
Themenheft Nr. 56: Making & more: gemeinsam Lernen gestalten.

Herausgegeben von Bernadette Spieler, Manuela Dahinden, Klaus Rummler
und Tobias M. Schifferle

Making als Bildungsinnovation Gelingensfaktoren aus Sicht der Schulentwicklung

Björn Maurer¹  und Selina Ingold² 

¹ Pädagogische Hochschule Thurgau

² Ostschweizer Fachhochschule

Abstract

Die Maker Education hält inzwischen auch in Schulen im deutschsprachigen Raum Einzug. Soll pädagogisches Making jedoch im Sinne einer Bildungsinnovation über punktuelle Ergänzungen des Lernangebots oder kurzzeitpädagogische Aktivitäten wie Maker Days oder Blockwochen hinausgehen und im Sinne eines holistischen Ansatzes methodisch und inhaltlich zum festen Bestandteil des Schulalltags werden, dann kann es als Schulentwicklungsprojekt «gelesen», als solches konzipiert, realisiert und analysiert werden. Auf der Basis eines partizipativen Aktionsforschungsprojekts mit fünf Pilotschulen in der Schweiz wird aufgezeigt, welche Herausforderungen die Implementierung pädagogischen Makings mit sich bringt und welche Faktoren ein solches Schulentwicklungsvorhaben stützen. Dabei werden die erhobenen Daten in dieser Zwischenauswertung im Sinne der extrahierenden qualitativen Inhaltsanalyse anhand von Apriori-Kategorien ausgewertet. Die Kategorien leiten sich von drei Modellen der Schulentwicklungsforschung sowie von der aktuellen Forschungsliteratur im Bereich Making und Schulentwicklung ab (Rolff 2019; Altrichter und Wiesinger 2004; Holtappels 2013). Die analysierten Gelingensfaktoren lassen sich im Schulentwicklungsmodell von Rolff verorten, wobei in diesem Beitrag auf Faktoren im Umfeld der Schule, in der Organisationsentwicklung sowie in der Personalentwicklung eingegangen wird mit dem Ziel, dass sie interessierte Schulen dabei unterstützen, pädagogisches Making einzuführen.

Success Factors of Making as an Educational Innovation from the Perspective of School Development

Abstract

Maker education has meanwhile also found its way into schools in German-speaking countries. To make pedagogical making a systematic and content-related integral part of everyday school life, it needs to be approached as a school development project, designed,

implemented, and analyzed accordingly, rather than being limited to occasional short-term educational activities like maker days or block weeks. Based on a participatory action research project with five pilot schools in Switzerland, this paper shows the challenges of implementing pedagogical making and the factors that support such a school development project. The collected data is analyzed in this interim evaluation using the extracting qualitative content analysis method and Apriori categories. The categories are derived from three models of school development research and current research literature on making and school development (Rolff 2019; Altrichter und Wiesinger 2004; Holtappels 2013). The analyzed success factors can be located in Rolff's school development model, with this paper focusing on factors in the school environment, organizational development, and personnel development to support interested schools in introducing pedagogical making.

1. Einleitung

Die Maker Bewegung hat im deutschsprachigen Raum aus ihrer Nische herausgefunden und in verschiedene Richtungen Strahlkraft entwickelt. Während Akteur:innen aus der Wirtschaft im Making eine Chance sehen, (zukünftige) Arbeitskräfte für MINT-Berufe zu begeistern, den Erwerb digitaler Schlüsselkompetenzen, Innovationsfähigkeit und unternehmerisches Denken sowie Problemlösefähigkeit zu fördern (vgl. Hulla et al. 2021; vgl. Zakoth und Mauroner 2020; vgl. Schmid 2019), betonen Vertreter:innen der außerschulischen Bildungsarbeit die Chance für Empowerment (vgl. z. B. Bettinger et al. 2020), Selbstwirksamkeit und kreativen Ausdruck (vgl. z. B. Boy und Sieben 2017; vgl. Schön und Ebner 2017) und zielen damit u. a. auf Persönlichkeitsbildung und eine kritische Verbraucher:innenbildung (z. B. Data Literacy; vgl. Stornaiuolo 2020). Nach zehn Jahren Verzögerung – verglichen mit den USA – ist die Maker Education auch im deutschsprachigen Raum im Schulkontext angekommen (vgl. Ingold et al. 2019). Sie ist anschlussfähig an (reform)pädagogische Ansätze (vgl. z. B. Kleeberger und Schmid 2019; Himpl-Gutermann et al. 2020), die im Zusammenspiel Bildungsprozesse mit Sinnstiftung (vgl. z. B. Harron und Hughes 2018) und Subjektorientierung (vgl. Ingold und Maurer 2019), Teilhabe (vgl. z. B. Bosse et al. 2022) sowie Lebensweltnähe anreichern.

In der «Making Erprobung Thurgau» wird an fünf Pilotschulen untersucht, inwieweit sich die Maker Education (nachfolgend als pädagogisches Making bezeichnet) als Bildungsinnovation (vgl. Altrichter und Wiesinger 2005, 31; Goldenbaum 2012, 151) auf den Schulkontext transferieren lässt und welche Herausforderungen die Implementierung im Rahmen einer systemisch angelegten Schulentwicklung stellt. Dieser Beitrag geht der Frage nach: *Welche Faktoren stützen bzw. bremsen Schulentwicklung im Bereich Making?*

Hierfür wird zunächst die Projektkonzeption im Lichte der Schulentwicklungsforschung entwickelt. Anschliessend werden vor diesem Hintergrund ausgewählte Befunde der Zwischenauswertung diskutiert. Ziel ist es, neue Perspektiven auf pädagogisches Making in der Schule zu gewinnen und konkrete Massnahmen für die Pilotschulen und andere Projekte abzuleiten. Die Ergebnisse sind vorläufig, da das Forschungsprojekt noch nicht abgeschlossen ist.

1.1 Pädagogisches Making

Folgende neun Charakteristika des pädagogischen Makings liegen dem Transfer- bzw. Implementationsvorhaben zugrunde:

1. *Wahrnehmbare Artefakte:* Pädagogisches Making ist ein Sammelbegriff für konstruktions- und produktionsorientierte Lernaktivitäten, deren Ergebnis sinnlich wahrnehmbare Artefakte sind (vgl. Shively et al. 2021, 156).
2. *Eigene Ideen als Treiber:* Die treibende Kraft für Making-Lernaktivitäten liegt in der intrinsischen Motivation der Lernenden (vgl. Regalla 2016, 276). Die Lernenden entscheiden auf Basis ihrer Ideen, Interessen und Bedürfnisse, welche Artefakte sie mit welchen Materialien sowie Technologien entwickeln und wie sie dabei vorgehen (vgl. Sheffield et al. 2017, 149).
3. *Materialisierte Gedanken:* In Artefakten werden konzeptionelle Ideen und Problemlösungsversuche als dreidimensionale Gedankenskizzen sichtbar, die in der Lerngemeinschaft diskutiert werden können (vgl. Kafai 2006; Papert 1993). Es ist nicht notwendig, dass die Artefakte handwerklichen Kriterien entsprechen oder funktionsfähig sind. Der Lern- und Erfahrungsprozess bei der Entwicklung und die damit verbundenen Erkenntnisse sind wichtiger als das Artefakt selbst.
4. *Iteration und Reflexion:* Die Entwicklung erfolgt iterativ durch den Design-Thinking-Prozess, der Phasen von Problemanalyse, Ideenentwicklung, Recherche, Konstruktion und Tests umfasst (vgl. Heredia und Tan 2021; Freeman et al. 2017). Dadurch können Lernende schnell Ideen testen, Fehler erkennen und beheben. Die Dokumentation des Prozesses ermöglicht Reflexion und das Lernen aus Fehlern.
5. *Subjektorientierte und ko-konstruktive Lernformen:* Selbstgesteuerte, autodidaktische und situierte Lernformen haben ein höheres Gewicht als lehrgangsorientiertes, instruktionales Lernen im Gruppenverband. Das eigenständige, spielerische Tüfteln (Tinkering) stellt einen zentralen Zugang zum Lernen dar (vgl. Hatch 2013). Pädagogisches Making erlaubt Lernaktivitäten unterschiedlicher Komplexität und bietet Zugänge und Entwicklungspotenziale für Lernende mit unterschiedlichen Dispositionen. Das Motto «Low Floor, High Ceiling und Wide Walls» (Resnick 2017) ist handlungsleitend.

6. *Maker-Mindset*: Im pädagogischen Making verstehen sich alle Akteur:innen als Lernende. Das Maker-Mindset zeichnet sich aus durch Ermutigung, Inspiration, Wertschätzung sowie die Möglichkeit, Risiken einzugehen und Fehler zu machen (vgl. Jaatinen et al. 2019; Regalla 2016). Es weist Überschneidungen mit dem Growth Mindset-Konzept der positiven Psychologie auf (vgl. Vongkulluksn et al. 2021).
7. *Tools und Technologien*: Pädagogisches Making nutzt digitale Medien und Fabrikationstechnologien wie 3D-Druck und Microcontroller neben klassischen Materialien wie Holz oder Karton (vgl. Valente und Blikstein 2019; Schön et al. 2019). Analoge und digitale Tools ergänzen sich gegenseitig. Ziel ist es, den Lernenden Zugänge zu Technologien zu bieten, um ihre eigenen Fähigkeiten zu erweitern (vgl. Hatch 2013).
8. *Didaktische Bescheidenheit*: Maker-Pädagog:innen verstehen sich als Lernbegleiter:innen, die Ideen der Lernenden ernst nehmen und sie – im Sinne einer «didaktischen Bescheidenheit» (Arnold 2017, 127) – bei deren Umsetzung beraten, ohne Schritt-für-Schritt-Lösungen vorzugeben oder zu stark in den Prozess einzugreifen (vgl. Peppler et al. 2016; Schön et al. 2019, 48). Pädagogisch arrangierte Lernaufträge (Making-Challenges) sind durch eine gewisse Offenheit («open-ended», Assaf 2019) geprägt und lassen Raum zum Ausprobieren und auch Scheitern – wobei das Scheitern pädagogisch begleitet werden muss, um sich verstärkende Dispositive zu vermeiden (vgl. Godhe et al. 2019, 323ff.).
9. *Überfachliche und fachliche Kompetenzen*: Pädagogisches Making zielt auf die Förderung überfachlicher Kompetenzen wie Kreativität, Problemlösefähigkeit, Empathie, Kollaboration und Selbstreflexion (21st Century Skills; vgl. Martinez und Stager 2013). Es ist interdisziplinär ausgerichtet und bezieht fachliche Aspekte aus Bereichen wie Informatik, Mechanik, Elektronik, (Performative) Kunst, Textil und Produktdesign, Mediengestaltung und Bildung für Nachhaltige Entwicklung mit ein (vgl. Johnston et al. 2022).

1.2 Pädagogisches Making als schulische Bildungsinnovation

In der *Making Erprobung Thurgau* wird der Versuch unternommen, Anliegen, Prinzipien und Design-Merkmale des pädagogischen Makings auf den Schulkontext zu übertragen. Die Komplexität des pädagogischen Makings lässt bei diesem Transfer grundlegende Veränderungen erwarten, die über punktuelle Anpassungen (z. B. einzelne Unterrichtsmethoden) hinausgehen. Somit kann das Transfervorhaben, Altrichter und Wiesinger (2005, 31) folgend, als Implementierung einer «Bildungsinnovation» im Rahmen von Schulentwicklung verstanden werden. Auf Passungsschwierigkeiten

zwischen Maker-Kultur und «Grammar of Schooling» (Tyack und Tobin 1994) weisen mehrere Autor:innen hin (vgl. z. B. Ingold und Maurer 2019; Godhe et al. 2019; Heredia und Tan 2021, 180).

1.3 Schulentwicklungsverständnis

In diesem Beitrag wird von einem umfassenden Verständnis von Schulentwicklung ausgegangen. Eine zentrale Referenz ist das (1) Drei-Wege-Modell von Rolff (2007), das Schüler:innen in den Fokus rückt und methodisch-didaktische Aspekte auf Unterrichtsebene, die organisationale sowie die personelle Ebene im Kontext des Schulumfelds betrachtet (30; vgl. Abb. 1). Das (2) Modell der Implementationsforschung von Altrichter und Wiesinger (2004) differenziert konkrete Herausforderungen der Implementierung von Bildungsinnovationen in den vier Dimensionen (a) Charakteristika der Innovation, (b) Charakteristika des lokalen Kontexts, (c) Charakteristika der Innovation und (d) Politik, Zentralverwaltung und externe Agenturen (vgl. Abb. 2). Das Modell von (3) Holtappels (2019) leitet Gelingensbedingungen für Innovation an einer «Architektur» der Schule als «lernender Organisation» (Senge 2021) ab (vgl. Tab. 1). Dabei werden die drei Bereiche (1) Vision und Motivation, (2) Infrastruktur der Innovation und (3) Innovationsstrategien/-verfahren unterschieden.

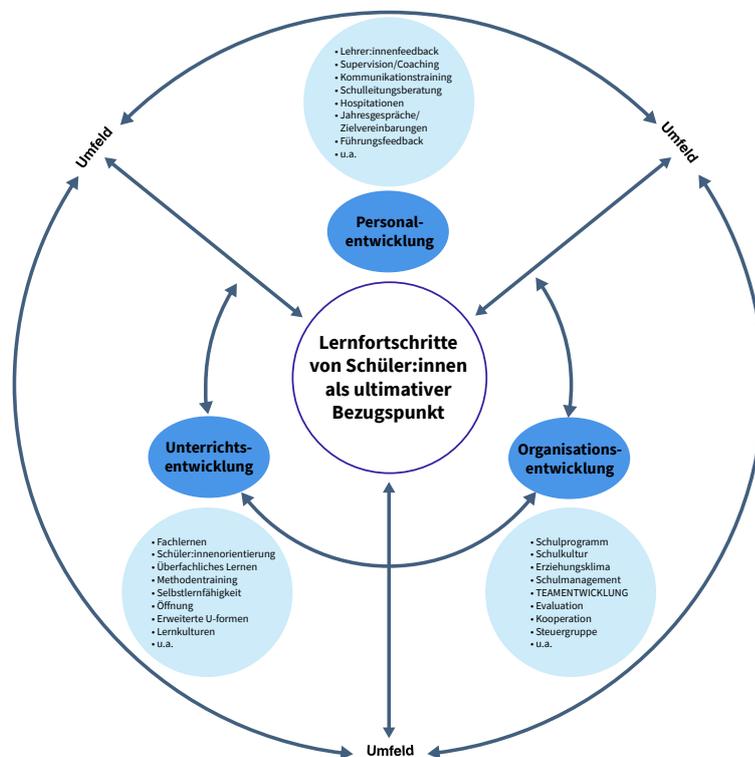


Abb. 1: Drei-Wege-Modell der Schulentwicklung nach Rolff (2007, 30).

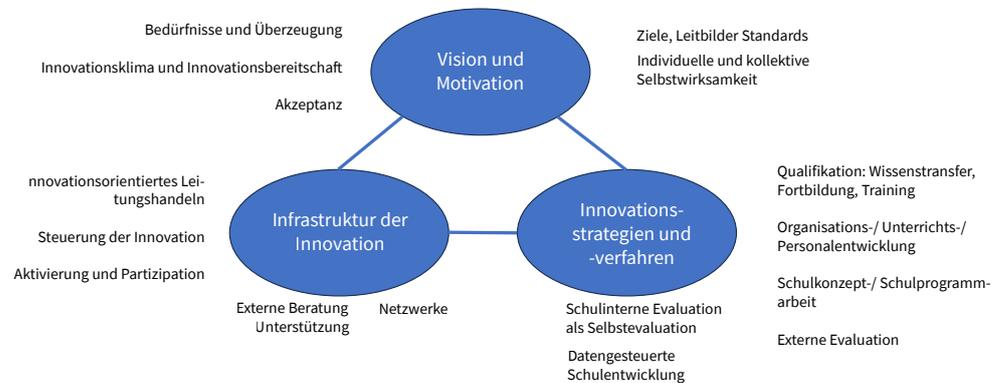


Abb. 2: Einflussfaktoren auf Implementierung (Altrichter und Wiesinger 2005, 32).

<p>A. Charakteristika der Innovation selbst</p> <ul style="list-style-type: none"> • (wahrgenommenes oder gefühltes) Bedürfnis • Klarheit (der Ziele und Mittel) • Komplexität • Qualität, kontextuelle Passung und Praktikabilität 	<p>C. Organisation</p> <p><i>C1. Akteur:innen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Leitung der Organisation (z. B. Schulleiter/in und ev. Schulleitungsteam; Projektleitung, Steuergruppe) <ul style="list-style-type: none"> - Ausmass des Commitments zur Innovation - Fähigkeit, Ressourcen zu beschaffen - Schutz vor äusserer Einmischung - Anerkennung und Ermutigung für das Personal - Anpassung der Standardverfahrensweisen • Kompetenzen und Einstellungen der Lehrer:innen <ul style="list-style-type: none"> - Partizipation bei der Entscheidungsfindung - Qualität der kollegialen Beziehungen • Kompetenzen und Einstellungen der Schüler:innen und anderer Betroffener <p><i>C2. Charakteristika der Organisation</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kompatibilität der Ziele der Innovation mit den strategischen Zielen der Organisation • organisationale Strukturen und Prozesse • Anreizsysteme und Karrieremuster • Charakteristika des bestehenden Curriculums und der Leistungsbeurteilungsverfahren • Organisationskultur
<p>B. Charakteristika des lokalen Kontexts</p> <ul style="list-style-type: none"> • regionale Verwaltung (z.B. Schulbezirk) <ul style="list-style-type: none"> - Geschichte: positive/negative Erfahrungen mit Innovationen - adäquate Unterstützung und Begleitung von Innovationen - aktives Wissen und Verständnis bzgl. der Innovation • Charakteristika des engeren lokalen Umfeldes (z. B. Gemeinde) • Stabilität/Veränderlichkeit des Kontextes 	
<p>D. Politik, Zentralverwaltung und externe Agenturen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualität der Beziehungen zwischen zentralen und lokalen Akteur:innen • Ressourcenunterstützung und Fortbildung 	

Tab. 1: Gelingensbedingungen für Innovationen in Schulen in Anlehnung an die Architektur der Schule als lernende Organisation (Holtappels 2013, 57).

Als Framework für Design-Entscheidungen, für die Planung und Umsetzung der Implementierung sowie für die Auswertung der Erfahrungen dient das Drei-Wege-Modell von Rolff (2007). Relevante Gelingensbedingungen von Holtappels

(2013/2019) und Einflussfaktoren von Altrichter und Wiesinger (2004/2005) sind im Drei-Wege-Modell von Rolff passend zugeordnet (vgl. Tab. 1). Aufgrund der strukturellen Differenzen zwischen dem Deutschen und dem Schweizer Bildungssystem werden nur für die Schweiz relevante Faktoren berücksichtigt.

2. Forschungsstand: Making und Schulentwicklung

Im Folgenden wird der Forschungsstand im Bereich Making und Schulentwicklung aufgearbeitet. In die Literaturanalyse einbezogen werden nur Studien, die mindestens zwei der drei Dimensionen von Schulentwicklung nach Rolff (2007) thematisieren.

Shively et al. (2021) zeigen in einer qualitativen Studie auf, dass die Kooperation zwischen Lehrpersonen, um sich bei Unsicherheiten und Wissenslücken zu unterstützen, für eine Implementierung hilfreich ist. Die Studie unterstreicht die Bedeutung des Umfelds, in dem pädagogisches Making stattfindet, einschliesslich administrativer Strukturen, Lern- und Austauschangebote sowie einer Schulkultur mit erkennbaren Strukturen und Prozessen (vgl. ebd., 157). Der Fokus der DBR-Studie von Fernandez et al. (2020) liegt auf der Rolle der Maker-Teacher («Lab-Teacher»), welche MakerSpaces betreuen und andere Lehrpersonen bei der Einbindung von Making-Elementen in ihren Unterricht unterstützen. Ergebnis sind neben einer Rollen- und Aufgabenbeschreibung der Lab-Teacher Hinweise zu organisatorischen Strategien und zum Design von Weiterbildungsangeboten. Harron und Hughes (2018) untersuchen, wie Leiter:innen von MakerSpaces in Schulen die pädagogischen Ziele ihrer Einrichtungen beschreiben und wie sie die Integration von Making-Aktivitäten im schulischen Lehrplan sehen. Jene wollen Schüler:innen zu aktiven Maker:innen machen, Schule sinnvoller und relevanter gestalten, Fehlerfreude fördern und neue Perspektiven für die berufliche Orientierung eröffnen. Sie bieten Unterstützung an und sehen Making als Möglichkeit für ausserschulische Aktivitäten sowie alternative Formen von Leistungsbewertungen und -nachweisen. Valente und Blikstein (2019) betonen in ihrer Studie, dass im MakerSpace zwar Produkte erstellt werden, aber dies nicht zwangsläufig mit einem Wissensaufbau bei den Schüler:innen einhergeht. Sie sehen eine wichtige Rolle für Lehrpersonen als «kritische Mediatoren», um die Reflexions- und Wissensbildungsprozesse der Schüler:innen bewusst anzuregen und Making-Aktivitäten verstärkt mit dem Fachunterricht zu verknüpfen. Empfohlen werden Fortbildungen für Lehrpersonen sowie die Unterstützung durch erfahrene Personen im Making-Unterricht. Godhe et al. (2019) wagen in ihrer Metastudie angesichts der verstärkten Forderung, Making in den formalen Bildungskontext zu überführen, eine kritische Reflexion, inwiefern Making und Schule zusammenpassen.

Sie gehen insbesondere auf Herausforderungen des Lehrens und Lernens mit Maker Technologien sowie auf die Maker Kultur im Vergleich bzw. im Gegensatz zur Schulkultur ein (vgl. ebd., 318). Es geht u. a. um curriculare Fragen, Rollenklärungen, Leistungsbeurteilung sowie um organisatorische Herausforderungen im Schulalltag (vgl. ebd., 319). Himpl-Gutermann et al. (2020) untersuchen die Implementierung von medienpädagogisch akzentuiertem Making in Schulen und diskutieren ihre Erkenntnisse im Kontext von Schulentwicklung. Sie stellen fest, dass Schulen mit aktiver Beteiligung der Schulleitung und Erfahrungen im agilen Projektmanagement eine höhere Aktivität im Projekt zeigten (vgl. ebd., 36). Zudem erreicht das Prinzip der Freiwilligkeit nur eine kleine Gruppe von motivierten Lehrpersonen. Niederschwellige Austauschgelegenheiten für Lehrpersonen erweisen sich als förderlich (vgl. ebd., 41). Im Rahmen einer mehrjährigen wissenschaftlichen Begleitung der Implementierung eines MakerSpace in einer Gesamtschule können Gravel und Puckett (2023) Spannungen und Reibungsverluste auf vier Faktoren zurückführen: (1) Qualifikation der Lehrpersonen, (2) räumliche Bedingungen, (3) fachliche Faktoren und (4) strukturelle Faktoren. Gravel und Puckett (2023) plädieren für weitere Forschung, um die Wechselwirkungen zwischen diesen Faktoren zu verstehen. In einem Forschungsprojekt von Maurer und Ingold (2021) wurde mit dem Schulhausteam einer Primarschule ein MakerSpace konzipiert und in den Schulalltag integriert. In der qualitativen DBR-Studie wurden neun Handlungsfelder der Schulentwicklung identifiziert, die bei der Implementierung von Maker Education relevant sind (vgl. Tab. 2).

1 Making Kompetenzen	2 Maker Mindset	3 Making Unterricht	4 Lernbegleitung	5 Making-Curriculum	6 Raumgestaltung	7 Ausstattung	8 Weiterbildung LPs	9 Leadership und Schulkultur
Zielhorizont (FF1.1-KZiel)	Making-Prinzipien (FF2.1-MPrinzip)	Unterrichtsplanung (FF3.1-UPlanung)	Rollenverständnis (FF4.1-LB-Rolle)	Themen (FF5.1-CThemen)	Architektur/Technik (FF6.1-RArchitektur)	Materialbedarf (FF7.1-MBedarf-Mat)	Making Pädagogische Kompetenz (FF8.1-WB-Quali)	Vision und Zielorientierung (FF9.1-LVision)
Kompetenzaneignung (FF1.2-KAneignung)	Synergien (FF2.2-MSynergie)	Making-Kultur (FF3.2-UKultur)	Selbstständigkeit (FF4.2-LB-Selbstständig)	Zielstufenorientierung (FF5.2-CZielstufen)	Raumeinteilung (FF6.2-REinteilung)	Maschinenbedarf (FF7.2-MBedarf-Masch)	Vorkenntnisse/Bedürfnisse (FF8.2-WB-Bedürfnis)	Projektmanagement (FF9.2-LMAnage)
Interdisziplinäre Kompetenzentwicklung (FF1.3-KInterdis)	Reibungspunkte (FF2.3-MReibung)	Unterrichtsgestaltung (FF3.3-UMethoden)	Problemlösen (FF4.3-LB-Probleme)	Making im Fachunterricht (FF5.3-CFach)	Mindset im Raum (FF6.3-RMindset)	Digitale Fabrikation (FF7.3-MDig-Fabrik)	Weiterbildungsformate (FF8.3-WB-Format)	Organisationskultur (FF9.3-LKultur)
Dispositionen und Einstellungen SuS (FF1.4-KompetenzenSuS)	Motivation SL und LPs (FF2.4-MMotiv)	Making-Aktivitäten (FF3.4-UTypen)	Projekte betreuen (FF4.4-LB-Betreuung)	Medien und Informatik (FF5.4-CMI)	Anregungen Inspiration (FF6.4-RInspiration)	Physical Computing (FF7.4-MDig-Werkstoffe)	Netzwerk und kollegialer Austausch (FF8.4-WB-network)	Kommunikation (FF9.4-LKommunikation)
	Bedürfnis nach Veränderung (FF2.5-MBedürfnis)	Making-orientierter Fachunterricht (FF3.5-UFachunterricht)	Lernprozesse dokumentieren (FF4.5-LB-Lerndoku)	Nachhaltige Entwicklung (FF5.5-CBNE)	Zugänge, Orientierung, Ordnung (FF6.5-RZugang)	Medien/ICT (FF7.5-MMedien)	Qualität der Weiterbildungsangebote (FF8.5-WB-Qualität)	Partizipation (FF9.5-LParti)
	Maker Mindset LPs und SuS (FF2.6-MMindset)	Projekte/Produkte (FF3.6-UProdukt)	Leistungen begutachten (FF4.6-LB-Begut)	Partizipation Themen (SuS) (FF5.6-CParti)	Partizipation (SuS) (FF6.6-RParti)	Sicherheit (FF7.6-MSafety)	Hilfreiche Quellen/Expertise (FF8.6-WB-Quellen)	Kollaboration im Team (FF9.6-LKollab)

Tab. 2: Neun Handlungsfelder der Schulentwicklung (Maurer und Ingold 2021).

Eine umfassende Betrachtung der Forschungsaktivitäten im Bereich Making und Schulentwicklung offenbart Desiderate. Obwohl einzelne Aspekte untersucht wurden, fehlt eine Schulentwicklungsperspektive, die Making in Bezug auf Organisations-, Personal- und Unterrichtsentwicklung betrachtet. Darüber hinaus bleibt die Einbettung der Ergebnisse in die Theorie der Implementierungs- und Transferforschung von Bildungsinnovationen ausstehend.

3. Making Erprobung TG: Erprobungsdesign

Im Kanton Thurgau (Schweiz) erprobten fünf Pilotschulen über einen Zeitraum von drei Jahren (Oktober 2020 bis September 2023) Making-Ansätze im Schul- und Unterrichtsalltag. Die Erprobung ist vom Amt für Volksschule des Kantons Thurgau (AV) beauftragt. Sie wird vom Institut für Innovation, Design und Engineering der Ostschweizer Fachhochschule (OST) sowie von der Pädagogischen Hochschule Thurgau (PHTG) koordiniert und begleitend evaluiert. Dabei werden Konzepte aus dem Bereich der Innovationsforschung mit Schulentwicklung verknüpft, um das Potenzial der Maker Education als Bildungsinnovation zu nutzen. Die Erprobung wird vom AV sowie von Eigenmitteln der beteiligten Pilot- und Hochschulen finanziert. Das Ziel ist, Umsetzungshilfen und -angebote aus den Erfahrungen zu entwickeln, um weitere Schulen bei der Implementierung von Making Ansätzen zu unterstützen.

3.1 Auswahl der Pilotschulen

Die Making Erprobung TG wurde von drei Schulen in Zusammenarbeit mit den beiden Hochschulen initiiert (Bottom-Up), ist also kein Top-Down-Schulentwicklungsprojekt (vgl. Rolff 2019). Eine Unterstützungsanfrage bei der zuständigen Bildungsbehörde – dem AV – stiess auf positive Resonanz. Da jede Schule als individuelles System mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen funktioniert (vgl. ebd., 14) und die Erprobung ein möglichst breites Spektrum von politischen, personellen, geografischen und räumlichen Rahmenbedingungen abbilden soll, wurde seitens des Auftraggebers die Bedingung formuliert, zwei weitere Schulen in die Erprobung einzubeziehen. Durch die Vernetzung der fünf Schulen ist das Innovationsvorhaben im Kontext einer regionalen Bildungslandschaft verortet. Die geografische Nähe ermöglicht den Austausch und Wissenstransfer über Organisationsgrenzen hinweg (vgl. Holtappels 2013, 60). In diesem Sinne bietet «horizontale Schulentwicklung» (Rolff 2019, 16) die Chance zur Bildung von professionellen Lerngemeinschaften (vgl. Altrichter und Wiesinger 2004, 225), die sich auf Augenhöhe gegenseitig inspirieren und motivieren.

3.2 Rollen, Aufgaben und Zuständigkeiten

Das AV ist übergeordnete Steuerungs- und Kontrollinstanz und stellt das Schulentwicklungsprojekt in den Kontext aktueller kantonaler und nationaler Entwicklungsprozesse im Bildungsbereich. Zudem wird das AV Making in seiner Strategie «Schule und Digitalität» verortet, die derzeit erarbeitet wird. Die beiden Hochschulen leiten und koordinieren die Erprobung, unterstützen Schulen bei der Implementierung, evaluieren die Durchführung und erstellen Umsetzungshilfen (z. B. Nutzungskonzepte, Anregungen zur Raumgestaltung, Lernangebote). Die PHTG bietet Weiterbildungen für Lehrpersonen der Pilotschulen an. Die Pilotschulen haben die Aufgabe, einen MakerSpace zu konzipieren, zu betreiben und zu evaluieren. Sie bilden ein Maker-Team, dessen Mitglieder als «Change Agents» (Holtappels 2019, 287) fungieren und eine wichtige Funktion für den Wissenstransfer, die Motivation und die partizipative Aktivierung innerhalb des Schulhauses innehaben (Kooperations-Schneeballeffekt; vgl. Gräsel und Parchmann 2004, 209).

3.3 Agiler Charakter der Implementierung

Die Making-Erprobung basiert auf einem zirkulären Verständnis von Innovation (vgl. Bormann 2011, 56). Die Bildungsinnovation wird durch Akteure aus Schulen, Hochschulen, dem AV und dem Umfeld gemeinsam gestaltet (vgl. Fendt 2008, 179) und an die Kontextbedingungen angepasst. Die Modifizierung der Innovation wird als wesentliches Charakteristikum der Implementierung betrachtet (vgl. Altrichter und Wiesinger 2005, 31). Zur Abstimmung dienen regelmässige schulübergreifende Treffen, Standortbestimmungen und Workshops. Somit sind trotz aller Offenheit verbindliche Strukturen eingerichtet, die für Schulentwicklung wichtig sind (Maag Merki et al. 2022, 36).

3.4 Leitung und Maker-Team

Die Schulleitungen (SL) übernehmen die Leitung der Making-Erprobung an ihrer jeweiligen Schule. Aus der Schulentwicklungsforschung ist bekannt, dass Schulleitungen eine wichtige Rolle bei der Einführung von Bildungsinnovationen spielen (vgl. Fullan 2016; Altrichter und Wiesinger 2004, 224), insbesondere im pädagogischen Making (vgl. Himpsl-Gutermann et al. 2020, 36; Stevenson et al. 2019; Gravel und Puckett 2023, 21). Unterstützt werden sie von einem Maker-Team («Change Facilitating Team», Holtappels 2013, 59), das aus motivierten Lehrpersonen aller Zyklen (Stufen) und Fachbereiche besteht.

4. Design der Begleitforschung

Intention der partizipativen Aktionsforschung (PAF) ist, die Perspektiven von Wissenschaft und Praxis zu vereinen, um gemeinsam mit Lehrpersonen, Schulleitungen, Behördenmitgliedern und Hochschulmitarbeitenden Making im Schulalltag zu erproben. Durch partnerschaftliche Zusammenarbeit der unterschiedlichen Stakeholder im Schulfeld soll eine forschungsbasierte Praxisveränderung erreicht werden (vgl. Laudonia und Eilks 2003, 128; Heeg et al. 2020, 24). Die Akteur:innen im Schulfeld übernehmen zwei Funktionen. Sie agieren einerseits als Forschungssubjekte, die von den Hochschulmitarbeitenden beforscht werden. Andererseits treten sie als Co-Forschende auf, die Daten erheben, ihre Erfahrungen reflexiv einordnen, nötige Anpassungen vornehmen und ihren Erkenntnisprozess dokumentieren. Da die Forschungserfahrung von Lehrpersonen in der Regel begrenzt ist, werden wissenschaftliche Standards zur Datenerhebung pragmatisch angewandt, gemäss Glasers Diktum «All is Data» (vgl. Bergold und Thomas 2012, 18).

Lehrpersonen, Schulleitungen, Behördenmitglieder und Schüler:innen werden zudem von Forschenden im Rahmen von Leitfadeninterviews und strukturierten Gruppendiskussionen befragt. Die Leitfäden basieren auf den neun Handlungsfeldern der Schulentwicklung nach Maurer und Ingold (2021; vgl. Tab. 2). Den Gesprächen gehen schriftliche Online-Befragungen voraus, die die Funktion haben, die Fragenkomplexe an die Perspektive der Befragten anzupassen. Als weitere Daten werden Protokolle von schulübergreifenden Netzwerktreffen und Sitzungen der Steuergruppen, Planungspapiere für Workshops und Unterrichtseinheiten, Artefakte aus der Praxis wie beispielsweise Fotos von Prototypen sowie Feldnotizen der Forschenden genutzt. Die Zwischenergebnisse fließen kontinuierlich in die Produktion von Umsetzungshilfen ein, die unter <https://www.makerspace-schule.ch> abgerufen werden können.

Im Sinne der extrahierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Gläser und Laudel 2010) wurde das Datenmaterial anhand von Apriori-Kategorien analysiert. Tabelle 1 fasst die Apriori-Kategorien zusammen. Die Kategorien leiten sich von den Modellen von Rolff (2007), Altrichter und Wiesinger (2004) sowie Holtappels (2013) ab, ergänzt um weitere Kategorien, die aus der Forschungsliteratur im Bereich Making und Schulentwicklung herausgearbeitet wurden. Intercoder-Reliabilität wurde erreicht, indem 20% des Datenmaterials doppelt verdeckt codiert und daraufhin das Codebuch hinsichtlich intersubjektiver Nachvollziehbarkeit und Trennschärfe der Codes angepasst wurde. Nach abgeschlossener Kodierung des Textmaterials erfolgten weitere relationale Analyseschritte (vgl. Kuckartz 2005), in welchen Kausalmechanismen auf weiteren Abstraktionsebenen rekonstruiert und in der Schulentwicklungstheorie interpretiert und eingeordnet werden. Der Bereich Unterrichtsentwicklung wird im Folgenden nicht ausgewertet, da zum Zeitpunkt der Zwischenauswertung zu wenig Datenmaterial vorlag.

Umfeld	Organisationsentwicklung	Personalentwicklung	Unterrichtsentwicklung
<p>Netzwerke (H, A)</p> <p>Ressourcen/Unterstützung (A)</p> <p>Lokales und politisches Umfeld (A)</p> <p>Beziehungsqualität zu Verwaltung/Schulbehörde (A) (Maurer und Ingold 2021)</p>	<p>Vision/Leitbild/Strategie</p> <p>Innovationsbedürfnis/Innovationsklima (H, R, A) (Shively et al. 2021)</p> <p>Organisationskultur (A, R) (Tan et al. 2018; Shiverly et al. 2021; Godhe et al. 2019)</p> <p>Stabilität/Sicherheit/Entwicklungssituation (A) (Gravel und Puckett 2023; Godhe et al. 2019)</p> <p>Leitung (H, A) (Himpsl-Gutermann et al. 2020; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Kommunikation und Klarheit (A)</p> <p>Curriculum (A) (Gravel und Puckett 2023; Godhe et al. 2019; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Strukturen/Stundenplanung/ Organisation/ Komplexität/Qualität (Godhe et al. 2019; Gravel und Puckett 2023; Shiverly et al. 2021; Harron und Hughes 2018)</p> <p>Kompatibilität (A, H) Ressourcen (A)</p> <p>Räumliche Bedingungen (Gravel und Puckett 2023; Maurer und Ingold 2021)</p>	<p>Weiterbildung (H, R) (Fernandez et al. 2020; Gravel und Puckett 2023; Maurer und Ingold 2021) und Beratung von aussen (H) (Valente und Blikstein 2019)</p> <p>Kompetenzen Lehrpersonen(A) (Maurer und Ingold 2021; Fernandez et al. 2020), LPs als Mitlernende (Gravel und Puckett 2023)</p> <p>Wissenstransfer (H)</p> <p>Motivation/Haltung/Überzeugung/ Selbstwirksamkeit (H) (Maurer und Ingold 2021; Himpsl-Gutermann et al. 2020)</p> <p>Co-Teaching (A, R) (Shiverly et al. 2021; Fernandez et al. 2020; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Zusammenarbeit, Arbeitsteilung und Austausch (A, R) (Shiverly et al. 2021; Fernandez et al. 2020; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>bisherige Erfahrungen mit Schulentwicklung (A)</p> <p>Partizipation (A) (Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Anreizsystem/ Karriermuster (A)</p>	<p>Kompatibilität / Praktikabilität (Lehrplan, Bildungsauftrag) (A) (Gravel und Puckett 2023; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Offenheit d. Lernangebote (R), Lehren und Lernen im Making (Maurer und Ingold 2021; Godhe et al. 2019)</p> <p>Verbindung von fachlichem und überfachlichem Lernen (Making) (Valente und Blikstein 2019; Gravel und Puckett 2023; Harron und Hughes 2018; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Leistungsbeurteilung (Godhe et al. 2019; Harron und Hughes 2018; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Lernbegleitung beim Making (Fernandez et al. 2020; Valente und Blikstein 2019; Maurer und Ingold 2021)</p> <p>Kompetenzen/Einstellungen der Schüler:innen (A), Making-Kompetenzen (Maurer und Ingold 2019), (Harron und Hughes 2018)</p>

Tab. 3: Apriori-Codes (H = Holtappels, A = Altrichter und Wiesinger, R = Rolff) basierend auf dem Drei-Wege-Modell von Rolff (2007). Die fettgedruckten Codes wurden in diesem Beitrag analysiert.

5. Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt wird auf ausgewählte Ergebnisse aus der Zwischenevaluation der Making Erprobung Thurgau eingegangen, die Herausforderungen wie auch Lösungsstrategien bei der Implementierung von pädagogischem Making an Volksschulen beleuchten.

	Verbindlichkeit	Budget	Maker-Team	Maker-Teacher	MakerSpace	Angebot (Stand 2022)	Stufe
Schule 1 (S1)	für SuS und LPs freiwillig	klein	X		ehem. Werkraum	Freifach, MINT-Unterricht	Primar (Sek)
Schule 2 (S2)	für SuS und LPs freiwillig	mittel	X		Provisorium im Klassenzimmer	Freifach, MINT-Unterricht	Sek Primar
Schule 3 (S3)	für SuS und LPs freiwillig	gross		X	Neubau	Freizeitangebote Unterricht	Primar
Schule 4 (S4)	für SuS und LPs obligatorisch	gross	(X)	X	ehem. Bibliothek	Freifach, Unterricht	Sek Primar
Schule 5 (S5)	für SuS und LPs freiwillig	klein	X		leerstehendes Schulhaus (dezentral)	Freifach	Primar

Tab. 4: Kurzporträts der Pilotschulen der Making Erprobung Thurgau.

5.1 Umfeld: Gesellschaftlicher und bildungspolitischer Kontext

5.1.1 Schulbehörden: Rückhalt und Beziehungsqualität

Die Schulleitungen sehen den Rückhalt der Schulbehörde als wichtige Voraussetzung für die Implementierung von Maker Education an. Die Behörde muss mit den pädagogischen Anliegen und Zielen vertraut gemacht werden, damit sie die Making-Idee vor dem Stimmvolk vertreten kann (S3). An S2 wurde dies durch einen Making-Workshop erreicht, in dem Behördenmitglieder, Schulleitung und Maker-Team gemeinsam Prototypen für den MakerSpace entwickelten. An S1 waren Behördenmitglieder an einer Zukunftswerkstatt beteiligt, um Ideen und Visionen für die Einführung von Making an der Schule zu entwickeln. In S1 gab es anfangs Skepsis seitens einzelner Behördenmitglieder. Es wurde bezweifelt, ob genügend Lehrpersonen gefunden werden können, die das Vorhaben unterstützen. Weitere Gründe waren mangelndes Interesse am Thema sowie ein klassisches Projektmanagementverständnis der Behörde, welches das agile Arbeiten im Sinne der Making-Erprobung erschwerte. Gleichwohl ist es dem Maker-Team S1 gelungen, mit überschaubaren finanziellen Mitteln und hohem Engagement eine grosse Wirkung zu erzielen. Durch die konsequente Einbeziehung des Schulumfelds (Elternworkshops, Workshops mit ortsansässigen Betrieben, Entwicklungsworkshops mit Kindern) konnte das Interesse und die Akzeptanz der lokalen Öffentlichkeit gesteigert werden. Die engagierte

Social-Media-Arbeit von Schulleitung und Maker-Team brachte zusätzlich positive Resonanz aus der Fachcommunity, was die Beteiligten in ihrem Tun bestärkte und die Behörde von der Qualität der Projektarbeit überzeugte.

5.1.2 Lokales und politisches Umfeld

S1 hat in einer frühen Phase der Erprobung das lokale Gewerbe zu einem Workshop eingeladen:

«Was auch gut war, die Betriebe, das Dorf mit einzubeziehen. Vor allem für die [...] Betriebe, die auch Lehrlinge ausbilden. Sie kritisieren häufig, dass die Schüler:innen nichts können, wenn sie [aus der Schule] kommen. Ihre Inputs waren wichtig um herauszufinden, was sie sich wünschen» (SL S1).

Dabei wurden vor allem überfachliche Kompetenzen wie Problemlösefähigkeit, Sozialkompetenz, Teamfähigkeit und Mut erwähnt. Auch S2 hat an einem Anlass für das lokale Gewerbe die Idee vorgestellt und positive Resonanz bekommen. Andere Schulen waren anfangs zurückhaltender mit öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen und wollten den Lehrpersonen die Möglichkeit geben, zunächst in einem geschützten Rahmen Erfahrungen zu sammeln. Alle Schulleiter sind sich aber einig, dass Making das Potenzial hat, die Durchlässigkeit zwischen Schule und Lehrbetrieben zu verbessern. Die Zusammenarbeit mit Unternehmen bietet die Chance, Fachexpertise in die Schule zu holen. Eine Lehrperson der S1 meint dazu:

«Es wäre schön, wenn wir ein grösseres Netzwerk mit den Betrieben in der Region aufbauen könnten. [...] Wenn zum Beispiel ein Schüler super gut ist mit Holz und wir keine Kapazität haben, ihn zu unterstützen. Wenn man so einen Schüler dann in einen lokalen Holzbetrieb schicken kann, ist das super».

Um die Gefahr reinen Sponsorings bzw. Product Placements in der Schule abzuwenden, schlägt ein Behördenmitglied vor, nur Betriebe einzubeziehen, bei denen es «eine inhaltliche Passung zum Making gibt» (S5) gibt.

An drei Schulen wurden Eltern nicht explizit in die Projektentwicklung einbezogen. Aufgrund der Corona Pandemie musste S1 einen geplanten Workshop mit Eltern in eine Online-Umfrage umwandeln, um deren Anliegen in das Projekt einzubeziehen. Andere Schulen informierten die Eltern zwar über die Making-Erprobung, luden sie jedoch nicht zur aktiven Mitarbeit ein. Offenbar müssen sich Lehrpersonen an die Zusammenarbeit mit Eltern gewöhnen. Für einzelne von ihnen ist es schwierig, Fehler zu machen oder Nicht-Wissen Eltern gegenüber einzugestehen, was eine Zusammenarbeit im MakerSpace erschwert (SL S2). Trotzdem fanden an allen Schulen Elternbesuchsangebote und Tage der offenen Tür statt. Einzelne Pilotschulen

planen, den MakerSpace in Zukunft für die Öffentlichkeit zugänglich zu machen und mit anderen Organisationen zusammenzuarbeiten. Dies birgt jedoch Herausforderungen in Bereichen wie Wartung, Sicherheit und personelle Betreuung.

5.1.3 Finanzielle Förderung

In der Zwischenauswertung zeigen sich Unterschiede in den Ressourcen der Schulen. Eine Lehrperson von S3 hat im Rahmen eines individuellen Bildungssemesters das Making-Konzept entwickelt. Sie wurde anschliessend mit einem 100 %-Pensum für Making eingestellt, was von anderen Lehrpersonen als Entlastung wahrgenommen wird. Auch S4 hat einen Maker-Teacher eingesetzt, allerdings mit geringerem Pensum. An S5 teilen sich drei Lehrpersonen ein 60 % Pensum. S1 und S2 haben begrenzte Personalressourcen und nutzen den kantonalen Zuschuss von 15.000 CHF/Jahr hauptsächlich für Freifachangebote und die MakerSpace-Bewirtschaftung. S2 erwartet von den Lehrpersonen ein gewisses Engagement («ausserunterrichtlicher Berufsauftrag»), aber signalisiert auch Bereitschaft für finanzielle Lösungen bei neuen Aufgaben im Zusammenhang mit der Umsetzung von Making. Bei den Kosten für Umbau- und Neubaumassnahmen unterscheiden sich die Schulgemeinden, z. B. konnte S3 Ausstattungselemente im Rahmen eines Schulhausneubaus finanzieren, während S1 für die Umgestaltung eines Werkraums ca. 20.000 CHF aufgewendet hat.

5.1.4 Netzwerke und schulübergreifende Zusammenarbeit

Die schulübergreifenden Netzwerktreffen (abwechselnd online und offline) gewannen erst im Verlauf der Erprobung an Attraktivität. Die Schulen waren unterschiedlich schnell gestartet, was den Austausch von Erfahrungswissen anfangs erschwerte. «Ich finde die Veranstaltungen wenig gewinnbringend, da wenig Austausch stattfindet. Einige sagen gar nichts, da sie [in ihrem Making-Projekt] noch nicht so weit sind» (S2). Zudem nahmen zu Beginn ausschliesslich die Schulleitungen und punktuell Behördenmitglieder teil, wodurch vor allem strukturelle Rahmenbedingungen abgeglichen bzw. persönliche Haltungen kontrovers diskutiert wurden. Nach der Öffnung der Netzwerktreffen für interessierte Lehrpersonen und mit zunehmenden Erfahrungen in der Umsetzung von Making-Aktivitäten wurden die Treffen interessanter. «Was in den anderen Schulen passiert, ist sehr inspirierend» (S3). Die Idee, sich regelmässig zu treffen, um gemeinsam Making-Challenges zu bewältigen, scheiterte an den unterschiedlichen Interessen der Statusgruppen (Behörde, SL und LPs), am Zeitmangel und an den geografischen Bedingungen, einen für alle gut erreichbaren Ort zu finden.

5.1.5 Die Rolle der Pädagogischen Hochschule Thurgau

Einzelne SL schreiben der PHTG eine Verantwortung beim Aufbau einer Making-Kultur an Schulen im Kanton zu. Ein SL fordert, dass Making explizit im Ausbildungscurriculum der PHTG verankert wird, um mittelfristig die Voraussetzung für eine Skalierung zu schaffen. Die Maker-Kultur soll ins Studium gebracht werden (S1). Der SL S2 weist darauf hin, dass PH-Absolvent:innen

«... in Alltagssituationen, die wenig planbar sind (z. B. Elterngespräche, Organisationen von Projekten und deren Umsetzung, schnelles und lösungsorientiertes Handeln, Absprachen im Schulhausteam), [...] zu Unsicherheit [neigen]. Es fehlen Bewältigungsstrategien zum Umgang mit schulischer Komplexität und Heterogenität. Das führt u. a. dazu, dass manche in tradierte Muster zurückfallen, sich pädagogisch wenig (zu)trauen und sich selbst und ihren Schüler:innen wenig Spielraum für die Exploration von Neuem zugestehen.»

Es wird gewünscht, dass Studierende der PHTG öfter in der Praxis vor Ort mitarbeiten, damit sie frühzeitig Making-Erfahrungen für ihr Berufsleben sammeln können.

5.2 Organisationsentwicklung

5.2.1 Bedürfnisse, Visionen und Organisationskultur

Zu Beginn der Making-Erprobung wurde von Schulbehördenvertreter:innen, Schulleitungen und einzelnen Lehrkräften, die bereits offene Unterrichtsformen befürworteten, das Bedürfnis nach einer Bildungsinnovation geäußert. Hingegen war das Innovationsbedürfnis innerhalb der Schulhausteams weniger ausgeprägt. Ein Vertreter der Schulbehörde (S4) beklagte das Fehlen von Impulsen zur Schulentwicklung seitens des Schulhausteams.

Dem SL S1 ist es ein Anliegen, Schule insgesamt attraktiver und sinnhafter zu gestalten und den Interessen und Leidenschaften der Schüler:innen mehr Beachtung schenken. Eine Lehrperson an S1 möchte dem offenen, projektorientierten Lernen Raum geben und Kompetenzen fördern, die in der Zukunft wichtig sind. «Ich frage mich oft, braucht man diese Lehrplankompetenz in 40 Jahren wirklich?» (LP S1). Die SL S3 sieht im Making eine Chance, Unterrichtskultur in Richtung 4K (Kreativität, Kollaboration, Kommunikation und kritisches Denken) weiterzuentwickeln. «Ziel ist ein schönes Schulleben, in dem man erleben und mitwachsen darf» (S3, vgl. auch S4). Sie verbindet mit einem Schulhausneubau die Chance, den Unterricht hin zu mehr Offenheit weiterzuentwickeln und das Mindset zu verändern (S3). Eine LP S3 stellt sich vor, «dass Kinder [mit Making] ihre natürliche Lernfreude behalten». Eine

weitere LP (S3) malt sich aus, dass sich Making so auf den Schulalltag auswirkt, dass «in 10 Jahren in Clustern unterrichtet wird und kursorischer und projektartiger Unterricht sich künftig die Waage halten». Eine LP S1 sieht «Making als Experimentierlabor für jahrgangsdurchmischtes Lernen». Der SL S2 ist es wichtig, Chancengleichheit zu erreichen und der heterogenen Schüler:innenklientel möglichst so gerecht zu werden, damit alle Lernenden Angebote und Settings erhalten, in welchen sie auf ihre eigene Weise lernen können. An S5 dagegen löst die Entwicklung in Richtung Making zu Beginn wenig Begeisterung aus. «Wir haben andere Baustellen und jetzt kommt das auch noch ...» (LP S5). Die Schulleitung sieht sich daher in der Rolle des «Facilitator of Change», der bei Lehrpersonen Bedürfnisse wecken muss (S5).

S2 hat eine Vision als Teil einer Gesamtstrategie, die Mission, Ziele und Massnahmen umfasst. Der SL S2 betont, dass alle neuen Entwicklungen zum Leitbild passen müssen und das Kind im Zentrum stehe. Die Making-Erprobung kann somit an bereits bestehende Strukturen anknüpfen:

«Wir sind schon lange als Schule innovativ und haben ein anderes Schulsetting: Kurssystem, Lernumgebungen und pädagogische Teams sind Beispiele für innovative Ansätze, die wir schon länger eingeführt haben» (SL S2).

So sei ein gemeinsames Lernverständnis entstanden, das sich als roter Faden durch die ganze Schule ziehe. Die Sinnhaftigkeit des Making-Ansatzes wird mit dem Leitbild der Schule begründet und die Mitwirkung eingefordert. Eine Einbettung von Making in eine übergeordnete, kantonale Vision liegt zum Befragungszeitpunkt noch nicht vor, was ein SL kritisiert: «Es fehlt in der Verwaltung eine Strategie, die zukunftsorientiert ist und die Making berücksichtigt» (S1).

Making als Bildungsinnovation hängt auch mit einem Wandel im Rollenverständnis von Lehrpersonen zusammen, die Bildung auf Augenhöhe und in Kooperation mit Schüler:innen etablieren und nicht als allwissende Fachpersonen, sondern als experimentierende Lernende und Coaches auftreten. Ein solcher Wandel des Rollenverständnis muss sich in der Organisationskultur manifestieren und kann in «die Grundhaltung in der eigenen Unterrichtspraxis» (S3) einfließen. In diesem Zusammenhang wird betont, wie wichtig es sei, «keinen Druck auszuüben», sondern Freiwilligkeit als oberstes Prinzip zu etablieren und über Formen der Zusammenarbeit, «interne Weiterbildungen und niederschwellige Hilfe» zu inspirieren und zu unterstützen (S2, S3, S1).

5.2.2 Leitung und Stabilität des Kontextes

Zwei SL betrachten die Making-Erprobung als ihr Herzensprojekt, was von Lehrpersonen im Schulumfeld geschätzt wird. Beide SL engagieren sich stark in der Making-Erprobung, indem sie z. B. für das Maker-Team Ausflüge organisieren, gemeinsam

mit dem Team Making-Weiterbildungen besuchen und an der Einrichtung des Maker-Space aktiv mitwirken. Sie schaffen so ein Zusammengehörigkeitsgefühl im Team und konkretisieren die Vorstellungen von pädagogischem Making. Die Führungsstile der Schulleitungen unterscheiden sich. Während SL S4 die Erfahrung gemacht hat, man müsse den Karren ziehen, dann kämen die anderen schon mit, sofern man selbst überzeugt sei, ist SL S1 der Ansicht, intrinsische Motivation müsse nicht nur für Schüler:innen, sondern auch für Pädagog:innen der zentrale Treiber sei und Making könne nicht top down verordnet werden. Auch SL S2 pflegt ein partizipatives Führungsverständnis und gestaltet die Implementierungsprozesse auf iterative Weise. «Mein Ansatz ist, die Betroffenen zu Beteiligten zu machen» (SL S2). Kollaboration und Dialog dienen als Instrumente, um gemeinsame Ziele für die Schulentwicklung abzuleiten und die Stärken aller Beteiligten für die Zielerreichung zu nutzen. Lehrpersonen sollten von sich aus Interesse für Making entwickeln, was durch Hospitationen in anderen MakerSpaces, interne Fortbildungsangebote und eine sensible Kommunikation gefördert werden kann. SL S2 weist auf seine Verantwortung gegenüber dem Personal hin, da Lehrpersonen unter anderem aufgrund von Fachkräftemangel, Veränderungsprozessen in der Bildung und der Covid-Pandemie mehrfach belastet sind: «Es gibt Grenzen, die man als Schulleitung auch berücksichtigen muss. Die Lehrpersonen einzubeziehen ist wichtig, aber gleichzeitig muss ich sie auch schützen». Oder wie ein Maker-Teacher erwähnt: «Das System ist nur gut, wenn man die Leute mitnehmen kann. Das System lebt von Lehrpersonen, die das Making mittragen» (S4).

S4 und S5 hatten im Verlauf der Erprobung einen Schulleitungswechsel. An S4 wurde diese Veränderung als «schwierig und zeitaufwendig» wahrgenommen. Die neue Schulleitung musste sich nebst all den anderen Aufgaben erst in das Thema Making einarbeiten. Deshalb übernahm der Maker-Teacher ad interim die Projektleitung. In der Übergangsphase war zwischenzeitlich die Verbindlichkeit der Mitarbeit in der Making Erprobung im Schulhausteam gesunken und es brauchte Zeit, um die neue Schulleitung in ihre Funktion in der Erprobung einzuweisen (S4). Der Schulleitungswechsel an S5 fand erst nach der Zwischenevaluation statt, weshalb an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen wird.

5.2.3 Kommunikation und Partizipation

Der Begriff Making wird von schulischen Akteur:innen unterschiedlich interpretiert. Einige sehen darin einen vielversprechenden Ansatz zur Verbesserung schulischer Bildungsangebote, um mehr Lernfreude, Selbstbestimmung und Kreativität zu fördern. Andere assoziieren Making hauptsächlich mit digitalen Tools wie 3D-Druckern oder Robotik. Es gibt jedoch auch Ansichten, die Making als Hype wahrnehmen und sich daran stossen, dass der Begriff ein Anglizismus ist (S4). Die Kommunikation

der Idee gegenüber den Schulhausteams erweist sich als Herausforderung. Kurzinformationen im Rahmen bestehender Austauschgefässe eignen sich nur bedingt. Lehrpersonen nehmen Making schnell als etwas Zusätzliches wahr und nicht als eine Möglichkeit, den Unterricht schüler:innenorientierter und offener zu gestalten. Auch nach eigens einberufenen Informationsveranstaltungen signalisieren viele Lehrpersonen ein Bedürfnis nach Klärung und Orientierung. «Je konkreter die Vorstellung, desto mehr Gedanken kann man sich dazu machen, das gibt Sicherheit» (LP S4). Zudem erkennen manche den pädagogischen Mehrwert bezogen auf ihren Berufsauftrag nicht (S4). Als Konsequenz fanden an S4 halbtägige Teamweiterbildungen statt, um Making aktiv zu erleben und Anschlussmöglichkeiten an die Fächer zu entdecken. Auch an S2 wurde mit vergleichbaren Weiterbildungsformaten versucht, den Gegenstand der Bildungsinnovation dem Schulhausteam gegenüber greifbar zu machen.

Die fünf Pilotschulen haben unterschiedliche Partizipationsansätze, -formen und -stufen umgesetzt. An S1 wurde dem Schulhausteam zu Beginn kommuniziert, dass interessierte Lehrpersonen zur Mitarbeit im Maker-Team eingeladen sind und dafür eine finanzielle Entschädigung erhalten. In S4 wurde der Entscheid für Making top down gefällt. Aus Zeitgründen übernahm in der Pandemie die SL S4 einen grossen Teil der Entwicklungsarbeit. Dadurch hatte das Team kaum Möglichkeiten, an der Entwicklung zu partizipieren. An S1, S2 wie auch an S5 haben die Mitglieder des Maker-Teams beim Umbau des MakerSpaces mitgeholfen bzw. diesen grösstenteils selbst umgesetzt.

5.2.4 Organisationale Strukturen und Curriculum

Die Strukturen in den Zyklen 1 und 2 (Zyklus 1: Kindergarten bis 2. Schuljahr der Primarstufe, Zyklus 2: 3. bis 6. Schuljahr der Primarstufe) erwiesen sich als kompatibel mit schulischem Making, da längere Zeitfenster und interdisziplinäre Zugänge aufgrund des Klassenlehrpersonenprinzips einfach umsetzbar sind. Gleichzeitig können Making-Aspekte (z. B. projektorientierter Unterricht, Open-End Challenges, kooperatives Lernen, Überfachlichkeit) leicht in den Regelunterricht einfließen. In der Sekundarstufe sind grössere Herausforderungen bei der Integration von Making erkennbar. TTG, NT und MI¹ werden in der Regel von verschiedenen Fachlehrpersonen unterrichtet, die feste Lehrverpflichtungen in unterschiedlichen Klassen haben, sodass spontanes Teamteaching mitsamt der Zusammenlegung von Lektionen nur mit grossem Aufwand möglich ist (z. B. an S1, teilweise an S2 und S4). S4 hat Making früh flächendeckend und verbindlich eingeführt, jedoch erwiesen sich die vorhandenen Strukturen als starr. Der MakerSpace wird quartalsweise an die

1 Fachbereiche der Schweizer Volksschule: TTG = Technisches und Textiles Gestalten; NT = Natur und Technik; MI = Medien und Informatik.

Sekundarstufe und die Primarschulen vergeben, was insbesondere die Flexibilität der Primarschullehrpersonen einschränkt. An S5 stellt sich das Problem, Schüler:innen von anderen Schulhäusern für wenige Lektionen an den Aussenstandort zu transportieren. Die SL S1 fühlt sich durch die bestehende kantonale Stundentafel eingeschränkt, da gerade bei interdisziplinären Making-Aktivitäten der Schulaufsicht gegenüber nicht garantiert werden kann, dass alle Schüler:innen die vorgeschriebene Anzahl an Fachlektionen pro Jahr durchlaufen. Die Verbindung von Making mit dem Fachunterricht wird zudem erschwert durch Notendruck, eine wenig ausgeprägte Fehlerkultur sowie fehlendes Bewusstsein von Lehrpersonen, wie Making sinnvoll im eigenen Fachunterricht eingesetzt werden kann. Vor diesem Hintergrund wird an S1 zwischenzeitlich diskutiert, ob Making überhaupt in den Regelunterricht überführt werden oder als freiwilliges Angebot institutionalisiert werden soll.

In der Diskussion von strukturellen Rahmenbedingungen wird von den Pilot-schulen immer wieder zwischen freiem Making und making-orientiertem Unterricht unterschieden. Dabei scheint freies Making aus Sicht der Beteiligten vorwiegend im Freifachkontext oder im Rahmen von Projektarbeiten im 3. Jahr der Sekundarstufe umsetzbar, während stärker geführte Formen von Making anschlussfähig an die Lehrplanvorgaben einzelner Fächer sind (S1, S2, S3). Ein Making-Curriculum haben die Pilot-schulen bislang nicht eingeführt, sondern zunächst versucht, das Making in bestehende Lerngefässe einzugliedern oder als separates Angebot (Freifach) zu erproben.

5.3 Personalentwicklung

5.3.1 Motivation

Die Motivation der Maker-Teams und Maker-Teachers ist insgesamt hoch. In S5 war anfangs aufgrund unklarer Rahmenbedingungen (z. B. Erwartungen der SL, Entschädigung) Unzufriedenheit im Maker-Team spürbar, was sich auf das Schulhausteam auswirkte (S5). In den Interviews bezeichnen Lehrpersonen folgende Faktoren als motivationshemmend: Angst vor unbekanntem Themen, unklare Informationen/Kommunikation, eingeschränkte Partizipationsmöglichkeiten, fehlende Kompetenzen, das Korsett von Fächern und Stundentafeln sowie der Druck durch Aufnahmeprüfungen (Gymnasium). Als motivationsfördernd gelten niederschwellige Zugänge, Freiwilligkeit, gute Stimmung im Team und gegenseitige Unterstützung, Sinnhaftigkeit der pädagogischen Arbeit, Anerkennung (von SL, Eltern und Öffentlichkeit) und das Gefühl von Selbstwirksamkeit. Begeisterte Schüler:innen beim Making zu erleben, ist ein weiterer zentraler Motivationsfaktor (S1, S3).

5.3.2 *Haltungen von Lehrpersonen*

Lehrpersonen in den Maker-Teams haben eine Affinität zum Maker Mindset, sind experimentierfreudig und haben einen offenen Unterrichtsstil. In den Schulhausteams fällt der Rollenwechsel hin zum Coach und Mit-Lernenden, der/die Lösungsfindungsprozesse begleitet, die Lösung selbst aber noch nicht kennt, nicht allen leicht. «Man muss auch damit klar kommen, dass man als Lehrperson keine Lösung hat; es hängt mit dem Selbstbild zusammen, wie man damit umgeht» (LP S5). «Man ist nicht mehr der allwissende Guru, sondern das gemeinsame Lernen wird in den Mittelpunkt gestellt» (LP S4). Die Anforderungen an Lehrpersonen wurden während der Making-Erprobung relativiert und der Druck herausgenommen, um den Rollenwechsel zu erleichtern (z. B. S4). Gleichwohl teilten einige Lehrpersonen ihre Making-Projekte und Ideen ungern, weil sie befürchteten, den Anforderungen nicht zu entsprechen. Niederschwellige Unterstützung durch die Maker-Teachers wirkte sich positiv auf die Experimentierfreude der Lehrpersonen aus, da sie zusammen mit ihren Schüler:innen an Making herangeführt und begleitet werden (S3, S4).

Einige Sek-Lehrpersonen betrachten Making als «Gebastel», das zwar kreativ sein könne, aber weder zu befriedigenden Produkten noch zu einem substanziellen Lernzuwachs führe. Sie sehen sich in der Verantwortung, ihren Bildungsauftrag zu erfüllen, und setzen ihre Prioritäten entsprechend: «Für meine G-Schüler ist das ok, aber meine E-Schüler muss ich auf die Gymi-Prüfung vorbereiten ...» (LP S2). Einige haben Schwierigkeiten, in Making-Prototypen die konzeptionellen Ideen und Gedankenleistungen der Schüler:innen zu würdigen. Sie sind daran gewöhnt, Endprodukte nach bestimmten Kriterien zu beurteilen (Fokus: handwerkliche und gestalterische Kompetenzen). Sie befürchten, dass abweichende oder skizzenhafte Artefakte Eltern gegenüber ein falsches Bild ihrer eigenen Kompetenzen vermitteln könnten. Einige ältere Lehrpersonen lehnen die Maker-Idee ab, weil sie negative Erfahrungen mit der Einführung von Sprachlaboren in den 1970er-Jahren gemacht haben, und befürchten, Making könne der nächste kostenintensive Hype sein.

5.3.3 *Kompetenzen der Lehrpersonen und Weiterbildungsbedarfe*

Aufgrund begrenzter Zeitressourcen nutzten Lehrpersonen am liebsten niederschwellige Angebote in der eigenen Schule ohne Anreiseaufwand. Viele schätzten es, bei Fragen auf vertraute Kolleg:innen im Team zugehen zu können (S1, S3 und S4). Mehrere SL machten von der Möglichkeit Gebrauch, Mitarbeitende der Hochschulen für eintägige Weiterbildungen mit dem Schulhausteam einzuladen (S2, S3, S4). «Oft braucht es einen externen Input, damit [die Innovation] auch bei den Lehrpersonen ankommt» (SL S2). Theorielastige Einführungen und Weiterbildungsformate, die auf den Hintergrund der Maker Bewegung oder auf Fragen des Maker Mindsets

eingehen, waren für die Maker-Teams interessant, stiessen aber bei den Schulhausteams auf wenig Interesse. Dort waren praxisorientierte Inputs und Making-Sessions gefragt, die direkt in den Unterricht übertragbar sind. Maker-Technologien (z. B. 3D-Druck, LaserCutter und Physical Computing) und konkrete Einsatzmöglichkeiten im Unterricht weckten das Interesse der Lehrpersonen. Erfolgreich waren auch Workshops, in denen Maker-Teams gemeinsam mit Vertreter:innen der Hochschulen MakerBoards für Making-Aktivitäten bauten (zu Themen wie Physical Computing, E-Textilien, Konstruktionen und Verbindungen, Elektronik, Mechanik).

6. Gelingensfaktoren

6.1 Gelingensfaktoren im Umfeld

Schulbehörden unterstützen das Vorhaben

Die Schulbehörden sollten nicht nur inhaltlich hinter dem Making-Projekt stehen, sondern sich auf ein agiles, partizipatives Projektmanagement einlassen und ausreichend Ressourcen zur Verfügung stellen. Positive Resonanz aus der Bevölkerung kann skeptische Behördenmitglieder überzeugen, was gelungene Öffentlichkeitsarbeit voraussetzt (vgl. Altrichter und Wiesinger 2005, 34).

Akteure im Schulumfeld werden frühzeitig als Partner:innen einbezogen

Stimmbürger:innen und Eltern haben Einfluss auf Schulinnovationen und sollten im Planungs- und Implementierungsprozess gehört werden (vgl. Fullan 2016). Partnerschaften mit lokalen Unternehmen bieten Impulse für die Berufswahl und Fachexpertise im MakerSpace. Zuvor müssen Bedenken und Ängste mancher Lehrpersonen, sich zu exponieren, relativiert werden. Eine Organisationskultur, die auf Solidarität, Wertschätzung und Ermutigung setzt, kann hierzu einen Beitrag leisten.

Schulübergreifende Netzwerke helfen, Ressourcen und Synergien zu nutzen

«For maker-based education to become more than a trend, educators must create and share resources and strategies that help teachers implement high-quality instruction in their makerspaces» (Rouse et al. 2020, 35).

Gegenseitige Hospitationen sind eine niederschwellige Möglichkeit, Ressourcen von anderen kennenzulernen. Workshops über Einzelschulen hinaus inspirieren und unterstützen (vgl. Stevenson et al. 2019, 1271). Mittelfristig ist ein kantonales Netzwerk geplant, um den Austausch unter den Schulen auch über die Projektlaufzeit hinaus zu fördern.

Pädagogische Hochschulen nehmen schulisches Making in ihre Curricula auf
Studierende sollten im Studium Erfahrungen mit Making-Aktivitäten sammeln, um zu verstehen, was es bedeutet, in MakerSpaces zu unterrichten. An Hochschulen wird ein Kulturwandel hin zu mehr Eigenverantwortung der Lernenden, zu interdisziplinärem Lernen und Kreativitätsentwicklung erforderlich sein.

6.2 Stützende Faktoren im Bereich Organisationsentwicklung

Lehrpersonen mit Innovationsbedürfnis inspirieren andere Teammitglieder
Top-Down-Entscheidungen sollten mit den Bedürfnissen der Beteiligten abgestimmt werden. Andernfalls sind sie aufgrund der zu erwartenden Widerstände schwer umsetzbar, zumal die Kontrolle der Lehrpersonen durch die SL kaum leistbar ist («Autonomie-Paritäts-Muster»; vgl. Altrichter und Eder 2004). Zum Start braucht es eine Gruppe motivierter Lehrpersonen. Durch sie lässt sich Peer-to-Peer das «Making-Virus» (SL S1) im Schulhaus verbreiten.

Die Schule pflegt eine positive Fehlerkultur und ermutigt zur Innovation
Insbesondere Schulleitungen und Schulbehörden sind gefordert, eine positive Fehlerkultur zu etablieren. Unsicherheiten und Ängste von Lehrpersonen können durch eine innovationsfreundliche Organisationskultur relativiert werden, die auf Vertrauen, Ermutigung, Wertschätzung und gegenseitiger Unterstützung basiert (vgl. Holtappels 2013, 58; Kreutzer und Semrau 2022, 34).

Eine Strategie schafft Verständnis und Verbindlichkeit für Making
Eine partizipativ entwickelte Strategie hilft, Maker Education im Schulhaus zu verorten und zu begründen (vgl. Korhonen et al. 2023, 228). Dies erhöht die Akzeptanz im Team und unterstützt die Implementierung (vgl. Altrichter und Wiesinger 2004; Holtappels 2013, 57).

Die Schulleitung agiert als Vorbild und bringt sich aktiv ein

Die Schulleitung dient als Vorbild und kann durch aktive Beteiligung andere Lehrpersonen für Making begeistern, Berührungsängste relativieren und Ressourcen zur Verfügung stellen (vgl. Shively et al. 2021, 157; Korhonen et al. 2023, 228). Auch das Maker-Team bzw. der Maker-Teacher sind als «Change Agents» (Holtappels 2019, 286–87) zentrale Bausteine für die Etablierung einer Maker-Kultur im Schulhaus (vgl. Shively et al. 2021, 168).

Die Akteur:innen wissen, was unter Making zu verstehen ist

Die Akteur:innen müssen wissen, auf welche Innovation sie sich einlassen. Je klarer kommuniziert wird, was pädagogisches Making ist, je konkreter die Vorstellungen auf Ebene Unterrichtspraxis sind, desto mehr Sicherheit und Motivation entwickeln Lehrpersonen. Wichtig ist, dass sie die pädagogische Sinnhaftigkeit für sich erkennen.

Der Standort des MakerSpace ist sensibel gewählt

Die geografische Lage eines MakerSpaces ist ein wichtiger Faktor, insbesondere in Schulgemeinden mit mehreren Schulhäusern. Während Lehrpersonen in unmittelbarer Nachbarschaft des MakerSpace öfter und spontan den Raum nutzen können, müssen andere vorher abwägen, ob sich der Besuch lohnt und die Transferzeit in Relation zum erwarteten Nutzen steht (vgl. Gravel und Puckett 2023, 13).

Schulleitungen und Schulbehörden üben zu Beginn keinen Druck aus

Insbesondere bei Top-Down-Entscheidungen ist es wichtig, zu Beginn «keinen Druck auszuüben», sondern Freiwilligkeit als oberstes Prinzip zu etablieren und über Formen der Zusammenarbeit, «interne Weiterbildungen und niederschwellige Hilfe» zu inspirieren und zu unterstützen (S2, S3, S1). Wenn Making für Lehrpersonen obligatorisch ist, müssen sie etwas schwer Greifbares umsetzen. Das Gefühl, sich in viele neue Technologien einarbeiten und eigene Unterrichtsroutinen umstellen zu müssen, löst Unbehagen, Ängste und Widerstände aus.

Making wird nicht als Add-on, sondern als integrative Bereicherung wahrgenommen

Unter den bestehenden Bedingungen (Studentafel, 45-Minutentakt) ist es für die Projektschulen schwierig, Making-Angebote zu entwickeln, die über längere Zeiträume andauern und die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Lehrpersonen fördern und erfordern. Es kann helfen, in bestehenden Strukturen erste Erfahrungen

zu sammeln (Freifach, Projekttag oder -wochen). Allerdings birgt die Etablierung von Making ausschliesslich auf freiwilliger Basis die Gefahr einer «Making-Bubble» (SL S1) und damit einer Trennung von Regelunterricht und explorativem Making. Harron und Hughes (2018, 264) weisen darauf hin, dass eine solche Einbettung die Wahrnehmung der Lehrpersonen von Making als etwas zusätzlichem («Add-on») verstärken wird, was einer Implementierung eher entgegenläuft.

Making-Lernanlässe sind anschlussfähig an Lehrplanvorgaben

Beim Making erworbene Kompetenzen müssen kontextualisiert und verfestigt werden (vgl. Godhe et al. 2019, 322). In der Schule werden Lehrpersonen nicht umhinkommen, Making-Aktivitäten mit den Vorgaben im Lehrplan zu verknüpfen. Inwieweit dies im Rahmen der Making-Erprobung gelingt, kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht abschliessend beurteilt werden. Erst nach dem Ende der Erprobung werden die Praxisaktivitäten evaluiert und wird der Versuch unternommen, rekonstruktiv ein lehrplankompatibles Making-Curriculum zu entwickeln.

6.3 Gelingensfaktoren im Bereich Personalentwicklung

Ein «Growth Mindset» kann Lehrpersonen entlasten

Die mangelnde Bereitschaft von Lehrpersonen zum kollegialen Austausch aus Angst vor Fehlern kann sich nachteilig auf das schulische Making auswirken, da ein schulischer MakerSpace aufgrund der Komplexität der Angebote nur von einer Gemeinschaft, kaum von einer Einzelperson betrieben werden kann. Der Aufbau einer Organisationskultur, die sich am «Growth Mindset» (Vongkulluksn et al. 2021) orientiert, kann mittelfristig Abhilfe schaffen.

Iterative Produktentwicklung rückt in den Fokus von Weiterbildungen

Dass Making-Artefakte von kritischen Lehrpersonen teilweise nicht ernst genommen werden, deutet darauf hin, dass die konstruktionistische Lernauffassung nicht geteilt wird. Weiterbildungsangebote, die das Konzept der iterativen Produktentwicklung in den Fokus rücken (Design Thinking Ansätze), könnten dieses Problem entschärfen. Dabei sollten die Lehrpersonen aktiv als Maker:innen agieren können (vgl. Godhe et al. 2019, 320).

Das Technikinteresse von Lehrpersonen wird als Türöffner zum Mindset genutzt

Auch wenn in der Maker Education nicht Tools, sondern das Empowerment der Lernenden durch deren Nutzung in Verbindung mit einem entsprechenden Mindset im Vordergrund stehen (vgl. Harron und Hughes 2018, 254), können geräte- bzw. technologiebasierte Weiterbildungsangebote Lehrpersonen einen ersten Zugang zur Maker Education eröffnen.

Wissenstransfer erfolgt niederschwellig im Peer-to-Peer Modus

Im Schulhaus werden kompetente Ansprechpartner:innen für Making benötigt. Maker-Teachers oder Maker-Teams benötigen Ressourcen, um Coaching-Aufgaben zu übernehmen (vgl. auch Fernandez et al. 2020). Für kollegialen Austausch sind ausreichend Zeitfenster einzuplanen.

Making-Wissen wird im Schulhaus arbeitsteilig aufgebaut

Zentral ist ein realistischer Erwartungshorizont der SL, nach welchem nicht alle Lehrpersonen alles lernen müssen, sondern sich arbeitsteilig und neigungsorientiert die verschiedenen Facetten der Maker Education aneignen. Dies entspricht dem Verständnis einer «lernenden Organisation» (Senge 2021, 266ff.), in welcher Teams ihr Wissen transferieren, sich bei der Einführung von Neuem gegenseitig unterstützen und dabei «Motivations- und Qualifikationslücken einzelner kollegial ausgleichen» können (vgl. Altrichter und Wiesinger 2004, 225).

7. Fazit und Ausblick

Die Zwischenauswertung der Daten aus der Making Erprobung TG hat gezeigt, dass die Implementierung von Making als ganzheitliche Schulentwicklung im Sinne Rolffs (2019) gelesen werden kann. Schulen, die vor der Entscheidung stehen, Making im Schulalltag zu etablieren, sollten kritisch prüfen, ob die «Schulentwicklungskapazität» (Maag Merki et al. 2022) in den Dimensionen Organisation, Personal und Unterricht ausreicht und inwieweit die Rahmenbedingungen im Umfeld förderlich sind oder angepasst werden müssen. Während sich Räume in der Regel problemlos einrichten und mit Technologie ausstatten lassen, erweist sich die Umsetzung der oben genannten neun Charakteristika der Maker Education (vgl. 1.1) als grosse Herausforderung. Die in der Making Erprobung TG herausgearbeiteten Gelingensfaktoren können interessierten Schulen dabei eine Orientierung geben.

Literatur

- Altrichter, Herbert, und Ferdinand Eder. 2004. «Das ‹Autonomie-Paritätsmuster› als Innovationsbarriere». In *Schulprogramme – Instrumente der Schulentwicklung*, herausgegeben von Heinz Günter Holtappels, 195–221. Weinheim: Juventa.
- Altrichter, Herbert, und Sophie Wiesinger. 2005. «Implementation von Schulinnovationen – aktuelle Hoffnungen und Forschungswissen». *Journal für Schulentwicklung* 9 (4): 28–36. <https://www.stangl-taller.at/paedpsych/INTERNET/ORGANISATIONORD/ALTRICHTER-ORD/IMPLse2PlusLit.pdf>.
- Altrichter, Herbert, und Sophie Wiesinger. 2004. «Der Beitrag der Innovationsforschung im Bildungswesen zum Implementierungsproblem». In *Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven, Theorien und Methoden*, herausgegeben von Gabi Reinmann und Heinz Mandl, 220–34. Göttingen: Hogrefe.
- Arnold, Rolf. 2017. *Entlehrt euch! Ausbruch aus dem Vollständigkeitswahn*. Bern: Hep.
- Assaf, Dorit. 2019. «Die Musterlösung liegt nicht bei. Best Practices zur Umsetzung von open-ended Maker-Projekten». In *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 261–77. München: kopaed. https://www.fhsg.ch/fileadmin/Dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/idee/10_Publicationen/Chance-Makerspace-Ingold-Maurer-Trueby-2019-online.pdf.
- Bergold, Jarg, und Stefan Thomas. 2012. «Partizipative Forschungsmethoden: Ein methodischer Ansatz in Bewegung». *Forum Qualitative Sozialforschung* 13 (1): 30. <https://doi.org/10.17169/fqs-13.1.1801>.
- Bettinger, Patrick, Saskia Draheim, und Paul Weinrebe. 2020. «Critical Making? : Praktiken in Makerspaces zwischen Widerständigkeit und Affirmation». *Medienimpulse* 58 (4): 34 Seiten. <https://doi.org/10.21243/mi-04-20-20>.
- Bormann, Inka. 2011. «Innovationen als ‹Wissenspassagen›. Theoretische Grundlegung und Implikationen für die Analyse». *DDS – Die Deutsche Schule* 103 (1): 53–64. <https://doi.org/10.25656/01:25686>.
- Bosse, Ingo, Björn Maurer, und Jan Schluchter. 2022. «Inklusives Making in der Schule – Chancen für Empowerment und Partizipation». *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik* 28, (11): 34–41. <https://ojs.szh.ch/zeitschrift/article/view/1048>.
- Boy, Henrike, und Gerda Sieben. 2017. *Kunst & Kabel: Konstruieren. Programmieren. Selbermachen. Bausteine für pädagogisches Making in der Jugendmedienarbeit und Ergebnisse aus dem Praxisforschungsprojekt ‹Fablab mobil›*. München: kopaed.
- Fendt, Helmut. 2008. *Neue Theorie der Schule. Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen*. Wiesbaden: VS.
- Fernandez, Cassia, Tatiana Hochgreb-Haegle, und Paulo Blikstein. 2020. «Toward a sustainable model for maker education in public education: Teachers as co-designers in an implementation of educational makerspaces». *Proceedings of FabLearn Conference (FabLearn'20)*: 46–53. New York. <https://doi.org/10.1145/3386201.3386218>.

- Freeman, A., Samantha Adams Becker, und M. Cummins. 2017. *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/182003/>.
- Fullan, Michael. 2016. *The new meaning of educational change*. 5th ed. New York, NY: Teachers College Press.
- Gläser, Jochen, und Grit Laudel. 2010. *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: VS.
- Godhe, Anna-Lena, Patrik Lilja, und Neil Selwyn. 2019. «Making sense of making: Critical issues in the integration of maker education into schools». *Technology, Pedagogy and Education* 28 (3): 317–28. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2019.1610040>.
- Goldenbaum, Andrea. 2012. «Implementation von Schulinnovationen». In *Innovationen im Bildungswesen. Analytische Zugänge und empirische Befunde*, herausgegeben von Matthias Rürup und Inka Bormann, 149–72. Wiesbaden: VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2>.
- Gräsel, Cornelia, und Ilka Parchmann. 2004. «Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern». *Unterrichtswissenschaft* 32 (3): 196–214. <https://doi.org/10.25656/01:5813>.
- Gravel, Brian E., und Cassidy Puckett. 2023. «What shapes implementation of a school-based makerspace? Teachers as multilevel actors in STEM reforms». *International Journal of STEM Education* 10: 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00395-x>.
- Harron, Jason R., und Joan E. Hughes. 2018. «Spacemakers: A Leadership Perspective on Curriculum and the Purpose of K-12 Educational Makerspaces». *Journal of Research on Technology in Education* 50 (3): 253–70. <https://doi.org/10.1080/15391523.2018.1461038>.
- Hatch, Mark. 2013. *The maker manifesto*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Heeg, Rahel, Dorothee Schaffner, und Olivier Steiner. 2020. «Partizipative Forschung, partizipative Aktionsforschung und die Frage nach Qualitätskriterien». In *Partizipative Forschung in der Sozialen Arbeit. Zur Gewährleistung demokratischer Teilhabe an Forschungsprozessen*, herausgegeben von Florian Esser, Clarissa Schär, Stefan Schurr und Wolfgang Schröder, 24–36. Lahnstein: Verlag neue praxis.
- Heredia, Sara C., und Edna Tan. 2021. «Teaching & learning in makerspaces. equipping teachers to become justice-oriented maker-educators». *The Journal of Educational Research* 114 (2): 171–82. <https://doi.org/10.1080/00220671.2020.1860871>.
- Himpsl-Gutermann, Klaus, Wolfgang B. Ruge, Christina Adorjan, Lotte Krisper-Ullyett, Sonja Macher, Elisabeth Lehner, Hermann Morgenbesser, Christian Pollek, David Mühlbacher, Beatrix Stemmer, und Helmut Stemmer Ruge. 2020. «Medienbildung, Making und Schulentwicklung: Theoretische Überlegungen und Erfahrungen zur Implementierung von Maker Labs an Schulen am Beispiel des EduMakerSpace Favoriten». *Medienimpulse* 58 (4): 1–49. <https://doi.org/10.21243/mi-04-20-26>.
- Holtappels, Heinz Günter. 2019. «Transfer in der Schulentwicklung. Ansätze und Gelingensbedingungen aus der Perspektive von Schulentwicklungstheorie und -forschung». *DDS – Die Deutsche Schule* 111 (3): 274–293. <https://doi.org/10.25656/01:20597>.

- Holtappels, Heinz Günter. 2013. «Innovation in Schulen – Theorieansätze und Forschungsbefunde zur Schulentwicklung». In *Innovationen im Bildungswesen. Analytische Zugänge und empirische Befunde*, herausgegeben von Matthias Rürup und Inka Bormann, 45–69. Wiesbaden: VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19701-2>.
- Hulla, Maria, Patrick Herstätter, Harald Burgsteiner, Daniela Moser und Christian Ramsauer. 2021. «Design von Trainings in Lernfabriken und Makerspaces für KMUs in der digitalen Transformation». *didacticum* 2021 (3): 83–101. <https://didacticum.phst.at/index.php/didacticum/article/view/64/>.
- Ingold, Selina, Björn Maurer, und Daniel Trüby. 2019. *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*. München: kopaed.
- Ingold, Selina, und Björn Maurer. 2019. «Making in der Schule. Reibungspunkte und Synergieeffekte». In *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 59–87. München: kopaed. https://www.fhsg.ch/fileadmin/Dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/idee/10_Publikationen/Chance-Makerspace-Ingold-Maurer-Trueby-2019-online.pdf.
- Jaatinen, Juha, und Eila Lindfors. 2019. «MakerSpaces for Pedagogical Innovation Processes: How Finnish Comprehensive Schools Create Space for Makers». *Design and Technology Education: An International Journal*. 24.2. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1221415.pdf>.
- Johnston, Kelly, Lisa Kervin, und Peta Wyeth. 2022. «STEM, STEAM and Makerspaces in Early Childhood: A Scoping Review». *Sustainability* 14 (20): 13533. <https://doi.org/10.3390/su142013533>.
- Kafai, Yasmin. 2006. «Constructionism». In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, herausgegeben von R. Keith Sawyer, 35–47. Cambridge (MA): Cambridge University Press.
- Kleeberger, Julia, und Franziska Schmid. 2019. «Making ist das neue Lernen. Erfindergeist wecken mit digitalen Werkzeugen». In *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 103–18. München: kopaed. https://www.fhsg.ch/fileadmin/Dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/idee/10_Publikationen/Chance-Makerspace-Ingold-Maurer-Trueby-2019-online.pdf.
- Korhonen, Tiina, Kaiju Kangas, und Laura Salo. 2023. *Invention Pedagogy – The Finnish Approach to Maker Education*. New York: Routledge. <https://www.routledge.com/Invention-Pedagogy-The-Finnish-Approach-to-Maker-Education/Korhonen-Kangas-Salo/p/book/9781032251974#>.
- Kreutzer, Sabine, und Falko Semrau. 2022. «Keine Angst vor Innovationen». *Pädagogik*, 11/2022, 31–34.
- Kuckartz, Udo. 2005. *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten*. Wiesbaden: VS.
- Laudonia, Ivano, und Ingo Eilks. 2003. «Lehrerzentrierte vs. Partizipative Aktionsforschung – Praxisorientierte Forschung und Unterrichtsentwicklung in der beruflichen Bildung». *Transfer Forschung <-> Schule, Visible Didactics – Fachdidaktische Forschung trifft Praxis*, 2: 125–32. Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.

- Maag Merki, Katharina, Lisa Schäfer, Beat Rechsteiner, Andrea Wullschleger, Miriam Compagnoni, und Ariane Rickenbacher. 2022. «Was zeichnet eine hohe Schulentwicklungskapazität aus?» *Pädagogik* 2022 (6): 32–36.
- Martinez Libow, Sylvia, und Gary Stager. 2013. *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Torrance (CA): Constructing Modern Knowledge Press.
- Maurer, Björn, und Selina Ingold. 2021. *Making im Schulalltag. Konzeptionelle Grundlagen und Entwicklungsschritte*. München: kopaed.
- Papert, Seymour. 1993. *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. New York: BasicBooks. <https://lcl.media.mit.edu/resources/readings/childrens-machine.pdf>.
- Peppler, Kylie, Erica Halverson, und Yasmin B. Kafai. 2016. «Introduction to this Volume». In *Makeology – Makerspaces as Learning Environments*, Vol. 1, herausgegeben von Kylie Peppler, Erica Halverson, und Yasmin B. Kafai. New York. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315726519>.
- Regalla, Lisa. 2016. «Developing a Maker Mindset». In *Makeology – Makerspaces as Learning Environments*, Vol. 1, herausgegeben von Kylie Peppler, Erica Halverson, und Yasmin B. Kafai. New York. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315726519>.
- Resnick, Mitchel. 2017. *Lifelong Kindergarten. Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. Cambridge (MA): MIT-Press.
- Rolff, Hans-Günter. 2019. *Wandel durch Schulentwicklung*. Weinheim: Beltz.
- Rolff, Hans-Günter. 2007. *Studien zu einer Theorie der Schulentwicklung*. Weinheim: Beltz.
- Rouse, Rob, Katie Krummeck, und Olivia Uribe. 2020. *Making the Most of a Makerspace*. <https://www.nsta.org/science-and-children/science-and-children-february-2020/making-most-makerspace>.
- Schmid, Lukas. 2019. «Menschzentriert – Kollaborativ – Handlungsorientiert. Design-Ansätze für die Primarschule des 21. Jahrhunderts». In *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 19–33. München: kopaed. https://www.fhsg.ch/fileadmin/Dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/idee/10_Publikationen/Chance-Makerspace-Ingold-Maurer-Trueby-2019-online.pdf.
- Schön, Sandra, und Martin Ebner. 2017. «Von Makerspaces und FabLabs – Das kreative digitale Selbermachen und Gestalten mit 3D-Druck & Co». *Handbuch E-Learning* (Band 70. Erg. Lfg., 1–18. <https://graz.pure.elsevier.com/de/publications/von-makerspaces-und-fablabs-das-kreative-digitale-selbermachen-un>.
- Schön, Sandra, Kristin Narr, Maria Grandl, und Martin Ebner. 2019. «Making mit Kindern und Jugendlichen. Einführung und ausgewählte Perspektiven». In *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*, herausgegeben von Selina Ingold, Björn Maurer und Daniel Trüby, 45–59. München: kopaed. https://www.fhsg.ch/fileadmin/Dateiliste/3_forschung_dienstleistung/institute/idee/10_Publikationen/Chance-Makerspace-Ingold-Maurer-Trueby-2019-online.pdf.
- Senge, Peter M. 2021. *Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation*. 11th ed. Freiburg: Schäffer-Poeschel.

- Sheffield, Rachel, Rekha Koul, Susan Blackley, und Nicoletta Maynard. 2017. «Makerspace in STEM for girls: A physical space to develop twenty-first-century skills». *Educational Media International* 54 (2): 148–64. <https://doi.org/10.1080/09523987.2017.1362812>.
- Shively, Kate, Krista Stith, und Lisa DaVia Rubenstein. 2021. «Ideation to implementation: A 4-year expiration of innovating education through maker pedagogy». *The Journal of Educational Research* 114 (2): 155–70. <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1872472>.
- Stevenson, Michael, Matt Bower, Garry Falloon, Anne Forbes, und Maria Hatzigianni. 2019. «By design: Professional learning ecologies to develop primary school teachers' makerspaces pedagogical capabilities». *British Journal of Educational Technology* 50 (3): 1260–74. <https://doi.org/10.1111/bjet.12743>.
- Stornaiuolo, Amy. 2020. «Authoring Data Stories in a Media Makerspace: Adolescents Developing Critical Data Literacies». *Journal of the Learning Sciences* 29 (1): 81–103. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1689365>.
- Tan, Michael. 2018. «When MakerSpaces Meet School: Negotiating Tensions Between Instruction and Construction». *Journal of Science Education and Technology* 28: 75–89. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9749-x>.
- Tyack, David, und William Tobin. 1994. «The 'Grammar' of Schooling: Why Has it Been so Hard to Change?». *American Educational Research Journal* 31 (3): 453–79. <https://doi.org/10.3102/00028312031003453>.
- Valente, José Armando, und Paulo Blikstein. 2019. «Maker Education: Where Is the Knowledge Construction?». *Constructivist Foundations* 14 (3). <https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/10/2019.Valente-Blikstein.Constructivist-Foundations.Maker-Education.pdf>.
- Vongkulluksn, Vanessa W., Ananya M. Matewos, und Gale M. Sinatra. 2021. «Growth mindset development in design-based makerspace: a longitudinal study». *The Journal of Educational Research* 114 (2): 139–54. <https://doi.org/10.1080/00220671.2021.1872473>.
- Zakoth, David, und Oliver Mauroner. 2020. «Industry-Specific Makerspaces: Opportunities for Collaboration and Open Innovation». *Management international / International Management / Gestión Internacional* 24 (5): 88–99. <https://doi.org/10.7202/1075482ar>.