. <https://blog.monikaburg.com/2017/12/04/vuca-verstehen-begriff-ursprung-us-army> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (D-EDK) (o.J.). Lehrplan 21. <https://www.lehrplan21.ch> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Frey, Carl B. / Osborne, Michael A. (2013). The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation? Oxford Martin School. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf [letzter Zugriff Mai: 2019].

Gewerkschaft, Erziehung und Wissenschaft (GEW) Hessen (2018).
Arbeitsgruppe: Gegen die Ökonomisierung der Bildung.
<https://www.gew-hessen.de/themen/ag-gegen-die-oekonomisierung-der-bildung-2018/> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Landgrebe, Jobst (2017). Nutzbringende Automaten. In: Schweizer Monat, Oktober 2017.

Ma, Jack (2017). Everything we teach should be different from machines. Interview am Weltwirtschaftsforum (WEF), 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=pa2EMaGPZKc> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Müller, Norbert (2018). Die neuen Herausforderungen in der VUCA-Welt. <https://www.advacon.eu/blog/die-neuen-herausforderungen-in-der-vuca-welt> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Osterwalder, Alexander / Pigneur, Yves (2011). Business Model Generation. Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Frankfurt / New York: Campus Verlag.

Peter, Andreas / Schmid, Lukas (2017). Design-getriebener Innovationsansatz als Schlüsselfaktor zum Erfolg. In: Etiketten-Labels (März 2017). S. 59–61.

Picht, Georg (1964). Die Deutsche Bildungskatastrophe. Analyse und Dokumentation. Olten/Freiburg in Breisgau: Walter Verlag.

Precht, David (2017). Der Verrat des Schulsystems an unseren Kindern. Interview. <https://www.youtube.com/watch?v=7qfJfTFGblk> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Rosa, Lisa (2015). Verlust und Neugewinn: Lernen und Lehren im Medienumbruch. Netzwerktagung 2015. <https://prezi.com/ys9g0sh5tvys/verlust-und-neugewinn-lernen-und-lehren-im-medienumbruch> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Schleicher, Andreas (2013). 21st Century Skills. re:publica 2013. https://www.youtube.com/watch?v=Ibb5KE6Cl_w [letzter Zugriff: Mai 2019].

Stadler, Hans / Grunder, Hans-Ulrich (2012). Schulwesen. In: Historisches Lexikon der Schweiz. <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D10396.php> [letzter Zugriff: Mai 2019].

GROSSES POTENTIAL FÜR SCHULEN DER ZUKUNFT

MakerSpaces
ermöglichen und
erfordern neue
Lernformen und
Schulentwicklung

Thomas Merz

ABSTRACT

Die digitale Transformation fordert Schulen heraus, sich zu fragen, welche Aufgabe ihnen in einer sich rasch verändernden digitalen Gesellschaft zukommt. Diese Neupositionierung bedingt umfassende Schulentwicklung, die auch Unterrichtskonzepte, Schulorganisation oder Rahmenbedingungen einschließt. Welches Potenzial in diesem Zusammenhang ein schulischer MakerSpace bieten kann, wird in diesem Beitrag aufgezeigt.

HINWEIS ZUM AUTOR

Thomas Merz ist Prorektor für Forschung und Wissensmanagement an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

GROSSES POTENTIAL FÜR SCHULEN DER ZUKUNFT

Die digitale Transformation fordert Schulen heraus, sich zu fragen, welche Aufgabe ihnen in einer sich rasch verändernden digitalen Gesellschaft zukommt. Diese Neupositionierung bedingt umfassende Schulentwicklung, die auch Unterrichtskonzepte, Schulorganisation oder Rahmenbedingungen einschließt. MakerSpaces bieten für Schulen genau in dieser Situation ausgezeichnete Möglichkeiten und können dazu beitragen, Schüler*innen und Schüler umfassend auf die Welt von morgen vorzubereiten.

1 SCHULE ALS ZENTRALE PÄDAGOGISCHE INSTITUTION – NACH WIE VOR

Die obligatorische Volksschule hat sich in Westeuropa nach der Aufklärung ausgezeichnet etabliert. Sie ist trotz aller Veränderungen der letzten Jahrzehnte unbestritten die zentrale pädagogische Institution, die Erziehungs- und vor allem Bildungsaufgaben übernimmt. Als grundlegende Aufgaben (vgl. Giesecke 1996, 1998) werden ihr zugeschrieben:

- Förderung von Mündigkeit, Partizipation und Emanzipation
- Qualifikation für berufliche Tätigkeiten
- Selektion und Integration (Zuweisung von Schüler*innen zu weiteren Bildungswegen entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit und Integration der jeweils nächsten Generation in die Gesellschaft)

Auch wenn gerade die Digitalisierung dazu führt, dass der außerschulische Zugang zu aktuellen Wissensbeständen, zu Lernmaterialien und Bildungsmedien immer einfacher wird, so kann die Volksschule in den nächsten Jahrzehnten weiterhin eine zentrale Rolle spielen. Denn die oben genannten Aufgaben übernimmt derzeit keine andere Institution. Will die Schule allerdings diese gesellschaftliche Sonderstellung behalten, so ist notwendig, dass sie sich im Zuge der Digitalen Transformation genauso tiefgreifenden Herausforderungen stellt wie andere Institutionen (vgl. Merz 2019). Denn die Volksschule erhält ihre einzigartige Stellung in der Bildungslandschaft nur dadurch, dass sie ihre Kernaufgaben *systematisch und zuverlässig* wahrnimmt (vgl. Merz 2005, 2008), dass sich die Gesellschaft also darauf verlassen kann, dass die Schule zuverlässig die *relevanten* Inhalte aufgreift, die *relevanten* Ziele verfolgt, die *relevanten* Kompetenzen vermittelt.

2 DISRUPTIVE VERÄNDERUNGEN

So einfach ist es allerdings nicht, diese relevanten Kompetenzen zuverlässig zu benennen. Denn wie dieses Leben morgen aussehen wird, welche Kompetenzen also notwendig sein werden, lässt sich erst in Ansätzen erahnen. Die Digitalisierung wird diese Welt in den nächsten Jahren in einem bisher kaum vorstellbaren Maß verändern. Und diese Veränderungen zeigen sich bereits jetzt als disruptive Veränderungen (vgl. Döbeli 2016). Das heißt: Die Lebenswelt entwickelt sich in vielen Fällen nicht schrittweise weiter, sondern es kommt zu Traditionsbrüchen. Geschäftsmodelle, die zuvor über mehrere Generationen ein sicheres Geschäftsfeld garantierten, brechen plötzlich weg. Gleichgesinnte suchen und finden einander für Freizeitaktivitäten nicht mehr in Vereinen, sondern über Onlineportale. Künstliche Intelligenz wird Berufe verändern, Stellen eliminieren und bringt Herausforderungen für die Gesellschaft, um trotzdem genügend Lohn- und Erwerbsarbeit zu ermöglichen. Während altvertraute Gewohnheiten verloren gehen, tauchen neue Möglichkeiten auf, die zuvor nicht vorhersehbar waren. Digitalisierung bringt unglaubliche Chancen (vgl. Precht 2018), doch entscheidend wird sein, ob wir Gesellschaft, Wirtschaft, Politik so weiterentwickeln, dass wir solche Chancen wirklich wahrnehmen. Das heißt: Schule muss Schüler*innen befähigen, neue Herausforderungen zu erkennen und kreativ zu bewältigen. Sie muss Schüler*innen auf eine sich stetig verändernde Welt vorbereiten (vgl. Economiesuisse 2018 a,b,c).

Von ihrer Tradition her kommt Schule aus einem ganz andern Umfeld. Die Lehrpersonen verfügten über das aktuellste Wissen und ohnehin über einen Wissensvorsprung. Das in der Schule aufgebaute Wissen war ein Leben lang tragfähig. Für die Wissensvermittlung waren lineare, sprachliche Texte wichtig, darunter besonders Bücher. Und die in Beruf und Alltag notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten konnten früher viel besser definiert werden. Individuelle, oft repetitive Arbeiten, dabei auch die Förderung handwerklicher Fähigkeiten, waren daher in der Schule bedeutsam. Demgegenüber erfordert die Berufswelt von morgen ganz andere Fähigkeiten. Insbesondere handwerkliche Aufgaben und Routineaufgaben nehmen kontinuierlich an Bedeutung ab (vgl. Eilers et al. 2017). Der stärkste Rückgang wird bei der Bedeutung routinemäßiger kognitiver Aufgaben gesehen. Leicht abfragbares und leicht anwendbares kognitives Wissen spielt immer weniger eine Rolle. Wichtiger werden analytische Fähigkeiten, nicht-repetitive inter-

aktive Fähigkeiten, Kollaboration und das Übertragen von Wissen in neue Zusammenhänge.

3 KOMPETENZEN FÜR DIE WELT VON MORGEN

Suchen wir nach konkreten zukunftsrelevanten Kompetenzen, so werden in der Fachliteratur durchaus unterschiedliche Akzente gesetzt und Modelle vertreten. Dennoch lassen sich Grundrichtungen festhalten, die als notwendige Kompetenzen für die digitale Gesellschaft genannt werden. Dazu gehören:

Vorbereitung auf Veränderungen Zur Vorbereitung auf Veränderungen gehört eine grundlegende inhaltliche Auseinandersetzung mit aktuellen Entwicklungen und Tendenzen, dazu aber vor allem die Förderung von personalen und sozialen Kompetenzen. Neben der Förderung von Kreativität und Problemlösekompetenz gehört hier auch die Stärkung der Persönlichkeit dazu. Wer sich selbst kennt, eigene Fähigkeiten positiv einschätzt, wer einen Zugang hat zu eigenen Gefühlen, wer spürt, was ihm gut tut und Kraft gibt, kann sich in einer Situation von Wandel und Unsicherheit entsprechend orientieren.

Lebenslanges Lernen Das Lernen an sich muss explizit zum Unterrichtsthema gehören. Schüler*innen sollen nicht nur vorgegebene Lernziele erreichen, sondern sich verstärkt und ausdrücklich mit dem Lernen auseinandersetzen und dabei eine aktive Rolle übernehmen. Sie sollen Lernziele definieren, Lernwege bestimmen, Lernschritte planen, Lernerfolge reflektieren. Damit einher geht auch im Berufsverständnis der Lehrpersonen eine stärkere Gewichtung des Lernens im Unterricht gegenüber dem Lehren. Lehrpersonen sehen sich weniger als die, die den ganzen Lernprozess definieren, steuern und überwachen, sondern stärker in der Rolle als Lernbegleiter oder Coach. Damit werden Schüler*innen stärker vorbereitet auf die Herausforderung des lebenslangen Lernens.

4K-Modell Aus den USA bekannt wurde das so genannte 4C-Modell (oder deutsch 4K-Modell). Gemeint sind Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit, Kreativität und Innovation sowie kritisches Denken und Problemlösen. Sterel, Pfiffner, Caduff (2018) legen ausführlich

dar, was darunter zu verstehen ist, warum diese Kompetenzen für die Gesellschaft von morgen zentral sind und wie sie gefördert werden können. Zum erweiterten Umfeld der so genannten 21st Century Skills zählen gemäß Guntram (2016) auch die Bewältigung von weiteren Herausforderungen wie «Umweltkatastrophen und -verschmutzung, Nahrungs- und Trinkwasserknappheit, Kriege und Menschenrechtsverletzungen, Pandemien und starke Migrationsbewegungen».

Stärkung überfachlicher Kompetenzen Ganz allgemein werden überfachliche, soziale und personale Kompetenzen stärker gewichtet (vgl. dazu unter anderem die umfangreichen Grundlagen für die beiden Projekte zur Weiterentwicklung der Deutschschweizer Volksschule Lehrplan 21 unter www.lehrplan.ch und der Gymnasien HSGYM unter <https://www.hsgym.ch/>). Wichtiger als das Lösen von voraussehbaren Problemen ist die Fähigkeit, immer wieder neue, bisher unbekannte Probleme zu lösen unter Nutzung aller verfügbarer Ressourcen. Zu diesen Ressourcen gehören namentlich auch soziale Ressourcen wie Teamfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Konfliktfähigkeit.

Verständnis statt isoliertes Wissen Bloßes lexikalisches Wissen nimmt in seiner Bedeutung kontinuierlich ab. Wichtiger werden die Vertiefung in ein Thema, die Auseinandersetzung mit der Bedeutung dieses Wissens, der Transfer in einen anderen Kontext und die Reflexion der Praxisbedeutung (vgl. Merz 2005).

Ethische und philosophische Kompetenz Man kann ethische und philosophische Kompetenz natürlich den überfachlichen Kompetenzen zuordnen. Sie sollen hier aber aufgrund ihrer Bedeutung explizit genannt werden. Die technischen Entwicklungen führen dazu, dass der einzelne Mensch immer mehr Einflussmöglichkeiten hat. Ein einziger Tweet kann heute – fast kostenlos – Milliarden von Menschen erreichen. Ein leichtsinnig gepostetes Bild eines Klassenkameraden kann für diesen höchst unangenehme Folgen haben. Die unvorsichtige Nutzung von Fitness-Apps kann geheime Militärlagepunkte oder Standorte von Geheimdienstmitarbeitenden verraten, was für die Betroffenen lebensgefährlich sein kann (vgl. Neue Zürcher Zeitung 2018). Und der Attentäter von Christchurch nutzte die Möglichkeit von Live-Videoübertragung bei Facebook ganz

gezielt, um seine Tat möglichst weit zu verbreiten (vgl. SRF 2019). Um die Fülle unserer Möglichkeiten sinnvoll und verantwortungsvoll zu nutzen, ist ethische und philosophische Kompetenz unverzichtbar. Denn unsere Lebensqualität in Zukunft wird längst nicht einfach von der technologischen Entwicklung abhängen. Die technologische Entwicklung lässt sinnvolle Nutzung genauso zu wie destruktive. Unsere Lebensqualität wird daher entscheidend davon abhängen, mit welchen Wertmaßstäben wir die technologischen Möglichkeiten nutzen oder einsetzen.

Digitale Kompetenzen Selbstverständlich gelten auch digitale Kompetenzen als zentrale Kompetenzen für die Lebenswelt von morgen. Sie sind unverzichtbar, genügen aber nicht. Neben Informationskompetenz, Medienrezeption oder Medienreflexion bis hin zur Medienproduktion können hier unter anderem Programmieren oder Computational Thinking genannt werden, also die Fähigkeit, Probleme so zu verstehen und darzustellen, damit sie auch von Computern gelöst werden könnten (vgl. Repenning 2015). Interessante Überlegungen zu einer umfassenden Formulierung digitaler Kompetenzen legt Genner (2019) vor.

4 MAKERSPACE MIT GROSSEM POTENTIAL

Die Schilderungen machen deutlich: In diesem Kontext hat ein MakerSpace großes Potential. Er ermöglicht Schulen und Lehrpersonen in vielfältiger Hinsicht, die skizzierten Herausforderungen anzunehmen und bietet ausgezeichnete Möglichkeiten, Schüler*innen auf die Welt von morgen vorzubereiten. Dies soll hier noch im Einzelnen genannt werden:

Ein MakerSpace ermöglicht den Erwerb digitaler Kompetenzen. Besonders wertvoll ist dabei, dass diese digitalen Kompetenzen nicht isoliert vermittelt werden, sondern kontextgebunden. Da der Lehrplan ausgeprägt eine mündigkeitsorientierte Informatik fordert, ist die Einbettung digitaler Kompetenzen in einen Sinn- und Lebenszusammenhang besonders wertvoll. Medienproduktion und Informationskompetenz spielen ebenfalls eine Rolle.

Ein MakerSpace fördert in idealer Weise die Fähigkeit, unter Nutzung sämtlicher zur Verfügung stehender Ressourcen ein Problem zu lösen oder ein Ziel zu erreichen. Kooperationsfähigkeit, Ausdauer, Fehlertoleranz, zielgerichtete Planungsarbeit werden ebenfalls gefördert.

Lehrpersonen können sich in einer neuen Rolle erleben. Wie für die digitale Gesellschaft bezeichnend, kennen sie die Lösungswege für die Probleme der Schüler*innen oft nicht – das müssen sie auch nicht. Sie begleiten die Schüler*innen trotzdem auf dem Weg, diese Probleme zu lösen. Genau diese Rolle der Lernbegleitung wird in Zukunft bedeutender.

Kooperationsfähigkeit wird auch unter Lehrpersonen gefördert. Denn Kolleg*innen gehören zu den Ressourcen, die zur Verfügung stehen. Gerade die Erfahrungen im MakerSpace von Thayngen (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) zeigen deutlich, wie bereichernd es ist, wenn verschiedene Lehrpersonen ihre je eigenen Kompetenzen ins Team einbringen.

Auflösung von Lektions- und Fächerstrukturen. Alltagsprobleme im Lebensalltag oder im Berufsleben lassen sich nicht einfach in Schulfächer einteilen. Ein MakerSpace ermöglicht in idealer Weise, im Rahmen eines Projekts, solche Strukturen aufzulösen. Auch die Lektionsbindung wird aufgehoben. Schüler*innen arbeiten längere Zeit vertieft an einem Thema und werden nicht durch die starre Struktur der 45-minütigen Lektionen immer wieder aus dem Lern- und Konzentrationsprozess herausgerissen. Hinsichtlich beruflicher Qualifikationen spielt eine besondere Rolle, dass traditionelle Fächer mit digitalen Kompetenzen «angereichert» werden können. Anwendungen der Informatik werden begleitend zu Technischem und Textilem Gestalten, zu Musik oder Medienkompetenz, zu Mathematik oder naturwissenschaftlichen Kenntnissen vermittelt. Genau dies wird in zunehmendem Maß auch in beruflicher Tätigkeit notwendig sein.

Schüler*innen lernen intensiv, ihre eigene Arbeit zu planen, selbstbestimmt weiter zu lernen, sie bewältigen Frustrationen bei Enttäuschungen. Die Schaffung eines MakerSpaces ermöglicht und erfordert damit zugleich Schulentwicklungsprozesse.



Ethische und philosophische Fragen können ebenfalls integriert und thematisiert werden, indem beim Produktionsprozess immer wieder die Frage nach sinnvoller Nutzung digitaler Möglichkeiten bzw. nach deren Konsequenzen bei Einsatz und Produktion gefragt wird.

MakerSpaces werden damit in der Schule der Zukunft eine wertvolle Rolle spielen können. Sie bieten in vielfältiger Hinsicht ideale Voraussetzungen für den Erwerb zentraler Kompetenzen für die digitale Gesellschaft. Es ergeben sich Chancen, schrittweise und in begrenztem Rahmen Erfahrungen zu sammeln mit neuen Technologien, neuen Lernformen, mit fächerverbindender Projektarbeit, neuer Unterrichtsorganisation, kollegialer Zusammenarbeit usw. Auf dieser Basis können weitere Schulentwicklungen geplant und umgesetzt werden.

In einem begrenzten Rahmen können der traditionelle Unterricht in Lektionen- Fächerstrukturen aufgelöst und neue Unterrichtsformen erprobt werden. Dabei gibt es aus meiner Sicht durchaus verschiedene Ausprägungen. Ein idealtypischer Makerspace (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Maurer/Ingold in diesem Band) ermöglicht sicher in besonderem Maß die Verfolgung der angestrebten Ziele. Dann sind aber auch viele Vor- oder Zwischenformen denkbar, die zumindest einzelne Ziele fördern. Kooperationsfähigkeit, Erwerb von digitalen Kompetenzen, Fehlertoleranz sind nicht daran gebunden, idealtypische Modelle zu realisieren, sondern können in Unterrichtsprojekten realisiert werden, die niederschwellige Möglichkeiten für Making-Aktivitäten bereitstellen.

LITERATUR

- Döbeli-Honegger, Beat (2016). Mehr als 0 und 1. Schule in einer digitalisierten Welt. Bern: Hep Verlag.
- Economiesuisse und Think Tank W.I.R.E. (2017). Zukunft digitale Schweiz. Wirtschaft und Gesellschaft weiterdenken. <https://www.economiesuisse.ch/de/publikationen/zukunft-digitale-schweiz-wirtschaft-und-gesellschaft-weiterdenken> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Economiesuisse (2018a). Digitalisierung – Herausforderungen und Chancen für die Schule. <https://www.economiesuisse.ch/de/dossier-politik/digitalisierung-herausforderungen-und-chancen-fuer-die-schule> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Economiesuisse (2018b). Individuelle Förderung dank Digitalisierung der Schule. <https://www.economiesuisse.ch/de/artikel/individuelle-foerderung-dank-digitalisierung-der-schule> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Economiesuisse (2018c). Digitalisierung in der Schule: die sechs grössten Irrtümer. <https://www.economiesuisse.ch/de/artikel/digitalisierung-der-schule-die-sechs-groessten-irrtuemer> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Eilers, Silke / Möckel, Kathrin / Rump, Jutta / Schabel, Frank (2017). HR-Report 2017. Schwerpunkt Kompetenzen für eine digitale Welt. Eine empirische Studie des Instituts für Beschäftigung und Employability IBE im Auftrag von Hays für Deutschland, Österreich und die Schweiz. <https://www.hays.de/documents/10192/118775/Hays-Studie-HR-Report-2017.pdf/> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Genner, Sarah (2019). Kompetenzen und Grundwerte im digitalen Zeitalter. In: Eidgenössische Kommission für Kinder- und Jugendfragen EKKJ (Hrsg.): Aufwachsen im digitalen Zeitalter. Bern. S. 9–15.
- Giesecke, Hermann (1996). Wozu ist die Schule da? Stuttgart: Klett-Cotta.
- Giesecke, Hermann (5. überarb. Auflage 1998). Einführung in die Pädagogik. Weinheim: Juventa.
- Guntram, Marie-Sophie (2016). Twenty-First Century Skills: Ein Plädoyer. <https://www.teachfirst.de/twenty-first-century-skills-ein-plaedoyer/> [letzter Zugriff: Mai 2019].

- Merz, Thomas (2005). Medienbildung in der Volksschule. Grundlagen und konkrete Umsetzung. Zürich: Pestalozzianum.
- Merz, Thomas (2008). Herausforderung Mediengesellschaft – oder macht sich die Schule überflüssig? In: ZLV-Magazin, Nr. 7-8/2008. Zürich. S.11.
- Merz, Thomas (2015). Medien. Werte. Schule. Über die Bedeutung der ethischen Reflexion als Teil der Medienbildung. In: merz Medien und Erziehung. Zeitschrift für Medienpädagogik, Nr. 3/2015. S.19-24.
- Merz, Thomas (2019). Die eigentliche Digitale Transformation für die Schule steht noch bevor. In: Eidgenössische Kommission für Kinder- und Jugendfragen EKKJ (Hrsg.). Aufwachsen im digitalen Zeitalter. Bern. S.30-36.
- Merz, Thomas / Döbeli, Beat (2015). Fachdidaktik Medien und Informatik – Ein Beitrag zur Standortbestimmung. In: Beiträge zur Lehrerbildung, 23. Jahrgang, Heft 2/2015. S.256-263.
- Neue Zürcher Zeitung (2018). Fitness-App Polar verrät Daten über Soldaten und Geheimdienstler. Zürich. <https://www.nzz.ch/panorama/fitness-app-polar-verriet-daten-ueber-soldaten-und-geheimdienstler-ld.1402208> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Precht, Richard David (2018). Jäger, Hirten, Kritiker. Eine Utopie für die digitale Gesellschaft. München: Goldmann.
- Repenning, Alexander (2015). Computational Thinking in der Lehrerbildung. Schriftenreihe der Hasler-Stiftung zur informatischen Bildung 04. http://www.scalablegamedesign.ch/wp-content/uploads/2015/10/schrift_repenning-1411-gzd_deutsch.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- SRF Schweizer Radio und Fernsehen (2019). Es gibt offenbar viele Leute, die keine Grenzen kennen. <https://www.srf.ch/news/international/massenmord-im-livestream-es-gibt-offenbar-viele-leute-die-keine-grenzen-kennen> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Sterel, Saskia / Pfiffner, Manfred / Caduff, Claudio (2018). Ausbilden nach 4K. Ein Bildungsschritt in die Zukunft. Bern: Hep Verlag.
- TA Swiss Zentrum für Technologiefolgen-Abschätzung (2009). Herausforderung Internet. Eine Auslegeordnung mit wichtigen Themen und Fragen. https://www.ta-swiss.ch/2009_P11_IB_Herausforderung_Internet_d.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].

MAKING MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN Einführung und ausgewählte Perspektiven

Sandra Schön, Kristin Narr,
Maria Grandl, Martin Ebner

ABSTRACT

Das kreative digitale Gestalten mit Kindern sowie die Maker-Education sind im deutschsprachigen Europa angekommen. Inzwischen gibt es immer häufiger MakerSpaces, die auch Kinder sowie Lehrer*innen und außerschulische Pädagog*innen, die für und mit Kindern Making-Aktivitäten ausführen, zu ihrer Zielgruppe rechnen. In diesem Beitrag werden Kennzeichen und Prinzipien der Maker-Education aufgezeigt, und es wird dargelegt, wie Making-Aktivitäten aus unterschiedlichen ausgewählten Perspektiven Anklang finden. Abschließend wirft der Beitrag einen kurzen Blick auf aktuelle Entwicklungen.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Sandra Schön ist Koordinatorin der H2020-Initiative «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world» an der Salzburg Research Forschungsgesellschaft (A).

Kristin Narr ist freiberufliche Medienpädagogin und Mitglied des Vorstands der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur e.V. (D).

Maria Grandl promoviert am Institute of Interactive Systems and Data Science der Technischen Universität Graz (A).

Martin Ebner ist Leiter der Abteilung Lehr- und Lerntechnologien an der Technischen Universität Graz (A).

MAKING MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN

Das (digitale) Selbermachen ist nun seit einigen Jahren Trend. Viele Menschen sind handwerklich aktiv und bauen nach Anleitungen und Tutorials, andere entwickeln und produzieren neuartige Produkte selbst und nutzen dazu auch digitale Werkzeuge, z. B. 3D-Drucker, Schneideplotter oder Tablets. Weil es darum geht, dass etwas *gemacht* wird (engl. «to make»), also etwas Konkretes oder digitales Neues entwickelt und produziert wird, wird diese Entwicklung der Mitmach-Werkstätten und -Aktivitäten mit digitalen Werkzeugen bzw. dem «digitalen DIY» (verkürzt für engl. «do it yourself») auch als Maker-Bewegung bezeichnet (vgl. Anderson 2012).

Making umfasst Aktivitäten, bei denen jede*r selbst aktiv wird und ein Produkt – ggf. auch digital – entwickelt, adaptiert, gestaltet und produziert und dabei (auch) digitale Technologien zum Einsatz kommen. Making-Aktivitäten sind dabei soziale Aktivitäten, die häufig in speziellen Werkstätten, z. B. in Fablabs, MakerSpaces, Hackerspaces, und unter Berücksichtigung ökologischer und gesellschaftlicher Gesichtspunkte, z. B. als Upcycling oder im Repair-Café, durchgeführt werden (vgl. Schön/Ebner/Kumar 2014).

In diesem Beitrag möchten wir in das Making mit *Kindern und Jugendlichen* einführen, Bezüge zu verschiedenen Perspektiven herstellen sowie die unterschiedlichen Erwartungen an das Making mit *Kindern* vorstellen: die lerntheoretische Perspektive des Konstruktivismus, die Perspektive der handlungsorientierten Medienpädagogik, der traditionellen MINT-Initiativen, der informatischen Grundbildung sowie der frühen Erziehung zu zivilgesellschaftlichem Engagement.

1 MAKING MIT KINDERN BZW. MAKER-EDUCATION

Making mit Kindern (und Jugendlichen) ist das kreative Arbeiten mit Technologien und wird nach Schön et al. (2016) folgendermaßen beschrieben (S. 9):

- «Beim Making sind *die Kinder selbst die Akteure*, also die Ideenentwickler*innen, Erfinder*innen, Gestalter*innen und Produzent*innen.
- Ergebnis von Making-Aktivitäten mit Kindern ist ein *konkretes Produkt* – also ein gegenständliches oder digitales Ergebnis.

- Making-Aktivitäten mit Kindern unterstützen die *Kreativitätsentwicklung* und bieten Raum für eigene Ideen, Varianten und Ergebnisse.
- Making-Aktivitäten mit Kindern leiten zum *selbstorganisierten Lernen* an. Es wird stets gezeigt, wo und auf welche Weise mit vorhandenen Materialien notwendiges Wissen oder Fähigkeiten angeeignet werden können.
- Making-Aktivitäten mit Kindern unterstützen den interdisziplinären Wissensaufbau und Wissensaustausch. Sie finden in einer *kooperativen Atmosphäre* statt und legen Wert auf Austausch von Erfahrungen, Ideen und Wissen sowie das gemeinsame Arbeiten.
- Schließlich stellen Making-Aktivitäten im besten Falle eine Möglichkeit dar, *die Welt aktiv zu gestalten und zu verbessern*. Daher sind Prinzipien der Nachhaltigkeit, des Umweltschutzes oder partizipative Vorgehensweisen inhärent: Upcycling, Müllvermeidung, soziales Engagement sind so beispielsweise zentral.»

Insbesondere in Abgrenzung zu den MINT-Angeboten steht bei der «Maker-Education» eben nicht der Umgang mit neuen Technologien, sondern eine offene, kreative Auseinandersetzung und pädagogisch-didaktische Vorgehensweisen im Vordergrund. Wenn 30 Kinder nach einer Unterrichtsstunde relativ gleiche Produkte erstellt, z. B. einen Roboter programmiert haben, ist dies eben *keine* typische Aktivität im Sinne der Maker-Education.

Es liegen bereits zahlreiche Beschreibungen von Making-Aktivitäten für Kinder und Jugendliche vor, insbesondere aus dem US-amerikanischen Raum (z. B. Young Makers 2012; Makerspace/Maker Media 2013). Mit dem Handbuch zu «Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen» (Schön/Ebner/Narr 2016) sowie dem Methodenkoffer «Werkzeugkasten DIY und Making – Gestalten mit Technik, Elektronik und PC» (FSM/FSF/Google 2015), dem Handbuch «Jugend-Hackathons» (Reimer/Seitz/Glaser 2016) oder auch den Projektbeschreibungen rund um das MaKey-MaKey-Kit von Hielscher und Döbeli Honegger (2015) liegen auch kostenfrei zugängliche, deutschsprachige und didaktisch aufbereitete Handreichungen für Pädagog*innen vor.

Die Eigenheiten der Maker-Education können erst in regelmäßigen und/oder längeren Aktivitäten und Angeboten zum Tragen kommen. Wenn MakerSpaces zum Beispiel an Schulen etabliert und entsprechend genutzt



werden, entstehen kreative (Lern)Räume, die von Kindern und Jugendlichen selbstorganisiert aufgefüllt werden können. Dass es zum kreativen, selbstorganisierten Arbeiten kommt, gelingt auch, wenn «Pop-Up-MakerSpaces» über mehrere Tage hinweg für Kinder frei zugänglich sind, wie z.B. bei der Veranstaltung «Maker Days for Kids», eine kreative digitale offene Werkstatt, die im April 2015 vier Tage lang für Kinder von 10 bis 14 Jahren geöffnet hatte (Schön/Ebner/Reip 2016) und im Jahr 2018 an der TU Graz erneut angeboten wurde (Ebner/Grandl/Schön 2018).

2 MAKING MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN – PERSPEKTIVEN UND TRADITIONEN

Making-Aktivitäten mit Kindern sind aus unterschiedlichen Perspektiven interessant und auch jeweils in verschiedene Disziplinen eingebunden. Die jeweiligen Akteure haben jedoch unterschiedliche Blickwinkel und Schwerpunkte (vgl. Schön/Ebner/Kumar 2014; vgl. Zorn et al. 2013; vgl. Schön et al. 2016). Im Folgenden möchten wir einige ausgewählte Perspektiven näher beleuchten.

AUS PERSPEKTIVE DER KONSTRUKTIONSBEZOGENEN LERN- UND BILDUNGSANSÄTZE

Dass beim Making gelernt wird, geschieht beiläufig: Im MakerSpace wird nicht im traditionellen Sinne unterrichtet. Für Making ist typisch, dass man ständig dazu lernt und sich vor neue Herausforderungen stellt. Oft geht es darum, die Welt zu erfinden. Dass man bei der Entwicklung eines ganz konkreten Produkts quasi automatisch lernt bzw. lernen muss, hat auch Seymour Papert beobachtet. Seine Lerntheorie dazu wird als «Konstruktivismus» bezeichnet (Papert/Harel 1991). Das Lernen im MakerSpace zeichnet sich zum Beispiel dadurch aus, dass man sich durch Anleitungen im Internet wälzt, Fragen stellt, Ideen mit anderen bespricht, Dinge ausprobiert – und regelmäßig scheitert. Paperts Einsicht, dass die konkrete Arbeit mit Werkzeugen und Materialien und das Lösen von Problemen Grundlage für erfolgreiches Lernen ist («Learning by Making»), ist dabei nicht neu. Sie beruht vielmehr auf den Überlegungen des Konstruktivismus und auch auf den reformpädagogischen Ansätzen wie z.B. bei Dewey's «Learning by Doing» (Dewey 1986).

AUS SICHT DER HANDLUNGSORIENTIERTEN MEDIENPÄDAGOGIK

Die handlungsorientierte Medienpädagogik stellt Kinder und Jugendliche mit ihren Interessen und Sichtweisen in den Mittelpunkt – und nicht etwa die Medien. Kinder und Jugendliche sollen in der Lage sein, als souveräne Bürger*innen Medien in den Dienst zu nehmen, das heißt, sie als Mittel zur Auseinandersetzung und Gestaltung ihrer Lebenswelt zu gebrauchen, zur Erforschung dieser Lebenswelt, zur Artikulation innerhalb dieser Lebenswelt und zur Durchsetzung eigener Interessen (vgl. Schorb 2017). Im Kern geht es darum, von der *Rezeption zur Produktion* zu kommen und dem Individuum Möglichkeiten bereitzustellen, im eigenen Handeln und durch Erfahrungen zu lernen. Die zentrale Methode der handlungsorientierten Medienpädagogik ist – im deutschsprachigen Raum – seit Jahrzehnten die «aktive Medienarbeit» (Rösch 2017).

«Das Subjekt lernt handelnd, indem es sich in einem dialektischen Prozess mit anderen Individuen sowie mit Gegenständen seiner Lebenswelt auseinandersetzt. Dabei werden Erfahrungen gesammelt, deren Reflexion Einblicke in Bedingungen und Strukturen sozialer Realität ermöglicht» (Rösch 2017). Kinder und Jugendliche erstellen eigene Medienprodukte, in denen sie sich mit für sie relevanten Themen auseinandersetzen und in denen sie ihre Sichtweise artikulieren können. Die Medienprodukte kommen aus den vielfältigen medienpädagogischen Bereichen, wie der Film- und Videoarbeit sowie der Arbeit mit digitalen Medien und Computerspielen. Letztlich geht es dabei um das Ziel der Medienkompetenz: Kinder und Jugendliche sollen die eigene Mediennutzung und die Rolle der Medien reflektieren und sich handelnd mit Medien in die Gesellschaft einbringen können (vgl. Schorb 2017).

«Als Methoden auf der praktischen Ebene sind aktive Medienarbeit und Making nah beieinander und können sich im Bereich der Projektansätze wie der pädagogischen Erfahrungen immens gegenseitig bereichern» (Schön et al. 2016). Bei beiden Konzepten steht das eigene Machen und selbst aktiv zu werden im Fokus und das Erstellen von Produkten stellt einen wichtigen Bestandteil dar. Technologien im wahrsten Sinne des Wortes zu begreifen, sie in den Dienst zu nehmen, um eigene Vorhaben umzusetzen, die eigene Umwelt zu gestalten und sich anzueignen – und letztendlich mündig auch mit Computersystemen, digitalen Produktionsformen und

Software umzugehen, stellt einen neuen Anreiz für die handlungsorientierte Medienpädagogik und für ihre Methode der aktiven Medienarbeit dar (vgl. Schön et al. 2016).

AUS SICHT DER INFORMATISCHEN BILDUNG

Aus Sicht der informatischen Bildung ist die Maker-Education interessant, weil es oftmals um das «digitale» kreative Schaffen geht (Grandl/Ebner 2017). Dazu braucht es neben digitalen Anwendungskompetenzen auch häufig erste Erfahrungen mit visuellen Programmierumgebungen und -sprachen wie Scratch oder Pocket Code. Die Gestaltungsmöglichkeiten, die sich mit zunehmenden Erkenntnisstand beim Programmieren ergeben, sind nahezu unbegrenzt. So können z.B. erste Computerspiele am Computer oder am Tablet bzw. Smartphone umgesetzt werden. Der Zusammenhang zwischen Software und Hardware wird insbesondere bei der Verwendung von Platinen wie dem BBC micro:bit, Calliope Mini oder Arduino sichtbar. Diese ermöglichen auch das sogenannte «Physical Computing», bei dem Gegenstände in der realen Welt mit der Platine verbunden werden. Auch das Feld «Educational Robotics» inspiriert zu Making-Aktivitäten, bei denen erste Roboter gebaut oder gesteuert werden. Als Beispiele können hier Ozobot, Thymio und mBot genannt werden. Kinder und Jugendliche können so z.B. ihre eigenen Muster für die Stickmaschine mit Turtle Stitch programmieren oder einen Milchtüten-Roboter mit einer der genannten Platinen umsetzen (vgl. Ebner et al. 2018).

Aus Sicht der informatischen Grundbildung stellt die Maker-Education eine Möglichkeit dar, ohne eine deutlich technische Ausrichtung des Angebots, Kindern einen niederschweligen Zugang zum Programmieren und informatischen Denken zu ermöglichen. Weil die Aktivität «Programmieren» bei der Bewerbung des Events nicht im Vordergrund steht und diese auf ganz unterschiedliche, niederschwellige und anwendungsnahe Weise in das Angebot integriert ist, können mit Making-Aktivitäten auch gerade Kinder angesprochen werden, die noch keine Affinität zum Thema haben. Das zeigt sich nicht zuletzt durch eine, im Vergleich mit sonstigen MINT-Angeboten, teilweise hohe Mädchenquote (vgl. Schön/Ebner/Reip 2016). Mit Making soll also auch eine Erhöhung des Mädchenanteils bei den Aktivitäten und damit mittelfristig eine Steigerung des Frauenanteils im Berufsfeld der Informatik erreicht werden (vgl. Gappmaier 2018). Aber auch in die-

sem Zusammenhang gibt es einige Stolpersteine, auf die es zu achten gilt (vgl. Schön/Rosenova/Ebner/Grandl 2018).

AUS SICHT DER FRÜHEN ERZIEHUNG ZU ZIVILGESELLSCHAFTLICHEM UND UNTERNEHMERISCHEM ENGAGEMENT

Auch Initiativen zur frühen Förderung unternehmerischen Denkens und Handelns und zur Förderung zivilgesellschaftlichen Engagements entdecken zunehmend die Arbeit mit Kindern in MakerSpaces für sich. Solche Initiativen zeichnen sich dadurch aus, dass sie gemeinsam kreative Lösungen für soziale Herausforderungen finden wollen. Darunter können Upcycling-Projekte und Repair-Cafés fallen, ebenso Initiativen wie «Jugend hackt» (Reimer/Seitz/Glaser 2016).

Mit dem europäischen Projekt DOIT (Entrepreneurial Skills for Young Social Innovators in an Open Digital World) versucht eine weitere Initiative darauf aufmerksam zu machen, wie mit der Arbeit an sozialen Innovationen in MakerSpaces mit Kindern ein Beitrag für deren frühes unternehmerisches Denken und Handeln erfolgt: Kinder ab sechs Jahren lernen und erleben so, dass sie selbst die Welt positiv beeinflussen können, kreativ tätig sind und z.B. konkrete Lösungen entwickeln können (vgl. Schön/Jagrikova/Voigt 2018). Themenstellungen können dabei beispielsweise «Unsere Stadt wird fit!» oder «Der Park wird sauber» sein, für die konkrete Lösungen und Produkte entwickelt werden (vgl. Schön/Hollauf 2017).

AUS SICHT DES WERKUNTERRICHTS

Maker-Education versteht sich primär als Anwendung digitaler oder auch innovativer Werkzeuge, um ein eigenes Projekt zu erstellen. Der Einsatz im Werkunterricht liegt dabei nahe. Wenn man diesen als «technisches Gestalten» definiert, wie es z.B. die österreichischen Lehrpläne tun, und eben auch um digitale Technologien erweitert, so liegt es nahe, Maker-Education genau dort zu platzieren. Damit wird auch hier, wie in allen anderen Unterrichtsfächern, die Informatik immer mehr zu einem Basis- und Querschnittsfach bzw. umgekehrt der Werkunterricht zu einem Anwendungsfach eben auch informatischer Kenntnisse. Die Grenzen werden fließend sein, die Übergänge nicht scharf, aber sicher ist, dass die derzeitigen Unterrichtsfächer voneinander profitieren werden können.

Dieser Idee folgend hat in Österreich der Entwicklungsverbund Süd-Ost, insbesondere die Hochschulen PH Steiermark, Kunstuniversität Graz, Universität Graz und TU Graz, ein Curriculum verabschiedet, welches erstmals beim Unterrichtsfach «Technisches und Textiles Gestalten» die Maker-Education als verpflichtende Lehrveranstaltung vorsieht.

3 AKTUELLE ENTWICKLUNGEN ZUM MAKING MIT KINDERN

Dass Schulen oder Freizeiteinrichtungen eigene MakerSpaces haben und diese auch im Sinne der Maker-Education nutzen, ist noch die Ausnahme (vgl. z.B. Wunderlich 2016 oder den Beitrag von Wunderlich in diesem Band). Allerdings lassen sich die unterschiedlichen Initiativen und Projekte zum Making mit Kindern kaum mehr überblicken. Nachdem es, wie eingangs dargestellt, schon viele Quellen und Beschreibungen von Maker-Projekten gibt, ist das Angebot und die Integration bzw. Implementierung der Ansätze in Aus- und Weiterbildungsangebote bzw. in Schulcurricula noch zurückhaltend. Ein Beispiel für ein offen zugängliches Weiterbildungsangebot war der Maker-MOOC auf der Plattform iMoox.at im Jahr 2016. Making hat darüber hinaus schon ins Curriculum der Primarschul-Lehrer*innen-Ausbildung im Südwestverbund Österreichs gefunden und ist auch Bestandteil des Unterrichtsfachs «Digitale Welten» für die 11. und 12. Klassen an Berliner Schulen.

Trotz der großen Begeisterung für das Thema stellt die neue Arbeitsweise bzw. die insbesondere für Schulen ungewohnte offene Didaktik und die Betreuungsintensität der Aktivitäten eine Herausforderung dar. Wie häufig beim Aufkommen eines neuen Schlagworts und Begriffs, wird Maker-Education und das Making mit Kindern nun zunehmend aufgegriffen und verwendet, weil es eben populär ist – ohne dass seine Eigenheiten tatsächlich umgesetzt werden. So beobachten wir aktuell, dass das Making mit Kindern von MINT-Initiativen vereinnahmt wird, ohne dass die konzeptionellen Besonderheiten wie das offene Lernen bzw. die kreative Werkstattarbeit umgesetzt werden. Diese Möglichkeiten gilt es nun aufzuzeigen, umzusetzen, aktiv voranzutreiben und mit Forschungsarbeiten zu begleiten.

LITERATUR

- Anderson, Chris (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. New York: Crown Business.
- Dewey, John (1986). *Erziehung durch und für Erfahrung*. Eingeleitet, ausgewählt und kommentiert von Helmut Schreier. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Ebner, Martin / Grandl, Maria / Schön, Sandra (2018). Österreichs größter Makerspace für Kinder: MakerDays for Kids an der TU Graz, OCG Journal 2/2018. S.28.
- FSM/FSF/Google (2015). *Werkzeugkasten DIY und Making – Gestalten mit Technik, Elektronik und PC*. http://www.medien-in-die-schule.de/wp-content/uploads/Medien_in_die_Schule-Werkzeugkasten_DIY_und_Making.pdf, als html zugänglich unter: <http://www.medien-in-die-schule.de/werkzeugkasten/werkzeugkasten-diy-und-making/einleitung-werkzeugkasten-diy-und-making/> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Gappmaier, Lena (2018). *Analyse von Maker Days und Konzepterstellung zur Durchführung an Hochschulen*. Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz.
- Grandl, Maria / Ebner, Martin (2017). *Informatische Grundbildung – ein Ländervergleich*, In: *medienimpulse* 02/2017. S.1–9.
- Hielscher, Michael / Döbeli Honegger, Beat (2015). *MaKey MaKey. Projektideen*. Pädagogische Hochschule Schwyz. <http://ilearnit.ch/download/MakeyMakeyProjektideen.pdf> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Makerspace / Maker Media (2013). *The Makerspace Playbook*. School Edition. <http://makered.org/wp-content/uploads/2014/09/Makerspace-Playbook-Feb-2013.pdf> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Narr, Kristin (2018). *Ich mach mir die Welt, widewide sie mir gefällt. Making-Projekte mit Kindern*. In: von Groß, Friedericke / Röllecke, Renate (Hrsg.). *Make, Create & Play – Medienpädagogik zwischen Kreativität und Spiel*. Dieter Baacke Preis Handbuch 13. München: kopaed.
- Papert, Seymour / Harel Idit (1991). *Preface, Situating Constructionism*. In: Harel, Idit / Papert, Seymour (Hrsg.). *Constructionism, Research reports and essays, 1985–1990*. Norwood NJ: Ablex. p.1.

- Reimer, Maria / Seitz, Daniel / Glaser, Paula (2016). Handbuch Jugend-Hackathons. Open Knowledge Foundation und Mediale Pfade e.V. https://jugendhackt.github.io/Handbuch-Jugend-Hackathons/appendix/00%20Handbuch_Jugend-Hackathons.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Rösch, Eike (2017). Aktive Medienarbeit. In: Schorb, Bernd / Hartung-Griem-berg, Anja / Dallmann, Christine (Hrsg.). Grundbegriffe Medien-pädagogik. 6., neu verfasste Auflage. München: kopaed. S. 9-14.
- Schön, Sandra / Rosenova, Margarethe / Ebner, Martin / Grandl, Maria (2018). How to support girls' participation at projects in makerspace settings. Overview on current recommendations. Poster presented at the EduRobotics Conference in Rome, 12. October 2018. <https://www.researchgate.net/publication/328175572> [letzter Zu-griff: Mai 2019].
- Schön, Sandra / Ebner, Martin / Kumar, Swapna (2014). The Maker Movement. Implications of new digital gadgets, fabrication tools and spaces for creative learning and teaching. In: eLearning Papers, 39, July 2014. pp. 14-25.
- Schön, Sandra / Ebner, Martin / Reip, Ingrid (2016). Kreative digitale Arbeit mit Kindern in einer viertägigen offenen Werkstatt. Konzept und Erfahrungen im Projekt «Maker Days for Kids». In: Medienim-pulse, 2016(1). <http://www.medienimpulse.at/articles/view/829> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Schön, Sandra / Boy, Henrike / Brombach, Guido / Ebner, Martin / Kleeberger, Julia / Narr, Kristin / Rösch, Eike / Schreiber, Björn / Zorn, Isabel (2016). Einführung zu Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. In: Schön, Sandra / Ebner, Martin / Narr, Kristin (Hrsg.). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Norderstedt: Book On Demand. <http://bit.do/handbuch> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Schön, Sandra / Jagrikova, Radovana / Voigt, Christian. (2018). Social innovations within makerspace settings for early entrepre-neurial education – The DOIT project. In: Proceedings of the EdMedia conference, 25-29th June 2018, Amsterdam. pp.1716-1725. <http://www.learntechlib.org/primary/j/EDMEDIA/v/2018/n/1/> [letzter Zugriff: Mai 2019].

- Schön, Sandra / Hollauf, Eva-Maria (2017). Kreatives Denken und Handeln in Makerspaces fördern. In: medienimpulse, 4/2017. <http://www.medienimpulse.at/articles/view/1152> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Schorb, Bernd (2017). Handlungsorientierte Medienpädagogik. In: Schorb, Bernd / Hartung-Griem-berg, Anja / Dallmann, Christine (Hrsg.). Grundbegriffe Medienpädagogik. 6., neu verfasste Auflage. München: kopaed. S.134-141.
- Young Makers (2012). Maker Club Playbook. [https://makered.org/wp-con-tent/uploads/2016/10/Maker-Club-Playbook_Young-Makers-Jan-2012-6_small.pdf](https://makered.org/wp-content/uploads/2016/10/Maker-Club-Playbook_Young-Makers-Jan-2012-6_small.pdf) [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Wunderlich, Matthias (2016). Ein Makerspace an einer Schule. In: Sandra Schön / Martin Ebner / Kristin Narr (Hrsg.), Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Norderstedt: Book on Demand. S. 47-53. <http://bit.do/handbuch> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Zorn, Isabel / Trappe, Christoph / Stöckelmayr, Kerstin / Kohn, Tanja / Derndorfer, Christoph (2013). Interessen und Kompetenzen fördern. Programmieren und kreatives Konstruieren. In: Ebner, Martin / Schön, Sandra (Hrsg.). Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Techno-logien (L3T). <https://l3t.eu> [letzter Zugriff: Mai 2019].

MAKING IN DER SCHULE

Reibungspunkte und Synergieeffekte

Selina Ingold, Björn Maurer

ABSTRACT

Wie passen Making und Schule zusammen? Wie verändert sich das Selbst- und Rollenverständnis von Lehrpersonen und Schüler*innen in schulischen MakerSpaces? Inwiefern ist individualisiertes Arbeiten mit den aktuellen Lehrplanvorgaben zu vereinen? Und wie können Leistungen im MakerSpace beurteilt werden? Nach der Diskussion zentraler Reibungspunkte zwischen Schule und Making geht der Beitrag auf mögliche Synergien ein. Abschließend werden Bedingungen beschrieben, die die Basis für eine erfolgreiche Implementierung des Making-Ansatzes in der Schule bilden.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Selina Ingold ist Medienwissenschaftlerin und Professorin an der Fachhochschule St. Gallen (CH).

Björn Maurer ist Erziehungswissenschaftler und Dozent für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

MAKING IN DER SCHULE

Es gibt sie schon vereinzelt in Deutschland, Österreich und der Schweiz: MakerSpaces an Schulen. Und der Trend in diese Richtung nimmt zu. Was aber passiert konkret, wenn die Maker-Idee auf die Schule trifft? Was macht ein schulischer MakerSpace mit dem Selbst- und Rollenverständnis der Schüler*innen und der Lehrpersonen? Löst die Begegnung von Making und Schule einen Kampf zweier Bildungskulturen aus, die sich gegenseitig vereinnahmen wollen? «Alles, was Schule anfasst, wird zu Schule.» Diese Aussage von Deinet (2002) spiegelt die Erfahrung von Vertreter*innen der außerschulischen Bildungsarbeit, wenn es um Kooperationen mit Schule geht. In der Schule haben Prinzipien wie Freiwilligkeit, Hierarchiearmut, Subjektorientierung und Partizipation traditionell einen schweren Stand. Was bleibt von der Maker-Idee im schulischen Kontext? Wird sie auf wenige standardisierbare Materialboxen bzw. *Learning Nuggets* komprimiert, die – verbunden mit der Aufforderung: «Jetzt darfst du kreativ sein!» – in der Logik von Doppellektionen abgearbeitet werden müssen? Oder steckt im Making das Potenzial, wertvolle Impulse für die Schulentwicklung zu geben hin zu einer Bildungsinstitution, die den Schüler*innen zukunftsrelevante Kompetenzen vermittelt und sie dabei als Individuen ernst nimmt?

In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf das Spannungsfeld von Making und Schule, indem wir zunächst die Ideen der Maker-Bewegung den strukturellen und inhaltlichen Rahmenbedingungen von Schule gegenüberstellen. Im Sinne einer lösungsorientierten Analyse betonen wir anschließend Gemeinsamkeiten und mögliche Anknüpfungspunkte, gehen aber auch auf Reibungsflächen und Schwierigkeiten ein. Ziel ist es, einzelne konzeptionelle Eckpfeiler zu formulieren, die die Begegnung von Making und Schule bereichern und zu Synergieeffekten führen können.

1 BEGRIFFSKLÄRUNG

Wenn im Folgenden von *Schule* die Rede ist, gehen wir von einer staatlichen Primar- oder Sekundarschule (in der Schweiz: Volksschule) aus. Eine derartige Schule organisiert das Lernen fachbezogen und curricular in Jahrgangsklassen, basiert größtenteils auf 45- bis 90-minütigen Lektionen, orientiert sich am aktuell gültigen Lehrplan und verfügt über durchschnitt-

liche Personalkapazitäten, d. h. ein bis maximal zwei Lehrpersonen in einer Schulklasse. Uns ist bewusst, dass freie Schulen oder Privatschulen flexiblere Rahmenbedingungen für Maker-Ansätze bieten (vgl. den Beitrag von Wunderlich in diesem Band). Wir wollen an dieser Stelle jedoch von einer Standardsituation ausgehen. Dabei fließen auch Erfahrungen aus einem eigenen Forschungs- und Entwicklungsprojekt in einer Schweizer Primarschule ein (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band).

Unter *Making* verstehen wir den Prozess des selbstgesteuerten und spielerischen Tüftelns mit verschiedenen analogen und digitalen Werkstoffen und Technologien, der von eigenen Ideen ausgeht (vgl. Sheridan et al. 2014, S.505) und zur Konstruktion von Objekten oder Prototypen führt (vgl. Honey/Kanter 2013, S.4). Making ist zudem eine interessengesteuerte Verbindung von Kompetenzerwerb und Kompetenzanwendung. Die für die Umsetzung von Ideen erforderlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben die Lernenden – sofern noch nicht vorhanden – aus eigenem Antrieb durch Recherche, Versuch und Irrtum oder durch die Unterstützung Dritter im Modus des «situierten Lernens» (Mandl et al. 2002).

Ein *MakerSpace* ist nach unserem Verständnis ein Ort, an dem Making-Aktivitäten möglich sind. Ein offener, experimenteller Denk- und Werkraum, der Lernenden die Ressourcen für die Umsetzung eigener Ideen und Projekte anbietet. Hierfür werden verschiedene Materialien (z. B. Holz, Metall, Stoffe), Geräte für die digitale Fabrikation (z. B. CNC-Fräse, Laser-Cutter, 3D-Drucker, Plotter), Maschinen für die Materialverarbeitung (z. B. Sägen, Bohrer, Schleifmaschinen), digitale Werkstoffe samt Zubehör (z. B. Microcontroller, Sensoren, Aktoren, Lötstationen) und digitale Medien für die Dokumentation, zur ästhetischen Gestaltung und Präsentation bereitgestellt. Kompetente Ansprechpartner*innen unterstützen situativ mit ihrem Wissen und ihren Fähigkeiten.

Da es unterschiedliche Möglichkeiten gibt, MakerSpaces in den Schulkontext zu integrieren, muss zuvor geklärt werden, welche Form konkret angestrebt wird (vgl. Wardrip/Brahms 2016). Als *schulischen* MakerSpace bezeichnen wir im Folgenden ein Lernangebot für Maker-Aktivitäten, dessen Besuch – nebst informellen und non-formalen Nutzungen – für die Schüler*innen verpflichtend ist. Eine Verbindung mit dem Kompetenzerwerb nach Maßgabe der bildungspolitischen Vorgaben wird explizit an-

gestrebt. Es geht hier also nicht um ein After-School-Angebot oder um ein Arbeitsgemeinschafts- oder Freifachangebot.

2 WAS BREMST? – MÖGLICHE REIBUNGSPUNKTE

«It should be within the realm of the imagination that a well-intentioned makerspace implemented in a school with a less enlightened learning culture may not necessarily result in positive outcomes for students.» (Tan 2018)

Maker-Kultur und Schulkultur sind auf den ersten Blick sehr unterschiedlich. Wichtige Maker-Prinzipien stehen im schulischen Kontext nicht unbedingt an erster Stelle. Und von einer «knowledge building community» (Scardamalia/Bereiter 2006), die sich beim Erwerb von Wissen und bei der Realisierung von Ideen gegenseitig unterstützt, ist Schule im deutschsprachigen Raum aufgrund ihrer gesellschaftspolitischen Aufgabe (insbesondere Sozialisation und Selektion) weit entfernt. In anderen Ländern dagegen hat die Maker-Bewegung bereits erfolgreich Einzug in die Schule gehalten und

dort wertvolle Impulse für die Schul- und Unterrichtsentwicklung gegeben. Vor allem in technologieaffinen Gesellschaften wie den USA (vgl. Crichton/Childs 2016), Schweden (vgl. Eriksson et al. 2016) oder Singapore (vgl. Tan 2018) wurden Making-Ansätze – entwickelt unter anderem an der *d.School* der Stanford University, die auch *Design Thinking* in der Bildung und *Entrepreneurship-Education* geprägt hat (vgl. <https://dschool.stanford.edu>) – bereits Mitte der 2000er Jahre rezipiert und auch auf den formalen Bildungsbereich übertragen. Erste Forschungsbefunde machen deutlich, dass sich selbstbestimmtes Making und schulisches Lernen nicht ausschließen müssen, sondern sich gegenseitig befruchten können (vgl. Wardrip/Brahms 2016; vgl. Martin 2015, S.36; vgl. Tan 2018; vgl. Regalla 2016.). Um mögliche Stolpersteine zu identifizieren, werden im nächsten Schritt die unterschiedlichen Perspektiven und Anliegen von Schule und Maker-Bewegung gegenübergestellt.

MAKING ORIENTIERT SICH AM MENSCHEN – SCHULE AN MESSBAREN STANDARDS

«Making is fundamental to what it means to be human» (Hatch 2013)

Making gilt als Graswurzelbewegung kreativer Tüftler*innen, die analoge und digitale Technologien nutzen, um gemeinsam Probleme zu lösen, innovative Produkte zu entwickeln oder die Haltbarkeit kommerzieller Produkte zu verlängern (vgl. Peppler

et al. 2016). Als «Community of Practice» (Wenger 1998) organisiert lernen Maker*innen voneinander, teilen ihr Knowhow, ihre Ideen und Lösungsansätze (vgl. Schön et al. 2016). Das Selbermachen wird dabei als Wert an sich verstanden (vgl. Oxman Ryan et al. 2016). Es ist verbunden mit der Erfahrung von Selbstwirksamkeit, von Selbstbestimmung und kreativem Selbstausdruck. «Ein/eine MakerIn hat einen vielfältigen Tätigkeitsspielraum: So kann sie/er etwas konstruieren oder gestalten, programmieren, tüfteln, designen, erfinden, experimentieren, sich etwas bauen o.ä.» (Boy/Sieben 2017, S. 25). Lernende können in dieser Vielfalt von Möglichkeiten eigene Talente entdecken und weiterentwickeln. Auf der Basis eigener Vorkenntnisse und Präkonzepte werden Ziele selbst gesetzt, Lösungsansätze entwickelt oder die *Grenzen* des vorhandenen Wissens erfahren. Das persönliche *Scheitern* ist damit auch Teil des Making und die *Reflexion* des Scheiterns kann zu neuen Erkenntnissen führen, die im laufenden Produktentwicklungsprozess unmittelbar angewendet werden können. Mit ihren historischen Bezügen zur Do-it-Yourself-Kultur steht die Maker-Bewegung in der Tradition der *non-formalen* und *informellen* Bildung. In außerschulischen MakerSpaces

sind vor allem intrinsisch motivierte Personen freiwillig aktiv. Es gibt keine verbindlichen Vorgaben im Sinne eines festen Curriculums.

Die Schule ist als formaler Kontext einer curricular organisierten Wissens- und Kompetenzvermittlung verpflichtet und stützt sich auf bildungspolitische Vorgaben, die in Bildungs- und Lehrplänen (temporär) festgeschrieben sind. Aus systemtheoretischer Sicht im Sinne Parsons erfüllt sie dadurch die *Qualifikationsfunktion*, indem sie kanonisiertes Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen vermittelt, die für ein selbstbestimmtes Leben in unserem Gesellschaftssystem wichtig sind (vgl. Parsons 2012). Die Lerninhalte

«Accountability and standards-based curricula (...) are a mismatch with the pedagogical practices of making.» (Peppler et al. 2016)

und zu erwerbenden Kompetenzen orientieren sich nicht in erster Linie an den Lernenden, und die Teilnahme an den Unterrichtsangeboten ist obligatorisch. Im Gegensatz zu den Angeboten im außerschulischen MakerSpace erreicht die Schule nicht nur einige, besonders motivierte Kinder und Jugendliche, sondern in der Breite eine heterogene Klientel quer durch alle soziokulturellen Milieus. Verglichen mit einem außerschulischen MakerSpace ist der Spielraum für Subjektorientierung in der Schule strukturell eingeschränkt. Die curriculare Organisation der Lehr- und Lerninhalte über mehrere Jahrgangsstufen hinweg erschwert in der Praxis eine neigungsorientierte Auswahl und individuelle Bearbeitung von Themen. Zum einen können dadurch inhaltliche Doppelungen in der Schullaufbahn einzelner Schüler*innen nicht ausgeschlossen werden. Zum anderen steht das Maker-Prinzip der Neigungsorientierung (scheinbar) dem Anspruch der landes- oder kantonsweiten Vergleichbarkeit schulischer Bildung gegenüber, was insbesondere bei einem Schulwechsel oder auch bei einem Lehrerwechsel zu Schwierigkeiten führen kann.

Die Aufteilung des schulischen Stoffs in fachbezogene Einzelkompetenzen macht einen ganzheitlichen Unterricht mit hohem Anteil an Selbststeuerung zudem zur Herausforderung. Die Größe der Lerngruppen und die strukturelle Personalsituation im Klassenzimmer (meist eine Lehrperson) erfordert eine gewisse Standardisierung der Lernangebote, was die Freiräume für selbstmotivierte und selbstgesteuerte Schaffensprozesse, wie sie aus der Perspektive des Making wichtig wären, einschränken kann. Die parallele Betreuung von Maker-Projekten mit unterschiedlichem Charakter bedeutet für Lehrpersonen zum einen eine große Belastung, zum anderen stellt sie hohe Anforderungen an das Qualifikationsprofil der Lehrperson.

Insbesondere seit der turnusgemäßen Durchführung internationaler Schulleistungsstudien (z. B. Iglu, PISA) muss sich die Schule zunehmend bezogen auf die Wirksamkeit ihrer Angebote verantworten. Entsprechend hoch ist der Druck auf die Schule, in den *messbaren Konstrukten* wie *Lesekompetenz*, *mathematische Kompetenz* und *naturwissenschaftliche Grundbildung* (vgl. OECD 2016) nennenswerte Erfolge vorzuweisen. In Zeiten einer zunehmend evidenzorientierten Didaktik (kritisch hierzu vgl. Arnold 2017), in welchen pädagogische Interventionen vor dem Hintergrund ihrer Effektivität und Wirksamkeit bewertet werden, erscheinen Lernprozesse mit unklarem Verlauf und Ausgang für Schulleitungen, Schulbehörden (in der Schweiz

in der Regel ein Laien-Gremium) oder Eltern schwer legitimierbar. Entsprechend hoch ist das Bemühen vieler Lehrpersonen, eindeutige und didaktisch reduzierte Aufgaben zu konzipieren und die Schüler*innen so zu begleiten, dass sie innerhalb einer vertretbaren Zeit auf (vorgegebene) Lösungen kommen.

MAKER*INNEN LERNEN INTERDISZIPLINÄR – SCHÜLER*INNEN FACHBEZOGEN

«Das pädagogische Potenzial von Making liegt (...) darin, dass vielfältige Lebensbereiche von Kindern und Jugendlichen durchdrungen werden und nicht an bestimmte Schulfächer und/oder Bildungsbranchen gebunden sind. Es integriert Handwerk, Kunst, Pädagogik, Informatik und Naturwissenschaft» (Boy/Sieben 2017, S. 23). Making weist also eine gewisse Nähe zur Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen auf. Es ist interdisziplinär und macht nicht an Fachgrenzen Halt. Das für die Konstruktion von Artefakten erforderliche Knowhow bzw. *Knowhow-To* (vgl. Arnold 2017) wird aus unterschiedlichen Bereichen zusammengezogen und handwerkliche Fertigkeiten werden situativ erworben. Dabei spielt die *unmittelbare Anwendung* des erworbenen Wissens eine übergeordnete Rolle, während *fachliche Bezüge und Begriffe* eher sekundär sind.

Schulische Bildung ist hauptsächlich in Fächern und Fächerverbünden organisiert. Im Sekundarschulbereich ist zudem das Fachlehrer*innenprinzip verbreitet, so dass viele Schüler*innen für jedes Fach eine andere Lehrperson haben. Einige Fächer haben zwar einen Bezug zum aktiven Gestalten mit unterschiedlichen Materialien (z.B. Werken, technisches Gestalten, textiles Werken, Informatik). Im Schulalltag werden diese Fächer jedoch häufig isoliert und bezogen auf die eigene Fachdidaktik unterrichtet. Fächerverbindende Projekte sind zwar möglich, aber nicht unbedingt die Regel. Oftmals gilt es, eine bestimmte Fertigkeit möglichst präzise und exakt zu erwerben und den erfolgreichen Erwerb nachzuweisen, indem alle dasselbe Werkstück herstellen und somit Abweichungen unmittelbar (unangenehm) auffallen. Eine Aufgabe von Schule ist es zudem, die «Bildungssprache» der Schüler*innen zu entwickeln, die stark an fachspezifische Begrifflichkeiten und Konzepte geknüpft ist und sich an konzeptioneller Schriftlichkeit orientiert (vgl. Feilke 2012). Vor diesem Hintergrund ist die

begriffliche Einordnung von Konzepten und Prinzipien der Lerngegenstände in der Schule von besonderer Bedeutung.

MAKING IST PRODUKTORIENTIERT – SCHULE IST LEISTUNGSORIENTIERT

«They can say proudly to others, 'Look what I made!'» (Regalla 2016)

Making ist ein Ansatz, der Lernprozesse an die eigenständige Entwicklung, Gestaltung und Diskussion von Produkten oder Artefakten knüpft (vgl. Papert 1980). Die zugrundeliegende Theorie des Konstruktivismus betont den sozialen Kontext, innerhalb

dessen Produkte gezeigt, untersucht und diskutiert werden können (vgl. Papert 1993, S.142). Beim Konstruieren, so die Kernthese, manifestiert sich implizites Wissen, wird damit gegenständlich und kann im sozialen Kontext gemeinsam ausgehandelt, verändert und vertieft werden (vgl. Kafai 2006). Im Einklang mit dem Anspruch der Subjektorientierung steht die Forderung, dass die selbst hergestellten Produkte einen individuellen Nutzen – oder allgemeiner formuliert – eine subjektive Bedeutung für den Produzenten/die Produzentin haben (vgl. Boy/Sieben 2017, S.25). Der Nutzen kann praktisch-funktionaler oder auch ästhetischer Natur sein (künstlerischer Ausdruck). Vor diesem Hintergrund erfüllen die Produkte primär den Zweck, im sozialen Kontext neues Wissen und Erfahrung zu generieren und – gewissermaßen durch «rekursives Feedback» (vgl. Okita/Schwarz 2013), oder anders ausgedrückt: durch Belehrung am Gegenstand – selbstgesteuerte Reflexions- und Lernprozesse anzuregen. Eine perfekte und abgeschlossene Umsetzung ist daher kein vorrangiges Ziel der Produktorientierung im MakerSpace. Vielmehr geht es darum, ein Produkt durch die Herstellung und das Testen von Prototypen (Produktentwürfe oder Zwischenstände) iterativ zu verbessern. Damit ist die Annahme verbunden, dass beim aktiven Tun und Konstruieren innovative und kreative Ideen entstehen, die im Rahmen einer traditionellen und systematischen Planung und Umsetzung kaum entstanden wären. Beim Making ist das Feedback zentral. Maker*innen geben sich gegenseitig Rückmeldung auf ihre Prototypen und tauschen Ideen zur möglichen Weiterentwicklung aus (vgl. Regalla 2016; vgl. Sheridan et al. 2014, S.513; vgl. Martin 2015, S.36). Insgesamt spielen die Präsentation und Wertschätzung von Ideen und Umsetzungsversuchen beim Making eine große Rolle. Fertige Produkte werden in der Regel nicht für die Schublade

erstellt, sondern gezeigt, öffentlich ausgestellt und anderen zugänglich gemacht. Online-Plattformen für Maker*innen wie beispielsweise www.diy.org bieten die nötige Distributionsinfrastruktur.

Auch in der Schule spielen (Lern-)Produkte eine Rolle. Theaterspielen im Literaturunterricht, Experimentieren in den Naturwissenschaften, Werkstücke im technischen und textilen Gestalten – Handlungs- und Produktionsorientierung hat sich als vielversprechendes didaktisches Prinzip in vielen Fächern etabliert (vgl. z. B. Waldmann 2016; vgl. Gudjons 2014). Im Unterschied zum non-formalen Making dient Produktorientierung im schulischen Kontext nicht immer der Qualifikation, also der Aneignung von Kompetenzen, sondern auch der Selektion und Bewertung. In diesem Kontext sind bestimmte Erwartungen an die Qualität der Produkte geknüpft. Entsprechende Qualitätskriterien sind den Lernenden – im Optimalfall – zu Beginn des Produktionsprozesses bekannt. Sie dienen als Maßstab für die Leistungsbewertung. Diese strukturelle Ausgangslage kann Auswirkungen haben, die der Maker-Philosophie aus verschiedenen Gründen widersprechen. «Scardamalia and Bereiter note that (Making S.I.B.M) is different from the typically competitive and replicative nature of classroom learning, where the (sometimes tacit) goal is to acquire a set of pre-existing knowledge, and to do so more effectively than one's classmates» (Martin 2015, S.36). In einem Kontext, in dem vor allem Einzelleistungen mit Noten beurteilt werden, können schnell Leistungsdruck und Konkurrenzdenken entstehen. Möglicherweise reduziert sich dadurch die Bereitschaft der Schüler*innen, ihre Ideen zu teilen und anderen zu helfen. Eine zugewandte Haltung und die Bereitschaft zur Zusammenarbeit zählen aber zu den Grundpfeilern der Maker-Bewegung (vgl. Boy/Sieben 2017, S.22; vgl. Martin 2015, S.36). Ideen von anderen zu übernehmen, ist in der Schule eher negativ konnotiert. Die Gemeinschaft als Gewinn wahrzunehmen und die Stärken der einzelnen Mitglieder als Ressourcen zu nutzen, stellt vor diesem Hintergrund eine Herausforderung dar.

Um gute Leistungen zu erzielen, werden die Schüler*innen sich (aus Gewohnheit) in erster Linie an den vorgegebenen Kriterien orientieren und auf vertraute und bewährte Verfahren setzen, anstatt sich auf neue Technologien und Experimente mit unklarem Ausgang einzulassen. Zudem kann sich sowohl bei Lehrpersonen als auch bei Schüler*innen eine Grundhaltung entwickeln, die eigene Produkte in erster Linie unter dem Gesichtspunkt der

Zweckmäßigkeit («es muss funktionieren») beurteilt, was im Kontext des Making dazu führt, dass bestimmte Ideen nie umgesetzt und bestimmte Formen von Kreativität und Innovation nicht zugelassen werden. Eine Praxis, nach welcher Schüler*innen eigene und vor allem unterschiedlich komplexe Projekte/Produkte realisieren, erscheint aufgrund der Schwierigkeiten, jene gegenstandsadäquat und objektiv zu bewerten, eher unpassend oder zumindest schwer umsetzbar.

MAKER-MINDSET UND SCHULISCHE GEWOHNHEITEN

Im sogenannten Maker-Manifesto von Hatch (2013) werden neun Leitmaximen für das Making formuliert. Exemplarisch werden an dieser Stelle drei dieser Maximen aufgegriffen.

- Play** «Be playful with what you are making, and you will be surprised, excited, and proud of what you discover.» (Hatch 2013, S.1)
- Share** «Sharing what you have made and what you know about making with others is the method by which a maker's feeling of wholeness is achieved. You cannot make and not share.» (ebd.)
- Learn** «You must learn to make. You must always seek to learn more about your making. You may become a journeyman or master craftsman, but you will still learn, want to learn, and push yourself to learn new techniques, materials, and processes.» (ebd.)

Die Maximen beschreiben eine Grundhaltung, die viele Maker*innen teilen. Dougherty (2013) hat die Grundhaltung als «Maker-Mindset» bezeichnet. Betont wird die spielerische, leichte, experimentelle Herangehensweise an das Making und der positive Umgang mit Fehlern. «It's all about the students learning to embrace failure, celebrate it, and finally learn from it» (Cross 2017, S.113). Das Basteln, Experimentieren und Konstruieren provoziert Fehler. Dies trägt dazu bei, Routinen und Denkmuster aufzubrechen und in einen reflexiven Modus zu gelangen (vgl. Kapur 2008). Dabei werden die Strukturen und Herausforderungen eines Problems für die Schüler*innen greif- und verstehbar (vgl. Martin 2015, S.37). Das eigene Scheitern als Lernchance zu sehen, ist eine Sichtweise, die die Motivation fördert, länger an einem Projekt dran zu bleiben. Aufgeben ist dann keine Option, weil man die beim Scheitern gewonnenen Erkenntnisse beim Weiterbauen anwenden

möchte. Zur Vergegenwärtigung des Maker-Mindset werden derartige Maximen häufig gut sichtbar im Raum angebracht – ähnlich wie die Verhaltensregeln im Klassenzimmer.

Schulische Verhaltensregeln wie «Ich melde mich, wenn ich etwas sagen möchte», «Ich verhalte mich leise», «Ich denke erst nach, bevor ich frage» oder «Ich frage, bevor ich Material aus dem Schrank hole» sind zweifellos für die Bewältigung des Schulalltags wichtig. Sie repräsentieren den «heimlichen Lehrplan» (Zinnecker 1975) der Schule, fördern aber nicht unbedingt die Eigenständigkeit und die Bereitschaft der Schüler*innen, Neues auszuprobieren, sich Freiräume zu schaffen oder ungewöhnliche Lösungen zu entwickeln. Darauf deuten erste Beobachtungen in Praxisforschungsprojekten an der Schnittstelle von Schule und Making hin. «An den ersten Tagen haben die Kinder oftmals gefragt, ob sie Dieses oder Jenes benutzen dürfen und erst später haben sie sich getraut, einfach alles zu benutzen» (Kohn 2016, 237; vgl. auch den Beitrag von Waldvogel in diesem Band).

Im Vergleich mit einem MakerSpace herrscht in der Schulpraxis vielerorts eine andere Kultur, was den Umgang mit Fehlern betrifft. «Failure is not a happy word in most educational circles, particularly when attached to schools» (Martin 2015, S. 35). Die Perspektive der Schule auf die Schüler*innen lässt sich nicht selten mit dem Stichwort «defizitorientiert» beschreiben. Es gilt, Schwächen zu identifizieren und mit geeigneten Mitteln und Fördermethoden zu kompensieren. Bei benoteten Arbeiten wirken sich Fehler in der Regel negativ auf die Bewertung aus. Aus Schüler*innensicht sind Fehler daher in der Regel kein Grund zum Feiern. Schüler*innen versuchen, sie zu vermeiden, um nicht unangenehm oder als förderbedürftig aufzufallen.

MAKERSPACES UND KLASSENZIMMER

MakerSpaces ermöglichen Making-Aktivitäten. Sie bieten den Nutzer*innen den nötigen barrierefreien Zugang zu Produktionsmitteln, Werkzeugen, Technologie und Expertise. Das Materiallager ist frei zugänglich und transparent. Das Aufbewahrungssystem ist so gestaltet, dass die Nutzer*innen sich selbstständig zurechtfinden. Maschinen und Geräte mit hohen Geruchs-, Staub- und/oder Lärmemissionen (wie Sägen, Laser-Cutter, Fräsen) sind in einem abgetrennten Raum mit Abluftsystem untergebracht – möglichst weit entfernt von staubempfindlichen Geräten wie Computer oder



3D-Drucker. Der Arbeitsraum ist meist in Funktionszonen unterteilt, und das Mobiliar ermöglicht verschiedene Sozial- und Kollaborationsformen. Da Produktentwicklung im Vordergrund steht, ist das Mobiliar auf Design-Prozesse ausgerichtet. So findet man in MakerSpaces in der Regel Visualisierungsflächen für Skizzen, Zonen für die Präsentation von Ideen vor Publikum, Aufbewahrungsboxen für laufende Projekte, digitale Recherchemöglichkeiten sowie (Fach-)Bücher und Zeitschriften für die Inspiration.

In den architektonischen Gegebenheiten traditioneller «Flurschulen» (Rossmann 2018) spiegelt sich die Vorstellung, in welcher Richtung Wissensvermittlung stattfindet – von vorne nach hinten. Die Lage von Türen und Fenstern, von Wandtafel und Projektionsflächen, von Steckdosenleisten und Bedienelementen für Licht und Jalousien markieren klar, wer die Deutungs-hoheit hat: Eine Person, die vor der Klasse steht und die Fäden in der Hand hält. Das ist meist die Lehrperson, die für Ruhe sorgt, etwas vorführt oder erklärt. Entsprechend sind die meisten Klassenzimmer auf Frontalunterricht zugeschnitten. Das Mobiliar besteht hauptsächlich aus standardisierten Tischen und Stühlen, die – je nach Klassengröße – das Klassenzimmer annähernd ausfüllen und häufig wenig Flexibilität für kollaborative und explorative Arbeitsformen lassen. Die Möglichkeiten für die Schüler*innen, sich den Raum individuell anzueignen und mit Bedeutung zu füllen, sind begrenzt. In den meisten Flurschulen ist zudem kein Platz für Gruppenräume oder Séparées, so dass sich das Lehren und Lernen auf einen Raum begrenzt. Viele Volksschulen in der Schweiz stellen diesbezüglich allerdings eine positive Ausnahme dar.

Im Sekundarschulbereich findet Fachunterricht in der Regel in fachspezifisch eingerichteten Räumen statt. Fächer, die durchaus einen Bezug zum Making haben, wie Technik, Werken, Handarbeit oder Informatik, werden auf diese Weise räumlich isoliert vermittelt. Mögliche interdisziplinäre Bezüge kommen kaum in den Blick. So ist es unwahrscheinlich, dass Schüler*innen im Werkunterricht von sich aus eine Verbindung zum textilen Werken herstellen, solange die Nähmaschine im Handarbeitsraum steht, der im entscheidenden Moment nicht zugänglich ist. Es sei denn, die Lehrperson zielt auf eben jene Verbindung ab. Ähnlich verhält es sich mit Computerräumen, die noch mit der Vorstellung eingerichtet wurden, man gehe extra in einen Raum, um etwas mit Computern zu machen, anstatt die Geräte si-

tuativ als Werkzeug für die Problemlösung dort zu nutzen, wo sie gerade gebraucht werden.

Im Klassenzimmer selbst stehen den Schüler*innen in der Regel nicht sämtliche Lehr- und Lernmaterialien zur Verfügung – wenn man von Ansätzen wie Freiarbeit oder Werkstattunterricht einmal absieht. Um unnötige Ablenkung zu vermeiden, *kuratiert* die Lehrperson das Material so, dass es zum ausgewählten Thema oder Lerngegenstand passt. Alles andere wird in (meist geschlossenen) Schränken verstaut und ist damit außer Sichtweite. Es ist zudem nicht selbstverständlich, dass die Schüler*innen bei Bedarf jederzeit Zugang zu den Materialien haben. Die Aufbewahrungslogik ist nicht immer selbsterklärend, sondern vor allem der Lehrperson bekannt.

DIGITALES MAKING – NEULAND FÜR DIE SCHULE?

Nicht alle Maker-Ansätze inkludieren digitale Elemente. Wenn dies aber ein Anspruch ist, werden bei der Konzipierung und Herstellung von Produkten digitale Technologien auf unterschiedliche Weise einbezogen. Sei es durch (1) die Nutzung digitaler Anwendungstools für Ideenfindung, Visualisierung, Kollaboration und Dokumentation von Produktionsprozessen oder durch (2) den Einsatz von Möglichkeiten der digitalen Fabrikation wie computer-gestützte Fräs- und Schneidverfahren (CNC-Fräse, Laser-Cutter, Textilplotter, etc.) und 3D-Drucker mit entsprechender 3D-Konstruktionssoftware. Zudem können (3) in den entwickelten Produkten digitale Werkstoffe wie Sensoren (Bewegungs-, Temperatur-, Abstands-, Feuchtigkeitssensoren) und Aktoren (wie Elektromotoren, Servos, Leuchtdioden, Lautsprecher) sowie programmierbare Microcontroller (z. B. Calliope) oder Mini-Computer (z. B. Raspberry Pi) verarbeitet werden. Der konstruktive Umgang mit digitalen Werkstoffen, bei dem interaktive Systeme aus Hard- und Software entstehen, die mit der analogen Welt interagieren, wird als «Physical Computing» (Hsu et al. 2018) bezeichnet.

Physical Computing spielt in der Volksschule bislang vor allem im Bereich Robotik eine Rolle. Mit der Einführung des Lehrplans 21 in der Deutschschweiz haben diesbezügliche Lehr-Lern-Aktivitäten in der Breite der Schullandschaft Einzug gehalten. Im Vordergrund steht jedoch das Programmieren von Robotern weniger deren Konstruktion. Genutzt werden hierzu vor allem vorkonfektionierte Module (wie z. B. Lego Mindstorms) oder fertige Roboter-Sets (wie z. B. Bee-Bots, Thymio, Ozobots), zu welchen Lehr-

personen bereits eine große Auswahl an Unterrichtsmaterial zur Verfügung steht. Der disziplinäre Vermittlungskontext ist in der Regel die Informatik. Es geht um den spielerischen und handlungsorientierten Erwerb informatischer Grundkonzepte. Interdisziplinäre Projekte, die Physical Computing im Sinne des Maker-Gedankens mit der Konstruktion von Produkten verbinden, stellen noch eher die Ausnahme dar.

3 WORAUF KANN MAN AUFBAUEN?

«If we take seriously the challenge of using making as a legitimate part of schooling, how do we connect it more tightly with goals of classroom learning environments?» (Peppler et al. 2016)

Nachdem wesentliche Reibungspunkte für Making in der Schule ermittelt sind, werden im Folgenden Potenziale der Institution Schule aufgeführt, die als Kristallisationspunkte für schulisches Making dienen könnten.

SCHNITTMENGEN MIT REFORMPÄDAGOGISCHEN ANSÄTZEN

Die Schulpädagogik hat durchaus Parallelen mit der Maker-Bewegung. Das zeigt ein Blick auf die Reformpädagogik. Johann Heinrich Pestalozzi

sprach sich bereits im 18./19. Jahrhundert für ein ganzheitliches Lernen mit «Kopf, Herz und Hand» aus. Er teilte die Auffassung mit Maria Montessori, dass Heranwachsende zur Selbsthilfe («Hilf mir es selbst zu tun») erzogen werden müssen. Montessori wiederum stellte den Eigenwert des Kindes in den Vordergrund und befürwortete die freie Wahl des Lernmaterials. Die Vorstellung der Rolle der Lehrperson als Coach, die unterstützend beobachtet, ist bei Montessori ebenfalls bereits mitgedacht. In seiner Schrift «Die Schule der Zukunft eine Arbeitsschule» (Kerschensteiner 1908) spricht sich Georg Kerschensteiner für wirklichkeitsbezogenes Lernen mit den Aktivitäten des Probierens, Schaffens, Erfahrens und Erlebens aus. Er stellt die Untrennbarkeit von manueller Arbeit und kognitivem Denken fest. «Erfahrung» ist auch für John Dewey zentral (vgl. Dewey 1986). Das Prinzip «Learning by Doing» (Dewey 1986) stützt die Making-Idee, beim Konstruieren selbst zu lernen und am Gegenstand oder Vorhaben direkt belehrt zu werden. Mit der Offenheit und dem schüleraktivierenden Anspruch weisen schulpädagogische Ansätze wie Projektunterricht (Frey 2010), praktisches

Lernen (Schlömerkemper 2003) und handlungsorientiertes Lernen (Gudjons 2014) Schnittmengen mit Making auf.

KOMPETENZORIENTIERUNG IN DEN BILDUNGS- UND LEHRPLÄNEN

Im deutschsprachigen Raum wurden in den letzten Jahren flächendeckend kompetenzorientierte Bildungs- und Lehrpläne eingeführt. Seither wird größtenteils auf die Vorgabe konkreter Lerninhalte verzichtet. Stattdessen beschreiben Kompetenzen, was die Schüler*innen *können* müssen. Das Konzept *Können* wird dabei vom Subjekt aus gedacht. *Können* zeigt sich in der Fähigkeit der Schüler*innen, in konkreten Situationen erworbenes Wissen zielführend anzuwenden (Wissenstransfer). Ein MakerSpace-Setting ist prädestiniert für den Erwerb und die Anwendung von Kompetenzen in komplexen Situationen. Beim Entwickeln und Konstruieren von Produkten übernehmen die Schüler*innen die Verantwortung für den Lernprozess. Kompetenzorientierte Lehr- und Bildungspläne eröffnen Lehrpersonen bei der Auswahl konkreter Lerninhalte und Themen den Spielraum, auf die Neigungen und Interessen der Schüler*innen einzugehen. Making im Sinne der Maker-Bewegung kann mit den Kompetenzvorgaben der Lehrpläne kompatibel sein, wenn stärker in fächerübergreifenden oder fächerverbindenden Settings gedacht wird und inhaltlich verwandte Kompetenzen aus verschiedenen Fächern im MakerSpace zusammengefasst werden. Dadurch können die nötigen Zeitfenster für Making geschaffen werden.

Soll der schulische MakerSpace nicht nur punktuell, sondern von allen Schüler*innen während ihrer Schullaufbahn kontinuierlich genutzt werden, braucht es ferner ein stufenübergreifendes Maker-Curriculum. Über die einzelnen Klassenstufen hinweg gilt es, im Schulhausteam zu entscheiden, auf welchen Technologien und Verfahren in welcher Klassenstufe der Schwerpunkt liegen könnte. Eine nachhaltige Einbettung schulischer Maker-Aktivitäten wäre dadurch aber mit einer vollständigen thematischen Offenheit der Angebote nur schwer zu verbinden.

PERSONALRESSOURCEN SINNVOLL NUTZEN

Die Personalmittel an Schulen sind zwar begrenzt, es gibt aber Möglichkeiten, die vorhandenen Ressourcen anders zu nutzen. Zur Entlastung der Lehrpersonen als einzige Ansprechpartner*innen im Klassenzimmer können ältere Schüler*innen als Mentor*innen einbezogen werden (Peer-Edu-

cation) (vgl. dazu auch den Beitrag von Kleeberger/Schmid in diesem Band). Solche Einsätze nach dem Prinzip «Lernen durch Lehren» (Martin 1996) müssen stundenplantechnisch gut organisiert werden. Tutorielle Unterstützung bietet sich vor allem bei der Einführung von Vorgängen oder Verfahren an, die konkret vorgezeigt werden müssen (z. B. Löten oder die Bedienung einer CNC-Fräse). Eine Ressource, die weniger planbar, dafür aber umso produktiver ist, ist der Einbezug von Eltern und Großeltern, die im MakerSpace präsent sind und die Lehrperson in ihrer Betreuungsfunktion unterstützen. Hier ist es allerdings hilfreich, wenn die Eltern sich nicht ausschließlich um die Projekte ihrer eigenen Kinder kümmern, sondern der gesamten Lerngruppe als Ansprechpartner*innen zur Verfügung stehen.

Eine weitere Entlastung können Videoanleitungen bringen. Sie eignen sich zur Vermittlung von eher standardisierten Tätigkeiten wie z. B. die Bedienung von Werkzeugen (Feile, Hammer, Säge, etc.). Wenn die selbst erstellten Video-Tutorials langfristig im MakerSpace zum Einsatz kommen, trägt das zur Identifikation der Schüler*innen mit dem Raum bei (vgl. dazu den Beitrag von Meyer/Wild in diesem Band). *Adaptive digitale Lernumgebungen* gehen noch einen Schritt weiter. Mithilfe künstlicher Intelligenz kann eine solche Lernumgebung individuelle Rückmeldungen auf den Lern- und Produktentwicklungsstand der Schüler*innen geben (vgl. den Beitrag von Maurer/Portmann in diesem Band).

TALENTE UND STÄRKEN ERKENNEN

«Makerspaces have the potential to serve all students, inclusive regardless of race, gender, ethnicity, and disability.» (Cross 2017, S. 6)

Ein schulischer MakerSpace, in dem Schüler*innen eigenständig an unterschiedlichen Projekten arbeiten, bietet Lehrpersonen die Chance, die Fähigkeiten und Talente der Lernenden zu beobachten und besser kennenzulernen. Was fällt ihnen leicht? Welche Zugänge bevorzugen sie? Welche Grundvoraussetzungen bringen sie mit? Welche Kompetenzen fehlen ihnen, um ihre Ideen umsetzen zu können? Solche Beobachtungen erleichtern den Lehrperso-

nen die Gestaltung individualisierter Lernangebote und Lernumgebungen – nicht nur im Rahmen des schulischen Making, sondern auch im Regelunterricht. Subjektorientierung ist in dieser Form in der Schule nicht nur grundsätzlich möglich, sondern sogar Voraussetzung für Individualisierung und

individuelle Förderung. Aus konstruktivistischer Perspektive bietet sich die Chance, die vorhandenen Selbstlernfähigkeiten «zu erkennen, wertzuschätzen und gezielt zu fördern» (Arnold 2017, S. 61). Umgekehrt können Schüler*innen im MakerSpace ihre Fähigkeiten zeigen, die im regulären fachbezogenen Schulunterricht nicht oder kaum gefragt sind. Dies ermöglicht Selbstwirksamkeit und stärkt das Selbstkonzept. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass sich die Lehrpersonen auf den Rollenwechsel vom Vermittelnden zum Begleitenden einlassen. Dieser Rollenwechsel hat Auswirkungen auf das pädagogische Selbstverständnis (Mindset) der Akteure (Verantwortungsübertragung an Lernende, Stärken- statt Defizitorientierung, etc.).

SCHULISCHE RÄUME ALS POTENZIAL

Making ist prinzipiell auch im Klassenzimmer, im Pausenraum oder auf der Wiese vor dem Schulhaus möglich. Eine verlässliche räumliche Maker-Lernumgebung erleichtert allerdings die längerfristige Arbeit an eigenen Projekten. In den meisten Schulhäusern steht kein zusätzlicher Raum zur Verfügung. Soll dennoch ein MakerSpace eingerichtet werden, können bestehende Räume umgewidmet oder mehrfach genutzt werden. Klassische Computerräume sind beispielsweise an vielen Schulen durch die flächendeckende Einführung mobiler Geräte obsolet geworden. Möglicherweise können solche Räume zurückgebaut und für ein MakerSpace-Projekt genutzt werden. Auch Schulbibliotheken bieten die Chance, Recherche, Wissensmanagement und Making zu verbinden – vorausgesetzt, es stehen ausreichend Platzkapazitäten zur Verfügung. Für eine Mehrfachnutzung prädestiniert sind Werk- oder Handarbeitsräume, die bereits über eine Grundausstattung an Geräten verfügen (Werkbänke, Holzbearbeitungsmaschinen, Nähmaschinen, etc.). An einigen Schulen sind an unterschiedlichen Orten im Gebäude Geräte und Maschinen verfügbar, die sich für die Entwicklung von Produkten eignen (LötKolben, Bohrmaschinen, Styroporschneider, Ton-Brennöfen, Webrahmen, etc.). Können diese Geräte in den MakerSpace verlagert werden, ist bereits eine solide Grundausstattung vorhanden. Die Partizipation der betroffenen Fachlehrpersonen an der Entwicklung des MakerSpace ist entscheidend (vgl. dazu auch den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band). Eine frühe Mitsprache der Fachlehrpersonen trägt dazu bei, dass sie das Projekt nicht als Verwässerung oder Ein-

schränkung für ihr Fach wahrnehmen, sondern als spannende Ergänzung und Aufwertung der Lernumgebung.

Ein schulischer MakerSpace sollte sich aus ästhetischer Perspektive von herkömmlichen Schulräumen unterscheiden. Damit kann der Effekt reduziert werden, dass die Schüler*innen aus Gewohnheit das Verhalten zeigen, von dem sie denken, es würde in der Schule von ihnen erwartet. Besondere visuelle und funktionale Akzente (z. B. spezielle Signaletik, Verzicht auf eine klassische Wandtafel, besondere Beleuchtung) zeigen den Schüler*innen an, dass im MakerSpace ein alternatives Lernverhalten Raum hat. Alternativ oder ergänzend zu den herkömmlichen Klassenregeln können gut sichtbar angebrachte Leitsätze im Sinne des Maker-Manifesto (Hatch 2013) signalisieren, worauf es beim Making ankommt. Die Schüler*innen werden möglichst bei der Gestaltung des Raums miteinbezogen. So haben sie bereits während der Entstehung des Raumkonzepts Gelegenheit, eigene Ideen einzubringen (vgl. den Beitrag von Wunderlich in diesem Band). Zudem wird die Identifikation mit der neuen Lernumgebung dadurch intensiviert.

4 WAS BRAUCHT ES SONST?

Es versteht sich von selbst, dass Schulleitung und Schulbehörde hinter einem schulischen MakerSpace-Projekt stehen müssen (vgl. Cross 2017, S. 44; vgl. Eriksson et al. 2016). Auch die Eltern sollten frühzeitig informiert oder sogar in die Entwicklung miteinbezogen werden. Erkenntnisse aus bereits erwähnten eigenen und internationalen explorativen Forschungsprojekten deuten darauf hin, dass es weitere Gelingensbedingungen für die erfolgreiche Implementation des Making-Ansatzes in die Schule gibt.

The Maker-Mindset:
«It is playful, asset- and growth-oriented, failurepositive, and collaborative.»
(Martin 2015, S. 35)

DAS MAKER-MINDSET

Für den Transfer von Innovationen in den Unterricht ist neben strukturellen Einflussfaktoren der Schule und des Schulumfelds vor allem die Lehrperson –

deren Motivation und Einsicht in den Mehrwert des schulischen Making für curriculumbasiertes Lernen – entscheidend (vgl. Gräsel 2010; vgl. Klees/Tillmann 2015, S. 92; vgl. Eriksson et al. 2016). Martin (2015, S. 36) weist auf der Grundlage von Befunden qualitativer Untersuchungen zur Implementa-

tion von MakerSpaces an Schulen darauf hin, dass eine bloße Adaption des Maker-Mindsets im Sinne Doughertys (2013) oder Hatchs (2013) nicht immer zielführend ist. Er spricht sich für die Entwicklung eines spezifischen, an die Bedingungen des lokalen Kontexts angepassten Maker-Mindsets aus. «As schools work to incorporate making, they will need guidance on how to construct their own version of the maker mindset appropriate to the local context» (Martin 2015, S. 36). Es empfiehlt sich zudem, Fachleute von außen, die mit dem Maker-Ansatz vertraut sind, einzubeziehen. Solche Making-Teachers arbeiten direkt mit den Schüler*innen und haben durch ihr pädagogisches Handeln im MakerSpace Vorbildcharakter. Sie leben vor, dass Lehrpersonen nicht alles wissen oder können müssen und dass es nicht darum geht, den Schüler*innen adhoc passende Lösungen für ihr Problem zu liefern. Making-Teachers zeigen, wie man sich als Lehrperson auf Prozesse mit unklarem Verlauf und Ausgang einlassen kann und wie die Schüler*innen motiviert werden, selbst die Verantwortung für ihren Lernprozess zu übernehmen. In der kollegialen Zusammenarbeit werden die Lehrpersonen bei der Entwicklung ihres Maker-Mindsets unterstützt.

AUSTAUSCH UND KOLLABORATION IM SCHULHAUSTEAM

«How do we prepare teachers to create robust learning ecologies with a maker ethos?»
(Peppler et al. 2016)

Handarbeit, Mechanik, Programmieren, Design, Holz- und Metallbearbeitung und vieles mehr – die Möglichkeiten in einem MakerSpace sind vielfältig. Für die einzelne Lehrperson heißt das aber nicht, dass sie sich in alle diese Bereiche einarbeiten muss. Stattdessen sollten sich Lehrpersonen auch als Lernende begreifen, die ihre persönlichen Stär-

ken einbringen und sowohl von den Ressourcen der Kolleg*innen als auch von denen der Schüler*innen profitieren. Wichtig ist ein gewisses technisches und/oder ästhetisches Grundverständnis und die Neugierde, sich auf fachfremde Phänomene und Techniken einzulassen. Lehrpersonen, die sich mit der vollen Bandbreite an Möglichkeiten unsicher fühlen, können die Auswahl der Materialien und Techniken zunächst begrenzen und ihr Spektrum schrittweise erweitern. Für den Austausch untereinander, für die Erweiterung ihrer Making-Skills und für die Planung von Making-Aktivitäten mit Schüler*innen benötigen die Lehrpersonen allerdings auch Zeit (vgl. Wardrip/Brahms 2016). Die Anstellung einer Maker-Lehrperson für den nach-

haltigen Wissenstransfer im Schulhausteam ist sinnvoll. Diese Lehrperson hat im Rahmen ihres Pensums Ressourcen zur Verfügung, um den Maker-Space à jour zu halten, niederschwellige Weiterbildungsangebote anzubieten und gemeinsam mit anderen Lehrpersonen Making-Projekte zu planen und umzusetzen.

RAUM AUSSTATTUNG UND RAUMNUTZUNGSKONZEPT

Der physische Raum ist für Making-Prozesse weit weniger relevant als die pädagogische Haltung (Mindset). Geräte für digitale Fabrikation wie 3D-Drucker oder Laser-Cutter sind *nice to have*, aber keinesfalls eine *notwendige* Bedingung für erfolgreiches Making. Wardrip/Brahms (2016) plädieren für verstärkte Investitionen in die Weiterbildung der Lehrpersonen anstatt der Anschaffung von Geräten und Tools. Da Making auch als Kombination von analogen und digitalen Technologien gedacht ist, sollten digitale Konstruktionsmaterialien verfügbar sein: Microcontroller, Sensoren, Aktoren, LEDs, Schalter und Elektronikbauteile aller Art, die bei Elektronik Anbietern relativ günstig bezogen werden können. Orientierung bei der Zusammenstellung von analogen Materialien geben MakerSpace-Materiallisten, die in zahlreicher Form im Internet verfügbar sind. Alternative Lösungen in Form von rollbaren und mit Materialien bestückten Maker-Wägen, die man bei Bedarf ins Klassenzimmer holen kann, haben sich in Pilotstudien nur bedingt bewährt. Zum einen ist der Aufwand für spontanes Making recht hoch. Zum anderen müssen die Verantwortlichkeiten für Betreuung und Wartung der Wägen gut geklärt sein.

Eine organisatorische Herausforderung in einer Schule mit regulärem Stundenplan ist die Regelung, welche Lehrperson mit welcher Klasse oder Lerngruppe den MakerSpace in welchen Zeitfenstern nutzen kann und ob der Raum in Leer- oder Randstunden für informelles Making zugänglich sein soll oder nicht (vgl. Cross 2017, S. 31). Falls mit Halbklassen gearbeitet wird, muss sichergestellt sein, dass die andere Halbklasse zeitgleich ein alternatives Lernangebot erhält. Für das Raumnutzungskonzept sind unterschiedliche Varianten denkbar, letztlich muss es sich in die spezifischen Rahmenbedingungen und Strukturen einfügen. Wir stellen in diesem Band ein mögliches Konzept an einer Primarschule der Schweiz vor (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band).

SZENARIEN ODER CHALLENGES

ZUR HERANFÜHRUNG AN DAS MAKING

Die Verbindung von Making einerseits mit dem Erwerb von fachspezifischen Kompetenzen andererseits bedingt die Verwendung von Lernumgebungen, die direkte und indirekte Instruktion kombinieren. Stärker angeleitete, direkt instruktive Lehr-Lernphasen sollten dabei jedoch den konzeptionellen Rahmen des Making nicht verlassen. Das bedeutet unter anderem, dass Inputs, Aufgaben und didaktisierte *Challenges* mehrere Lösungswege und deren selbstständige Erkundung zulassen; dass sie im Sinne des Konstruktivismus (vgl. Papert 1993) an die handlungsorientierte Konstruktion von Prototypen geknüpft sein und Formen der kollektiven Reflexion der gemachten Erfahrungen miteinbeziehen sollten. Ebenso zu berücksichtigen sind die Dokumentation, Reflexion und Systematisierung der beim situieren Lernen erworbenen Fertigkeiten.

Die Herausforderung bei der Entwicklung solcher Lehr-/Lernszenarien – hier Challenges genannt – besteht in der Sensibilisierung für den Making-Prozess bei gleichzeitiger Vermittlung von inhaltlich-technischem Grundwissen zu Verfahren beim Making.

WEITERBILDUNG

Making ist kein Tool oder Rezept, das im Rahmen von standardisierten Weiterbildungsformaten multipliziert werden kann. Es geht um Einstellungen (Maker-Mindset), um das Selbstverständnis als Lehrperson und um anspruchsvolle Formen der sukzessiven Projektbegleitung. Die Lehrperson muss nicht für alles eine fertige Lösung haben, braucht aber ein gewisses technisches und gestalterisches Grundverständnis und eine von Neugierde und Vertrauen geprägte Haltung. Gegebenenfalls ist das Abweichen von schulischen Gewohnheiten erforderlich (vgl. Kapitel 2). Da sich die individuellen Voraussetzungen und Interessen im Schulhausteam meist unterscheiden, kommen klassische Weiterbildungsangebote für größere Gruppen an ihre Grenzen. Niederschwellige und vor allem situative Coaching-Angebote in kleinen Gruppen – zum Beispiel durch die bereits erwähnten Making-Teachers – sind besser geeignet, um Neugierde zu wecken, die Angst zu nehmen und Making selbst erleben zu können. Dabei können die präferierten Schwerpunktthemen der Lehrpersonen (z. B. Wasserkraft, Müllvermeidung) gezielt mit den Anliegen der Maker-Bewegung verbunden werden.

Nebst der Wissensvermittlung zur Handhabung von Geräten (z. B. CNC-Fräse, 3D-Druck) und Nutzung von (digitalen) Konstruktionsmaterialien sowie deren Einbindung in Making-Prozesse sollen auch unterstützende Strukturen und Herangehensweisen (z. B. Design Thinking) eine Rolle spielen (vgl. Crichton/Childs 2016). Auf der didaktischen Ebene braucht es eine verstärkte Sensibilisierung für die individuellen Bedürfnisse, Interessen und Fähigkeiten der Schulkinder, die im Making im Mittelpunkt stehen dürfen, wie auch ein Umdenken in Bezug auf die eigene Rolle als Lehrperson. Ziel der Weiterbildung muss es ferner sein, technische Basisqualifikation zu erwerben, zur Verfügung stehende Geräte und Materialien kennen zu lernen, eigene Interessenschwerpunkte zu entdecken und sich insbesondere in diesen Schwerpunkten Kompetenzen anzueignen. Zudem dienen die Weiterbildungsformate den Lehrpersonen dazu, sich mit dem Maker-Mindset vertraut zu machen und diese Haltung zu verinnerlichen. Innerhalb eines Schulhausteams müssen nicht alle Lehrpersonen dieselben Kompetenzen erwerben. Es macht durchaus Sinn, Schwerpunkte entlang der persönlichen Interessen zu bilden und sich gegenseitig zu unterstützen. Vielfältig interessierte und begeisterte Lehrpersonen können auch als Multiplikator*innen dienen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag konnten einerseits strukturelle Rahmenbedingungen der Schule identifiziert werden, die Making-Aktivitäten im Schulalltag erschweren können. Die Bandbreite reicht von bildungspolitischen und inhaltlichen Vorgaben bis hin zu schulischen Lehrgewohnheiten und didaktischen Standards. Es konnte andererseits gezeigt werden, dass Schule auch hervorragende Rahmenbedingungen für integratives Making bieten kann, sei es durch aktuell passende bildungspolitische Vorgaben (Kompetenzorientierung) oder durch bereits an vielen Schulen etablierte schülerorientierte und offene Unterrichtsformen, die dem Making-Ansatz in großen Teilen entsprechen. Mit etwas Offenheit, Neugierde und Engagement lässt sich ein schulisches Maker-Experiment starten, das sich schrittweise unter Beteiligung aller Akteur*innen im Schulumfeld weiterentwickeln kann. Von Vorteil ist es, wenn Schulleitung, Schulbehörde und Elternschaft das Vorhaben unterstützen. Soll der schulische MakerSpace tatsächlich über die Einzel-

lehrperson beziehungsweise Einzelklasse hinausgehen, braucht es Weiterbildung, Geräte und Materialien, die ohne zusätzliche Ressourcen kaum zu stemmen sind. Kollaboration und gegenseitige Unterstützung im Schulhausteam nach den Maker-Prinzipien *Play*, *Share* und *Learn* können Entlastung bringen. Die Zusammenarbeit mit ortsansässigen Unternehmen, Vereinen sowie Gemeinde- und Bildungsinstitutionen kann zu zusätzlichen Synergien führen und die Chance bieten, Schule für die Gesellschaft von heute und morgen zu öffnen.

LITERATUR

- Arnold, Rolf (2017). Entlehrt euch! Bern: Hep Verlag.
- Boy, Henrike / Sieben, Gerda (2017). Kunst & Kabel: Konstruieren. Programmieren. Selbermachen. Bausteine für pädagogisches Making in der Jugendmedienarbeit und Ergebnisse aus dem Praxisforschungsprojekt «Fablab mobil». München: kopaed.
- Crichton, Susan / Childs, Elizabeth (2016). Taking Making into Schools Through Immersive Professional Learning. In: Novotna, Jarmila / Jancarik, Antonin (Eds.): Proceedings of the 15th European Conference on e-Learning. Academic Conferences and Publishing International Limited. pp.144-150.
- Cross, Ashley (2017). Tinkering in k-12: An exploratory mixed methods study of makerspaces in schools as an application of constructivist learning. PhD: Pepperdine University.
- Deinet, Ulrich (2002). Schule und Jugendarbeit – von der Kooperation zur freundlichen Übernahme? In: Deutsche Jugend, Heft 7/8 2002. S.327-335.
- Dewey, John (1986). Erziehung durch und für Erfahrung. Eingeleitet, ausgewählt und kommentiert von Helmut Schreier. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Dougherty, Dale (2013). The Maker Mindset. In: Honey, Margaret / Kanter, David E. (Eds.). Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge. pp.7-11.
- Eriksson, Eva et al. (2016). Makerspace in schools – Experiences from a Large-Scale National Testbed.

Feilke, Helmuth (2012). Bildungssprachliche Kompetenzen – fördern und entwickeln. In: Praxis Deutsch. Heft 233. S. 4–13.

Frey, Karl (2010). Die Projektmethode. Der Weg zum bildenden Tun. 11., neu ausgestattete Auflage. Weinheim: Beltz Verlag.

Gräsel, Cornelia (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 13(1). S. 7–20.

Gudjons, Herbert (2014). Handlungsorientiert lehren und lernen: Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit. 8., aktualisierte Auflage. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

Hatch, Mark (2013). The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. New York: McGraw-Hill Education.

Honey, Margaret / Kanter, David E. (Eds.) (2013). Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators. New York, NY: Routledge.

Hsu, Yu-Chang / Ching, Yu-Hu / Baldwin, Sally (2018). Physical Computing for STEAM Education: Maker-Educators' Experiences in an Online Graduate Course. In: Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 37/1 (2018) 1. pp. 53–67.

Kafai, Yasmin B. (2006). Constructionism. In : Sawyer, Keith R. (Ed.). The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge, MA: Cambridge University Press. pp. 35–47.

Kapur, Manu (2008). Productive Failure. In: Cognition and Instruction, 26(3). pp. 379–424.

Kerschensteiner, Georg (1908). Die Schule der Zukunft eine Arbeitsschule. Stuttgart.

Klees, Guido / Tillmann, Alexander (2015). Design-Based Research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. In: Journal für Didaktik der Biowissenschaften, (F) 6 (2015). S. 91–110.

Kohn, Tanja (2016). Do it Yourself Trends für Medienbildung nutzen – Praxisbeispiele und Erfahrungsberichte. In: Hug, Theo / Kohn, Tanja / Missomelius Petra (Hrsg.). Medien – Wissen – Bildung: Medienbildung wozu? Innsbruck: innsbruck university press. S. 231–240.

Mandl, Heinz / Gruber, Hans / Renkl, Alexander (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, Ludwig J. / Klimsa, Paul (Hrsg.). Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis. 3., vollst. überarb. Auflage. Weinheim: Beltz, Psychologie-Verl.-Union. S. 139–148.

Martin, John-Paul (1996). Das Projekt «Lernen durch Lehren» – eine vorläufige Bilanz. In FLuL 25.

Martin, Lee (2015). The Promise of the Maker Movement for Education. In: Journal of Pre-College Engineering Education Research, 5/1 (2015). pp. 30–39.

OECD (2016). PISA 2015 Ergebnisse (Band I): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung, PISA, W. Bertelsmann Verlag, Germany. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264267879-de.pdf?expires=1554046958&id=id&accname=oid009350&checksum=C7EF3C66F3C56B8FF74156843149F3C8> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Okita, Sandra Y. / Schwartz, Daniel L. (2013). Learning by teaching human pupils and teachable agents: The importance of recursive feedback. In: Journal of the Learning Sciences, 22(3) (2013). pp. 375–412.

Oxman Ryan, Jennifer et al. (2016). Making, Thinking and Understanding. A Dispositional Approach to Maker-Centered Learning. In: Peppler, Kylie / Halverson, Erica / Kafai, Yasmin B. (Eds.). Makeology. Makers as Learners (Volume 2). New York: Routledge.

Papert, Seymour (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. Tallahassee: The Harvester Press Ltd.

Papert, Seymour (1993). The Children's Machine: Rethinking School in the Age of the Computer. New York: BasicBooks.

Parsons, Talcott (2012). Die Schulklasse als soziales System: Einige ihrer Funktionen in der amerikanischen Gesellschaft. In: Bauer, Ullrich / Bittlingmayer, Uwe H. / Scherr, Albert (Hrsg.). Handbuch Bildungs- und Erziehungssoziologie. Wiesbaden: VS Verlag. S. 103–124.

Peppler, Kylie / Rosenfeld Halverson, Erica / Kafai, Yasmin B. (2016). Introduction to this Volume. In: Peppler, Kylie / Halverson, Erica / Kafai, Yasmin B. (Eds.). Makeology – Makerspaces as Learning Environments (Volume 1). New York: Routledge.

- Regalla, Lisa (2016). Developing a Maker Mindset In: Peppler, Kylie / Halverson, Erica / Kafai, Yasmin B. (Eds.). *Makeology – Makerspaces as Learning Environments* (Volume 1). New York: Routledge.
- Rossmann, Nina (2018). Der Raum als dritter Pädagoge: Über neue Konzepte im Schulhausbau. <https://www.bpb.de/lernen/digitale-bildung/workstatt/278835/der-raum-als-dritter-paedagoge-ueber-neue-konzepte-im-schulbau#fr-footnode1> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Scardamalia, Marlene / Bereiter, Carl (2006). Knowledge Building: Theory, Pedagogy, and Technology. In : Sawyer, Keith R. (Ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge, MA: Cambridge University Press. pp.97-115.
- Schlömerkemper, Jörg (2003). Praxisbezogenes Lernen in der Hauptschule. Über Grenzen und Perspektiven einer scheinbaren Selbstverständlichkeit. In: Duncker, Ludwig (Hrsg.). *Konzepte für die Hauptschule. Ein Bildungsgang zwischen Konstruktion und Kritik*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt. S.53-67.
- Schön, Sandra / Ebner, Martin / Narr, Kristin (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. *Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten*.
- Sheridan, Kimberly et al. (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. In: *Harvard Educational Review*, Vol. 84, No. 4 (2014). pp.505-531.
- Tan, Michael (2018). When MakerSpaces Meet School: Negotiating Tensions Between Instruction and Construction. In: *Journal of Science Education an Technology*, 28/2 (2019). pp.75-89.
- Waldmann, Günter (2016). Produktiver Umgang mit Literatur im Unterricht: Grundriss einer produktiven Hermeneutik. *Theorie – Didaktik – Verfahren – Modelle* (Deutschdidaktik aktuell). Hohengehren: Schneider Verlag.
- Wardrip, Peter Samuelson / Brahms, Lisa (2016). Taking Making to School. A Model for Integrating Making Into Classrooms. In: Peppler, Kylie / Halverson, Erica / Kafai, Yasmin B. (Eds.). *Makeology – Makerspaces as Learning Environments* (Volume 1). New York: Routledge.
- Wenger, Etienne. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press.
- Zinnecker, Jürgen (1975). *Der heimliche Lehrplan*. Weinheim: Beltz Verlag.

MAKING UND KOLLABORATION

Ausgewählte Perspektiven auf Zusammenarbeit im schulischen MakerSpace

Daniel Trüby

ABSTRACT

Kollaboration zählt zu den 21st Century Skills, die es künftig verstärkt zu fördern gilt. Wie dies im Kontext von schulischem Making aussehen könnte, wird in diesem Beitrag dargelegt. In einem ersten Schritt wird der Begriff (*gelingende*) *Kollaboration* umrissen, bevor Schlüsselemente kollaborativer Lernaktivitäten beleuchtet werden. Abschließend leitet der Autor aus der Theorie Bedingungen ab, die für Kollaborationsprozesse im schulischen MakerSpace förderlich sind und kommt zum Fazit, dass nebst den Gelingensbedingungen auch die gemeinsame Reflexion kollaborativer Lernaktivitäten eine zentrale Rolle spielt.

HINWEIS ZUM AUTOR

Daniel Trüby ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH) und akademischer Mitarbeiter an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (D).

MAKING UND KOLLABORATION

Maker-Aktivitäten und 21st Century Skills gehen sowohl im tertiären Bildungssektor als auch in der schulischen Bildung im angloamerikanischen Raum bereits wie selbstverständlich Hand in Hand (vgl. z. B. Doucette 2017; vgl. Watton et al. o.J.). Der Maker-Ansatz verspricht insbesondere für die Umsetzung der «Four C's of 21st Century Learning» (Griffin et al. 2012), die im Weiteren noch genauer benannt werden, einen Kontext idealer Voraussetzungen. Und auch auf der Suche nach möglichen Lagebeziehungen zwischen *Making* und *Kollaboration* als eines dieser «C's» lassen sich bereits an der «Wurzel» des Making (vgl. Hatch 2013) zentrale Punkte ausmachen, die eine Untersuchung dieser Zusammenhänge nahelegen.

Hier bieten sich insbesondere die von Hatch deklarierten Prinzipien «Share», «Give», «Participate» und «Support» (ebd. 2013) als Referenzpunkte für Kollaboration an. Wie verhalten sich jedoch diese Lagebeziehungen hinsichtlich des *schulischen* Making mit dessen spezifischen Rahmenbedingungen und Potentialen (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band)?

Dies soll, nebst der Frage, inwieweit sich verschiedene Formen von Kollaboration im schulischen MakerSpace anregen lassen, in diesem Beitrag beleuchtet werden. Zuvor scheint jedoch eine Auseinandersetzung mit dem Begriff und dem Konstrukt «Kollaboration» sinnvoll.

1 KOLLABORATION – BEGRIFFSBESTIMMUNG

Schon Dillenbourg et al. (1999) erwähnen zu Beginn ihrer Ausführungen, dass eine einheitliche Definition des Begriffs «Kollaboration» nicht zu leisten sei. Nichtsdestotrotz wird dieses Konstrukt in vielfältigen Kontexten, die sich mit «modernen» Lehr-/Lernformen befassen, immer wieder herangezogen, nicht zuletzt auch im Rahmen der Diskussion um die bereits erwähnten 21st Century Skills. Was im Zuge der darin implementierten Kompetenzen der «Four C's of 21st Century Learning» (vgl. Griffin et al. 2012) schlüssig und sinnhaft aneinandergereiht wird, nämlich «Kreativität», «Kollaboration», «Kritisches Denken» und «Kommunikation», kann mehrheitlich jeweils *eigenständige* Forschungstraditionen und Wissenschaftsdisziplinen vorweisen. Dieser Umstand verdeutlicht – nebst einer prinzipiellen, positiv

konnotierten Interdependenz der 21st Century Skills – auch eine Dimension potentieller Reibungspunkte, die dort entstehen können, wo unterschiedliche Disziplinperspektiven aufeinandertreffen. Eine Auseinandersetzung unter *erziehungswissenschaftlicher* Perspektive soll vor dem Hintergrund des Schulbezugs daher als erster Zugang gewählt und im Weiteren hier verfolgt werden.

Folgt man den Ausführungen von Lai et al. (2017) meint *Kollaboration* unter Rückbezug auf Roschelle und Teasley (1995) – «a coordinated, synchronous activity that is the result of a continued attempt to construct and maintain a shared conception of a problem». Genauer gefasst geht es insbesondere in Abgrenzung zum Konstrukt *Kooperation* (hierunter wird laut Bornemann (2012) «[...] die verabredete und arbeitsteilige *Wissensteilung* [...] für die Lösung eines Problems» verstanden) um eine von Beginn an gemeinsame Tätigkeit, bei der die soziale *Wissenskonstruktion* im Zentrum steht (vgl. Resnick 1991; vgl. Reinmann-Rothmeier/Mandl 2002) und Tätigkeiten nicht im Sinne einer Spezifizierung an die einzelnen Kollaborationsakteure distribuiert werden.

Unter Bezugnahme auf die Verortung im Kontext Making (mit seinen vielfältigen Facetten unterschiedlicher Formen des Zusammenarbeitens sowohl im realen als auch im virtuellen Raum) muss die Frage gestellt werden, ob hier diese Differenzierung Sinn ergibt oder ob möglicherweise das Begriffsspektrum geweitet werden und auch Aspekte der *Teamarbeit* mitberücksichtigt werden sollten.

Reinmann-Rothmeier und Mandl kommen zu dem Schluss, dass diese Unterscheidung im deutschsprachigen Raum kaum vorgenommen wird und subsumieren daher Kollaboration schlichtweg unter den Begriff der Kooperation (2002). Dem schließt sich auch Bornemann (2012) an. Er geht noch einen Schritt weiter, indem er konstatiert, dass «[...] die Begriffe kooperatives und kollaboratives Arbeiten gemeinhin nahezu synonym verwendet [werden]» (ebd.). Ich möchte im Folgenden dennoch und gerade, weil das Verhältnis von *Kollaboration* und *Kooperation* sowie im erziehungswissenschaftlichen Kontext jenes von kollaborativem und kooperativem *Lernen* weniger ausgeleuchtet erscheint, an einer begrifflichen Unterscheidung festhalten.

Bornemann (2012) findet eben jenes Unterscheidungsmerkmal für seine Arbeitsdefinition im Modus Operandi des Umgangs mit Wissen: Wäh-

rend *kooperativ* meint, Wissen primär zum Erlangen individueller Ziele zu *teilen*, steht beim *kollaborativen* Arbeiten die gemeinsame *Wissensgenese* im Fokus.

Diese idealtypische Trennung lässt sich *in der Praxis* nur zu selten eindeutig kontrastiv ausmachen. Die Übergänge sind «fließend und fluktuativ» (ebd.); jedoch verhilft ein Wissen über diese Unterscheidung, Prozesse im schulischen Making genauer einzuordnen und reflexiv aufzufächern. Kollaborative Prozesse treten demnach immer dann zum Vorschein, wenn gemeinsam «Wissen» entsteht oder dieses aktiv gemeinsam generiert wird. So kommen auch Lai et al. (2017) zum Schluss, dass mit ihrem Verständnis von Teamarbeit und Kollaboration ein Interaktionsprozess gemeint ist, der *individuelle* Leistungen zum Erreichen eines *gemeinsamen* Ziels fordert. Welche Chancen sich daraus für schulisches Making ergeben könnten, möchte ich im Folgenden beleuchten.

2 GELINGENDE KOLLABORATION – WAS MACHT SIE AUS?

Inwiefern die aktive Auseinandersetzung einer Gruppe mit einem gemeinsamen Ziel möglich ist, hängt im Bereich des *schulischen Making* stark von den verschiedenen Bedingungsfaktoren ab, die jene Spezialform des Making im Allgemeinen konstituieren. Allem voran steht hier sicherlich eine *Didaktik des Making* und hiermit zusammenhängend das Making-Verständnis der Lehrperson. Natürlich sind auch der MakerSpace selbst als Raum, die Maker*innen sowie deren sozialen, fachlichen und interdisziplinären Fähigkeiten zu berücksichtigen. Dies legt nahe, dass der Zugang zum Verhältnis Making und Kollaboration in *umgekehrter* Weise gesucht werden sollte. Die handlungsleitende Frage müsste somit lauten: «Welche Elemente kollaborativen Arbeitens und Lernens lassen sich sinnvoll auf schulisches Making übertragen, und wie können diese in Maker-Aktivitäten in der Schule gefördert werden?»

Hierfür lohnt sich in erster Instanz ein Blick auf verschiedene Teilaspekte gelingender Kollaborationsprozesse, die vorrangig auf individueller Ebene und nicht auf Team-/sozialer Ebene verortet werden (vgl. Lai et al. 2017; vgl. Stevens/Campion 1994). Dazu zählen: (1) die Fähigkeit, effektiv und respektvoll in verschiedenen Teams arbeiten zu können, (2) Kompromissfähigkeit, (3) Wertschätzung für Beiträge anderer zu zeigen, (4) die Fähigkeit,

Teile einer gemeinsamen Verantwortung zu tragen und (5) Flexibilität anwenden zu können (vgl. Lai et al. 2017).

Für die Umsetzung im schulischen MakerSpace gilt als Grundvoraussetzung, dass überhaupt in Teams gearbeitet wird und gearbeitet werden kann. Stellt man den Primat des Produkts, welcher dem Maker-Ansatz nach tendenziell über dem Faktor «Prozess» gesehen wird (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band), vorne an, muss die Frage lauten: *Erfordert* das Produkt (oder die Maker-Challenge der Produktion) *ein Team* oder mehrere Teams im kollaborativen Sinn oder ist möglicherweise ein *individuelles Arbeiten* der Produkterstellung zuträglicher?

Die darauf aufbauenden Gelingensfaktoren sind in Folge dessen bei den verschiedenen Akteuren zu suchen. So kann die Lehrperson maßgeblich durch ihre eigene Teamfähigkeit, soziale Eingebundenheit, ihre Beziehung zur Maker-Gruppe und das «sich als Teil eines Maker-Teams-Begreifen» einen respektvollen Umgang initiieren. Selbstverständlich ist es auch an den Maker*innen gelegen, nicht nur auf intrapersonaler Ebene, sondern auch mit Ressourcen, Räumlichkeiten und Zeitbudgets *respektvoll* und *effektiv* umzugehen. Diese Fähigkeit kann beispielsweise durch geeignete Maker-Challenges, die eben jene Ressourcen berücksichtigen, eingeübt werden. Die Challenges können dabei jeweils Teilaspekte des effektiven und respektvollen Umgangs fokussieren. So ist es möglich, mit der Limitierung auf bestimmte Materialien, Materialsorten oder Materialherkünfte (wie z. B. die Herstellung eines Raumakustikmoduls aus Pappe, die jede/r Lernende von Zuhause mitbringt) für eine kollaborative und ressourcensensibilisierende Aufgabe zu sorgen. Ein Gelingen ist hier nur möglich, wenn alle gemeinsam zur Materialbeschaffung Anteile beitragen.

Effektives und respektvolles Arbeiten wird darüber hinaus auch vom MakerSpace als Raum konstituiert. Neben Materialressourcen werden hierbei auch die Raumausstattung (wie Werkzeuge, Arbeitsplätze, Freiflächen und Beleuchtung) und -gestaltung relevant. Diese können das Gelingen kollaborativer Lernereignisse auch verhindern (vgl. den Beitrag von Waldvogel in diesem Band).

Kompromissfähigkeit als zweite Teilfähigkeit kann im MakerSpace dahingehend gefördert werden, dass Lehrpersonen im dialogischen Entwickeln von Produkten, Ideen, Prototypen und dergleichen genau diese Eigen-

schaft aktiv vorleben. Kompromissbereitschaft meint hier auch, Scheitern als Lernprozess zuzulassen, wenn Einsichten der Maker*innen an ihre Grenzen stoßen, sie aber trotzdem beharrlich einen eigenen Lösungsweg suchen wollen. Auf Ebene der *Produkte* kann Kompromissfähigkeit bei der Materialauswahl, der Gestaltung und den Grenzen von Gestaltungsfähigkeiten, in Zusammenhang mit Funktionsfähigkeiten eingeübt werden. Insbesondere die Kompromissfähigkeit, mit den Stärken und den Fähigkeiten der Teammitglieder umzugehen, stellt jedoch großes Förderpotential dar. Obwohl es sich dabei um eine Peer-to-Peer-Interaktion handelt, ist in der Regel die Lehrperson gefragt, das Potential für Kompromissfähigkeit gezielt in reflexiven Phasen des Making-Prozesses aufzudecken und pädagogisch zu begleiten.

Auch der Teilaspekt des *Wertschätzens* bedarf eines «Maker-Miteinanders» auf Augenhöhe. Es geht nicht nur darum, andere (aus Lernendenperspektive) oder Lernendengruppen (aus Lehrpersonenperspektive) für Produkte zu loben; es geht vielmehr auch darum, vielfältige «Wege», Ideations-Prozesse und Strategien zu würdigen und mitunter auch den Mut zu haben, Ideen zu verwerfen, zu loben und kritisch-konstruktiv mit Feedback zu versehen. Diese Fähigkeiten lernen sich im Making nicht nebenbei. Sie müssen selbst als Lernziele im Mindset des pädagogischen Personals vorhanden sein. Durch ein- und durchgeplante Feedback-Formate, aber auch in Meta-Produktionen wie z. B. Videodokumentationen (vgl. den Beitrag von Meyer/Wild in diesem Band) können wertschätzende Fähigkeiten erlernt und habitualisiert werden.

Ist diese Voraussetzung gegeben, können die Lernenden für die Fähigkeit, *Teile einer gemeinsamen Verantwortung zu tragen*, sensibilisiert werden. Dies kann sich zum Beispiel in sukzessive generiertem Expertenwissen oder den Expertenfähigkeiten einzelner Maker*innen niederschlagen, die diese dann eigenverantwortlich an andere weitergeben (Peer-to-Peer-Learning), um so ein Teamprodukt zu fertigen.



3 KOLLABORATIVES LERNEN – KOLLABORATION LERNEN?

«Im Team lernen» ist für Schule nicht neu. Gemeinsame Lerninteraktionen zwischen Schüler*innen aber auch mit der Lehrperson bestimmen heute mehr und mehr den schulischen Alltag. Was kollaboratives Lernen jedoch von einer «gewöhnlichen» sozialen, gemeinschaftlichen Situation des Schulalltags unterscheidet, möchte ich nun genauer ausführen. Insgesamt sind bei der Ausgestaltung kollaborativer Lernaktivitäten fünf Schlüsselemente zu berücksichtigen (vgl. Spector 2015):

Zunächst sollen (1) *gemeinsame, motivierende Ziele* benannt und so gestaltet werden, dass die Erreichung der Zielsituation nur entlang eines kollaborativen Arbeitens und einer positiven *wechselseitigen Interdependenz* erlangt werden kann. (2) *Aufgabentypen* sollten so gewählt und gestaltet sein, dass «echte» Kollaboration zum Lösen der Aufgabe nötig ist. Wenn allen Teilnehmenden klar ist, dass ihr individueller Beitrag zur Zielerreichung der Gesamtaufgabe absolut notwendig ist, werden so zeitgleich auch die Gefahren des «sozialen Faulenzens» minimiert. Hierbei handelt es sich um ein Phänomen, das bei Gruppen zu beobachten ist, in welchen die individuellen Leistungen weniger sichtbar sind als der gemeinschaftliche Output. Es kommt infolgedessen zu einem kollektiven Leistungsabfall (vgl. Latané et al. 1979).

Ein Ansatzpunkt, dem zu begegnen, kann die zielgerichtete Herstellung heterogener Settings darstellen; da hier sowohl Leistungsstärkere als auch weniger leistungsfähige Lernende von der Lehrperson, aber auch von anderen Lernenden wahrgenommen werden. Zudem können so durch die implizite Beobachtung anderer Lernender und deren Problemlöseverhalten eigene Lernprozesse angeregt werden, wenn das didaktische Setting dies erlaubt. Daher wird als drittes Schlüsselement (3) die *Gruppengröße* neben der zuvor beschriebenen *Gruppenzusammensetzung* genannt. Diese sollte unbedingt von der Lehrperson arrangiert oder mitbestimmt werden (vgl. Spector 2015). In vierter Instanz (4) rückt die *eigentliche Unterstützung der Lehrperson* in den Fokus. Die einzelnen Kollaborationsfähigkeiten sollten keineswegs als voraussetzungslos gesehen werden; vielmehr bilden sie je nach Alter der Lernenden ein zentral zu erlernendes Moment. Die Lehrperson ist in diesem Zusammenhang gefragt, Interaktionsstrategien direkt anzuleiten oder anzuregen. Auch kann sie auf die Möglichkeiten technologiegestützten Lernens oder des digitalgestützten kollaborativen Arbeitens

hinweisen und hier gezielt Angebote gestalten, um das Potential solcher Tools erfahrbar zu machen. Der letzte Aspekt (5) beschäftigt sich mit der *Bewertung* in kollaborativen Lernsettings. Hier muss das Verhältnis zwischen individuellen und gemeinschaftlichen Leistungsbewertungsformen Beachtung finden und insbesondere den Lernenden gegenüber transparent gemacht werden. Neben curricular ausgerichteten Bewertungskriterien bieten sich aber auch auf individueller Ebene neue Zugänge, wenn Faktoren wie Teamfähigkeit, Zusammenarbeit und Unterstützungsangebote von einzelnen Lernenden in deren individuelle Bewertung einfließen. Demgegenüber besteht auch die Möglichkeit, dass das Team in seiner Gesamtheit bewertet wird – entscheidend ist hier sicherlich eine Ausgewogenheit zwischen individuellen und globalen Bewertungsfaktoren und darüber hinaus die Zusammensetzung des Teams insgesamt.

4 KOLLABORATIVES LERNEN – GELINGENSBEDINGUNGEN

Auf Basis der dargestellten Überlegungen zum kollaborativen Lernen stellt sich nun die Frage, inwiefern verschiedene Ausdrucksformen und aus der Theorie abgeleitete Gelingensbedingungen im schulischen MakerSpace Einzug finden können, und welche Weichenstellungen hierbei zu beachten sind.

Folgen wir dem Faktor *Motivation*, werden unterschiedliche Rahmenparameter sichtbar. Hier stellt sich die Frage, inwiefern im schulischen MakerSpace eine intrinsisch motivierte, kollaborative Arbeitsatmosphäre angeregt werden kann. Dies kann zum Beispiel durch eine hohe Identifikation mit dem MakerSpace-Raum und/oder den bereits entstandenen oder noch entstehenden Produkten geschehen.

Ziele sollten in MakerSpace-Kontexten jeweils dialogisch, also in Interaktion zwischen den einzelnen Maker*innen, aber auch mit der Lehrperson ausgearbeitet werden. Der Lehrperson kommt dabei insbesondere die Rolle der Zieldifferenzierung zu; sodass im Sinne kollaborativen Lernens individuelle Etappenziele zum Erreichen eines gemeinsamen Oberziels gesteckt werden. Da im MakerSpace vorrangig produktorientiert gearbeitet wird, bietet sich hier an, in einer gemeinsamen *Produktionsanalyse* zu eruieren, welche *Zwischenziele* nötig sind, um das Produkt kollaborativ fertigen zu können. So kann beispielsweise beim Bau eines Fahrzeugprototypen

ein individuelles Ziel sein, elektronische Arbeiten am Chassis durchzuführen; die aerodynamische Beschaffenheit des Fahrzeugaufbaus würde dann in die Zuständigkeit eines anderen Teammitglieds fallen. Entscheidend ist hierbei, die Vorteile eines solchen Vorgehens für die Lernenden *transparent* zu machen. Dadurch bilden sich während des Arbeitens auch verschiedene fachliche und inhaltliche Skills einzelner Akteure, die dieses Expertenwissen entsprechend an andere Maker*innen weitergeben können. Dieses Vorgehen mag für manche Lernende ungewohnt scheinen, jedoch birgt es enormes Potential, neben der Selbstwirksamkeit auch den persönlichen Anteil am kollaborativen Prozess erfahrbar zu machen.

Hierfür benötigt es eine spezielle Form verschiedener *Aufgabentypen* oder *Challenges*, deren Ausgestaltung diskutiert werden kann, wenn das Feld der Didaktisierung des «schulischen» MakerSpace weiter erschlossen ist.

Auf Basis dieser didaktischen Arrangements entscheidet sich die geeignete *Gruppengröße* für unterschiedliche Challenges. Im Sinne einer Sensibilisierung für kollaborative Arbeitsformen geht es nicht zuletzt um ein zu initiiertes Verständnis von (Lern-)Gemeinschaft oder – dem übergeordnet – von Mindset «MakerSpace als Gemeinschaft» und «Making als gemeinschaftliche Aktivität». Fest definierte Gruppenkonstellationen wie Lerntandems können einerseits Sicherheit für viele Lernende bieten. Sie bergen aber auch die Gefahr, dass das volle Potential der einerseits physisch anwesenden Maker-Community, als auch das der potentiell online-kollaborativen Community (z. B. auf DIY.org oder ähnlichen Portalen) nicht erkannt und ausgeschöpft wird.

Auch hier kommt eine tragende Rolle der *Initiative der Lehrperson* zu. Inwieweit werden Fragen, die an die Lehrperson gerichtet sind, direkt beantwortet? Wann scheint es sinnvoll, eher strategisches und operationales Wissen zu vermitteln, um gezielt auf das Potential der Gemeinschaft zu verweisen? Welche Unterstützungsangebote sind für welche Zielgruppe angemessen? Hier wird klar, dass didaktisches Setting und das Lehrpersonenhandeln eng zusammenhängen.

Im Bereich der *Bewertung* wird dies abschließend noch einmal besonders deutlich. Um kollaborative Prozesse nachhaltig zu fördern, bedarf es auch auf dieser Ebene die Einsicht der Lernenden, dass Gruppenleistungen im Ergebnis und deren Bewertung als solche gesehen werden.

Hierfür ist ein fundamentales Umdenken zu sonstigen schulischen Beurteilungsschemata von Nöten; ein Prozess, der vermutlich nicht ohne Reibungsverluste auskommt.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Generell lässt sich zusammenfassen, dass kollaborative Skills beim *eigentlichen Tun*, im Making, gefördert werden können. Mindestens genauso wichtig und dem Maker-Manifest folgend ist insbesondere im schulischen Making ein gemeinsames, reflexives Moment, welches im günstigsten Fall habitualisiert und ritualisiert ist. Dabei wird eine reflexive Distanz zum eigenen Tun und zum Making an sich möglich. Der Blick kann sich auf das «How-To»-Making richten. Diese Fähigkeit birgt bei genauer und adressatengerechter Analyse kollaborative Elemente in sich, die dann gemeinsam erkannt und angewandt werden können.

LITERATUR

- Bornemann, Stefan (2012). Kooperation und Kollaboration. Das Kreative Feld als Weg zu innovativer Teamarbeit. Wiesbaden: Springer VS.
- Dillenbourg, Pierre (Hrsg.) (1999). Collaborative learning. Cognitive and computational approaches. Amsterdam: Pergamon.
- Doucette, David (2017). Maker Movement Teaches 21st-Century Skills and Encourage Innovation. <https://edtechmagazine.com/higher/article/2017/07/maker-movement-poised-thrive-higher-education> [letzter Zugriff Mai 2019].
- Griffin, Patrick / McGaw, Barry / Care, Esther (2012). Assessment and Teaching of 21st Century Skills. Dordrecht: Springer.
- Hatch, Mark (2013). The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. New York: McGraw-Hill Education Ltd.
- Lai, Emily / DiCerbo, Kristen / Foltz, Peter (2017). Skills for Today: What We Know about Teaching and Assessing Collaboration. London: Pearson.

- Latané, Bibb / Williams, Kipling D. / Harkins, Stephen (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. In: Journal of Personality and Social Psychology, 37 (6). pp. 822–832.
- Reinmann-Rothmeier, Gabi / Mandl, Heinz (2002). Analyse und Förderung kooperativen Lernens in netzbasierten Umgebungen. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 34 (1). S. 44–57.
- Resnick, Lauren (1991). Shared cognition: Thinking as social practice. In: Resnick Lauren / Levine, John / Teasley, Stephanie (Eds.). Perspectives on socially shared cognition. Washington, DC: American Psychological Association. pp. 1–20.
- Roschelle, Jeremy / Teasley, Stefanie (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'Malley, Claire (Ed.) (1995). Computer-supported collaborative learning. Berlin: Springer. pp. 69–197.
- Spector, Michael (2015). The SAGE Encyclopedia of Educational Technology. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Stevens, Michael J. / Campion, Michael A. (1994). The knowledge skill and ability requirements or teamwork: Implications for human resource management. In: Journal of Management 20(2). Stamford: JAI Press Inc. pp. 503–530.
- Watson, Steve / Smith, Jessica / Harry, Dylan / Coen, Kevin / Borroughs, Melissa / Teichmann, Natalie / Van Hazinga, Rachel / Percy, Adam (o. J.). A Handbook for the 21st Century Teacher. <https://sites.google.com/a/antioch.edu/the-21st-century-teacher-s-handbook/home/the-maker-movement> [letzter Zugriff Mai 2019].

MAKING: IMPULSE AUS DER AUSSER- SCHULISCHEN PRAXIS

MAKING IST DAS NEUE LERNEN

Erfindergeist
wecken mit digitalen
Werkzeugen

Julia Kleeberger,
Franziska Schmid

ABSTRACT

Pädagogisches Making wird als erfahrungsbasierter Lernansatz betrachtet, der das zielfreie Tüfteln und Probieren an Themen mit hohem Lebensweltbezug zum Gegenstand hat. Es geht darum, Herausforderungen mithilfe von Technologie zu lösen und gleichzeitig eine kritische Haltung dazu einzunehmen. Die Autorinnen führen anhand von drei Beispielprojekten aus, wie ihr Making-Ansatz in Primar- und Sekundarstufe Fuß fassen kann. Neben der Beschreibung von schulkompatiblen Lernangeboten und -formaten werden Überlegungen zur Lehrerfortbildung und zur Beschaffung von Making-Technik angestellt. Der Beitrag schließt mit konkreten Vorschlägen zur Leistungsbewertung in schulischen Making-Projekten.

HINWEIS ZU DEN AUTORINNEN

Julia Kleeberger ist Gründerin und Geschäftsführerin der Junge Tüftler gGmbH (D) und TüftelAkademie UG (D).

Franziska Schmid ist Gründerin und Geschäftsführerin der Junge Tüftler gGmbH (D) und TüftelAkademie UG (D).

MAKING IST DAS NEUE LERNEN

Digitalisierung und Algorithmen sind dabei, unsere Welt vollständig zu durchdringen. Für den Erhalt einer partizipativen Gesellschaft ist es notwendig, dass Kinder und Jugendliche bereits frühzeitig befähigt werden, die Welt aktiv zu gestalten und ihren Visionen Ausdruck zu verleihen. Dafür haben wir (bei Junge Tüftler) einen Ansatz entwickelt, bei dem wir Kindern und Jugendlichen die Werkzeuge und Methoden an die Hand geben, um selbständig und selbstwirksam zu agieren.

1 LERNEN DURCH BEGREIFEN

Was zeichnet unseren Ansatz des erfahrungsbasierten Lernens bzw. des Makings aus? Wie der Name es vermuten lässt, ist das *Selbermachen* zentrales Element: Das eigene Erleben bildet den entscheidenden Punkt des Erkenntnisprozesses.

Dabei gestalten wir neue Lernerlebnisse mit digitalen Technologien. Durch die Verbindung von digitalen Bildungsinhalten mit Tüfteln und Making werden die Inhalte spielerisch begreifbar. Somit bekommen die Kinder nicht nur einfach Zugang zu den Themen Programmierung und Elektronik; das Tüfteln schult gleichzeitig wichtige Metakompetenzen des 21. Jahrhunderts (21st century skills): Kreativität und Selbstständigkeit werden beim Tüfteln ausgebildet, ebenso wie Kommunikationsbereitschaft und die Fähigkeit, aus Fehlern zu lernen. Gleichzeitig werden durch die eigene gestalterische Arbeit kognitive Zusammenhänge verstanden und das logische Denken unterstützt. Es geht also im wörtlichen Sinne darum, Sachverhalte zu *begreifen*.

Die Ursprünge unseres Ansatzes sind dabei älter als die Maker-Bewegung und finden ihre Wurzeln bereits im 19. Jahrhundert unter anderem bei dem Kognitionswissenschaftler Jean Piaget sowie der Reformpädagogin Maria Montessori (vgl. Schön 2015). Durch die Verwendung von *Materialien und durch das gegenständliche Agieren* werden Kinder zum eigenständigen Erkunden, Tüfteln und Gestalten angeregt und lernen ganz nebenbei. Dabei folgen sie keinen Bauanleitungen. Es geht zunächst um das zielfreie Tüfteln und Ausprobieren. Dieser *freie Kreativitätsprozess* kann je nach Altersgruppe und Format entsprechend moderiert werden. Wir emp-

fehlen, Themen in den Vordergrund zu stellen, die einen *hohen Bezug zur Lebenswirklichkeit der Kinder und Jugendlichen* besitzen. Dies kann zum Beispiel die Frage sein, wie sie ihr Lebensumfeld gestalten wollen hinsichtlich des Zusammenlebens mit anderen Menschen, Tieren und Pflanzen, welche Lösungen sie für den Umgang mit Müll und den Ressourcen des Planeten sehen oder auch der Frage nach Mobilität und in was für einer Welt sie gern leben wollen. Die Antworten hierauf sind so vielfältig wie die Teilnehmenden, die daran arbeiten. So entstanden beispielsweise automatisierte Gießroboter für die Bewässerung von urbanen, vertikalen Grünanlagen oder selbstständig fahrende Mülltonnen, die Ressourcen sortieren und im Park für Sauberkeit sorgen: Herausforderungen, die aus der Lebensrealität der Jugendlichen stammen und durch Technologie gelöst werden können. Dabei lernen sie nicht nur, wie sie funktionale Prototypen als Lösungen auf diese Herausforderungen selbst bauen können. Gleichzeitig reflektieren sie ihr Tun und beginnen bestehende Systeme kritisch zu hinterfragen. Vor allem aber spüren sie ihre eigene *Selbstwirksamkeit*: die Kraft und das Können aus sich heraus und gemeinsam im Team Antworten auf Fragen von morgen formulieren zu können.

Durch das *Selbst-Machen*, also das Umsetzen der Idee, stößt man auf Herausforderungen, die die Idee vom «Luftschloss» in die Realität bringen. Die Kinder setzen sich unter anderem mit Konstruktion, digitalen Fertigungsprozessen, Programmierung und Steuerung auseinander und arbeiten im Team an funktionalen Lösungen. Das *Scheitern* ist dabei wesentlicher Bestandteil des Lernprozesses und hilft Strategien der Überwindung zu entwickeln sowie Methoden, sich selbst weiterzubilden und Antworten auf unvorhergesehene Probleme zu erarbeiten.

Durch *Teamarbeit* übernimmt man auch Aufgaben, von denen man bisher nicht wusste, dass man sie kann, und wächst über sich selbst hinaus. Dabei ist es normal, dass die Umsetzung einzelner Aufgaben zunächst nicht gleich auf Anhieb gelingt. Lernen ist hier auch mit Frustrationsmomenten verbunden, die man aushalten und überwinden muss. Entsprechend wichtig ist es daher, Lernbegleiter*innen an der Seite zu haben, die hier eine moderierende Rolle übernehmen, Wege für die Entwicklung von Lösungsstrategien und der Wissensaneignung aufzeigen können und die Kinder und Jugendlichen in ihrem Vorhaben motivieren. Wichtige *21st Century Skills* wie Kreativität, Kooperation, Innovationsgeist und Kommunikation werden so in

Prototyping-Phase: Gießroboter für die Bewässerung von urbanen, vertikalen Grünanlagen (Foto: Jörg Farys)



zahlreichen Situationen gefordert und gefestigt. Das befähigt die Kinder für einen unbeständigen Arbeitsmarkt und eine hoch wandelbare Gesellschaft (vgl. auch den Beitrag von Schmid in diesem Band).

Innovationskraft und die *Selbstwirksamkeit* stehen in unseren Formaten in einer positiven Feedback-Schleife zueinander und stärken die Kinder und Jugendlichen in ihrem Bewusstsein, dass sie entscheidend dazu beitragen können, Herausforderungen von morgen zu lösen.

2 FORMATE FÜR DEN UNTERRICHT

Doch wie bringt man diese Ansätze mit einem Schulsystem in Einklang, wo Fächergrenzen und traditionelle Bewertungsansätze vorherrschen? Wie geht man mit der steigenden Arbeitslast für die Lehrkräfte und den zusätzlichen Kosten für die Ausstattung um?

Die Antworten hierauf sind so vielfältig wie die Schulen, die sich bereits auf den Weg gemacht haben und für sich individuelle Lösungen gefun-

den haben. So unterschiedlich die Schulen auch sind, eint sie doch eine gemeinsame Haltung: Es ist wichtig, *loszulegen*, gegebenfalls auch in einigen Punkten zu scheitern, daraus zu lernen und einfach *weiterzumachen*.

Wir möchten hier ganz konkrete Beispiele von Schulen vorstellen, die sich auf den Weg gemacht haben und die wir ein Stück mit begleiten durften. Sie stehen stellvertretend für all die guten Ansätze, die wir bisher kennenlernen durften. Damit wollen wir Inspiration geben, von anderen zu lernen und Mut machen, sich selbst auf den Weg zu machen.

BEGEISTERUNG IT – EIN NEUES UNTERRICHTSFACH AB KLASSE 2

In der bilingualen Leonardo da Vinci Gesamtschule in Wolfsburg haben Schulleitung und Grundschullehrkräfte gemeinsam beschlossen, bereits ab Klasse zwei den Kindern kontinuierlich Möglichkeiten einzuräumen, in projektorientierten und erfahrungsbasierten Lernformaten alle 14 Tage zu arbeiten. Hierfür haben wir den Lehrplan des Sachunterrichts in Ko-Kreativitätsworkshops mit den Lehrkräften überarbeitet: Die Lehrkräfte brachten ihre Expertise zu Lerninhalten und dem Erwerb von Kompetenzzielen ein und Junge Tüftler das Know-how, wie die Unterrichtsthemen mit Mitteln der Digitalisierung, Ansätzen des algorithmischen Denkens und des Makings umgesetzt werden können. So wurde zum Beispiel das Thema «Familie», das bisher über Arbeitsblätter bearbeitet wurde, nun mit der Programmier-App Scratch JR umgesetzt, wo die Kinder Geschichten über ihre eigene Familie selber gestalten.

Heraus entstand ein Curriculum für das Fach «Begeisterung IT», das sich über ein gesamtes Schuljahr erstreckt. Parallel wurden die Lehrkräfte in Fortbildungen mit digitalen Werkzeugen vertraut gemacht. Als Unterstützung während des projektbasierten Arbeitens integriert die Schule zudem Schüler*innen der Sek I, die im Rahmen ihrer Wahlpflichtfächer als Mentor*innen mitwirken und ebenfalls vorab fortgebildet wurden. Dies entspannt nicht nur die Lehrkraft, sondern erweist sich auch als starker Mehrwert für die Älteren, die durch ihre Mentor*innenfunktion die Rolle der lehrenden Person einnehmen und hier lernen, Verantwortung zu übernehmen.

Und auch die Primarschüler*innen profitieren: Nicht nur, dass es sich durch den Peer-Learning-Ansatz leichter lernen lässt; durch die Arbeit in Kleingruppen werden zudem sprachliche Hürden einzelner Kinder leichter abgebaut, was zur allgemeinen verbesserten Sprachfähigkeit beiträgt.

Der Erfolg des Projekts setzt sich von Schuljahr zu Schuljahr fort, weshalb bereits eine Fülle von projektbasierten Unterrichtsabläufen von Klasse 2 bis 5 entstanden sind.



Begeisterung IT: Grundschüler*innen und Oberstufenschüler*innen in einem gemeinsamen Peer-Learning-Ansatz
(Foto: Anina Behm)

Dass die entstandenen Unterrichtskonzepte unter OER frei zugänglich sind (vgl. TueftelAkademie 2019), hat sich eine weitere Grundschule in Wolfsburg zunutze gemacht. Sie verwendet die Materialien in abgeänderter Weise im Rahmen von Nachmittagsangeboten für interessierte Kinder der 3. und 4. Klasse und probiert passende Inhalte für den Unterricht aus. Wenn Teile in den Unterricht im Rahmen von Projektarbeit integriert wer-

den, dann sind die *Digi-Experten* aus der Schul-Arbeitsgemeinschaft eine gute Stütze und können den Mitschüler*innen helfen. Das stärkt neben der Verankerung des Wissens auch die sozialen Kompetenzen.

PROJEKTWOCHEN IN DER SEKUNDARSTUFE I

Mit einem Braunschweiger Gymnasium veranstalten wir jedes Jahr eine Projektwoche für die Sek I, um ihr digitales Profil zu schärfen unter der Thematik «Code und Bewegung». Dabei wird die Schule von einem regional ansässigen Unternehmen unterstützt, was neben finanziellen Mitteln auch eigene Azubis für die Projektwoche mit zur Verfügung stellt. Um hier klar zu verdeutlichen, dass die Veranstaltung einen hohen pädagogischen Mehrwert für die Schüler*innen besitzt, liegt die Konzeption und Durchführung bei Junge Tüftler. Ebenfalls werden die Azubis im Vorfeld in pädagogischen Methoden und Inhalten geschult, um während der Projektwoche unterstützen zu können.

Die Projektwoche ist für die Schüler*innen sehr bereichernd, da sie an Themen mit hohem Realitätsbezug arbeiten und direkt mit Azubis aus der Arbeitswelt ins Gespräch kommen. Auch für die Auszubildenden ist der Austausch gewinnbringend, da sie wichtige Erfahrungen im Mentoring und der Führung von Menschen sammeln und ebenso ihre Kompetenzen in der Kommunikation und der Verantwortung anderen gegenüber ausbauen. Auch für die Lehrkräfte bedeutet die Woche eine große Bereicherung: Sie selbst erleben als Lernende im Sinne des *Learning-on-the-job*, wie der eigene Fachunterricht aus ganz anderer Perspektive aufbereitet werden kann: Dabei findet das Projekt großen Anklang auch über die MINT-Fächer hinaus bis hin zu Sprachen und Sport. Da sowohl die verwendeten Geräte als auch die entwickelten Materialien im Anschluss der Schule geschenkt werden, ist auch die Basis für die weitere Arbeit und Fortführung des Erlernen geschaffen.

MAKE-A-DAY FÜR 150 SCHÜLER*INNEN

Im Rahmen der EU CodeWeek gelingt es dem Lessing Gymnasium in Uelzen jedes Jahr, einen Maker-Day für 150 Schüler*innen der 5. Klassen zu organisieren. Ermöglicht durch Spenden im Rahmen der EU CodeWeek und durch Unterstützung von lokalen Förderern, engagieren sich jedes Jahr über 30 Mentor*innen und Initiativen, um gemeinsam mit den Kindern in

verschiedenen Workshops zu tüfteln, zu bauen und zu programmieren und damit einen einzigartigen Projekttag umzusetzen. Auch die älteren Jahrgänge unterstützen hier als Mentor*innen. Somit leistet der Projekttag neben den fachlichen Inhalten auch einen nachhaltigen Beitrag für die Integration der «neuen Fünftklässler» in die Schulgemeinschaft. Der im Anschluss stattfindende Vernetzungstag für Lehrkräfte aus benachbarten Schulen bietet zudem ein Austauschformat, um gemeinsam Ansätze zu entwickeln, das Erlebte auch in den täglichen Unterricht aufzunehmen.

Ob im Nachmittagsangebot, als Projektwoche oder regelmäßig im Unterricht: Die Beispiele zeigen, dass eine gute Integration von Making-Aktivitäten in Schule eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten darstellen kann, wenn sie entsprechend pädagogisch moderiert und begleitet werden – und dabei die Grenzen zwischen Schule und Freizeit bzw. Lernen und Spielen allmählich verschwimmen. Damit findet eine stärkere Verankerung des Gelernten in die Lebenswelt statt: Das Gelernte erhält eine stärkere Sinnhaftigkeit und einen höheren Realitätsbezug.

3 WIE WERDEN LEHRKRÄFTE BEFÄHIGT?

Aufgrund der hohen Nachfrage und dem steigenden Interesse an unserer Arbeitsweise, haben wir ein Fortbildungsformat entwickelt, um Lehrkräfte und Multiplikator*innen zu befähigen, eigene Veranstaltungen durchzuführen und selbstständig Inhalte zu entwickeln. Auch hier bleiben wir unserem Ansatz des «Lernens durch Begreifen» treu und merken, dass das Interesse an dem Thema Digitalisierung genauso schnell entfacht werden kann wie bei Kindern. Der entscheidende Aspekt ist die Einstellung, die die Teilnehmenden mitbringen: Die *Offenheit etwas Neues zu lernen* und sich auf das Erlebnis einzulassen, sind essentiell für eine erfolgreiche Fortbildung.

Dabei achten wir in den Fortbildungen neben praktischen *Anwendungen* ebenso auf die *kontextuelle Anbindung an die Rahmenlehrpläne*. Hier denken wir über Fächergrenzen hinweg, denn die sinnvolle Auseinandersetzung mit Fragen beispielsweise zu Digitalisierung, Robotik und Künstlicher Intelligenz ist nur ganzheitlich möglich. Das heißt, dass eine Kombination von Methoden und Werkzeugen der unterschiedlichen Fächer und Disziplinen (also den urteilsbildenden, kreativen und naturwissenschaftli-



Lehrkräfte in einer Fortbildung beim Tüfteln mit Robotik-Kits und OER-Materialien (Foto: Andi Weiland)

chen Fächern) essentiell ist, um sich mit diesen Themen auseinanderzusetzen. Dieser *fächerverbindende* Ansatz ist zudem förderlich für die nachhaltige Verankerung von Wissen und dient der Entwicklung von 21st Century Skills. Gleichwohl birgt er für die Lehrkräfte eine erhöhte Herausforderung, da sie sich aus ihrem Fachgebiet herausbewegen und in Gebiete vorstoßen, in denen sie selbst nicht mehr über Expertenwissen verfügen. Genau hier gilt es die Lehrer*innen zu sensibilisieren, selbst wieder in die *Rolle des Lernenden* zu wechseln und Strategien zum Wissenserwerb aufzuzeigen, die ein lebenslanges Lernen unterstützen. Damit einher geht ein verändertes Selbstverständnis über die eigene Rolle im Unterricht: Es ist nicht (länger) entscheidend, auf jede Frage der Schüler*innen eine Antwort zu haben; vielmehr geht es um eine *moderierende Rolle*. Die Lehrkraft begleitet mit Hilfe von Werkzeugen und Methoden den ergebnisoffenen Lernprozess und zeigt

Wege und Strategien auf, um Lösungen zu finden, die weder sie noch die Schüler*innen zunächst kennen.

Hierbei spielen *offen zugängliche Unterrichtsmaterialien* (Open Educational Resources, kurz: OER) eine wesentliche Rolle. Es gibt bereits eine große Anzahl an Plattformen, die Unterrichtsabläufe und Materialien zur Verfügung stellen und die für die Lehrkraft einen Anhaltspunkt bieten, wie ein projektbasierter Unterricht aufgebaut sein kann und welche Materialien hierfür benötigt werden. Für die einzelnen Lehrkräfte heißt das, die zur Verfügung stehenden Materialien nach Qualität und Eignung auszuwählen und anzupassen. Hierbei ist es empfehlenswert, Inhalte zu wählen, die neben dem Aspekt der *Bildung in einer digitalen Welt* sich zudem inhaltlich an Fragestellungen zur *Bildung für nachhaltige Entwicklung* orientieren. Beide Themen sind geforderte Lehrplaninhalte und lassen sich sinnstiftend in forschende Lernformate umsetzen (vgl. unter anderem tueftelakademie.de, digibits.de, edulabs.de, dl-lab.org, roberta-home.de/lehkraefte).

4 WOHER BEKOMMT MAN TECHNIK UND WERKZEUGE?

Neben den Inhalten spielt ebenso die technische Ausstattung eine wesentliche Rolle, da nur so ein Wissen über die Funktionalität erworben werden kann, das notwendig ist für ein tiefgreifendes Verständnis. Doch auch wenn gar keine oder nur eine geringe Ausstattung vorhanden ist, kann man bereits erste Schritte gehen. Viele der Übungen, die wir zu Beginn unserer Veranstaltungen einsetzen, um zunächst ein grundlegendes Verständnis für algorithmisches Denken aufzubauen, funktionieren analog. Hierfür reichen meist Stift und Papier (vgl. Code o.J.). Für eine intensivere Auseinandersetzung sind dann auch Computer, Tablets, Microcontroller, Roboter notwendig. Auch hier haben wir die Erfahrung gemacht, dass Schulen sehr kreative Wege für deren Anschaffung finden. Diese lassen sich in drei Kategorien einteilen: Besitz, Leihe und Nutzung.

BESITZ

Die Schule mit eigener Technik auszustatten, ist ein naheliegender Weg. Hierbei ist zu beachten, dass es einen guten Medienentwicklungsplan bedarf, um sinnvolle Investitionen zu tätigen. Auch die Lebenszyklen von Geräten und deren Wartung bedeuten einen finanziellen Aufwand, den es zu be-

rücksichtigen gilt. Um die eigene Schule mit notwendigen Materialien auszustatten, nutzen einige Elternfördervereine, andere greifen auf Sponsoring von lokalen Unternehmen zurück, wenn es keine klare Finanzierungsstrategie seitens der Behörden gibt.

LEIHE

Ein zunehmender Trend ist es, dass Bibliotheken und Medienzentren ihr Angebot um digitale Werkzeuge erweitern (zum Beispiel die Stadtbibliothek Köln, die Universitätsbibliothek Dresden oder die Zentrale Landesbibliothek in Berlin). So finden sich in den Häusern bereits 3D-Drucker, Tablets oder Microcontroller zur Ausleihe sowie zur Nutzung vor Ort. Aber auch offene Werkstätten (vgl. <https://www.offene-werkstaetten.org>) und Fablabs sowie die Einrichtungen des Roberta-Netzwerkes sind oft gut ausgestattet und stellen ihre Ausstattung für edukative Zwecke auf Anfrage zur Verfügung. Gleichzeitig findet man hier oft Ansprechpartner, die bei Fragen gern weiterhelfen. Zudem gibt es vereinzelt auch lokale Lösungen und Angebote (zum Beispiel die Hackingbox in Berlin, die Klassensätze von Microcontrollern verleiht; aber auch Gemeindehäuser verfügen zum Teil über Ausstattungen, die sie verleihen).

Die Leihe von Technik ist von Vorteil, wenn sich eine Schule noch nicht ganz sicher in der Anschaffung ist. Über die Leihe können *Erfahrungen gesammelt werden*, ohne zunächst Investitionen tätigen zu müssen. Für diesen Fall sind auch Fortbildungen für das Kollegium sinnvoll, in denen mit verschiedenen Werkzeugen experimentiert wird und sich so ein Bild für einen tiefgreifenden Medienentwicklungsplan schärft.

NUTZUNG VON AUSSERSCHULISCHEN LERNORTEN

Einige der Orte, an denen man Technik ausleihen kann, bieten auch Veranstaltungen für Schulen und Lehrkräfte an. Zusätzlich sind Museen, Science-Center und Schülerlabore an Universitäten zu erwähnen, die an Vormittagen oft einschlägige Angebote durchführen. Außerdem gibt es lokale, gute Lösungen, die von Schulen der Region in Anspruch genommen werden können. Hier gilt es unter anderem den Coding Hub in Düsseldorf (Coding o.J.), das mobile FabBus-Angebot der FH Aachen (Fabbus o.J.), die Junioruni in Wuppertal (Wuppertal o.J.) oder auch das FabMobil aus dem sächsischen Raum (Fabmobil o.J.) zu nennen.

5 WIE KANN EINE BEWERTUNG DER LEISTUNGEN AUSSEHEN?

Sobald Lösungen hinsichtlich der technischen Ausstattung gefunden wurden, stellt sich oft die Frage nach der Bewertung: Wie kann ich projektbasiertes Arbeiten bewerten? Welchen Maßstab lege ich an? Was sind die Bewertungskriterien? Welche Noten vergebe ich?

Die Bewertung von Kompetenzen lässt sich nicht so leicht in ein Bewertungsraster einstufen, wie es bei der reinen Abfrage von Wissen möglich ist. Im Gegensatz zu: *richtig* oder *falsch*, gibt es *bei dem forschenden Lernen immer mehrere Lösungen*. Hier steht der Lernende als individuelle Persönlichkeit im Mittelpunkt. Das stellt die Lehrenden vor neue Herausforderungen: Wie misst man, ob ein Kind kreativ, kooperativ oder kritisch hinterfragend gearbeitet hat?

Neben den bisher in Schulbewertungssystemen oft berücksichtigten Aspekten der sprachlich-linguistischen und logisch-mathematischen Intelligenz, ist es ebenso wichtig Aspekte der *emotionalen Intelligenz* bei der Bewertung mit in Betracht zu ziehen (vgl. Bohl 2013). Hierfür gilt es, vor allem die Entwicklung der Lernenden zu berücksichtigen: Welche individuellen Lernfortschritte wurden erzielt? Wie ging die Lernende auf Ratschläge ein? Wurde das Lernen gelernt, also das Entwickeln von eigenen Strategien zur Wissensaneignung? War es dem Einzelnen möglich, auf Herausforderungen in seiner Gruppe einzugehen und gemeinsam einen Konsens zu finden?

Als strukturierende Grundlage kann hier der *Kreativitätsprozess* bzw. *Design Thinking Prozess* dienen, der allen Lernformaten zugrundeliegt (vgl. Smith et al. 2016; vgl. den Beitrag von Lukas Schmid in diesem Band; vgl. auch den Beitrag von Hampson und Marx in diesem Band). Unterteilt in die einzelnen Phasen der Recherche, der Ideenentwicklung, des Prototypings und der Präsentation kann anhand der einzelnen Phasen ein Bewertungsgerüst entwickelt werden: Wie ist es der Gruppe gelungen, gemeinsam Ideen zu entwickeln? Wie wurde mit Fehlern bei der Umsetzung des Prototypen umgegangen? Waren sie fähig, ihre Ergebnisse weiterzuentwickeln und wiederholend zu testen, um eine Lösung zu entwickeln? Wie haben die Schüler*innen ihre Ergebnisse präsentiert? War das Vorgestellte leicht verständlich?

Darüber hinaus gibt es weitere vielversprechende Ansätze, die sich an den Kompetenzen der 21st Century Skills orientieren: Der *Portfolio-Ansatz*



bietet beispielsweise weitere Anregungen, um fächerverbindendes, projektorientiertes Arbeiten zu bewerten und mit dem *4P-Modell* können verschiedene Facetten des Kreativitätsbegriffs in den Blick genommen werden. Hierbei werden vor allem die Aspekte der Person, des Produktes, des Prozesses und der Umgebung (place) auf die Auswirkung von Kreativität betrachtet (vgl. Seidl 2017; vgl. den Beitrag von Feurle und Maurer in diesem Band).

Die veränderte Rolle der Lehrkraft wird auch hier deutlich: Um bei diesen Bewertungsmethoden zu einer qualifizierten Beurteilung zu gelangen, ist eine *intensive Interaktion des Lehrenden mit den Schüler*innen* notwendig, sei es in Form von begleitender Unterstützung oder freiem Feedback. So kommt der Lernende viel stärker in die Selbstverantwortung und kann die eigene Arbeit ständig verbessern, bis ein bestmögliches Ergebnis erreicht ist. Im Fokus der Bewertung steht also nicht länger das Resultat, sondern vielmehr der Prozess, wie der Lernende zu seinen Ergebnissen gekommen ist, welche persönliche Entwicklung er hierbei erfahren hat und welche Kompetenzen und Fertigkeiten dabei gestärkt wurden.

6 AUSBLICK

Neue Lernansätze des Makings bieten Antworten auf die Frage, wie zeitgemäßes Lernen funktionieren kann. Damit einher gehen jedoch auch große Herausforderungen hinsichtlich der Fragen, wie sich projektbasierte Lernformate im Unterricht umsetzen lassen, wie Lehrkräfte hierfür befähigt werden können, wie man Zugang zu den notwendigen Werkzeugen erhält oder auch wie die neuen Formate bewertet werden können. Die Antworten auf diese Herausforderungen sind so vielfältig wie die Schullandschaft selbst.

Zusammenfassend lässt sich jedoch ein *wesentlicher Erfolgsfaktor* für die nachhaltige Etablierung herauskristallisieren: Es braucht eine *offene und bejahende Einstellung* seitens Schulleitung und Lehrkräfte, sich auf neue Ansätze einzulassen und wieder in die Rolle des Lernenden zu begeben. So kann gemeinsam mit dem Kollegium und unter Einbezug der Schüler*innen eine Vision für die Integration neuer Bildungsformate in die Schule entwickelt werden und darauf aufbauend können zielorientierte Schritte hinsichtlich der benötigten Fortbildungen und Materialien erarbeitet werden – und dann: *#einfachmachen*.

LITERATUR

- Bohl, Thorsten (2013). Neuer Unterricht – neue Leistungsbewertung.
In: Schulverwaltung Spezial. 14. Jg./Heft 1. S. 4–7.
- Code. «Unplugged». <https://code.org/curriculum/unplugged>
[letzter Zugriff: Mai 2019].
- Coding. «Codinghub». <https://coding-for-tomorrow.de/>
[letzter Zugriff: Mai 2019].
- FabBus. «FabBus». <http://www.fabbus.fh-aachen.de/>
[letzter Zugriff: Mai 2019].
- FabMobil. «FabMobil». <http://fabmobil.org/> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Schön, Sandra (2015). Making mit Kindern und pädagogische
Bezüge. In: Medien-in-Schule, DIY und Making – Gestalten mit
Technik, Elektronik und PC. S. 9–11.
- Seidl, Tobias (2017). Kreativität als (Aus-)Bildungsziel in Makerspaces.
- Smith, Rachel Charlotte / Iversen, Ole Sejer / Veerasawmy, Rune (2016).
Impediments to digital fabrication in education:
A study of teachers' role in digital fabrication. In: International
Journal of Digital Literacy and Digital Competence.
Volume 7, Issue 1. pp. 33–48.
- TueftelAkademie (2019). Materialsammlung. [http://tueftelakademie.de/
materialsammlung](http://tueftelakademie.de/materialsammlung) [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Wuppertal (2019). JuniorUni. [https://www.wuppertal.de/kultur-bildung/
junioruni/index.php](https://www.wuppertal.de/kultur-bildung/junioruni/index.php) [letzter Zugriff: Mai 2019].

GEMEINSAM DIE WELT VERBESSERN Soziale Innovation und Maker-Education

Eva-Maria Hollauf,
Sandra Schön

ABSTRACT

Die Autorinnen bauen die Brücke zwischen Making und Entrepreneurship Education nach europäischer Prägung, der es nicht darum geht, monetarisierbare Produkte zu schaffen, sondern zukünftige Weltgestalter*innen und Sozialinnovator*innen zu fördern. Es werden drei ausgewählte Making-Ansätze aus dem Horizon 2020 Projekt «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world» vorgestellt. Dabei werden jeweils die Bezüge zur sozialen Innovation, zum Making und zur Integration der Projekte in den Schulkontext herausgearbeitet.

ÜBER DIE AUTORINNEN

Eva-Maria Hollauf ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im InnovationLab der Salzburg Research Forschungsgesellschaft (A).

Sandra Schön ist Koordinatorin der H2020-Initiative «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world» an der Salzburg Research Forschungsgesellschaft (A).

GEMEINSAM DIE WELT VERBESSERN

Kinder und Jugendliche im Alter von 6 bis 16 Jahren sind die Zielgruppe des Horizon-2020-Projekts «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world» (2017-2020), das von der Europäischen Union kofinanziert wird (<http://doit-europe.net>, 10/2017-09/2020, H2020-770063; Schön et al. 2018). DOIT verfolgt und prüft den Ansatz, dass soziale Innovationen im MakerSpace-Umfeld authentische Lernerfahrungen ermöglichen, die den zukünftigen Unternehmergeist und den Ehrgeiz fördern, gemeinsam eine (bessere) Welt zu gestalten. Die DOIT-Initiative bezieht sich auf die Erfahrungen der frühen Entrepreneurship-Bildung, der Entwicklung von sozialen Innovationen und der Maker Education (vgl. Schön et al. 2019; vgl. Hornung-Prähauser et al. 2018). Ziel von DOIT ist es, einen neuartigen Lernansatz zu entwickeln und zu testen und die erprobten Abläufe und Aktivitäten in so genannten *Werkzeugkisten* für Kinder sowie für potenzielle Anbieter*innen von entsprechenden Projekten zu veröffentlichen. Dabei will DOIT auch von bestehenden ähnlichen Konzepten und Erfahrungen lernen.

In diesem Beitrag werden wir systematisch drei bestehende Ansätze für junge Sozialinnovator*innen in MakerSpaces analysieren. Die Gemeinsamkeit dieser Ansätze besteht darin, dass digitale Technologien oder traditionelle Werkzeuge eingesetzt werden und dass es um die Entwicklung von Prototypen und Objekten wie Maschinen oder Anwendungen geht. Die Projekte stammen aus dem deutschsprachigen Raum und werden als Fallstudien, die auf Projektbeschreibungen und Experteninterviews aufbauen, strukturiert beschrieben. Zuerst werden wir eine kurze Einführung in unser Verständnis von Erziehung zur sozialen Innovation und früher Erziehung zum unternehmerischen Denken und Handeln und Maker Education geben.

1 SOZIALE INNOVATION, UNTERNEHMERISCHES DENKEN, MAKER EDUCATION

DOIT's Ansatz versucht die frühe Bildung zum unternehmerischen Handeln durch die Kombination mit der Erziehung zur sozialen Innovation in MakerSpace-Settings neu zu gestalten. Wir möchten zunächst klären, was wir bei DOIT unter diesen Begriffen verstehen.

Zunächst bezeichnen wir mit «Bildung zu sozialen Innovationen» (im Englischen wird der Begriff «Social Innovation Education» verwendet) die Idee, zukünftige soziale Innovator*innen auszubilden: Sie entwickeln Lösungen für soziale Bedürfnisse und gesellschaftliche Probleme, so genannte soziale Innovationen, die sowohl Produkte als auch neue Prozesse umfassen. Ein Markenzeichen sozialer Innovationen ist die Notwendigkeit, dass sie von den betroffenen sozialen Gruppen akzeptiert werden (vgl. Hochgerner 2012). Bei der Entwicklung von sozialen Innovationen kommen oft Methoden des «Design Thinking» zum Einsatz (vgl. dazu auch den Beitrag von Schmid in diesem Band), wenn zum Beispiel systematisch Probleme und mögliche Lösungen analysiert oder kreative Ideen verfeinert werden.

Lackéus (2015) gibt einen Überblick über die Vielfalt der «Early Entrepreneurship Education», über die Unterschiede in der Bedeutung, den Lernzielen und Ansätzen in den verschiedenen europäischen Ländern. Er schlägt den Begriff (early) «Entrepreneurial Education» für Ansätze vor, die sich auf die Fähigkeiten und Interessen der Kinder konzentrieren und ihnen die Möglichkeit geben, die (zukünftige) Welt zu gestalten. (Früh-)unternehmerische Bildung in Europa kann als «Maßnahme angesehen werden, die es zukünftigen Bürger*innen ermöglicht, die Gesellschaft, gesellschaftliche Prozesse und Entwicklungen zu gestalten» (Schön et al. 2017, hier ins Deutsche übertragen). Anders als zum Beispiel bei vielen Vertreter*innen aus dem US-amerikanischen Raum geht es im europäischen Kontext also nicht darum, zukünftige Millionäre, sondern (zukünftige) Weltgestalter*innen zu fördern.

Die Maker Education folgt schließlich der Idee, in MakerSpaces zu lernen und zu lehren, die sich nicht nur durch die Verfügbarkeit von (digitalen) Werkzeugen, sondern auch durch offene Lern- und Arbeitsstrukturen auszeichnen. Im Rahmen dieses Lern- und Lehransatzes werden konkrete oder virtuelle Produkte alleine oder in Zusammenarbeit mit anderen entwickelt und konstruiert; wobei nicht immer, aber auch digitale Werkzeuge verwendet werden (vgl. Schön/Ebner/Kumar 2014). Das Herstellen als konstruktive Tätigkeit ist ein theoretisch und historisch fundiertes Prinzip für erfolgreiches Lernen, zum Beispiel im Begriff des «Learning by Making (Doing)» (Papert/Harel 1991).

2 FALLBEISPIELE AUS DEM DEUTSCHSPRACHIGEN EUROPA

Im Folgenden werden drei Fallbeispiele vorgestellt, die mit Hilfe von Expert*innen-Interviews im Juli 2018 mit den relevanten Personen entstanden. Wir beschreiben die Projekte bzw. deren Ansätze und Erfahrungen in einheitlicher Struktur. Die Projekte wurden ausgewählt, weil sie auf umfangreichen Erfahrungen aufbauen und Informationen bzw. Materialien wie Handbücher bereitstellen. Unsere Analyse umfasste auch «WILMA» in Lustenau (AT, Kinder entwickelten Prototypen mit UN-Nachhaltigkeitszielen), das jedoch in diesem Buch ausführlich dargestellt wird: Wilma Handbuch 2018 (vgl. auch den Beitrag von Hampson/Marx in diesem Band). Wir haben daher darauf verzichtet, das Projekt hier darzustellen.



WILMA
Handbuch

FALLBEISPIEL A: MAKE YOUR SCHOOL – EURE IDEENWERKSTATT

Name des Projekts:	Make Your School
Organisation:	Initiiert und organisiert durch Wissenschaft im Dialog: www.wissenschaft-im-dialog.de Unterstützt durch die Klaus-Tschira Stiftung www.klaus-tschira-stiftung.de
Erfahrungen (Zahl der Kinder, Evaluationsergebnisse):	In der Pilotphase (Schuljahr 2016/2017) wurde das Format an fünf Schulen in ganz Deutschland getestet. Aufgrund der positiven Reaktionen stieg die Anzahl der Workshops 2017/2018 auf neun. In den Jahren 2018/2019 finden 26 Hackdays statt. Pro Hackday-Veranstaltung nehmen 25 bis 50 Kinder ab der 8. Klasse teil.
Der Ansatz in einem Satz:	In außerschulischen Veranstaltungen werden Kinder ab der 8. Klasse ermutigt, Ideen zur Verbesserung und Mitgestaltung ihrer Schulumgebung mit Hilfe digitaler und technischer Hilfsmittel zu entwickeln.
Quellen für diese Fallbeschreibung:	Website: http://www.makeyourschool.de/ Interview mit Laura Krauß (Projektmanagerin bei «Make Your School») Handbuch: https://www.makeyourschool.de/wp-content/uploads/2018/10/mys_handbuch_2.auflage_digital.pdf Werkzeugkoffer: http://www.makeyourschool.de/koffer/



Handbuch



Werkzeugkoffer

Allgemeine Beschreibung der Hintergründe und Ziele

Das Projekt «Make Your School» wurde im Jahr 2016 von Wissenschaft im Dialog – einer Initiative der deutschen Wissenschaft – initiiert und wird von der Klaus Tschira Stiftung unterstützt. Das Projekt organisiert so genannte *Hackdays*. Kinder ab der 8. Klasse werden ermutigt, über Ideen zur Verbesserung und Mitgestaltung ihrer Schulumgebung mit Hilfe digitaler und technischer Hilfsmittel nachzudenken. Die *Hackdays* sind außerschulische Veranstaltungen, die zwei bis drei Tage lang in Schulen stattfinden. Durch Teamarbeit können die Kinder von der Kreativität, den Programmier- oder Designfähigkeiten der anderen lernen. Die Heterogenität der Schulkinder ermöglicht es, unterschiedliche Fähigkeiten in die Gruppenarbeit einzubinden. «Make Your School» stellt den Jugendlichen die technischen und digitalen Werkzeuge zur Verfügung, um ihre Ideen umzusetzen. Darüber hinaus unterstützen speziell für die Lehrkräfte entwickelte Workshop-Materialien sowie Mentor*innen den Ideenfindungsprozess. Durch die bereitgestellten Werkzeuge können die Kinder auch leicht in das Programmieren eingeführt werden. Der Erwerb von Problemlösungs- und Anwendungskompetenz sowie die enge Zusammenarbeit im Team stärkt ihr Bewusstsein dafür, dass sie gemeinsam aktiv mitgestalten und etwas bewegen können. Das Ziel von «Make Your School» ist es, Teamarbeit, Problemlösefähigkeit und die Fähigkeit zur selbständigen Arbeit zu fördern. Darüber hinaus ist es wünschenswert, aber nicht Bedingung für die Teilnahme, die Prototypen und Ideen der Kinder so weit wie möglich mit Hilfe von lokalen Unterstützer*innen umzusetzen. Eine detaillierte Beschreibung aller Aufgaben findet sich im Handbuch.

Struktur und Zeitplan

Die Veranstaltung gliedert sich in drei Phasen: die *Vorbereitungsphase* startet bereits 12 Wochen vor dem eigentlichen *Hacking-Event*, auf welches eine Nachbereitungsphase folgt («make it start, make it happen, make it last»). Organisatorische Fragen werden in der Vorbereitungsphase bearbeitet (zum Beispiel Räume, Verantwortlichkeiten, Zeiten, Mitarbeiter*innen, Catering). Alle Materialien, Mentor*innen und auch das Catering werden von «Make Your School» bezahlt. Die Arbeitsphase umfasst die eigentlichen *Hackdays*. Mentor*innen erklären den Prozess und das Thema, dann beginnen die Kinder mit der Ideenfindung und dem Teambuilding. Jede Projektschule erhält

Materialkisten und ein Budget für zusätzlich benötigte Materialien. Anschließend beginnt die eigentliche Arbeitsphase, die *Hacking-Phase*. In der Arbeitsphase präsentieren die Teams ihre Prototypen und Ideen. Die Nachbereitungsphase befasst sich dann mit der Nachhaltigkeit der Projekte. Bei Fragen während der Veranstaltung stehen Mentor*innen zur Verfügung. Sie unterstützen die Schüler*innen dabei, die Herausforderungen anzunehmen und Probleme selbst zu lösen. In erster Linie haben die Lehrer*innen die Aufsichtsfunktion und greifen nicht aktiv in den *Hacking-Prozess* ein.

Rolle der sozialen Innovation

Die Kinder werden angeregt, ihre Umwelt aktiv mitzugestalten. Der Prozess, in dem dies geschieht, basiert auf der sozialen Innovationsspirale (vgl. Murray et al., 2010). «Make Your School» verfolgt die Idee, dass die Schüler*innen nach der eigentlichen Veranstaltung weiter an ihren Hacks arbeiten, zum Beispiel in Arbeitsgruppenformaten, in lokalen MakerSpaces oder in Jugendforschungsprojekten. Natürlich sind Ideen auch dort willkommen, wo keine Fortsetzung oder nachhaltige Entwicklung von vornherein möglich ist. Der Fokus liegt auf dem Arbeiten nach dem *Versuch-und-Irrtums-Prinzip*.

Rolle des Making und des MakerSpaces

Ziel des Projekts ist es, die Routine des Schulunterrichts zu durchbrechen und eine kreative Atmosphäre mit offenen Lernumgebungen zu schaffen. In diesem offenen Umfeld haben die Schüler*innen die Möglichkeit, auch Ideen umzusetzen, die unkonventionell erscheinen. Es gibt keine Bewertungen oder Klassifizierungen von Ideen – weder während noch nach der Veranstaltung. Im Vordergrund der offenen Werkstattatmosphäre steht die unabhängige Planung und Umsetzung der Hacks im Team. Die Jugendlichen müssen selbstständig Arbeitspakete entwickeln, definieren und diese den Teammitgliedern zuweisen. Schnell wird klar, dass alle Kompetenzen im Team benötigt werden. Wie die Zeitplanung erfolgt, bleibt den Teilnehmer*innen überlassen. Sie entscheiden selbst, wie viel Zeit sie mit welcher Aufgabe verbringen (zum Beispiel werden Pausenzeiten von ihnen selbst gewählt). Es liegt auch an den Jugendlichen, die Materialien für das *Hacking* auszuwählen, und sie müssen kreativ werden, wenn bestimmte Materialien nicht verfügbar sind. Vorkenntnisse sind für die «Make Your School» *Hackdays* nicht erforderlich. Auch wenn die Schüler*innen vorab keinen Zugang

zur Programmierung und zum Hacken hatten, können sie sich durch Tutorials selbstständig über alles informieren – der Schwerpunkt liegt auf dem Ausprobieren. Das offene Umfeld schafft auch die Schwierigkeit, dass die Motivation von den Jugendlichen kommen muss. Ohne eigene Motivation gibt es kein Ergebnis.

Integration in den schulischen Kontext

Die Fortsetzung solcher Hacker-Aktivitäten durch Makerdays oder Arbeitsgruppen in der Schule wird vom Projekt angestrebt. Während der Projektlaufzeit müssen Schüler*innen und Lehrer*innen vom regulären Unterricht ausgenommen werden, weshalb die Umsetzung des Projekts in das normale Schulleben eine organisatorische Herausforderung für die Lehrer*innen darstellt. Alternativ kann das Format auch in festen Projektwochen der Schule angeboten werden.

Es stellte sich heraus, dass alle Schulen, die bereits im Schuljahr 2017/2018 Hackdays veranstaltet haben, auch im kommenden Schuljahr Hackdays organisieren werden. Deshalb wird «Make Your School» ein integraler Bestandteil des Schuljahres und etabliert sich als Schulangebot. Die Überzeugung der Schulleitung, die jedes Schuljahr einen Antrag als Projekt-schule stellt, ist dabei ein relevanter Teil. Schulen, die bereits Hackdays organisiert haben, können jedes Jahr an dem Projekt teilnehmen. Dieses Angebot wird von der Mehrheit der Schulen angenommen, was zeigt, dass die teilnehmenden Schulen eine langfristige Umsetzung des Projekts im Schulalltag generell für wünschenswert halten. Es ist jedoch nur bedingt möglich, dass eine Schule das Projekt selbstständig durchführt, da die Bereitstellung der Mentor*innen und der umfangreichen Ressourcen und Materialien durch das Projektteam unerlässlich ist.

Ergebnisse und Erfahrungen

Für das Schuljahr 2018/2019 waren insgesamt 20 Hackdays geplant. Aufgrund der großen positiven Resonanz wurde beschlossen, die Zahl auf 26 zu erhöhen, um mehr Schulen in das Projekt einbeziehen zu können. In 12 von 16 Bundesländern finden Hackdays-Veranstaltungen statt. Besonders erwähnenswert ist, dass alle Schulen aus den vergangenen Projektjahren wieder teilnehmen, da unter anderem Schüler*innen aus anderen Jahren ausdrücklich darum gebeten haben, im kommenden Jahr teilnehmen zu dürfen.

CASE STUDY B: BAUT EURE ZUKUNFT

Name des Projekts:	Baut eure Zukunft
Organisation:	«Baut Eure Zukunft» ist eine gemeinsame Initiative von Social Impact (https://socialimpact.eu/), der Deutschen Bank (https://www.deutsche-bank.de/pk.html) und der Deutsche Bank Stiftung (https://www.deutsche-bank-stiftung.de/)
Erfahrungen (Zahl der Kinder, Evaluationsergebnisse):	Seit Beginn der Initiative im Jahr 2017 wurden bereits 64 Projekte auf der Website hochgeladen (Stand April 2019).
Der Ansatz in einem Satz:	Es handelt sich um ein sechsstündiges Unterrichtskonzept für Schulen oder Jugendeinrichtungen, das sich darauf konzentriert, Probleme im Schulalltag junger Menschen mit Hilfe einer digitalen Toolbox mit Anleitung anzugehen.
Quellen für diese Fallbeschreibung:	Website: https://baut-eure-zukunft.eu/toolbox → Toolboxes/Handbuch (Zum Herunterladen auf der Website) Materialsammlungen (Mobbing, Zukunftsangst, Gewalt und Armut) werden zum kostenfreien Download auf der Website angeboten.



Allgemeine Beschreibung der Hintergründe und Ziele

Ziel des Projekts ist es, dass die teilnehmenden Kinder lernen, sich alltäglichen Herausforderungen wie Mobbing, Armut, Gewalt oder Zukunftsangst zu stellen und sie erfolgreich zu bewältigen. Darüber hinaus kann das Projekt Kindern helfen, ihr Einfühlungsvermögen für andere sowie ihre sozialen und kollaborativen Kompetenzen zu stärken. Das Konzept basiert auf dem Modell des Design Thinking und besteht aus sieben Phasen. In der ersten Phase lernen die Kinder in einem Video die angewandte Methode kennen. Sie bilden Teams, legen die Regeln fest und schaffen einen kreativen Arbeitsraum. Ziel der zweiten Phase ist es, die Herausforderung zu verstehen, indem man etwas für das Thema recherchiert und mit den gegebenen Informationsmaterialien arbeitet. Weiter führen die Gruppen Interviews mit Personen, die von einem bestimmten Problem betroffen sind, damit sie Em-

pathie aufbauen und das Problem besser verstehen können. In der vierten Phase werden die Ergebnisse der Interviews ausgewertet und in der fünften Phase Ideen für mögliche Lösungen entwickelt. In der nächsten Phase erstellen die Gruppen Prototypen, um ihre Lösungen zu präsentieren. In der siebten und letzten Phase präsentieren die Gruppen ihre Prototypen und können ihre Projekte auf der Website hochladen. Hier entstehen beispielsweise Stop-Motion-Videos, App-Prototypen aus Papier oder Fotostories.

Struktur und Zeitplan

Die Materialsammlung für Lehrer*innen bietet ein sechsstündiges Konzept, die einen Zeitplan, Texte, Videos, Arbeitsblätter und Hintergrundinformationen zu verschiedenen Themen enthält. In der ersten Doppelstunde bilden die Kinder Teams, suchen nach Informationen und bereiten alles für die Interviews vor. Als Hausaufgabe müssen sie ein Interview machen. In den Phasen vier bis sechs sprechen die Teammitglieder über die Interviews und entscheiden, für welchen Aspekt sie eine Lösung finden wollen. Sie sammeln die Ideen und beginnen mit dem Prototyping. In der letzten Doppelstunde präsentiert das Team seine Ideen und Konzepte und nach der Präsentation und dem gegebenen Feedback können sie ihren Prototyp verbessern und ihre Idee hochladen, wenn sie sich für den Wettbewerb bewerben wollen. Die letzten Minuten dienen der abschließenden Reflexion des Projekts.

In den Sommerferien findet jedes Jahr ein zweitägiger Wettbewerb statt, bei dem eine Jury bis zu zehn Bewerber*innen einlädt. Hier können die Teams zeigen, was sie gelernt haben und ihre Ideen und Prototypen zum angekündigten Thema präsentieren. Die Themen basieren auf den 17 UN Zielen für nachhaltige Entwicklung, wobei die genaue Herausforderung zu Beginn des Wettbewerbs angekündigt wird.

Rolle der sozialen Innovation

«Baut Eure Zukunft» basiert auf der Methode des Design Thinking. Die Lehrer*innen führen die Kinder mit Hilfe der Materialien in der Toolbox durch die sieben oben beschriebenen Phasen. Während dieses Prozesses werden die Kinder auf Probleme in ihrer Umgebung aufmerksam und lernen, wie man sich ihnen stellt und Lösungen für sie findet. Beim Wettbewerb in Berlin werden die Teams während des Prozesses von Mentor*innen unterstützt.

Rolle des Making und des MakerSpaces

Das Projekt ermutigt die Kinder, handlungsorientiert zu arbeiten. Bereits zu Beginn des Prozesses wird ein kreativer Arbeitsplatz für alle Gruppen geschaffen. Später, wenn die Phase des Prototypings beginnt, können die Kinder den Prototyp nach Belieben entwerfen und alle Materialien auf kreative Weise verwenden. Gerade beim Wettbewerb in Berlin haben die Teams viele Möglichkeiten, da der kreative Arbeitsplatz von den Organisator*innen zur Verfügung gestellt wird, während in der Schule die Gruppen möglicherweise nur begrenzte Möglichkeiten haben.

Integration in den schulischen Kontext

Schulen tragen viel zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen bei, die die Kinder für ihre Zukunft benötigen. Lehrpersonen sind jedoch oft durch Lehrpläne und festgelegte Muster im Unterricht vom Design eingeschränkt. «Zudem fehlen zeitliche Ressourcen, den Unterricht auf die individuellen Stärken und Schwächen der Kinder auszurichten oder neue pädagogische Konzepte zu entwickeln» (vgl. enorm Magazin, 2018). Das Format passt sich dem Schulalltag an, indem es in ihn integriert wird. Für drei Doppelstunden können die Schüler*innen ihre Projekte ausprobieren und die bereits beschriebenen sieben Phasen durchlaufen.

Ergebnisse und Erfahrungen

Jeder, der die Toolbox herunterlädt und nutzt, hat die Möglichkeit, auch sein Projekt auf die Website hochzuladen. Bislang wurden 64 Projekte veröffentlicht (Stand: April 2019).



CASE STUDY C: JUGEND HACKT

Name des Projekts:	«Jugend hackt – mit Code die Welt verbessern»
Organisation:	«Jugend hackt» ist ein Programm von Medialepfade.org (https://medialepfade.org/) und der Open Knowledge Foundation Deutschland https://okfn.de/),
Erfahrungen (Zahl der Kinder, Evaluationsergebnisse):	Bis Juli 2018 wurden bereits 28 Hackathons mit über 700 Teilnehmer*innen durchgeführt, in denen 265 Projekte entwickelt wurden.
Der Ansatz in einem Satz:	Unter dem Motto «Mit Code die Welt verbessern» entwickeln Jugendliche von 12 bis 25 Jahren Projekte zu sozial relevanten Themen in Hackathons.
Quellen für diese Fallbeschreibung:	Website: https://jugendhackt.org/ ↘ Youtube-Kanal: https://www.youtube.com/jugendhackt Ressourcen (Literatur) Hackathon Handbuch: https://jugendhackt.org/material/Evaluationsbericht : https://handbuch.jugendhackt.de/appendix/00%20Handbuch_Jugend-Hackathons.pdf Interview with Robert Alisch



Allgemeine Beschreibung der Hintergründe und Ziele

Seit 2013 wird «Jugend hackt» von der Open Knowledge Foundation und Medialepfade.org organisiert. Unter dem Motto «Mit Code die Welt verbessern» arbeiten Jugendliche mit Hilfe von ehrenamtlichen Mentor*innen an ihren Ideen für eine bessere Welt. Verwendet wird das Hackathon-Format. Hackathons zeichnen sich durch ihre klare Formatierung und Produktorientierung aus: Interdisziplinäre Teams arbeiten innerhalb eines festgelegten Zeitraums an spezifischen Produkten. Das Ziel ist es, einen ausführbaren Soft- und/oder Hardware-Hack oder zumindest einen Prototyp zu präsentieren, der sich mit einem sozialen Problem beschäftigt.

Struktur und Zeitplan

Der Workshop findet an drei Tagen statt. Während des Hackathons sollen kreative und nützliche Soft- und/oder Hardwarelösungen für einen bestimmten Zeitraum entwickelt werden. «Jugend hackt» arbeitet mit offenen Daten. Offen bedeutet, dass jeder für jeden Zweck frei zugreifen, verwenden, modifizieren und teilen kann (höchstens unter der Voraussetzung, dass die Anforderungen an Herkunft und Offenheit eingehalten werden). Am ersten Tag der Veranstaltung steht eine Einführung in das Thema, Inputs und ein erstes Brainstorming auf dem Plan. Am zweiten Tag werden die Gruppen gebildet und der ganze Tag ist für die Programmierung und das Prototyping vorgesehen. Der dritte Tag dient der Vorbereitung und Fertigstellung der Prototypen für die (öffentliche) Präsentation.

Im Laufe des Hackathons nimmt die Intensität der Unterstützung ab, die Jugendlichen sollen die Zeit managen und die Arbeit in der Gruppe selbst verteilen. Mentor*innen stehen bei Problemen jederzeit zur Verfügung. Um sicherzustellen, dass die Jugendlichen während der Prototyping-Phase gut arbeiten können, müssen die zu bearbeitenden offenen Daten in einem maschinenlesbaren Format verarbeitet werden. Hier entstehen die unterschiedlichsten Ideen: Eine Handyhülle, die vor Unfällen warnen soll (*Smombie2Go*) oder eine App, die die Aufgabenverteilung in der Familie digital erleichtern soll (*Post-It*). Weitere Projektvorstellungen findet man auf der Webseite von «Jugend hackt». Dies muss von den Organisator*innen vor Beginn des Hackathons überprüft werden. Parallel zum Prototyping-Prozess werden sogenannte Lightning Talks angeboten. Es handelt sich um eine Reihe von 15-minütigen Workshops und Vorträgen, in denen verschiedene Themen vorgestellt werden.

Rolle der sozialen Innovation

Um ein nachhaltiges Konzept zu garantieren, sollte das Thema an die Zielgruppe gerichtet sein. Im besten Fall wird die Zielgruppe bereits im Vorfeld in den Entscheidungsprozess einbezogen, um sicherzustellen, dass die Teilnehmer*innen tatsächlich an der Veranstaltung interessiert sind.

Im Falle von «Jugend hackt» können die Teilnehmer*innen ihre Lernziele nach ihrem persönlichen Interesse gewichten. Aufkleber auf dem Rücken der Teilnehmer*innen signalisieren den Mentor*innen, welche Lerninhalte für die Jugendlichen während der Veranstaltung wichtig sind. Die

Teilnehmer*innen können zwischen «Technische Fähigkeiten erweitern», «Sich mit anderen vernetzen», «Die Welt verbessern» und «Mehr über Open Data lernen» wählen. Es wird ein positiver Zugang zur Technologie geschaffen, der nicht nur dem Selbstzweck des reinen Technikverständnisses dient. Durch den Zugang zu offenen Daten können Jugendliche mit Problemen auf der Ebene der Zivilgesellschaft umgehen und so das Gefühl bekommen, dass sie in der Welt etwas bewegen können. Auf diese Weise entstehen bspw. 3D-gedruckte Armbänder, die vor Überwachungskameras warnen oder Apps, die die nächste Mülltonne anzeigen. Das Kernanliegen von «Jugend hackt» ist es, nicht nur die fachlichen Fähigkeiten der Teilnehmer zu stärken, sondern sie auch für die gesellschaftspolitische Dimension dieser Fähigkeiten zu sensibilisieren.

Rolle des Making und des MakerSpaces

Die Umgebung von «Jugend hackt» ist bewusst offen gestaltet und unterscheidet sich in der Regel nur geringfügig durch die räumlichen Möglichkeiten der Veranstaltungsstätte. Die räumliche Nähe der verschiedenen Arbeitsgruppen stärkt einerseits den Austausch und führt andererseits auch zu normalen Gruppen-(Verhandlungs-)Prozessen. Darüber hinaus stärkt die Atmosphäre des Settings das Gefühl von Solidarität und Gemeinschaft. Weitere Vorteile dieses Settings sind, dass die Mentor*innen mehrere Gruppen mit ihrer Erfahrung gleichzeitig betreuen und unterstützen können und auch die Teilnehmer*innen sich gegenseitig mit ihrem Wissen helfen können. Mit dem großen MakerSpace-Angebot vor Ort unterstützt «Jugend hackt» die Jugendlichen mit einer Vielzahl von Technologien und erweiterten Möglichkeiten. Sie werden in neue Hardware eingeführt und integrieren diese in die Projektentwicklung und -implementierung.

Integration in den schulischen Kontext

«Jugend hackt» ist ein außerschulisches Förderprogramm und die normalen Veranstaltungen in Form von Jugend-Hackathons liegen klar außerhalb der Schule. Es gibt kaum eine Zusammenarbeit mit Schulen.

Ausgenommen sind die Projekte «Vernetzte Welten» und «Schools of Tomorrow». Bei «Vernetzte Welten» treffen sich deutsche Kinder in Zusammenarbeit mit dem Goethe-Institut mit Student*innen aus Südostasien. Die asiatischen Schüler*innen kommen aus dem direkten Schulkontext, weil

sie alle an Schulen mit Deutschunterricht eingeschrieben sind. Das Format «Schools of Tomorrow» beschäftigt sich mit der Frage, wie die Schule von morgen aussehen soll. Seit 2017 stellen sich unter der Leitung des HKW (Haus der Kulturen der Welt in Berlin) Schüler*innen, Künstler*innen, Pädagog*innen und Wissenschaftler*innen die Frage, wie Schule gestaltet werden kann und wie sie in Zukunft im Idealfall aussehen sollte. «Jugend hackt» begleitet Schulen und führt mit den Schüler*innen mehrere Projekte durch.

Ergebnisse und Erfahrungen

Im Jahr 2016 wurde der typische Hackathon-Wettbewerb in Form von Preisen für den besten Prototyp abgeschafft. Das Team ist der Ansicht, dass die Jugendlichen auf ihrem Weg des Erwachsenwerdens und im späteren Leben überall mit Wettbewerb und Leistungsdruck konfrontiert sind, weshalb sie diesen Druck aus einer Veranstaltung voller Kreativität und gemeinsamem Lernen und Schaffen nehmen wollten. Dies fördert auch den gruppenübergreifenden Austausch und den Peer-to-Peer-Wissenstransfer. Um Lernerfolge und dezentrales Verhalten sichtbar zu machen, wurde Ende 2016 *Open Badges* von Mozilla eingeführt. Jugendlichen können elf verschiedene Badges für unterschiedliche soziale und technologische Fähigkeiten (zum Beispiel Helfende Hand, Open-Source-Held) erhalten. Für jeden Badge gibt es genaue Beschreibungen mit einigen Kriterien. Die Mentor*innen und Organisator*innen der Veranstaltungen vergeben die Badges an die Jugendlichen. Die Diversity-Bemühungen des «Jugend hackt»-Teams zeigen bereits kleine Erfolge. Es wird jedoch unter anderem beklagt, dass zu wenig Mädchen erreicht werden.

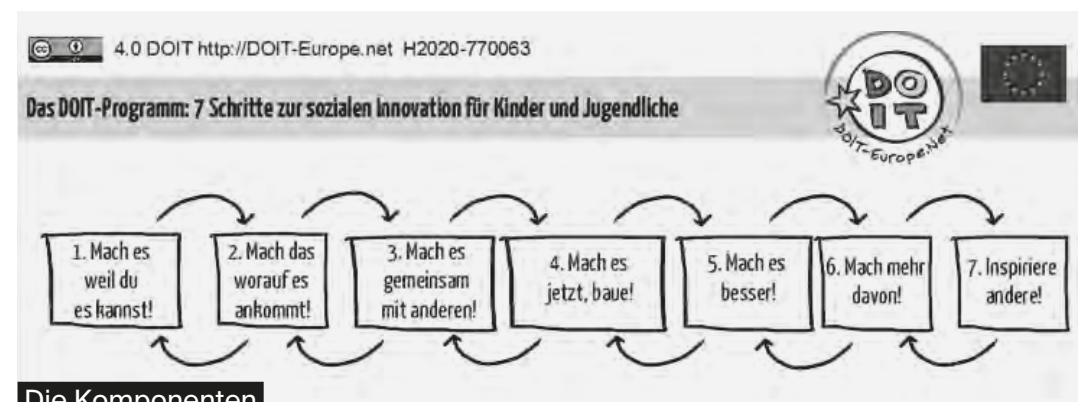
3 INTEGRATION IN DEN SCHULALLTAG UND ERSTE ERFAHRUNGEN IN DOIT

Im Rahmen von DOIT haben wir die drei Fallbeispiele (bzw. mit WILMA sind es vier) ausführlich verglichen; konzentrieren uns aber abschließend auf deren Integration in den schulischen Alltag.

Die Fallbeispiele sind aus dem schulischen wie auch außerschulischen Kontext: «Jugend hackt» ist eine außerschulische Veranstaltung, die Kinder zusammenbringt, die sich für mehrtägige Programme begeistern. WILMA ist auch eine außerschulische Veranstaltung, spricht aber seine

Zielgruppe im schulischen Kontext an und generiert so seine Teilnehmer*innen. Eine Mischform ist «Baut Eure Zukunft», da die Workshops in Schulen, Jugendeinrichtungen oder von Sozialarbeiter*innen durchgeführt werden können. Nur «Make Your School» konzentriert sich ganz auf den schulischen Kontext, um dort soziale Innovationen zu fördern.

Das DOIT-Programm als Rahmen für DOIT-Aktivitäten und -Materialien wurde bereits vor der Analyse der Fallstudien entwickelt. Ähnlich wie die bestehenden Ansätze ist das DOIT-Programm eine Kombination aus Murrays sozialer Innovationsspirale (Murray et al., 2010), Prinzipien der Maker-Education sowie der Erziehung zum unternehmerischen Denken und Handeln. Das DOIT-Programm wird derzeit in schulischen wie auch außerschulischen Pilotprojekten entwickelt und evaluiert (vgl. Abb.).



Die Komponenten des DOIT-Programms (Schön et al. 2017; Hornung-Prähauser et al. 2018)

Erste Erfahrungen deuten an, dass es gerade im schulischen Kontext mehr Schwierigkeiten bei der Umsetzung gibt als in der außerschulischen Arbeit. Insbesondere der pädagogische Ansatz – freie Arbeit und kreatives Gestalten außerhalb von Curriculum und Stundentakt – lässt sich dort leichter integrieren.

DISCLAIMER

DOIT erhält eine Förderung durch das Programm der Europäischen Union Horizon 2020 (Förderkennzeichen 770063). Der Inhalt dieses Beitrags gibt jedoch nicht die offizielle Ansicht der Europäischen Union wieder. Die Verantwortung über die Informationen und die im Beitrag geteilten Ansichten liegt bei den Autorinnen.

LITERATUR

- enorm Magazin (2018). Jugendliche sagen: Ihr seid toll! In: enorm Magazin 2018. pp.6-7. <https://baut-eure-zukunft.eu/presse/> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Glaser, Paula; Pietschmann, Sina (2015). Evaluation – Jugend hackt 2015. https://handbuch.jugendhackt.de/appendix/00%20Handbuch_Jugend-Hackathons.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Hochgerner, Josef (2009). Innovation Processes in the Dynamics of Social Change. In: Jiri Loudin / Klaus Schuch (eds.). Innovation Cultures. Challenge and Learning Strategy. Prague: Filosofia; pp.17-45.
- Hornung-Prähauser, Veronika / Schön, Sandra / Teplov, Roman / Podmetina, Daria (2018). Social Innovation Training in Makerspaces with the new DOIT approach. In: Proceedings of the ISPIM conference 2018 in Stockholm, Manchester: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM). pp.1-15.
- Lackéus, Martin (2015). Entrepreneurship in Education. What, Why, When, How. OECD/EC. https://www.oecd.org/cfe/leed/BGP_Entrepreneurship-in-Education.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Murray, Robin / Caulier-Grice, Julie / Mulgan, Geoff (2010). The Open Book of Social Innovation. Social Innovator Series: Ways To Design, Develop And Grow Social Innovation. The Young Foundation and NESTA. <http://www.nesta.org.uk/publications/open-book-social-innovation> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Papert, Seymour / Harel Idit (1991). Preface, Situating Constructionism. In: Harel, Idit / Papert, Seymour (Hrsg). Constructionism, Research reports and essays, 1985-1990. Norwood NJ: Ablex. p.1.

- Schön, Sandra / Allaert, Isabell / Hornung-Prähauser, Veronika / Geser, G. / Simulyte, Simona / Teplov, Roman / Wippoo, Meia (2019). DOIT concept and the Co-creation Approach, deliverable 2.1 of the Horizon 2020 project DOIT, EC grant agreement no 770063. Salzburg: Salzburg Research.
- Schön, Sandra / Ebner, Martin / Kumar, Swapna (2014). The Maker Movement. Implications of new Digital Gadgets, Fabrication Tools and Spaces for Creative Learning and Teaching. In: eLearning Papers, 39, July 2014. pp.14-25. <https://pdfs.semanticscholar.org/bf0d/219b71e4d63f3ec44db383f2913491ada9e4.pdf> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Schön, Sandra / Jagrikova, Radovana / Voigt, Christian (2018). Social Innovations within Makerspace Settings for Early Entrepreneurial Education – The DOIT Project. In: Proceedings of the EdMedia conference, 25-29th June 2018, Amsterdam. pp.1716-1725. <http://www.learntechlib.org/primary/j/EDMEDIA/v/2018/n/1/> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- UN Development Goals. <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- W*ort (2018). <https://w-ort.at/wilma> [letzter Zugriff: Mai 2019].

WILMA – WIR LERNEN DURCH MACHEN

Eine Erfinderwerk-
statt für Kinder und
Jugendliche

Gabi Hampson, Steven Marx

ABSTRACT

2017 haben die Autor*innen WILMA entwickelt: Ein methodischer Baukasten für eine Erfinderwerkstatt, in der Kinder und Jugendliche eigene Ideen umsetzen. Das Format ist in verschiedenen Settings durchführbar, vom nachmittäglichen Design-Workshop mit ersten Ideen auf Papier bis hin zu mehrwöchigen Veranstaltungen. In ihrem Beitrag stellen die Autor*innen die Methodik vor, gehen auf Ziele, Umsetzungsablauf und benötigtes Material ein und schließen ihre Ausführungen mit einem Umsetzungsbeispiel, dem Kinderhackathon «WILMA unterwegs», ab.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Gabi Hampson ist Geschäftsführerin vom W*ORT in Lustenau (A) und Co-Initiatorin von WILMA.

Steven Marx ist Jugendarbeiter beim Jugendnetzwerk Soziale Dienste Mittelrheintal (CH) und Co-Initiator von WILMA.

WILMA – WIR LERNEN DURCH MACHEN

WILMA ist ein methodischer Baukasten für eine Erfinderwerkstatt, in der Kindern und Jugendlichen der Raum und die Möglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, ihren Ideen freien Lauf zu lassen und sie umzusetzen. Die Initiative wurde von Gabi Hampson und Steven Marx im Jahr 2017 ins Leben gerufen. Als eine temporäre, offene Freizeitwerkstätte gestartet, entwickelte sich WILMA zu einem flexiblen Workshop-Format für verschiedene Settings weiter. Der Ablauf wurde mehrfach erprobt, evaluiert und wieder angepasst. Erfahrungen wurden gesammelt und in Form eines Handbuchs dokumentiert. Dieses soll dabei unterstützen, mit der Methode von WILMA eine Erfinderwerkstatt mit Kindern und Jugendlichen durchzuführen.

Das entstandene Handbuch wird als Inspiration zum Nachahmen kostenlos zur Verfügung gestellt und inspiriert inzwischen Pädagog*innen in ganz Europa. Die «Initiative for Teaching Entrepreneurship» (IFTE) hat WILMA als Challenge ins Youth Start Entrepreneurial Challenges Programm (www.youthstart.eu) aufgenommen. Ebenso wird WILMA in das EU-Projekt «UKids» eingebracht, wo es von Pädagogischen Hochschulen in Österreich, Dänemark, Niederlande, Finnland, Ungarn und Portugal übersetzt, an die lokalen Gegebenheiten angepasst und in die Ausbildung von Primarlehrer*innen integriert wird.

Die Umsetzung einer WILMA-Erfinderwerkstatt kann in einem 2-3-stündigen Design-Workshop erfolgen, in dem die Kinder zu Erfinder*innen werden und ihre ersten Ideen auf Papier bringen. WILMA kann aber auch als eine mehrtägige, sogar mehrwöchige Veranstaltung organisiert und umgesetzt werden, bei der (funktionierende) Prototypen entstehen.

1 WO WIRD WILMA EINGESETZT?

WILMA ist modular aufgebaut und dadurch in verschiedenen schulischen und außerschulischen Settings einsetzbar. Dies kann ein Making- oder MINT-Projekt in einem MakerSpace oder ein fächerübergreifendes Projekt in der Schule sein. Je nach Intensität, mit der WILMA umgesetzt wird, ergeben sich Berührungspunkte mit den Schulfächern. Im Deutschunterricht können verschiedene Textsorten über die nachhaltigen Erfindungen geschrieben werden. In Mathematik können Komponenten gemessen

und berechnet werden, in Natur und Technik kann an und mit Phänomenen getüftelt werden. In Medien und Informatik werden Technologien kreativ eingesetzt und in Gestalten und Werken werden Prototypen designt und gebaut. Die fächerübergreifenden Möglichkeiten sind vielseitig und individuell gestaltbar.



Einblick in den Maker-Space Berneck
(Foto: Jugendnetzwerk Berneck, Schweiz)

2 WAS WILL WILMA BEWIRKEN?

Kinder und Jugendliche brauchen neben den Grundkompetenzen Lesen, Schreiben und Rechnen technische und digitale sowie nicht-automatisierbare Fähigkeiten, sogenannte *Soft Skills*, um für eine sich immer schneller verändernde Zukunft ausgestattet zu sein (vgl. auch den Beitrag von Schmid in diesem Band). Bei WILMA können die Teilnehmer*innen solche *Soft Skills* entwickeln.

Sie werden dabei unterstützt,

- ihre Wahrnehmung zu schärfen
- Probleme zu analysieren
- ihre Potenziale zu entfalten
- den eigenen Platz zu finden
- als Gruppe Lösungen zu entdecken
- Eigeninitiative zu ergreifen
- (verrückte) Ideen zu entwickeln
- ziel- und lösungsorientiert zu arbeiten
- selbstbewusst Aufgaben umzusetzen
- Problemstellungen zu identifizieren
- Aufgabenstellungen in einzelne Teilschritte herunterzubrechen
- frei und (fast) ohne Regeln zu denken
- und vieles mehr...

WILMA inspiriert, den Erwerb dieser Kombination an Fähigkeiten spielerisch und professionell in den Unterricht oder in eine Freizeitwerkstatt einzubauen. Dabei ist nachhaltige Entwicklung als zentrales Thema unserer Zeit Kern von WILMA. Die UN haben 17 *Nachhaltigkeitsziele* → definiert, die bis 2030 erreicht werden sollen. Kinder und Jugendliche sind die Gesellschaft von morgen. Sie sollen mit den Herausforderungen, mit denen sie in ihrer Zukunft konfrontiert sein werden, vertraut gemacht werden. Dafür brauchen sie Werkzeuge und neue Blickwinkel, die sie zu verantwortungsvollen und lösungsorientierten Bürger*innen heranwachsen lassen. In einem WILMA-Workshop wird die eigene Umgebung verstärkt wahrgenommen, globale Ziele und Problemstellungen werden auf das eigene Umfeld heruntergebrochen. Kinder werden dafür sensibilisiert, dass sie partiell mächtig und selbstwirksam sind. Den Welt Hunger können sie allein nicht stillen, aber sie können durch die Erfindung eines *Hungererkennertellers* etwas gegen die Lebensmittelverschwendung im Familienrestaurant machen und ihre eigene Umgebung für solche Themen sensibilisieren. Der *Hungererkennerteller* ist eine Idee, die bei einem WILMA-Workshop in Lustenau 2018 entstanden ist. Das Video dazu ist online unter <https://youtu.be/D1nIZC6ol0g> abrufbar →.



3 WIE WIRD WILMA UMGESETZT?

Die Kinder erforschen Probleme, welche sie lösen möchten, entwickeln konkrete Ideen und setzen diese gemeinsam in die Tat um, in dem sie ausprobieren, was funktioniert und was nicht. Scheitern ist erlaubt und wird als Möglichkeit zur Verbesserung der Ideen gesehen.



Die Methode des Design Thinking – angepasst an die jeweilige Zielgruppe und inspiriert von *Design Thinking for Educators*, einem englischen Toolkit von IDEO und Riverdale Country School aus New York (← <https://designthinkingforeducators.com>) – wird bei WILMA eingesetzt und soll den Erfindergeist der Kinder wachrütteln. Die Kinder werden in drei Phasen durch diesen Gestaltungsprozess begleitet: Erforschungsphase, Entwicklungsphase und Ergebnisphase. Die drei Phasen werden in insgesamt sechs Schritte unterteilt, welche verschiedene Methoden beinhalten und den Erwerb von Kompetenzen anregen. Im Folgenden werden die Phasen, Schritte und Methoden kurz erklärt und die dabei entwickelten Kompetenzen aufgezeigt.

DIE ERFORSCHUNGSPHASE: RECHERCHE UND IDEENFINDUNG

Zu Beginn lernen die Kinder die 17 Nachhaltigkeitsziele der UN kennen. Danach überlegen sie, worin das Problem genau besteht, das sie lösen möchten und was diejenigen, für die sie etwas erfinden möchten, genau brauchen. Das Problem und die Zielgruppe können sich auf ihr konkretes Umfeld beziehen. Es wird angeregt, auch über die Grenzen des eigenen sozialen Umfelds hinaus zu denken.

Methoden Mindmap, Brainstorming, Interview, Recherche, Dokumentation.

Geförderte Kompetenzen Selbstbewusstsein, effektive Kommunikation, kritisches Denken, Empathie, etc.

Ablauf Für ein *Brainstorming* steht nur wenig Zeit zur Verfügung, in der so viele Ideen wie möglich gesammelt werden sollen. *Alle* Ideen werden notiert – ganz ohne Wertung und Selektion. Je verrückter, desto besser. Die Ideen werden gesammelt und in einem zweiten Schritt sortiert und gruppiert, damit ähnliche Ideen eventuell gemeinsam weiterverfolgt werden können. Die jungen Erfinder*innen können auch die zukünftigen Nutzer*innen ihrer Erfindung interviewen, insofern die Erfindung ein Problem vor Ort lösen soll. Für den Rollstuhl, der rückwärts die Treppe hinauffahren kann, wäre ein Interview mit einem Rollstuhlfahrer von Interesse, um die Problemstellung, die Herausforderungen, die bereits existierenden Hilfsmittel genauer analysieren und beim weiteren Vorgehen in Betracht ziehen zu können.

Um die Ideenfindung visueller zu gestalten und die Ideen des Brainstorming-Prozesses zu organisieren, kann die Methode des Mindmapping eingesetzt werden. Auch ist dies hilfreich, wenn eine Idee weiterverfolgt und in einzelne Komponenten zerlegt werden soll. Diese ersten Schritte können anhand von Notizen, mit Sprachnachrichten, Videos oder Fotos festgehalten werden, damit die Kinder im weiteren Erfinderprozess darauf zurückkommen können.

DIE ENTWICKLUNGSPHASE: SKIZZIEREN UND MACHEN

Umsetzbare Ideen werden in der Gruppe besprochen und zusammen aussortiert. Die besten Ideen, welche zur Lösung des Problems beitragen können, werden in Teams weiterentwickelt, skizziert und in einfachen Worten beschrieben. Wenn WILMA über den 2-3-stündigen Designworkshop hinaus geht, werden die Kinder anschließend selbstständig Prototypen aus den Erfindungen gestalten und zeigen, wie die Idee umgesetzt werden könnte.



Die Erforschungsphase bei einer WILMA-Erfinderwerkstatt im W*ORT Lustenau (Foto: Tamara Hammer)

Methoden Skizzierung, Prototyping, Tüftelei, Making als kreatives digitales Gestalten, Dokumentation, Zeitplanung

Geförderte Kompetenzen Zeitmanagement, Entscheidungsprozess, Teamarbeit, Kooperation, Problemlösen, Gestalten und Ideen umsetzen, Medienkompetenz

Ablauf Die jungen Erfinder*innen können, jede*r einzeln oder auch im Team, erste Skizzen der Erfindung aufzeichnen. Dafür steht eine Vorlage mit einer Rasterung zur Verfügung. Dies soll eine grobe Illustration der Idee sein, auf Basis derer der Bauprozess beginnen kann. Wenn die einzelnen Teammitglieder jeweils allein eine Skizze anfertigen, werden diese im Gruppenprozess verglichen und auf eine Idee reduziert. Diese Idee kann aus Komponenten aller Einzelzeichnungen bestehen. Das Team kann sich auch dazu entscheiden, ein Mitglied als Zeichner*in zu nominieren und somit auf Stärken einzelner Mitglieder aufzubauen. Die anderen Teammitglieder geben ihre Ideen und Vorstellungen dann an den/die nominierte*n Skizzen-Zeichner*in weiter, der/die im Namen der Gruppe einen Plan zeichnet. Die Skizze hilft den jungen Erfinder*innen dabei, ein Bild zu entwickeln, das einen Ausgangspunkt, aber noch keinen genauen Plan, repräsentieren soll. Material wird nun erkundet und ein Prototyp gebaut.

Für diese zweite Phase steht ein bestimmter Zeitrahmen zur Verfügung. Die Kinder müssen lernen, ihre Zeit produktiv einzuteilen. Weder sich direkt auf das Material zu stürzen noch sich zögerlich heranzutasten führen dabei zu Ergebnissen. Versuchen, durchaus auch scheitern, verbessern und umdenken sind wichtige Schritte in diesem Prozess. Auch bei diesem Schritt ist eine Dokumentation in Wort und Bild wertvoll, damit der Prozess bei eventuellen Hürden oder Verbesserungsvorschlägen zurückverfolgt und die Änderung am richtigen Punkt umgesetzt werden kann.

DIE ERGEBNISPHASE: TEILEN UND REFLEKTIEREN

In der letzten Phase sollen die Kinder ihre Erfindung bekannt machen. Mit Hilfe unterschiedlicher Medien können sie ihre Idee mit möglichst vielen Menschen teilen und erklären, wie sie das Problem lösen möchten. Auch kann eine Präsentation vor Publikum veranstaltet werden.

Methoden Dokumentation, Storytelling, Präsentation, Networking

Geförderte Kompetenzen Dokumentation, Präsentationsfähigkeiten, Kommunikation, Selbstbewusstsein, Medienkompetenz

Ablauf Die Erfindung ist fertig und das soll kommuniziert werden. Dies ist auf unterschiedliche Weise möglich. Storytelling in Form einer geschriebenen Geschichte (auf dem WILMA-Blog veröffentlicht) oder eines Werbe-Videos, eine Präsentation vor einer Jury, den Eltern und Interessierten oder den anderen Teilnehmer*innen sind mögliche Herangehensweisen. Lokale Medien interessieren sich auch oft dafür, dass und wie globale Themen mit Kindern und Jugendlichen angesprochen werden. Eine Medienmitteilung, von den jungen Erfinder*innen selbst formuliert, hilft der Verbreitung des Erfindergedankens.

In diesem Schritt kommen Medien zum Einsatz. Das Filmen kann von den Erwachsenen, wenn Zeit für eine Einschulung vorhanden ist auch von den Kindern selbst, durchgeführt werden. Auch ein von Kindern geschriebener Blog-Beitrag bereichert das Projekt und erzählt die WILMA-Geschichte durch Kinderaugen.

Wenn ganze Schulklassen an der WILMA-Erfinderwerkstatt teilnehmen, kann ihnen auch eine Erfinder-Hausaufgabe mit auf den Weg gegeben werden. Hier wird der Kreis zum fächerübergreifenden Unterricht wieder geschlossen, indem man die Schüler*innen beauftragt, über ihre Erfahrung in der Werkstatt zu schreiben. Dies kann in verschiedenen Textsorten erfolgen – ein offener Zugang führt zu spannenden Resultaten. Ein Pressebericht, eine Betriebsanleitung für die Erfindung, ein Comic, ein Erfahrungsbericht aus der Erfinderwerkstatt, eine Fantasiegeschichte über den tatsächlichen Einsatz der Erfindung – alles ist möglich. Das Teilen kann auch stattfinden, wenn keine Zeit für alle Phasen der Erfinderwerkstatt vorhanden ist. Skizzen und Beschreibungen der Erfindungen – als spannende Berichte verpackt, auf einem Blog geteilt oder in einer Broschüre präsentiert – können für andere wertvolle Impulse darstellen.

4 WAS WIRD FÜR EINE WILMA-DURCHFÜHRUNG GEBRAUCHT?

Um die Kinder nicht zu überfordern, macht es Sinn, sich auf wenige Materialien und Werkzeuge zu beschränken. Ziel, Zeit, örtliche Gegebenheit, zur Verfügung stehende Ausstattung aber auch die Thematik einer WILMA-Durchführung spielen bei der Auswahl eine Rolle. Je nach Setting können Papier und Stift, Grundmaterialien wie Karton, Sperrholz, Rundstäbe, Drähte, Schnüre, Strohhalme, Gummibänder, PET-Flaschen und andere gereinigte Recyclingmaterialien, aber auch Motoren, LEDs, Solarmodule, Sensoren, Entwicklerboards und Einplatinencomputer zur Verfügung gestellt werden.

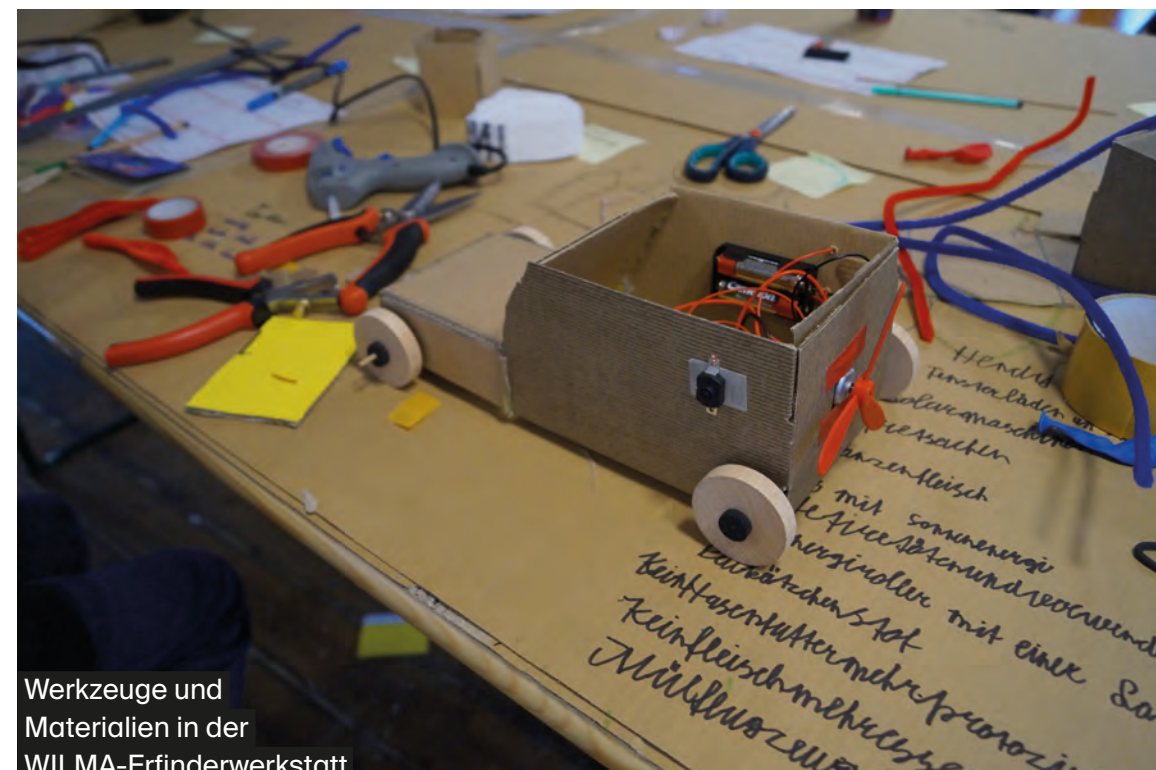
Im WILMA-Handbuch sowie auf der WILMA-Website sind Anregungen und Ideen zu Verbrauchsmaterial, digitalen sowie analogen Werkzeugen und Tools dokumentiert. WILMA kann in unterschiedlichen Settings durchgeführt werden:

- Als Design-Workshop - Erfindungen werden ausschließlich auf Papier gezeichnet
- Als Kreativprozess zur Ideenfindung - mit Bastelmaterialien für symbolische Prototypen
- Als Tüftelwerkstatt - funktionierende Modelle werden konstruiert
- Als *Kinderhackathon* - Prototypen werden mit Sensoren und Elektronikmodulen technisch erweitert

Alle erwähnten Settings wurden vom WILMA-Team bereits erfolgreich getestet.

5 UMSETZUNGSBEISPIEL: KINDERHACKATHON «WILMA UNTERWEGS»

Für den Kinderhackathon gibt es unter wilmaonline.net ein detailliertes, digitales Methodenblatt als Zusatzmaterial zum WILMA-Handbuch, mit welchem das Thema Mobilität als konkrete Herausforderung unserer Gesellschaft kreativ und spielerisch aufgegriffen werden kann. Bei «WILMA unterwegs» setzen sich Kinder aktiv mit dem Zukunftsthema Mobilität auseinander und bauen mit einer Auswahl einfacher Materialien wie Karton und anderen gereinigten Recyclingmaterialien Prototypen, erweitern und programmieren diese mit Sensoren und Elektronikmodulen von Makeblock



Werkzeuge und Materialien in der WILMA-Erfinderwerkstatt im W*ORT Lustenau (Foto: Tamara Hammer)

Co. Ltd. Es gibt auch andere *Edu-Tech-Hardware*, mit welchen *Physical Computing* gut funktioniert. Bei *Physical Computing* geht es darum, Prototypen mit Elektronik zu erweitern. Durch die Verwendung von Hardware und Software wird die reale mit der digitalen Welt verbunden. Sensoren, Motoren, LEDs und andere Aktoren werden mit Mikrocontroller (z. B. Arduino) und der Software zu interaktiven Objekten, welche auf Ereignisse in der realen Welt reagieren und auf diese einwirken.

«Lernen durch machen» ist ein Grundprinzip von WILMA. Um aber ein Verständnis für die technischen Bauteile zu bekommen und diese in die Lösung einer Aufgabe einbeziehen zu können, braucht es neben Lernmaterial und Übungen für ein Basiswissen auch die richtige Auswahl der Hard- und Softwarekomponenten für einen einfachen Einstieg in die Welt des *Physical Computing*. Es besteht ein sehr großes Angebot an Technik für Bildungszwecke, und es wird ständig Neues erfunden. Für die Wahl der Hard- und Software für einen WILMA-Kinderhackathon ist wichtig, dass diese einen spiele-

rischen und einfachen Einstieg erlaubt. Kinder ab zehn Jahren sollen selbstständig damit arbeiten können. Wenn möglich sollte Hard- und Software auf Open Source basieren und kein geschlossenes System sein. Es sollte darauf aufgebaut, erweitert oder auch mit anderen Materialien kombiniert werden können und für jede*n zugänglich sein. Die unterschiedlichen Elektro-



module müssen einzeln erhältlich und vergleichsweise kostengünstig sein. Die Software sollte kostenlos, in deutscher Sprache und plattformübergreifend anzuwenden sein. Eine detaillierte Beschreibung unserer aktuellen Tools, sowie Übungen und Selbstlernmaterial gibt es unter: < a href="http://wilmaonline.net/zusatzmaterial-wilma-unterwegs">wilmaonline.net/zusatzmaterial-wilma-unterwegs.

6 FAZIT

Nicht jede*r wird ein*e Erfinder*in, auch nicht nach einem WILMA-Durchgang. Mit WILMA kann der Erfinder- und Entdeckergeist jedoch geweckt und gefördert und die Herangehensweise an eine Problemstellung aufgezeigt werden. Zudem wird das Herunterbrechen komplexer Problemstellungen, die Wahrnehmung des eigenen Umfelds und das Stellen der richtigen Fragen anhand von praktischem Tun vermittelt. Die Kinder werden aufmerksamer und verstehen Problemstellungen als Herausforderungen und nicht als Hürden. Der lösungsorientierte Ansatz hilft Kindern dabei, mit einer optimistischen Einstellung an eine Herausforderung heranzugehen, auch bei der Lösung von eigenen Alltagsproblemen. Der positive Ansatz eröffnet Möglichkeiten. WILMA hilft zu erkennen, dass eine Veränderung im Bereich der großen (globalen) Herausforderungen unserer Zeit auch im Kleinen (bei einem selbst) beginnen kann.



MAKING: ERFAHRUNGEN AUS DEM SCHULALLTAG

MAKING RULES

Ein MakerSpace an
einer Freien Schule

Mathias Wunderlich

ABSTRACT

Wie sieht es aus, wenn ein MakerSpace in den individualisierten Schulalltag einer Freien Schule integriert wird? Was muss bei der Planung und Umsetzung beachtet werden? Welche Nutzertypen lassen sich im Betrieb beobachten? Der Autor stellt nach knapp vier Jahren Betrieb dar, wie an der Freien Aktiven Schule Wülfrath ein MakerSpace eingerichtet wurde, welche Überlegungen dem Konzept zugrunde liegen und welche Eigenschaften es für die Lehrpersonen im MakerSpace braucht. Auch werden unterschiedliche Nutzungsmuster der Kinder und deren pädagogische Verhandlung diskutiert.

HINWEIS ZUM AUTOR

Mathias Wunderlich ist Lehrer an der Freien Aktiven Gesamtschule Wülfrath (D) und Fellow beim FabLearn-Netzwerk der Columbia University (USA).

MAKING RULES

An den Freien Aktiven Schulen Wülfrath (FASW) (D) ist – wie der Name ein wenig vermuten lässt – Freiarbeit für Schüler*innen die vorherrschende Methode, Kompetenzen zu erwerben und sich neues Wissen anzueignen. Lehrpersonen verstehen sich durchgängig als achtsame Lernbegleiter*innen, nicht als höherstehende Wissensvermittler*innen. Hospitierende Kolleg*innen aus dem Regelschulbetrieb sind manchmal irritiert, weil sie in den Räumen der FASW nicht sofort ein *Zentrum* oder einen durchgehenden Unterrichtsgegenstand erkennen können, um den sich jetzt gerade alles dreht. Für die Schüler*innen dagegen ist in aller Regel vollkommen klar, worum es gerade geht. Sie haben am Montag zusammen mit ihrem Mentor oder ihrer Mentorin die individuellen Ziele für die Woche festgelegt, Sportkurse, Band-Proben und sonstige feste Gemeinschaftsaktivitäten in ihren Lernplan eingetragen, Termine mit Fachlehrpersonen vereinbart und sich sogar um individuelle Lösungen bei Terminüberschneidungen gekümmert. Sie folgen die Woche über ihrem eigenen Weg, teilweise allein, teilweise zu zweit, in kleinen Grüppchen, und manchmal eben auch in größeren Gruppenverbänden. Nicht alles gelingt, Termine werden auch mal vergessen, Ziele nicht erreicht – wie im Regelschulbetrieb auch.

Unterrichtsausfall bei Krankheit von Lehrpersonen gibt es in diesem System de facto nicht, weil sich eben nicht alles um diese eine Lehrperson dreht, die ausgerechnet heute nicht da ist. Es gibt Räume, die sind mit Lehrpersonen besetzt. Und es gibt Schüler*innen, die nach ihrem persönlichen Plan in diese Räume kommen, um etwas zu lernen. Die Lehrpersonen helfen dabei, beobachten, unterstützen, schlagen Themen vor, stellen Material zur Verfügung, erklären, sorgen für eine angenehme Arbeitsatmosphäre, dokumentieren. Die Besetzung der Räume mit Fachlehrer*innen wechselt. Auch die Lehrpersonen haben – wie in jeder anderen Schule auch – ihren persönlichen Plan für die Woche. Die Folge: Wenn eine Schülerin mit Mathelehrer A, der am Montag den Matheraum betreut, nicht gut zurechtkommt, geht sie besser am Dienstag hin, weil da Lehrerin B im Raum ist. Die Raumbelegungen hängen aus und sind für die Schüler*innen gut planbar. Bei kurzfristigen Änderungen ist das System außerordentlich flexibel, weil die Lernenden gewohnt sind, sich selbst zu informieren und gegebenenfalls umzudisponieren. Jedenfalls braucht es keine höhere Instanz und

keinen überbordenden Organisations- und Kommunikationsaufwand, um einer Schülerin vorzuschreiben, was jetzt zu tun sei, wenn sie am Mittwoch um 10.30 Uhr vor dem geschlossenen Spanisch-Raum steht, weil der Spanisch-Lehrer bei einer Fortbildung ist.

In genau dieses vergleichsweise freie System, das den Schüler*innen aber auch ein hohes Maß an Eigenverantwortung abverlangt, reiht sich der MakerSpace der Schule ein. Er ist die Woche über fast immer geöffnet und steht so auch für spontane Einfälle und ad-hoc-Projekte als Anlaufpunkt zur Verfügung. Im Musikraum geht ein Kabel kaputt, in Geschichte wird spontan ein Buch mit Renaissance-Erfindungen gebraucht, im Naturwissenschafts-Raum eine Batterie für die Beamer-Fernbedienung – im MakerSpace finden sich meistens das benötigte Material und Know-how, um die Dinge zu reparieren oder Fehlendes herzustellen. Das Know-how muss gar nicht unbedingt vom Technik-Lehrer kommen, oft genug können die gerade anwesenden Schüler*innen mit Tipps und persönlichem Einsatz weiterhelfen.

Im folgenden Beitrag wird der MakerSpace an der FASW vorgestellt, auf Nutzung, Entstehungshintergrund, Ausstattung, Finanzierung, Anforderungen an betreuende Lehrperson, lerntheoretische Basis, Nutzungstypen und Möglichkeiten der Öffnung eingegangen.

1 NUTZUNG DES MAKERSPACE IM SCHULALLTAG

An der FASW gibt es seit 2015 einen MakerSpace, der von Anbeginn konzeptionell und konsequent als «Makerspace» bezeichnet wurde. Eine sehr bewusste, klare und dann auch in der Praxis konsequent durchgehaltene Bezeichnung scheint zu helfen, sowohl den Schüler*innen wie auch den Erwachsenen gegenüber deutlich zu machen, dass hier vor allem pädagogisch etwas Neues begonnen hat. Mit Beharrlichkeit wurde an der FASW darauf geachtet, dass sich landläufige Begriffe wie «Werkraum», «Technikraum» oder ähnliche Bezeichnungen in der Kommunikation nicht etablieren konnten. Das war in diesem Fall vermutlich auch deshalb einfacher, weil es vorher gar keinen vergleichbaren Raum an der Schule gab.

Der MakerSpace ist mindestens mit einer Lehrperson besetzt, zu bestimmten Zeiten auch mit einer weiteren, die dann oft im Vorfeld schon konkrete Terminvereinbarungen mit kleinen Projektgruppen getroffen hat. Einzelne Lehrpersonen kommen gemeinsam mit Schülergruppen in den Maker-

Space, um in ihren Fächern Vorhaben mit technischen Anforderungen besser umsetzen zu können. Integrationshelfer*innen kommen mit Förder-schüler*innen, um beispielsweise bestimmte lebenspraktische Aufgaben zu üben. Außerdem hat beispielsweise die Bienen-Arbeitsgruppe ihre Basis im MakerSpace.



Die Bienen-Arbeitsgruppe baut ihre Einraumbeuten selbst und betreut vom MakerSpace aus die Bienenvölker im Außengelände.

Der Schultag an der FASW ist in drei «Bänder» von je 90 Minuten gegliedert, dazwischen liegen die zweite Frühstückspause und das Mittagessen. Die genaue zeitliche Struktur geht aus der nachfolgenden Tabelle 1 hervor:

8:00–8:30	Erstes Frühstück	Flexibles Ankommen an der Schule, gemeinsames Frühstück in kleinen, informellen Gruppen in der Mensa, Lehrpersonen treffen sich informell mit Kaffee zum Morgen-Team mit Organisations-Absprachen.
8:30–10:00	1. Band	Zeit zum Lernen in den Fachräumen, Anfangszeiten für Lern-Angebote sind relativ verbindlich, Dauer variiert nach Ziel und Konzentrationsfähigkeit, Bänder werden von Schüler*innen oft auch individuell geteilt.
10:00–10:30	Zweites Frühstück	Gemeinsame Frühstückspause in der Mensa mit Brot, Marmelade, Rohkost, Obst.
10:30–12:00	2. Band	Sinngemäß wie 1. Band, bestimmte Gruppenangebote wie eine Geschichts- oder Physik-Epoche laufen in der Regel in diesem Band (Startimpulse für eine ganze Alters- oder Interessengruppe durch Lehrer*innen-präsentationen, einen Film oder ähnliches).
12:00–12:45	Mittags-pause	Gemeinsames Mittagessen in der Mensa, zwei eigene Köche kochen täglich frisch, reichhaltiges Salatbuffet, gute Gelegenheit für Gespräche und informellen Austausch unter Kolleg*innen.
12:45–14:00	3. Band	Sinngemäß wie 1. Band, lediglich etwas verkürzt.
14:05–14:20	«Dienste»-Zeit	Zum Abschluss des Tages mit gemeinsamem Aufräumen und Reinigen treffen sich alle Mentorengruppen in ihrem Stamm-Raum und sorgen dafür, dass am nächsten Tag alles wieder sauber und am Platz ist.

An einem durchschnittlichen Tag arbeiten im MakerSpace in den drei Bändern eines Schultages insgesamt zwischen 20 bis 30 Kinder und Jugendliche an unterschiedlichen Projekten, in der Spitze sind es auch mal 40 Schüler*innen. Labor und Werkstatt bieten problemlos Platz für 20 Schüler*innen gleichzeitig, je nach Art der Projekte auch mehr. Die typische Aufenthaltsdauer am Stück beträgt ein Band; manchmal reicht Kindern für kleine Vorhaben auch ein halbes Band. Manche Schüler*innen bauen sich komplette «Makerspace-Tage» in ihren Plan ein, einige Technik-Fans wohnen quasi dort, arbeiten fast ausschließlich *in* diesem Raum *und* lernen dort beispielsweise auch mathematische Verfahren und Englisch-Vokabeln oder machen Aufgaben. So übersetzen sie beispielsweise einen Text von Seymour Papert und lasern diesen anschließend auf eine Blechtafel.

2 WORK IN PROGRESS ANSTATT FERTIGES KONZEPT

Entstanden ist der MakerSpace an der FASW, weil eine Reihe von begünstigenden Faktoren zusammenkam:

Nach der Umwandlung der formal zunächst als Realschule realisierten Freien Aktiven Schule in eine Gesamtschule musste das Fach *Arbeitslehre* angeboten werden. Um das sinnvoll umsetzen zu können, brauchte es einen passenden Raum und eine dazu passende personelle Besetzung.

Nach einigen Übergangslösungen wurde in der ehemaligen Küche, ein nachträglicher Anbau, der eigentlich für den Abriss vorgesehen war, der passende Raum gefunden. Allerdings brauchte es hier eine große Vision, weil es nicht nur um einen einzelnen Raum, sondern um einen ganzen Gebäudeteil mit zirka 150 Quadratmetern ging, der zudem in einem sanierungsbedürftigen Zustand war.

Ein sinnvolles, auf die Grundidee der Freien Schule abgestimmtes Konzept für diesen neu zu schaffenden Raum war über Jahre hinweg entwickelt worden. Als Ausgangspunkte und Inspirationsquellen dafür dienten unter anderem Vorschläge aus der Maker-Education-Szene, darunter Standardwerke von Papert (vgl. 1980), Dougherty und Honey (vgl. 2013), Blikstein und Kranich (vgl. 2013), Martinez und Stager (vgl. 2013) und vielen anderen, Rückgriffe auf die Pädagogik

Maria Montessoris, die nichtdirektive Erziehung nach Rebeca und Mauricio Wild (vgl. 2009), nicht zuletzt aber auch persönliche Erfahrungen aus der polytechnischen Bildung und Erziehung der untergegangenen Deutschen Demokratischen Republik (DDR).

Finanzielle Mittel in erheblichem Umfang wurden durch den eigenen Schulträger zur Verfügung gestellt. Zusätzlich ist hier aber auch das Engagement der Kurt und Maria Dohle Stiftung zu nennen, die das Gesamtkonzept überzeugte und zu einer erheblichen finanziellen Förderung bewog.



Aus der Spülküche des Krankenhauses wurde das «Labor» im MakerSpace der heutigen Schule.

3 MAKERSPACE STATT WERKRAUM

Von Beginn an war klar, dass in den neu zu schaffenden Räumlichkeiten keine «Kurse» stattfinden werden, bei denen 20 Schüler*innen ein und dasselbe Werkstück nach Anleitung herzustellen haben. Damit erübrigen sich die üblichen Klassensätze an Werkzeugen wie Laubsäge, Hammer, Feile. Stattdessen kann man in der Ausstattung viel stärker «in die Breite» gehen, Konvolute alter Handwerkzeuge aus Hobbyauflösungen integrieren, einzelne Spezialwerkzeuge anschaffen, und die gesamte Ausstattung nicht als einmaligen Akt, sondern als ein stetig weiterzuentwickelndes Gesamtkunstwerk betrachten.

Bereits in der allerersten Konzeption, als die räumlichen Gegebenheiten in Wülfrath noch überhaupt nicht absehbar waren, war eine räumliche Trennung von «laut und schmutzig» und «ruhiger und staubärmer» vorgesehen. Später wurden diese Bereiche innerhalb des MakerSpace in «Werkstatt» und «Labor» benannt.

Statt einer traditionellen Werkraumausstattung mit besagten Klassensätzen an Werkzeugen braucht es viele unterschiedliche Orte und Gelegenheiten, um Dinge zu tun. Selbstverständlich können und sollten auch eine klassische Hobelbank dabei sein, ein Schraubstock und ein konventioneller Steh-Arbeitsplatz an einer Ständerbohrmaschine. Des Weiteren braucht es auch Freiraum, variable Arbeitstische, universell nutzbare Szenarien sowie eine umfangreiche, leicht zugängliche und möglichst einfach in Ordnung zu haltende Ausstattung an Werkzeugen und Maschinen.

Es reicht auf keinen Fall, einen früheren Computerraum neu zu streichen, ein paar 3D-Drucker hineinzustellen und ein MakerSpace-Schild an die Tür zu schrauben. Schulen, die über die Einrichtung eines MakerSpace nachdenken, können durchaus klein starten, im Notfall tut es für den Anfang ein «Pop-up-MakerSpace» in einem Schrank oder abschließbaren Wagen. Der «Space» muss nicht zwangsläufig ein einzelner physischer Raum mit vier Wänden sein, viel entscheidender ist der Paradigmenwechsel in der Didaktik. Wo immer möglich, sollten in diesen Transformationsprozess Schüler*innen und die ganze Schulgemeinschaft einbezogen werden. Je breiter die Basis einer solchen Maßnahme ist, desto leichter lässt sie sich umsetzen, tatsächlich mit Leben füllen und wirklich nachhaltig gestalten. Wenn Schüler*innen beispielsweise in die Raumgestaltung und -ausstattung

einbezogen werden, ist das Ergebnis vielleicht nicht immer perfekt, aber – und das ist ungleich wichtiger – es ist ihres.

4 FINANZIERUNG DER AUSSTATTUNG

Für die Ersteinrichtung des MakerSpace an der FASW konnte gegen Arbeitsleistung (besenreine Übergabe) und einen übersichtlichen Geldbetrag an die Gemeinde die Ausstattung eines großen Werkraums einer aufgegebenen Hauptschule übernommen werden. Vieles flog bei dieser Ausräumaktion in den Container, die weiternutzbaren Maschinen, Geräte und Werkzeuge bildeten den Grundstock für den MakerSpace. Weitere Ausstattung wurde hinzugekauft, teilweise neu, teilweise auch gebraucht. Spenden aus der Elternschaft und aus dem Kollegium gingen ebenfalls in Form von Ausstattungsgegenständen ein – mal eine unbenutzte Dekupiersäge, mal ein Satz Stechbeitel aus einer Hobbyauflösung, mal ein neuer, komplett bestückter Werkzeugwagen.

Solange nicht aus der Bildungspolitik der Länder (oder des Bundes?) grundsätzliche, innovative Entscheidungen zur Technikbildung kommen, wird für Schulen vor Ort vor allem die Finanzierung eines MakerSpace eine Herausforderung bleiben. Freie, privat getragene Schulen sind hier wegen des größeren eigenen Entscheidungsspielraums und der kürzeren Entscheidungswege zwar in einem gewissen konzeptionellen Vorteil, meistens aber viel zu klein, um einen gut ausgestatteten MakerSpace rechtfertigen und finanzieren zu können.

Initiativen zur Etablierung eines schulischen MakerSpace sollten sich frühzeitig die Unterstützung und möglichst aktive Beteiligung ihrer Schulleitung und des Kollegiums sichern. Sie sollten transparent ihre Ziele kommunizieren und konkrete Pläne vorstellen, wie diese zu erreichen sind. Vor allem anderen aber sollte eine pädagogische Argumentation stehen, eine Haltung deutlich werden, um frühzeitig auf grundlegender Ebene das konkrete Vorhaben mit den örtlichen Gegebenheiten abzugleichen. Jede Schulform hat spezifische Zugänge zu finanziellen Mitteln, jede Schule vor Ort unterschiedliche Bedingungen zur Finanzierung innovativer Vorhaben – von regulären Ausstattungsbudgets über das Sponsoring bis hin zum Engagement von Fördervereinen. Eine juristisch saubere Konzeption für die Finanzierung ist ein Muss. Besonderes Augenmerk verdie-

nen außerdem eventuelle Folgekosten, beispielsweise für die Wartung von Ausstattungsgegenständen und für Verbrauchsmaterialien.

An der FASW gab es zuerst ein Konzept, daraus folgend den unbedingten Willen, einen MakerSpace einzurichten, begleitend dazu sehr viel persönlichen Einsatz durch Eltern, Lehrpersonen, Handwerker*innen und die Geschäftsführung der Schule und dann einen erheblichen Zuschuss zur Ersteinrichtung durch eine gemeinnützige Stiftung. Ergänzend wurde beispielsweise die Anschaffung eines Lasercutters im Wesentlichen aus dem Gewinn eines Wettbewerbs-Preisgelds bestritten.

5 MULTIDISZIPLINÄRES TEAM STATT SOLO-PAUKER

Lehrpersonen in einem MakerSpace sollten idealerweise Generalisten sein, jedenfalls nicht beschränkt auf wenige Bereiche der Technik oder einzelne spezielle Tools. Sie müssen selbstverständlich nicht alles perfekt können, was man grundsätzlich in dem von ihnen betreuten Raum machen kann. Aber sie sollten in Sachen Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz geschult und erfahren sein. Und, wahrscheinlich als wichtigste Eigenschaft, sollten sie eine Offenheit zum Selber-Lernen mitbringen, eine Toleranz für andere, unübliche Wege, ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Sie müssen geduldiger sein als eine klassische Lehrperson, sich viel stärker zurücknehmen, Schüler*innen-Fragen eher mal mit einer Gegenfrage beantworten anstelle einer (vor)schnellen Erklärung. Dass die gleichzeitige Betreuung von bis zu zwei Dutzend 10- bis 19-Jährigen mit häufig fünf bis zehn unterschiedlichen Projekten eine gewisse Gelassenheit und Stressresistenz erfordert, verdient kaum gesonderte Erwähnung.

6 KONSTRUKTIONISMUS ALS LERNTHEORETISCHE BASIS

Auch wenn es ein breites Spektrum an Meinungen dazu gibt, erscheint eine grundsätzliche Orientierung an konstruktionistischen Lerntheorien anstelle der bis heute in der Praxis vorherrschenden instruktiven Pädagogik zwingend erforderlich. «The role of the teacher is to create the conditions for invention rather than provide ready-made knowledge» (Papert 1993). Natürlich ist es hilfreich und wahrscheinlich auch effektiv, einer Gruppe von Schüler*innen in einem MakerSpace beispielsweise grundlegen-

de Handwerkstechniken zu zeigen. Aber es ginge an der Making-Idee vorbei, jede/n Schüler*in dieser Gruppe das gleiche Werkstück aus dem gleichen Material mit den gleichen Werkzeugen mithilfe einer Schritt-für-Schritt-Anleitung bauen zu lassen und dann zu hoffen, nun hätten alle etwas «fürs Leben gelernt». Die zunehmende Abkehr staatlicher Stellen von konkret festgelegten Bildungsinhalten in den letzten zehn bis 20 Jahren und die Hinwendung zu allgemeiner formulierten Kompetenzen, die Schüler*innen erreichen sollten, könnte eine brauchbare Legitimation für den Schulbetrieb abgeben, dass eben nicht alle das Gleiche gleichzeitig lernen müssen. In der schulischen Praxis kommt oft nur wenig davon an, weil es mit begrenzten Ressourcen, einem auf Beharrungsvermögen ausgerichteten Lehrpersonal und der Notwendigkeit einer Bewertung durch Schulnoten nur sehr schwer umsetzbar ist.

Ein MakerSpace erscheint wie kaum ein anderes schulisches Setting geeignet, Bildung wirklich kompetenzorientiert zu betreiben. Schüler*innen wählen sich selbst Projekte nach ihren eigenen Interessen und erwerben entlang dieser Projekte unterschiedliche Kompetenzen. Die Irrwege, Iterationsschleifen, die Fehler und selbst das Scheitern an einer Aufgabe gehören ganz selbstverständlich zu dem Lernprozess dazu und machen ihn für die Lernenden nachhaltig. Aufgabe der Lehrperson ist in diesem Setting viel stärker das Begleiten dieser Lernprozesse, das Beobachten, Dokumentieren, das «Überblick-behalten», das behutsame Lenken von Projekten und gezielte Triggern eigener Ideen.

7 FREIHEIT BEIM LERNEN: «MACH DOCH, WAS DU WILLST»

Im vierten Jahr des Bestehens des MakerSpace an der FASW lassen sich einige Nutzungstypen identifizieren:

DIE BEWOHNER

Wie bereits erwähnt, gibt es eine ganze Reihe Jungen, für die der MakerSpace de facto ihr «Zuhause» in der Schule ist. Sie verbringen sehr viel Zeit hier, eignen sich entlang unterschiedlicher Projekte eine Fülle von Fertigkeiten an, lernen voneinander, bilden soziale Gemeinschaften. Einzelne von ihnen sind mit solchen «Inselbegabungen» ausgestattet, dass sie in einer Regelschule fraglos gescheitert und sehr wahrscheinlich in einer

Förderschule gelandet wären. Hier können sie sich stattdessen in teilweise eng begrenzten technischen Bereichen über Jahre eine Reputation erarbeiten, die sie zu außerordentlich anerkannten Mitgliedern der Schulgemeinschaft macht. Langzeiterfahrungen fehlen zwar bisher, aber es gibt bereits jetzt gute Hinweise, dass sich solche Jungen weiter gut entwickeln und Kompetenzen auch in lange ungeliebten und weitgehend vermiedenen Bereichen wie Sprachen, Mathematik oder künstlerischen Fächern entwickeln können. Kurz gesagt werden sie zu nichts gezwungen, was sie nicht selbst möchten, werden richtig gut auf *ihrem* Gebiet, merken nach und nach selbst, dass ihnen zum Weiterkommen Fähigkeiten in Deutsch, Mathematik, Englisch fehlen und kommen darüber auch in diesen Fächern ins Arbeiten.

DIE NICHT-TECHNIKER*INNEN

Es gibt Schüler*innen, die praktisch nie im MakerSpace im Sinne von Schule oder Unterricht arbeiten, sondern den Raum lediglich als Servicestation ansehen, in der man Hilfe bei der Umsetzung von Geschenkideen zu Weihnachten oder Geburtstagen bekommen kann. Formal ist der MakerSpace dem Fach *Arbeitslehre* zugeordnet. Um Leistungen in diesem Fach zu erbringen, müssen Schüler*innen aber nicht notwendigerweise im MakerSpace arbeiten. Es gibt zahlreiche andere Aktivitäten in der Schule, die ebenfalls in das Fach einfließen, beispielsweise das Kochen in der Schülerküche oder in der Schulmensa, Betriebspraktika, Organisation unterschiedlicher Veranstaltungen. Kinder mit der Selbstzuschreibung «Ich interessiere mich nicht für Technik» werden nicht gezwungen, für sie sinnlose Werkstücke herzustellen und Bretter schief durchzusägen. Aber alle bekommen eine Einführung und wissen zumindest ansatzweise, was man im MakerSpace machen kann. Sie erinnern sich dann wenigstens am 3. Advent daran, dass sie doch dringend noch was für die Eltern basteln wollten. Oder sehen bei Schulkamerad*innen ein interessantes Projekt, das sie selbst so fesselt, dass sie ihre Technik-Aversion hinterfragen und letztlich doch ins eigene Tun kommen. Es gibt Jugendliche, die jahrelang nicht im MakerSpace gearbeitet, dann aber ohne erkennbaren äußeren Anlass in der 9. Klasse dort ein Programmier-Projekt begonnen haben.

DIE TECHNIKER*INNEN

Das Fach *Arbeitslehre* gibt es an der FASW zweimal: Einmal als «ganz normales» Unterrichtsfach für alle von Klasse 6 bis 10, und zum zweiten als Wahlpflichtfach von Klasse 7 bis 10. Außerdem existiert in der Oberstufe das Fach *Technik*, das allerdings bisher nur sporadisch gewählt wird. In diesem Rahmen finden im MakerSpace feste Kurse statt, bei denen die Inhalte stärker vorgegeben und strukturiert sind. Ein gemeinsamer Schweiß-Workshop führt beispielsweise interessierte «Techniker» unterschiedlichen Alters an festen wöchentlichen Terminen zusammen. Auch hier fehlen noch Langzeit-Erkenntnisse, jedoch sind die bisherigen Erfahrungen ermutigend, dass künftige Absolvierende ihre schulischen Technik-Erfahrungen in ihre spätere berufliche Karriere einfließen lassen können.

DIE PROJEKT-ARBEITER*INNEN

Ein gewisser Anteil sehr zielstrebigster Schüler, vor allem aber Schülerinnen, nutzt den MakerSpace auf ganz eigene Weise. Sie schreiben Themenarbeiten oder bearbeiten umfangreiche Projekte und versuchen dabei, unterschiedliche Fächer miteinander zu kombinieren. Neben Recherchen, Arbeit an Texten und der Präsentation von Ergebnissen auf Plakaten oder in Power-Point-Vorträgen versuchen das Öfteren Jugendliche, ihre Ergebnisse auch in Form von haptischen Objekten umzusetzen. Dazu suchen sie phasenweise gezielt den MakerSpace auf, um mithilfe der hier vorhandenen Materialien, Tools und Unterstützung fantasievolle Objekte zu erstellen, die die sonst eher theoretischen Arbeiten anschaulich unterstützen und ergänzen. Auf diese Weise ist bereits eine ganze Anzahl selbst hergestellter Organisationshilfen oder Unterrichtsmaterialien für Mathematik, Biologie, Erdkunde, Musik und weitere Fächer entstanden.

DIE MÄDCHEN

Vor allem jüngere Mädchen trauen sich angesichts einer absoluten Übermacht an Jungs oft nicht an Projekte heran und setzen sich beim Ringen um begrenzte Ressourcen wie Computerarbeitsplätze oder Zeit am Lasercutter zu selten durch. Um auch ihnen gerecht zu werden und akzeptable Arbeitsbedingungen anzubieten, pausiert für einen begrenzten Zeitraum von zwei Bändern (180 Minuten) die Koedukation, was bereits nach wenigen Wochen zu einer spürbar erhöhten Präsenz von Mädchen im MakerSpace ge-



führt hat. Besonders ermutigend ist der mehrfach beobachtete Effekt, dass Mädchengruppen am Dienstag im geschützten Rahmen ein eigenes Projekt anfangen, am folgenden Mittwochmorgen als erste vor dem Raum stehen und sich den Exklusiv-Zugang zum Lasercutter sichern, um ihr begonnenes Projekt fortzuführen. Allein die kontroverse Debatte unter den Schülerinnen und Schülern unterschiedlichen Alters um den «Girls-only-Tag» rechtfertigt diesen ersten Versuch, der aller Voraussicht nach in den Regelbetrieb übergehen wird.

DIE SCHNUPPER-KIDS

Mit dem Beginn des zweiten Halbjahres in der vierten Klasse haben Kinder der benachbarten Freien Aktiven Grundschule die Möglichkeit, einen Tag in der Woche in die Gesamtschule hineinzuschnuppern. Sie lernen auf diese ungezwungene Weise bereits die Räume und das Schulleben in ihrer künftigen weiterführenden Schule kennen, was den Übergang spürbar erleichtert. In diesem Rahmen kommen in kleinen Grüppchen oder paarweise auch immer wieder Viertklässler*innen in den MakerSpace und lassen sich von nur wenig älteren Schüler*innen in den Raum und seine unüberschaubaren Möglichkeiten einweisen. Viele von ihnen beginnen erste kleine Projekte, stellen auf dem Lasercutter Schlüsselanhänger her oder sitzen zum ersten Mal an einem großen Computer mit zwei Monitoren. Wenn sie Ende August Gesamtschüler*innen sind, haben sie im MakerSpace schon einen festen Anlaufpunkt, mit dem sie erste positive Erfahrungen verbinden.

DIE KOLLEG*INNEN, HAUSMEISTER UND HANDWERKER*INNEN

Der Makerspace der FASW steht der gesamten Schulgemeinschaft offen. Nicht jede Deutschlehrperson ist von Haus aus ein*e Maker*in, hat vielleicht auch Angst vor bestimmten Maschinen. Aber nach knapp vier Jahren des Bestehens sind in der ganzen Schule so viele erfolgreiche Projekte präsent, dass wirklich jede Lehrperson zumindest eine Idee davon hat, was im MakerSpace möglich ist. Ein Teil der Kolleg*innen kommt tatsächlich in der Rolle als Fachlehrer*in oder Sozialpädagoge*in mit Schüler*innen in den Raum, um Vorhaben für das eigene Fach technisch umzusetzen. Selbst mit den Hausmeistern, Handwerker*innen und einzelnen Eltern-Arbeitsgruppen gibt es im MakerSpace einen permanenten Austausch, oft unter Einbeziehung von Schüler*innen.

8 SCHULISCHER VS. AUSSERSCHULISCHER MAKERSPACE

Natürlich kann und muss man die Frage stellen, inwieweit der vielleicht aufkommende Wunsch nach einem Schul-MakerSpace realistisch ist, ob es aus Sicht der Ressourcen nicht doch intelligenter wäre, einen von mehreren Schulen nutzbaren (außerschulischen?) Raum zu schaffen. Tatsächlich gibt es für dieses Modell einige Argumente und auch praktische Umsetzungen. Der «Club MAKER-Garage» wurde Anfang 2016 genau mit dieser Zielsetzung gegründet, zahlreiche Schülerforschungszentren und vergleichbare Einrichtungen haben eine ähnliche Ausrichtung – ihre tatsächliche Wirkung in der Fläche bleibt aber oft beschränkt – häufig auf wenige Einzelne, die sich sowieso für technische/naturwissenschaftliche Themen interessieren. Sie besuchen nachmittags nach der Schule einmal die Woche noch ihre Bastelwerkstatt in einem von der Gemeinde umgebauten Feuerwehrschuppen, sie sind die einzigen aus einer ganzen Schulklasse, die dem einmal jährlich anstehenden Besuch in einem zentralen Labor mit 3D-Druckern etwas abgewinnen können. Modellhafte Auseinandersetzung mit Technik und der Zugang zu modernen Tools in größeren Abständen können für junge Menschen durchaus Trigger sein und Anregung bieten, für eine längerfristige und kontinuierliche Auseinandersetzung der Lernenden mit technischen Fragestellungen sind sie oft nur bedingt geeignet.

Die MakerSpaces müssen (zurück) an die Schulen, sie müssen unkompliziert und spontan zur Verfügung stehen, sie müssen eingebettet sein in den Schulalltag, nutzbar nicht nur von den «Nerds», sondern von allen Schüler*innen und Lehrer*innen. Viele noch so kleine Kontakte mit technischen Fragen, mit handwerklichem Tun, mit Medien-Geräten, mit vermeintlich rätselhafter Technik tragen dazu bei, dass Schüler*innen ihre Berührungsängste und Selbstzuschreibungen à la «Ich hab keine Ahnung von Technik» verlieren und fit werden. Fit werden für eine Zukunft, von der heute niemand weiß, wie genau sie aussehen wird, in der aber – das ist sicher – Technik eine zentrale Rolle spielen wird.

9 DER MAKERSPACE GEHT RAUS IN DIE WELT

Von Anbeginn seiner Existenz orientierte sich der MakerSpace der FASW auch nach außen. Schüler*innen, die in der Schule gerade einmal erste eigene Technik-Erfahrungen gesammelt hatten, wurden sofort

als Peer-Tutor*innen bei externen Workshops eingesetzt und halfen Gleichaltrigen auf Maker Faires, Wissensnächten und Fortbildungsveranstaltungen beim Bau von Wackelinsekten oder Kipplampen. Sie zeigten Kindern das Bemalen von individuell gestalteten Ostereiern mit einem «Egg-Bot» und Erwachsenen das Zusammenlöten einer «Joule-Dieb» genannten Mini-Taschenlampe.

Seit Anfang 2016 ist der MakerSpace der Veranstaltungsort für das monatliche Repair Café, das den Bürger*innen der Stadt und der Umgebung kostenlos bei der Reparatur von technischen Geräten zur Seite steht. Bei jedem einzelnen Termin werden am Rande auch Diskussionen über gesellschaftliche, wirtschaftliche und technische Entwicklungen geführt, wertvolle Erfahrungen ausgetauscht und somit zumindest kleine Beiträge zum lebenslangen Lernen von Menschen im Sinne von «Lifelong Kindergarten» (Resnick 2017) geliefert.

Seit Anfang 2018 gibt es Ansätze und konkrete Aktivitäten, mit einer Schülerfirma nicht nur «Wirtschaft zu spielen», sondern sich tatsächlich ernsthaft wirtschaftlich zu betätigen. Die Organisation und die Abbildung betrieblicher Strukturen auf eine Schülerfirma im lebhaften Alltag einer auf Freiheit und Freiwilligkeit aufgebauten Schule gestalten sich bisher noch als Herausforderung, wertvolle Ansätze sind aber schon zu erkennen. Konkrete Produkte und Dienstleistungen gibt es schon, eine zuverlässige betriebliche Infrastruktur muss noch folgen.

Nicht zuletzt wird aus dem MakerSpace heraus ein reger Austausch mit befreundeten und interessierten Einrichtungen im In- und Ausland gepflegt: Der MakerSpace der FASW ist wie die ganze Schule sehr offen für Hospitationsanfragen, für Besuche von Kolleg*innen aus der Bildung, der Wirtschaft und der Politik.

LITERATUR

- Blikstein, Paulo / Krannich, Dennis (2013). The Makers' Movement and FabLabs in Education: Experiences, Technologies, and Research. Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children. pp.613–616.
- Blikstein, Paulo / Martinez Sylvia Libow / Pang, Heather Allen (2015). Meaningful Making: Projects and Inspirations for Fab Labs and Makerspaces. Torrance: CMK Press.
- Dougherty, Dale / Honey, Margaret (Eds.) (2013). Design, Make, Play: Growing the Next Generation of STEM Innovators. New York.
- Martinez, Sylvia Libow / Stager, Gary (2013). Invent to learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom. Torrance: CMK Press.
- Papert, Seymour (1970). Teaching Children Thinking, M.I.T. A.I. Lab, Memo No. 247.
- Papert, Seymour (1993). The Children's Machine: Rethinking Schools in the Age of the Computer. New York: Basic Books.
- Papert, Seymour (2018). Mindstorms. Children, Computer and Powerful Ideas. New York: Basic Books.
- Resnick, Mitchel (2017). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play. Cambridge (USA): MIT Press.
- Wild, Rebeca (2009). Mit Kindern leben lernen. Weinheim: Beltz Verlag.

MAKERSPACE LIGHT
Ein niederschwelliger
Einstieg

Bettina Waldvogel

ABSTRACT

Einrichtung und Betrieb eines schulischen MakerSpace sind oftmals mit erheblichem Aufwand und einem hohen Ressourcenbedarf konnotiert. Auch der «Makerspace Light», welchen die Autorin ins Leben gerufen hat und stetig weiterentwickelt, kommt ohne Ressourcen nicht aus. Jedoch versteht sie es, statt der Beanspruchung höherer finanzieller Mittel und der Implementierung spezieller, kostspieliger Fabrikationsgeräte eher auf das Maker-Mindset und die vor Ort gegebenen Möglichkeiten zu setzen und dabei verschiedene Fachaspekte wie Handarbeit, Werkunterricht und «Textiles und Technisches Gestalten» mit zu berücksichtigen.

HINWEIS ZUR AUTORIN

Bettina Waldvogel ist Fachbereichsleiterin und Dozentin in Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Schaffhausen (CH) und Primarlehrerin in Zumikon (CH).

MAKERSPACE LIGHT

Das Einrichten eines MakerSpace ist ein großartiges, aber vor allem auch einfach ein großes Unterfangen. Die räumlichen und finanziellen Anforderungen können abschreckend wirken. Inspiriert durch das Projekt «Makerspace – Lernlandschaft für Primarschulen» wurde an der Primarschule Zumikon der Versuch eines niederschweligen Einstiegs unternommen. Im vorliegenden Artikel werden erste Erfahrungen und Beobachtungen nach rund 2 Jahren «Makerspace Light» präsentiert. Das dient der Inspiration für eine Neuausrichtung des Werkunterrichts mit integrierten Anteilen aus dem Bereich Medien und Informatik.

Vor rund drei Jahren war die Situation in der damaligen Handarbeit in Zumikon eine große Herausforderung: Das Vorwissen der Schüler*innen im Fach «Textiles und Technisches Gestalten» könnte unterschiedlicher nicht sein. Und mit der Motivation stand es bei einigen Schüler*innen auch nicht zum Besten. Durch diese Umstände war es kaum möglich, Unterrichtsszenarien zu finden, mit denen man alle begeistern konnte und die es zuließen, dass jedes Kind auf seinem individuellen Niveau arbeiten konnte.

Der Lehrplan 21 (vgl. D-EDK 2016) ermöglicht mit der Kompetenzorientierung eine Neuorientierung, weg von einheitlichen Produkten hin zu kreativen individualisierten Lernprozessen. Es kann ein mit viel Liebe zum Detail ausgearbeiteter Gegenstand entstehen, es kann aber ebenso gut ein Prototyp erstellt werden, der die Funktionsweise einer Konstruktion dokumentiert. Vor allem aber sind die Schüler*innen nicht mehr Konsument*innen von Unterrichtseinheiten der Lehrpersonen, sondern sie sind selber am Planungs- und Entwicklungsprozess beteiligt und gestalten mit. Soweit die Theorie – in der Praxis kam es dann doch etwas anders.

1 MAKERSPACE LIGHT: VON DER THEORIE ZUR PRAXIS

Die Idee zum Makerspace Light entstand über die letzten Jahre – wobei zwei Inspirationsquellen besonders dazu beigetragen haben: Die Maker-Bewegung und das Churermodell.

DIE «MITMACH-REVOLUTION»

In der gleichnamigen Publikation (Gold 2011) oder in den Werkspuren, der Fachzeitschrift für Werklehrpersonen (Werkspuren 2016), wird ausgehend von der Do-it-yourself Kultur die Entstehung zur Maker-Kultur aufgezeigt: In verschiedenen Subkulturen wie der Punkbewegung, aber auch in der Recycling- und Design-Szene und an vielen anderen Orten entstand unkonventionelles kreatives Schaffen mit verschiedenen neuen und rezyklierten Materialien. Making mit Elektronik, das Bauen von eigenen Computern und Löten von Platinen wurde zunächst der Hacker und «Nerd»-Szene zugeordnet. Eine Öffnung für die Allgemeinheit entstand durch die Zugänge zu computergesteuerten Maschinen wie 3D-Drucker, Lasercutter und weiteren digital gesteuerten Geräten und Maschinen in sogenannten FabLabs. Die Kombination der Making-Idee zusammen mit textilen Ansätzen, wie zum Beispiel dem Urban Knitting, welches aus der Hippie-Kultur entstanden ist, bildet eine spannende Basis für die Umsetzung von «Textilem und Technischen Gestalten» gemäß Lehrplan 21 (vgl. D-EDK 2016, S.403–418).

DAS CHURERMODELL

Das Churermodell hat das Ziel der Binnendifferenzierung im Unterricht und bedient sich dazu vier Elementen (vgl. Thöny 2017):

- Zimmer umstellen
- Inputs im Kreis
- Freie Platzwahl
- Lernen mit Lernaufgaben

Zusätzlich definiert das Churermodell zehn typische Merkmale. Hier sind nur jene genannt, welche im Makerspace Light in Zumikon umgesetzt werden:

- Transparente Leistungserwartung
- Klassenführung, speziell: Einhaltung der Regeln
- Vielfalt und Unterschiede akzeptieren
- Schüler*innen lernen miteinander und voneinander
- Geisteshaltung: Ich traue meinen Schüler*innen etwas zu
- Lehrpersonen tragen zu sich selber Sorge, speziell: In kleinen, überschaubaren Schritten planen. Komplexität für die Schüler*innen sowie für die Lehrpersonen reduzieren.

Als Gelingensbedingung nennt Thöny unter anderem, dass die Schüler*innen die Aufgaben grundsätzlich wählen können. Gleichzeitig gibt es aber

auch Situationen, in denen die Lehrpersonen Aufgaben zuweisen. Die erforderlichen handwerklichen Techniken werden gemeinsam eingeführt und geübt. Beim Churer Modell sticht vor allem das inklusive Potenzial hervor, indem die Schüler*innen in ihrer Verschiedenheit wahrgenommen, geschätzt und gefördert werden (vgl. Pool Maag 2017).

SYNTHESE: DER MAKERSPACE LIGHT

Für den Makerspace Light in Zumikon wurden folgende Elemente aus dem Making und dem Churermodell übernommen:

- Sozialformen: Selbständiges, individuelles Arbeiten (mit und ohne Anleitung) sowie gemeinsame Projekte
- Kreis um einen großen Tisch für Inputs und für den Austausch (gemeinsame Reflexion)
- Wechselnde Arbeitsplätze (mit verschiedener Ausstattung)
- Aufbewahrung für persönliche Arbeiten
- Frei zugängliche Werkzeuge und Materialien
- Einsatz neuer Werkzeuge und Techniken: zum Beispiel 3D-Druck
- Achtsamer Umgang mit Ressourcen: Recycling und Upcycling

Im Zentrum des Makerspace Light steht der Schritt von einer Konsumhaltung hin zu einem aktiven, kreativen Gestalten. Es geht primär um eine Haltung und um ein Rollenverständnis. Die Schüler*innen bekommen eine aktive, selbstverantwortliche Rolle bereits im Planungsprozess der Projekte. Die Lehrpersonen hingegen nehmen eine eher beratende Coaching-Rolle ein. Die Ausstattung an Maschinen und Geräten spielt dabei eine sekundäre Rolle. Trotzdem wird im Folgenden die räumliche Ausstattung kurz beschrieben, um aufzuzeigen, wie niederschwellig ein Einstieg möglich ist.

LEHRPLANBEZUG IM MAKERSPACE LIGHT

Der Makerspace Light in Zumikon entsteht aus dem Handarbeits- und Werkunterricht. Aufgrund dieser Entstehungsgeschichte ist er im Bereich Textiles und Technisches Gestalten (TTG) anzusiedeln.

Gewisse Aufgaben, Arbeitsweisen und Geräte erfordern den Einsatz des Computers und dadurch kommen Kompetenzen aus dem Bereich Medien und Informatik (MI) dazu (vgl. D-EDK 2016, S.479–498). Dazu zählen unter anderem das Gestalten von 3D-Objekten am Computer für den Ausdruck auf dem 3D-Drucker, Herstellung oder Einsatz von Lernvideos, die Bedie-

nung von Geräten sowie die Programmierung des Keramikbrennofens. Die Arbeit mit Anleitungen, aber auch das Planen und die Reflexion setzen gute Sprachfähigkeiten voraus. Die Beschreibung von Abläufen verlangt nicht nur den passenden Wortschatz, sondern stellt auch hohe Anforderungen an die innere Logik eines Textes, was Schnittstellen zum Fach Deutsch (DE) aufweist (vgl. D-EDK 2016, S.70-102).

Zur Veranschaulichung von digitalen Schaltungen können einfache Stromkreise gebastelt werden, welche im Lehrplan 21 hauptsächlich im Fach Natur, Mensch, Gesellschaft (NMG) zu finden sind (D-EDK 2016, S.312-330). Diese Stromkreise können wiederum in Werk- und Bastelarbeiten integriert oder sogar mit Elektronik für Textilien verarbeitet werden. Damit schließt sich der Kreis wieder zum Technischen und Textilen Gestalten.



Veranschaulichung der Bezüge zum Lehrplan 21 beim Arbeiten im Makerspace Light (eigene Darstellung).

2 MAKERSPACE LIGHT ALS RAUM

Für den Makerspace Light in Zumikon stand ein heller Werkraum von rund 100 m² Größe zur Verfügung. Die Entwicklung des Raumes dauerte über Monate und kann auch jetzt nach mehreren Jahren noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Im Gegenteil: Der Raum soll sich den jeweiligen Projekten und Aktivitäten anpassen. Saisonale Dekorationen sind zwar möglich, grundsätzlich wird aber ein aufgeräumtes Ambiente gepflegt – möglichst frei von Beeinflussung auf die Entwicklung eigener Projektideen.

ARBEITSPLÄTZE UND MÖBLIERUNG

Im Raum befinden sich vier große, relativ hohe Tische und eine Werkbank. Den Wänden entlang gibt es mehrere alte Schultische, welche eine gute Höhe für die Arbeit an den Nähmaschinen haben. Die kunterbunte Vielfalt ermöglicht erst das Einrichten verschiedener Arbeitsplätze, welche sich für verschiedene Aufgaben und Arbeitsschritte eignen.

Im Sinne des Kreises im Churermodell sind zwei große Tische zusammengeschoben worden, so dass ein Sitzen im Kreis um den Doppeltisch herum möglich wird. Der Anfang und der Abschluss jeder Doppellektion findet im Kreis statt. Das gibt der ansonsten hochgradig individualisierten Arbeitsweise einen gewissen Halt und Rahmen.

Für die anstehenden Arbeiten stehen verschiedene Arbeitsplätze zur Verfügung: Tische mit Nähmaschinen, abgedeckte Tische für Malarbeiten, Arbeitsplätze an der Werkbank, zwei Computer und vieles mehr. Wichtig ist, dass die Schüler*innen keinen fixen Arbeitsplatz haben, sondern je nach Stand ihrer Arbeit einen passenden Arbeitsplatz suchen. Es kann durchaus vorkommen, dass der gewünschte Platz gerade nicht frei ist. Da sind die Schüler*innen gefordert, entweder andere Arbeitsschritte vorzuziehen oder mit einer kleinen Zwischenarbeit die Zeit zu überbrücken.

WERKZEUGE UND GERÄTE

Es gibt keine Klassensätze von Werkzeugen, dafür aber eine relativ große Vielfalt. Von gewissen Werkzeugen gibt es bewusst nur gerade ein Exemplar, so zum Beispiel von der Abisolierzange. Die Schüler*innen stehen somit vor der Entscheidung, ob sie Elektrodrähte und Litzen mit der Schere abisolieren, was eine feinmotorische Herausforderung ist, oder aber warten, bis die Abisolierzange frei wird.

3 DER MAKERSPACE LIGHT ALS KULTUR

Besonders spannend sind jeweils die ersten Reaktionen von Schüler*innen, wenn sie neu im Technischen und Textilen Gestalten im Makerspace Light unterrichtet werden.

«Sie müssen uns genau zeigen, was wir machen müssen», die Anforderung erfolgt kurz nachdem eine Klasse neu im «Makerspace Light» zu arbeiten anfängt. Ebenso die leicht vorwurfsvolle Frage: «Wieso müssen wir alles aufschreiben?» Es ist Teil der Maker-Philosophie, dass die Schüler*innen Verantwortung für ihre eigenen Projekte übernehmen – jedenfalls in einem gewissen Rahmen. Dazu gehört auch, dass die Schüler*innen Entwürfe und Skizzen zur Planung festhalten und allenfalls sogar Materiallisten anfertigen.

NEUE ROLLE DER LEHRPERSON

Die klassische Rolle der Lehrperson, die im Zentrum der Aufmerksamkeit aller Schüler*innen steht, ist nicht ganz verschwunden, sie reduziert sich aber auf Kurzeingriffe. Eine restriktive Auslegung der Lehrer*innenrolle ist nur da gefordert, wo es um Sicherheit geht. Das ist einer der schwierigsten Teile im MakerSpace: Grundsätzlich wird Vielfalt, die Entwicklung origineller Ideen, das Ausprobieren von Neuem und das Experimentieren erwartet, und gleichzeitig gibt es starre Regeln, wenn man an der Bohrmaschine arbeitet. Es fällt auf, dass gewisse Schüler*innen nicht mehr gewohnt sind, unverzüglich zu reagieren: *Stop* bedeutet *Stop* und zwar nicht erst fünf Minuten später. Gerade bei Kindern, deren Zuhause leer geräumt ist von «potenziell gefährlichen» Gegenständen, kann es zu größeren Irritationen führen, wenn sie nun beim Arbeiten mit Maschinen mit strikten Sicherheitsregeln konfrontiert werden.

NEUE ANFORDERUNGEN AN DIE SCHÜLER*INNEN

Schüler*innen, die eng geführten Unterricht kennen, sind häufig überfordert mit offenen Aufträgen, wie sie für die MakerSpace-Philosophie typisch sind. Unrealistische Erwartungen und hoher Notendruck verstärken die Negativspirale. Eindrücklich zeigte dies eine Schülerin, die für eine Strickarbeit ein Wollknäuel aussuchen sollte. Sie kam zu mir und fragte: «Mit welcher Wolle bekomme ich die bessere Note: mit der roten oder mit der blauen?»

TEILEN UND SICH GEGENSEITIG HELFEN

Das Teilen von Werkzeugen ist Teil des Lernsettings. Die Schüler*innen sollen miteinander kommunizieren, sich auch gegenseitig ihre Arbeiten zeigen und erklären und sich eben auch beim Umgang mit den Werkzeugen unterstützen (vgl. den Beitrag von Trüby in diesem Band). Das erfordert eine hohe Sozial- und Selbstkompetenz der Schüler*innen. Bei Klassen, die traditionellen Handarbeitsunterricht gewöhnt sind, kann die Umstellung zunächst für einige Verwirrung sorgen. Durfte früher jedes Kind nur am eigenen Werkgegenstand arbeiten, werden sie nun geradezu aufgefordert, sich gegenseitig zu helfen und zu unterstützen. «Darf ich ...»-Fragen sind in den ersten Wochen und Monaten sehr häufig.

OHNE FEHLER KEINE LERNCHANCE

Die Vorstellung, es gäbe ein *Richtig* oder *Falsch* bei jedem Designentscheid und bei jedem Entwicklungsschritt, kann sehr hinderlich sein. Ein produktiver Umgang mit Fehlern und Enttäuschungen ist eines der wichtigsten Ziele bei der Arbeit in einem MakerSpace. Besonders wichtig ist, dass die erwünschte Grundhaltung und Arbeitsweise der Schüler*innen im MakerSpace transparent kommuniziert werden und damit indirekt auch die Beurteilungskriterien der Arbeitsprozesse und entstehenden Produkte. Ein «verrücktes» Projekt mit anspruchsvollen Arbeitsschritten, das vielleicht nicht ganz glückt, ist auf jeden Fall eine gute Note wert. Je nach Auftrag und Lernziel kann ein gut geplantes, sorgfältig bearbeitetes aber im letzten Moment gescheitertes Projekt sogar besser beurteilt werden als eine «brave Minimallösung». Der Weg ist das Ziel und jeder Fehler ist eine Chance.

MAKERSPACE LIGHT AUCH ALS EINZELINITIATIVE

Der Makerspace Light ist nicht (nur) ein Raum mit spezieller Ausstattung sondern eine Haltung. Diese Haltung kann mit oder ohne Werkraum eingenommen werden. Sie könnte sogar in vielen anderen Fächern umgesetzt werden. Die Makerspace-Philosophie kann aber nur gelebt werden, wenn sie für die Lehrpersonen freiwillig und damit authentisch ist. Der Makerspace Light wurde als Einzelinitiative gestartet. Wenn immer sich Gelegenheit zu Team-Teaching oder gemeinsamen Projekten mit Klassenlehrpersonen ergeben, wird diese Chance genutzt. Dadurch, dass der Makerspace Light sich in kleinen Schritten entwickelt, kann, wer möchte, niederschwellig einzelne

Puzzlesteine davon ausprobieren und ins eigene Unterrichtsrepertoire aufnehmen.

4 TTG UNTERRICHT IM MAKERSPACE LIGHT

Ein Unterrichtsthema pro Quintal hat sich als besonders günstig erwiesen. Gemeinsam werden Techniken erarbeitet und Kurzinputs gemacht. Ein kleines Werkstück wird von allen Schüler*innen erarbeitet. Danach können individuelle Projekte, passend zum Thema geplant und umgesetzt werden.

HEFTFÜHRUNG

Die individuellen Projekte planen und dokumentieren die Schüler*innen in einem Heft. Dieses Heft ist eine Mischform aus Lerntagebuch und Laborheft. Neben Skizzen und Angaben zum Materialverbrauch wird auch großen Wert auf Zeitpläne gelegt. Am Ende von jeder Doppelstunde wird im Heft in ein bis zwei Sätzen festgehalten, was gelernt wurde oder was in der kommenden Woche gemacht wird.

BEISPIEL: E-TEXTILIEN

In zwei Viertklassen wurden Leuchtdioden (LED), Batteriehalterungen und leitfähige Fäden vorgestellt. Das Thema Stromkreise wurde zu einem früheren Zeitpunkt schon behandelt. Alle Kinder haben einen kleinen Stromkreis auf einem Stück Filz realisiert, um die Materialien zu erproben und mit dem doch relativ starren leitfähigen Faden Erfahrung zu sammeln. Anschließend konnten die Schüler*innen eigene Projekte planen. Einzige Vorgabe: Es müssen LEDs im Gegenstand verarbeitet werden, so dass sie eine Funktion erfüllen, zum Beispiel als dekoratives Element oder als Beleuchtung eines Hohlraums. Entstanden ist ein ledriges Hundehalsband mit einer abnehmbaren LED, mehrere genähte Kissen mit integrierter Beleuchtung, ein gesticktes Meerschweinchen mit leuchtendem Auge, Pulswärmer mit Licht, Handtaschen mit Innen- bzw. Außenbeleuchtung und viele weitere Produkte.



BEISPIEL: KARTEN MIT LEDS

Stromkreise auf Papier (engl. paper circuits) ist ein aktueller Trend und eine weitere Möglichkeit, einen ersten Umgang mit Elektronikbauteilen zu üben. Mit geklebten Kupferleitbahnen erübrigt sich das Löten. Der Fokus kann entweder auf der Gestaltung der Karte liegen oder aber auf der Konstruktion einer Batteriehalterung oder eines Schalters, der verhindert, dass die Batterie leerläuft, wenn die Karte nicht gebraucht wird.

BEISPIEL: MÖGLICHKEITEN VON 3D-SCANNER UND 3D-DRUCK ERKUNDEN

Räumliche Gegenstände können modelliert, gefaltet, genäht, gehäkelt, gestrickt oder geschnitzt werden. Um die Möglichkeiten von 3D-Scannern zu erproben, können Gegenstände aus verschiedenen Materialien gescannt und allenfalls am Computer nachbearbeitet werden. Das Ausdrucken auf einem 3D-Drucker ermöglicht die direkte Gegenüberstellung des analogen

Originals und dessen digitaler Kopie. Die kritisch differenzierte Betrachtung zeigt viele Facetten der Digitalisierung: Beim Scannen eines analogen Objektes kann zum Beispiel Information verloren gehen, je nach Qualität des verwendeten Scanners, nach Lichtverhältnissen, Oberflächenbeschaffenheit des Objektes. Die Betrachtung, was der Scanner gut kann (Formen erfassen) und was er nicht kann (zum Beispiel Material erkennen), kann als Anknüpfungspunkt für weiteres Philosophieren dienen.

BEISPIEL: AUSSTECHFORMEN AUS 3D-DRUCK

Formen für den 3D-Druck können entweder eingescannt oder am Computer konstruiert werden. Ausstechformen lassen sich besonders einfach am Computer zeichnen. Dabei gibt es nur wenige Stolpersteine: Die Ausstechform soll eine gewisse Fläche haben, das «Guetsli» soll ja nicht zu klein sein. Außerdem dürfen keine allzu filigranen Strukturen konstruiert werden, weil der Teig an diesen Stellen zu schnell dunkel würde oder sich gar nicht aus der Ausstechform herauslösen ließe. Bei der Gestaltung muss also an zwei räumliche Objekte gleichzeitig gedacht werden: die Form an sich und das «Guetsli», das man damit ausstechen wird. Da der 3D-Druck mit zirka 1 Stunde pro Ausstechform relativ langsam ist, wurden nicht alle während des Unterrichts gedruckt, sondern einige auch über Mittag und in den Randstunden.



BEISPIEL: MEIN KISSEN

Die Maker-Philosophie lässt sich aber auch anhand klassischer Handarbeitsthemen umsetzen. Am Ende der Nähmaschineneinführung wurde ein Kissenbezug mit der Nähmaschine gestaltet. Vorgegeben war Folgendes: Die erlernten Techniken (zum Beispiel Applikation, Stickerei) mussten am Kissenbezug demonstriert werden. Die Gestaltung der Kissenhülle sollte einen persönlichen Bezug zeigen. Es entstanden traditionelle Kissen in der Art, wie man sie in Geschäften für Dekoartikel findet. Andere zeigten ausgefallene Konstruktionen mit Täschchen und Geheimfächern für Briefchen, wieder andere gehörten zur Kategorie Fanartikel eines lokalen Fußballvereins.

NEUE IDEEN

Neben der einschlägigen Fachliteratur wie die Reihe *Technik und Design* (Stuber 2017) und den Making-Aktivitäten von Schön (2016), kommen die besten Ideen oft von den Schüler*innen selber. Bei mehreren Klassen hat es sich bewährt, nur noch das Material, Funktion oder Technik vorzugeben und die Schüler*innen suchen nach Produkten, die sie attraktiv finden. Wenn die Ideen in der Klasse präsentiert und besprochen werden, ergibt sich meist eine «Bündelung», so dass sich am Ende Gruppen bilden, die sich gegenseitig unterstützen und gemeinsam ihre Ideen weiterentwickeln.

5 ERSTE ERFAHRUNGEN MAKERSPACE FÜR ALLE?

Wichtig beim Makerspace Light ist die Methodenvielfalt. Es gibt Kinder, die sich im MakerSpace zunächst nicht sehr wohl fühlen, sei es, dass der Halt fehlt, sei es, dass sie sich (noch) nicht trauen, ihre eigenen Ideen zu äußern oder gar umzusetzen. Für diese Kinder ist es besonders wichtig, dass auch immer wieder «traditionelle» Projekte mit relativ engen Vorgaben angeboten werden.

RICHTIGES UND FALSCHES MATERIAL

«Das ist ja das falsche Material! Haben Sie nicht einmal ... im Schulzimmer?» War die Reaktion einer Mutter auf eines meiner ersten MakerSpace-Projekte. Lässt man den Schüler*innen viele Freiheiten, so entstehen ganz spannende Ideen und spontane Lösungen. Da kann es durchaus vorkom-

men, dass ein Auto ein Segel braucht, ein Schachtel-Wohnzimmer zu einem Fußballstadion wird, und man halt im Moment nicht die passenden Materialien im Schulzimmer hat. Ganz im Sinne der Do-it-yourself Kultur gibt es aber gar keine richtigen und falschen Materialien, sondern lediglich solche, die einen Zweck erfüllen oder nicht. Der Zweck kann übrigens auch gestalterischer Natur sein. Es geht in erster Linie darum Lösungen zu finden, auch wenn ein Material oder Werkzeug im Moment nicht verfügbar ist.



Stromkreise: Geniale Lösung einer 4. Klässlerin zum Auftrag, einen Stromkreis zu basteln



Ein Stromkreis mit LED und Knopf-batterie (5. Klasse)

HERAUSFORDERUNG: MATERIALVERSCHWENDUNG

Die offenen Schränke bleiben eine Herausforderung. Einige Schüler*innen können damit sehr gut umgehen. Sie bedienen sich mit genau so viel Material, wie sie gerade brauchen. Andere gehen sehr verschwenderisch damit um, schneiden aus Unachtsamkeit Löcher mitten in große Stoffbahnen oder lassen auch gleich noch ein paar Leuchtdioden im Hosensack verschwinden. Ein inspirierendes Materialangebot, ist ähnlich wie ein all-you-can-eat Buffet. Einige Menschen sehen die Grenzen nicht mehr und zeigen sich von einer Seite, die man ihnen gar nicht zugetraut hätte. Leider geschieht

das auch in der Schule beim freien Umgang mit Materialien. Die Schränke sind zwar grundsätzlich offen. Es ist aber nur «Verbrauchsmaterial» vorhanden. Große Vorratsstücke bzw. besonders teure Materialien sind in einem für die Schüler*innen nicht zugänglichen Bereich untergebracht. Frei verfügbar sind Recycling-Materialien – da darf auch mal verschwendet und experimentiert werden: Verpackungen aus Karton und PET, Dosen, Zeitungen, alte Planen und vieles mehr.

SPANNUNGSFELD TRADITIONELLES HANDWERK UND MODERNE TECHNIK

Grundsätzlich stößt der Makerspace Light bei Schüler*innen, Eltern aber auch bei den Behörden auf positives Echo. Es gibt aber auch kritische Stimmen. Insbesondere wird befürchtet, dass durch den Einsatz moderner Technologien das traditionelle Handwerk vergessen geht. Wichtigstes Argument ist, dass die neuen Geräte und Werkzeuge neue Möglichkeiten schaffen – nicht aber Bestehendes ersetzen sollen. So steht dann auch im Makerspace Light in Zumikon ein Spinnrad in unmittelbarer Nähe des 3D-Druckers, gewissermaßen als Symbol für die Symbiose von traditionellem Handwerk und neuen Technologien.

6 AUSBLICK

Der Makerspace Light braucht keine großen finanziellen Mittel, keine speziellen Werkzeuge, sondern kann in Form von Unterrichtsorganisation, Rollenklärung und persönlicher Haltung auch von einzelnen Lehrpersonen in kleinen Schritten umgesetzt werden. Die Arbeitsweise in einem MakerSpace lässt sich gut mit Kompetenzorientiertem Unterricht verbinden. Auch die Integration von Medien und Informatik in andere Fächer, in diesem Fall in TTG und allenfalls NMG, lässt sich mit der Maker-Philosophie gut verbinden. Die Einrichtung des Makerspace Light wird wohl nie abgeschlossen sein. Die ständige Anpassung an neue Aufgaben und Projekte ist ein charakteristisches Merkmal des MakerSpace. Die Klärung der Rollen und Verantwortlichkeiten im Lehrer-Schüler-Verhältnis ist ein langwieriger Prozess und so bleibt dann auch die häufigste Antwort auf Schülerfragen: «Probiere es aus: Du kannst es!»

LITERATUR

- D-EDK Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (Hrsg.) (2016). Lehrplan 21 Gesamtausgabe, Luzern. www.lehrplan.ch sowie https://v-fe.lehrplan.ch/container/V_FE_DE_Gesamtausgabe.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Gold, Helmut (2011). DYI – Die Mitmach-Revolution. Kataloge der Museumsstiftung Post und Telekommunikation, Band 29. Mainz: Ventil Verlag.
- Pool Maag, Silvia (2017). Das Churermodell – Einblicke in eine Didaktik für inklusive Lerngruppen. Integration und Kooperation in der Regelschule. In: Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik, Jg. 23, 5–6 (2017). S. 32–39.
- Schön, Sandra / Martin Ebner / Kristin Narr (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. Norderstedt: Books on Demand. <http://bit.do/handbuch> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Stuber, Thomas. 2017. Technik und Design, Handbuch für Lehrpersonen: Spiel, Mechanik, Energie. Bern: Hep Verlag.
- Thöny, Reto (2017). Churermodell – eine Möglichkeit der Binnendifferenzierung im Unterricht. <http://www.churermodell.ch> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Werkspuren (2016). Sonderheft: Do it yourself. Einfach machen. Werkspuren, Vermittlung von Design und Technik, no 143, 3/2016.

VON DER IDEE ZUM MAKERSPACE Ein partizipatives Experiment an der Primarschule Thayngen

Selina Ingold, Björn Maurer

ABSTRACT

Welche Schritte braucht es zur Einführung eines schuleigenen MakerSpace? Wie können Lehrpersonen und Schüler*innen in den Entwicklungsprozess und die Umsetzung einbezogen werden? An einem konkreten Praxisbeispiel an der Primarschule Thayngen (CH) zeigen die Autor*innen auf, wie pädagogisches Making unter Mitwirkung von Schüler*innen und Lehrpersonen in den Schulalltag implementiert werden kann. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse münden in allgemeine Empfehlungen für Schulen, die ein ähnliches Projekt planen.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Selina Ingold ist Medienwissenschaftlerin und Professorin an der Fachhochschule St. Gallen (CH).

Björn Maurer ist Erziehungswissenschaftler und Dozent für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

VON DER IDEE ZUM MAKERSPACE

Im Entwicklungsprojekt «MakerSpace: Raum für Kreativität» (2017-2020) wird der Maker-Ansatz erstmals im Forschungskontext auf den Schulalltag einer Schweizer Primarschule übertragen. Maßgebend sind die Prämissen der Maker-Bewegung (vgl. z. B. Hatch 2013; vgl. Dougherty 2013) einerseits und die administrativen, personellen und bildungspolitischen Rahmenbedingungen des Schulalltags andererseits. Im Projekt gehen Schüler*innen, Lehrpersonen und Forscher*innen gemeinsam den Weg von der Idee bis zur Umsetzung und Inbetriebnahme eines schulischen MakerSpace. In diesem Beitrag werden die einzelnen Schritte des Entwicklungsprozesses und erste Erkenntnisse aufgezeigt, die für ähnliche Vorhaben relevant sein könnten. Unter anderem wird dabei auf Partizipationsmöglichkeiten der Akteure, auf wesentliche didaktische Prinzipien und auf den Wissenstransfer im Kollegium eingegangen. Das Projekt wird Mitte 2020 abgeschlossen sein. Ein kurzer Ausblick gibt darüber Auskunft, welche Ziele bereits erreicht wurden und welche Schritte noch ausstehen.

1 PROJEKTZIELE

Der Maker-Ansatz und die Organisation Schule sind in inhaltlicher Ausrichtung und Methodik nicht unbedingt deckungsgleich (vgl. den Beitrag «Making in der Schule» von Ingold/Maurer in diesem Band). Deshalb sollte der Primarschule Thayngen kein MakerSpace-Konzept von außen übergestülpt werden. Es galt von Beginn an, den schulischen MakerSpace und dessen inhaltliche und organisatorische Nutzung gemeinsam mit Schüler*innen, Lehrpersonen und Making-Fachleuten zu entwickeln. Dabei stand der Forschungsansatz Design-Based-Research (DBR) (vgl. Reinmann 2005) Pate. Innerhalb mehrerer iterativer Schleifen von theoriegeleiteter Entwicklung, Test und Re-Design der Lernumgebung konnte der schulische MakerSpace schrittweise an die Bedürfnisse der Akteure sowie an die strukturellen Rahmenbedingungen der Schule angepasst werden, ohne das Potenzial für Innovation und Schulentwicklung zu verlieren.

Folgender Zielhorizont wird angestrebt:

- Ein *Werkraum* wird unter Einbeziehung von Ideen und Bedürfnissen der Akteur*innen als MakerSpace umgestaltet.
- Das didaktische Konzept des MakerSpace ist *offen* für die Interessen und Ideen der Schüler*innen, fokussiert aber gleichzeitig fachbezogene und überfachliche Kompetenzaneignung im Sinne des Lehrplans.
- Das *explorative* und *iterative Konstruieren* von Objekten mit analogen und digitalen Materialien und Werkstoffen steht im Vordergrund.
- Die Lehrpersonen sind für die Begleitung von Making-Aktivitäten der Schüler*innen *qualifiziert*.
- Der MakerSpace wird von allen Schüler*innen und Lehrpersonen im Rahmen des obligatorischen Unterrichts *aktiv* genutzt.
- Der MakerSpace bleibt nach Abschluss des Projekts *dauerhaft Bestandteil des Schulalltags*.

Neben der Konzeption und Inbetriebnahme des MakerSpace verfolgt das Projekt das Anliegen, die Möglichkeiten und Einsatzszenarien eines MakerSpace unter den Alltagsbedingungen einer Primarschule zu dokumentieren und zu analysieren. Außerdem sollen Hypothesen zur Wirksamkeit des schulischen MakerSpace bezogen auf die Entwicklung von «21st Century Skills» (vgl. Kai Wah Chu et al. 2017) wie Kreativität, Kollaboration, kritisches Denken und digitale Mündigkeit gebildet werden. Auf die Wirksamkeitsforschung kann in diesem Beitrag nicht näher eingegangen werden (zum Forschungsfokus *Kreativität* vgl. den Beitrag von Feurle/Maurer in diesem Band, zum Forschungsfokus *digitale Mündigkeit* vgl. Maurer/Ingold 2019).

2 DIE PROJEKTSCHRITTE UND ERKENNTNISSE

PROJEKTFINANZIERUNG

Das Projektteam der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH) und der Fachhochschule St. Gallen (CH) konnte vor Projektstart eine Stiftung für die Idee des schulischen MakerSpace gewinnen. Für die Bereitstellung der Stiftungsmittel wurde ein Projektantrag verfasst, der vom Bildungsdepartement des Kantons Schaffhausen (CH) unterstützt wurde. Hinzu kamen Eigenmittel der beiden Hochschulen sowie Personalmittel der Schule Thayngen (CH). Für

die Einrichtung des MakerSpace (Material- und Infrastrukturkosten) standen rund CHF 25000 zur Verfügung.

Falls eine externe Finanzierung fehlt, kann ein MakerSpace je nach Ist-Stand durch eine Mischfinanzierung von Lehrerteildeputaten, Weiterbildungszeit, kantonale (oder gleichwertige administrative) Unterstützung und Partnerschaften mit ortsansässigen Unternehmen realisiert werden. Für den Betrieb (inklusive Konzeption) des MakerSpace sind ausreichend Personalressourcen einzuplanen (für eine einzügige Primarschule sind zwei Arbeitstage/Woche angemessen).

AUSWAHL DER SCHULE UND RAHMENBEDINGUNGEN VOR ORT

An der Primarschule am Silberberg in Thayngen (Kanton Schaffhausen, CH) arbeiten zehn Lehrpersonen, rund 100 Schüler*innen verteilen sich auf sieben Klassen (Stufen 1-6). Ausschlaggebende Kriterien für die Wahl der Schule als Projektschule waren die große Bereitschaft des gesamten Kollegiums zur Teilnahme am Projekt, eine positiv-unterstützende Einstellung seitens Schulleitung, Schulbehörde und Kollegium sowie ein altersdurchmisches Team ohne Vorerfahrungen mit dem Unterricht in einer vergleichbaren Lernumgebung. Das Kollegium war bereit, den Unterricht für die Begleitforschung zu öffnen und an der Konzeption der Maker-Aktivitäten mitzuwirken.

Im Schulhaus übernimmt eine engagierte Lehrperson (im Folgenden als Maker-Lehrperson bezeichnet) im Rahmen eines 20%-Pensums die Betreuung des MakerSpace. Zum Arbeitsprofil der Maker-Lehrperson gehören die Entwicklung und Durchführung von Making-Aktivitäten mit Schüler*innen, die Unterstützung und Beratung der anderen Lehrpersonen sowie die Koordination der Aktivitäten im MakerSpace. Die Maker-Lehrperson wird von einer externen pädagogischen Fachkraft bei der Vorbereitung von Making-Aktivitäten und in der Praxis im Team-Teaching unterstützt (20%-Stelle). Die übrigen Lehrpersonen übernehmen ihre Aufgaben im Rahmen des regulären Deputats, können aber die investierte Zeit für Making-Weiterbildungen anrechnen. Für die Konzeption und Durchführung von Making-Weiterbildungen ist eine weitere 20%-Fachkraft zuständig. Eine Projektleitung ist ebenfalls mit einem 20%-Pensum eingebunden.

Der MakerSpace besteht aus einem ehemaligen Werkraum (64 Quadratmeter) und einem Nebenraum (25 Quadratmeter). Aus Kostengründen werden das vorhandene Mobiliar und die Infrastruktur des Werkraums wei-

ter genutzt und teilweise umgebaut (z. B. Werkbänke, Holzbearbeitungsmaschinen, diverse Werkzeuge). Die Schule hat die benötigte IT-Infrastruktur aus eigenen Mitteln finanziert (zwölf Tablets, drei Laptops, einen Präsentationsscreen). Für Umbaumaßnahmen konnten Fachkräfte der Gemeinde (Elektriker, Schreiner) ohne Mehrkosten einbezogen werden.

Da es sich bei diesem Projekt um einen integrativen schulischen MakerSpace handelt, steht Making für alle Schüler*innen auf dem obligatorischen Stundenplan. Die Zeitfenster für das Making setzen sich aus Stunden der Fächer *Medien und Informatik (M&I)*, *Textiles und Technisches Gestalten (TTG)* und *Natur, Mensch Gesellschaft (NMG)* zusammen.

ERWARTUNGSHALTUNG DER LEHRPERSONEN

«Auf diese total andere Unterrichtsmethodik freue ich mich einerseits, habe aber auch etwas Bedenken, ob es gut geht.» (Lehrperson Mittelstufe)

Obwohl manche Lehrpersonen zu Beginn kaum Vorstellungen vom Making in der Praxis haben, freuen sie sich einerseits für die Schüler*innen, andererseits sehen sie auch für sich selbst eine Chance, neue Dinge zu lernen und interessante Techniken auszuprobieren. Bedenken werden vor allem bezogen auf die *Technik* geäußert. Besonders auf der Unterstufe scheint die Behandlung von technischen Inhalten und Themen eine untergeordnete Rolle zu spielen. Auch die Vorstellung, im Unterricht

Werkzeuge und Geräte der digitalen Fabrikation zu nutzen, lösen bei einigen Lehrpersonen zunächst Bedenken aus. In den Vorgesprächen wird der Wunsch nach Unterstützung geäußert. Nachgefragt werden vor allem die Einführung in die Bedienung der Maschinen für digitale Fabrikation, Ideen für Making-Szenarien sowie mögliche Produkte, die im Making-Kontext umgesetzt werden können. Einige Lehrpersonen sprechen auch das pädagogische Setting und die für das Making konstitutive Offenheit des Lernprozesses als persönliche Herausforderung an. «Ich bin gespannt, wie ich das Ganze aufnehme, da ich eine ziemlich strenge Lehrperson bin und immer Ordnung möchte. Ich hoffe, dass ich danach nicht eine riesen *Rasselbande* habe» (Lehrperson Mittelstufe). Die Vorstellung, dass die Schüler*innen an unterschiedlichen Projekten arbeiten, die sie sich selbst ausgesucht haben, führt zu Bedenken hinsichtlich der Betreuungskapazität. Zudem ist die fächerübergreifende Anbindung der Making-Aktivitäten an den Lehrplan nicht für alle ersichtlich.

Allgemeine Empfehlungen

Eine Herausforderung besteht darin, dem Schulhausteam zu Beginn des Projekts – ohne zu viel vorwegzunehmen – deutlich zu machen, was die Grundidee des pädagogischen Making-Ansatzes ist und wie sich Making beispielsweise vom Unterricht im *Textilen und Technischen Gestalten* unterscheidet. Dies lässt sich kaum im Rahmen einer Informationsveranstaltung vermitteln. Gute Erfahrungen werden mit kurzen HandsOn-Workshops gemacht, in welchen die Lehrpersonen kleine Maker-Projekte nach eigenen Ideen erstellen. Hilfreich sind außerdem konkrete Beispiele für Produkte, die sich durch Kombination von analogen und digitalen Werkstoffen und Technologien realisieren lassen. Dabei ist darauf zu achten, dass die in den Beispielprodukten eingesetzte digitale Technologie einen tatsächlichen Mehrwert bringt und nicht etwa durch eine elektronische Schaltung oder mechanische Lösung ersetzt werden könnte. Im Erstkontakt mit Lehrpersonen ist es strategisch wichtig, den Maker-Ansatz nicht als heilsbringende Revolution des Schulsystems zu präsentieren, sondern als *sinnvolle Ergänzung* des Regelunterrichts, die einen etwas anderen Schwerpunkt hat: die Förderung überfachlicher Kompetenzen auch im Sinne der 21st Century Skills. Zudem ist es hilfreich zu betonen, dass Making nicht das *Technische und Textile Gestalten* ersetzt oder verdrängt, sondern dass beim Making Fertigkeiten benötigt werden, die die Schüler*innen in diesen Fächern (systematisch) erwerben.

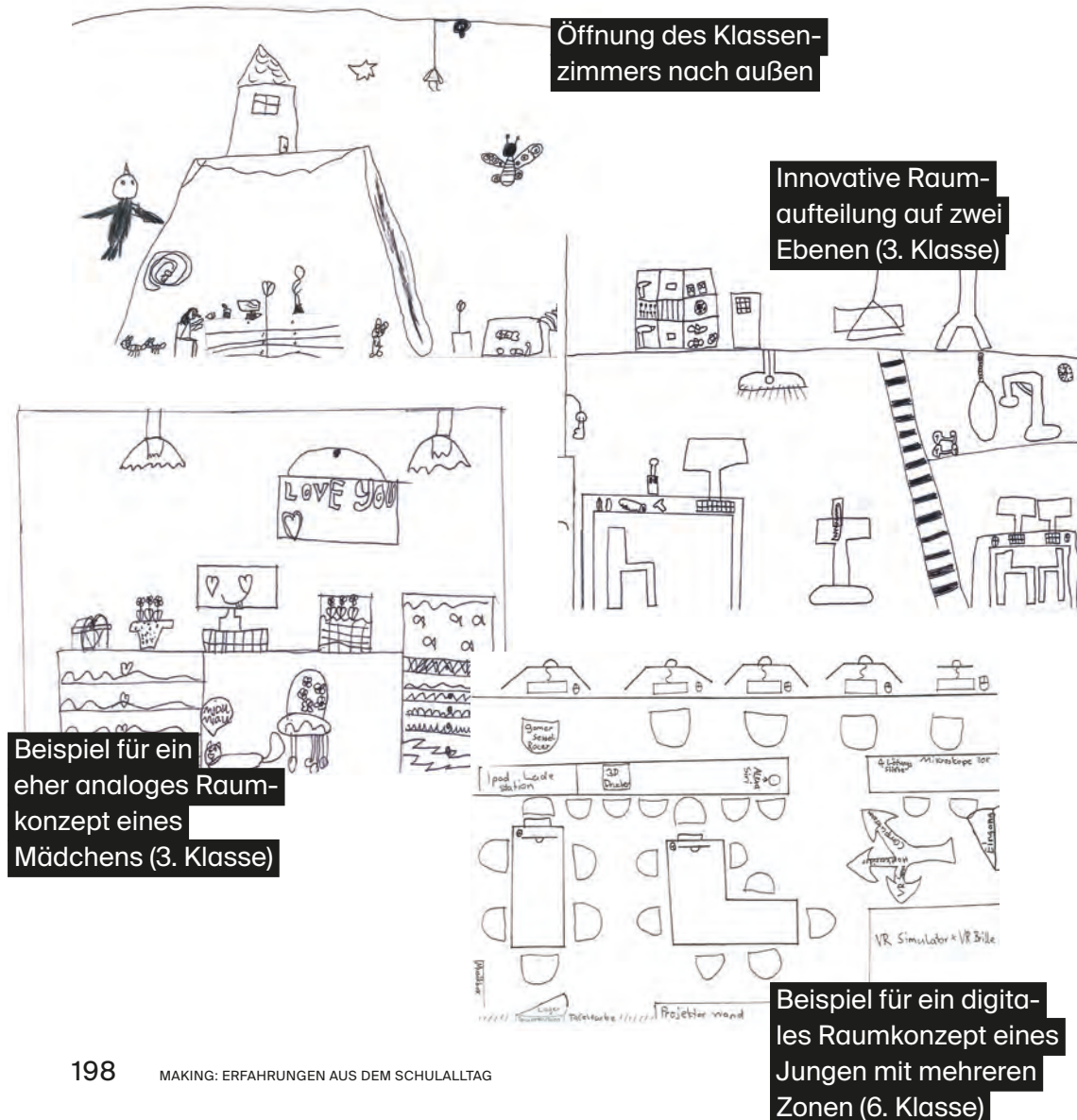
ENTWICKLUNG DES RAUMKONZEPTS

Das Teilprojekt der Raumgestaltung hat sich als konkret genug erwiesen, um mit Lehrpersonen und Schüler*innen in den Konzept-Entwicklungsprozess einzusteigen. Jeder hat eine Vorstellung davon, wie ein Raum aussehen kann, in dem kreativ gestaltet, Dinge entwickelt und erprobt, Geräte und Maschinen erfunden werden können. Die gemeinsame Arbeit an der Raumkonzeption steigert auch die Identifikation der Lehrpersonen und Schüler*innen mit dem schulischen MakerSpace und den damit verbundenen Lern-Aktivitäten. Lediglich die bewährte Raumstruktur eines außerschulischen MakerSpaces auf die Schule zu übertragen, würde zu kurz greifen. Die schulischen Rahmenbedingungen sind häufig nicht vergleichbar, denn oftmals müssen die Räume in der Schule aus Ressourcengründen mehrfach

genutzt und damit unterschiedlichen pädagogischen Settings gerecht werden.

Ideen und Bedürfnisse der Schüler*innen

Die Schüler*innen zweier Klassen (Klasse 3 und 6) konnten ihre Ideen und Vorstellungen eines Kreativ- und Experimentierraums der Zukunft aufzeichnen. Zusätzlich fanden Gruppendiskussionen und Impulsworkshops mit ausgewählten Klassen und einzelnen Schüler*innen statt.



Die Auswertung der Zeichnungen erfolgte inhaltsanalytisch. Da in vielen Zeichnungen Bereiche mit spezifischen Angeboten enthalten waren (z. B. Virtual Reality Ecke, Forscherecke), wurde die Idee von *Funktionszonen* bei der Auswertung als Kategorie aufgegriffen und die gezeichneten Gegenstände den Zonen zugeordnet. Tabelle 1 zeigt die Funktionszonen auf Basis der Schüler*innenzeichnungen (siehe linke Spalte). Die Projektleitung hat die Schüler*innenideen an die konzeptionellen Prinzipien und Rahmenbedingungen des Maker-Ansatzes angepasst (siehe rechte Spalte).

Zonen gemäss Ideen der Schüler*innen	Funktion / Accessoires	Zonen angepasst durch die Projektleitung	Funktion / Accessoires
Chillecke	Zum Entspannen, sich zurückziehen, Musik hören und lesen; Wunsch nach Sofas, Pflanzen, Musik-Box.	Schmöker-, Nachdenk- und Entspannungszone	Entspannung, Konzentration, Rückzug, Nachschlagen, Inspiration; Sofas, Regal mit Büchern; Tablets für Internet-Recherchen.
Kreativ- und Experimentiereck	Raum zum Erproben und Ausprobieren, naturwissenschaftliche Experimente mit Reagenzgläsern, Mikroskope etc.	Kreativzone	Raum für kreative Experimente, die schiefgehen können, Arbeitsplatte, Material- und Werkzeugauswahl.
Präsentations-ecke	Mit Beamer oder Flat-screen; Sofas und alternative Sitzgelegenheiten.	Präsentations- und Pitching-zone	Mit Beamer oder Flat-screen Verbindung; Bereich für Videoaufnahmen (Scheinwerfer, einfarbige Hintergründe), Ideenbühne für die Präsentation von Ideen.
Arbeitszone	Verschiedene Sitz- und Arbeitsgelegenheiten für Einzelaktivitäten, Partner- und Gruppenarbeiten.	Arbeitszone	Flexible Werkbänke, offen für verschiedene Formen der Zusammenarbeit.

Digital-Zone	Experimentieren und Konstruieren mit digitalen Medien; 3D-Drucker und Laser-Cutter; Virtual Reality Ecke.	Zone der digitalen Fabrikation / Elektrolabor	Raum für Elektronikarbeiten, Löten, Programmieren; Konstruktion von Modellen für 3D-Drucker und CNC-Fräse.
Maschinenzone	Maschinen für Holz- und Metallverarbeitung wie z.B. Sägen, Bohrmaschinen, Schweißgeräte.	Holzwerkstatt	Sägen, Bohren, Schleifen, Fräsen.
Materiallager	Werkzeuge und Verbrauchsmaterialien sollen sichtbar und zugänglich sein.	Materiallager und Werkzeuglager	Materialien zur Inspiration, sichtbar und für alle Schüler*innen zugänglich, ebenso Werkzeuge.

Interpretation der Ideen der Schüler*innen hinsichtlich möglicher Funktionszonen

Allgemeine Empfehlungen

Motivation und Bereitschaft der Schüler*innen zur Mitarbeit an der Konzeption des MakerSpace waren hoch. Dieses Potenzial hätte noch stärker genutzt werden können.

Neben Schüler*innenzeichnungen und Diskussionen bieten sich zusätzliche aktivierende Partizipationsmethoden an. Die Schüler*innen könnten aus Recycling-Materialien MakerSpace-Modelle nach ihren Vorstellungen bauen. Dies ließe sich gegebenenfalls in einen schulübergreifenden Ideenwettbewerb einbinden, in dem die besten Ideen von der Schulgemeinschaft prämiert werden. Ein Namenswettbewerb, die Beteiligung an der Entwicklung des Farbkonzepts oder das gemeinschaftliche Bauen von MakerSpace-Möbeln könnten zu einer noch stärkeren Identifikation der Akteure mit dem Projekt beitragen.

Ideen und Bedürfnisse der Lehrpersonen

Die Lehrpersonen konnten ihre Ideen und Bedürfnisse zur Raumgestaltung im Rahmen eines halbtägigen Workshops und in mehreren Gruppen- und Einzelinterviews einbringen. Die nachfolgende Liste steht stellvertretend für Schulen, die einen MakerSpace einrichten wollen, keinen exklusiven Raum zur Verfügung haben und daher auf eine Mehrfachnutzung angewiesen sind.

Der Raum muss an drei Halbtagen für TTG-Unterricht genutzt werden können. Die Raumgestaltung muss daher sowohl lehrgangsorientierten Unterricht im Klassenverband als auch individuelles Making in verschiedenen Settings ermöglichen.

Werkzeuge müssen für den TTG-Unterricht im Klassensatz vorhanden sein. Benötigt werden mindestens zwölf Werkarbeitsplätze mit Schraubstock.

Andererseits wird eine flexiblere Möblierung gewünscht, sodass mit geringem Aufwand Sozialformenwechsel oder individualisiertes Arbeiten möglich sind.

Für einführende Phasen im Klassenverband wird ein größerer Tisch benötigt, um den alle Schüler*innen herumsitzen oder -stehen können. Für die Veranschaulichung z. B. von Arbeitsschritten wünschen sich die Lehrpersonen eine magnetische und beschreibbare Visualisierungsfläche.

Für zirka 30 laufende Projekte im TTG-Unterricht und im MakerSpace werden Ablageflächen und Aufbewahrungsmöglichkeiten gebraucht. Die Lehrpersonen wünschen sich eine funktionierende IT-Ausstattung. Besonders wichtig ist ihnen ein leistungsstarkes WLAN und eine digitale Präsentationsmöglichkeit (Visualizer).

Drei Einbauschränke im MakerSpace werden von Lehrpersonen für persönliches Material benötigt. Die übrigen sechs Schränke können für den MakerSpace neu strukturiert und mit Materialien und Werkzeugen befüllt werden.

Ein Textilplotter und zwei Lötstationen sollen neu angeschafft werden.

Im Lehrpersonen-Workshop und in den Interviews wurden auch die Vorstellungen und Ideen der Schüler*innen zur Einteilung des Raums in Funktionszonen diskutiert und mit den eigenen Anforderungen abgeglichen. Ziel war es, einen Prototyp des Raumkonzepts zu verabschieden, um die ersten Schritte des Umbauprozesses zu planen. Die Aufteilung des Raums in Zonen stieß bei den Lehrpersonen auf positive Resonanz. Es wurden geringfügige Anpassungen vorgenommen. Da der MakerSpace mit 64 Quadratmetern über eine relativ begrenzte Grundfläche verfügt, ist aus Sicht der Lehrpersonen kein Platz für die Schmöker-, Nachdenk- und Entspannungszone mit Sofas. Nach Rücksprache mit Hausmeister und Schulleitung ist

es aber möglich, am Ende des Korridors unmittelbar vor dem MakerSpace ein Sofa, einige Regale für Bücher und für die Präsentation von Maker-Produkten zu platzieren. Zur Frage, ob auf einen Beamer oder auf einen mobilen Screen gesetzt werden soll, gibt es verschiedene Meinungen. Letztlich überzeugt aber die Flexibilität des Screens (bei Tageslicht einsetzbar, keine Projektionsfläche erforderlich, keine frontale Anordnung nötig) mit der Aussicht, einen Stromhydranten an der Decke zu installieren, um Kabelstolperfallen zu vermeiden.

Allgemeine Empfehlungen

Zu Beginn des Entwicklungsprojekts waren die Vorstellungen der Lehrpersonen zur Gestaltung des MakerSpace noch eher vage. Daher hat sich der Schritt bewährt, zunächst die Schüler*innenvorstellungen zu erheben und die Lehrpersonen damit zu konfrontieren. So konnten die Lehrpersonen anhand der Schüler*innenideen ihre eigene Position schärfen. Im Laufe des Projekts sind weitere Bedürfnisse und Ideen entstanden. Deshalb ist es wichtig, die Lehrpersonen kontinuierlich und möglichst aktiv am Umbauprozess zu beteiligen und ihnen immer die Möglichkeit zu geben, Bedürfnisse oder neue Ideen einzubringen und umzusetzen. Einmalige Workshops zur Raumgestaltung können den Startpunkt bilden, reichen aber bei weitem nicht aus. Rückblickend ist die hohe Flexibilität der Lehrpersonen im Schulhaus Thayngen herauszuheben, was die Umgestaltung des Werkraums zum MakerSpace betrifft. Diese Situation ist keinesfalls selbstverständlich. Es muss damit gerechnet werden, dass sich einzelne Lehrpersonen einem MakerSpace-Projekt entgegenstellen. Besitzansprüche in Bezug auf Raum, Werkzeuge oder Material und langjährig aufgebaute Arbeitsroutinen werden durch ein schulisches MakerSpace-Projekt infrage gestellt. Es braucht eine neue Kultur der Zusammenarbeit im Team, zumal ein MakerSpace nicht von einer Lehrperson allein betrieben werden kann, sondern mehrere Personen mit unterschiedlichen Stärken, Vorstellungen und Arbeitsweisen den Raum beleben. Um die Akzeptanz zu erhöhen, darf es durch die Raumgestaltung nicht zur Einschränkung vertrauter Lehr-Lernformen kommen. Durch kontinuierliche Partizipation kann erreicht werden, dass die Veränderungen als Aufwertung der Lern- und Arbeitsumgebung und als Erweiterung der didaktischen Möglichkeiten wahrgenommen werden.

Umsetzung des Raumgestaltungskonzepts

Aus Kostengründen konnte kein Mobiliar neu angeschafft werden, weswegen vorwiegend mit dem vorhandenen Mobiliar und der gegebenen Infrastruktur gearbeitet wurde. Die Beine der Werkbänke wurden leicht gekürzt und auf feststellbare Rollen gesetzt, sodass sie im klassischen Werkunterricht als Werkbänke genutzt, im MakerSpace aber – je nach Nutzungsbedarf – auch zu Gruppentischen zusammengestellt oder ganz zur Seite geschoben werden können. Neuer Stauraum für die Aufbewahrung laufender Projekte ist durch den Einbau von Bodenplatten in die Werkbänke entstanden. Dort können Holzkisten gelagert werden. Der bislang ungenutzte Raum unterhalb des Fensterbretts ist zusätzlich mit Regalen aus Holzkisten bestückt worden, wodurch nun ausreichend Stauraum zur Verfügung steht.

Die vorhandenen Holzbearbeitungsgeräte (Bandsäge, drei Dekupiersägen, Schleifmaschine, zwei Standbohrmaschinen) sind zu einer Holzwerkzone zusammengefasst und durch eine halbhohe Trennwand vom restlichen Raum separiert worden. Eine mobile CNC-Fräse erweitert den traditionellen Gerätebestand in der Holzwerkzone um die Möglichkeit der digitalen Fabrikation. Die Trennwand wird zur Aufbewahrung von Holzplatten genutzt. Zudem reduziert sie die Ausbreitung von Staub auf die anderen Bereiche des Raums. Um die Schüler*innen in der Werkzone besser im Auge zu haben, wurde auf Wunsch einer Lehrperson ein Panoramaspiegel angebracht.

Übersicht mit Hinweisen zu den Standorten der Werkzeuge. Die QR-Codes verweisen auf ein kurzes Video-Tutorial, das zeigt, wie man das jeweilige Werkzeug verwendet. Die Erklärvideos haben die Viertklässler*innen im Rahmen des Regelunterrichts produziert (vgl. den Beitrag von Meyer/Wild in diesem Band).



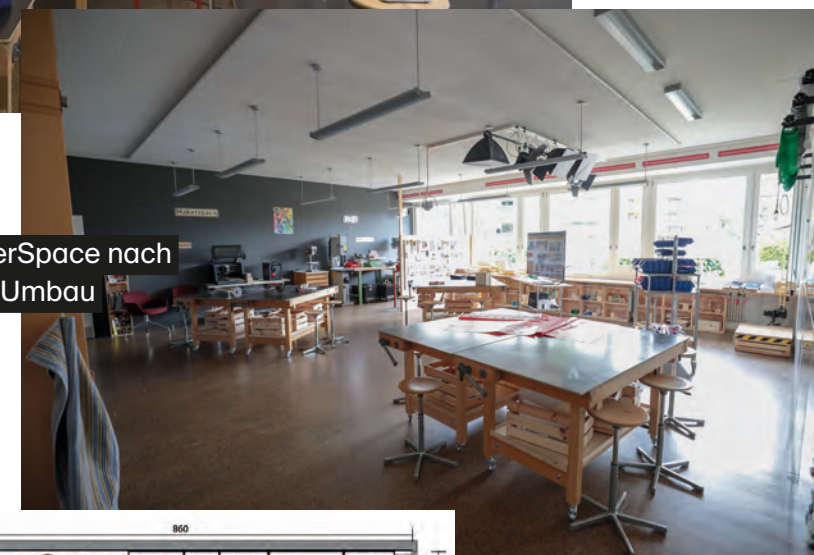
Die Rückseite der Holzwand wird als *Auslegeordnung für sämtliche Werkzeuge und Geräte* genutzt, die im MakerSpace verfügbar sind. Damit die Schüler*innen den Raum selbstständig nutzen können, sind neben den Werkzeugen auch die Bezeichnungen der Werkzeuge sowie Hinweise angebracht, wo die Werkzeuge im Raum aufbewahrt werden. Die Schüler*innen haben den visuellen Zugang zu Werkzeugen, Geräten und Materialien, was sie bei der Ideenentwicklung inspiriert. Aus demselben Grund sind einzelne Schranktüren entfernt worden. Im Nebenraum befindet sich das *Labor*. Dort sind staubempfindliche Maschinen und Geräte untergebracht. Die Schüler*innen können zwei Löt-Arbeitsplätze, zwei 3D-Drucker und einen Schneideplotter nutzen. Sie finden dort auch Materialien und elektronische Bauteile für die Konstruktion von Elektronik- und Physical-Computing-Projekten. Im Nebenraum ist auch das *Verbrauchsmaterial* in beschrifteten Boxen und frei zugänglichen Regalen gelagert.

Den Schüler*innen stehen zwölf Tablets zur Verfügung, die an den Ort des Geschehens transportiert und im Produktionsprozess für Web-Recherchen und zur Film- sowie Fotodokumentation verwendet werden können. Die Maschinen für die digitale Fabrikation (3D-Drucker und CNC-Fräse) werden mit drei zusätzlichen Laptops angesteuert, die auch für Programmierprojekte genutzt werden können. Als Präsentationsmöglichkeit dient ein großer Flatscreen auf einem mobilen Wagen. Dieser kann an jeder Stelle im Raum und im Labor eingesetzt werden. Statt eines Visualizers wird ein Tablet in eine Visualizer-Halterung gespannt und mit dem Screen drahtlos via AppleTV verbunden. Die Medienausstattung wird im Labor aufbewahrt, wenn sie nicht benötigt wird.

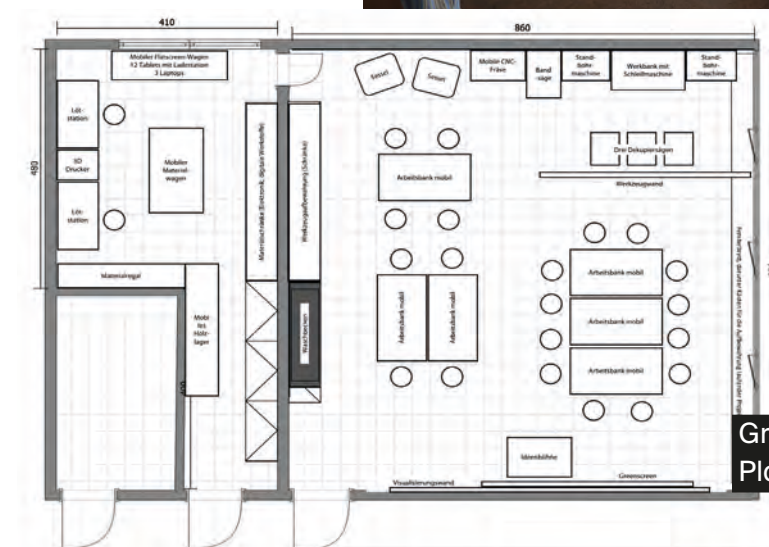
Ein *Studiobereich mit Scheinwerfern und farbigen Hintergründen* zum Herunterlassen (z. B. Greenscreen) schafft die Möglichkeit, selbstgebaute Objekte zu fotografieren oder Produkt-Präsentationsvideos zu erstellen. Das Arrangement verleiht dem Raum zudem eine besondere visuelle Erscheinung und trägt dazu bei, dass er sich signifikant von herkömmlichen Klassenzimmern unterscheidet. Die klassische Wandtafel ist durch eine sechs Meter breite und zwei Meter hohe, die ganze Frontseite des Raumes umfassende magnetische White-Wall ersetzt, auf der die Schüler*innen ihre Ideen skizzieren und die Lehrpersonen weiterhin Erläuterungen aufzeigen können.



ehemaliger Werkraum
vor dem Umbau.



MakerSpace nach
dem Umbau



Grundriss MakerSpace,
Plan Ende 2017

Allgemeine Empfehlungen

Ein schulischer MakerSpace sollte sich in seiner Gestalt deutlich von einem herkömmlichen Klassenzimmer abheben. Dadurch können schulische Routinen leichter aufgebrochen werden. Die Schüler*innen und Lehrpersonen haben die Chance, in diesem Raum neue Rollen einzunehmen und sich auf Augenhöhe zu begegnen. Ein MakerSpace ist nie fertig eingerichtet. Er wird durch die Nutzung belebt, schrittweise weiterentwickelt und den Bedürfnissen angepasst.

Die Lehrpersonen in Thayngen haben entschieden, keine Nähmaschine im Raum zu installieren, sondern die Schüler*innen bei Bedarf in den separaten Raum für textiles Werken zu schicken. Diese Entscheidung hatte zur Folge, dass bei keinem Projekt die Nähmaschine einbezogen wurde. Es ist also wichtig, sämtliche technische Möglichkeiten direkt im MakerSpace sichtbar zugänglich zu machen. Der Aufwand, der erbracht werden muss, um einen Werkraum in einen MakerSpace umzuwandeln, darf nicht unterschätzt werden. Allein in den Umbau des Thaynger MakerSpace flossen zirka 200 Arbeitsstunden, die auf mehrere Personen im Projektteam und im Kollegium verteilt waren. Ein verstärkter Einbezug von Schüler*innen und gegebenenfalls von Eltern kann die Arbeit auf noch mehr Schultern verteilen. So kann beispielsweise der Bau von MakerSpace-Möbeln aus einfachen Materialien zu einem Making-Projekt der Schüler*innen werden.

ENTWICKLUNG DES RAUMNUTZUNGSKONZEPTS

Das Raumnutzungskonzept ist nebst Lehrplanvorgaben und Stundentafel von Personalressourcen abhängig. Die Maker-Lehrperson und die externe Making-Fachkraft gestalten pro Woche jeweils einen Mittwochvormittag (4 Lektionen) im MakerSpace. Der Mittwoch ist deshalb gut geeignet, weil nachmittags kein Unterricht stattfindet und Maker-Weiterbildungen durchgeführt werden können. Das Schulhausteam hat aufgrund der eingeschränkten Raumkapazitäten entschieden, die Making-Vormittage ausschließlich in Halbklassen zu unterrichten und jedem Schüler vier Making-Halbtage zu ermöglichen. Da ein Schuljahr etwa 30 vollwertige Wochen hat, können nur drei Klassen (in Halbklassen) jeweils acht Mittwochvormittage im MakerSpace verbringen (insgesamt 24). Dadurch verbleiben sechs Vormittage für die Wartung und das Kuratieren des Raums. Der Stundenplan ist so organisiert, dass die Halbklassse, die gerade nicht im MakerSpace arbeitet, Unter-

richt im *Technischen oder Textilen Gestalten* im jeweiligen Klassenzimmer oder im Raum für textiles Werken hat. Zusätzlich zu den Mittwochvormittagen führen alle Klassen eine Making-Projektwoche durch. Für die Klassen 1, 2 und 3 ist dies der einzige Kontakt mit dem MakerSpace im Schuljahr. An Mittwochen, an welchen der MakerSpace nicht durch TTG-, Making-Unterricht oder durch Projektwochen besetzt ist, können alle Lehrpersonen mit ihren Klassen den MakerSpace nutzen. Für die Koordination der Nutzung ist die Maker-Lehrperson zuständig. Im ersten Betriebsjahr ist der MakerSpace nur für Angehörige der Schule zugänglich. Der Betrieb als offene Werkstatt am Nachmittag ist angedacht, die hierfür nötigen finanziellen Mittel müssen jedoch noch eingeholt werden.

In größeren Schulen könnte ein MakerSpace von 64 Quadratmeter schnell zu eng werden. Zum einen ist die Lagerfläche für die laufenden Projekte begrenzt, zum anderen ist die Planung der Belegung durch unterschiedliche Lerngruppen und offene Angebote herausfordernd – bewährt haben sich Zeitfenster von vier Lektionen am Stück. Ein Tag pro Woche sollte für Instandhaltung, Wartung und schulhausinterne Weiterbildungen reserviert werden.

MAKING-AKTIVITÄTEN UND INHALTLICHE SCHWERPUNKTE

Ideen der Schüler*innen

Unter dem Motto: «Stell dir vor, du hättest alles Material der Welt, was würdest du am liebsten bauen?» hatten alle Schüler*innen der Klassen 2, 3, 4 und 5 die Möglichkeit, ihre Produktideen schriftlich und in Form einer Skizze zu deponieren. Die Teilnahme war freiwillig. Insgesamt haben 80 Schüler*innen Ideen eingereicht. Die Auswertung zeigt deutlich, dass viele Schüler*innen konkrete Ideen haben, die sie im MakerSpace umsetzen wollen. In folgender Tabelle sind die Ideen nach Klassenstufe und Geschlecht aufgeführt

Projektideen der Mädchen

Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6
Radio (a; #)	Fotoapparat	Regenbogen-	Handyladegerät	Cooler Lampen
Zwillingsspring-	(a; ###)	projektor als	in der Form	und Dekosa-
hasen (können	Eiffelturm	Nachttisch-	eines Emojis	chen (a/m, ##)
reden und	(a; ###)	lampe	(a; ##)	Sachen aus
springen)	Roboter (m; ###)	(a/m; ###)	Kleines Tablet	Naturmate-
(m; ###)	Kleines Holz-	Jesuskrippe	(m; #####)	rialien (z. B.
Baby Igel (kann	schiff (a; ##)	(a; ##)	Solarauto (a; ##)	Schiffe) (a; ##)
laufen und	Solarauto (a; ##)		Alarmanlage	Puzzles (a; ##)
reden) (m; ###)	Ferngesteuertes		(a/m; ##)	
Roboterhase	Auto (a; ###)		Kleiner Heißluft-	
(m; ##)	Interaktiver Pfer-		ballon (a; ##)	
Computer	destall (m; ###)		Roboter (m; ##)	
(m; #####)	Geheimbox mit		Roboterpferd	
Holzuhr (a; ##)	Code (m; ###)		(m; ###)	
LED Taschen-	Elektrische Bohr-			
lampe (a; #)	maschine			
Schubblade mit	(a; #####)			
Hirsch-Sujet	Hundehaus mit			
(a; ##)	Klappe (m; ###)			
Haus mit Kerzen-	Haus mit Tür			
beleuchtung	und Licht auf			
(a; ##)	Rollen (a; ###)			
Kleine Marmel-	Hunderoboter			
bahn (a; ##)	(m; ###)			
Setzkasten (a; ##)	Lichtmaschine			
	(a/m; ##)			

Legende: a = analog; d = digital; m = Kombination analog/digital; # = leicht realisierbar; ## = mit gewissem Aufwand realisierbar; ### = mit hohem Aufwand und Unterstützung realisierbar; ##### = nicht realisierbar

Projektideen der Jungen

Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6
Dreier-Kugelbahn	Automatische	Box zum	Solarpowerbank	Flugobjekte
(a; ##)	Türe (m; ###)	Verstauen	(a; ###)	(a; ##)
Ferngesteuerte	Roboter (m; ###)	(a; ##)	Roboter «Wally	Skulpturen aus
Drohne	Elektroschocker	Gitarre (a; ###)	2.0» (m; ###)	Stein (a; ###)
(m; #####)	(a; #####)	Schanze für	Leuchtbrille	Software
Hasenhäuschen	Kleines Auto	Fahrrad, BMX,	(a; ###)	programmieren
(a; ##)	(a; ##)	Scooter (a; ##)	Palettensofa	(d; ###)
Nimbo-Trainings-	Auto mit Licht	Spiel: Ach du	(a; ##)	Phantasiewelt
gerät	(a; ##)	Kacke (analog)	Radio (a; ###)	für Playsta-
(a; ###)		(a; ##)	Musik Box	tion-Brille
U-Boot mit		Black Panther	(a; #####)	(d; #####)
Kamera und		Maske mit	Ferngesteu-	
Fernsteuerung		Lampen als	ertes Solar-Ab-	
(a/m; #####)		Augen (a; ###)	schleppfahr-	
Sofortbildkamera		Roboter, der auf	zeug (a; ###)	
(a; ###)		Füßen läuft	Segelboot als	
Ferngesteuerter		(m; ###)	Skateboard mit	
Helikopter (a/m;		Ferngesteuertes	Anker (a; ###)	
#####)		Auto (a; ###)		
Stromauto (a; ##)				
Roboter (m; ###)				
Ferngesteuertes				
Raupenfahr-				
zeug (a; #####)				
Roboteremann				
(m; ###)				

Auswertung der Ideendokumente nach Klassenstufe und Geschlecht.

Die Auswertung zeigt, dass die analogen Projekte deutlich in der Überzahl sind, sofern elektronische und funkgesteuerte Objekte zu den analogen Projekten gezählt werden. Rein digitale Projekte (z.B. Software, Game-Programmierung) stellen die Ausnahme dar. Mischformen als Verbindung von analoger und digitaler Technologie findet man bei Roboterprojekten.

ten, bei interaktiven Systemen (z.B. Hundeklappe, Alarmanlage, automatische Türe) oder bei den Automatenkonstruktionen (z.B. Getränkemaschine mit unterschiedlichen Geschmacksrichtungen). Die Einstufung der Ideen nach Realisierbarkeit erfolgt aus der subjektiven Sicht der pädagogischen Begleitung. Sie basiert auf den zu erwartenden Fähigkeiten und Fertigkeiten auf der jeweiligen Altersstufe und auf dem Anspruch, beim freien Making keine vorgefertigten Bausätze zu verwenden. Einige Schüler*innen der Unterstufe haben Schwierigkeiten, die Machbarkeit ihrer Projektideen realistisch einzuschätzen. Etwa die Hälfte der Zweitklässler bringt ambitionierte Ideen ein, die generisch kaum eigenständig umsetzbar sind (z.B. ein ferngesteuertes U-Boot mit Unterwasserkamera oder eine Drohne). Die realisierbaren Projektideen dienten als Orientierung für die Erstausrüstung des MakerSpace mit Verbrauchs- und Arbeitsmaterialien. Hierfür wurden die Ideen entsprechend des erwarteten Technologiebedarfs in Gruppen geordnet und spezifische Materiallisten erstellt. Für Ideen mit digitalem Bezug: Microcontroller Calliope Mini (hat Sensoren wie Lage-, Lautstärke-, Helligkeit- und Tastsensor bereits integriert); Elektronikbauteile: LEDs, Akkus, Litzen, Tast-, Kipp- und Schiebeschalter, Potenziometer, Lüsterklemmen, Batteriehalterungen, Elektromotoren, Servomotoren, Getriebemotoren; mechanische Komponenten: Zahnräder in unterschiedlichen Größen, Wellen und Achsen, etc.

Interessen der Lehrpersonen

In Interviews und Beratungsgesprächen wurde schnell deutlich, dass sich die Lehrpersonen besonders für Themen aus dem Bereich Naturwissenschaft und Technik interessieren. Erneuerbare Energien wie *Windkraft*, *Wasserkraft* oder *Solarenergie* zählen zu den klassischen Unterrichtsthemen im Fach *Natur, Mensch, Gesellschaft*, wie sie der Lehrplan der Schweizer Primarschule vorsieht. Die bei Lehrpersonen beliebten Themen wie *Fluggeräte* oder *Produkte mit Antrieb* haben ebenfalls im Curriculum der Primarschule ihren Platz. Die Präferenz für Digitalität und informatische Aspekte fällt eher verhalten aus, obwohl es anfangs ein expliziter Wunsch der Lehrpersonen (und vor allem der Schulleitung) war, Making-Aktivitäten mit dem Kompetenzerwerb im Fach Medien und Informatik zu verbinden. Bei einigen Projektideen ließe sich diese Verbindung leicht realisieren (z.B. interaktiver Pferdestall, automatische Türe, Roboterprojekte, Getränkemaschi-

ne). Insgesamt weisen die Vorstellungen der Lehrpersonen Schnittmengen mit den Projektideen der Schüler*innen auf. Das Thema *Antriebe* lässt sich in Roboterprojekte ebenso integrieren wie in den Bau von Auto-, Schiffs- und Flugmodellen. Elektronische Elemente wie LEDs, Motoren und Schalter können in verschiedene Projekte eingebunden werden, auch wenn die Schüler*innen dies zu Beginn des Projekts noch nicht explizit geplant haben (z.B. LEDs, die leuchten, sobald das Gerät eingeschaltet ist).

In den Beratungsgesprächen wurden gemeinsam jahrgangsspezifische Schwerpunktthemen festgelegt. Die Themen bildeten den Rahmen für die Auswahl der Technologien, Materialien und Werkstoffe, die im jeweiligen Schuljahr vertieft werden sollten. Folgende Themen wurden gewählt:

Klasse 1/2 (jahrgangsübergreifend) Wasser, Wasserkraft, Wasserkunst, Wasserexperimente, Wasserfahrzeuge

Klasse 3 Wind und Windkraft; Konstruktion von Windrädern und Windmaschinen aus Recycling-Materialien wie Papier, Pappe, PET, Aluminium

Klasse 4 Programmieren mit Calliope, einfache interaktive Systeme, Steuertechnologie, Antriebe

Klasse 5 Antriebe (Schwerpunkt: Elektromotor), Dampfantrieb, Rückstoßprinzip, darauf aufbauend die Möglichkeit, eigene Maschinen und Geräte mit einem Antrieb zu bauen

Klasse 6 Stromkreis (einfache Schaltungen, verschieden Verbraucher), Digitale Steuerung (Calliope, Programmierung einfacher Anwendungen); Mechanik (Übersetzungsgetriebe, Kraftübertragung); Konstruktion von Maschinen, Geräten, die den Alltag erleichtern oder verschönern

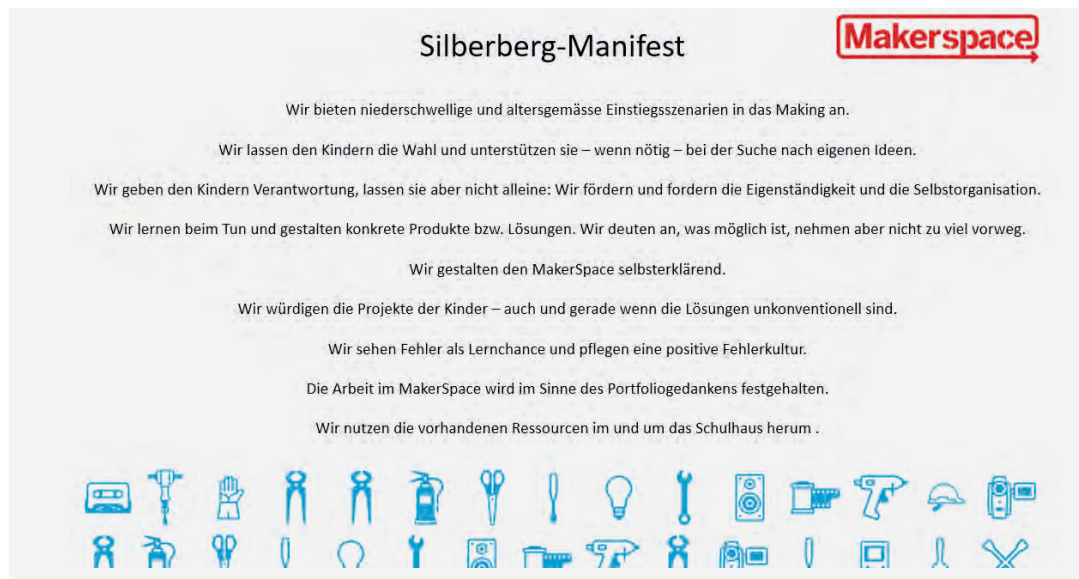
Allgemeine Empfehlungen

Für Lehrpersonen ohne Making-Erfahrung ist es schwierig abzuschätzen, welche Themen sich für die Bearbeitung im Sinne des Making-Ansatzes eignen. Aus diesem Grund sind die Beratungsgespräche mit einer (externen) Making-Fachperson besonders hilfreich. In diesen Gesprächen kann es gelingen, dialogisch und ausgehend von den Interessen und Präferenzen der Lehrpersonen Themen einzugrenzen und geeignete Arbeitsweisen festzulegen. Im Projektteam gab es eine längere Diskussion darüber, ob die Zu-

rückhaltung der Lehrpersonen gegenüber digitalen Themen durch konkrete Beratungs- und Weiterbildungsmaßnahmen relativiert werden soll. Letztendlich traf die Projektgruppe den Entscheid, die Interessen der Lehrpersonen im ersten Betriebsjahr höher zu gewichten und den Fokus auf das Maker-Mindset zu legen. So kann vermieden werden, dass klassische Themen konventionell und gerade nicht mit Making-Bezug behandelt werden. Digitale Aspekte konnten im Team-Teaching mit Unterstützung der Making-Fachperson situativ eingebracht werden.

ÜBERLEGUNGEN ZUR DIDAKTIK

Als didaktische Basis wurde das *Silberberg-Manifest* verabschiedet, das an das Maker Manifesto (Hatch 2013) und die Überlegungen zum Maker-Mindset von Dougherty (2013) angelehnt ist.



Die Leitsätze bringen die Orientierung an offenen, subjektorientierten Lern- und Aneignungsformen zum Ausdruck. Betont werden unter anderem die Wahlfreiheit der Themen, Materialien und Arbeitsformen; die Hinführung zu selbstorganisiertem und eigenständigem Arbeiten; die Rolle der Lehrperson als Impulsgeber*in und Berater*in sowie eine positive Fehlerkultur, die dazu ermutigt, auch Dinge mit ungewissem Ausgang auszuprobieren.

Darauf aufbauend wurde ein didaktisches Modell mit drei Zugängen zu Making-Aktivitäten entwickelt.

Zugang 1 – «Challenges»

Challenges sind problembasierte und teilstrukturierte Aufgaben, die selbst-entdeckendes Lernen ermöglichen (vgl. den Beitrag von Assaf in diesem Band). Sie dienen der Heranführung an das Making und geben Anlass zum Tüfteln und Ausprobieren. So kann zum Beispiel die Lösung vorgegeben sein (z. B. ein Produkt), der Weg zur Lösung jedoch offenbleiben. Die Schüler*innen könnten ein Modell eines Fahrzeugs gezeigt bekommen mit dem Auftrag, es mit selbstgewähltem Material möglichst funktionsfähig nachzubauen (Ergebnis vorgegeben, Weg zur Lösung und Materialwahl offen). Oder es könnte ein bestimmtes Material (z. B. Sensoren, Microcontroller, Lampen, Motoren, Kabel) vorgegeben werden mit einem offenen Auftrag: «Baut ein Objekt, das in irgendeiner Form auf Menschen reagiert». Im Projektteam gab es unterschiedliche Meinungen zur Frage, welche Rolle fertige Bausätze und Experimentiersets (wie beispielsweise von explore-it) spielen bzw. wie solche Bausätze im Making-Kontext eingesetzt werden sollen (z. B. mit oder ohne Anleitung, vorgegebene oder offene Verwendung). Einerseits erleichtern solche Bausätze Lehrpersonen und Schüler*innen den Einstieg in technische Problemfelder, andererseits schränken sie unter anderem durch die Materialvorauswahl die Ideenentwicklung ein.

Zugang 2 – Einführung in Arbeitstechniken und Technologien

Neben den Challenges werden auch geführte, kursorische Lernangebote benötigt, um Wissen und Fertigkeiten gezielt aufzubauen. Worauf kommt es beim 3D-Drucken an? Wie gestaltet man eine Druckvorlage? Wie funktioniert die CNC-Fräse? Wie geht Programmieren mit Scratch? Lehrgangsartige Elemente eignen sich auch, um bestimmte Themen, die beim Konstruieren und Experimentieren unerwartet auftauchen, systematisch und im fachlichen Zusammenhang zu klären (z. B. Was ist ein Kurzschluss und warum kommt er genau zustande?). Derartige kursorische Angebote lassen sich teilweise auch in den Fachunterricht (NMG, TTG, etc.) integrieren, wodurch interessante Synergien entstehen können.

Zugang 3 – Freie Projekte

Freie Projekte sind für die Entwicklung von Kreativität und Problemlösefähigkeiten zentral. Die Entwicklung von eigenen Produkten braucht Zeit und beinhaltet im Sinne des Design Thinking Prozesses wechselseitig aufeinander bezogene Phasen (vgl. die Beiträge von Hampson/Marx; Feurle/Maurer; Assaf; Kleeberger/Schmid und Schmid in diesem Band). Die Schüler*innen brauchen Raum für Learning by Doing, müssen scheitern und einen neuen Anlauf nehmen können. Nicht zu unterschätzen ist der Zeitbedarf für den situativen Erwerb von neuen, benötigten Kompetenzen (zum Beispiel beim Löten) oder um die Eigenschaften von Werkzeugen und Materialien kennenzulernen. Freie Projekte wurden an der Schule Thayngen entweder in den Projektwochen oder – sofern die Projektwoche dem Einstieg in das Making diente – in jeweils vier Mittwochvormittagen in Halbklassen umgesetzt.

Allgemeine Empfehlungen

Die Bedienung digitaler Fabrikationsgeräte (z.B. 3D-Drucker, CNC-Fräse) ist schnell erlernt. Aufwändiger ist die Arbeit an pädagogischen *Grundhaltungen*, die der Making-Ansatz fordert. Die Anforderungen an Schüler*innen- und Lehrer*innenrolle sind fundamental andere als im Regelunterricht (vgl. hierzu auch den Beitrag «Making in der Schule» von Ingold/Maurer in diesem Band). Das *gemeinsame Entwickeln* einer pädagogischen Grundhaltung für das Making ist deshalb ein wichtiger Schritt, der in engem Austausch mit dem Kollegium vorgenommen werden sollte.

WEITERBILDUNG DER LEHRPERSONEN

Die Making-Idee kann nachhaltig in den Schulalltag implementiert werden, wenn sich das Kollegium mit dem Ansatz identifiziert und sich mit den Geräten, Materialien und möglichen didaktischen Zugängen vertraut macht. Aus diesem Grund war der Wissenstransfer im Schulhausteam ein wichtiges Ziel des Pilotbetriebsjahres. Da sich Wissensstand, Interessen und Unterstützungsbedarf von Lehrpersonen unterschieden, wurde ein ursprünglich für alle Personen geplantes Weiterbildungsangebot in ein niederschwelliges und an den Bedürfnissen der Einzelpersonen ausgerichtetes Coaching-Angebot umgewandelt. Externe pädagogische Fachkräfte boten in Zusammenarbeit mit der Maker-Lehrperson über das Schuljahr hinweg (vorwiegend am Mittwoch-Nachmittag) entsprechende Workshops sowie *individuelle Coa-*

chings zur Planung des Making-Unterrichts für die Projektwochen an. In Interviews zur Erfassung der individuellen Bedürfnisse zeigte sich ein hoher Unterstützungsbedarf, was die Arbeit mit digitalen Werkstoffen und Werkzeugen angeht. Zugleich schätzten die Lehrpersonen konkrete Vorschläge für selbstentdeckende Making-Challenges in den Bereichen Elektronik, digitale Steuerungstechnik und Mechanik. In handlungsorientierten Workshops konnten die Lehrpersonen durch eigene Erfolgserlebnisse (digitale) Technik als zugänglich und gestaltbar erleben.

Allgemeine Empfehlungen

Mit einem individualisierten Coaching-Angebot können Lehrpersonen schrittweise an das Making, die Geräte und mögliche Szenarien herangeführt werden. Teammitglieder, die wie die Maker-Lehrperson bereits Vorwissen oder großes Interesse für einzelne Themen mitbringen, sind eine wertvolle Unterstützung für den Wissenstransfer im Schulhaus (Peer-to-Peer-Coaching). Einmalige Weiterbildungsangebote sind wenig nachhaltig, wenn sie nicht durch eine kontinuierliche, niederschwellige Beratung und Begleitung flankiert werden.

3 RESÜMEE UND AUSBLICK

Durch das Engagement des Lehrerkollegiums und durch den Rückhalt von Schulbehörde und Schulleitung ist der MakerSpace im Schulalltag der Primarschule Thayngen angekommen. Alle Schüler*innen konnten erste Erfahrungen mit Making in der Schule sammeln und die Resonanz von Schüler*innen, Lehrpersonen und Eltern auf das Pilotprojekt ist durchweg positiv. Im Rahmen der teilnehmenden Beobachtung konnten kreativitätsermöglichende und -fördernde Wirkungen der Lernumgebung verzeichnet werden (vgl. den Beitrag von Feurle/Maurer in diesem Band). Erste Auswertungen im Bereich kritisches Denken/digitale Mündigkeit lassen darauf schließen, dass schulisches Making – bezogen auf die eigenen Produkte – auch bei Primarschulkindern eine kritische, empathische und verantwortungsvolle Technologienutzung anbahnen kann (vgl. Maurer/Ingold 2019). Durch die Orientierung an klassischen Themen der Primarschule fokussierte das didaktische Konzept des MakerSpace die fachbezogene Kompetenzaneignung im Sinne des Lehrplans und blieb gleichzeitig *offen* für die Interessen und

Ideen der Schüler*innen. Einige Schüler*innen, die sich im Regelunterricht schwertun, fielen im MakerSpace als vergleichsweise eigenaktiv und zielorientiert auf. Eine hohe intrinsische Motivation und das Gefühl, die Freiheit zu haben, Dinge probieren zu können, ohne negative Konsequenzen befürchten zu müssen, ermutigte viele Schüler*innen Talente zu zeigen und anzuwenden.

Team-Teaching-Formate haben sich nicht nur als Methode des Wissenstransfers zwischen externer Making-Fachperson und den Lehrpersonen bewährt. Die Betreuung neigungsorientierter Projekte in Halb- und Ganzklassen ist von einer Einzelperson kaum zu leisten.

Dank der Finanzierung durch die Gemeinde und der positiven Erfahrungen des Teams wird der MakerSpace im Schulhaus Thayngen im Schuljahr 2019/20 mit einem ähnlichen Nutzungskonzept eigenständig weitergeführt. Eine weitere Öffnung des Angebots nach Außen ist zudem in Diskussion. Die Maker-Lehrperson wird sich zukünftig ganz auf die Betreuung des MakerSpace konzentrieren. Somit kann sie ihre Kompetenzen weiter ausbauen und zukünftig die Multiplikatorenrolle im Kollegium vollumfänglich übernehmen. Im Laufe des ersten Betriebsjahrs war es möglich, die Lehrpersonen mit den Anliegen und Methoden der Making-Ansatzes vertraut zu machen. Nun gilt es, sich schrittweise weitere (digitale) Technologien zu erschließen und das gewonnene Knowhow im Team auszutauschen. Eine arbeitsteilige Spezialisierung ist zu empfehlen, weil es für eine Einzelperson unmöglich ist, sämtliche Möglichkeiten und Technologien im Blick zu behalten.

Im zweiten Betriebsjahr sind curriculare Entscheidungen zu treffen, welche Schwerpunkttechnologien mittelfristig in einzelnen Klassenstufen bearbeitet werden, so dass ein fortschreitender Kompetenzaufbau erfolgt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Möglichkeit, eigene Kreationen zu entwickeln, für die Schüler*innen nicht eingeschränkt wird. In diesem Zusammenhang wird die Verzahnung des Making mit dem Fachunterricht (insbesondere in den Fächern TTG, NMG, Mathematik und Medien & Informatik) intensiviert und systematisiert. Digitale Themen wie Informatiksysteme, Programmieren und Physical Computing werden somit in einen lebensweltrelevanten und anwendungsorientierten Kontext gestellt.

Die systematische Auswertung der erhobenen Daten wird nach Abschluss der Pilotphase im Herbst 2019 erfolgen. Vor diesem Hintergrund

sind die hier skizzierten Erkenntnisse lediglich als Vorabttendenzen zu verstehen, die noch weiter ausdifferenziert werden müssen.

LITERATUR

- Dougherty, Dale (2013). The Maker Mindset. In: Honey, Margaret / Kanter, David E. (Eds.). Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators. New York: Routledge. pp.7-11.
- Hatch, Mark (2013). The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers. New York: McGraw-Hill Education.
- Kai Wah Chu, Samuel / Reynolds, Rebecca B. / Tavares, Nicole J. / Notari, Michele / Wing Yi Lee, Celina (2017). 21st century Skills Development Through Inquiry-Based Learning. From Theory to Practice. Springer.
- Maurer, Björn / Ingold, Selina (2019). Mit Making zu mehr digitaler Mündigkeit? Erkenntnisse aus einem Design-Based-Research-Projekt an einer Primarschule. In: merz (medien+erziehung), Zeitschrift für Medienpädagogik, 4/2019.
- Reinmann, Gabi (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based-Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft 33/2005. S.52-69.

SCHULISCHES MAKING UND KREATIVITÄT

Erste Erkenntnisse
aus einem
Design-Based-
Research-Projekt

Michaela Feurle, Björn Maurer

ABSTRACT

In zahlreichen Publikationen wird davon ausgegangen, dass Making als Verbindung von spielerisch-assoziativem Tüfteln, vielfältigen Materialien und Technologien Kreativität fördert (vgl. Schön et al. 2016, S.19; vgl. Boy/Sieben 2017, S.26; vgl. Ingold/Maurer 2018). Was bedeutet das im Einzelnen? Wo drückt sich kreatives Handeln beim Making aus? Inwieweit kann im MakerSpace etwas erkundet, erschaffen, weiterentwickelt, kombiniert und «quergedacht» werden, und welche Rahmenbedingungen sind hierfür erforderlich? Wie kann Kreativität beim Making wahrgenommen und unterstützt werden? Diesen und ähnlichen Fragen geht der Beitrag nach.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Michaela Feurle ist Dozentin für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

Björn Maurer ist Erziehungswissenschaftler und Dozent für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

SCHULISCHES MAKING UND KREATIVITÄT

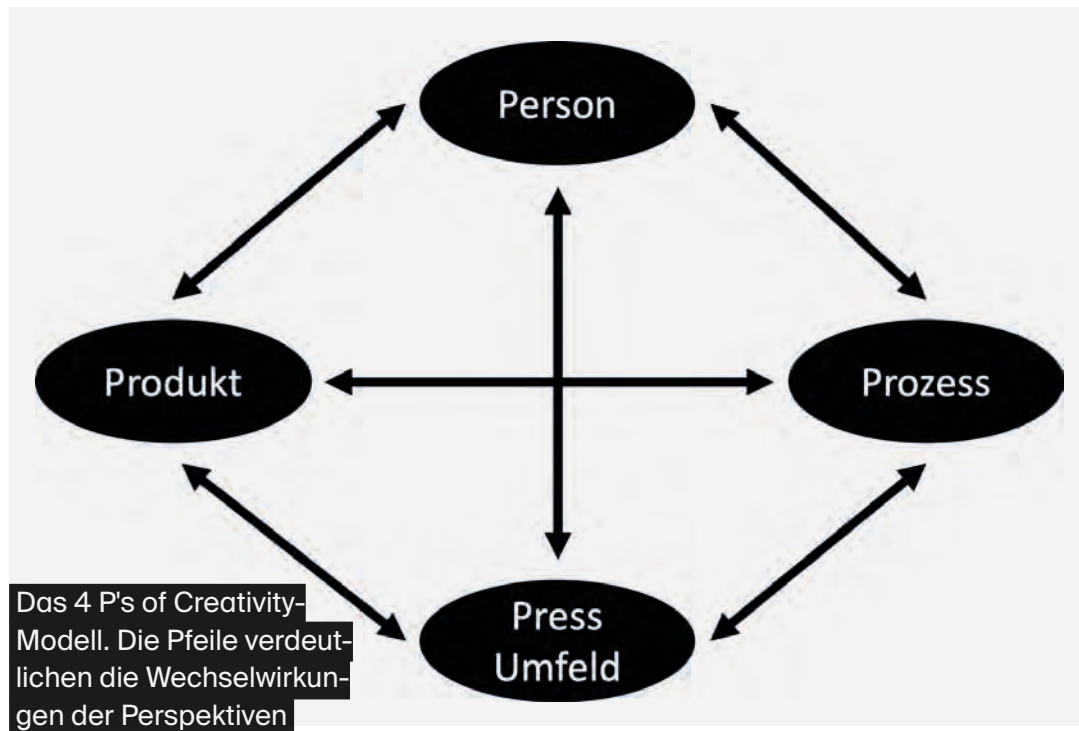
Mit der Konzeption und der Umsetzung eines MakerSpace in der Primarschule Thayngen (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) wird unter anderem das Ziel verfolgt, «nicht-automatisierbare Fähigkeiten» (vgl. Haefner/Weizenbaum 1990 in Doebele 2015) wie *Kreativität, Kollaboration, kritisches Denken und Digitale Mündigkeit* bei Schüler*innen zu entwickeln und zu untersuchen. Dieser Beitrag legt den Fokus auf *Kreativität*. Nach einer kurzen Begriffsklärung werden erste Erfahrungen und Befunde aus der Begleitforschung des Projekts aus ausgewählten Perspektiven der Kreativitätsforschung betrachtet und diskutiert. Hintergrundinformationen zum Forschungsdesign der DBR-Studie finden sich in Maurer/Ingold 2019 und im Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band.

1 KREATIVITÄT: BEGRIFFSBESTIMMUNG

Im Alltagsverständnis bedeutet «kreativ sein» meist, viele Ideen zu haben, Sachen auszuprobieren und Neues zu erschaffen. Etymologisch geht der Begriff auf das lateinische Verb «creare», d. h. «schaffen» oder «erschaffen», zurück. Runco (1994) bezeichnet Kreativität als kognitiven Prozess, der zu einer neuen, ungewöhnlichen und gleichzeitig nützlichen Lösung führt (vgl. auch Sternberg/Lubart 1999). Inwieweit eine Lösung diese Kriterien erfüllt, können nach Amabile (1996) nur Expert*innen im jeweiligen Feld einschätzen. «*A product or response is creative to the extent that appropriate observers independently agree it is creative.*» Kreativität ist demnach *relativ* und manifestiert sich «in der Interaktion zwischen dem individuellen Denken und einem soziokulturellen Kontext» (Csikszentmihalyi 1997, S.41). Bevor der Begriff Kreativität explizit geprägt wurde, ging man vom menschlichen Genie aus und untersuchte vornehmlich Aspekte wie Intelligenz und Begabung. Mit Guilford (1968) änderte sich Mitte der 50er Jahre die Grundhaltung der Kreativitätsforschung. Kreativität als Fähigkeit zu konvergentem und divergentem Denken war nun nicht mehr nur den großen Denker*innen und Genies vorbehalten, sondern galt – in unterschiedlicher Ausprägung – als typisch menschlich (vgl. Urban 2004 S.65f; vgl. Runco 1994). Rohdes (1961) legte mit seinen «4P's of Creativity» als erster ein umfas-

sendes Modell für Kreativität vor, welches neben der *Person* und dem *Produkt* auch den *Prozess* und die *Rahmenbedingungen* bzw. das *soziale Umfeld* (engl. *Press*) miteinschließt. Später wurde noch eine weitere Dimension, die *Performance*, ergänzt (vgl. Vogt 2010, S.28), wodurch betont wird, dass es für Kreativität neben *Eigenschaften*, *Rahmenbedingungen* und *Prozeduren* auch konkrete ausführende *Handlungen* braucht. Kreativität ist gleichermaßen Forschungsgegenstand von Wirtschafts-, Sozial- und Naturwissenschaften. Die Gewichtung der Perspektiven variiert in Relation zur disziplinären Ausrichtung. Eine *einheitliche* Begriffsdefinition liegt bis heute nicht vor.

Einigkeit besteht aber in der Annahme, dass Kreativität ein multifaktorielles Konstrukt ist, dessen Dimensionen in Wechselwirkung zueinander stehen.



Im Folgenden werden die Perspektiven *Produkt*, *Person* und *Prozess* vorgestellt und mit ausgewählten Befunden aus dem MakerSpace-Projekt an der Primarschule Thayngen (CH) abgeglichen. Dabei sollen kreatives

Handeln und kreative Prozesse beim Making nachgezeichnet und wesentliche Anhaltspunkte für die Wahrnehmung und Förderung von Kreativität in diesem spezifischen Bildungskontext abgeleitet werden.

2 DAS KREATIVE PRODUKT

«Der Wert einer Entdeckung im geistigen Leben eines Individuums ist der Beitrag, den sie zu einem kreativen, aktiven Geist macht; er hängt nicht davon ab, dass niemand jemals zuvor an dieselbe Idee gedacht hat.» (Dewey 1988, S. 128)

Kreative Leistungen stecken in Produkten beziehungsweise in Problemlösungen, die Bestandteil von Produkten sind. Kreative Produkte müssen in erster Linie neu oder ungewöhnlich sein (vgl. Stein 1973; vgl. Mednick et al. 1964; vgl. Maddi 1964; vgl. Barron 1967). Als weitere Merkmale gelten «Originalität» und «Angemessenheit» (Jackson/Messick 1973, S.96), d.h. die Eignung im spezifischen Anwendungsbereich. Für Jackson/Messick müssen kreative Produkte zusätzlich «Transformationspotenz» aufweisen (ebd. S.98), d.h. die Grenzen der Wahrnehmung des Betrachters sprengen, überraschen und/oder eine radikale Veränderung althergebrachter

Handlungsmuster mit sich bringen. Die genannten Kriterien beziehen sich allerdings auf herausragende Erfindungen, die die Menschheit weitergebracht haben. Kaufmann und Beghetto (2009) beschreiben dieses Kreativitätsniveau als «Big-C-Level», das nur von den wenigsten Menschen erreicht wird (vgl. Kaufmann/Beghetto 2009, S.2). Ein Blick auf die Übersicht der Produkte von Primarschüler*innen (vgl. die Auflistung auf der nachfolgenden Seite) macht deutlich, dass für die Schule im Allgemeinen und das Making im Besonderen diese Kriterien unerreichbar und daher ungeeignet sind. Zumal das Kriterium der *Angemessenheit* absurden Erfindungen, wie sie Schüler*innen beim Making entwickeln können, die Kreativität abspricht. Gerr weist darauf hin, dass sich der Grad schöpferischer Qualität nicht alleine am Produkt ableiten lässt (vgl. Gerr 2014, S.39). Für das selbstgesteuerte Making in der Schule ist ein subjektorientiertes Kreativitätsverständnis erforderlich, das den schöpferischen Grad eines Produkts nicht am gesellschaftlichen Kontext bemisst, sondern am Selbstaussdruck und an persönlich bedeutungsvollen Interpretationen und Erfahrungen des Lernenden.

Kaufmann und Beghetto bezeichnen diesen subjektorientierten Kreativitätsmaßstab als «Mini-c-level» (Vgl. Kaufmann/Beghetto 2009, S.3). Es ist realistisch, dass kreatives Potential im Sinne des Mini-c-Levels (und auch des nächst höheren Little-c-Levels) beim Making angesprochen werden kann. Making bietet Gelegenheiten, Neues zu lernen und Dinge auszuprobieren, viele Versuche zu machen und im Austausch mit anderen vorwärts zu kommen. Stocker konstatiert, dass Produkte von Schüler*innen als Ausdruck seiner selbst verstanden werden und in der Schule nicht das Produkt, sondern der Prozess im Mittelpunkt stehen sollte (vgl. Stocker 1988, S.29). Daher wird im Folgenden der Schwerpunkt zunächst auf kreative Persönlichkeitsmerkmale und im Anschluss auf den kreativen Prozess gelegt.

Hundesofa | Kletterhaus für Springmaus | mehrere Kaugummiautomaten | Elektroauto mit Allradantrieb | Reparatur und Scheinwerferbestückung eines ferngesteuerten Autos | fahrbarer Süßigkeitenspender | Schleimmaschine | Raddampfer | Putzroboter mit Fernsteuerung | Umbau Drohne zu Luftkissenboot | Boot mit Hybridantrieb (Elektro und Dampf) | Radiergummispender | Calliopegesteuertes Fahrzeug | elektr. Kugelbahn | Dreiecks-Roboter | verschiedene Fahrzeuge | elektronische Winkekatze

Übersicht über die hergestellten Produkte der Viert- und Fünftklässler

3 KREATIVE PERSÖNLICHKEITSMERKMALE

Die Betrachtungsweise des Genius, des schöpferischen Menschen, lässt sich zurückverfolgen bis in die Antike (vgl. Schuler/Görlich 2007, S.10). Nach dem Sputnikschock in den USA und der damit in Verbindung stehenden Belebung der Kreativitätsforschung in den 1950er Jahren hat Guilford (1968) u.a. die Fähigkeit des divergenten und konvergenten Denkens als zentrale Eigenschaft kreativer Persönlichkeiten ermittelt. Das darauf aufbauende sechsdimensionale Komponentenmodell kreativer Persönlichkeitseigenschaften von Urban (vgl. Urban 2004, S.48) beinhaltet neben Guilfords *divergentem Denken* eine *generelle Wissens- und Denkfähigkeitsbasis, spezifisches Wissen und spezifische Fertigkeiten, Fokussierung und Anstren-*

gungsbereitschaft, Motive und Motivation sowie *Offenheit und Ambiguitätstoleranz*. Auch wenn Individuen unterschiedliche Dispositionen mitbringen, gelten die kreativen Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale als flexibel und damit auch als förderbar (vgl. Krähenbühl 2017, S.37; vgl. Theurer et al. 2012, S.186).

Im nächsten Schritt wird die Bedeutung kreativer Persönlichkeits-eigenschaften im Kontext schulischer Making-Aktivitäten ausgelotet. Als Grundlage für die Untersuchung wird in Anlehnung an die Modelle von Urban (2004) und Schuler/Görlich (2007) das Konstrukt «kreative Persönlichkeitseigenschaften» in einem Kriterienmodell operationalisiert.

Die kreative Person

- ist intrinsisch motiviert (vgl. Urban 2004, S.49/102).
- kann flexibel und divergent denken (anders denken, querdenken) (vgl. Urban 2004, S.49/101).
- verfügt über die Fähigkeit, zielstrebig zu arbeiten, sich selbst zu organisieren und zu steuern (vgl. Schuler/Görlich 2007, S.14).
- zeigt Konzentration, Anstrengungsbereitschaft und Durchhaltevermögen (vgl. Urban 2004, S.49/102; vgl. Schuler/Görlich 2007, S.14).
- kann Probleme analysieren, zerlegen und bei der Problemlösung systematisch bzw. logisch vorgehen (vgl. Urban 2004, S.48).
- ist vielseitig interessiert, und verfügt über thematisch relevantes Wissen (vgl. Urban 2004, S.49)

Im Folgenden werden exemplarisch zu den operationalisierten Kriterien Making-Situationen diskutiert. Als Datengrundlage dienen etwa 120 videografierte Lektionen der Klassenstufen 3 bis 6, Feldnotizen der teilnehmenden Beobachtung, personenbezogene Langzeitbeobachtungen sowie Interviews mit Lehrpersonen und Schüler*innen zu ihrem Kreativitätsverständnis und zu ihren Selbstwirksamkeitserfahrungen. Da es sich bei einem MakerSpace um eine bewusst offen gestaltete Lernumgebung handelt, wird der Versuch unternommen, Persönlichkeitseigenschaften im Kontext des Umfelds (Press) zu betrachten.

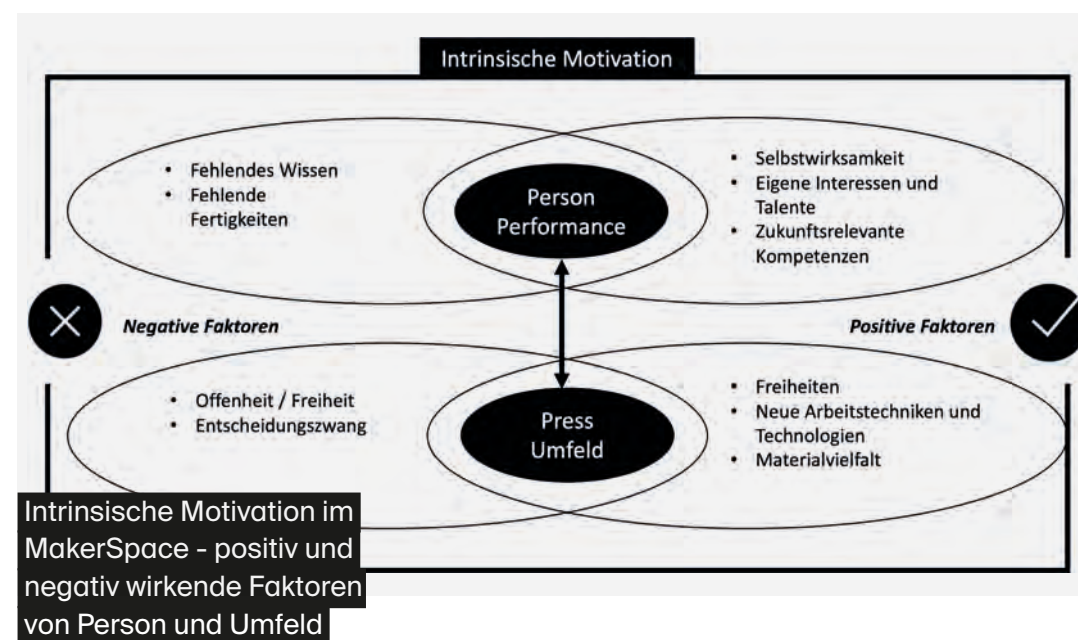
INTRINSISCHE MOTIVATION

Intrinsische Motivation ist interessen- und selbstbestimmt. Sie wird gespielt durch das Bestreben, eine Sache zu verstehen, zu durchdringen und zu beherrschen. Sie geht vom Subjekt aus und erfordert keine pädagogischen Interventionen von außen (vgl. Deci/Ryan 1985, S.225). Die intrinsische Motivation der Schüler*innen beim freien Making ist insgesamt hoch. Das zeigen sowohl die anonymen Selbsteinschätzungen zur Zufriedenheit, die Aussagen in den Interviews als auch das Verhalten der meisten Schüler*innen beim Making an sich. Die meisten Schüler*innen finden eine Idee, die sie verfolgen wollen.

Sie bleiben über mehrere Wochen hinweg an ihrer Sache dran, lassen sich von Misserfolgserlebnissen nicht aus dem Konzept bringen. Die meisten möchten am liebsten noch viel mehr Zeit für ihren Making-Prozess aufbringen und sind auch bereit, ihre Freizeit dafür zu opfern. Die Feldbeobachtungen lassen bei einigen Schüler*innen auf ein Flow-Erleben im Sinne Csikszentmihalyis (2014, S.163ff) schließen. Ein Grund für das hohe Engagement ist die empfundene Freiheit, genau die Produkte zu entwickeln, für die sie sich interessieren. *«Das ist deine Freiheit und du kannst denken und machen, was du möchtest»* (4. Klässler). *«Hier können wir selber überlegen, wie wir machen wollen»*. *«Ich finde es toll, man kann arbeiten, mit wem man will.»* (4. Klässlerin). Die Interviewaussagen der Schüler*innen decken sich mit der Einschätzung von Ryan und Deci (1985), wonach das Erleben von Autonomie und Kompetenz eine Voraussetzung für die Entwicklung intrinsischer Motivation darstellt. Andererseits gibt es beim freien Making immer wieder Situationen, in welchen Autonomie und Selbstwirksamkeit der Schüler*innen verloren gehen. Beispielsweise wenn sie vor einem unlösbaren Problem stehen oder für die Weiterarbeit Spezialwissen brauchen, über das sie noch nicht verfügen.

Einige wenige Schüler*innen tun sich mit der Offenheit schwer. Sie sind es gewohnt, dass man ihnen konkrete Vorgaben gibt, was zu tun ist. Wenn Schüler*innen ziel- und lustlos an ihren Projekten arbeiten, haben sie möglicherweise noch nicht das für sie passende Projekt gefunden. Als Intervention hilft hier das Aufzeigen weiterer Ideen und Beispiele oder auch der Hinweise auf DIY-Plattformen im Netz, um weitere Ideen zu sichten und ggf. etwas zu finden, das besser zu ihnen passt.

In einzelnen Fällen stellen Schüler*innen einen Bezug zwischen ihrem Produkt, den dabei erworbenen Kompetenzen und ihrem zukünftigen Arbeitsleben her. Dieser als sinnstiftend empfundene Zusammenhang fördert die intrinsische Motivation und ist in dieser Form nur durch die freie Wahl der Projektidee ermöglicht worden. *«Wahrscheinlich werde ich das Wissen gut gebrauchen können, weil ich entweder Tierärztin werde oder Zoologin. Als Zoologin kann ich ja dann ein Wasserspender für Giraffen oder als Tierärztin eine Mundleuchte für Hamster, für die Zahnbehandlung, bauen. Hoffentlich haben die anderen Klassen auch so viel Spaß wie ich»* (4. Klässlerin).



FLEXIBLES UND DIVERGENTES DENKEN

Divergentes Denken bezeichnet nach Guilford das Entwickeln einer ungewöhnlichen Lösung für ein offenes Problem u.a. durch den flexiblen und improvisierten Einbezug vorhandener Mittel (vgl. Guilford 1968). Der verwandte Begriff «Bisoziation» beschreibt das Durchbrechen geistiger Routinen und die Verbindung von Gegenständen, Ideen und Materialien, die in keinem offensichtlichen Zusammenhang stehen (vgl. Koestler 1966).

«Ich sehe alle Werkzeuge, Holz, Hammer und alles, was man benutzen kann. Dann macht es Klick, Klick, Klick und ich kann einfach anfangen zu bauen. Den MakerSpace finde ich eine sehr gute Umgebung.» (6. Klässlerin)

«Und um kreativ zu sein, kann man auch mal nach hinten in das Labor gehen, und dort hat es genügend Sachen. Dann sieht man vielleicht Rollen und andere Sachen und denkt sich, das geht so und so.» (6. Klässler)

Im MakerSpace ist immer wieder zu beobachten, wie sich Schüler*innen zunächst ziellos im Materiallager umsehen, dort etwas entdecken (z.B. Wasserleitungen aus Kupfer) und dann auf die Idee kommen, aus ihrem Fundstück etwas Bestimmtes zu bauen (z.B. die Achsen einer Seifenkiste). Auch wenn Schüler*innen über unterschiedliche Improvisationsfähigkeiten verfügen, kann divergentes und bisoziales Denken durch die Gestaltung des Umfelds (z.B. Materialbereitstellung) initiiert und provoziert werden.

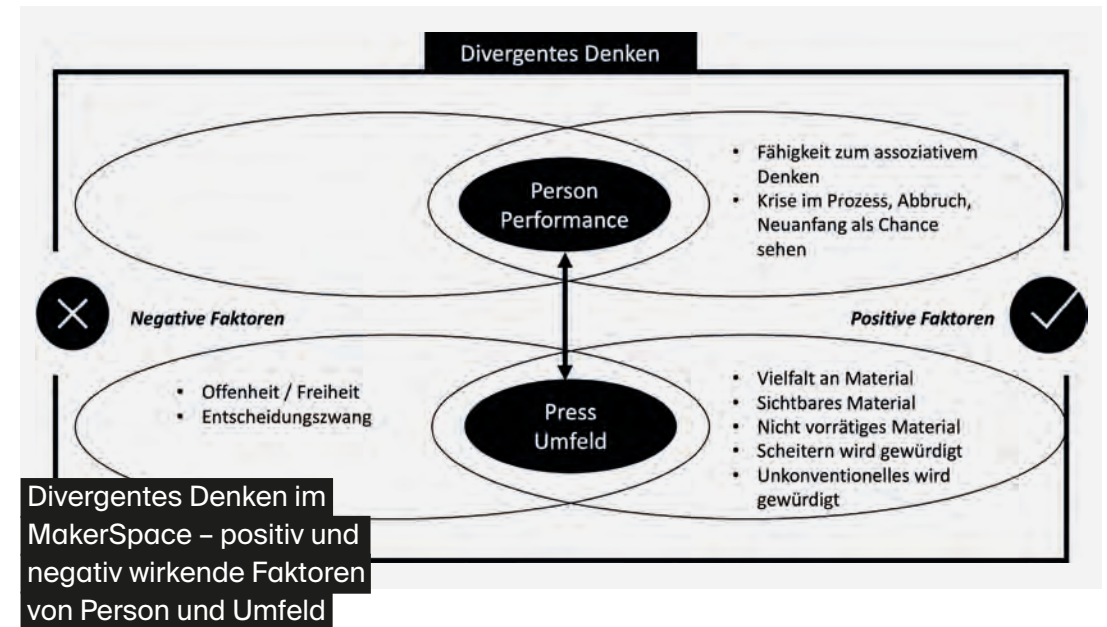
Ansätze divergenten Denkens zeigen sich auch, wenn Schüler*innen beim Making Produkte zweckentfremden, inhaltlich bzw. ästhetisch umdeuten oder umbauen. So wird beispielsweise eine defekte Drohne zerlegt und als Luftkissenboot neu aufgebaut. Solche De- und Neukonstruktionen stellen aber ebenso wie Denkprozesse out-of-the-Box auf

der Ebene des gesamten Produkts die Ausnahme dar.

Beim freien Making kommt es immer wieder vor, dass ein geplantes Produkt nicht auf die gewünschte Weise herstellbar ist. Wird dies erkannt, besteht die Chance, eine andere Herangehensweise an oder Sichtweise auf das Problem zu wählen und sich von den bisherigen Überlegungen zu verabschieden.

«Als wir uns überlegen mussten, was wir machen, wollte ich zuerst ein Schiff bauen, aber danach habe ich doch einen fahrenden Fußball gemacht» (4. Klässler). In diesem Fall wird divergentes Denken durch eine Krise - oder auch Irritation - ausgelöst. Dazu sind aber keineswegs alle Primarschüler*innen in der Lage oder willens. Die Voraussetzung für einen als bereichernd empfundenen Projektabbruch mit einem daraus resultierenden Neuanfang ist die Haltung des sozialen Umfelds im MakerSpace. Neuanfänge dürfen vom Umfeld nicht als Makel betrachtet, sondern müssen als Chance bewertet werden. So können das Selbstvertrauen und die Bereitschaft, etwas zu riskieren und ungewöhnliche Ideen umzusetzen aufgebaut werden. Da es für Schüler*innen manchmal schwierig ist, eine Sackgasse zu erkennen und zu akzeptieren, ist die pädagogische Begleitung gefordert,

die Schüler*innen bei einem Neuanfang sensibel zu begleiten und sich, falls nötig, an der Ideenentwicklung zu beteiligen.



SELBSTORGANISATION UND SELBSTSTEUERUNG

«Ich habe gelernt, mich besser zu organisieren und nicht gleich aufzugeben, wenn etwas nicht klappt.» (4. Klässlerin)

Selbstreguliertes Lernen bezeichnet das aktive Vorgehen des Lernenden, das eigene Lernverhalten unter Einsatz von Strategien zu steuern und zu regulieren (vgl. Landmann et al. 2015, S. 46). Hierzu zählen kognitiv-strategische, motivationale und volitionale sowie metakognitiv-reflexive Komponenten (vgl. ebd.), die - folgt man den einschlägigen Prozessmodellen - in einem iterativen Prozess mehrerer Phasen miteinander verknüpft sind (vgl. Schmitz et al. 2007). Erfolgreiches Lernen und Handlungsbefähigung in offenen Lernumgebungen, wie sie für MakerSpaces typisch sind, setzen ein gewisses Maß an Selbstregulationsfähigkeiten der Schüler*innen voraus (vgl. Peschel o.J.; vgl. Peschel 2006, S. 204).

Es handelt sich dabei um flexible Eigenschaften, die schrittweise erworben und trainiert werden müssen. Sie stellen das eigene Ressourcenmanagement sicher (verfügbare Zeit, Motivation, Engagement, möglicher Nutzen), dienen der Problemanalyse und der Zielsetzung (Sollwert), strukturieren die einzelnen Handlungsschritte und tragen dazu bei, dass Ergebnisse evaluiert (Ist-Soll-Vergleich), mit den gewünschten Zielen abgeglichen und relevante Schlussfolgerungen für die Weiterarbeit gezogen werden können.

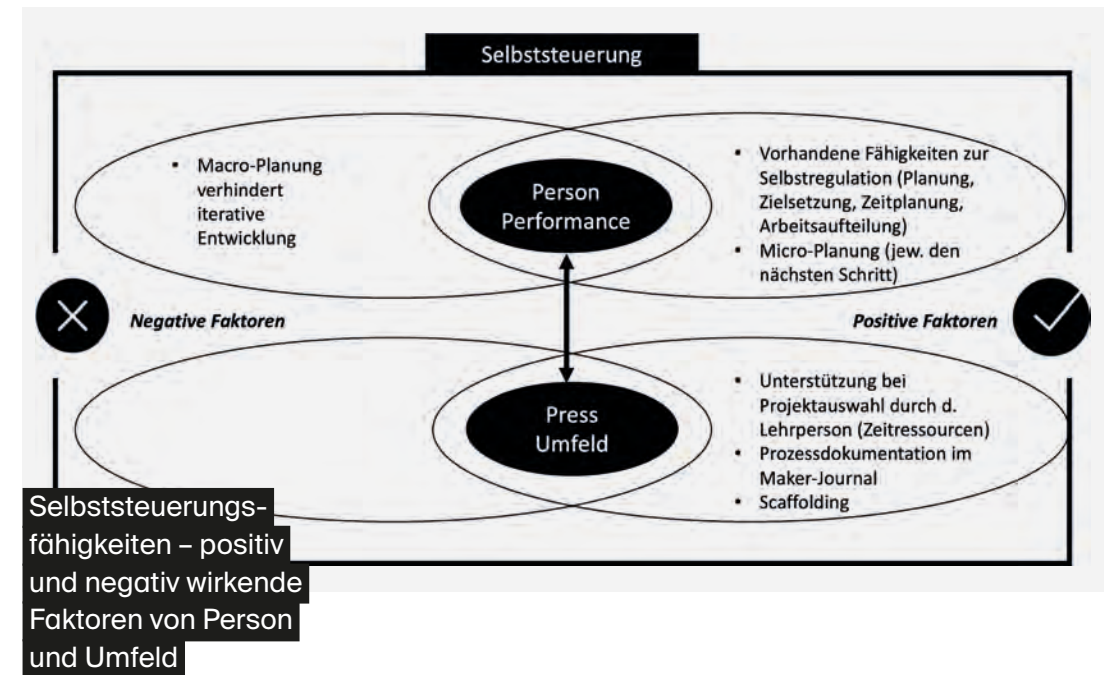
Im MakerSpace ist es für Schüler*innen ohne Erfahrung als Maker*innen schwierig, ein Projekt auszuwählen, das sich im Rahmen der verfügbaren Zeit tatsächlich umsetzen lässt. Hier brauchen die Schüler*innen anfangs Unterstützung von der Lehrperson.

Ansonsten zeigen die meisten Schüler*innen in ihrem Making-Prozess ein hohes Maß an Selbststeuerung. Deutliche Unterschiede zeichnen sich aber in der Art und Weise ab, wie sich die Schüler*innen Ziele setzen und die Zielerreichung überwachen. Während die globalen Planer*innen ein konkretes

Ziel vor Augen haben und den Weg dorthin schrittweise und konsistent planen und umsetzen (Checklisten, To-Do Listen, ...), gibt es andere – die Micro-Planer*innen – die nur jeweils den nächsten möglichen Schritt antizipieren und sich erst nach erfolgter Umsetzung weiter orientieren. Letztere lassen sich eher auf eine iterative Produktentwicklung ein, die sich von Prototyp zu Prototyp vollzieht. Die Bereitschaft, umzusteuern oder im Falle eines Misserfolgs neue Lösungen zu suchen, ist bei den Micro-Planer*innen stärker ausgeprägt. Sie verfügen über das Selbstvertrauen und die Sicherheit, dass am Ende schon etwas Brauchbares entstehen wird. Csikzentmihalyi (2014, S.492) weist darauf hin, dass kreative Menschen dazu neigen, ihre Erfahrungen durch Notizen fassbarer und dauerhafter zu machen. Damit können sie im Nachhinein ihre Denkprozesse reflektieren und ihre Entwicklung nachvollziehen. Vor diesem Hintergrund sind die Schüler*innen im Thayn-ger Schul-MakerSpace dazu angehalten, eine Art Maker-Journal zu führen, in das sie regelmäßig Erkenntnisse, wichtige Problemlösungen oder nächste Arbeitsschritte notieren. Diese Methode bietet vor allem in Kombination mit kurzen Präsentations- und Reflexionsphasen (zu Beginn und am Ende

«Ich wollte zuerst einen Kart bauen, aber dann hat der Leiter gesagt, das ginge nicht so gut wegen dem Motor und wegen dem und dem. Dann haben wir uns auf eine Seifenkiste geeinigt und das finde ich auch sehr cool.» (6. Klässler)

jeder Making-Tageseinheit) Anlass zur Selbstreflexion. Schüler*innen mit gering ausgeprägten Selbststeuerungsfähigkeiten sollten beim freien Making anfangs enger betreut werden. So kann die Lehrperson bei der Planung einzelner Prozessabschnitte unterstützen und beim Testen dazu beitragen, dass Konsequenzen für die Weiterarbeit abgeleitet werden. Dieses *Scaffolding* (vgl. Wood et al. 1976) sollte mit der Zeit zurückgefahren werden, so dass die Lernenden schrittweise mehr Verantwortung für den Lernprozess übernehmen können.



«Ich habe gelernt, selbst zu arbeiten und nicht immer nachzufragen. Und an sich zu glauben.» (5. Klässlerin)

KONZENTRATION, AUSDAUER UND FRUSTRATIONSTOLERANZ

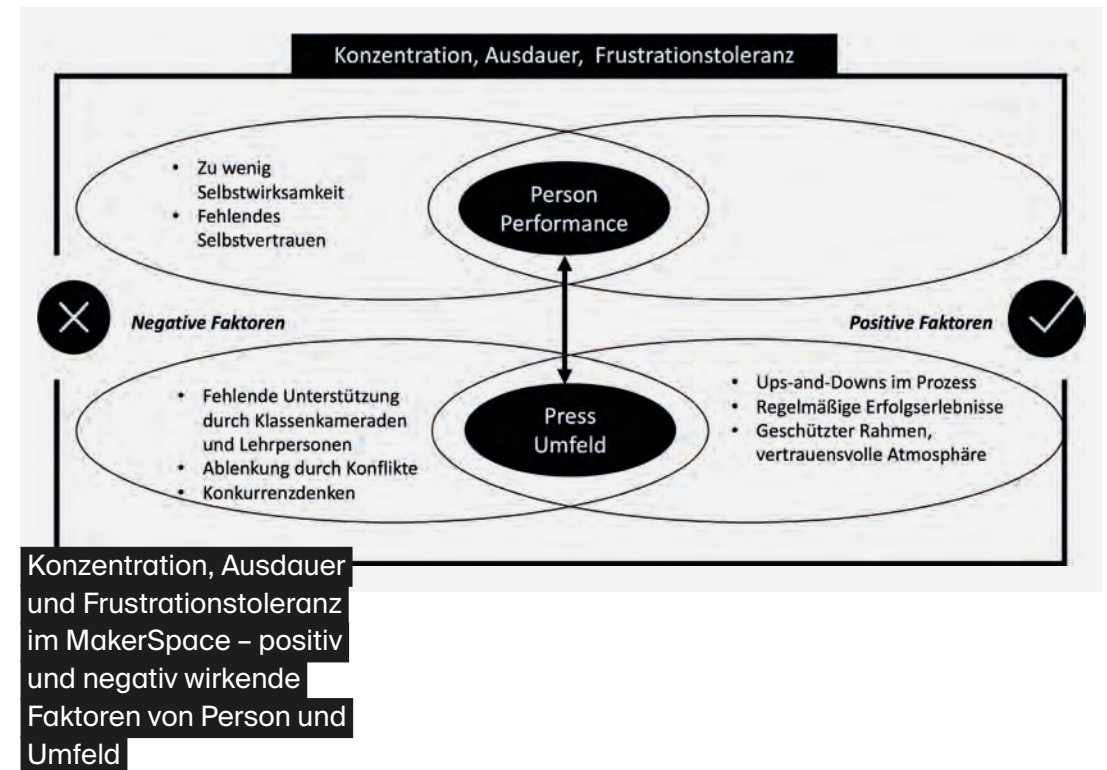
Freies Making mit Schüler*innen bietet Potenzial für Frustrationserfahrungen. Eine Lösung erweist sich als untauglich, es gibt Streit im Team über die Ausrichtung des Produkts, oder es wird viel Zeit in einen Prototyp investiert, der anschließend nicht funktioniert. Manchmal fehlen das Wissen oder die Fähigkeiten, um eine Idee umsetzen zu können, oder es

«Bei mir ist es auch so, dass Geduld wichtig ist, weil wenn ich jetzt an einem Projekt dran bin und es einfach nicht mehr weiter schaffe, dass ich dann einfach so wütend werde und das ganze Projekt auf den Boden schmeiße. Das ist bei mir auch einmal passiert und ja, deswegen ist Geduld wichtig.» (4. Klässlerin)

ist völlig unklar, wie das Ziel erreicht werden könnte. All diese Erfahrungen sind typisch für das Making. Scheitern ist dabei ein wichtiger Bestandteil, um aus Erfahrung zu lernen und Konsequenzen ziehen zu können. Ausdauer und Frustrationstoleranz sind Eigenschaften, um auch die Tiefpunkte zu überstehen und produktiv für die Produktentwicklung zu nutzen. Kreative Persönlichkeiten bringen diese Eigenschaften mit, während Schüler*innen mit geringer ausgebildeter Frustrationstoleranz unselbstständiger agieren, immer wieder um Unterstützung bitten und eine kontinuierliche Betreuung benötigen, die neben dem Scheitern auch regelmäßige Erfolgserlebnisse sicherstellt.

Produktentwicklungsprozesse erstrecken sich beim Making in der Regel über einen längeren Zeitraum. In der Schule können dies mehrere Wochen oder gar Monate sein. Die Maker*innen sind herausgefordert, nicht den Willen und die Lust zu verlieren – auch und gerade wenn es einmal nicht optimal läuft und Rückschläge zu verzeichnen sind. Die Herstellungs- und Produktionszyklen sind in der Schule sonst eher kürzer – sieht man von Halbjahres- oder Jahresarbeiten in alternativen und reformpädagogischen Schulmodellen einmal ab.

Ist ein Schüler oder eine Schülerin nicht fokussiert, kann das verschiedene Ursachen haben, wie beispielsweise die Überforderung mit der (technischen) Komplexität eines Arbeitsschrittes oder des gesamten Vorhabens. Manche Kinder fühlen sich im Team oder im Setting nicht wohl. Mangelndes Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten in Verbindung mit negativen Selbstzuschreibungen («zwei linke Hände», «mit Technik kenn ich mich nicht aus», «ich habe nicht so gute Ideen») sind ebenfalls Ursachen. Förderlich ist eine offene vertrauensvolle Atmosphäre, die nicht auf Konkurrenz und Schadenfreude abzielt, sondern Erfolgserlebnisse und (auch kleine) Entwicklungsschritte würdigt. Ansonsten werden die Schüler*innen im Falle einer Überforderung das Bitten um Hilfe vermeiden.



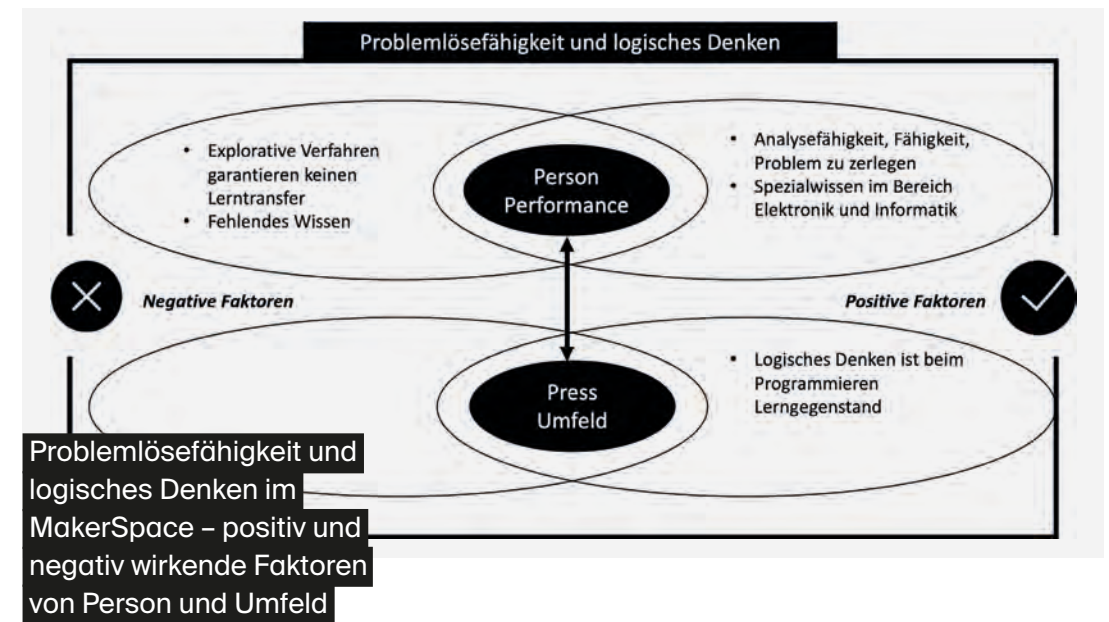
(TECHNISCHE) PROBLEMLÖSEFÄHIGKEIT UND LOGISCHES DENKEN

Problemlösendes Denken kann dann einsetzen, wenn sich eine Lücke zwischen einem Ist-Zustand und einem erwünschten Soll-Zustand auftut, die nicht durch eine gegebene Handlungsroutine (Reproduktion) geschlossen werden kann. Eine gedankliche Repräsentation – das problemlösende Denken – überbrückt den Weg vom Ist-Zustand zum Ziel (vgl. Funke 2003, S.25). Das Problem muss in seiner Beschaffenheit erfasst, Zusammenhänge und Kausalbezüge identifiziert und Erfahrungen strukturiert, interpretiert und begrifflich geordnet werden. Die Produktentwicklung beim Making konfrontiert die Schüler*innen immer wieder mit technischen Problemen, die verschiedene (nicht offensichtliche) Ursachen haben können. Für eine nicht funktionsfähige Schaltung könnte beispielsweise eine leere Batterie, ein Kurzschluss, ein defekter / falsch angeschlossener Verbraucher (z. B. LED, Glühlampe) oder eine Kombination der genannten Ursachen verantwortlich sein. Bei der Fehlerbeseitigung wenden die Schüler*innen sowohl explorative als auch logisch-deduktive Strategien an, wobei explorative Strategien, das heißt, das intuitive Ausprobieren, klar überwiegen. «Der eine Motor stockt ständig. G. sucht nach dem Problem: «Vielleicht

hat es einen Wackelkontakt.» Er bringt es schließlich zum Laufen. «So, jetzt muss ich einen Haufen löten.» Er geht zur Lötstation. Hilft dort einer Mitschülerin beim Löten. Lötet selbst Stück für Stück.» Ob und inwieweit ein Fehler durch explorative Suchbewegungen gefunden und gelöst wird, bleibt dem Zufall überlassen. Ferner bleibt offen, ob die Schüler*innen die explorativ gefundene Lösung als solche verstehen und in ihre Handlungs-routinen für zukünftige Problemlösungen aufnehmen können. «Jetzt geht es wieder, keine Ahnung warum, aber es geht». Nicht selten wird dadurch die Vorstellung des Eigenlebens von Technik oder gar deren Vermenschlichung (Anthropomorphismus) zementiert.

Eine logisch-deduktive Fehlerbeseitigung nach dem Ausschlussprinzip erfordert die Zerlegung des Problems in mögliche Teilprobleme, die bewusst einzeln überprüft werden, bis die Ursache gefunden ist. Ein solch deduktives Vorgehen setzt domänenspezifisches Fachwissen und Methodenkompetenz voraus, um potenzielle Teilprobleme überhaupt identifizieren und lösen zu können. Schüler*innen ohne Vorwissen im Bereich Elektronik verfügen nicht über die Fähigkeit der deduktiven Fehlerbeseitigung.

Nur wenige Schüler*innen (und Lehrpersonen) verfügen über Vorerfahrungen im Bereich Programmieren und *Physical Computing*. Beim Programmieren des Microcontrollers Calliope Mini werden die Schüler*innen zum ersten Mal mit algorithmischen Strukturen und deren Herstellung konfrontiert. Um die Sensoren und Aktoren des Calliope Mini Boards (oder Peripheriekomponenten als Zubehör) ansteuern zu können, müssen einfache Programme mit bedingten Anweisungen (IF/THEN), Verzweigungen (IF/ELSE) und Schleifen geschrieben werden. In diese Art zu denken – «Computational Thinking» (Wing 2006) – müssen sich die Schüler*innen neu einarbeiten. Logisches Denken ist in diesem Zusammenhang nicht nur eine benötigte Fähigkeit, sondern ein Lerngegenstand.



VIELSEITIGES INTERESSE UND SPEZIALWISSEN

Wissen und Expertise gelten als zentrale Voraussetzungen für kreatives Schaffen (vgl. Ashton 2015, S.121f; vgl. Urban 2004, S.49). Um wirklich unkonventionelle Perspektiven einnehmen zu können, müssen die Akteure aber auch in der Lage sein, die vertrauten Pfade der eigenen Disziplin zu verlassen, fachliche Selbstverständlichkeiten zu vergessen und den Blick in andere Disziplinen, Domänen oder Themen zu riskieren (vgl. ebd.). Albert Einstein verweist in diesem Zusammenhang auch auf die Bedeutung der Vorstellungskraft. «Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world» (Einstein in: Viereck 1929).

Im Thaynger MakerSpace sind einzelne Schüler*innen zu beobachten, die über Spezialwissen im Bereich Elektronik verfügen. Sie wissen durch eigene Erfahrung, z.B. mit wieviel Volt ein USB-Stick gespiesen wird oder welchen Nutzen eine Parallelschaltung hat. Diese Fähigkeiten versetzen sie zum Beispiel in die Lage, eine defekte ferngesteuerte Drohne in ein Luftkissenwasserfahrzeug umzubauen oder eine Styropor- und Papierschneidemaschine zu entwickeln, deren Energiezufuhr passend zur Schnittmaterialstärke reguliert werden kann. Drittklässler können mit vertrauten Materialien wie Papier, Pappe, Recycling-Materialien und Elektromotoren kreative Prototypen für die Erzeugung alternativer Energien entwickeln. Schüler*innen mit Vorerfahrungen in den Bereichen Mechanik, Elektronik und Informatik

können auf ein breites Fundament zurückgreifen, auf dem sie sich souverän bewegen und Produkte aller Art entwickeln können.

Umgekehrt zeigt sich aber auch, dass Making mit neuen oder unbekannten

«Ich habe auch Sachen gelernt, wie man mit einer Bohrmaschine umgeht oder mit einem Calliope mini. Damit habe ich sehr viel über Programmieren gelernt (...). Ich habe auch bei der Projektwoche viel gelernt. Was man alles mit Motoren machen kann, oder wie man eine Wasserpumpe allein machen kann» (4. Klässlerin)

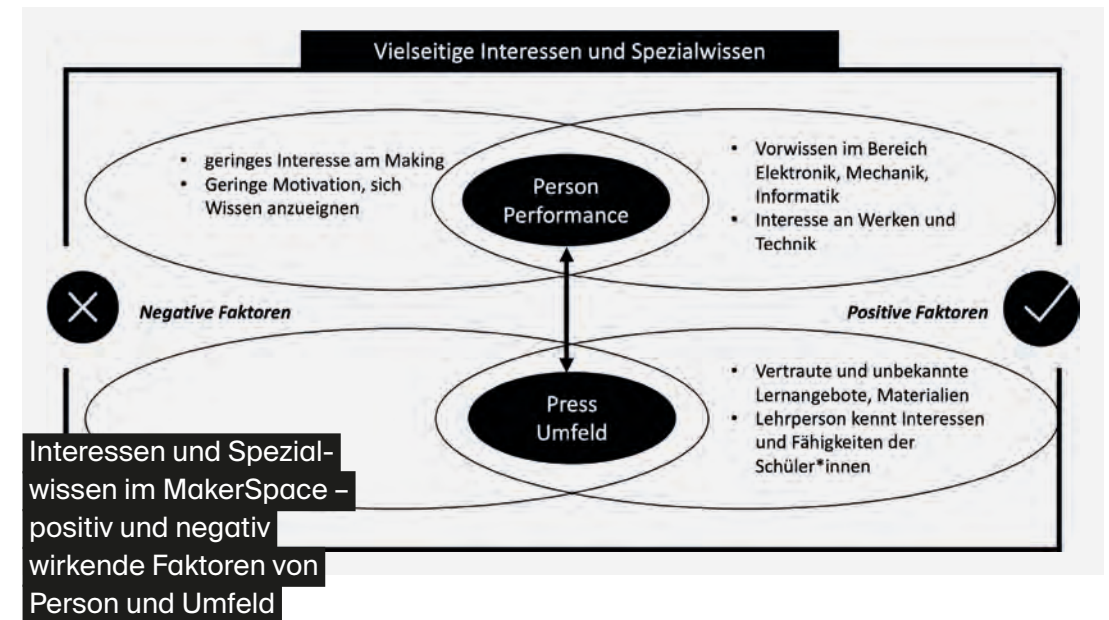
Materialien und Technologien herausfordernd ist. Die Materialeigenschaften müssen erst erschlossen werden, um dessen Potenzial einschätzen geschweige denn es mit anderen Materialien zu Lösungsansätzen und Produkten verarbeiten zu können. Dasselbe gilt für die Handhabung von Werkzeugen und Maschinen. Die Lernkurve wird von den Schüler*innen aber als steil und das neu erworbene Wissen als Bereicherung empfunden.

Erforderliches Spezialwissen lässt sich beim Making – gestützt durch die intrinsische Motivation der Lernenden – weiter ausbauen.

Da die Schüler*innen unterschiedliches Vorwissen mitbringen, sollten sie im MakerSpace die Möglichkeit haben, sowohl auf Vertrautem aufzubauen, als auch Neues zu entdecken und damit zu experimentieren. Dabei kann gleichzeitig der Umgang mit Gelerntem und Ungelerntem geübt werden, «das heißt, die Verbindung von vorhandenem Wissen mit noch zu erwerbendem Wissen zu erkennen und zu erlernen» (Peschel 2006, S.29).

Die pädagogische Begleitung sollte neben bekannten Materialien und Techniken auch neuartige Elemente anbieten, die dann bei Bedarf angeeignet und genutzt werden können. Die Befunde der Begleitforschung deuten darauf hin, dass Spezialwissen kreatives Schaffen im MakerSpace unterstützt, während nicht vorhandenes Wissen bei ausreichend intrinsischer Motivation zur Aneignung von Wissen führt, um kreativ werden zu können.

«Als zweites Projekt habe ich eine Alarmanlage gebaut. Die Alarmanlage mit Calliope zu programmieren war zwar anstrengend, aber es hat sich gelohnt.» (4. Klässlerin)



Interessen und Spezialwissen im MakerSpace – positiv und negativ wirkende Faktoren von Person und Umfeld

ZUSAMMENFASSUNG

Die *intrinsische Motivation* der Schüler*innen beim Making ist überdurchschnittlich hoch, was sich unter anderem auf die Offenheit für die Umsetzung eigener Ideen, auf die Vielseitigkeit der Arbeits- und Ausdrucksmittel und auf die Bereitstellung von neuen Möglichkeiten zurückzuführen lässt. Damit kann das Making-Setting dazu beitragen, eigene Interessen und Stärken zu entdecken und die Lernenden beim Konstruieren in einen *Flow-Zustand* (vgl. Csikszentmihalyi 2014) zu versetzen. Auf der anderen Seite können die Offenheit und Komplexität des Making zur Überforderung führen, wenn den Schüler*innen das nötige Wissen, oder die Erfahrung für eine autonome Entwicklung fehlen. *Divergentes und bisoziales Denken* ist schwer zu beobachten. Es zeigt sich weniger in der Entwicklung besonders origineller Produkte, sondern in einzelnen kreativen Designentscheidungen auf der Micro-Ebene (z. B. Umdeutung von Materialien oder Bauteilen oder bei der Verwendung von Werkzeugen). Die Realisierung von Produkten ohne konkrete Vorlage (wie z. B. Bauanleitungen) führt eher zu unerwarteten Schwierigkeiten und damit auch zu ungewöhnlichen Lösungsansätzen. Die Präsentation und der Zugang zu verschiedenen Materialien im MakerSpace regen die assoziative Verknüpfung von Materialien und Technologien an. Ein Umfeld, das originelle Lösungen schätzt und explizit ermutigt, ungewöhnliche Wege zur Lösung zu gehen, trägt zum Aufbau des nötigen Selbstbewusstseins bei.

Die Fähigkeit zur *Selbststeuerung* im MakerSpace ist bei den Schüler*innen unterschiedlich ausgeprägt. Macro-Planer strukturieren den Prozess als Ganzes und arbeiten ihn schrittweise ab. Micro-Planer planen nur jeweils den nächsten Schritt, sind dadurch aber offener für eine iterative Prototypenentwicklung. Beide Typen brauchen in ihren jeweils blinden Flecken Unterstützung. Das Maker-Journal erfüllt seine selbstreflexive Wirkung vor allem in Kombination mit regelmäßig stattfindenden Reflexionsrunden im Plenum, in welchen die nächsten Planungsschritte von der Maker-Gemeinschaft im Klassenzimmer bestätigt werden. Making ist ein Übungsfeld für die Entwicklung von *Frustrationstoleranz*. Die Schüler*innen müssen lernen, Geduld mit sich selbst, mit dem Material und mit dem eigenen Projekt zu haben, auch wenn sich Hürden auftun. Die Frustrationstoleranz beim Making ist hoch, korreliert aber mit der subjektiv empfundenen Selbstwirksamkeit. Regelmäßige Erfolgserlebnisse sind hierfür entscheidend und können durch entsprechendes Scaffolding durch die Lehrperson ermöglicht werden. Andererseits gilt es, das Bewusstsein für die arbeitsintensive Realität eines Produktentwicklungsprozesses zu schaffen. Beim *Problemlösen* kommen häufig explorative und seltener deduktive Strategien zum Einsatz. Explorative Strategien führen zu Zufallserkenntnissen, die jedoch nicht automatisch inhaltlich verarbeitet werden und auf andere Probleme transferierbar sind. Deduktive Strategien wie z. B. der systematische Fehlerausschluss setzen in der Regel Spezialwissen voraus. Explorativ gewonnene Erkenntnisse können bei (angeleiteter) Verarbeitung und Selbstreflexion zu Spezialwissen und damit auch zum vermehrten Einsatz deduktiver Strategien führen. Durch den Einbezug «digitaler Werkstoffe» (Knaus 2018, S.35) wie Micro-Controller in das Making wird logisches Denken im Sinne von *Computational Thinking* (vgl. Wing 2006) nicht nur für die Produktentwicklung erforderlich, sondern es wird beim Programmieren explizit zum Lerngegenstand. Making in der Schule bietet als offene Lernumgebung die Chance, die Ausprägung persönlicher kreativer Eigenschaften bei den Schüler*innen sichtbar zu machen und deren Entwicklung gezielt anzustoßen. Die genannten Persönlichkeitseigenschaften sind nicht nur günstige Voraussetzungen für kreatives Schaffen. Sie können auch die Folge erster Making-Versuche sein und lassen sich damit bei entsprechender Gestaltung des Making-Umfelds (z.B. positive Fehlerkultur, wertschätzendes Klima; vgl. Bornemann 2011, S.44) weiterentwickeln.

4 DER KREATIVE MAKER-PROZESS

«Design processes are usually conceptualized in terms of an iterative sequence of ideation, or finding a problem, drafting ideas, creating a product, reflect and revising.» (Cross 2011 in Sheridan/Rosenfeld Halverson 2014, S. 507f)

Graham Wallas (1926) hat den kreativen Prozess als einer der ersten Kreativitätsforscher als Abfolge von vier Phasen beschrieben, deren Ergebnis im Idealfall eine geeignete Problemlösung ist. Auf die *Vorbereitungsphase* (Preparation), in der das Problem analysiert und die erforderlichen Informationen gesammelt werden, folgt die *Inkubationsphase*. Nach Wallas beginnt die Lösung im Unterbewussten zu reifen, während sich der kreative Akteur anderen Tätigkeiten zuwendet. Die *Illuminationsphase* bringt dann unerwartet die Idee, die dann in der *Verifikationsphase* ausgearbeitet und auf Eignung überprüft wird. Obwohl das Modell von Wallas die Ideenentwicklung auf unterbewusste Prozesse und rein assoziative Prozeduren verkürzt, dient es vielen Prozessmodellen für Kreativität und Problemlösung als Vorbild (vgl. Tabelle).

Theorie des kreativen Prozesses Wallas (1926)	6-Phasenmodell von Osborn (1963)	Problemlöseprozess nach Rott (2013)	4 stufiger Design Thinking Prozess (Hüttebräucker 2015)
1 Präparationsphase	1 Object-Finding	1 Analyse	1 Research
2 Inkubationsphase	2 Fact-Finding	2 Exploration	2 Ideation
3 Illuminationsphase	3 Problem solving	3 Planung	3 Prototyping
4 Verifikationsphase	4 Idea finding	4 Implementation	4 Testing
	5 Solution Finding	5 Verifikation	
	6 Acceptance Finding		

Modelle für den Kreativen Prozess und den Problemlöseprozess

Ein lineares Modell, das Kreativität als Abfolge von Problemerkfassung, Ideenentwicklung, Implementation und Verifikation beschreibt, wird dem Charakter von Maker-Prozessen nur bedingt gerecht. Daher wird der folgenden Prozessbeschreibung ein iteratives Prozessmodell zugrunde gelegt, das auch oszillierende Phasenabfolgen zulässt: Das *Design Thinking Modell* (vgl. Uebernickel et al. 2015; vgl. Crichton/Carter 2017, S. 147) besteht in der vereinfachten Form (vgl. Hüttebräucker 2015) aus den vier Phasen (1) *Sammeln und Ordnen* (Research), (2) *Ideen entwickeln* (Ideation), (3) *Entwickeln und Experimentieren* (Prototyping) und (4) *Begutachten* (Testing). Die Phasen stehen in Wechselwirkung zueinander und können in unterschiedlichen Abfolgen durchlaufen werden. Mit der *Prototyping-Phase* betont das Design Thinking Modell den konstruktionistischen Kern von Design-Prozessen in einem MakerSpace.

Bei der Auswertung der Forschungsdaten werden die Handlungspraxen der Schüler*innen den vier Phasen des Design Thinking Modells nach Hüttebräucker (2015) zugeordnet. Das Erkenntnisinteresse konzentriert sich dabei auf die qualitative Ausgestaltung der Phasen und auf die Frage, wie die Phasen in den Produktentwicklungsprozess eingebunden sind.

RESEARCH (SAMMELN UND ORDNET)

Beim Making zählen zu dieser Phase sämtliche Aktivitäten der Beschaffung und Verarbeitung von Wissen, Informationen, Fertigkeiten und Objekten, die in direktem Zusammenhang mit dem zu lösenden Problem oder dem zu entwickelnden Produkt stehen: Die Aufnahme von mündlichen oder schriftlichen Anweisungen, Internetrecherchen, Recherchen in anderen Medien, Befragungen von Lehrpersonen oder anderen Schüler*innen, die Suche nach geeigneten Baumaterialien und Werkzeugen sowie der Erwerb von neuem Wissen und neuen Fähigkeiten.

Beim freien Making führen die Schüler*innen Rechercheaktivitäten vor allem zu Beginn des Prozesses durch. Sie durchsuchen das Internet nach Ideen oder konkreten Umsetzungsmöglichkeiten. Dabei ziehen sie Plattformen wie YouTube – oder nach Aufforderung auch DIY.com – heran. Je älter die Schüler*innen sind, desto selbstverständlicher wird die Internetrecherche als *Research*-Variante einbezogen. Nach der Entscheidung für eine Idee bzw. ein Produkt spielt die (Netz-)Recherche nur noch eine untergeordnete Rolle. Auch wenn während des Prozesses Probleme auftauchen,

gehen die Schüler*innen meist auf die Erwachsenen zu, um an die benötigten Informationen zu kommen. «Wenn es jemanden hat, der genau weiß, wie es geht, kann man dort fragen, weil es schneller geht» (6. Klässler). Der Austausch mit anderen, bereits problem erfahrenden Klassenkamerad*innen ist weniger selbstverständlich bzw. muss immer wieder durch die Lehrperson initiiert werden. Mit zunehmendem Alter und zunehmender Erfahrung mit kollaborativem Arbeiten nimmt die Selbstständigkeit diesbezüglich zu.

Die (seltenen) Internetrecherchen führen umso häufiger zum Erfolg, je konkreter das zu lösende Problem ist und je genauer die Schüler*innen ihr Problem eingrenzen und verbalisieren können. Zur Frage, wie man die Anschlüsse eines Potentiometers belegt, oder mit welcher Spannung ein USB-Stick betrieben werden muss, lässt sich durch die Suchbegriffe «Potentiometer» und «anschießen» bzw. «USB-Stick» und «Stromversorgung» schnell eine grafisch aufbereitete Antwort finden. Bei der Recherche nach offenen oder komplexeren Problemen («Wie kann man die Kraft eines Motors erhöhen?») stoßen die Schüler*innen an ihre Grenzen und der Prozess gerät ins Stocken. Offensichtlich fehlen praktikable Recherche Strategien für die Suche nach Lösungen für offene Probleme.

Beim freien Making fehlen vielen Schüler*innen bestimmte Fertigkeiten, um ihre Projektideen eigenständig umzusetzen (z. B. Wie lötet man? Wie vermeidet man Kurzschlüsse? Wie verwendet man IF/ELSE-Fallunterscheidungen beim Programmieren?).

Sofern ausreichend intrinsische Motivation vorhanden ist, werden diese Fertigkeiten situativ im Rahmen von *Research*-Phasen erworben. Meist folgen *Research*-Phasen des Wissenserwerbs auf das *Prototyping*, seltener auf *Testing*-Phasen. Offenbar manifestiert sich der Bedarf für weitere Informationsbeschaffung beim Prototyping am deutlichsten, weil der Bauprozess ansonsten zum Erliegen kommen würde. Da die Schüler*innen ihre Produkte vergleichsweise selten Testphasen unterziehen und weil erfolgreiche Testphasen keine weiteren Rechercheaktivitäten erfordern, folgen *Research*-Phasen selten auf *Testing*-Phasen. Häufiger dagegen werden Ideenentwicklung und *Research* miteinander verbunden, wenn beispielsweise zur Inspiration im Internet recherchiert oder einfach im Materialraum nach Beispielen oder interessanten Materialien gestöbert wird.

IDEATION (IDEEN ENTWICKELN)

Zur Ideenentwicklung im MakerSpace gehören sämtliche Aktivitäten, die zur Problemlösung beitragen können (vgl. Uebersnickel et al. 2015, S.30). Hierzu zählen z.B. Kreativitäts- und Assoziationstechniken wie Mindmapping oder Brainstorming; die Dokumentation von Gedanken in Form von Notizen sowie die Herstellung von Modellen und Skizzen.

Zu Beginn einer freien Making-Session sind nicht alle Primarschüler*innen in der Lage, ihre Idee und das benötigte Material für die Umsetzung im Detail zu konkretisieren. Auf Aufforderung fertigen sie zwar Materiallisten und Zeichnungen an, letztere bringen aber zum Ausdruck, dass die technische Funktionsweise zu diesem Zeitpunkt noch nicht durchdacht wurde, da die Erfahrung im Umgang mit dem verfügbaren Material und mit den technischen Mitteln noch fehlt. Wenn es sich um eine für die Schüler*innen neue oder unbekannte Technologie handelt, sollte ein Prozess daher nicht mit der Ideation-Phase begonnen werden. Stattdessen können Research und Prototyping vorgelagert werden, um auf neue Ideen zu kommen und sie direkt anzuwenden.

Bei einigen Schüler*innen ist eine Art Vermeidungsstrategie im Rahmen der Ideenentwicklung zu beobachten. Wenn sie vor herausfordernden technischen Problemen stehen, neigen sie dazu, sich anderen, ihnen vertrauten Tätigkeiten zuzuwenden. Dabei wechseln sie häufig ins Bauen, d.h. in die Prototyping-Phase. So wird beispielsweise erst einmal ein Gehäuse

hergestellt, bevor klar ist, wie das Gerät funktioniert und welche technischen Elemente eingebaut werden müssen. Zu den ausweichenden Handlungen zählen auch das Gestalten und Anmalen der Objekte.

Schüler*innen greifen während des Entwicklungsprozesses selten eigeninitiativ zu Methoden der Ideenentwicklung, obwohl sie mit der Erstellung von Skizzen oder Mindmaps durchaus vertraut sind. Sie

wenden die Methoden lediglich zu Beginn des Prozesses an. Dieser Befund deutet daraufhin, dass die Schüler*innen die Phase der Ideenentwicklung hauptsächlich als ersten Schritt eines linearen Produktionsprozesses verstehen. Möglicherweise ist ihnen die Phase der Ideenentwicklung im Schulalltag nicht als iterativ wiederkehrendes Element eines agilen Design-Entwicklungsprozesses (vgl. Uebersnickel et al. 2015, S.22) bekannt. In der Regel

«Ich wusste nicht wo ich anfangen soll, also habe ich einfach mal die Kugel mit weißer und mit schwarzer Farbe bemalt.» (4. Klässler)

werden die didaktischen Aufträge im Unterricht durch Anleitungen, Hilfestellungen etc. so flankiert, dass keine weiteren Iterationen erforderlich sind.

Durch gezielte pädagogische Intervention erweitern die Schüler*innen schrittweise das Spektrum an Methoden zur Ideenentwicklung. In Coaching-Situationen (1:1 Betreuung) bittet die Lehrperson die Schüler*innen, das jeweilige Problem oder Vorhaben möglichst eindeutig an einer Visualisierungswand zu skizzieren. Dadurch können gemeinsam die «Leerstellen», d.h. die noch nicht genau durchdachten Teilaspekte einer Konstruktion oder eines Objekts, identifiziert und gelöst werden. Da es Primarschüler*innen mitunter schwerfällt, ihr Problem differenziert zu verbalisieren, unterstützen visuelle Skizzen die Kommunikation. Nach mehreren Lehrer-Schüler-Interventionen an der Visualisierungswand übernehmen die Schüler*innen diese Methode in ihr eigenes Repertoire. *«Ich zeige ihnen mal, was ich meine», «Genau hier kommen wir nicht weiter», «Wir wollen das so. Wie können wir das machen?»*. Die Schüler*innen verwenden die Methode zunehmend auch für die Klärung teaminterner Konstruktionsprobleme.

Interessant ist die Beobachtung, dass viele Ideen nicht in einer bewusst eingelegten Ideenphase entstehen, sondern beim Konstruieren selbst (Prototyping) bzw. vor allem beim Testen oder Präsentieren der Produkte vor dem Plenum. Dabei fließen auch die Ideen der Mitschüler*innen ein.

PROTOTYPING (ENTWICKELN UND KONSTRUIEREN)

Das Prototyping ist aus konstruktionistischer Sicht die Kernphase des kreativen Prozesses. Hierzu gehören alle geplanten oder explorativen Aktivitäten, die mit dem gestaltenden Umgang mit Materialien, Werkzeugen und Maschinen verbunden sind. Das Prototyping ist die Konkretisierung von Ideen (vgl. Uebersnickel et al. 2015, S.31) und kann zu einem gegenständlichen Artefakt führen. Es kann aber auch auf das bloße Spielen mit Materialien – «Play» (Hatch 2013) beschränkt sein.

Das Prototyping nimmt im gesamten Prozess mit Abstand den größten Raum ein. Das Bauen und Konstruieren motiviert die Schüler*innen. Teilweise versinken sie in ihrer Tätigkeit, was dem *Flow-Erleben* (vgl. Csikszentmihalyi 2014, S.158) nahekommt. Typische Maker-Tätigkeiten in dieser Phase sind je nach Projekt bzw. Produkt das Programmieren, Messen, Anzeichnen, Sägen, Schleifen, Kleben, Löten, Bohren, Anmalen sowie Teile zerlegen

oder zusammenschrauben. Dabei kommen überwiegend folgende Werkzeuge, Geräte und Maschinen zum Einsatz: Hammer, Winkel, Maßstab, (Stand-) Bohrmaschine, Schleifmaschine, Stichsäge, CNC-Fräse, Heißklebepistole, Tablets und die Styroporschneidemaschine. Die Maschinen und Geräte sind den jüngeren Schüler*innen zum Teil noch nicht geläufig. So braucht es beispielsweise eine gewisse Einführung und Aufsicht bei der Verwendung der Heißklebepistole, des Lötkolbens, einer Handsäge oder des Cutters.

Beim Prototyping findet (wie auch in der Testing-Phase) der größte Austausch unter den Teams statt. Die Schüler*innen erklären sich gegenseitig, wie die benötigten Geräte funktionieren (z. B. Lötstation, CNC-Fräse). Die Zusammenarbeit innerhalb der Teams (in der Regel handelt es sich um 2er-Konstellationen) verläuft bis auf wenige Ausnahmen parallel. Das heißt, die Teammitglieder führen zeitgleich dieselben Arbeitsschritte an ihren Produkten (z. B. Roboter, die identisch sein sollen) durch. Nur wenige Teams konzentrieren sich zunächst auf den Bau eines Prototypen, den sie schrittweise gemeinsam weiterentwickeln, um anschließend das zweite Produkt mit der Erfahrung des ersten Prototyps im Hintergrund herzustellen. Diese Beobachtung lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass das agile und iterative Entwickeln von Produkten nicht Teil des Erfahrungshorizonts der Schüler*innen ist. Auf Nachfrage äußern sie auch die Befürchtung, das zweite Produkt könne im Rahmen der verfügbaren Zeit nicht fertigwerden.

Beim Prototyping werden die Schüler*innen immer wieder mit dem eigenen Scheitern konfrontiert. Meist gehen Teile bei der Verarbeitung zu Bruch oder das Material lässt sich nicht wie gewünscht verarbeiten. *«H. und ich haben 2-mal unser Projekt kaputt gemacht. Wir hatten immer neue Ideen und dann habe ich gesagt, wir machen ein Loch, da können wir den Kleber reinstecken. Danach muss man draufdrücken. Aber wir hatten auch Schwierigkeiten, wie wir es machen sollen. Wie geht es und so weiter»* (4. Klässlerin). Die allermeisten gehen mit dem Scheitern jedoch souverän um. Sie versuchen, die Probleme eigenständig mit unterschiedlichen Lösungsansätzen in den Griff zu bekommen. Manche gestehen sich das Scheitern offen ein und berufen sich dabei auf das *Maker-Mindset* (vgl. Dougherty 2013), das von den Lehrpersonen mit dem Hinweis vertreten wird, Fehler seien wichtig für den Erkenntnisprozess, und das in Form von Leitsätzen im Maker-Space deutlich sichtbar ausgehängt ist. *«Man kann hier experimentieren und niemand sagt: was hast du da für einen Blödsinn gemacht»* (6. Klässler).

«Es könnte ja auch sein, wenn man keine Fehler macht, dass man einfach gar nichts macht» (6. Klässler). *«Aus Fehlern lernt man zum Beispiel, wenn man jetzt einen Fehler gemacht hat und dann den wieder herausnimmt und so dann weiß, das ist die falsche Stelle, jetzt muss ich es dort hineintun»* (5. Klässler).

Andere umgehen ein mögliches Scheitern, indem sie offenen (technischen) Problemen ausweichen oder – wie bereits erwähnt – auf regelmäßige Testphasen der Prototypen verzichten. Für die Schüler*innen ermutigend kann der Hinweis sein, dass berühmte Entwickler und Erfinderinnen jahrelang an ihren Erfindungen gearbeitet haben und dabei immer wieder gescheitert sind. Asthon (2015, S. 87) nennt als Beispiel den Erfinder des Staubsaugers, der über seinen Entwicklungsprozess selbst sagt, er habe 5126 Fehler gemacht.

Beim Prototyping zeigt sich einmal mehr die unterschiedlichen Präferenzen der Schüler*innen bezüglich explorativer und deduktiver Vorgehensweisen. Dieses Team verbindet exploratives Vorgehen mit mangelnder Effizienz bzw. als Ursache für das Scheitern: *«Am Anfang haben wir uns nicht so viele Gedanken gemacht. Das war doof, weil wir mussten unser Projekt zweimal abbauen und wieder neu bauen. Das war anstrengend. Aber dann haben wir uns Gedanken gemacht was wir alles machen könnten. Dann war das Bauen leicht»* (4. Klässlerin). Andere wiederum setzen eher auf ad hoc Entwicklungen und hoffen auf die weitere Konkretisierung ihrer Ideen während des Prozesses.

Beim Prototyping machen die Schüler*innen mitunter die Erfahrung, dass ihnen das handwerkliche Geschick, das Wissen oder die Geduld für präzises Arbeiten fehlen. Je nach Produkt kann insbesondere die handwerkliche Präzision die Funktionsfähigkeit eines Produkts stark beeinflussen. In solchen Situationen kann die pädagogische Begleitung gezielt auf die Möglichkeiten der digitalen Fabrikation verweisen und aufzeigen, wie man computergesteuerte Maschinen wie 3D-Drucker, CNC-Fräsen oder Plotter für die präzise Fertigung verwenden kann.

TESTING (BEGUTACHTUNG)

Zur Begutachtungsphase zählen Aktivitäten, die der Überprüfung von umgesetzten Ideen, Problemlösungen und Prototypen dienen. Überprüft werden Funktionsfähigkeit und Praxistauglichkeit einer Lösung oder eines



Prototyps im vorgesehenen Anwendungsfeld. Zur Begutachtung wird auch die Präsentation vor einem kritischen Publikum gezählt. Aus der Begutachtungsphase gehen in der Regel Konsequenzen für die Weiterarbeit und Optimierung der Prototypen hervor. Die Begutachtungsphase kann den Produktentwicklungsprozess auch abschließen, sofern das Produkt wie vorgesehen funktioniert.

Die Primarschüler*innen legen beim schulischen Making von sich aus eher selten Begutachtungsphasen ein. Sie verbringen die meiste Zeit mit dem Bauen und Konstruieren ihrer Produkte. Dadurch können sie mögliche Konstruktionsfehler nicht immer frühzeitig bemerken und laufen Gefahr, längere Zeit in eine falsche Richtung zu entwickeln. Ein Produktionsteam hat sich beispielsweise viel Mühe gemacht, einen Antriebsstrang für ein Boot zu entwickeln, ohne getestet zu haben, ob das Boot schwimmt. Erst nach Aufforderung der pädagogischen Begleitung führt das Team einen Test unter realen Bedingungen durch. Das Boot hat zu wenig Auftrieb und geht unter. Nach der Montage einer zusätzlichen Styroporplatte sitzt der Antriebsstrang oberhalb der Wasserlinie und muss mit großem Aufwand tiefer gelegt werden. Durch mehrmalige Erfahrungen dieser Art ritualisieren einige Teams Testphasen in ihre Produktentwicklung. Andere halten am traditionellen Arbeitsstil fest.

Vor diesem Hintergrund initiiert die Lehrperson immer wieder Testphasen – hauptsächlich im Rahmen von Challenges. *«To initiate the Design process, we create Design Challenges appropriate to the context of the professional learning participants. The design challenges are written in an open-end, scenario-based format that supports multiple solutions to real concerns»* (Crichton/Carter, 2017, S.146). Im Rahmen einer solchen Challenge sollten die Schüler*innen mit einem Luftballon und einem selbstgebauten fahrbaren Untersatz eine Tafel Schokolade möglichst weit von A nach B transportieren. Dabei haben die Schüler*innen beispielsweise aus selbst gewählten Materialien Fahrzeuge hergestellt und deren Performance (Reichweite mit Luftballon-Rückstoßprinzip) in einem Wettbewerb verglichen. Solche Vergleiche eignen sich, um den Blick auf Details bei der Umsetzung zu lenken und zu reflektieren, welchen Einfluss minimale Unterschiede in der Konstruktion auf die Performance des Produkts haben können (z. B. Durchmesser der Achsen und Räder, Fahrzeuggewicht, Luftwiderstand, ...). Lerntransfer zeigt sich vor allem dann, wenn der Fokus weniger auf dem Wettbe-

werb, sondern mehr auf der sich anschließenden Diskussion und Reflexion der Lösungsvarianten liegt.

Immer wieder ist beim Testing zu beobachten, dass Schüler*innen ihre Lösung zwar als nicht praktikabel erkennen, jedoch nicht einschätzen können, ob ihre Konstruktion grundsätzlich nicht funktioniert oder ob es lediglich an der Ausführung ihrer Lösung liegt. Ein Beispiel: Eine schiefe Ebene im Kaugummiautomat soll bewirken, dass die Kaugummis automatisch zur Ausgabevorrichtung rutschen. Das Gefälle ist in der Umsetzung jedoch zu gering, so dass die Kaugummis nicht ins Rutschen kommen. Um das Potenzial eigener Lösungen erkennen und Umsetzungsprobleme einschätzen zu können, sind Vorerfahrungen mit mechanischen Konzepten hilfreich. Da nur wenige Primarschüler*innen solche Erfahrungen mitbringen, sind sie auf Rückmeldung durch die pädagogische Begleitung oder durch Klassenkamerad*innen angewiesen.

Die regelmäßigen, moderierten Präsentations- und Feedbackrunden vor und nach jeder Making-Session sind eine weitere pädagogische Maßnahme zur Integration von Testphasen in den kreativen Prozess. Die Schüler*innen berichten dabei von ihren Zielen und Erfahrungen, von Schwierigkeiten und von deren Bewältigung und geben sich gegenseitig Rückmeldung. Sie lernen, ihre Arbeitsweise in Worte zu fassen, vor anderen zu reden und das, was andere sagen, wahrzunehmen, ohne es gleich zu beurteilen. Mit den Kindern wird eine wertschätzende Gesprächskultur geübt. Beim Feedback dürfen die Kinder sagen, was ihnen gefällt. Sie können Rückfragen stellen. Ebenso ist es wertvoll, wenn sie neue Überlegungen einbringen (nicht mit «Ja aber»-, sondern mit «Ja und»-Sätzen).

Entscheidend ist dabei, dass die Produkte tatsächlich gezeigt werden. Nur so können sich die Schüler*innen in die Projekte der anderen hineinversetzen und erkennen, an welchen Lösungen gerade gearbeitet wird. Anfangs verhalten sich die Lerngruppen noch relativ passiv und aufnehmend, und hauptsächlich die Erwachsenen stellen kritische Fragen oder machen Verbesserungsvorschläge. Schon nach kurzer Zeit erkennen die Schüler*innen aber die Chance, Tipps und Ideen zu auszutauschen, wodurch Gesprächsbeteiligung und Beitragsqualität der Schüler*innen zunehmen. Sie erkennen und benennen problematische Konstruktionen oder stellen inspirierende Fragen. *«Ein Elektromotor unter Wasser funktioniert*

nicht», «Wie willst du in ein Glas ein Loch bohren?» «Wenn du das festklebst, kann es sich nicht mehr drehen» (Schülerfeedback 4. Klasse).

KONSEQUENZEN FÜR DIE PRAXIS

Die Effizienz von Internetrecherchen kann erhöht werden, wenn die Schüler*innen zuvor im Regelunterricht Strategien zur Planung, Durchführung und Auswertung von Recherchen für offene Probleme kennengelernt und eingeübt haben. Research-Phasen (analog und im Netz) können den laufenden Prozess inspirieren, weswegen die Schüler*innen in regelmäßigen Abständen auf diese Möglichkeit hingewiesen werden sollten. Die gegenseitige Wahrnehmung der Schüler*innen als kompetente Impuls- und Ideengeber*innen kann gefördert werden, indem die Lehrperson bei Schülerfragen gezielter auf die Stärken der anderen Klassenkamerad*innen verweist.

Die Phase der Ideenentwicklung sollte nicht auf den Projektbeginn verkürzt werden. Kreativitätstechniken und deren konsequente Anwendung beim Making müsste ein höherer Stellenwert eingeräumt werden. Besonders das Potenzial von Skizzen und Modellen für die Problemlösung müsste deutlich gemacht werden. Die Schüler*innen sollten während der Ideenentwicklung Zugang zu verschiedenen anregenden Materialien haben. Eine stärkere Verankerung des Design Thinking Prozesses im Unterricht kann das methodische Spektrum der Schüler*innen hin zur iterativen Produktentwicklung erweitern.

Peer-Education kann die Lehrperson entlasten und den Wissenstransfer unter den Teams fördern. Die Schüler*innen müssen immer wieder auf die Notwendigkeit des *Testing* hingewiesen werden, damit sie die Wirkung von Design-Entscheidungen unmittelbar feststellen und ggf. umdisponieren können. Das *Scheitern* ist unvermeidlich und muss als zentrale Methode der Erkenntnis erkannt und genutzt werden. Die Lehrperson sollte für die genannten Vermeidungsstrategien des Scheiterns sensibilisiert sein und situativ mit geeigneten Impulsen unterstützen. Sofern vorab keine Einführung in die Geräte für digitale Fabrikation erfolgt ist, sollten die Fertigungsmöglichkeiten den Schüler*innen bei Bedarf aufgezeigt werden. Durch Peer-to-Peer-Learning lassen sich Einführungen und Erklärungen leicht an erfahrene Schüler*innen delegieren.

Regelmäßige Präsentation und Diskussion der Produkte in einer vertrauensvollen Atmosphäre tragen zur Weiterentwicklung der Produkte bei.

Schwachpunkte, Leerstellen oder noch nicht zu Ende gedachte technische Lösungen können dadurch aufgedeckt und optimiert werden. Bei Reflexionen im Plenum sollten die Produkte stets sichtbar sein. Es fällt den Schüler*innen schwer, rein verbal über ihre Produkte und Erfahrungen zu berichten oder anderen Feedback zu geben. Die Qualität des Feedbacks erhöht sich von Reflexion zu Reflexion. Der Anteil der Selbstbegutachtung sollte auch im Regelunterricht erhöht werden, damit die Schüler*innen sich daran gewöhnen, qualitätssichernde Maßnahmen eigenständig und in regelmäßigen Abständen zu ergreifen.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Zum Abschluss wird der Versuch unternommen, auf der Basis der bereits durchgeführten Grobanalyse erste Schlussfolgerungen für Kreativität im schulischen MakerSpace zu ziehen. Eine personenbezogene Feinanalyse – bezogen auf Produkte, Prozesse und Umfeld – steht noch aus. Sie wird nach Abschluss der Pilotphase im Juli 2019 auf der vorhandenen Datenbasis triangulativ erfolgen. Bezogen auf produktbezogene Kreativität kann festgehalten werden, dass der Big-C-Level für Kreativität (vgl. Kaufmann/Beghetto 2009) nicht auf Eigenproduktionen und Artefakte aus dem schulischen MakerSpace angewendet werden kann. Absolute Kriterien wie Neuheit, Originalität und Adäquatheit eignen sich nicht, weil sie den Grundprinzipien des Making (sich gegenseitig inspirieren, Ideen teilen, Wissen weitergeben, etc.) widersprechen würden. Aus dieser Perspektive ist ein Maker-Produkt dann als kreativ einzustufen, wenn die Herstellung für die Erfinder*innen mit neuen Erfahrungen oder mit dem Erwerb von neuem Wissen oder Fähigkeiten verbunden war und eine subjektiv befriedigende Lösung für das selbst gestellte Problem gefunden werden konnte. Dies entspricht dem Mini-C-Level in der Terminologie von Kaufmann/Beghetto (2009). Kreativitätsfördernde Persönlichkeitseigenschaften wie Durchhaltevermögen, Frustrationstoleranz und intrinsische Motivation sind wichtige Treiber für kreatives Schaffen im MakerSpace. Sie sind aber nicht Voraussetzung, sondern können durch kontinuierliche Maker-Aktivitäten gefördert und weiterentwickelt werden, sofern sie – wie beschrieben – pädagogisch sensibel begleitet werden. Der MakerSpace ist durch seine radikale Offenheit eine Lernumgebung, in welcher die Ausprägungen persönlicher Eigenschaften schnell

sichtbar werden. Die strukturellen Rahmenbedingungen sind jedoch als so inklusiv zu betrachten, dass Schüler*innen mit unterschiedlichen Eigenschaftenbündeln im MakerSpace Selbstwirksamkeit erleben und erfolgreich sein können. Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist das Vorwissen in den Bereichen *Mechanik, Elektronik und Informatik*. Es befähigt Schüler*innen neben explorativem Erkunden und situiertem Lernen auch zu logisch deduktivem Denken, das für die systematische Fehlersuche und für den Wissenstransfer auf andere Bereiche hilfreich ist.

Die ersten Befunde aus dem Design-Based-Research-Projekt deuten darauf hin, dass sich sowohl Lehrpersonen, als auch Schüler*innen im kreativen Maker-Prozess nach und nach mehr zutrauen. So wird ein kreatives Umfeld für die Förderung kreativer Persönlichkeitsmerkmale geschaffen. Die vier Phasen des iterativen Design Thinking Prozesses (vgl. Hüttebräucker 2015) sind als Modell geeignet, um kreative Prozesse beim Making zu rekonstruieren. Die Reihenfolge und die Intensität der Phasen variieren allerdings stark von Schüler*in zu Schüler*in. Die Offenheit erlaubt die Ausbildung individueller Design-Prozessstile. Die meiste Zeit verbringen die Schüler*innen mit Prototyping. Macro-Planer durchlaufen vorab einen minutiösen Planungsprozess, während die Micro-Planer eher explorativ vorgehen und jeweils nur den nächsten Entwicklungsschritt aus einer Testphase ableiten. Als ideal hat sich ein oszillierender Prozess von Prototyping und Testing erwiesen, angereichert durch situative Recherchen und – wenn nötig – gezielter Ideenbildung mittels Skizzen oder Modellen. Regelmäßiges konstruktives Feedback ist für die Schüler*innen wichtig. Es gibt Bestätigung und Motivation, das Produkt weiter zu optimieren. So sind fortlaufend bzw. in dem Moment, in dem sie entstehen, Probleme zu lösen und Herausforderungen zu meistern. Die Schüler*innen haben die Chance, sich das hierfür nötige Fach-, Verfahrens- oder Methodenwissen im Prozess anzueignen. Kreativität ist zudem situativ, sie wird angeregt durch Zugänglichkeit zu Material, zu sozialen Feedbacks und Ideen anderer, die aufgegriffen und abgewandelt bzw. auf das eigene Vorhaben angepasst werden.

Im schulischen MakerSpace, mit vorgegebenen Rahmenbedingungen sind kreative Maker-Prozesse möglich. Wird den Schüler*innen die Zeitstruktur klar kommuniziert, gelingt das Einlassen auf den Prozess und werden kreative Persönlichkeitseigenschaften aktiviert, kann Kreativität im schulischen Making beobachtet werden.

LITERATUR

- Amabile, Teresa M. (1996). *Creativity in context. Update to the social psychology of creativity*. Boulder, Colorado/Oxford: Westview Press.
- Ashton, Kevin (2016). *Wie man ein Pferd fliegt: Ungewöhnliche Konzepte für Innovation und Kreativität*. München: Hanser-Verlag.
- Barron, Frank (1967). *AN EYE MORE FANTASTICAL*. Washington: The National Art Education Association.
- Bornemann, Stefan (2011). *Kooperation und Kollaboration. Das Kreative Feld als Weg zu innovativer Teamarbeit*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Boy, Henrike / Sieben, Gerda (2017). *KONSTRUIEREN. PROGRAMMIEREN. SELBERMACHEN*. Bausteine für pädagogisches Making in der Jugendmedienarbeit. München: kopaed.
- Crichton, Susan E. / Carter, Deb (2017). *Taking Making into the Schools: An Immersive Professional Development Approach*. In: IGI Global (Hrsg.). *Educational Leadership and Administration: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*.
- Csikszentmihalyi, Mihalyi (2014). *Flow und Kreativität. Wie Sie Ihre Grenzen überwinden und das Unmögliche schaffen*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Deci, Edward L. / Ryan, Richard M. (1993). *Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik*. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 39 (1993) 2. S.223-238.
- Dewey, John (1988). *Construction and Criticism*. In: J.A. Boydston, Jo Ann (Ed.). *John Dewey, the Later Works 1925-1953, Band 5*. Carbondale: Southern Illinois University Press. pp.125-144.
- Dougherty, Dale (2013). *The Maker Mindset*. In: Honey, Margaret / Kanter, David E. (Eds.). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. New York: Routledge. pp.7-16.
- Doebeli, Beat (2015). *Mehr als 0 und 1. Schule in einer digitalisierten Welt*. Bern: hep.
- Funke, Joachim (2003). *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Gerr, Hans E. (2014). *Kreativität und Unterrichtsgestaltung. Zur Förderung des kreativen Verhaltens beim schulischen Lernen*. Hamburg: Diplomica Verlag.

- Guilford, Joy Paul (1968). *Intelligence, Creativity, and Their Educational Implications*. San Diego: CA: Robert R Knapp.
- Hatch, Mark (2013). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. New York: McGraw-Hill Education.
- Hüttebräucker, Peter (2015). *4-Phasen-Design-Thinking: 4 Simple Design Thinking Stages*. <https://innovators-guide.ch/2015/10/complex-systems-design-design-thinking/> [Letzter Zugriff: Mai 2019].
- Ingold, Selina / Maurer, Björn (2018). *Digitale Subtexte lesen und schreiben. Handlungsorientierte Medienkritik im MakerSpace an einer Primarschule*. In: Moser, Heinz / Niesyo, Horst (Hrsg.). *Medienkritik im digitalen Zeitalter*. München: kopaed. S.193-205.
- Jackson, Philip W. / Messick, Samuel (1973). *Die Person, das Produkt und die Redaktion. Begriffliche Probleme bei der Bestimmung von Kreativität*. In: Ulmann, Gisela (Hrsg.). *Kreativitätsforschung*. Köln. S.93-110.
- Kaufmann, James C / Beghetto, Ronald. A. (2009). *Beyond big and little: The four C model of creativity*. *Review of General Psychology*, 13(1). pp.1-12.
- Knaus, Thomas (2018). *Gegeneinander – Nebeneinander – Miteinander? In: merz (medien+erziehung), Zeitschrift für Medienpädagogik*, 2018/4. S.34-42.
- Koestler, Arthur (1966). *Der göttliche Funke. Der schöpferische Akt in Kunst und Wissenschaft*. Bern/München/Wien: Scherz.
- Krähenbühl, Samuel (2017). *Kreativität als Lernstrategie. Die Bedeutung für Lese- und Rechenkompetenz in der Grundschule*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Landmann, Meike / Perels, Franziska / Otto, Barbara / Schnick-Vollmer, Kathleen / Schmitz, Bernhard (2015). *Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen*. In: Wild, Elke / Möller, Jens (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie*. Heidelberg: Springer. S.46-65.
- Maddi, Salvatore R. (1973). *Motivational Aspekte der Kreativität*. In: Ulmann, Gisela (Hrsg.). *Kreativitätsforschung*. Köln: Kiepenheuer & Witsch. S.180-195.

Maurer, Björn / Ingold, Selina (2019). Mit Making zu mehr digitaler Mündigkeit? Erkenntnisse aus einem Design-Based-Research-Projekt an einer Primarschule. In: merz (medien+erziehung), Zeitschrift für Medienpädagogik, 2019/4.

Mednick, Martha T. / Mednick Sarnoff A. / Mednick, Edward V. (1964). Incubation of creative performance und specific associative priming. In: Journal of Abnormal and Social Psychology. pp.84–88.

Neff, Günter (Hrsg.) (1975). Kreativität in Schule und Gesellschaft. Voraussetzungen, didaktische Modelle und Perspektiven. Ravensburg: Maier Verlag.

Osborn, Alex Faickney (1963). Applied imagination; principles and procedures of creative problem-solving. Scripner.

Peschel, Falko (2006). Offener Unterricht. Idee – Realität – Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil II. Fachdidaktische Überlegungen. Hohengehren, Baltmannsweiler: Schneider.

Peschel, Falko (o.J.). Individualisierung, Inklusion und Offener Unterricht. Missverständnisse, Fallstricke und Teufelskreise. https://heterogenlernen.ch/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Peschel_Individualisierung_Inklusion_offener-Unterricht.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].

Rhodes, Mel (1961). An analysis of creativity. In: Phi Delta Kappan, 42(7). Bloomington: Phi Delta Kappan International. pp.305–310.

Rott, Benjamin (2013). Mathematisches Problemlösen: Ergebnisse einer empirischen Studie. Münster: WTM, Verlag für Wiss. Texte und Medien.

Runco, Marc A. (1994). Creative and imaginative thinking. In: Ramachandran, V.S. (Ed.). Encyclopedia of human behavior, Vol. 2. San Diego / New York / Boston / London / Sydney / Tokyo / Toronto: Academic Press. pp.11–16.

Ryan, Richard M. / Deci, Edward L. (1985). Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. New York: Plenum.

Schmitz, Bernhard / Landmann, Meike / Perels, Franziska (2007). Das Selbstregulationsprozessmodell und theoretische Implikationen. In: Landmann, Meike / Schmitz, Bernhard (Hrsg.). Selbstregulation erfolgreich fördern. Praxisnahe Trainingsprogramme für effektives Lernen. Stuttgart: Kohlhammer. S.312–326.

Schön, Sandra / Ebner Martin / Narr Kristin (Hrsg.) (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten. 2. Auflage. Norderstedt: BoD-Books on Demand.

Schuler, Heinz / Görlich, Yvonne (2007). Kreativität. Ursachen, Messung, Förderung und Umsetzung in Innovation. Praxis der Personalpsychologie. Human Resource Management kompakt Band 13. Göttingen: Hogrefe Verlag.

Sheridan, Kimberly / Rosenfeld Halverson, Erica (2014). Learning in the Making: A Comparative Case Study of Three Makerspaces. In: Harvard Educational Review, Vol. 84, No. 4, 2014. pp.505–531.

Stein, Morris (1973). Kreativität und Kultur. In: Ulmann, Gisela (Hrsg.). Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer & Witsch. S.65–75.

Sternberg, Robert J. / Lubart, Todd I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In: Sternberg, R.J. (Ed.). Handbook of creativity (p. 3). Cambridge, UK: Cambridge University Press. pp.3–15.

Stocker, Thomas (1988). Die Kreativität und das Schöpferische. Leitbegriffe zweier pädagogischer Reformperioden. Ein Beitrag zur Klärung der anthropologischen Dimension und pädagogischen Relevanz des Kreativitätsbegriffs. Frankfurt: Brandes und Asples.

Theurer, Caroline / Berner, Nicole E. / Lipowsky, Frank (2012). Die Entwicklung der Kreativität im Grundschulalter: Zur Kreativitätsmessung im PERLE-Projekt. Journal for educational research online, 4 (2). S.174–190.

Uebornickel, Falk / Brenner, Walter / Naef, Therese / Pukall, Britta / Schindlholzer, Bernhard (2015). Design Thinking: Das Handbuch. Frankfurt am Main: Frankfurter Allgemeine Buch.

Ulmann, Gisela (Hrsg.) (1973). Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer & Witsch.

Urban, Klaus K. (2004). Kreativität: Herausforderung für Schule, Wissenschaft und Gesellschaft. Münster: LIT.

Viereck, Sylvester (1929). What Life means to Einstein. An Interview by George Sylvester Viereck. In: The Saturday Evening Post, 26. Oktober 1929. <http://www.saturdayeveningpost.com/wp-content/uploads/satevepost/einstein.pdf> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Vogt, Thomas (2010). Kalkulierte Kreativität. Die Rationalität kreativer Prozesse. Wiesbaden: VS Verlag.

- Wallas, Graham (1926). Art of Thought. London: C.A. Watts & Co.
- Weinert, Franz E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung an Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, Franz E. (Hrsg.). Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz. S.17-32.
- Wing, Jeanette M. (2006). Computational Thinking. In: Communications of the ACM, 49(3). p.33-35.
- Wood David / Bruner, Jerome S. / Ross, Gail (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. In: Journal of Child Psychology and Psychiatry 17(2). pp. 89-100.

MAKING: KONKRETE UMSETZUNGSBEISPIELE

DIE MUSTERLÖSUNG
LIEGT NICHT BEI
Best Practices
zur Umsetzung von
open-ended
Maker-Projekten

Dorit Assaf

ABSTRACT

Making wird als vielversprechender didaktischer Ansatz in der Schule gesehen, um wichtige Kompetenzen wie Kreativität, Kollaboration und Problemlösen zu fördern. Beim Making geht es aber weniger um einen vollständig ausgestatteten MakerSpace, sondern um die Etablierung des Maker-Mindsets: das Selbstvertrauen und die Motivation, eigene Ideen umzusetzen. Anhand von Best Practice Beispielen wird in diesem Beitrag gezeigt, wie man von Beginn an auch mit wenig technischem Vorwissen eigene kreative Ideen in open-ended (ergebnisoffene) Projekte im Unterricht umsetzen kann.

HINWEIS ZUR AUTORIN

Dorit Assaf ist Dozentin für Informatik und Informatikdidaktik an den Pädagogischen Hochschulen St.Gallen und Schwyz (CH).

DIE MUSTERLÖSUNG LIEGT NICHT BEI

Bildung soll Kinder und Jugendliche auf ihre Zukunft vorbereiten. Sie sollen sich in einer stets im Wandel befindenden Welt zurechtfinden und sie aktiv verbessern können. Soziale Herausforderungen wie Ungleichheit und Arbeitslosigkeit werden oft dadurch verschärft, dass der technische Fortschritt mit exponentiellem Wachstum verläuft. Digitalisierung und Automatisierung werden Jobs ersetzen, aber auch Arbeitsplätze mit neuen Anforderungen schaffen. Die Schule muss sich im Bewusstsein des stetigen und unvermeidbaren Wandels weiterentwickeln und Kinder und Jugendliche so ausbilden, dass sie anpassungsfähig, vielseitig und beweglich sind (vgl. Fadel et al. 2017; vgl. den Beitrag von Schmid in diesem Band). In diesem Zusammenhang werden oft die 21st Century Skills als die relevanten Kompetenzen für eine komplexe und unsichere Zukunft genannt. Dazu gehören Kreativität, Problemlösen, Kollaboration, Kommunikation, kritisches und ethisches Denken, Empathiefähigkeit und Selbstinitiative, um eine Auswahl zu nennen (vgl. Trilling/Fadel 2012). Grundsätzlich geht es nicht mehr um reines Wissen, sondern mehrere Dimensionen der Bildung müssen einbezogen werden: «Wissen (was Lernende kennen und verstehen), Skills (wie sie ihr Wissen anwenden), Charakter (wie sie sich in der Welt verhalten) und Meta-Lernen (wie sie sich selbst reflektieren und anpassen können, indem sie kontinuierlich weiter lernen und auf ihre Ziele hinarbeiten)» (Fadel et al. 2017). Eine effektive Bildung muss Menschen hervorbringen, die als handelnde Akteur*innen mit Zielvorstellungen und Gestaltungswillen den dramatischen Veränderungen der Welt begegnen.

1 MAKER-MINDSET

Eine Bewegung, die sich den technischen Fortschritt zu Nutze macht und die aktive Handlungsfähigkeit zelebriert, ist die Maker-Community. Maker*innen definieren sich darüber, was sie lernen können, selbst zu tun. Grundsätzlich ist ein Maker eine Person, die etwas selbst baut, auseinandernimmt, erweitert, kreiert, (um-)gestaltet, Lösungen findet, seine oder ihre Ideen umsetzt. Dies kann alles sein, es gibt keine klare Eingrenzung des Schaffensbereichs eines Makers. So kann ein Maker auch nur Marmelade selbst einkochen oder einen Schal stricken. Das *Neue*, was die Maker-Com-

munity jedoch seit rund 15 Jahren definiert, ist die Erweiterung des traditionellen (Kunst-)Handwerks mit moderner Technologie. Dazu gehören digitale Fabrikationsgeräte wie 3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Fräsen sowie Microcomputer wie Arduino, Raspberry Pi, Calliope, micro:bit. Diese Geräte machen es so einfach wie nie zuvor, High- und Low-Tech-Produkte selbst zu bauen.

Neben der digitalen Technologie macht das *Neue* der Maker-Bewegung auch die Arbeitsweise aus. Projekte, Designs, Tutorials, Programm-Codes werden online publiziert und über Creative Commons Lizenzen zur Verfügung gestellt. Kollaboratives Problemlösen steht im Zentrum, voneinander zu kopieren und auf Bestehendem aufzubauen ist erwünscht. Die benötigten Kompetenzen werden entweder autodidaktisch über Online-Tutorials oder in Kursen von anderen Community-Mitgliedern erworben.

Oftmals stehen beim Thema Making die digitalen Technologien im Zentrum. Wichtiger als die Technologien ist jedoch die Grundhaltung: das *Maker-Mindset*. Making ist ein Besinnen auf das, was der Mensch befähigt ist zu tun: Dinge zu bauen und Ideen umzusetzen, um seine Welt und deren Wandel mitzugestalten (vgl. Dougherty/Conrad 2016: S.143-169).

2 MAKER-BASIERTER UNTERRICHT

Akteure aus Bildung und Forschung sind in den letzten Jahren auf die Maker-Community aufmerksam geworden (vgl. Blickstein 2013; vgl. Papavasopoulou/Giannakos/Jaccheri 2017; vgl. Vossoughi/Bevan 2014). Denn verschiedene Aspekte von Making eignen sich sehr gut, um wichtige überfachliche Kompetenzen wie Kollaboration, Selbstinitiative, Kreativität und Resilienz (vgl. Clapp et al. 2016) oder Kompetenzen im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) (vgl. Tucker-Raymond/Gravel 2019) zu fördern. Dank der Maker-Community werden zudem die High-Tech-Technologien wie 3D-Drucker und Microcomputer immer niederschwelliger und kostengünstiger, was für den Unterricht notwendig ist (vgl. Assaf 2014).

Der didaktische Ansatz Making bietet eine Chance für die Schule (vgl. dazu auch den Beitrag von Ingold/Maurer «Making in der Schule» in diesem Band). Eine zentrale Rolle spielt dabei das Maker-Mindset, welches bei den Lernenden etabliert werden soll: das Selbstvertrauen und die Motivation, eigene Ideen umzusetzen (vgl. Clapp et al. 2016). Dabei ist es oft-

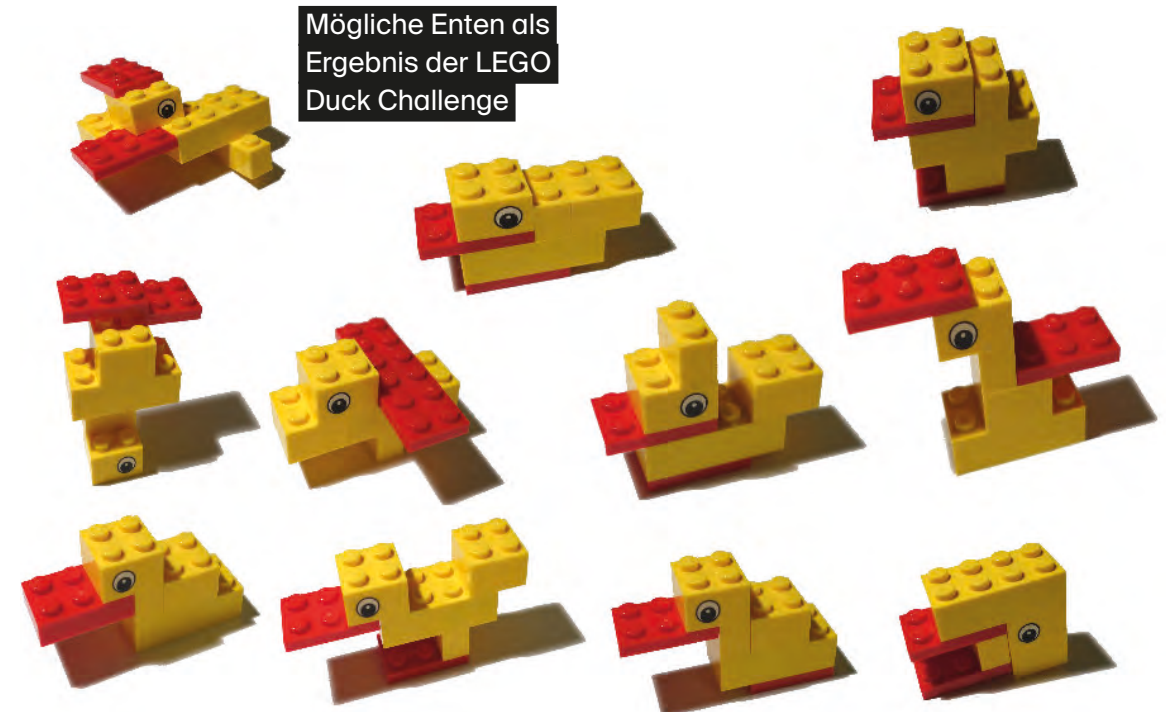
mals gar nicht nötig, einen vollausgerüsteten MakerSpace mit den neuesten High-Tech-Fabrikationstools und aktuellsten digitalen Geräten zu haben. Die Technologien sind zwar wichtige Werkzeuge, aber zentral ist das Umsetzen eigener Projektideen.

3 PROBLEMSTELLUNG

In diesem Artikel werden folgende Begrifflichkeiten verwendet:

Instruktional bedeutet detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen von A bis Z, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen wie beispielsweise ein Spiel zu programmieren oder ein LEGO® Objekt zu bauen (LEGO® ist eine Marke der LEGO-Gruppe, durch die der vorliegende Beitrag jedoch weder gesponsert noch autorisiert oder unterstützt wird). Eine Musterlösung ist vorhanden.

Open-ended bedeutet ergebnisoffen. Dabei kann eine Aufgabe mit bestimmten Rahmenbedingungen gestellt werden, aber die Lösung darf individuell sein. Die LEGO Duck-Challenge ist ein Beispiel für eine *open-ended* Aktivität: Baue aus sechs gegebenen LEGO Bausteinen eine Ente. Das Ergebnis zeigt eine Variation von Enten. Es gibt keine Musterlösung – es sind alles Enten.



Maker-basierter Unterricht verkörpert oftmals projektbasiertes Lernen. Identifikation der Lernenden mit dem eigenen Projekt ist dabei zentral (vgl. Clapp et al. 2016). *Open-ended* Projekte bieten diesen Freiraum der eigenen Lösung oder der Umsetzung einer eigenen Projektidee. Wenn die Maker-Aktivitäten zu instruktional designt sind, das heißt, wenn alle Schüler*innen genau dasselbe Projekt (eventuell mit unterschiedlichen Farbvarianten) umsetzen, ist dies für die Umsetzung der eigenen Projektidee wenig förderlich. In MakerSpaces kann auch instruktional gearbeitet werden. Dann wird zwar handlungsorientiert gearbeitet und typische MakerSpace-Tools werden benutzt, aber die Lernenden verpassen die Möglichkeit, sich mit dem Problemlösen vertieft auseinanderzusetzen. Die Herausforderung ist, wie *open-ended* Aktivitäten in einem Maker-basierten Unterricht gestaltet werden sollen. Denn mit einem ergebnisoffenen Setting unter Einsatz von technischen Tools kann die Lehrperson sehr gefordert sein. Instruktionale Aktivitäten werden oftmals von Lehrpersonen bevorzugt, da sie Sicherheit bieten (vgl. Assaf/Buchner/Jud 2019).

Dieser Artikel zeigt anhand von Best Practice Beispielen, wie man von Beginn an auch mit wenig technischem Vorwissen *open-ended* Maker-Projekte im Unterricht umsetzen kann. Zudem werden Hilfestellungen und Entscheidungskriterien geliefert, wie man den Unterricht in dieser Form gestalten kann.

4 BEST PRACTICES

Diese exemplarischen Best Practice Beispiele sollen eine Hilfestellung bieten, um mehr Ergebnisoffenheit in den Unterricht zu bringen.

LEGO SILLY WALKS

Projektidee: Baue einen LEGO Roboter, der sich möglichst schnell vorwärtsbewegt. Wenn man den gesamten LEGO Mindstorms EV3 Bausatz für dieses Projekt zur Verfügung stellt, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass keine Gruppe in vernünftiger Zeit zu einem Ergebnis kommt. LEGO Technic, aus dem der Bausatz besteht, kann für Laien sehr anspruchsvoll sein. Die Frustration steigt und die Motivation sinkt. Denn man muss mit den mechanischen Konstruktionsprinzipien von LEGO Technic geübt sein, um die gewünschten Objekte bauen zu können. Dies ist kein Grund, den LEGO Bau-

satz nicht einzusetzen. Die Komplexität sollte jedoch reduziert werden, indem nur ausgewählte Teile des Bausatzes verwendet werden. Teile dürfen weggelassen, aber keine fremden hinzugenommen werden. Zudem ist die Programmierung der beiden Motoren fix und kann ebenfalls nicht geändert werden: Sie drehen sich konstant vorwärts.

Dieses Projekt funktioniert bei Primarschüler*innen ebenso gut wie bei Lehrpersonen oder Studierenden von Ingenieurstudiengängen. Interessanterweise führen eine offene Denkweise sowie eine experimentelle, spielerische Haltung hier schneller zum Erfolg. Oft sind wir zu voreingenommen von der Fortbewegung mittels Räder. Viele Erwachsene versuchen das Rad mittels Kreuzstreben nachzukonstruieren. Dass eine räderlose Fortbewegung über Purzelbaumschlägen am besten funktioniert, erfährt man bei den zahlreichen Variationen der kreativen Fortbewegungsmöglichkeiten, die bei dieser Aktivität entstehen. Und alle Gruppen kommen ohne Vorwissen in rund 60 Minuten zu einem Ergebnis. Die anschließende *Parade der Silly Walks* runden die Aktivität als Highlight ab (vgl. Assaf 2019c).

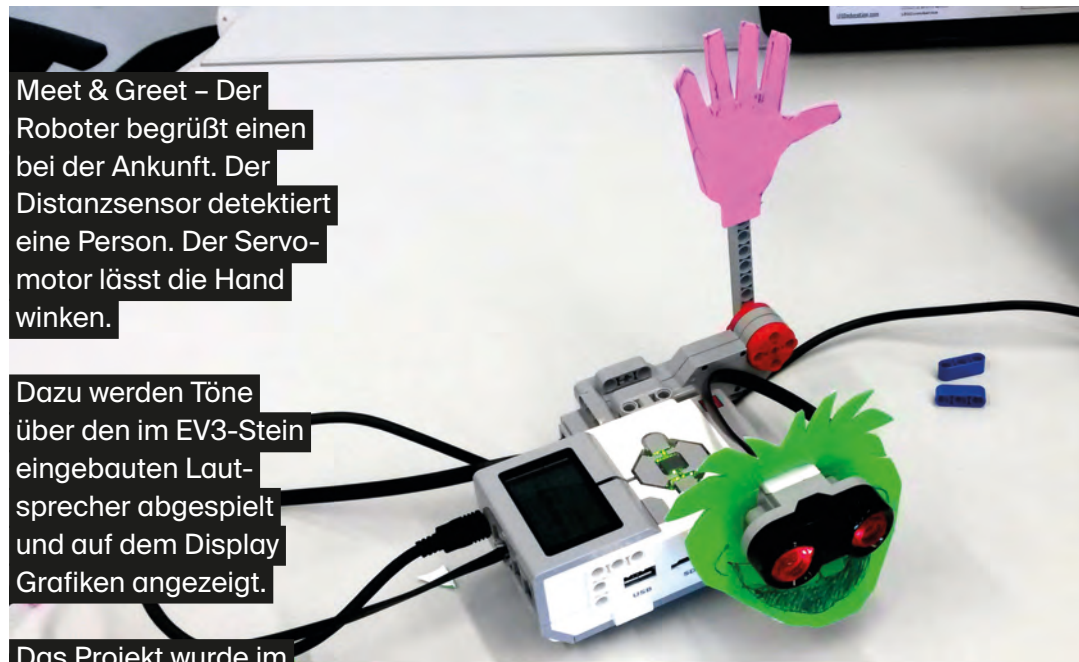
MEET & GREET

Projektidee: Baue einen LEGO Roboter, der einem bei der Ankunft begrüßt. Für das *Meet & Greet* Projekt ist ebenfalls kein Vorwissen nötig (vgl. Bratzel 2014, S. 30; vgl. Assaf 2019b). Hier wird die Komplexität reduziert, indem vorab in kurzen, instruktionalen Aktivitäten (zirka 45 Minuten) folgende Grundkonzepte ausprobiert werden. Zunächst werden der EV3-Stein, ein Farbsensor und ein paar Verbindungselemente verwendet. Programmiert wird in der dazugehörigen grafischen Programmierungsumgebung:

- Verwende den Farbsensor und die «warte» Funktion. Der Roboter soll warten, bis er die Farbe *Rot* sieht und dann etwas sagen.
- Füge eine Dauerschleife ein, um das Programm immer nach *Rot* warten zu lassen.
- Modifiziere das Programm, damit es etwas anderes sagt, wenn es nicht die Farbe *Rot* sieht.
- Zeichne zwei Bilder nacheinander auf dem Display des Roboters, sodass es wie ein animiertes GIF hin- und herschaltet.

Mit diesen Grundkonzepten soll nun das *Meet & Greet* Projekt umgesetzt werden, was sehr gut möglich ist. Zusätzliches Bastelmaterial bereichert die Möglichkeiten der Individualisierung und fördert die Ästhetik (vgl. Abb.

unten). Hier wurde die Komplexität der Programmierung mit ihren zahlreichen Möglichkeiten so reduziert, dass mit den wenigen ausgewählten Befehlen bereits eine eigene Projektidee umgesetzt werden kann. Für die Differenzierung kann auch ein anderer Sensor oder ein Motor verwendet oder ein zusätzliches Verhalten programmiert werden. Auch damit kommen meistens alle Schüler*innen innert zirka 45 Minuten zum Ziel. In rund zwei Lektionen kann bereits ein interaktives *open-ended* Projekt ohne Vorwissen umgesetzt werden.



Meet & Greet – Der Roboter begrüßt einen bei der Ankunft. Der Distanzsensor detektiert eine Person. Der Servomotor lässt die Hand winken.

Dazu werden Töne über den im EV3-Stein eingebauten Lautsprecher abgespielt und auf dem Display Grafiken angezeigt.

Das Projekt wurde im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung an der Pädagogischen Hochschule Zürich erstellt.

DER LAUF DER DINGE

Projektidee: Baue eine Kettenreaktionsmaschine mit Sensoren und Aktoren. Um die Grundkonzepte für dieses Projekt zu erarbeiten, werden die micro:bit/Calliope Challenge Cards durchgearbeitet (vgl. Assaf 2019a). Jede Karte hat auf der Vorderseite eine Challenge, welche ein Grundkonzept des Physical Computing beschreibt (Beispiele: Schalte eine Lampe über eine Taste ein und aus, lese einen analogen Wert und steuere damit einen Motor, komponiere Musik). Die Rückseite der Karte zeigt die Lösung bezüglich Elektronik und Programmierung. Durch die Challenge Cards → kann man die wichtigsten Grundkonzepte instruktional und selbstgeleitet erkunden. Sie dienen später auch zum Nachschlagen. Die Lehrperson kann die Komplexität reduzieren, indem sie eine Auswahl von Konzepten vornimmt und ein ausgewähltes Set von Challenge Cards zur Bearbeitung gibt.



Challenge Cards

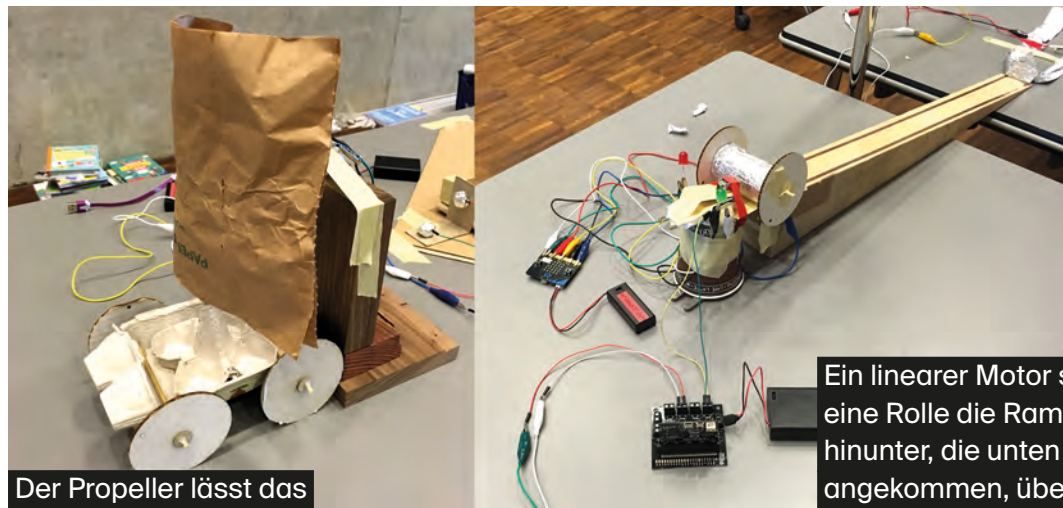
Nach zwei bis drei Lektionen kann bereits ein erstes *open-ended* Projekt realisiert werden. Die Schüler*innen bauen eine Kettenreaktionsmaschine mit mechanischen Elementen, aber vor allem auch mittels Sensoren und Aktoren. Neben Bastelmaterial können alle möglichen Objekte im Schulzimmer wie Stühle, Bücher, Kleiderständer verwendet werden. Jede Gruppe ist für einen Teil der Maschine verantwortlich und muss einen Input (Sensor) und einen Output (Aktor) verwenden. Die Übergänge zwischen den Teilen der Maschine müssen mit anderen Gruppen abgesprochen werden. So wird beispielsweise als Output eine Kerze durch den Propeller ausgeblasen. Die anschließende Gruppe kann die ausgelöschte Kerze beispielsweise über einen Temperatursensor detektieren (vgl. Abb. unten und nächste Seite). Nach etwa drei Lektionen kann das Gesamtkunstwerk ausprobiert



Eine Kettenreaktionsmaschine mit micro:bits, Sensoren und Aktoren

Der gelbe Knopf öffnet die Startschranke für das Auto.

Der Propeller bläst die Kerze aus. Die sinkende Temperatur wird vom micro:bit detektiert.



Der Propeller lässt das Segelfahrzeug fahren.

Ein linearer Motor stößt eine Rolle die Rampe hinunter, die unten angekommen, über die Aluminiumfolien einen Kontakt herstellt. Diese Projekte wurden erstellt im Rahmen von Aus- und Weiterbildungswochen an den Pädagogischen Hochschulen St. Gallen und Schwyz.

In dieser Aktivität sind alle Gruppen zusammen am Gelingen eines Gesamtprojektes verantwortlich. Neben den fachlichen Kompetenzen in der Arbeit mit Elektronik, Konstruktion und Programmierung werden auch überfachliche Kompetenzen wie Kommunikation, Zeitmanagement, Kreativität, Resilienz und Umgang mit beschränkten Ressourcen (Zeit, Material, etc.) gefördert. Denn das Zusammenstellen der Maschine aus den Teilen der einzelnen Gruppen wird oftmals unterschätzt. Es benötigt einiges an Ausdauer und exaktem Arbeiten, bis die Maschine fehlerfrei funktioniert. Wenn sie es schließlich tut, hat die Klasse als Gesamtheit etwas Einzigartiges und Kreatives geschaffen, das Spaß macht.

Die drei Projekte *Silly Walks*, *Meet & Greet* sowie *Der Lauf der Dinge* sind Beispiele, wie man mit Einsteiger*innen innerhalb kurzer Zeit *open-ended* Projekte realisieren kann, obwohl die Technologie selbst sehr komplex ist. Bei der Auswahl technischer Tools für den Unterricht sind diejenigen zu empfehlen, die einerseits niederschwellig sind und andererseits einen hohen Grad an Komplexität ermöglichen (*low floor – high ceiling*). Resnick fügt diesem Konzept *wide walls* hinzu, was meint, dass die Technologie den Lernenden möglichst viele Wege vom *floor* zum *ceiling* ermöglichen soll (vgl. Resnick zit. in: Berry 2019, S.14–15). Diese vielen Wege bedeuten auch Ergebnisoffenheit.

DIDAKTISCHE HINWEISE

Die Reduktion der Komplexität kann erfolgen durch:

Reduktion der Hardware (z. B. Zusammenstellen einer reduzierten Auswahl von Komponenten eines Kits): Die Auswahl soll die Umsetzung einer open-ended Projektidee ermöglichen.

Reduktion der Software Nur eine bestimmte Auswahl von Programmierkonzepten werden eingeführt und verwendet. Die Auswahl soll die Umsetzung einer open-ended Projektidee ermöglichen.

Reduktion von Ressourcen mit uneingeschränktem Zeitbudget und Material kommt man nicht zwingend besser ans Ziel. Diesbezüglich Rahmenbedingungen zu setzen, widerspiegelt auch den Berufsalltag.

Unterrichtsmaterial kann wie folgt verwendet werden:

Instruktionales Unterrichtsmaterial soll Grundkonzepte vermitteln und nicht ganze Projekte von A bis Z umsetzen. Die Instruktionen sollen eine selbstgeleitete Einarbeitung im eigenen Tempo ermöglichen.

Von den Instruktionen soll baldmöglichst in eine open-ended Aktivität übergegangen werden. Die Instruktionen können als Nachschlagewerk immer wieder beigezogen werden.

Als Differenzierung kann länger mit den Instruktionen gearbeitet oder früher die Komplexität erhöht werden (z. B. neue Funktionen oder Komponenten hinzunehmen).

Die Königsdisziplin des Making ist schließlich, ein eigenes Projekt zu definieren und umzusetzen. Ein Problem zu identifizieren oder eine Projektidee zu finden, sind wichtige Kompetenzen. Ein Projekt selbstbestimmt zu wählen, erhöht die Identifikation und dadurch auch die Motivation, an diesem zu arbeiten (vgl. Resnick 2019). Dabei spielt der gesamtheitliche Aspekt der Problemlösung eine zentrale Rolle: Identifizierung eines Problems, Definition einer Projektidee, Recherche, Ideenfindung, Implementierung/Prototypen erstellen, Testen, Verbessern, Ergebnisse präsentieren, etc. (vgl. Libow, Martinez und Stager 2019, S.52–54). Oftmals werden im Maker-basierten Unterricht auch *Design Thinking* Methoden eingesetzt (vgl. Design Thinking for Educators 2019).

Für die Beurteilung von *open-ended* Projekten stehen Möglichkeiten wie Beurteilungsraster, Dokumentationen der Umsetzung des Projekts, Präsentationen und Videos, Erklärung des Programmcodes, etc. zur Verfügung (vgl. Bratzel 2014, S.13). Gewisse Grundkonzepte können auch traditionell getestet werden. Wichtig ist, dass man nicht basierend auf das Schlussergebnis (funktioniert/funktioniert nicht) beurteilt. Das kann die Kreativität hindern, sodass die Schüler*innen kein Risiko eingehen. Auch darf nicht nur die Kreativität beurteilt werden, das ist zu subjektiv und unbefriedigend für alle Beteiligten. Die Dokumentation, das Verständnis der dem Projekt zu Grunde liegenden Konzepte sowie der gesamte Prozess mit systematischer Verbesserung soll in die Beurteilung einfließen.

DIE ROLLE DER LEHRPERSON UND DIE ROLLE DER SCHÜLER*INNEN
In einem offenen Setting wird einiges von der Lehrperson gefordert. Sie muss genügend Kompetenzen besitzen, um individuelle Umsetzungen zu begleiten. Wichtig ist, dass die Lehrperson die Komplexität eines technischen Tools so reduziert, dass sie sich zutraut, dieses einzusetzen. Für ein optimales Lehr-Lernsetting soll die Lehrperson die Aktivität so gestalten, dass sie möglichst offen ist, aber dennoch über genügend Instruktionen verfügt, damit niemand überfordert ist. Die Lehrperson muss sich auch damit abfinden, nicht auf alle Fragen eine Antwort zu haben. Es empfiehlt sich, auch die Schüler*innen miteinzubeziehen. Wenn jemand etwas Bestimmtes umgesetzt hat, kann man die Schülerin oder den Schüler als Expertin oder Experten einsetzen. Bei ähnlichen Fragen können dann diese Expert*innen den anderen Schüler*innen weiterhelfen. Das entlastet die Lehrperson, die nicht die alleinige Hilfestellung sein soll, was jedoch mit einem veränderten Rollenverständnis einhergeht.

In einem Maker-orientierten Unterricht werden auch Schüler*innen mit einer vielleicht eher ungewohnten Lernkultur konfrontiert. Hier ist Kopieren erlaubt, Teilen und gegenseitiges Helfen werden gefördert, Probleme werden selbst definiert und gelöst.

Es empfiehlt sich eine Art Klassencharta aufzustellen, auf welche die Lehrperson immer wieder verweisen kann (Bratzel 2014, S.14):

- Scheitern ist ein wichtiger Teil der Erfahrung und des Lernens.
- Du sollst dich nicht über die Arbeit einer Mitschülerin oder eines Mitschülers lustig machen.

- Du sollst nicht wertend dein Projekt mit den anderen vergleichen.
- Du darfst gerne hilfsbereite (konstruktive) Verbesserungsvorschläge machen.
- Designs gehören nicht nur dir. Andere dürfen sich von deinen Ideen inspirieren lassen. Kopieren ist ein Kompliment!
- Wenn du nicht mehr weiterweißt, frag deine Mitschüler*innen, ob sie ein ähnliches Problem bereits gelöst haben.
- Klappt nicht? Kein Problem! Du wirst genügend Hilfe bekommen, bis es funktioniert.

5 SCHLUSSFOLGERUNG

Maker-basierter Unterricht ist eine Chance für die Schule. Dennoch gibt es einige Herausforderungen zu bewältigen. Das offene Lernsetting mit diversen technischen Tools entspricht noch nicht der Realität in der Schule. Die Lehrpersonen müssen sich mit dem veränderten Rollenverständnis auseinandersetzen und sich technisch und didaktisch weiterbilden. Die Institutionen, die sich mit Maker-basierten Unterricht beschäftigen, müssen sich vermehrt vernetzen und die Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet vorantreiben. Denn es fehlt neben didaktischem Material an Erfahrungen in der Aus- und Weiterbildung sowie in der konkreten Umsetzung in der Schule.

LITERATUR

- Assaf, Dorit (2014). Maker Spaces in Schulen: Ein Raum für Innovation (Hands-on Session). In: Rummler, Klaus [Hrsg.]. Lernräume gestalten – Bildungskontexte vielfältig denken. Münster u.a.: Waxmann. S.141-149.
- Assaf, Dorit (2019a). Der Lauf der Dinge. <https://www.droidfactory.cc/derlaufderdinge> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Assaf, Dorit (2019b). Meet and Greet. <https://www.droidfactory.cc/meetandgreet> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Assaf, Dorit (2019c). SillyWalks. <https://www.droidfactory.cc/sillywalks> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Assaf, Dorit / Buchner, Josef / Jud, Andreas (2019). Evaluating a Makerspace Visiting Program for Schools at a University of Teacher Education. In: Proceedings of the Conference on Creativity and Making in Education (FabLearn Europe 2019). New York: ACM.

Berry, Miles (2019). Welcome to Scratch 3!. In: (Hello World) The magazine for computing and digital making educators. Issue 7, Januar 2019. pp.14–15.

Blikstein, Paulo (2013). Digital Fabrication and Making in Education: The Democratization of Invention. In Walter-Hermann, Julia / Büching, Corinne (Hrsg.). FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors. Bielefeld: Transcript Publishers.

Bratzel, Barbara (2014). STEM by Design. Teaching with LEGO Mindstorms EV3. Knoxville: College House Enterprises, LLC.

Clapp, Edward P. / Ross, Jessica / O. Ryan, Jennifer / Tishman, Shari (2016). Maker-Centered Learning. Empowering Young People to Shape Their Worlds. San Francisco: Jossey-Bass.

Design Thinking for Educators (2019).
<https://designthinkingforeducators.com> [letzter Zugriff: Mai 2019].

Dougherty, Dale / Conrad, Ariane (2016). Free to Make. Berkeley: North Atlantic Books.

Fadel, Charles / Bialik, Maya / Trilling, Bernie / Schleicher, Andreas / Muuß-Merholz, Jöran (2017). Die vier Dimensionen der Bildung: Was Schülerinnen und Schüler im 21. Jahrhundert lernen müssen. Hamburg: ZLL21 – der Verlag – Zentralstelle für Lernen und Lehren im 21. Jahrhundert e.V.

Libow Martinez, Sylvia / Stager, Gary (2019). Invent To Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom. 2nd edition. Torrance: Constructing Modern Knowledge Press.

Papavlasopoulou, Sofia / Giannakos, Michail N. / Jaccheri, Letizia (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. In: Entertainment Computing, 2017. pp.57–78.

Resnick, Mitch (2019). Projects, Passion, Peers, and Play. In: (Hello World) The magazine for computing and digital making educators, Issue 7, Januar 2019. pp.16–17.

Trilling, Bernie / Fadel, Charles (2012). 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times. San Francisco: Jossey-Bass.

Tucker-Raymond, Eli / Gravel, Brian E. Gravel (2019). STEM Literacies in Makerspaces. New York: Routledge.

Vossoughi, Shirin / Bevan, Bronwyn (2014). Making and Tinkering: A Review of the Literature. Technical Report, National Research Council Committee on Out of School Time STEM.

LEDS MIT MUSIK STEUERN

Ein Praxisbeispiel

Rolf Beck

ABSTRACT:

Das kreative Spiel mit Licht und Sound als Form medialen und technischen Selbstausdrucks bietet vielfältige Potenziale für Maker-Aktivitäten. In diesem Beitrag wird ein praxiserprobtes Making-Projekt vorgestellt, bei dem fächerübergreifende Phänomene der Bereiche «Textiles und Technisches Gestalten», «Medien und Informatik», «Natur, Mensch, Gesellschaft» und «Mathematik» anwendungsbezogen erarbeitet werden und kreativ-produktiv zur Anwendung kommen. Darüber hinaus werden konkrete Hinweise aus der Umsetzung für eine eigene Adaption geteilt und zusätzlich didaktische Materialien bereitgestellt.

HINWEIS ZUM AUTOR

Rolf Beck ist Leiter der Firma PGLU.CH und Werklehrer in Baden (CH).

LEDS MIT MUSIK STEUERN

Bis vor wenigen Jahren wurde der Computer hauptsächlich als Arbeitsgerät im Büro oder als Gamestation im Jugendzimmer wahrgenommen. Seit der fortschreitenden Miniaturisierung findet die Informatik jedoch unaufhaltsam in unzählige Bereiche unseres Alltags Einzug und begleitet uns praktisch in jeder Lebenssituation. Vom Klotz auf dem Bürotisch hat sich der Computer zur cleveren Mikromaschine gewandelt, welche heute in praktisch jedem Produkt steckt.

Das Spannende an dieser Entwicklung ist, dass diese Mikromaschinen sehr einfach zu bedienen sind und sich bestens für den Einsatz an Schulen eignen. Die angewendeten Programmkonzepte sind nahezu universal und haben sich in den letzten vierzig Jahren kaum verändert: «Tue dies, außer wenn das geschieht, dann tue etwas anderes.»

1 PROGRAMMIEREN IM MAKERSPACE – ZWISCHEN WERKSTATT UND KLASSENZIMMER

Im MakerSpace treffen Informatik und Handwerk aufeinander. Microcontroller wie Arduino, Microbit, oder pglu.ch erlauben die Steuerung von Dingen wie Motoren, LEDs oder weiteren Komponenten. Zudem besitzen diese Platinen Eingänge zur Verarbeitung eines Signals, wie zum Beispiel der Berührung eines Gegenstandes, der Erfassung von Licht oder Schall. Projekte im MakerSpace mit Microcontrollern haben also immer eine handwerkliche und eine digitale Komponente. Diese Vielschichtigkeit macht Maker-Projekte für Schulen attraktiv, da es unterschiedliche Zugänge gibt und die Gewichtung der Ausrichtung eines Vorhabens den eigenen Interessen angepasst werden kann.

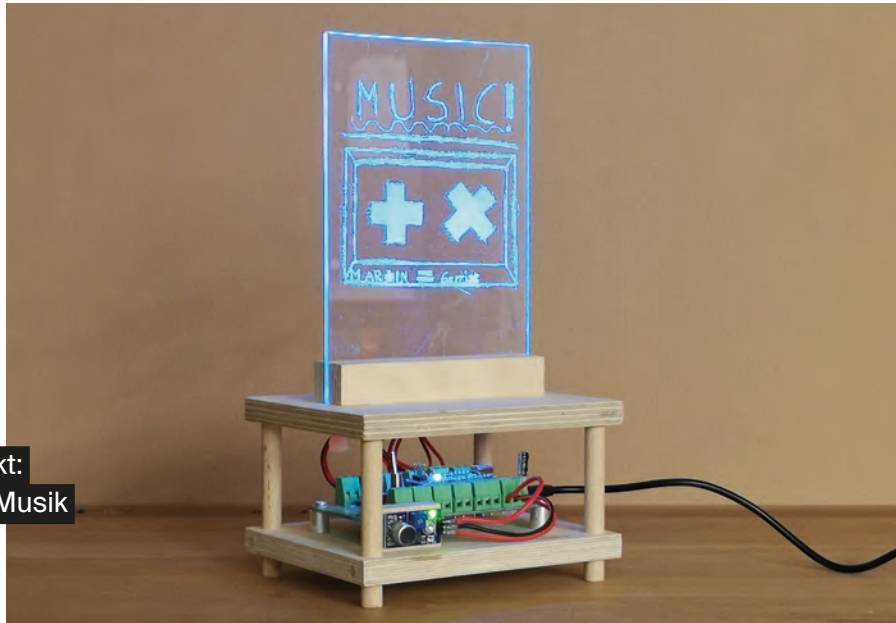
EMOTIONEN WECKEN MIT LEDS UND MUSIK

Im hier vorgestellten Projekt sollen sechs farbige LEDs so programmiert werden, dass sie auf den Beat einer Musik reagieren und dabei Farbmischungen erzeugen. Das Interessante an dieser Aufgabe ist, dass es für die Lösung kein *Richtig* oder *Falsch* gibt. Was zählt, sind Lösungen, die zum eigenen Musikgeschmack passen und diesen unterstreichen. Die im QR-Code verlinkte Videosammlung zeigt die Vielfalt möglicher Programmierungen:

Der bauliche Teil des Vorhabens lehnt sich an das Fach «Textile und Technische Gestaltung» an und setzt gewisse handwerkliche Fähigkeiten sowie eine Schulwerkstatt voraus. Im MakerSpace kann natürlich auch mit einfacheren Mitteln gearbeitet werden, denn letztlich geht es darum, mit handwerklichen und digitalen Elementen etwas Eigenes zu gestalten. Der Lernanlass eignet sich für die Umsetzung ab der 7. Klasse, da ab diesem Alter Musik zunehmend eine wichtige Rolle spielt und Emotionen wecken kann.



↑ Videolink
→ Das Produkt:
Lichtbild mit Musik



ANALOGUE UND DIGITALE LERNZIELE

Das Lichtbild mit Musik besteht im Wesentlichen aus vier Komponenten: einem Chassis aus Holz, dem eigentlichen Acrylglasbild sowie einer digitalen Steuerung für sechs farbige LEDs und ein Mikrofon. Neben klassischen Aufgaben, wie dem Entwerfen einer Grafik für das Acrylglas oder dem Bau des Chassis, soll auch die Art, wie das Licht auf die Musik reagiert, in einem gestalterischen Prozess erarbeitet werden. Wie alle Maschinen muss auch ein Computerprogramm richtig programmiert und justiert werden. Dies eröffnet ein spannendes Experimentierfeld, welches in unterschiedlichen

Schwierigkeitsgraden erlaubt, das Lichtdesign dem ästhetischen Empfinden anzupassen.

FÄCHERÜBERGREIFENDE KOMPETENZFELDER IM LEHRPLAN

Dank der Vielschichtigkeit des Projekts werden fächerübergreifende Kompetenzfelder im Lehrplan abgedeckt. Je nach Gewichtung in der Umsetzung kann das Fach «Technische Gestaltung» oder das Fach «Medien und Informatik» als Ausgangspunkt gewählt werden.

Einige Kompetenzen nach Fächern:

- Textiles und Technisches Gestalten: Produkte planen und Herstellen nach einem Plan oder Schaltplan
- Medien und Informatik: Algorithmen – Lösungen mit Schleifen, bedingten Anweisungen und Variablen
- Natur, Mensch, Gesellschaft: Optische Phänomene untersuchen – Totalreflexion
- Mathematik: Gleichungen sprachlich deuten und heuristische Strategien anwenden



Kompetenzen

2 FACHLICHER UND FACHDIDAKTISCHER HINTERGRUND EINE KURZE GESCHICHTE DER ANALOGEN LICHTORDEL

Eine Lichtorgel ist ein Beleuchtungsgerät, durch welches Musik auf elektronischem Weg in rhythmische Lichteffekte umgesetzt wird. Lichtorgeln sind seit den 1970er Jahren ein beliebtes Effektgerät in Clubs und bei Partys. Aufgrund der einfachen Konstruktionsweise fanden Lichtorgeln auch Eingang in den klassischen Werkunterricht, wobei bei der Elektronik mehrheitlich auf Bausätze zurückgegriffen wurde. Diese sind heute noch preisgünstig erhältlich und leicht nachzubauen.

Die Funktionsweise der klassischen Lichtorgel ist leicht verständlich: Ein Geräusch oder eine Musik wird von einem Mikrofon aufgenommen und in elektrische Schwingungen umgewandelt. Mit einer elektronischen Filterschaltung wird diese in drei Frequenzbänder aufgesplittet: die Höhen, die Mitten und die Tiefen. Diese drei Signale steuern in Folge je einen Thyristor, welcher eine angeschlossene Glühlampe entsprechend der Intensität des Signalstroms heller oder dunkler leuchten lässt.

Das visuelle Ergebnis dieses musikgesteuerten Dimmers sind drei farbige Leuchten, welche im Takt zur Musik flackern. Der eher nervöse und manchmal auch zufällig wirkende Lichteffect der klassischen Lichtorgel geriet in den späten 80er Jahren schnell außer Mode und wurde durch prägnantere musikgesteuerte Lauflichteffekte ersetzt. Zusammen mit dem Stroboskop und den beliebten *Moving Lights* sorgen diese noch heute an vielen Partyveranstaltungen für Stimmung.

DAS PROJEKT: LICHTBILD MIT MUSIK

Das Lichtbild mit Musik macht sich die Eigenschaft von Acrylglas zunutze, welches als Lichtleiter eingesetzt werden kann. Dieser Effekt basiert auf der Brechung von Licht beim Übergang in ein neues Medium, die bei flachem Winkel zu einer Totalreflexion im Innern eines Körpers führt. Wird die Acrylglasplatte über ihre Kante mit LED-Licht beleuchtet, werden nur ihre Ränder erhellt. Wird nun mit einem Werkzeug ein Bild oder eine Grafik in die Oberfläche des Glases graviert, entstehen neue kleine Kanten, welche ebenfalls zu leuchten beginnen. Mit den Suchbegriffen *Totalreflexion* | *Plexiglas Luft/Glasfaser Licht* kann der physikalische Hintergrund des Projekts noch vertieft werden.

VERWENDET DIGITALTECHNIK

Zur Steuerung von LEDs nach den Messdaten eines einfachen Mikrofons wird eine digitale Experimentierplatine mit einer grafischen Programmiersprache verwendet. Die Platine von PGLU.CH (Prozessorgesteuerte Lernumgebung) basiert auf der Arduino Plattform, besitzt jedoch einige «schulfreundliche» Eigenschaften. So kann in der Programmierung mit Prozentwerten gerechnet werden, was gegenüber den üblichen Bitwerten (0-255) einfacher zu vermitteln ist. Zudem besitzt die Platine pro Kanal zwei eigene Pole mit Schraubklemmen, welche leicht zu bedienen sind. Natürlich kann das Projekt auch mit vergleichbaren Lernumgebungen wie Calliope, Microbit oder weiteren, umgesetzt werden.



Platine

LÖTEN ALS WICHTIGE SKILL FÜR DEN MAKERSPACE

Wenn bei den Anforderungen an das Können in der Holz- und Acrylglasverarbeitung stark variiert werden kann, so ist der sichere Umgang in der Löt-

technik ein Schlüssel zum Erfolg. Eine hochwertige Lötanlage ermöglicht sauberes Arbeiten. Die wichtigsten Erfolgsfaktoren beim Löten sind:

- Vor dem eigentlichen Verlöten beide Werkstücke einzeln verzinne
- Die Werkstücke auf Schmelztemperatur erwärmen, bevor sie mit dem Lot in Berührung gebracht werden



Videoanleitung
zum Löten lernen

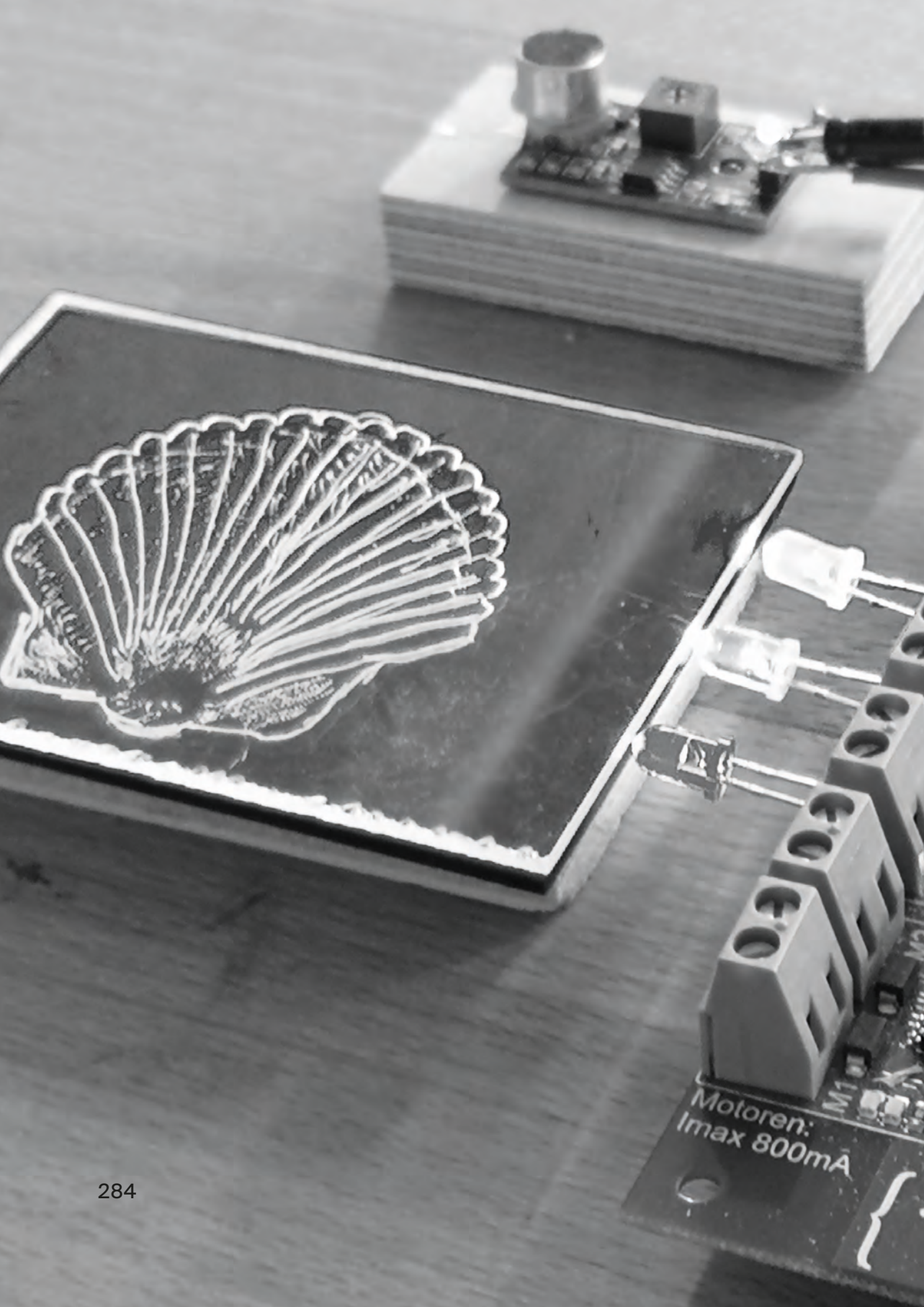
3 UMSETZUNG

Für die hier dargestellte Durchführung des Projektes, sollten rund 10-15 Doppellektionen eingesetzt werden. Bewusst wird der Bau des Holzchassis in einer aufwändigen Variante dargestellt, welche der Tradition des klassischen Werkunterrichts entstammt. Natürlich kann diese Konstruktion erheblich vereinfacht werden. Denkbar sind zum Beispiel simple Bauweisen aus Papier, Polystyrol, Hartschaum oder weiterem.

Die Programmierung ist ohne Vorkenntnisse möglich und erfolgt über eine leicht verständliche grafische Sprache. Step-by-Step-Anleitungen sowie einfache Aufgaben und Lösungen führen an das Verständnis heran. Das einfachste Grundprogramm, welches die Farben zum Leuchten bringt, besteht aus einer Wiederholung von lediglich drei Anweisungen.

WAS IST EIN PROZESSOR?

Bevor mit der eigentlichen Programmierung der Lichteffecte begonnen wird, soll die Grundfunktion eines Prozessors verstanden werden. Der Prozessor ist das Herz jedes Computers und in seinem Innern laufen Vorgänge – oder wie der Name sagt Prozesse – in hohem Tempo ab. Um zu begreifen, wie diese Abläufe genau aussehen, genügt es, eine normale Maschine zu verstehen wie zum Beispiel ein mechanisches Uhrwerk. Auch die Ingenieure von früher bauten logische Beziehungen und bedingte Vorgänge in die Hebelmechaniken und Zahnradübersetzungen ihrer raffinierten Zeitmesser ein, wie z.B.: *Minutenzeiger, laufe 60x langsamer als der Sekundenzeiger! Datumsanzeige, schalte eine Zahl höher, wenn der Stundenzeiger auf Position 12 steht. Tue dies aber nur nach jeder zweiten Umdrehung!*



Etwas Wesentliches unterscheidet das Uhrwerk jedoch vom Prozessor: Während das Uhrwerk nur für das Messen und Anzeigen von Zeit gebaut wurde, ist der Prozessor eine universelle Maschine, welche für unendlich viele unterschiedliche Aufgaben programmiert werden kann.

Wie ein Programm funktioniert, kann im Simulator der hier verwendeten Blockly-Programmiersprache (eine grafische Programmiersprache auf Basis von Java) leicht ausprobiert und nachvollzogen werden. Eine LED soll im Sekundentakt ein- und wieder ausgeschaltet werden:

Hauptloop: 100'000 mal pro Sekunde Blinkcode: kurz 1 lang 1

```

setze LED 1 auf EIN
  pausiere 1000 ms
setze LED 1 auf AUS
  pausiere 1000 ms

```

Beispielprogramm «Blink»



Weblink zur Programmierumgebung: pglu.ch > App > Version Web

EINE DIGITALE LICHTORTEL PROGRAMMIEREN

Das Lichtbild mit Musik übernimmt die Grundfunktion der klassischen Lichtorgel, indem ein akustisches Signal direkt oder indirekt in ein visuelles Lichtspiel umgewandelt wird. Anstelle der analogen Schaltung soll jedoch ein Prozessor zum Einsatz kommen, welcher für diese Aufgabe programmiert wird. Dies erlaubt ein gezieltes Design der Lichteffekte und das Ausprobieren unterschiedlichster digitaler Konzepte.

Die Grundprogrammierung ist simpel und folgt der einfachen Logik einer analogen Lichtorgel:

- Ein Mikrofon (Sensor) misst einen Musikpegel. Dieser Sensor liefert bei absoluter Stille den Wert 0 % sowie bei hoher Lautstärke 100 % an den Prozessor

- Der Prozessor weist den gemessenen Prozentwert einem LED-Ausgang zu und lässt diese entsprechend von dunkel (0 %) bis hell (100 %) aufleuchten

VISUELLE DARSTELLUNG VON MUSIK

Die oben beschriebene Programmlogik würde nun, wie bei der klassischen Lichtorgel aus den 70er Jahren, die Schallwellen 1:1 als Lichtimpulse abbilden und zu einem ästhetisch unbefriedigenden farbigen Flackern aller LEDs führen.

Um eine griffigere visuelle Umsetzung der Musik zu erhalten, werden zwei Programmierkonzepte angewendet, welche die Umwandlung der Schallwellen in Licht auf zwei unterschiedliche Arten *vergrößern*. Bei beiden Ansätzen werden zudem mit Zufallseffekten Farbmischungen mit rot, grün, blau (RGB) erzeugt:

Grundprogramm Der Prozessor steuert immer nur eine der drei RGB-Farben mit Musik und dies während genau einer Sekunde. Die beiden anderen Farben leuchten jeweils für 2 Sekunden in ihrer letzten zugewiesenen Helligkeit, ohne sich zur Musik zu «bewegen».

Erweitertes Programm Der Prozessor wartet, bis ihm das Mikrofon einen Musikpegel, höher als 80 %, meldet. Ist dies geschehen, berechnet er mit einem Zufallsgenerator eine RGB-Farbe und weist diese den drei LEDs zu. Bis zu einem erneuten Überschreiten der 80 %-Pegellgrenze verstreicht etwas Zeit. Diese wird genutzt, um die Helligkeit der drei LEDs langsam nach unten zu dimmen.



Die beiden ersten Videos hinter dem QR-Code ← zeigen beide Programmversionen in Aktion. Als Vorübung kann versucht werden, die oben beschriebenen Programme in diesen Videos zu erkennen.

BAU DES CHASSIS UND EINBAU DER ELEKTRONIK

Wie bei jedem Werkprojekt gibt es unzählige Arten, den handwerklichen Teil zu organisieren. Vor allem das Erledigen des Plattenzuschnitts bildet oft eine größere Herausforderung, ermöglicht aber auch eine Differenzierung in der Planung: sollen die Plattenstücke fertig zugeschnitten abgegeben werden oder soll bloß der Längsschnitt von der Lehrperson gemacht wer-

den? Die Klasse könnte so das Ablängen der Bretter auf das Endformat selbst ausführen.

Der Bauplan im Format A3 und im Maßstab 1:1 bildet das zentrale Element für den Bau. Er enthält viele Informationen, und es ist daher wichtig, sich Zeit zu nehmen, ihn gut zu verstehen. Um dies zu erleichtern, kann mit der Klasse nur auf einzelne Aspekte fokussiert werden. Ergänzend zum Plan gibt es eine Stückliste mit Kostenrechner, eine Bohrschablone im Format A4 sowie ein separates elektrisches Anschlusschema mit Lötanleitung ↗.



Link zur
Bauanleitung

GESTALTEN UND EINGRAVIEREN DES BILDES

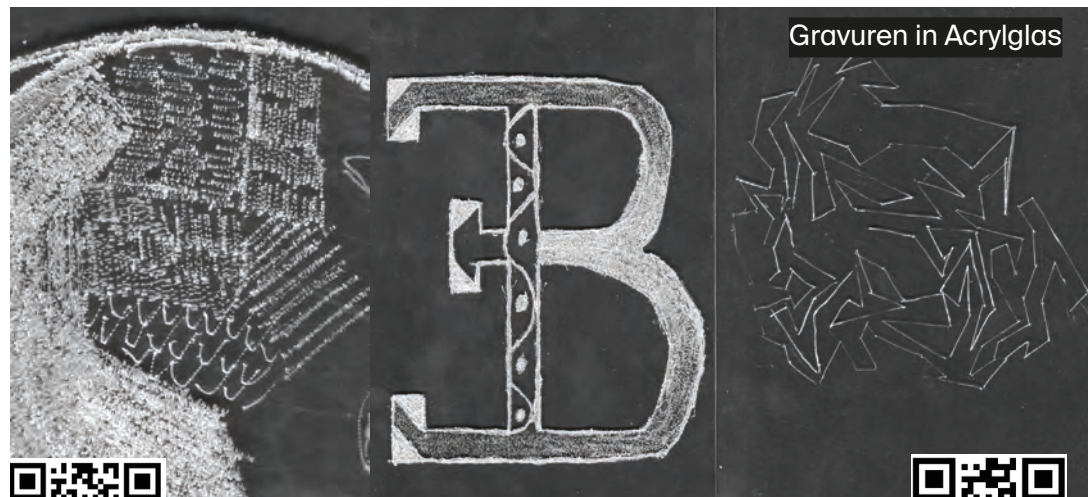
Das Bild auf der Acrylglasplatte bildet das zentrale Element des Produkts. Seine Aussage ist Ausdruck einer persönlichen Idee, eines Anliegens oder einer Leidenschaft, welche mit den Lichteffekten noch verstärkt wird.

Die Zeichenspuren können grundsätzlich mit jedem spitzen Werkzeug in die Acrylglasplatte graviert werden. Die hier gezeigten Beispiele wurden alle mit einem Dremel-Gravierwerkzeug erstellt, welches im Do-it-Geschäft für rund CHF 35.- erhältlich ist.

Bevor mit den ersten Entwürfen begonnen wird, sollen auf Glasabschnitten erste Erfahrungen gesammelt und Zeichentechniken ausprobiert werden. Folgende Hilfestellungen können die Ideenfindung vereinfachen:

Grafische Begriffe wie Vektor- oder Linienzeichnung, Tontrennung, Schraffur, Pointilismus, Typografie und weiteres können thematisiert und Bildern zugeordnet werden. Im fächerübergreifenden Unterricht kann auch mit einer Lehrperson für Bildnerische Gestaltung zusammengearbeitet werden. Je nach gestalterischer Zielsetzung lohnt es sich, Schriftzeichen explizit zuzulassen oder auszuschließen.

Die Welt der Tabletcomputer bietet ebenfalls spannende Apps zur grafischen Umsetzung von Ideen. Einige Beispiele sind: Graphic for iPad (Vektorgrafik), Imaengine Vector (Vektorisierung/Tontrennung von Fotos), iOrnament (Ornamentik)



Funktionsweisen
von Platine,
Teacher's Box
und App

AUFBAU DER PROGRAMMIERUMGEBUNG

Die Programmierung der Platine erfolgt mit der PGLU-Teacher's Box oder im Web indirekt über die Arduino-Entwicklungsumgebung. Folgende Weblinks enthalten Anleitungen zum Aufbau der Programmierumgebung und zur Datenübertragung an die Platine.



Anleitungen zu
Aufbau und
Programmierung

PROGRAMMIERUNG VERMITTELN

Programmieraufgaben können auf unterschiedlichste Weise vermittelt werden. Ziel ist immer, dass die Schüler*innen eigene Vorstellungen entwickeln, welche Funktionen das Programm im Zusammenhang mit der Hardware (Mikrofon und LEDs) erfüllen soll. Entscheidend ist, dass verstanden wird, welche Komponente welche Aufgabe hat: Das Mikrofon empfängt ein Signal und leitet es an den Prozessor weiter. Dieser berechnet, wann und wie die LEDs zur Musik zu leuchten haben. Dazu misst er jeweils die Zeit von einer Sekunde und lässt eine LED für diese Zeit auf die Musik reagieren.

Ein oft gewählter Weg ist das Arbeiten mit «Programmschnipseln». Dabei werden einfache Funktionen, wie z.B. das Blinken lassen einer LED oder das Herstellen einer Beziehung zwischen Sensor und Aktor, isoliert programmiert und ausprobiert. Später können diese Übungen zu eigenen, komplexeren Programmen zusammengefügt werden. Die Lernmaterialien unter folgendem Link enthalten solche Aufgaben mit zugehörigen Videos sowie Lösungen und möglichen Variationen.

4 ABSCHLUSS

Es empfiehlt sich, das Projekt nicht rein sequentiell zu organisieren, sondern es mit unterschiedlichen Zugangspunkten durchzuführen. Können die Jugendlichen auch während des Baus immer wieder Programmiererfahrungen machen, entstehen eigene Ideen und Vorstellungen, welche den weiteren Verlauf beeinflussen. Dies hat auch den Vorteil, dass weniger Computer benötigt werden, da nicht alle Schüler*innen am gleichen Ort arbeiten.

Die größte Herausforderung ist die Herstellung der Holzkonstruktion. Auch wenn diese nur aus wenigen Teilen besteht, sind einiges Knowhow der Lehrperson sowie eine Schulwerkstatt gefragt, damit die Klasse zweckmäßig organisiert werden kann. Dieser bauliche Teil kann jedoch auch vereinfacht werden. So ist es möglich, die LEDs direkt in die Schraubkontakte der Platine einzuschrauben und gleich mit der Programmierung loszulegen. Für experimentelle Zwecke kann dabei auf die Vorwiderstände verzichtet werden.

Umgekehrt verhält es sich bei der Programmierung. Schüler*innen finden sich in der Regel problemlos mit grafischen Programmiersprachen zurecht, vor allem dann, wenn sie diese bereits im Informatikunterricht z.B. mit Scratch kennengelernt haben. Für die Lehrperson ist es lohnend, sich vorab gründlich mit der Bedienung von PGLU.CH vertraut zu machen. Alle wesentlichen Informationen dazu befinden sich unter *pglu.ch* > *Anleitung* resp. *pglu.ch* > *Anleitung* > *Was tun wenn...?* Wie so oft sind die einfachen Dinge die schwierigen: Das vorgängige Aufladen aller Geräte oder das Herstellen der WLAN-Verbindung mit der Teacher's Box.

Das Arbeiten am Lichtbild mit Musik zeigt anschaulich die Attraktivität von Maker-Projekten für die Schule, da ein völlig neuer Zugang zu Informatik und Handwerk eröffnet werden kann. Die Informatik steht nicht mehr für sich alleine als isoliertes Schulfach da, sondern wird integraler Teil eines umfassenden Designvorhabens. Dass am Schluss im Innern eines Produkts mathematische Vorgänge aktiv sind, Sensoren Messungen machen und dadurch Dinge in Bewegung gebracht werden, wird in Maker-Projekten zur alltäglichen Selbstverständlichkeit.



FILM AB IM MAKERSPACE
Mobile Filmmaking
und Erklärvideos

Rebecca Meyer, Raphael Wild

ABSTRACT

Making bietet auch für die kreative audiovisuelle Medienarbeit reichhaltiges Potenzial. Neben verschiedenen Spielarten und geeigneten Genres beschreiben die Autorin und der Autor ein explizites Szenario: den Erklärfilm, welcher im MakerSpace in Thayngen praxiserprobt und erfolgreich durchgeführt wurde. In kurzen Videosequenzen erläutern Schüler*innen im Sinne einer Peer-to-Peer-Vermittlung, wie Werkzeuge im MakerSpace genutzt werden können. Die hierin entstandenen Kurzclips der Schüler*innen können am Ende des Artikels per QR-Code aufgerufen werden.

ZU DEN AUTOR*INNEN

Rebecca Meyer ist Primarschullehrerin und Maker-Lehrperson im MakerSpace in Thayngen (CH).

Raphael Wild ist Mediendidaktiker bei LerNetz AG und arbeitet für die Pädagogische Hochschule Thurgau (CH) als pädagogischer Support im MakerSpace in Thayngen (CH).

FILM AB IM MAKERSPACE

Filme spielen beim außerschulischen Lernen eine wichtige Rolle – kaum ein Handwerks- oder Küchenkniff, welcher nicht mit einem passenden Youtube-Video erlernt werden kann. Das Medium Film durchdringt in Form von Tutorials, Dokumentationen und Erklärfilmformaten immer mehr Themenfelder. Auch im schulischen Bereich hat sich mit verschiedenen filmpädagogischen Konzepten ein eigenständiges medienpädagogisches Arbeitsfeld etabliert (vgl. Maurer 2010; vgl. Spielmann 2011; vgl. Müller 2012).

Gerade im Making-Kontext lassen sich durch Filme flüchtige Experimente oder temporäre Installationen festhalten oder Werkzeuge und Techniken erklären. Der Teil 1 *Mobile Filmmaking* (Raphael Wild) zeichnet hierbei einen Einstieg in MakerSpace-Filmtechniken und Formate, der Teil 2 *Erklärfilme von Kindern für Kinder* (Rebecca Meyer) schildert ein konkretes und praktikables MakerSpace-Filmszenario.

Beide Autor*innen arbeiten im MakerSpace Thayngen, welcher im Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band genauer vorgestellt wird.

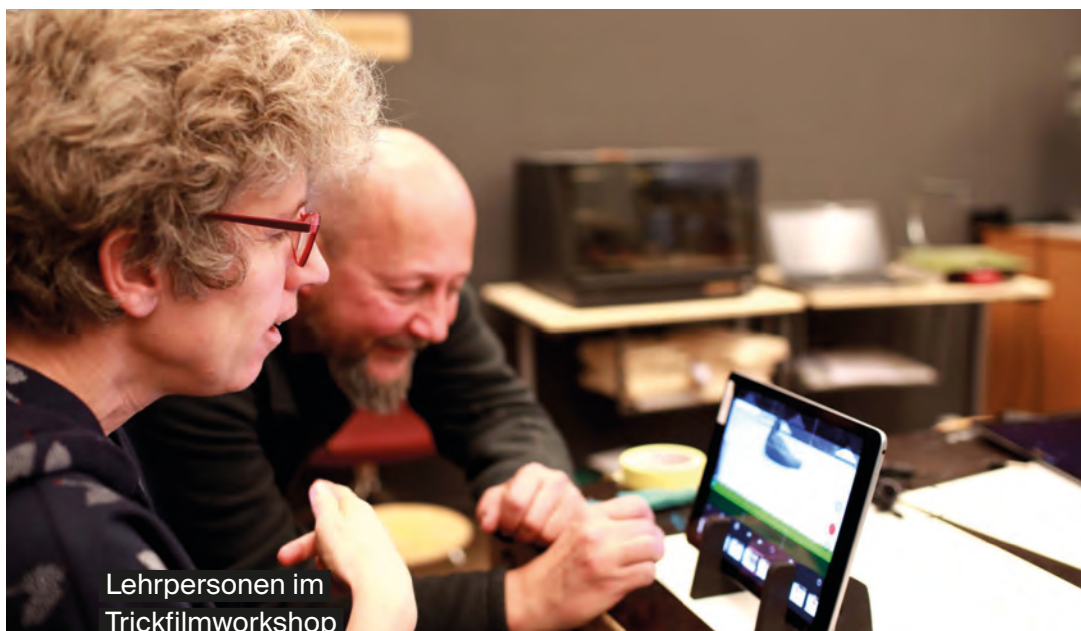
1 MOBILE FILMMAKING

«We are not garbage collectors. We are filmmakers. We are thieves, who get away with loot from the most beautiful, scary and spectacular places you can ever find.» So beschreibt Werner Herzog (zit. in: Child 2016) die Aufgabe des Filmemachers. Dieser Grundsatz gilt auch für Filme im MakerSpace-Kontext. Wir wollen die Zuschauer*innen nicht langweilen, sondern ihnen neue Möglichkeiten präsentieren, Zusammenhänge zeigen oder sie einfach inspirieren.

Das Medium Film eignet sich, Prozesse zu dokumentieren und fertige Produkte zu präsentieren. Der Artikel zeigt Anwendungsbeispiele der Medienkompetenz, ein zentraler Aspekt im Deutschschweizer Lehrplan 21 (Modul Medien und Informatik).

Vor Jahren ging ich meine ersten Schritte mit dem Medium Film als Lehrperson in der Volksschule. In der Begabtenförderung produzierten wir eine Wissenssendung. Die Kinder nannten sie Newton, angelehnt an die Sendung Einstein vom Schweizer Fernsehen. Wir besuchten eine Aus-

grabung in der Nähe des Schulhauses, führten eine Straßenumfrage durch, haben spannende Experimente gezeigt und ein Interview zum Thema Ernährung mit dem Dorfarzt geführt. Die Sendung war ein Erfolg. Die Schüler*innen sowie ich selbst als Lehrer hatten große Freude an der Produktion. Meine Begeisterung für das Medium Film war von da an geweckt. Seither bewege ich mich beruflich und privat in diesem Feld. Sei es bei Lernetz in der Umsetzung von Lernfilmen für das Bundesamt für Umwelt sowie die Swisscom oder als Freelance-Filmer für den Ironman Zürich, TripAdvisor und den UBS Hackathon. Im MakerSpace an der Primarschule Thayngen gebe ich diverse Inputs für die Lehrpersonen (darunter den Mobile Filmmaking Workshop sowie einen Einstieg in den Trickfilm).



Lehrpersonen im
Trickfilmworkshop

Heute ist es einfacher denn je, sich das Medium Film zunutze zu machen. Die Kameras in den Tablets und Smartphones sowie die eingebauten Mikrofone sind so gut, dass bereits diverse Kinofilme mit Smartphones gedreht wurden, so z.B. der Film *Unsane* von Steven Soderbergh (vgl. Schwan 2018). Die Tonaufnahmen werden immer noch separat gemacht. Auch die ganze Pre- und Post-Produktion läuft professionell ab. Dennoch zeigt sich

darin das Potential der kleinen Kameras. Die erhältlichen Schneideprogramme auf den Tablets wurden immer einfacher in der Bedienung, wie beispielsweise iMovie auf iOS Geräten sowie Power Director auf Android. Was vor Jahren ein mühsamer Prozess mit unterschiedlichen Geräten war, kann nun alles auf einem einzigen Gerät erstellt werden. Es ist möglich, den gesamten Film auf dem Tablet zu planen, zu filmen, schließlich zu bearbeiten und am Ende zu veröffentlichen.

Film-Workflow auf dem Tablet

Planen Drehbuch & Storyboard direkt auf dem Tablet mit

Filmen Eingebaute Kamera und Mikrophon im Tablet

Schneiden Auf dem Tablet mit Hilfe von diversen Apps

Veröffentlichen Direkt via Tablet auf einem Blog, Vimeo, Youtube u.ä.

ACHT GOLDENE REGELN FÜR DAS FILMEN IM MAKERSPACE

Beim Filmen im Volksschul-Kontext gilt es, einige Grundregeln zu beachten:

Drehbuch & Storyboard Was möchte ich zeigen? Ein kurzer Ablauf, das Drehbuch sowie ein Storyboard mit einer Skizze aller Einstellungen können helfen. Formuliere einige Gedanken und halte dich dann an das Script.

Ruhige Kamera Benutze im Idealfall ein Stativ, stütze das Tablet auf dem Tisch ab oder halte es fest mit beiden Händen. Ruckelige Bilder können ein Stilmittel sein, im Normalfall möchte die Zuschauer*innen aber ein ruhig aufgenommenes Bild.

Fokus auf das Objekt Ein ruhiger Hintergrund oder einfarbiges Tuch hilft, den Fokus auf die Hauptfiguren zu lenken.

Tonspur Die Erzählstimme separat und an einem ruhigen Ort aufnehmen. Eine Möglichkeit ist dabei zum Beispiel die Jacke über den Kopf zu ziehen und in fünf bis zehn cm Distanz zum Mikrophon sprechen.

Sauberer Schnitt Weniger ist mehr. Es gilt, sich auf das Wesentliche zu konzentrieren und unnötig lange Stellen wegzulassen: Im Zweifelsfall kürzen. Die Zuschauer*innen, insbesondere Kinder, langweilen sich schnell.

Musik & Geräusche Wenn möglich, Musik zurückhaltend einsetzen. Der Inhalt geht vor. Die Erzählstimme muss immer gut hörbar bleiben. Neben dem Bild spielen Geräusche und Töne eine wichtige Rolle, diese können auch im Nachhinein hinzugefügt werden.

Perspektive Erzähle die Geschichte aus neuen Perspektiven, zum Beispiel von weit oben nach unten in der Vogelperspektive oder aus der Froschperspektive. Eine weitere Möglichkeit ist, die Kamera auf den Boden zu legen, damit das Objekt größer wirkt.

Kamerafahrt Bring Bewegung in die Aufnahme. Mit einem Smartphone-Gimbal oder mit einer Kamera auf Rollen bringst du Bewegung und Tiefe in den Film, ohne dass die Aufnahmen wackelig werden.

FILMFORMATE IM MAKERSPACE

Folgende Making-Prozesse können mit dem Medium Film begleitet werden:

Prozessdokumentation Maker*innen können mit den Leitfragen «Was habe ich gemacht? Wie habe ich es gemacht?» ihre Produktionsprozesse dokumentieren und reflektieren. Das Festhalten des Making-Prozesses durch Filmaufnahmen mit allen Irrwegen, Learnings, Misserfolgen und Glücksmomenten lässt die Lernenden den Entstehungsprozess reflektieren und mit anderen teilen.

Produktpräsentation Bei diesem Format handelt es sich um eine Art Verkaufspräsentation der eigenen Erfindung. Ein gutes Vorbild sind dabei Kickstarter-Videos, welche das eigene Produkt oft mit einem Storytelling-Ansatz erläutern.

Trickfilm Mit Apps wie iStopMotion (für iOS und Android) gelingen Filme aus Einzelbildern im Handumdrehen. Objekte wie z.B. Roboter können mit wenigen Handgriffen zum Leben erweckt werden. Neben den eigenen Objekten sind Playmobil, Legos oder Knete ideal für Trickfilme.

Interview Beim Interview handelt es sich um ein sehr zugängliches Format. Ein MakerSpace-Projekt kann durch ein Interview z.B. mit einer Fachperson sinnvoll ergänzt werden. Für die Aufzeichnung benötigt man einen möglichst ruhigen Ort. Zudem sollte der Hintergrund der interviewten Person zum Thema des Gesagten passen.

Kurzfilm/Sketch Wer einen Kurzfilm dreht, muss sich vorher genau überlegen, welche Geschichte er erzählen will und sich mit einem Drehbuch sowie Storyboard vorbereiten. Übliche Schneideprogramme wie z.B. iMovie bieten auf dem Tablet Vorlagen, welche nur noch mit den eigenen Filmclips ergänzt werden müssen.

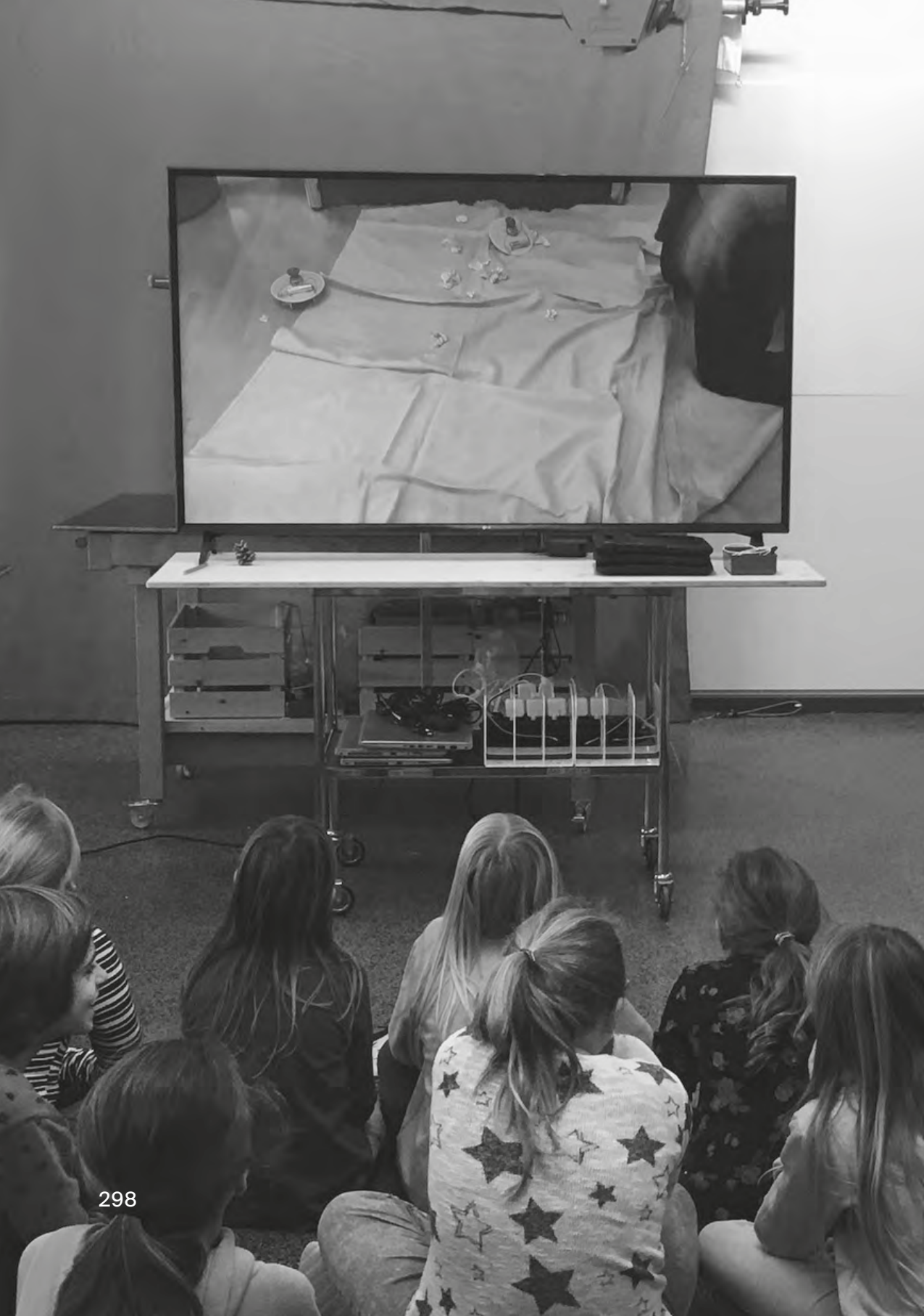


Praktische Vorrichtung
für den Legefilm

Anleitungsvideo/Lernfilm Wo finde ich den Bohrer oder wie wechsle ich das Laubsäge-Blatt aus? Diese Fragen lassen sich in Anleitungsvideos von Schulkindern für Schulkinder erklären. Mehr dazu im folgenden Teil «Erklärfilme von Kindern für Kinder» von Rebecca Meyer.

2 ERKLÄRFILME VON KINDERN FÜR KINDER

Während der Arbeit im MakerSpace der Primarschule Thayngen (vgl. hierzu auch den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) mit den Fünftklässlern ist uns aufgefallen, dass die Schüler*innen bei der Arbeit mit ihren individuellen Projekten zum Teil Schwierigkeiten im Umgang mit verschiedenen Werkzeugen hatten. Zwar kannten sie einige der vorhandenen Werkzeuge, viele aber waren ihnen unbekannt oder sie wussten nicht, wie sie korrekt zu verwenden sind. Daraus entstand die Idee, Erklärfilme zu produzieren, die dann mittels QR Code bei den Werkzeugen angebracht und abgerufen werden können. Nur mussten diese Filme erst einmal produziert werden. Also entschied ich mich, diese Filme mit meiner vierten Klasse zu produzieren.



Die Klasse konnte hierbei auf eigene Erfahrungen zurückgreifen: Erste Videoanleitungen haben die Schüler*innen bereits im «Bildnerischen Gestalten» mit der App iMovie erstellt. Diese Anleitungen setzten sich im Wesentlichen aus Fotos, welche mit Musik hinterlegt wurden, zusammen. Für das nun bevorstehende Peer-to-Peer Projekt, bei dem sie Erklärvideos für die anderen MakerSpace-Nutzer*innen erstellen, waren drei Dimensionen der Zielsetzung zu beachten. Auf der Geräte-Bedienebene war sicher zu stellen, dass die Schüler*innen (1) mit dem *iPad filmen* können und dabei auch verschiedene Einstellungen und Perspektiven verwenden; (2) die Filme mit der App iMovie nachbearbeiten können und zum Schluss (3) eine Erklärung in Form einer Audiospur über die Filme legen können. Die Erstellung der Audiospur in der Post-Produktion hat den Vorteil, dass es beim Drehen der Videos nicht absolut ruhig sein muss und man die Erklärung später dem Film anpassen kann.

Inhaltsbezogen war von den Kindern gefordert, dass Sie die Werkzeuge kennen und beschreiben und darüber hinaus zeigen können, wie man das Werkzeug hält und richtig verwendet.

Hinsichtlich der Gestaltung wurde eine Zeitbegrenzung von 30 Sekunden verabredet mit der Idee, dass die Zuschauer*innen möglichst schnell an die gewünschten Informationen kommen. Ebenso war auf eine neutrale, gut verständliche, nicht zu schnelle Aussprache und eine ruhige Kameraführung zu achten.

Die Schüler*innen waren sofort Feuer und Flamme für das Projekt. Sie suchten sich Werkzeuge aus und recherchierten im Internet Anwendungsmöglichkeiten und -beispiele, die Verwendung mit verschiedenen Materialien und Besonderheiten des jeweiligen Werkzeugs. Die Recherche stellte sich als eher herausfordernd dar. Es ist für die Schüler*innen anspruchsvoll, aus der Fülle des Internets die richtigen Informationen herauszufiltern. Sie brauchten ein bis zwei Lektionen, um sinnvolle Informationen zu finden und sie für sie nützlich aufzuschreiben. Ich habe ihnen eine A4-Seite mit folgenden Kategorien als Hilfe gegeben:

- Name des Werkzeuges?
- Wofür braucht man das?
- Wie halte ich es richtig?
- Mit welchem Material nutze ich es?
- Wie genau benutze ich es?
- Was gibt es sonst noch Wichtiges zu beachten?

Als die Recherche abgeschlossen war, schrieben sie mit Hilfe des ausgefüllten Blattes zwei Drehbücher: ein Drehbuch für die Erstellung des Films und eines für die spätere Vertonung durch eine*n Sprecher*in. Auch hier erkannte ich, dass es für Viertklässler sehr anspruchsvoll ist, einen Ablauf so genau zu beschreiben, dass es für eine andere Gruppe möglich ist, dem Drehbuch zu folgen.

Nach der ganzen schriftlichen Arbeit mit Recherche und Drehbuchschreiben durften die Schüler*innen dann ans Filmen gehen. In unserem «Filmstudio» im MakerSpace wählten wir den weißen Hintergrund mit einer authentischen Werkbank davor, damit die Schüler*innen dort ihr Material und das Werkzeug deponieren konnten. Später weiteten wir das «Studio» etwas aus. Ich beschloss, dass man auch vor der weißen Flipchart-Wand filmen darf. Nur ein Filmset ist für zehn Gruppen zu je zwei Kinder definitiv zu wenig.

Schnell wurde klar, dass es mehrere Aufnahmen brauchte. Die Schüler*innen waren sehr erstaunt, wie lange es dauerte, bis man die idealen Ausschnitte aufgenommen hatte. Immer wieder waren sie unzufrieden mit der Distanz, dem Gesprochenen oder der Aufnahmequalität (verwackelt, etc.). Sie übten gegenseitig Kritik, ordneten diese dann neu ein und änderten den Ausschnitt oder Ähnliches.

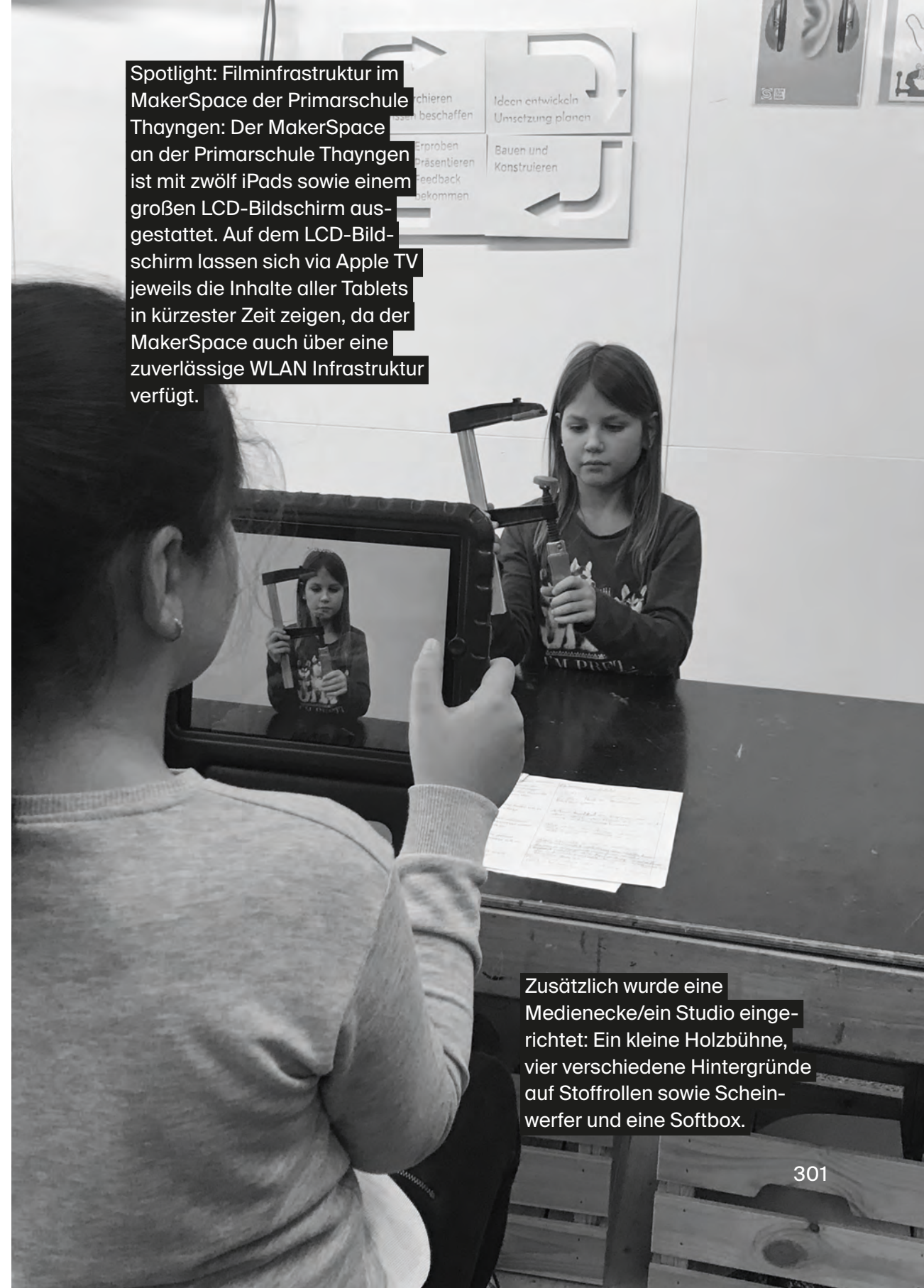
Nach dem Filmschneiden mussten die Kinder ihr Sprecher-Drehbuch überprüfen und ergänzen. Je nach Arrangement – es wurde sowohl in der Halb- als auch in der Ganzklasse gearbeitet – konnten sie ihr eigenes oder ein anderes Video vertonen. Da die eine Halbklass mit der Videoproduktion etwas schneller war als die andere, reichte teilweise die Zeit nicht, um ihr eigenes Video zu vertonen, da nur ein «Tonstudio», also der Gruppenraum, zur Verfügung stand.

Ich habe die Filme auf einen Youtube-Kanal (nicht gelistet) gestellt und die QR-Codes erstellt. Als die Schüler*innen sahen, dass sie mit dem Code auf ihr Video kommen, waren sie unglaublich stolz.

Aus meiner Sicht ist das Projekt anspruchsvoll, aber es lohnt sich, da sich die Kinder sowohl vertieft mit dem Medium Film auseinandersetzen als auch einen neuen, eigenen Zugang zum MakerSpace erhalten. Sie tragen mit ihren Filmen einen Teil zur (Weiter-)Entwicklung des MakerSpace bei. Materialtechnisch ist der Aufwand nicht sehr groß: Ein iPad pro Gruppe ist ausreichend. Der zeitliche Aufwand hingegen ist jedoch nicht zu unterschätzen.

Spotlight: Filminfrastruktur im MakerSpace der Primarschule Thayngen: Der MakerSpace an der Primarschule Thayngen ist mit zwölf iPads sowie einem großen LCD-Bildschirm ausgestattet. Auf dem LCD-Bildschirm lassen sich via Apple TV jeweils die Inhalte aller Tablets in kürzester Zeit zeigen, da der MakerSpace auch über eine zuverlässige WLAN Infrastruktur verfügt.

Zusätzlich wurde eine Medienecke/ein Studio eingerichtet: Ein kleine Holzbühne, vier verschiedene Hintergründe auf Stoffrollen sowie Scheinwerfer und eine Softbox.





Wir haben ein ganzes Quartal an den Filmen gearbeitet. Nebst dem technischen Knowhow haben die Schüler*innen ihre Recherche-, Schreib- sowie allgemeinen Sprachkompetenzen kontextgebunden erweitert.

Ich werde nun bei den Sechstklässlern beobachten, ob und wie sie diese Wand verwenden. Die Erstklässler haben die Wand in der Begabtenförderung bereits kennengelernt und als Motivation zur Benutzung der Werkzeuge empfunden.

3 FAZIT

In den letzten Jahren ist der Einsatz audiovisueller Medien in der Schule, nicht zuletzt aufgrund einer immer flächendeckenderen Netzwerkinfrastruktur zugänglicher geworden. Es ist heute einfacher denn je, sich bewegte Bilder im MakerSpace-Kontext zunutze zu machen. Es braucht seitens der Lehrpersonen nur ein wenig Mut und filmpädagogische Basics, um mit den Schüler*innen gemeinsam einfache, erste Schritte mit dem neuen Medium zu unternehmen. Filmaufnahmen eignen sich hervorragend zur Dokumentation und Präsentation der Maker-Projekte, daneben ist es auch in vielen anderen Schulbereichen die perfekte Ergänzung zu klassischen Methoden: So können im Sport beispielsweise eine eigene Bewegungssequenz analysiert oder im Mathematik-Unterricht Erklärungen zu komplexen Satzaufgaben schrittweise auf Film gebannt werden. Die Szenarien sind beinahe endlos. Die Reise beginnt mit dem Drücken des Aufnahmeknopfs.

LITERATUR

- Child, Ben (2016). Werner Herzog offers two-week 'hit and run' online film-making courses. In: The Guardian, 19. Mai 2016. <https://www.theguardian.com/film/2016/may/19/werner-herzog-film-making-online-masterclass> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Maurer, Björn (2010). Subjektorientierte Filmbildung in der Hauptschule. Theoretische Grundlegung und pädagogische Konzepte für die Unterrichtspraxis. München: kopaed.
- Müller, Ines (2012). Filmbildung in der Schule: Ein filmdidaktisches Konzept für den Unterricht und die Lehrerbildung. München: kopaed.
- Spielmann, Raphael (2011). Filmbildung! Traditionen – Modelle – Perspektiven. München: kopaed.
- Schwan, Ben (2018): iPhone-Thriller von Starregisseur Steven Soderbergh startet auf Berlinale. In: <https://www.heise.de/mac-and-i/meldung/iPhone-Thriller-von-Starregisseur-Steven-Soderbergh-startet-auf-Berlinale-3975783.html> [letzter Zugriff: Mai 2019].

MATERIAL – MODUL – KREATIVITÄT

Freies Spiel statt
fertiger Anleitungen

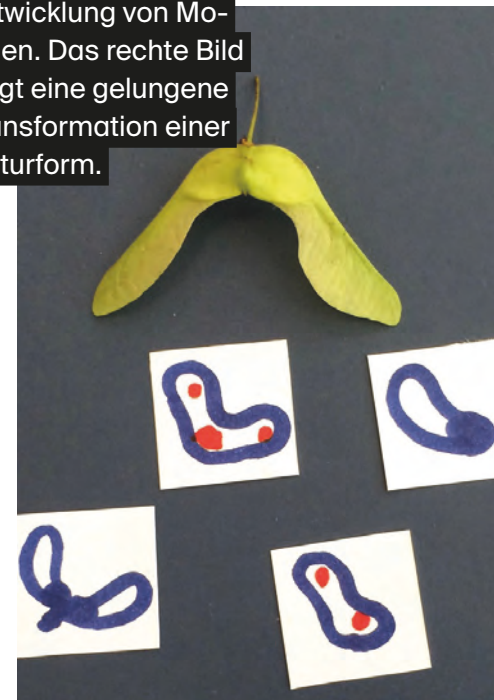
Michael Winter

MATERIAL - MODUL - KREATIVITÄT

Dieses Workshopformat ist ein Beispiel für einen Kreativprozess, der mit einer Schulklasse umgesetzt werden kann. Das Ziel ist es, die Ideen sprudeln zu lassen und Freude am Kreativitätsprozess zu erleben. In der Konzeption habe ich mich von den Methoden Josef Albers leiten lassen. An vielen Designschulen wird in der Grundausbildung das *absichtslose Tun* geübt. Erwachsene Menschen sollen das Spielen wieder erlernen: nicht das Spielen nach Regeln, sondern das freie Spiel. Josef Albers nannte es in seinen Kursen am Bauhaus «zweckloses spielerisches Basteln in Material» (Wick 1988, S.175). Dieses freie Spiel ermöglicht den unverstellten Blick auf das Material. Da auch viele Kinder und Jugendliche diese Art des Spiels schon verlernt haben oder dabei sind, es zu verlernen, lohnt sich die Beschäftigung mit dieser Art von Spiel. Geübt wird mit einem Material oder mit wenigen ähnlichen Materialien. Durch diese Reduktion der Mittel wird die Kreativität gefördert. Fertige Anleitungen hingegen können die Kreativität ersticken, da sie das eigene Erfinden und Gestalten einschränken. Die

Reduktion kann z.B. darin bestehen, dass wir nur mit DIN A4 Papier und Büroklammern arbeiten.

Anregungen aus der Natur helfen bei der Entwicklung von Modulen. Das rechte Bild zeigt eine gelungene Transformation einer Naturform.



ABSTRACT

Kreatives schaffen und *kreatives Schaffen* mittels «absichtslosem Tun» erfährt in diesem innovativen Beitrag einer Konzeptionalisierung und wird so für Making-Aktivitäten gangbar gemacht. Dabei verfolgt der Autor die These, Kreativität ohne fertige Anleitungen, stattdessen materialinspiert zu fördern und die Lernenden schrittweise vom analogen zum digitalen Making zu begleiten. Zudem zeigt er mehrere schulfachliche Anknüpfungspunkte für diese offene Herangehensweise auf.

HINWEIS ZUM AUTOR

Michael Winter ist Designer und Tischler und arbeitet als freier Workshopleiter in den Bereichen Making, Design, Medien und Handwerk.

Die Erforschung der Materialien Papier und Pappe stehen zu Beginn. In der spielerischen Auseinandersetzung mit diesen Materialien gelingt ein sinnlicher Einstieg. Die Erforschung des Materials erfolgt durch verschiedene Bearbeitungstechniken: Rillen, falten, schneiden, reißen, perforieren, stanzen, nieten, nähen, kleben und weitere. Die ästhetisch-sinnliche Erfahrung schafft einen einzigartigen Zugang zu den Eigenschaften und dem Potenzial des Materials. Fingerfertigkeit und Motorik werden entwickelt. Fragestellungen wie zum Beispiel zur Stabilität der Objekte oder nach der Effektivität des eigenen Tuns werden nach einer Weile in den Prozess hineingetragen. Mit der fotografischen Dokumentation der eigenen Objekte wird der Blickwinkel verändert und neue Impulse für die Arbeit werden gegeben. Gemeinsame Reflexion und das Feedback aus der Gruppe geben ebenfalls Impulse.

1 ENTWICKLUNG VON MODULEN

Nach dem spielerischen Einstieg wird es Zeit, den offenen Modus zu verlassen um die bisherigen Erfahrungen zu nutzen und in einen konkreten Auftrag einfließen zu lassen. Eine gute Möglichkeit dies zu tun, bietet der Auftrag, ein Modul zu entwickeln. Ein Modul fungiert als Baustein oder Grundelement, um daraus verschiedenste Gegenstände und Skulpturen zu erschaffen. Ein gutes Modul muss diese Eigenschaften haben: es muss einfach herzustellen sein und es sollte verschiedene, am besten wieder lösbare, Verbindungsmöglichkeiten bieten. Beispiele für Module aus der Architektur (Ziegelstein), aus dem Möbeldesign (Regalsysteme) und bei Spielzeugen (Bauklötze, LEGO®) zeigen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Modulen und machen Lust auf die eigene Entwicklung eines solchen. Naturformen geben ästhetische und funktionale Anregungen für die Modulentwicklung: Blätter, Früchte, Blüten, mikroskopische Aufnahmen und so weiter bieten ein reichhaltiges Repertoire und schlagen eine Brücke zur Biologie. Übungen zur Abstraktion zeigen auf, wie eine Transformation von Naturformen hin zum Modul funktionieren können (vgl. Abb. vorherige Seite). Ein Brückenschlag zu weiteren MINT-Fächern gelingt mit geometrischen Grundformen, die ebenfalls geeignete Anregungen für Module geben, zum Beispiel die Platonischen Körper.

Eine Möglichkeit zur Gruppenarbeit bietet der gemeinsame Bau einer Skulptur aus Modulen: Viele Hände übernehmen die Produktion der Einzelteile und in enger Abstimmung untereinander entsteht ein gemeinsames Werk. Aufgabenteilung und respektvolle Kommunikation werden hierbei als wichtige Aspekte im Teamwork erfahren.

2 DIGITALE PRODUKTION

Im nächsten Schritt können computergesteuerte Maschinen eingeführt werden. Die CNC-Fräse, der Lasercutter und der Schneideplotter sind mittlerweile etablierte Maschinen in der (Klein-) Serienproduktion. Mit dem Schneideplotter haben wir im MakerSpace ein preiswertes Gerät an der Hand, um die Produktion mit diesen Maschinen zu proben. Die Bearbeitung von Papier und (dünner) Pappe mit dem Schneideplotter ist äquivalent zum Laserschneiden einer Stahlplatte. Wir können hierfür die gleiche Datei verwenden. Der praktische Nutzen von digitaler Gestaltung und Produktion wird mit dem Schneideplotter erfahrbar: Präzision, Skalierbarkeit und mühelose Produktion. An diesem Punkt werden auch die Themenfelder «Mass Customization» und «Generative Design» behandelt. Die digitale Produktion bietet ja die Möglichkeit Massenprodukte zu individualisieren, zum Beispiel in der Passform von Kleidungsstücken und Schuhen. Beim Generativen Design geht es um Formfindungsprozesse mit Hilfe von Algorithmen, also üblicherweise durch ein Computerprogramm.

3 KREATIVITÄT UND FOKUS

Nachdem auch die digitalen Möglichkeiten eingeführt wurden, kann ein virtuoser Wechsel zwischen digitalen und analogen Arbeitsschritten stattfinden. Nach meiner persönlichen Erfahrung liefert das einen enormen Kreativitätsschub für die Erzeugung von möglichst vielen Varianten des Moduls. Die Ideen sprudeln, und es ergeben sich neue Optionen. Möglicherweise liegt das am Perspektivwechsel während der Arbeit: soll zum Beispiel aus einem zweidimensionalen Material durch Schnitt- und Falttechnik ein dreidimensionales Modul oder eine dreidimensionale Skulptur entstehen, können die Arbeitsschritte sein: Handskizze des Moduls, Papierzuschnitt von Hand, Faltung, Übertragen in eine digitale Schnittpflichtlinie am Computer,



Schnitt mit dem Schneideplotter, Test des Moduls, Nacharbeiten von Hand, Verbesserung der Konstruktion am Computer, maschineller Schnitt und wieder von vorne. Die entstandenen Zwischenschritte und Varianten müssen dann bewertet und ausgewählt werden. Wenn wir auf diese Weise vorgehen, kommen wir mit Elementen des Design Thinking (vgl. die Beiträge von Schmid, Hampson/Marx, Kleeberger/Schmid in diesem Band) in Kontakt: mit dem Produzieren von möglichst vielen Ideen, mit dem Bau von Prototypen sowie dem Selektieren, Präsentieren, Feedback aus der Gruppe und Testen. Das alles findet in einem iterativen Prozess statt. Durch die Wiederholung der einzelnen Phasen kommen wir der Lösung der Aufgabenstellung Modul erstellen näher und üben außerdem das «Dran Bleiben». Diese Fokussierung kontrastiert die offene Herangehensweise aus den vorangegangenen Workshopphasen. Gegen Ende des Workshops soll jede/r Teilnehmer*in sich für ein Modul entscheiden und eine festgelegte Anzahl (zum Beispiel 20 oder 100 Stück) fertigen. Die Ausgangsmaterialien Papier und Pappe werden wahlweise als Prototyping-Material oder als nachwachsender Produkt-Rohstoff eingesetzt. Für den schulischen Kontext ist sicher die abschließende Präsentation eine geeignete Schnittstelle, da sie klassisch ergebnisorientiert ist. Das Sichtbarmachen und Reflektieren des kreativen Prozesses können aber ebenso in die Präsentation einfließen, um den Prozess reproduzierbar zu machen.

LITERATUR

Wick, Rainer (1988). Bauhaus Pädagogik. Köln: DuMont Buchverlag.

3D-DRUCK UND MAKING

Aktives und eigen-
verantwortliches
Lernen ermöglichen

Cornelia Epprecht,
Gregor Lütolf

ABSTRACT

Was passiert, wenn man einen 3D-Drucker in die Schule bringt? Die Autor*innen berichten von ihren ersten Erfahrungen mit dem 3D-Druck in der Schule und benennen dabei Hindernisse und Erfolgserlebnisse. Anhand des Pilotprojekts «GüggelTown – wir bauen unsere eigene Stadt der Zukunft» führen sie aus, welches Making-Potenzial im 3D-Druck steckt und wie es in der Schule gezielt ausgeschöpft werden kann.

HINWEIS ZU DEN AUTOR*INNEN

Cornelia Epprecht ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Pädagogischen Hochschule Bern (CH).

Gregor Lütolf ist Mitarbeiter an der Pädagogischen Hochschule Bern (CH)

3D-DRUCK UND MAKING

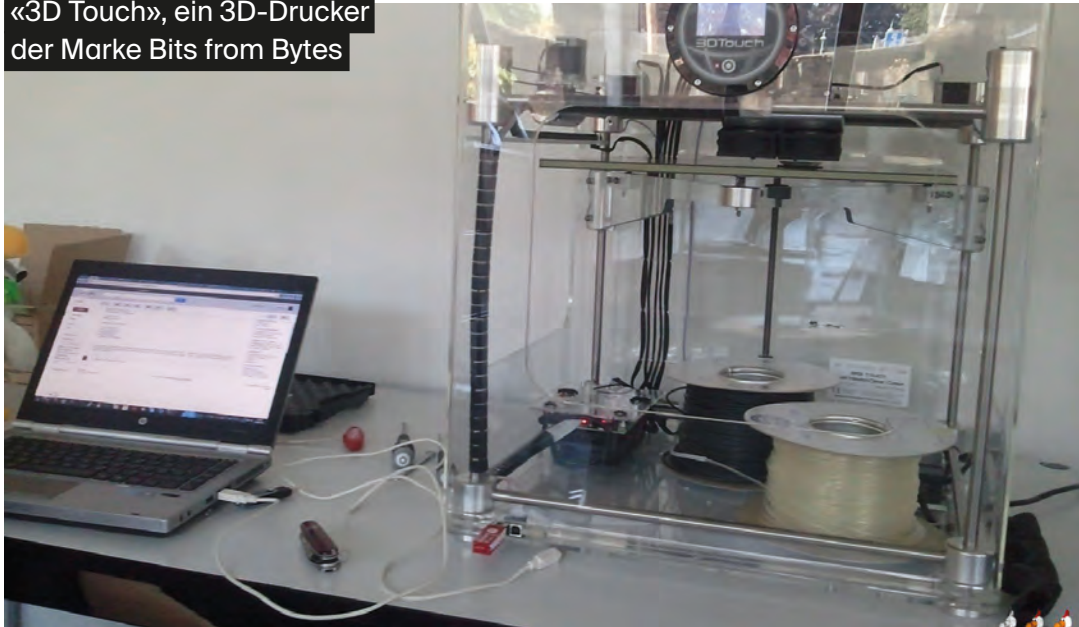
Durch interne Reorganisation im Bereich der Informatik und des pädagogischen Supports für Schulen entstand Mitte 2011 an der Pädagogischen Hochschule Bern kreativer Freiraum. Dieser Freiraum ermöglichte es, sich schulpraxisbezogenen Fragen aus einem Fellowship-Programm für Lehrpersonen zu widmen. So stand am Anfang unser Maker-Bemühungen die konkrete Frage: *Was passiert, wenn man einen 3D-Drucker in die Schule bringt?* Um dieser Frage gänzlich ohne Vorkenntnisse nachzugehen, nutzten wir die Gelegenheit, uns die Technologie des 3D-Druckens live bei einem Kollegen zuhause anzusehen und zu erleben. Nachdem wir uns von der Faszination dieser Technologie haben anstecken lassen, eröffneten wir den Blog <https://3drucken.ch> als unser öffentliches Arbeitsjournal, um den Verlauf der Entwicklung zu einem späteren Zeitpunkt noch nachvollziehen zu können. Diese Art des Dokumentierens ermöglichte es auch anderen unsere Arbeit mitzuverfolgen. Weiter erlaubte die Veröffentlichung unserer Modelle via <https://thingiverse.com> zudem ein Nachmachen und Verändern derjenigen Objekte, welche wir auf unserem Blog beschrieben haben. Zu Beginn dachten wir nicht, dass dies ein solches Echo auslösen würde. Doch unsere Arbeit stieß auf ein derart großes Interesse und so wurden wir zu internationalen Veranstaltungen eingeladen, um Hauptreferate über unsere gemachte Erfahrung zu halten, oder um in Workshops mitzuhelfen.

1 UNSERE ERSTEN (DRUCK)ERFAHRUNGEN

Zunächst haben wir verschiedene Druckermodelle evaluiert. Bei der Wahl, ob wir ein fertiges Gerät oder einen Bausatz kaufen wollen, entschieden wir uns für das fertige Gerät. Dies, um zunächst Erfahrungen mit dem Drucken als solches machen zu können. Erst zu einem späteren Zeitpunkt wollten wir uns der Technologie im Detail annehmen. Mit einem Gerät der Marke *Bits from Bytes* für ca. 5000.- CHF haben wir begonnen und erste technische Erfahrungen gesammelt sowie die Vorbereitung für unser erstes Schulprojekt *GüggelTown – Wir bauen unsere eigene Stadt der Zukunft* begonnen. Im Rahmen dieses Pilotprojekts (August 2012 bis Januar 2013) haben die Schüler*innen der 8./9. Klasse in unserem Wahlkurs *Geometrisch-technisches Zeichnen* während zwei Wochenlektionen à 45 min ein eigenes Ge-

bäude entworfen und ausgedruckt. Das Projekt erhielt seinen Namen durch die Kombination des Namens unseres Maskottchens (dem *Gügge*) mit dem Wort *Town*.

«3D Touch», ein 3D-Drucker der Marke Bits from Bytes



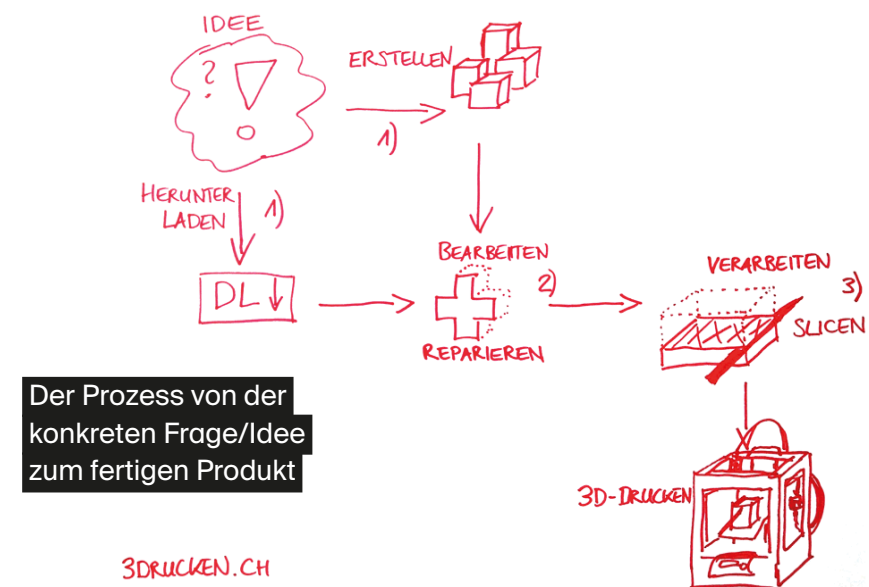
Während der praktischen Vorbereitungen zu *GüggeTown* sind diverse Zweifel über den flexiblen Einsatz des verwendeten 3D-Druckers in der Schule aufgetaucht:

- Der Drucker war mit seinen 30 kg zu schwer und seine Bauform zu groß für einen mobilen Einsatz.
- Die in der Schule zur Auswahl stehenden Räume wiesen keine Möglichkeit der Zutrittsbeschränkung auf.
- Der zur Verfügung stehende Platz war zu knapp, um einen solch großen Drucker während eines ganzen Semesters dauerhaft aufzustellen.
- Technische Mängel des Gerätes erschwerten massiv ein selbständiges Arbeiten der Schüler*innen direkt am Gerät. Insbesondere die Ausrichtung des Drucktisches, wie auch die Materialzuführung waren zu anfällig für Anfänger.

Durch den Austausch über die Community erhielten wir Beispielobjekte, welche auf einem *Ultimaker Original* 3D-Drucker ausgedruckt wurden. Die Qualität der Druckmodelle, im Vergleich zu unseren eigenen Objekten, hat uns derart überzeugt, dass wir unseren Drucker verkauften und uns dafür für rund CHF 1800.- einen Bausatz des *Ultimaker Original* bestellten. Etwa einen Monat vor dem Start des Schulprojekts traf der Bausatz dann bei uns in Bern ein. Im Büro begannen wir sofort mit dem Zusammenbau nach der damals in Wiki-Form online verfügbaren Anleitung. Mit tatkräftiger Unterstützung aus der Community gelang es uns, den Drucker in drei Tagen zu montieren und in Betrieb zu nehmen.

2 PROJEKT GÜGGELTOWN EINSTIEG

Als Einstieg entwarf jede*r Schüler*in mit der einfachen Webanwendung <https://tinkercad.com> einen eigenen Avatar. Dieser wurde anschließend exportiert, für den 3D-Druck verarbeitet (Slicing), und mit dem 3D-Drucker in unserer Begleitung selber ausgedruckt. Für die Einführung war es uns wichtig, dass wir den Ablauf beim Erstellen eines 3D-Drucks mit einer Grafik sichtbar machen konnten. Anhand der untenstehenden Darstellung sind wir dann während der Einführungsveranstaltung mit den Schüler*innen die eigentliche Aufgabe praktisch Punkt für Punkt durchgegangen.



KREATIVER LERNPROZESS BEIM 3D-DRUCKEN

Die Aufgabe im Schulprojekt *GüggelTown* für die Schüler*innen war ein futuristisches Gebäude aus ihrer Fantasie zunächst auf Papier zu entwerfen, dies danach mittels Sketchup oder Tinkercad als 3D-Modell zu erstellen, anschließend zu exportieren, und schlussendlich nach dem Verarbeiten für den Druck, auf dem Ultimaker Original auszudrucken. Das Erlernen von Sketchup benötigte dabei ca. 3–4 Doppelstunden. Das Erlernen von Tinkercad war im Gegenzug jedoch wegen der spielerischen Art der Software, in einer Doppelstunde möglich. Zur Planung der Modellhäuser haben wir einen Stadtplan im Format A1 erstellt, auf welchem sich für jede Schülerin und jeden Schüler sowie auch für jede von uns beiden Lehrpersonen eine Parzelle befand. Auf dieser Parzelle musste das jeweilige Gebäude dann zum Schluss zu stehen kommen. Die Gebäude durften diese vorher verteilten Parzellen nicht überragen, und mussten mit maximal 600 cm^3 Volumen auskommen. Diese Beschränkung auf 600 cm^3 stellte gleichzeitig, wenn auch etwas ungeplant, eine sehr praktische Aufgabe zur Berechnung des Volumens von Festkörpern dar. So konnten die Schüler*innen ihr theoretisches Wissen aus der Geometrie praktisch anwenden.

MOTIVATION UND BEGEISTERUNG

«Ich würde diesen Kurs allen weiterempfehlen, die Freude haben, Modelle am PC zu zeichnen und die später mal einen Beruf in diese Richtung erlernen möchten.» (Originalton eines Schülers)

Das Projekt wurde jeweils im Rahmen des Wahlfachs *Geometrisches Technisches Zeichnen* durchgeführt. Das Zeitfenster der Doppelstunde am Freitagnachmittag schien eine echte Herausforderung zu werden, da aus Erfahrung dieser Termin bei den Schüler*innen beliebt fürs ab und zu Fernbleiben war. Während unseres Projekts beobachteten wir und die Klassenlehrpersonen jedoch den genau gegenteiligen Effekt: So fragten die Schüler*innen selbst bei außerschulischen Exkursionen, welche

am Freitag stattfanden, ob man denn auch ja rechtzeitig zum Beginn des *GüggelTown* Unterrichts wieder zurück in der Schule sei.

Das Projekt löste einen enormen Schub in der Motivation der Schüler*innen aus: Die Skizzenhefte wurden mit nach Hause genommen, um darin neue und weitere Entwürfe machen zu können.

«Meine Erwartungen wurden deutlich erfüllt. Der 3D-Drucker und das Gestalten eines selbst ausgewählten Modells war sehr spannend.» (Originalton einer Schülerin)

Schüler*innen bei der Konstruktion von 3D-Hausmodellen (Foto: Manuel Meister)



GüggelTown komplett

ABSCHLUSS UND PRÄSENTATION

«Am Anfang habe ich gedacht, dass man auf Papier zeichnet. Aber danach haben wir auf TinkerCad und SketchUp gezeichnet und das war geil.» (Originalton eines Schülers)

Es herrschte eine solche Begeisterung und effiziente Arbeitsweise, dass alle Schüler*innen ein tolles Gebäude nach ihren ganz eigenen Möglichkeiten erstellt haben, und dieses danach stolz auf dem Stadtplan von GuggelTown platzieren konnten. Aus dem großen Engagement der Schüler*innen entstand dann die Idee, zum Abschluss des Projekts einen öffentlichen Anlass für Bekannte und Verwandte zu machen. Ebenfalls war es ihr Vorschlag, dass sie selber an verschiedenen Posten die einzelnen Arbeitsschritte den Besucherinnen und Besuchern zeigen, erklären und erläutern wollten.

Zudem erschien die Lokalpresse und ein Architekt aus der Region hielt zu Beginn einen kurzen Vortrag über die Wichtigkeit von zugänglichen 3D-Darstellungen im Vergleich zu klassischen 2D Plänen.

3 WEITERE AKTIVITÄTEN

REFERATE UND WORKSHOPS

Nach diesem Erfolg wurden wir zu verschiedenen internationalen Events eingeladen, um über unsere Erfahrung mit dem 3D-Druck in der Schule zu berichten. Diese Veranstaltungen, wie auch Social Media, brachten uns die Vernetzung und den Austausch, mit Hilfe dessen wir unser Angebot weiter entwickeln konnten. Um die Präsentationen der Referate zu ergänzen, erstellten wir zwei Artikel zu unseren bisherigen Erfahrungen (vgl. Lütolf/Meister 2013, vgl. Lütolf 2013), welche ebenfalls frei veröffentlicht wurden. Eine weitere Vernetzung fand mit Hilfe verschiedener FabLabs statt, welche als Treffpunkt für interessierte Maker*innen fungieren.

PROJEKTE AN SCHULEN

Es folgten weitere Projekte mit dem 3D-Druck in verschiedenen Schulen: Entweder durch unsere direkte, aktive Mitarbeit, oder durch Beratung bei der Konzeption oder auch durch Ausleihe unserer 3D-Drucker mit den dazugehörigen Unterrichtsmaterialien und Anleitungen, dem IdeenSet, kombiniert mit einem Kursangebot via Weiterbildung und diversen Inputs in CAS-Kursen (Certificate of Advanced Studies). Dazu haben wir unterschied-

liche Weiterbildungsteams geschult und Beratungen via E-Mail oder Skype durchgeführt. In Schulprojekten stellten wir die technische Wartung unserer 3D-Drucker für ein paar Wochen bis Monate vor Ort sicher, schulten sowohl Lehrpersonen, wie auch Peer-Tutor*innen.

GRENZEN AUSLOTEN

Wir selber vertieften uns fachlich im Bereich 3D-Drucken weiter und experimentierten mit den Grenzen der Technologie und mit neuen Druckermotoren, welche versprachen, zuverlässiger, einfacher in der Handhabung sowie nachhaltiger zu sein. Um diese Eigenschaften zu testen, und um unsere Kompetenzen im Bereich Konstruktion und Herstellung von 3D-Objekten weiter zu trainieren, haben wir größere, mehrteilige Modelle wie einen 1.9 m hohen Eiffelturm oder ein großes Relief des Kantons Bern im Maßstab 1:25'000 hergestellt. Da wir durch diese Arbeiten an die Grenzen der Geräte gestoßen sind, haben wir für die Druckerhersteller Prototypen von Neuerungen vorab an unseren Geräten testen können. Wir haben so mehrere Tausend Druckstunden an Erfahrung beigesteuert.

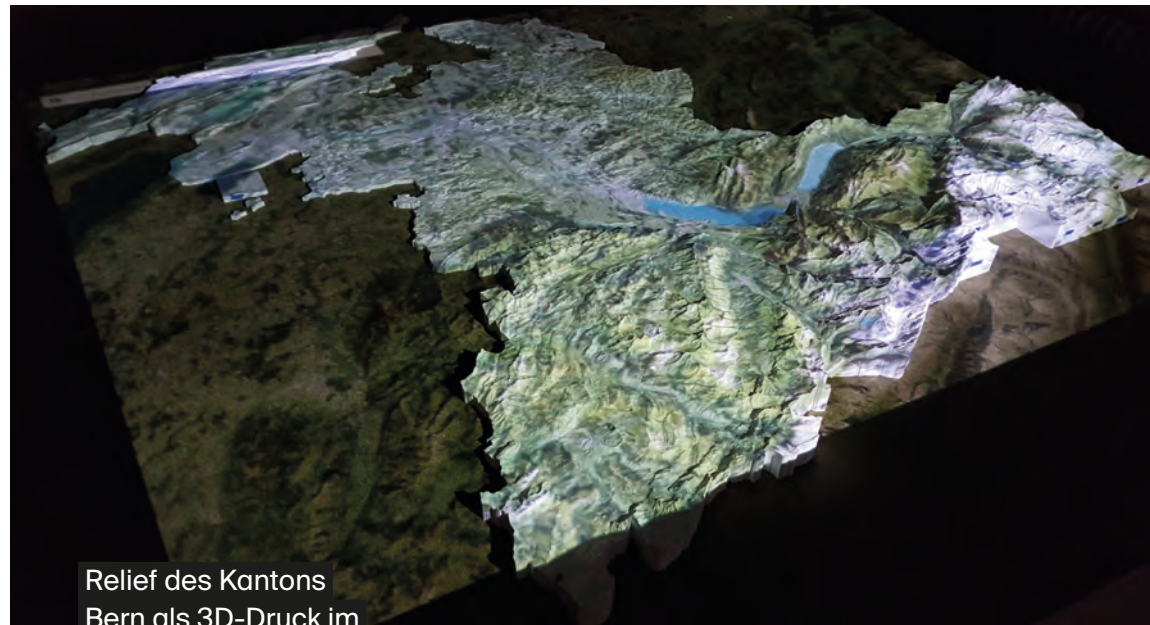


Schüler*innen als
Peer-Tutor*innen

VOM REINEN 3D-DRUCKEN ZUM MAKING

Inspiziert und motiviert von unserer Vorarbeit begannen 2013 weitere Mitarbeiter (wieder), mit alten Ideen und neuen, anderen Techniken zu experimentieren. So wurden Microcontroller wie zum Beispiel Arduino und Raspberry Pi, oder auch Schneideplotter und VR-Themen erprobt und Schulprojekte durchgeführt.

An Maker Faires in Zürich, Triest und Rom stellten wir dem interessierten Publikum unsere Werke als Aussteller und Referenten vor. An der Maker Faire in Rom 2015 an drei Tagen über 100'000 Besuchern, an der Mini Maker Faire Trieste 2017 gleich mit vier Leuten an einem großen Stand, und an der Mini Maker Faire Zürich 2018 das komplette Relief des Kantons Bern 4.5 x 5 m.



Relief des Kantons
Bern als 3D-Druck im
Maßstab 1:25'000



Kompletter Stand
an der Mini Maker
Faire Trieste 2016

4 LAUFENDE WEITERENTWICKLUNG

DIGITALE UND ANALOGE UNTERRICHTSMATERIALIEN

In der Folge entstanden durch unsere Erfahrung digitale und analoge Unterrichtsmaterialien, welche seither mit großem Erfolg durch die Mediothek verliehen werden oder zum freien Download zur Verfügung stehen:

Medien- & Materialkisten sind in der Mediothek der PHBern ausleihbare Objekt- und Materialboxen mit Anschauungsmaterialien oder Mediensammlungen zu verschiedenen Unterrichtsthemen. Die Medien und Objekte zum Anfassen wollen in Ergänzung zu den Lehrmitteln einen Beitrag leisten zur Förderung des aktiven Lernens in unterschiedlichen Fächern (www.phbern.ch/medien-materialkisten).

IdeenSets sind von Fachpersonen kuratierte Sammlungen von primär offenen und online verfügbaren Lehr- und Lernmaterialien (OER) zu einem ausgewählten Unterrichtsthema. Ein didaktischer Kommentar liefert praxisbezogene Hinweise dazu, wie die unterschiedlichen Materialien im Unterricht eingesetzt werden können. IdeenSets basieren auf dem Lehrplan 21 und werden regelmäßig überarbeitet und aktualisiert (www.phbern.ch/ideensets).

WEITERBILDUNGSANGEBOTE UND DIENSTLEISTUNGEN

Bildungsmedien unterwegs: Making-Aktivitäten ist ein Hol-Angebot der PHBern, welches als Input an einem Kollegiumstag, als Weiterbildung direkt in der Schule oder als Teil einer Stufenkonferenz abgerufen werden kann.

Individueller Support und Beratungen zum selbständigen Einsatz aller unserer Materialien in der Schulpraxis.

BIBLIOTHEKEN ALS DRITTER ORT

Um unser Angebot im Bereich Making Aktivitäten weiter auszubauen und für Schulen sowie Bibliotheken nutzbar zu machen, haben wir verschiedene Veranstaltungsanlässe initialisiert.

So wurde die MakerKids im Rahmen des Berner Ferienpasses «Fäger» mit Kindern im Alter von 10 bis 14 Jahren zwei Mal, in den Jahren 2016 und 2017, in der Mediothek IWM durchgeführt. Außerdem haben wir mit interessierten Bibliotheken diverse MakerSpaces lanciert mit dem Ziel, beim Aufbau eines solchen Angebots zu unterstützen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen fließen nun in maßgeschneiderte Kurse für Bibliotheken ein. Diese Kurse sollen Bibliotheken befähigen, ihre eigene Making-Veranstaltung zu entwickeln und sich so als «dritter Ort» (Barth 2014) zu etablieren.

UNSER BEITRAG AN DIE COMMUNITY

Komplettiert wurde unser Engagement durch Workshops zum Aufbau des Themas 3D-Drucken in MakerSpaces im In- und Ausland. Dies als Teil unseres Beitrags zurück an die Community, denn durch Geben und Nehmen entwickeln wir uns gemeinsam weiter. Wir sind überzeugt, dass Lernen im konstruktivistischen Verständnis (vgl. Papert/Harel 1991) ein großes Potential birgt, welches wir selber bei der Erarbeitung des Themas 3D-Drucken erleben durften, angefangen beim Projekt GuggelTown bis hin zu unserem heutigen Angebot.

LITERATUR

- Barth, Robert (2014). Die Bibliothek als Dritter Ort. <https://www.bibliobe.ch/de/Fachbeiträge/Die-Bibliothek-als-Ort/Die-Bibliothek-als-Dritter-Ort.aspx> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Lütolf, Gregor / Meister, Kurt (2013). 3D-Drucken in der Schule. https://datei.ch/3D_Drucken_in_der_Schule_Auflage_1.pdf [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Lütolf, Gregor (2013). Using 3D Printers at School: The Experience of 3dru-cken.ch. In: Open Book on Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development. S.149–158. <http://sdu.ictp.it/3D/book.html> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Papert, Seymour / Harel, Idit (1991). Situating Constructionism, In: Papert, Seymour / Harel, Idit (Hrsg.). Constructionism, Nordwood, N.J., USA: Ablex Publishing. <http://www.papert.org/articles/Situating-Constructionism.html> [letzter Zugriff: Mai 2019].

AUSBLICK

MAKING UND KÜNST- LICHE INTELLIGENZ

Digitale Lernbeglei-
tung für schulische
Making-Prozesse

Björn Maurer,
Samuel Portmann

ABSTRACT

Eine große Herausforderung im schulischen Making ist die Betreuung individueller Schüler*innen-Projekte. Insbesondere bei anspruchsvollen Materialien, ausgefallenen Ideen und großen Lerngruppen stoßen Lehrpersonen an Kapazitäts- und Kompetenzgrenzen. Moderne Technologien, basierend auf künstlicher Intelligenz (KI), könnten Lehrpersonen künftig bei ihrer Unterrichtstätigkeit unterstützen. Die Autoren zeigen in ihrem Beitrag auf, wo Unterstützungsbedarf bei Entwicklungs- und Lernprozessen im MakerSpace besteht und wie ein digitaler Lernbegleiter auf der Grundlage von KI eingesetzt werden könnte. Dabei werden auch kritische Aspekte dieser Innovation beleuchtet.

HINWEIS ZU DEN AUTOREN

Björn Maurer ist Erziehungswissenschaftler und Dozent für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

Samuel Portmann ist Mitbegründer des edTech Startups Taskbase in Zürich (CH).

MAKING UND KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Making-Aktivitäten in der Schule sind offen, vielfältig und je nach Projekt komplex. In verschiedenen Sozialformen werden individuelle Produkte entwickelt und technische, gestalterische oder soziale Herausforderungen unter Anleitung oder durch exploratives Probieren bewältigt. Im Forschungsprojekt «MakerSpace: Raum für Kreativität» (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) konnte gezeigt werden, dass Primarschüler*innen der Unter- und Mittelstufe vielfältige eigene Ideen haben und eine hohe Eigenmotivation entwickeln, aus diesen Ideen Produkte zu designen. Solange sich die Making-Aktivitäten auf Paper-Prototyping und auf die Verwendung einfacher Materialien wie beispielsweise Pappe, Hartschaum, Holzstäbe und Klebeband beschränken, trauen sich viele Schüler*innen, auch ausgefallene Lösungen zu entwickeln und selbstständig kreative Prototypen zu bauen.

Da schulisches Making auf einen schuljahresübergreifenden Zyklus und damit auf Kontinuität ausgerichtet ist, werden die Schüler*innen für ihre Projekte zunehmend auf anspruchsvollere und schwierig zu bearbeitende Materialien wie Holz, Metall, elektronische Elemente oder digitale Werkstoffe zurückgreifen. Diesbezüglich fehlen jedoch oftmals die nötigen Vorkenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit Materialien, Werkzeugen und Maschinen. Für die Realisierung ihrer Ideen sind sie auf Unterstützung angewiesen und fordern diese auch von Lehrpersonen ein.

Bei gleichzeitiger Betreuung unterschiedlicher Projekte sind die Kapazitäts- und Kompetenzgrenzen einer Lehrperson im schulischen MakerSpace schnell erreicht. Wie Murphy (2019) zeigt, können moderne KI-getriebene Technologien – KI steht hier für künstliche Intelligenz – die Lehrpersonen bei ihrer Unterrichtstätigkeit unterstützen. In den Schulfächern Mathematik oder Deutsch werden KI-Systeme bereits erfolgreich eingesetzt, um zum Beispiel Aufgaben automatisch zu korrigieren, didaktisches Feedback zu geben oder geeignete Lerninhalte zu kuratieren. KI-getriebene Technologien eignen sich prinzipiell aber auch für die Unterstützung von offenen, explorativen Lernprozessen, wie sie für den pädagogischen Making-Ansatz typisch sind. Nachfolgend wird skizziert, wie ein KI-unterstütztes Lehrmittel für Making-Prozesse aussehen könnte und wie es als adaptive digitale Lernbegleitung Schüler*innen und Lehrpersonen bei der Umset-

zung von Projekten unterstützen kann. Am Ende werden Herausforderungen und Gefahren im Umgang mit KI-getriebenen Systemen diskutiert.

1 MAKING BRAUCHT KONTINUIERLICHE BEGLEITUNG

Making zielt auf die intrinsisch motivierte Aneignung von Kompetenzen ab. Die Schüler*innen eignen sich bestimmte Fertigkeiten an, weil sie diese für die Umsetzung ihres eigenen Produkts benötigen. Die unmittelbare Anwendung des Gelernten am eigenen Projekt steht dabei im Vordergrund. Da sich die Projekte der Schüler*innen und damit auch die erforderlichen Kompetenzen unterscheiden, ist die systematische Vermittlung von Theoriewissen im Plenum eher die Ausnahme. Das bedeutet auf der anderen Seite, dass sowohl Lehrpersonen als auch Lernende Wissens- und Kompetenztransfer auf unterschiedlichen Ebenen organisieren müssen. In offenen Lernumgebungen hat sich diesbezüglich die didaktische Methode des «Cognitive Apprenticeship» bewährt (Collins/Kapur 2015). Die Lehrperson oder ein*e erfahrene*r Schüler*in übernimmt dabei die Rolle der Expertin/des Experten und führt den Lernenden schrittweise in die zu erlernende Praxis ein. Sie zeigt Tätigkeiten wie zum Beispiel das Löten vor (1. Modelling) und richtet die Aufmerksamkeit der Lernenden auf relevante Aspekte (Temperatureinstellung, Verwendung des geeigneten Lötzinns, 2. Coaching). Sie gibt in heiklen Situationen gezielt Hilfestellungen (Hitzeschäden an Platinen vermeiden, 3. Scaffolding) und fährt bei zunehmender Sicherheit des/der Lernenden schrittweise die Unterstützung zurück (stichprobenhafte Überprüfung der Lötverbindungen und geeignetes Feedback, 4. Fading). Ziel dieser Art des situierten Lernens ist der Transfer des Gelernten auf andere, verwandte Anwendungskontexte durch 5. Reflexion und 6. Exploration der gewonnenen Erfahrung (vgl. Bendorf 2016). Wichtige und zur Cognitive Apprenticeship gehörende Lehr- Lernformen sind «Peer-Education» (Kästner 2003) und der Ansatz «Lernen durch Lehren» (LdL) (Kelchner/Martin 1998). Wenn einzelne Schüler*innen in ihrem Design-Prozess bereits gelernt haben, wie man lötet, vermitteln sie ihr neu erworbenes Wissen bei Bedarf an andere weiter.

Der Cognitive-Apprenticeship-Ansatz hat jedoch zwei entscheidende Nachteile. Zum einen stößt die Lehrperson bei großen Lerngruppen schnell an Kapazitätsgrenzen, wenn sie Einzelprojekte kontinuierlich be-

gleitet. Zum anderen läuft die Methode Gefahr, die Selbstständigkeit der Schüler*innen einzuschränken und eben nicht wie vorgesehen die Unterstützungsstrukturen im Sinne des Fadings zurückzufahren. Ein reales Beispiel aus dem zuvor genannten Forschungsprojekt (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) soll diese Problematik verdeutlichen: Zwei Schüler*innen möchten gemeinsam einen Kaugummiautomaten bauen. Die beiden haben bereits das Gehäuse, «die äußere Hülle», entwickelt, gestaltet und farbig bemalt. Sie wollen erreichen, dass ein Kaugummi ausgegeben wird, wenn man auf einen Knopf drückt. Wie der «innere», mechanische oder elektronische Zusammenhang zwischen Knopfdruck und Ausschüttung technisch gelöst werden soll, haben sie sich noch nicht überlegt. Das Vorwissen der Schüler*innen bezüglich Mechanik und/oder Elektrotechnik reicht für eine erfolgreiche Umsetzung im Learning-by-Doing-Verfahren nicht aus. Der Hinweis der Lehrperson, im Internet zu recherchieren, ob es zu diesem Problem bereits technische Lösungen gibt, führt die Schüler*innen nicht weiter. Der Prozess gerät ins Stocken und die Schüler*innen beschäftigen sich mit anderen Dingen.

Aus der Perspektive einer konstruktivistisch und konstruktionistisch inspirierten Maker-Didaktik muss die Lehrperson nun eine anspruchsvolle «Gratwanderung» zwischen Instruktion, Modellbildung und der Schaffung von Denkräumen für die Schüler*innen bewältigen (vgl. Reich 2012). Ohne die Lösung selbst zu präsentieren, gilt es, die Schüler*innen im kommunikativen Austausch zu lösungsorientiertem Denken anzuregen – beispielsweise mithilfe von situativ angefertigten Skizzen, Adhoc-Modellen und Prototypen. Wenn die Zeitressourcen knapp sind und die Frustration der Schüler*innen groß ist, besteht die Gefahr, dass die Schüler*innen im entscheidenden Problemlöseprozess (technische Funktion) ihre Autonomie verlieren, die Verantwortung für die Produktentwicklung an die Lehrperson abgeben und in die Rolle von bloßen «Zuarbeiter*innen» fallen. Dann nämlich übernimmt die Lehrperson die Initiative und liefert die Lösung selbst.

An dieser Stelle könnte ein adaptives, KI-getriebenes digitales Lehrmittel die Lehrperson entlasten. Es fördert das eigenverantwortliche Handeln der Schüler*innen und damit auch deren Autonomie. Zudem bietet es die nötige Struktur für selbstorganisiertes Lernen in offenen Lernumgebungen. Im Unterschied zu einem klassischen Lehrmittel, das Wissen systematisch bzw. deduktiv aufbaut und Handlungsweisen als eindeutige Schritt-

abfolge vermittelt, kann sich ein adaptives Lehrmittel auf die individuellen Lernbedürfnisse und Dispositionen der Schüler*innen einstellen. Es kann die Lernenden im Prozess induktiv da «abholen», wo sie sich gerade befinden und sie auf den für sie wichtigen nächsten Schritt im Making-Prozess vorbereiten und begleiten, ohne dabei die Kontrolle über das von den Lernenden gewählte Projekt zu übernehmen.

2 INNOVATIONEN IN DER DIGITALEN LERNBEGLEITUNG DURCH KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

Die technologischen Entwicklungen im Bereich der künstlichen Intelligenz werden bereits seit einigen Jahren erfolgreich für die individuelle, adaptive Lernbegleitung eingesetzt (vgl. Escueta et al. 2017). Es ist heute möglich, auch die Arbeit an offenen Problemstellungen mit adaptiven digitalen Lernumgebungen zu unterstützen. Damit bieten sich neue Möglichkeiten, die Autonomie der Schüler*innen zu erhalten und gleichzeitig individuelles Feedback zu Problemstellungen und -lösungen zu bekommen.

Für die Entwicklung KI-getriebener Technologien bietet es sich im Allgemeinen an, in einer ersten Stufe eine einfache Version umzusetzen. In einer zweiten Stufe wird die Version dann – durch das Vermögen der KI selbstständig zu lernen – stetig intelligenter und kann die Lehrperson sowie die Schüler*innen zunehmend besser unterstützen. Diese zwei Stufen werden folgend skizziert.

STUFE 1: DIGITALES MAKER-JOURNAL

Die Schüler*innen führen in ihrem Team oder allein ein *digitales Maker-Journal*. Nach einem Login (mit einem mobilen Gerät) dokumentieren sie in regelmäßigen Abständen ihre Arbeitsschritte und Erkenntnisse. Neben kurzen Textnotizen nutzen sie hierfür auch Fotos von Skizzen und Prototypen, Links auf hilfreiche Websites und (Video-)Tutorials. Alternativ oder ergänzend legen sie kurze Videosequenzen ab, mit welchen sie beispielsweise das Testen ihrer Prototypen gefilmt haben. Das System dient den Schüler*innen als Projektmanagement-Struktur, die sie auf niederschwellige Weise auffordert, sich Ziele zu setzen und anschließend zu überprüfen, ob und inwieweit die Ziele am Ende einer Making-Session erreicht wurden. Dadurch bekommen auch die Lösungsansätze, die nicht zielführend waren, er-

kenntnisgewinnendes Gewicht und werden als unverzichtbarer Bestandteil von Produktentwicklungsprozessen gewürdigt und von den Schüler*innen als solche wahrgenommen. Bei längerfristigen Projekten können sich die Schüler*innen nach dem Login schnell einen Überblick über den aktuellen Projektstand verschaffen und die nächsten Schritte gezielt angehen. Auch die Lehrperson hat Zugriff auf die Journale, was ihr ermöglicht, bei Bedarf situativ ins Geschehen einzugreifen. Beispielsweise kann sie die Journal-einträge des Schüler*innenteams mit Kommentaren versehen und mit weiterführenden Hinweisen zu mechanischen Konzepten, mit Hintergrundwissen oder weiterführenden Aufgaben verknüpfen. Dies kann auch im Rahmen der Unterrichtsnachbereitung geschehen, so dass die Lehrperson Gelegenheit und Zeit hat, sich in Prozesse einzudenken und Hinweise oder Materialien zusammenzustellen. Prinzipiell ist es möglich, Websites, Video-Tutorials, Multiple-Choice-Aufgaben und offene Textaufgaben einzubinden. Solche ergänzenden Materialien unterstützen die Schüler*innen und bieten ihnen die Möglichkeit, sich eigenständig jene Fähigkeiten anzueignen, die sie benötigen, um den selbst gewählten nächsten Projektschritt erfolgreich zu meistern.

STUFE 2: SELBSTLERNENDE DIGITALE LERNBEGLEITUNG

Das digitale Maker-Journal entlastet die Lehrperson. Es vereinfacht die Verteilung von Lernmaterial und die Überprüfung des Lernfortschritts. Zusätzliche Unterstützung kann künstliche Intelligenz leisten. Ausgangspunkt ist das maschinelle Lernen von häufigen und repetitiven Mustern in den Interaktionen von Schüler*innen und Lehrpersonen im digitalen Maker-Journal. Dafür werden die digitalen Maker-Journale der Schüler*innen von verschiedenen Schulen in anonymisierter Form vergleichend auf Kriterienmuster durchsucht. Je mehr Schüler*innen und Lehrpersonen das digitale Maker-Journal als Unterstützung verwenden, desto mehr «lernt» das System über typische Projekte, Produkte und über technische und gestalterische Herausforderungen bei den Making-Aktivitäten sowie über häufig zum Einsatz kommende Materialien, Werkzeuge, Fabrikationsformen, etc.

EIN BEISPIEL:

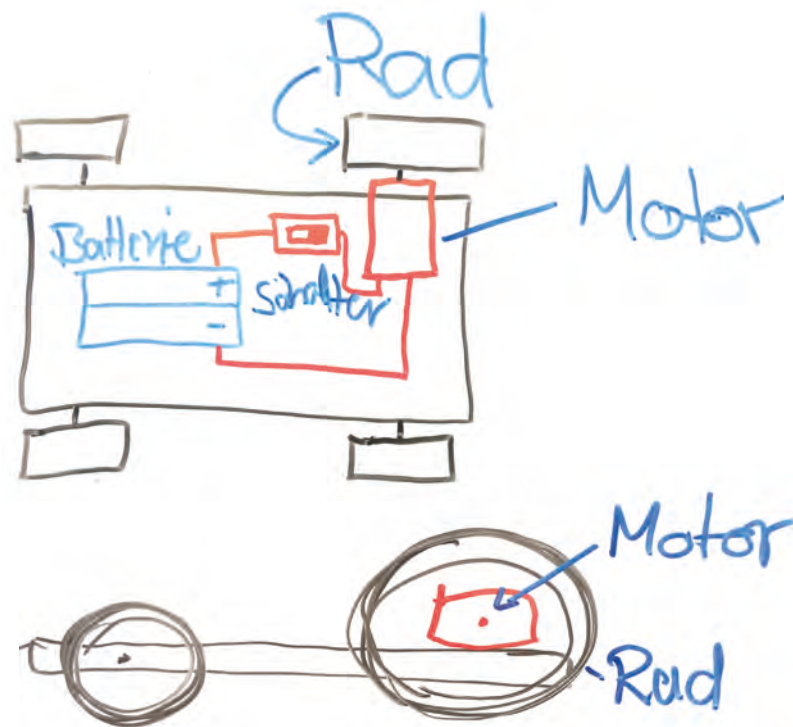
Viele Schüler*innen haben bei Fahrzeug-Eigenproduktionen nach dem initialen Design das Problem, die Drehbewegung eines Elektromotors auf die Antriebsachse des Fahrzeugs zu übertragen. Eine häufig praktizierte Lösung besteht darin, das Antriebsrad einfach auf die Welle des Motors aufzuziehen. Beim Testen des Prototyps fährt das Fahrzeug entweder zu schnell, weil die Drehzahl des Motors zu hoch ist. Oder die Kraft des Motors reicht nicht aus, um das Fahrzeug in Bewegung zu bringen. Es fehlt eine geeignete Form der Kraftübertragung beziehungsweise eine Getriebe-Übersetzung.

Im digitalen Maker-Journal versuchen die Schüler*innen das Problem zu beschreiben und werden dabei durch eine Eingabemaske angeleitet.

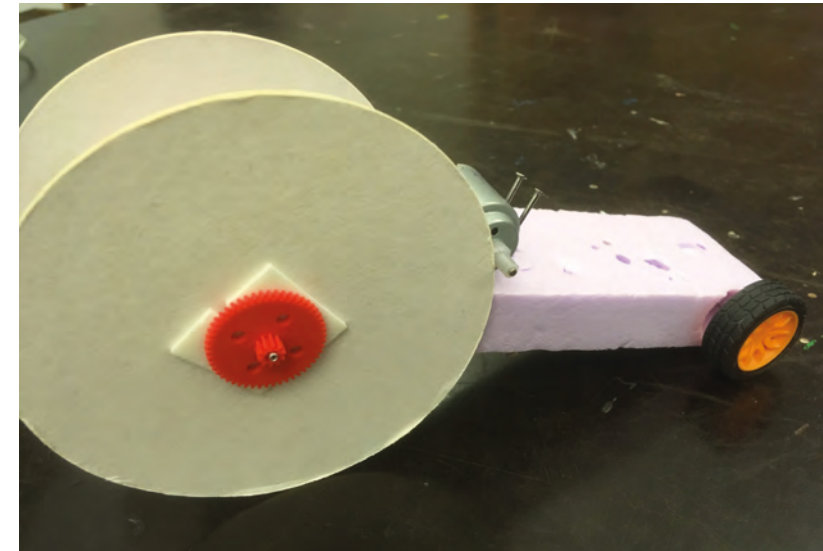
Was wollt ihr bauen? «Elektromotor in das Auto einbauen.»

Wie sieht eure Lösungs idee aus?

Zeichnet eine Skizze, fotografiert sie und ladet das Foto hoch.



Baut einen Prototyp für eure Lösung, fotografiert den Prototyp und ladet ihn hoch.



Beschreibt das Testergebnis. Wie funktioniert die Lösung?

«Das Auto fährt nicht los. Man muss es anstoßen. Dann fährt das Auto zu schnell.»

Bewertet das Testergebnis. Schreibt auf, welches Problem ihr vermutet.

«Der Motor ist zu schwach und dreht sich zu schnell.»

Das KI-System hat dieses Problem in ähnlicher Form bereits mehrmals erfasst. Es kann anhand der Texteingaben der Schüler*innen und anhand der fotografierten Skizzen eine Verbindung zur Datenbank herstellen und automatisch Lösungsvorschläge auf verschiedenen Abstraktionsstufen anbieten.

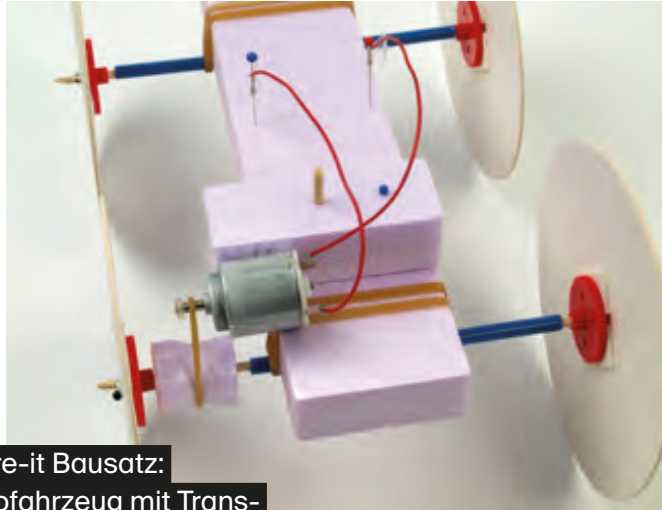
Beispiel 1: Recherchebegriffe

Hinweis 1 Recherchiert im Internet nach dem Stichwort «Transmissionsriemenantrieb».

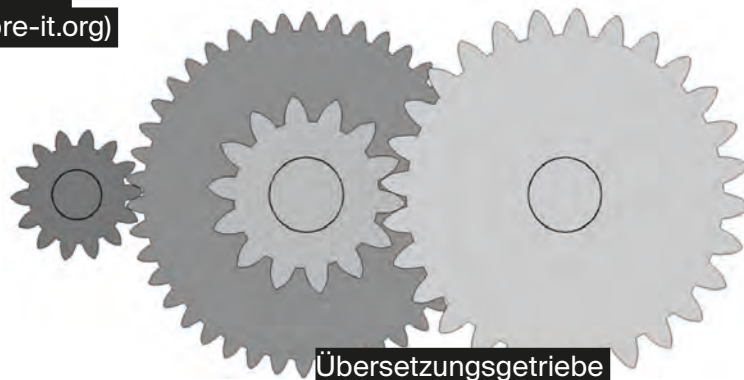
Hinweis 2 Recherchiert im Internet nach dem Stichwort «Übersetzungsgetriebe».

Das KI-System könnte wahlweise auch auf konkrete Video-Tutorials oder grafische Darstellungen von geeigneten Lösungen verlinken.

Beispiel 2: Konkrete Lösungen aus Anleitungen / Tutorials



Explore-it Bausatz:
Elektrofahrzeug mit Trans-
missionsriemenantrieb
(<https://www.explore-it.org>)



Übersetzungsgetriebe

Hinweis Zahnräder in verschiedenen Größen kannst du mit der CNC-Fräse herstellen. Verwende dazu die App «Gear Generator» auf <http://easel.inventables.com>.

Mit dem 3D-Drucker kannst du dir fertige Übersetzungsgetriebe ausdrucken. Suche zum Beispiel auf der Website [thingiverse.com](https://www.thingiverse.com) nach «gear» (englisch für «Zahnrad»).

(Quelle: Wikimedia.org <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/cd/AnimatedGears.gif/220px-AnimatedGears.gif>)

Wenn es sich um Probleme handelt, die immer wieder auftreten, kann die KI auf der Basis von gelernten Mustern der Lehrperson Vorschläge machen, welche Antworten oder welche Ressourcen den Schüler*innen zur Verfügung gestellt werden sollen. Die sich progressiv verbessernden Vorschläge der KI fließen in den Cognitive Apprenticeship Prozess ein und bieten den Lernenden bei Bedarf ein verlässliches Coaching bzw. Scaffolding. Wenn die Qualität der KI-Antworten durch die Analyse einer breiten Datenbasis ein gewisses Niveau erreicht hat, kann das System so eingestellt werden, dass es den Schüler*innen direkt Feedback gibt. Die Schüler*innen können dadurch Fertigkeiten und Wissen situativ erwerben, ohne auf die Dauerpräsenz der Lehrperson angewiesen zu sein. Die Lehrperson muss die meisten KI-Vorschläge nur noch bestätigen, und kann sich dadurch auf die Beratung besonders anspruchsvoller Einzelfälle konzentrieren. Das Feedback bleibt aber weiterhin semi-automatisch – die Lehrperson kann also jederzeit korrigierend oder ergänzend eingreifen und die KI somit kontrollieren. Die neuen, korrigierten Antworten der Lehrperson tragen ebenso wie die zunehmende Menge an gesammelten Projekt-Daten der Schüler*innen zur stetigen Verbesserung oder zum KI-eigenen «Lernprozess» des Systems bei.

Ein interessantes Nebenprodukt der sukzessiven Entwicklung der KI-getriebenen digitalen Lernbegleitung ist eine differenzierte Aufschlüsselung typischer Problemstellungen beim Making. Das System kann mittelfristig dazu genutzt werden, ein detailliertes Kompetenzprofil für Making-Aktivitäten in der Schule zu entwickeln und anspruchsvolle didaktische Fragestellungen der folgenden Art zu klären: Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten, welches Vorwissen wird benötigt, um bestimmte technische, ästhetische oder soziale Probleme zu lösen? Welche Produkttypen sind besonders anspruchsvoll und komplex in der Umsetzung? Wie vollzieht sich der Kompetenzerwerb der Schüler*innen während eines Maker-Projekts? Inwieweit lässt sich Kompetenzzuwachs nachweisen?

3 FÄCHERÜBERGREIFENDES LERNEN 2.0

Making in der Schule strebt die Entwicklung von überfachlichen Kompetenzen wie Kreativität, Kollaboration und kritisches Denken an. Ferner gibt es Berührungspunkte mit dem Technischen und Textilen Gestalten (TTG), Medien und Informatik (MI) sowie Natur, Mensch und Gesellschaft

(NMG). Da ein Journal zu führen sowohl die Selbstorganisation, als auch Kompetenzen wie die Textproduktion und den Sprachgebrauch der Schüler*innen fördert, könnte darüber hinaus eine automatische Stil- und Rechtschreibanalyse der Journaltexte vorgenommen werden. Dadurch kann den Schüler*innen niederschwellige Hilfestellung zur Verbesserung der Textproduktion angeboten werden. Individuelle Fehlerschwerpunkte in Rechtschreibung und Grammatik könnten erkannt werden, sodass die Lehrperson im Deutschunterricht gezielt Übungen im Klassenverband organisieren oder über das digitale Lernbegleitungssystem individuelles Übungsmaterial zur zielorientierten und niveaugerechten Förderung verteilen kann.

4 ETHISCHE, DIDAKTISCHE UND TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

Die «Nahrung» der KI sind Daten. Im Falle des digitalen Maker-Journals sind das Bildungsdaten der Schüler*innen, die – je nach Art ihres Making-Vorhabens – differenzierte Einblicke in kognitive Strukturen, persönliche Herangehensweisen und Arbeitsstile, Denk- und Entwicklungsprozesse sowie Fähigkeiten und Fertigkeiten von Individuen gewähren. Das Messen, Sammeln, Analysieren und Interpretieren von Daten über Lernende und deren Kontexte mit dem Ziel, das Lernen und die betreffende Lernumgebung zu optimieren, wird als «Learning Analytics» bezeichnet (vgl. Siemens 2013, S.1382). Neben der Chance, die Selbstständigkeit der Lernenden in offenen Maker-Lernumgebungen zu unterstützen, bringt Learning Analytics auch Herausforderungen und Gefahren mit sich. Es ist beispielsweise vorstellbar, dass Schüler*innen probieren, die weiteren Schritte der Problemlösung aus einer KI «herauszukitzeln» und sich selbst somit wieder in eine zuarbeitende Position manövrieren.

Schön/Ebner weisen eindringlich darauf hin, dass die gesammelten Daten und deren Analyse nicht als unfehlbar anzusehen sind und eine kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen nicht ausgespart werden darf (vgl. Schön/Ebner 2013). Dies gilt insbesondere auch im Kontext von Predictive Analytics – also von Vorhersagen bezüglich des Lernverhaltens in der Zukunft (vgl. Mandausch et al. 2018). Wenn das KI-System auf der Grundlage vorliegender Bildungsdaten einer/eines Lernenden etwa entscheidet, einen komplexen Lösungsansatz gar nicht erst vorzuschlagen,

sondern lediglich eine stark vereinfachte Variante, kann dies schnell zur automatischen Bevormundung oder sogar zur Etikettierung führen. Das heißt, neben den reinen Daten bieten die Algorithmen, die für die Berechnung der Kompetenzen der Schüler*innen zuständig sind, eine Angriffsfläche.

Ein Lernen beschränkt auf die eigene «Filterblase» (Pariser 2011), die algorithmisch gesteuert auf der Basis der eigenen Lernbiografie bestimmte Inhalte auswählt und andere fernhält, muss ebenso verhindert werden wie eine unkritische und vorschnelle Rezeption maschineller Auswertungen von Bildungsdaten durch die Lehrperson. Hochproblematisch würde es, wenn auf der Grundlage personenbezogener Daten Bildungskarrieren per Wahrscheinlichkeit prognostiziert und Bildungschancen mit der Legitimation der Effizienzsteigerung automatisiert vergeben würden.

Statt Lernende einzuschränken, muss es stets darum gehen, Lernenden möglichst viele Chancen in ihrer Entwicklung anzubieten (vgl. Müller Vasquez Callo et al. 2018). Zur Frage, wie dies erreicht werden kann, fehlen aktuell noch didaktische Konzepte und empirische Erfahrungen.

Eine weitere Herausforderung KI-getriebener Systeme im Bildungskontext ist die Attraktivität der gesammelten Daten für Dritte. Personenbezogene Bildungsdaten können in den falschen Händen beispielsweise für kommerzielle oder politische Zwecke oder zur Rekrutierung missbraucht werden (vgl. Portmann 2018). Dieser Umstand wirft zwei zentrale Fragen auf. Zum einen geht es darum, wie die informationelle Selbstbestimmung der Schüler*innen in KI-Systemen gewährleistet werden kann. Zum anderen muss darauf eingegangen werden, wie die Daten so aufbereitet beziehungsweise geschützt werden können, dass sie nicht auf Einzelpersonen zurückführbar sind.

Im Sinne der informationellen Selbstbestimmung muss die Hoheit der Daten in jedem Fall bei den Verursacher*innen, in diesem Fall den Schüler*innen, liegen. Sie sollen entscheiden, für welche Algorithmen oder Forschungsprojekte und unter welchen Umständen ihre Daten verwendet werden dürfen. Voraussetzung dafür ist auch, dass die Lernenden die Funktionsweise des Systems kennen und zumindest eine ungefähre Vorstellung davon haben, was mit ihren Daten passiert oder passieren könnte. Die Freiwilligkeit der Benutzung eines KI-getriebenen Maker-Journals allein reicht also nicht aus. In Learning Analytics Projekten im tertiären Bildungsbe-
reich wird das Problem durch eine komplette Anonymisierung gelöst, so

dass «... es keinerlei Rückschluss auf personenbezogene Daten gibt» (Ebner et al. 2017).

Neben dem Datenschutz gilt auch der Datensicherheit ein besonderes Augenmerk. Wir sehen zur Zeit zwei Ansätze, um die Datenhoheit der Schüler*innen zu sichern: In einem zentralen Modell würden sich die Betreiber*innen des digitalen Maker-Journals dazu verpflichten, die Bildungsdaten in einer einzigen, zentralen Datenbank abzulegen, die durch eine unabhängige, möglicherweise öffentlich-rechtliche Instanz geschützt wird. Daten können somit – zumindest theoretisch – nur mit Einwilligung des Besitzers/der Besitzerin weiterverwendet werden. Bei staatlich kontrollierten Lösungen kann dieser Ansatz je nach politischer Situation jedoch instrumentalisiert oder missbraucht werden, was das Beispiel des Sozial-Kredit-systems in China zeigt.

In einem dezentralen Modell werden die Daten so verschlüsselt, dass es eine Einwilligung der Nutzer*innen braucht, um diese zu entschlüsseln. Eine bekannte Technologie, die eine solche Art der Verschlüsselung verwendet, ist die sogenannte Blockchain. Diese wird bereits in einigen ähnlich gelagerten Anwendungen verwendet.

Für beide Varianten sind Bestrebungen nötig, die über das konkrete Maker-Journal Projekt hinausgehen. Wichtig ist, dass, begleitend zu diesem Projekt, an diesen institutionellen Gegebenheiten gearbeitet wird. Es braucht eine gesellschaftlich breit abgestützte und zugängliche Diskussion darüber, welche Risiken man gewillt ist einzugehen und welche durch den Nutzen dieser neuen Technologien gerechtfertigt sind. Ein öffentlicher Diskurs ist ungemein wichtig, sodass sich daraus ein ethisches Verständnis und schlussendlich auch Gesetze ergeben, die dieses Verständnis einfordern können.

5 AUSBLICK

Neue Technologien können bekannte Lehr-Lernprozesse vereinfachen und verbessern. Der Einsatz KI-getriebener Systeme in offenen Lernsettings in der Schule steckt noch in den Kinderschuhen. Unter bestimmten Umständen, die noch konkret zu ermitteln wären, können KI-Systeme die eigenständige Arbeit der Schüler*innen in MakerSpaces unterstützen. Letztlich lassen sich die spezifischen didaktischen Herausforderungen der Nut-

zung solcher Systeme nicht vollumfassend am Reißbrett antizipieren. Erst im Klassenzimmer zeigt sich, wie der sinnvolle Umgang mit der Technologie von Lehrpersonen orchestriert und bewältigt werden kann. Hierfür braucht es erste Prototypen. Für das MakeSpace-Projekt an der Schule in Thayngen (vgl. den Beitrag «Von der Idee zum MakerSpace» von Ingold/Maurer in diesem Band) ist die Entwicklung und Erprobung eines einfachen digitalen Maker-Journals geplant, das auf der Basis anonymisierter Schüler*innendaten mittelfristig mit KI-Unterstützung ausgebaut werden soll. Es wird sich zeigen, wie groß die Datenbasis sein muss, um qualitativ hochwertige Unterstützungshilfen aufzubauen. In der Anfangsphase wird die Intervention der Lehrperson noch im Vordergrund stehen.

LITERATUR

- Bendorf, Michael (2016). Sozio-konstruktivistisches bzw. situiertes Lernen. In: Fürstenau, Bärbel (Hrsg.). Lehr-Lern-Theorien: Behaviorismus, Kognitivismus, Konstruktivismus: Lernen und Expertise verstehen und fördern, Studententexte Basiscurriculum Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. S.77-96.
- Collins, Allen / Kapur, Manu (2015). Cognitive Apprenticeship. In: Sawyer, Keith R. (Ed.). Cambridge Handbook of the Learning Sciences (Second Edition). Cambridge: Cambridge University Press. pp.109-127.
- Ebner, Martin / Khalil, Mohammad / Wachtler, Josef (2017). Chancen und Grenzen von Learning Analytics: Projektergebnisse bzgl. der automatischen Datenerhebung. In: Zimmermann, Claudia (Hrsg.). Dr. Internet – Forschungsbericht zum Projekt. Verlag Mayer. S.88-99.
- Escueta, Maya / Quan, Andre / Nickow, Joshua / Oreopoulos, Philip (2017). Education Technology: An evidence-based Review. Massachusetts: National Bureau of Economic Research. Paper 23744. <https://www.nber.org/papers/w23744.pdf> [letzter Zugriff: Mai 2019].

- Kästner, Mandy (2003). Peer-Education – ein sozialpädagogischer Arbeitsansatz. In: Nörber, Martin (Hrsg.). Peer Education. Bildung und Erziehung von Gleichaltrigen durch Gleichaltrige. 1. Aufl. Weinheim: Beltz. S.50-64.
- Kelchner, Rudolf / Martin, Jean-Pol (1998). Lernen durch Lehren. In: Timm, Johannes P. (Hrsg.). Englisch lernen und lehren – Didaktik des Englischunterrichts. Berlin: Cornelsen. S.211-219.
- Mandausch, Martin / Meinhard, David / Henning, Peter (2018). Zwischen digitaler Unterstützung und gläsernen Studierenden. In: medienimpulse.at 1/2018 – Educational Data Mining und Learning Analytics 19.03.2018. <http://medienimpulse.at/articles/view/1206> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Müller Vasquez Callo, Renato C. / Hermann, Thomas / Maurer, Björn (2018). Learning Analytics: Die Revolution in der Lernbeziehung? In: Schulblatt Thurgau 6/2018. S.42.
- Murphy, Robert F. (2019). Artificial Intelligence Applications to Support K-12 Teachers and Teaching: A Review of Promising Applications, Challenges, and Risks. Santa Monica: CA: RAND Corporation. <https://www.rand.org/pubs/perspectives/PE315.html> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Pariser, Eli (2011). The Filterbubble – What the Internet is Hiding from you. London: Penguin.
- Portmann, Samuel (2018). Der gläserne Schüler: Datenschutz im Unterricht. <https://medium.com/taskbase/der-gl%C3%A4serne-sch%C3%BCler-datenschutz-im-unterricht-1218e15eaaa2> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Reich, Kersten (2012). Konstruktivistische Didaktik. Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool. 5. Auflage. Beltz, Weinheim.
- Schön, Martin / Ebner, Martin (2013). Das Gesammelte interpretieren. Educational Data Mining und Learning Analytics. In: Ebner, Martin / Schön, Sandra (Hrsg.). Handbuch für Lehren und Lernen mit Technologien. <https://l3t.tugraz.at/index.php/LehrbuchEbner10/article/download/119/117> [letzter Zugriff: Mai 2019].
- Siemens, George (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. In: American Behavioral Scientist, Vol. 57, Nr. 10. pp.1380-1400.



ZU DEN AUTOR*INNEN

DORIT ASSAF, DR. SC.,

ist Dozentin für Informatik und Informatikdidaktik an den Pädagogischen Hochschulen St.Gallen und Schwyz (CH). Sie hat Wirtschaftsinformatik an der Universität Zürich (CH) studiert und in Informatik zum Thema Robotik im Unterricht doktoriert. Sie ist Bereichsleiterin für Forschung und Entwicklung am Institut ICT & Medien der Pädagogischen Hochschule St.Gallen. Ihre Themenschwerpunkte in Lehre und Forschung sind Making, Physical Computing und Robotik im Unterricht.

ROLF BECK

hat nach seiner Berufsausbildung zum Konstrukteur an der Zürcher Hochschule der Künste ein Studium zum Werklehrer abgeschlossen. Seit 1997 unterrichtet er dieses Fach unter anderem in Baden (CH). 2014 initiierte er das Projekt PGLU.CH mit dem Ziel, digitale Lerninhalte mit handwerklichen Schulprojekten zu verbinden. Seit 2016 leitet er neben seiner Unterrichtstätigkeit die Firma PGLU.CH mit Sitz in Wettingen (CH).

MARTIN EBNER, DR. TECHN.,

ist Leiter der Abteilung Lehr- und Lerntechnologien an der Technischen Universität Graz (A) und ist dort für sämtliche E-Learning-Belange zuständig. Des Weiteren forscht und lehrt er als habilitierter Medieninformatiker (Spezialgebiet: Bildungsinformatik) am Institut für Interactive Systems and Data Science der Technischen Universität Graz rund um technologiegestütztes Lernen. Seine Schwerpunkte sind Seamless Learning, Learning Analytics, Open Educational Resources, MakerEducation und informatische Grundbildung. Er bloggt unter <http://elearningblog.tugraz.at>. Weitere Informationen unter <http://www.martinebner.at>.

CORNELIA EPPRECHT

ist Primarschullehrerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Pädagogischen Hochschule Bern (CH). Sie ist schwerpunktmäßig mit der Konzeption, Selektion, Aufbereitung, Entwicklung und Evaluation von digitalen, unterrichtsrelevanten Medien gemäß den Lehrplänen beschäftigt und leitet das Hol-Angebot «Bildungsmedien unterwegs». Zudem plant und or-

ganisiert sie Referate und Kurse in den Bereichen Online-Medien im Unterricht. Weitere Informationen unter www.phbern.ch/cornelia.epprecht.

MICHAELA FEURLE

ist Dozentin für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH). Zuvor war sie als Bereichsleiterin für Sport, Bewegung und Gesundheit an der PH Vorarlberg (A) mit dem Schwerpunktthema «Bewegte und Gesunde Schule» tätig. Sie bringt mehr als 20 Jahre Unterrichtserfahrung in der Primarschule, auch in altersdurchmischten Klassen, mit. Michaela Feurle hat eine technische Grundbildung in einer Höheren Lehranstalt für Elektronik und Nachrichtentechnik, ein Masterstudium «Intermedia – Media Based Learning» sowie ein Studium Hochschuldidaktik absolviert. Nebenberuflich arbeitete sie in einem Ein-Frau-Unternehmen für Webdesign sowie für einen TV-Sender.

MARIA GRANDL

ist am Institute of Interactive Systems and Data Science an der Technischen Universität Graz (A) tätig und dissertiert zum Thema Informatische Grundbildung im Zusammenhang mit Making-Aktivitäten. Die Arbeits- und Forschungsschwerpunkte liegen in der Entwicklung von offen lizenzierten Lehr- und Lernmaterialien im Bereich Informatik und «Digitale Grundbildung», in der Planung und Organisation der MAKER DAYS for kids und verschiedenen Coding-Workshops für Schüler*innen sowie in den Bereichen MINKT-Förderung, Bildungsinformatik und Making.

GABI HAMPSON

ist Geschäftsführerin vom W*ORT in Lustenau (A), einem Ort, an dem Erwachsene ihre Zeit ehrenamtlich in die Bildung der Kinder investieren. Sie ist Betriebswirtin und arbeitet seit 15 Jahren im Social Enterprise Sektor. Zu ihren Aufgabenbereichen gehört das Finden und Umsetzen neuer Ideen und Projekte vor allem in Bezug auf Stärkung junger Leute in den Bereichen Kommunikation, kritisches Denken, Ideenfindung und Kreativität sowie Kolaboration. Sie ist Co-Initiatorin von WILMA.

EVA-MARIA HOLLAUF

ist seit 2017 wissenschaftliche Mitarbeiterin im InnovationLab der Salzburg Research Forschungsgesellschaft (A) und arbeitet in der H2020-Initiative «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world».

SELINA INGOLD, PROF. DR.,

ist Dozentin an der Fachhochschule St.Gallen (CH) und Co-Leiterin des CAS Medienpädagogik. Sie hat Medien- und Filmwissenschaften an der Universität Zürich (CH) studiert. Aktuelle Themenschwerpunkte in Lehre und Forschung sind Mediennutzung und Medienwirkungen, gesellschaftliche Medienentwicklung, Making-Ansätze zur Förderung von Kreativität und Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien. Nebenberuflich ist sie in partizipativen Ausstellungs- und Vermittlungsprojekten engagiert. Viele ihrer bislang bearbeiteten Projekte liegen an der Schnittstelle Medien und Kultur.

JULIA KLEEGER, DR.,

ist Geschäftsführerin des gemeinnützigen Unternehmens Junge Tüftler gGmbH sowie der TüftelAkademie UG. Die beiden Unternehmen verbindet dieselbe Vision: Menschen durch das begreifende Lernen zu befähigen, sich mit wichtigen gesellschaftlichen Themen auseinanderzusetzen, ihre Welt zu hinterfragen und mit Hilfe von digitalen Werkzeugen neu zu gestalten. Während Junge Tüftler dabei vor allem Formate für Kinder und Jugendliche entwickelt, konzentriert sich die TüftelAkademie auf die Arbeit mit Erwachsenen. Vor der Gründung der beiden Unternehmen hat Julia Kleeberger im industriellen Kontext als Design-Strategin Wissen aus den Bereichen Forschung, Produktentwicklung und Geschäftsfeld-Innovation zu neuen Dienstleistungen und Produkten miteinander verbunden.

GREGOR LÜTOLF

ist diplomierter Primarlehrer und hat einen Master of Science der Universität Zürich (CH) in Geografie. Er arbeitet als Dozent Medien und Informatik, als Projektleiter und als Mitarbeiter im Team Digital Teaching an der Pädagogischen Hochschule Bern (CH) und ist unter anderem beteiligt

am Projekt Digitalisierung der Hochschullehre. Seine thematischen Schwerpunkte umfassen 3D-Drucken in der Schule und Making.

STEVEN MARX

lebt in Österreich und ist Jugendarbeiter beim Jugendnetzwerk Soziale Dienste Mittelrheintal (CH). Als Medienpädagoge schlägt der gelernte Druckvorstufentechniker immer wieder eine Brücke zwischen analog und digital, zwischen Technologie und Kunst und schafft Lern- und Experimentierfelder für Kinder und Jugendliche. Steven Marx arbeitet in spannenden Maker-Initiativen im Dreiländereck Österreich-Deutschland-Schweiz, ist Co-Initiator von WILMA, Tüftler, Ideenspinner und überzeugt davon, dass Kreativität die Superkraft der Menschheit ist.

BJÖRN MAURER, DR.,

ist Primar- und Sekundarschullehrer, Erwachsenenbildner und Medienpädagoge. Er arbeitet als Dozent für Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH). Seine Arbeitsschwerpunkte sind Making an Schulen, Lehrmittelentwicklung für das Fach Medien und Informatik, Hochschuljournalismus, Filmbildung und Sprachförderung mit digitalen Medien.

THOMAS MERZ, PROF. DR.,

war Mitverfasser des neuen Schweizer Lehrplans 21, in dem erstmals für die ganze Deutschschweiz verbindliche Kompetenzen im Bereich Medienbildung und Informatik festgehalten und dafür auch Zeitgefäße im Unterricht vorgesehen werden. Er war viele Jahre Fachbereichsleiter für Medienbildung an den Pädagogischen Hochschulen Zürich (CH) und Thurgau (CH) und ist heute Prorektor für Forschung und Wissensmanagement an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH).

REBECCA MEYER

ist die Maker-Lehrperson im Pilotprojekt MakerSpace in Thayngen. Sie hat 2009 die Pädagogische Hochschule in Schaffhausen (CH) abgeschlossen. Nach einem einjährigen Auslandsaufenthalt in Spanien kam sie zurück in die Schweiz und unterrichtet seit da an der Mittelstufe. Durch ihren Vater, der Ingenieur ist, kam sie früh mit Technik in Berührung und interessiert sich seit ihrer Kindheit dafür.

KRISTIN NARR

ist Medienpädagogin und beschäftigt sich damit, was Menschen mit digitalen Medien machen, wie sie mit ihnen lernen und sie kreativ in Gebrauch nehmen (können). Ihr Fokus liegt dabei auf Fragen der Offenheit von und durch Bildung sowie partizipativen und kreativen Instrumenten und Formaten. Zu diesen Themen konzipiert sie Workshops, führt Projekte durch, berät Bildungseinrichtungen, schreibt Texte, hält Vorträge und moderiert Veranstaltungen. Sie ist Mitherausgeberin des Handbuchs «Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen» (2016), Mitglied des Vorstands der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur e.V. (GMK) und Teil des Redaktionsteams des Medienpädagogik Praxisblogs. Weitere Informationen unter www.kristin-narr.de.

SAMUEL PORTMANN

hat einen Master in Business Innovation der Universität St.Gallen (CH). 2015 hat er das edTech Startup Taskbase in Zürich (CH) mitbegründet, weil er glaubte, dass die künstliche Intelligenz (KI) die Art und Weise, wie wir in Zukunft lehren und lernen, drastisch verändern wird. Das Ziel von Taskbase ist es, den Status quo in der E-Learning-Branche zu hinterfragen und gleichzeitig aktiv zum Gespräch über KI und deren soziale Auswirkungen beizutragen. Weitere Informationen unter <https://www.taskbase.com>.

FRANZISKA SCHMID

ist Geschäftsführerin des gemeinnützigen Unternehmens Junge Tüftler gGmbH sowie der TüftelAkademie UG. Die beiden Unternehmen verbindet dieselbe Vision: Menschen durch das begreifende Lernen zu befähigen, sich mit wichtigen gesellschaftlichen Themen auseinanderzusetzen, ihre Welt zu hinterfragen und mit Hilfe von digitalen Werkzeugen neu zu ge-

stalten. Während Junge Tüftler dabei vor allem Formate für Kinder und Jugendliche entwickelt, konzentriert sich die TüftelAkademie auf die Arbeit mit Erwachsenen. Vor der Gründung der beiden Unternehmen hat Franziska Schmid im Agenturumfeld anhand von Service- und Produktdesign nutzerzentrierte Innovationen für Wirtschaft und Zivilgesellschaft entwickelt.

LUKAS SCHMID, PROF. DR.,

hat Physik an der ETH Zürich (CH) studiert und in Betriebsökonomie an der Universität St.Gallen (CH) promoviert. Er ist Co-Leiter des Instituts für Innovation, Design und Engineering (IDEE-FHS) der Fachhochschule St.Gallen (CH). Im Rahmen seiner Forschungsaktivitäten beschäftigt er sich mit der Fragestellung, was Unternehmen, Organisationen, Gesellschaften und Individuen dazu befähigt, kontinuierlich Innovationen hervorzubringen.

SANDRA SCHÖN, DR.,

arbeitet seit 2006 aus sozialwissenschaftlicher Perspektive an Forschungsthemen in der Salzburg Research Forschungsgesellschaft (A) und leitet regelmäßig Projekte beim BIMS e.V. (Deutschland). Seit Oktober 2017 bis September 2020 ist sie für die Salzburg Research Koordinatorin der H2020-Initiative «DOIT – Entrepreneurial skills for young social innovators in an open digital world» (<http://doit-europe.net>, 10/2017-09/2020, H2020-770063). Weitere Informationen unter <http://sandra-schoen.de>.

DANIEL TRÜBY

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Medien- und Didaktikzentrum der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH) im Entwicklungsprojekt «MakerSpace: Raum für Kreativität» sowie akademischer Mitarbeiter in der Abteilung Medienpädagogik am Institut für Erziehungswissenschaft der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg (D) für das Studienprofil Grundbildung Medien.

BETTINA WALDVOGEL, DR.,

ist Informatik-Ingenieurin ETH und Primarlehrerin. Sie arbeitet als Fachlehrerin Textiles und Technisches Gestalten an der Schule Zumikon (CH). Zudem ist sie Fachbereichsleiterin und Dozentin in Medien und Informatik an der Pädagogischen Hochschule Schaffhausen (CH).

RAPHAEL WILD

entwickelte sich schon früh zum Lernmedien-Allrounder: Neben dem Unterrichten in Begabungs- und Begabtenförderung betätigte er sich als Filmmacher, Lehrmittelautor und begeisterter Tester digitaler Lernmedien. Später leitete er ein Projekt zur Umsetzung einer Lernplattform an einer Berliner Hochschule, bevor er selbst wieder die Schulbank drückte und einen Master in Business Administration absolvierte. Bei LerNetz (CH) entwickelt Raphael Wild mit viel Unternehmungsgeist und grenzenloser Fantasie neue Lernideen. Während der Pilotphase im MakerSpace in Thayngen führt er in einem 20 %-Pensum der Pädagogischen Hochschule Thurgau (CH) Inputs für die Lehrpersonen durch, leistet pädagogischen Support und bringt konzeptionelle Überlegungen ein. Mit seiner Drohnenkamera hebt er neuerdings auch filmisch ab.

MICHAEL WINTER

ist Designer und Tischler. Er arbeitet als freier Workshop-Leiter in den Bereichen Making, Design, Medien und Handwerk; unter anderem für das jfc Medienzentrum e.V. (D), für das Museum für Angewandte Kunst Köln (D), für das Kommunale Integrationszentrum der Stadt Köln (D) und für Schulen. Michael Winter konzipiert und leitet Workshops für Kinder, Jugendliche, Studierende und Pädagog*innen.

MATHIAS WUNDERLICH

ist Lehrer an der Freien Aktiven Gesamtschule Wülfrath (FASW) (D) und Fellow beim FabLearn-Netzwerk der Columbia University (USA). Mit seinen Schüler*innen beteiligt er sich regelmäßig aktiv an Maker Faires und anderen Veranstaltungen. Er ist Gründer des FASW-Repair-Cafés, betreut die Schülerfirma, initiiert Maker-Projekte und dokumentiert fotografisch und filmisch das Schulleben.