

edu-MakerSpaces

*Exploratives und interdisziplinäres Lernen der Schüler*innen im Projekt*

Karin Tengler¹, Gerhard Brandhofer¹

DOI: <https://doi.org/10.53349/resource.2024.i3.a1287>

Zusammenfassung

Digitalisierung stellt neue Anforderungen an Schüler*innen und zukünftige Arbeitnehmer*innen. Im wissenschaftlichen Diskurs werden dazu Forderungen nach einem Ausbau der STEAM-Fächer (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) und einer damit einhergehenden Didaktik lauter. Hier liefern didaktische Ansätze der Maker Education gute Möglichkeiten, durch exploratives und interdisziplinäres Lernen einen Zugang zu mathematischen sowie informatischen Zusammenhängen und Abläufen, zu Naturwissenschaften sowie zu technischen Prozessen und Hintergründen zu bekommen, den man auch in den neuen Lehrplänen der Primar- und Sekundarstufe findet. Daher wurde an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich das Projekt edu-MakerSpaces für Niederösterreich, in Zusammenarbeit mit der Arbeiterkammer Niederösterreich, initiiert. Im Beitrag wird das Projekt kurz vorgestellt, um anschließend auf erste Forschungsergebnisse aus der Arbeit mit den Projektschulen einzugehen. Dabei wird der Frage nachgegangen, welche Potenziale das explorative und interdisziplinäre Lernen durch Making und Tinkering mit Fokus auf die Primarstufe in den edu-MakerSpaces bietet. Die Ergebnisse der designbasierten Forschung zeigen, dass bei entsprechender Planung die Arbeit in Makerspaces das kreative und handlungsorientierte Lernen forciert, gleichzeitig aber auch das Bewusstsein für die Gestaltung und Herstellung von Produkten schärft.

Stichwörter: Makerspace, Maker Education, Primarstufe

1 Einleitung

Neben künftigen Herausforderungen als Gesellschaft im Allgemeinen ergeben sich durch die Digitalisierung auch speziell für Schüler*innen und spätere Arbeitnehmer*innen sowie Bürger*innen neue Anforderungen in unterschiedlichen Lebensbereichen (Brandhofer et al., 2019, S. 336, 338).

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

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

Im wissenschaftlichen Diskurs werden dazu Forderungen nach einem Ausbau der STEAM-Fächer (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) und der einhergehenden STEAM-Didaktik lauter (Khine, 2019; Quigley et al., 2019). Hier liefern didaktische Ansätze wie Making und Tinkering gute Möglichkeiten, durch exploratives und interdisziplinäres Lernen einen Kontexte offenlegenden Zugang zu mathematischen sowie informatischen Zusammenhängen und Abläufen, zu Naturwissenschaften sowie zu technischen Prozessen und Hintergründen zu bekommen (Ingold & Maurer, 2019, S. 66), den man auch in den neuen Lehrplänen der Primar- und Sekundarstufe (BMBWF, 2023) findet. Mit der Implementierung im neuen Curriculum der Primarstufe, das ab 2023/24 aufsteigend ab der 1. Klasse erfolgte, bekommen die fächerübergreifenden Themen Informatische Bildung und Medienbildung einen neuen Stellenwert in der Schule der Sechs- bis Zehnjährigen. Neben dem Erlernen grundlegender Kompetenzen im Bereich digitaler Medien ermöglicht zeitgemäßer Unterricht auch die Nutzung der kreativen und produktiven Kapazitäten digitaler Endgeräte. Dieser Ansatz bietet Lernenden die Möglichkeit, sich zu kompetenten, problemlösungsorientierten Gestalter*innen zu entwickeln, indem er Anregungen liefert, die über das traditionelle Lernspektrum hinausgehen. Förderung in diesem Bereich bieten sogenannte Makerspaces, ausgestattet mit einfachen Werkmaterialien bis hin zu Schneideplottern und 3D-Druckern, die mittlerweile auch schon den Zugang zu Schulen finden, indem durch analoges und digitales Handeln nicht nur Einstieg zu den Naturwissenschaften geboten wird, sondern auch Freude am Forschen und Entdecken sowie an kreativem Gestalten nachhaltig gefördert werden kann.

Daher wurde an der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich das Projekt edu-MakerSpaces für Niederösterreich, in Zusammenarbeit mit der Arbeiterkammer Niederösterreich, initiiert. Im Beitrag wird nach einer Begriffsklärung das Projekt kurz vorgestellt, um anschließend auf Ergebnisse der designbasierten Forschung, die in zwei Zyklen mit den Projektschulen durchgeführt wurde, einzugehen. Dabei wird der Frage nachgegangen, welche Erfahrungen im Rahmen des Projektes gemacht wurden und welche Potenziale das explorative und interdisziplinäre Lernen durch Making und Tinkering in den edu-MakerSpaces bietet, mit besonderem Fokus auf die Primarstufe, aber auch mit Einblicken in ein inklusives Setting einer Clusterschule.

Erste Ergebnisse zeigen, dass die Arbeit in Makerspaces in der Primarstufe das selbstständige Lernen und handlungsorientiertes Tun forciert, gleichzeitig aber auch das Bewusstsein für die Gestaltung und Herstellung von Produkten schärft sowie kreatives, kommunikatives und kollaboratives Lernen fördert.

2 Making und Maker Education

Making als Bildungskonzept, deren Grundlage das 4K-Modell (Kommunikation, Kooperation, Kreativität und kritisches Denken) ist, wird zunehmend populärer, wenn es um Zukunftsthemen wie Problemlösekompetenz und Nachhaltigkeit geht (Stilz et al., 2020). Das

folgende Kapitel bietet einen Überblick zu Making, Maker Education und den damit entstandenen Makerspaces.

2.1 Making und Tinkering

Unter *Making* versteht man das kreative und spielerische Arbeiten mit analogen und digitalen Werkzeugen, bei dem die Lernenden und deren Lernprozesse im Vordergrund stehen. „Zentral ist aber die selbstgesteuerte und sozial konstruktivistische Entwicklung (peer-to-peer-learning) und diskursive Reflexion von Produkten, die auf der Grundlage eigener Ideen entstanden sind“ (Maurer & Ingold, 2021, S. 14). Es entstehen Aktivitäten, bei denen diskutiert, konzipiert, adaptiert, gestaltet und produziert wird. Zunehmend findet man auch den Begriff des *Tinkerings*, der sich als experimentelles Tüfteln oder tüftelndes Handeln oftmals auch mit offenem Ende übersetzen lässt (Buchner & Ojo, 2022) und mit dem man Innovationsprozesse in Gang setzt.

2.2 Maker Education

Maker Education, im Deutschen auch als Pädagogisches Making bezeichnet (Boy & Sieben, 2017), gilt als Didaktik und Methodik des Lernens in Maker-Umgebungen. Als Zielgruppe kommen prinzipiell alle Altersgruppen in Frage, ein Schwerpunkt liegt aber auf der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen, um sie zu „(zukünftigen) Selbermachenden“ auszubilden (Schön & Ebner 2019, S. 12). „Zur Heranführung an das Problemlösen beim Making greift sie [die Maker Education] hauptsächlich auf subjektorientierte und lernerzentrierte Methoden bzw. auf open-ended Challenges-Formate zurück“ (Maurer & Ingold, 2021, S. 20). Die Maker Education verfolgt zwei Ziele: Einerseits soll damit didaktisch-methodisches Lernen in einem offenen Lernsetting ermöglicht werden, indem in konkreter Projektarbeit auch mit Hilfe digitaler Medien Ideen realisiert werden. Andererseits verfolgt Maker Education auch das Ziel, Schüler*innen zu befähigen, aktiv, nachhaltig und eigenverantwortlich die Welt mitzugestalten (Schön et al., 2019). Die Grundhaltung des Makings lässt sich am besten mit „einfach mal machen“ beschreiben. Durch projektorientiertes, experimentelles und kreatives Tun und den Einsatz unterschiedlicher Werkzeuge und Materialien sollen den Lernenden Fähigkeiten zuteilwerden, die Herausforderungen der Zukunft bzw. potenzieller Zukünfte (UNESCO, 2023) zu meistern. Vertreter*innen der Maker Education betonen die Bedeutung des zweckfreien Tüftelns (Kleeberger & Schmid, 2019, S. 105) sowie des spielerischen Experimentierens mit Materialien und Techniken für die Ideenentwicklung (Maurer & Ingold, 2021). Schön und Ebner (2019) identifizierten sieben Merkmale der Maker Education (siehe Abbildung 1), wobei der interdisziplinäre Zugang, das offene Lernsetting und die Projektarbeit in einem offenen Setting ideale Aspekte für den Unterricht in der Primarstufe bieten.



Abbildung 1: Merkmale der Maker Education (Eigene Darstellung nach Schön & Ebner, 2019)

Neben dem Erlernen der Grundkompetenzen im Umgang mit digitalen Medien kann zeitgemäßer Unterricht auch die kreativen und produktiven Potentiale der digitalen Endgeräte nutzen und Lernenden Anregungen bieten, sich zu kompetenten und problemlösungsorientierten Gestalter*innen zu entwickeln. Einen Beitrag dazu leisten sogenannte Makerspaces, ausgestattet mit einfachen Werkmaterialien bis hin zu Schneideplottern und 3D-Druckern, die mittlerweile auch schon den Zugang zu Schulen finden, indem durch analoges und digitales Handeln nicht nur Einstieg zu den Naturwissenschaften geboten wird, sondern auch Freude am Forschen und Entdecken sowie an kreativem Gestalten nachhaltig gefördert werden kann (Maurer & Ingold, 2021).

2.3 Makerspaces

Was ist nun ein *Makerspace*? Grundsätzlich kann ein Makerspace vieles sein. Es soll vor allem ein Platz für Kreativität, Ausprobieren, Produzieren und ein Miteinander sein. Ganz niederschwellig kann man ihn als „Werkstatt mit digitalen und analogen Produktionseinrichtungen“ (Maurer & Ingold, 2021, S. 8) bezeichnen. Dem Konzept des forschenden Lernens folgend, dienen Makerspaces als „offene experimentelle Denk-, Werkstatt- und Produktionsräume, die Nutzer*innen Ressourcen für die Umsetzung eigener Ideen und Projekte anbieten“ (Maurer & Ingold, 2021, S. 21) und Bildungsgerechtigkeit durch

freien und barrierearmen Zugang fördern. Unabhängig von sozialer Herkunft und Bildungsstand schafft ein Makerspace Raum für kreatives Arbeiten und trägt dazu bei, den Lernerfolg und die Lernmotivation aber auch das Selbstbewusstsein von Kindern und Jugendlichen soll zu fördern und Selbstwirksamkeitserfahrungen im gestalterischen Umgang mit Materialien und Technologien zu ermöglichen (Kleeberger & Schmid, 2019).

Wesentlich für die Entwicklung von Makerspaces war die Möglichkeit kostengünstiger Anschaffung von 3D-Druckern (Stilz et al., 2020), die zumeist einen wesentlichen Teil einer Making-Werkstatt ausmachen. Zusätzlich findet man neben analogem Werkmaterial wie Holzplatten, Folien und Papier auch Geräte, wie Schneideplotter, Lasercutter und auch programmierbare Stickmaschinen. Zum Bestand des Makerspaces gehören ebenso Laptops, Computer und andere Devices, um die notwendige Software zur Verfügung zu haben. In Tabelle 1 findet man die Geräte, mit denen die edu-MakerSpaces Niederösterreich, ein Projekt der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich, das von der Arbeiterkammer Niederösterreich gefördert wird, ausgestattet sind.

3D-Drucker		Ein 3D-Drucker produziert dreidimensionale Werke. Es wird schichtweise Filament aufgetragen, bis das Werk komplett ist. Die Produkte werden zunächst mittels Software als 3D-Modelle erstellt. Mittlerweile gibt es umfassende Bibliotheken mit bestehenden Objekten.
Lasercutter		Beim Lasercutter wird das Material entlang der zu schneidenden Kontur durch den Laserstrahl geschmolzen. Beispielsweise werden so werden Formen und Motive aus Schichtholzplatten geschnitten.
Schneideplotter		Schneideplotter werden verwendet, um Klebeschriften und Logos aus einer Folie, Papier oder Karton zu schneiden, die zuvor mit einer Software bearbeitet wurden.
Stickmaschine		Motive, die zuvor programmiert wurden, werden mittels Stickmaschine auf Stoff übertragen.

Tabelle 1: Ausstattung edu-MakerSpaces NÖ (Eigendarstellung)

Um einen Makerspace an der Schule aufzubauen, erscheinen auf den ersten Blick einige Hürden: Räumlichkeiten, Werkzeuge, Arbeitsmaterialien und Maschinen müssen angeschafft und gepflegt werden. Zum Einstieg eignen sich eine einfache Variante, in der zunächst einmal der bestehende Werkraum einer Schule entsprechend adaptiert wird und daraus Synergien für Werk- und Klassenlehrer*innen gewonnen werden können. Die Ausstattung kann dann im Laufe der Zeit erweitert werden. Durch die Integration von Making und Tinkering im Werkunterricht gelingt die Vermittlung praktischer Fähigkeiten und das Finden eigener Ideen für Projekte. Hierbei können Schüler*innen lernen, wie man Werkzeuge sicher und effektiv einsetzt, wie man Materialien bearbeitet und wie man Projekte von der Idee bis zur Umsetzung entwickelt. Darüber hinaus gewinnt die Vermittlung von Werten wie Verantwortung, Sorgfalt und Präzision im Umgang mit Material und Werkzeugen wichtige Bedeutung.

Bezüglich Norm oder Größe eines Makerspaces gibt es keine Vorgaben, denn „Makerspaces in Schulen variieren je nach Faktoren wie der Art und Größe der Schule, der Art des verfügbaren Raums, der verfügbaren Mittel, den Interessen, Zielen und Fähigkeiten der Schulleitung und der Lehrerinnen und Lehrer und potenzieller Förderungen“ (Morgenbesser, 2020, S. 5). Die Einrichtung eines Makerspaces sollte aber nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn ein Team für die Betreuung und Koordination dieses Kreativraums verantwortlich ist und bestmöglich auch entsprechende Lernszenarien entwirft (Morgenbesser, 2020).

2.4 Making in der Primarstufe

Ein selbstbestimmtes Dasein in einer Kultur der Digitalität (Stalder, 2016) zu erreichen gelingt wenn Lernende digitale Medien, digitale Artefakte und Produktionsweisen als mündige Bürger*innen nicht nur anwendungsbezogen nutzen, sondern zukünftige Entwicklungen, Technologien und Innovationen aktiv, kritisch und verantwortungsbewusst mitgestalten. „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“ (Maurer & Ingold, 2021, S. 11). Ausgehend vom neuen Lehrplan der Primarstufe in Österreich, der ab dem Schuljahr 2023/24 in Kraft tritt, bietet es sich an, Making-Projekte fächerübergreifend im Unterricht der Primarstufe zu integrieren. Die übergreifenden Themen des neuen Lehrplans, die eine fächerübergreifende Kompetenzentwicklung sowie das vernetzte Lernen der Schülerinnen und Schüler über die fachspezifischen Grenzen hinaus unterstützen und mit gesellschaftlich relevanten aktuellen Themen verbunden werden sollen, wie *Informatische Bildung*, *Medienbildung*, *Bildungs-, Berufs- und Lebensorientierung* sowie insbesondere *Umweltbildung für nachhaltige Entwicklung* (BMBWF, 2023), können durch die Maker Education besonders bedient werden. In den Leitvorstellungen des neuen Lehrplans findet man die Forderung einer Ausbildung zu kreativen, kritisch denkenden Schüler*innen.

„Der gesetzliche Bildungsauftrag, der sowohl kognitive als auch emotionale und soziale Aspekte beinhaltet, lässt sich auch durch das 4K-Modell abbilden, das Kompetenzen formuliert, die für die Lernenden im 21. Jahrhundert von herausragender Bedeutung sind: Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken. Dabei wird deutlich, dass Lernen mehr ist als die individuelle Aneignung und Reproduktion von kognitiven Lerninhalten. Es ist ein aktiver Prozess, bei dem junge Menschen in die Lage versetzt werden, ihr Wissen und Können in Gruppen zur Problemlösung anzuwenden. Teamfähigkeit ist genauso wichtig wie Kreativität, um zu neuen Lösungen zu kommen und Kritikfähigkeit, um die eigenen Problemlösungen distanziert zu betrachten.“ (BMBWF, 2023)

Hampson und Marx (2019, S. 144) beschreiben in ihrem Artikel das Projekt WILMA (Wir lernen durch machen), „eine Erfinderwerkstatt, in der Kinder in drei Phasen durch diesen Gestaltungsprozess begleitet werden: Erforschungsphase, Entwicklungsphase und Ergebnisphase“. Die Kinder erforschen zunächst Probleme, die sie lösen möchten, entwickeln dazu konkrete Ideen und realisieren diese in Teamarbeit, indem sie tüfteln und ausprobieren, was funktioniert und was nicht. Scheitern ist erlaubt und wird als Möglichkeit zur Verbesserung der Ideen gesehen. Durch die einzelnen Phasen werden bei den Schüler*innen unter anderem Kompetenzen wie Zeitmanagement, Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit und Problemlösefähigkeit gefördert. Idealerweise geht es beim Making nicht nur um das Basteln, sondern um das (digitale) Erschaffen eines Produktes, das auch kreativen Spielraum zulässt. Mittels fächerübergreifender Implementierung lassen sich z.B. Figuren für Storytelling im Deutschunterricht leicht herstellen und Material, das im Sachunterricht kennengelernt wird, wird im Makerspace zu einem neuen Produkt.

Ziel des Makings sollte das kollaborative Erarbeiten einer neuartigen Lösung für eine spezifische Herausforderung sein. Bei der Arbeit mit Kindern bedeutet das für Lehrende, dass sie ihre Rolle ändern und zum Lernbegleiter, bestenfalls zum/ zur Co-Produzenten/ Produzentin werden. Maker Education eignet sich mit den projektorientierten, offenen Lernsettings und das handlungsorientierte Arbeiten besonders für die Primarstufe. Durch das Hantieren mit verschiedenen Werkstoffen und unterschiedlichen Herangehensweisen bekommen sie auf spielerische Art und Weise einen Einblick in Entwicklung, Erzeugung und Gestaltung von Produkten. Die Auswahl der Materialien kann dazu beitragen, das ökologische Bewusstsein für die Verwendung nachhaltiger Materialien zu sensibilisieren. Wesentlich an der Idee der Makerspaces ist nämlich, dass Themen für Projekte aus dem Lebens- und Alltagsbereich der Kinder stammen und viele Aktionen Nachhaltigkeitszielen gewidmet sind (Schön et al., 2019).

Durch den spielerischen und tüftelnden Umgang mit (digitalen) Werkzeugen und Materialien lernen Schüler*innen ihre individuellen Stärken kennen und können diese fördern. Die Lernenden initiieren ihren Lernprozess selbst und erleben durch das selbstständige Handeln, das Produzieren und die wahrgenommene Selbstwirksamkeit einen besonderen Motivationsschub. Durch die Selbststeuerung ihrer Arbeits- und Lernprozesse gewinnen sie die Überzeugung, Problemstellungen aus eigener Kraft lösen zu können (Deutsche Kinder- und Jugendstiftung, 2023).

2.5 Projekt edu-Makerspaces Niederösterreich

Im Rahmen des Projektes edu-MakerSpaces für Niederösterreich wurden drei Makerspace-Clusterzentren an drei Standorten (Baden, Melk, Tulln) eingerichtet und mit Geräten wie 3D-Drucker, Lasercutter, Schneideplotter, etc. (siehe Tabelle 1) ausgestattet. An jedes Clusterzentrum sind fünf bis sieben Schulen (aus Primar- und Sekundarstufe) angeschlossen, die eigene Makerspaces am Schulstandort betreiben und jeweils mit einem 3D-Drucker und Schneideplotter ausgestattet wurden. Durch Schulungen und Workshops wird eine Community of Practice forciert und aufgebaut, inklusive einer Vernetzung mit weiteren Institutionen und Einrichtungen. Vom Projektteam erstellte OER-Materialien zu Making und Tinkering werden über die Webseite <https://makerspaces.ph-noe.ac.at> zur Verfügung gestellt. Die anzusprechenden Altersgruppen sind Primarstufe und Sekundarstufe I, die über die Aus-, Fort- und Weiterbildung von angehenden und bereits im Schuldienst befindlichen Lehrpersonen erreicht.

3 Designbasierte Forschung

3.1 Forschungsdesign

Ziel der Forschung war es, Potenziale, die das explorative und interdisziplinäre Lernen durch Making und Tinkering mit Fokus auf die Primarstufe in den edu-MakerSpaces bietet, zu erforschen und mögliche Chancen durch den Einsatz in inklusiven Settings zu identifizieren. Als Forschungsmethode wurde Educational Design Research (McKenney & Reeves, 2018) gewählt, weil sich dieser Ansatz zur Untersuchung des Designs, der Entwicklung und der Evaluierung von Innovationen in der Bildungspraxis eignet (Van den Akker et al., 2006). Designstudien zielen im Wesentlichen darauf ab, innovative Lernumgebungen und deren Potenziale zu erforschen. Die Bildungsdesignforschung besteht aus drei Kernphasen in einer flexiblen, iterativen Struktur: Analyse und Exploration; Design und Konstruktion; Evaluation und Reflexion (McKenney & Reeves, 2018). Durchgeführt wurde die designbasierte Forschung in zwei Zyklen in zwei dritten und einer vierten Klasse zweier verschiedener Volksschulen, einmal in der Form eines Osterworkshops und einmal in der eines Weihnachtsworkshops, wobei dieser Beitrag verstärkt Bezug auf die Erkenntnisse aus dem zweiten Zyklus nimmt. Insgesamt waren 64 Schüler*innen im Alter von acht bis zehn Jahren an der Studie beteiligt.

3.2 Zyklus eins - Osterworkshop

Der erste Zyklus wurde im Rahmen des Werkunterrichts mit zwei dritten Klassen der Praxisvolksschule an zwei Tagen im Schuljahr 2022/23 durchgeführt. Pro Termin nahm eine

Klasse am Workshop teil. Insgesamt waren 42 Schüler*innen im Alter von acht bis zehn Jahren, begleitet von den Klassen- und Werklehrerinnen, am Workshop beteiligt. Der Workshop wurde von zwei Lehrenden der Pädagogischen Hochschule gemeinsam mit den Lehrpersonen der Praxisvolksschule geplant, durchgeführt und evaluiert.

Die Intervention fand im Makerspace Baden statt und bestand aus einem Workshop in Form von Stationen, die von der Arbeit mit dem Lasercutter über das Kennenlernen des 3D-Druckers reichten. Die Schüler*innen hatten zwei Einheiten Zeit, um im Rahmen eines Osterworkshops zu experimentieren, Produkte, wie z.B. Fensterbilder, Holz-Ostereier aus dem Lasercutter, etc. herzustellen und die Funktionen der Geräte des edu-MakerSpaces Baden (3D-Drucker, Schneideplotter, etc.) kennenzulernen. Der Fokus der Planung des Workshops lag neben dem Herstellen von Produkten besonders auf dem Kennenlernen möglichst aller Geräte des Makerspaces.

Trotz des positiven Feedbacks der Schüler*innen, das eine hohe Begeisterung ausdrückte ("Das war die coolste Werkstunde bisher."), erkannten die Lehrkräfte und Forschenden aufgrund der Beobachtung des geringen Umfangs von Tinkering (experimentellem Tüfteln), der zeitlichen Ineffizienz des 3D-Druckprozesses und des hohen Bedarfs an personeller Unterstützung für die verwendeten Geräte, dass eine Überarbeitung des Workshops notwendig ist, in der eine verstärkte Handlungsorientierung und Aufgabenstellungen, die selbstständig durchzuführen sind sowie eine Reduktion des Angebots mitgedacht werden sollte. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Evaluation und Reflexion erfolgte die Planung für den zweiten Zyklus.

3.3 Zyklus zwei – Weihnachtswerkstatt

Der zweite Zyklus wurde als Weihnachtswerkstatt in der Adventzeit mit einer vierten Klasse einer Cluster-Volksschule des edu-MakerSpaces Baden durchgeführt. Die Klasse setzt sich aus 22 Schüler*innen im Alter von 9 und 10 Jahren zusammen, wobei die Anzahl der Mädchen deutlich überwiegt. Die Intervention wurde in Form eines Workshops mit Stationen abgehalten, die von Studierenden, die ihre Schulpraxis an diesem Standort absolvierten, betreut wurden. Die Planung und Vorbereitung erfolgten im Team, das aus der Klassenlehrerin, der Praxisberaterin und den beiden Studierenden bestand. Alle beteiligten Personen übernahmen auch die teilnehmende Beobachtung und gemeinsam wurde nach dem Workshop über das Beobachtete diskutiert. Die Studierenden reflektierten zusätzlich auch schriftlich über den Workshop. Auch die Schüler*innen wurden nach dem Stationenbetrieb hinsichtlich ihrer Meinung im Rahmen einer Gruppendiskussion befragt. Danach wurden alle Erkenntnisse durch das Forschungsteam ausgewertet.

Der Workshop wies auch wieder die Struktur eines Stationenplans auf. Gerätetechnisch ist der Standort, wie alle Cluster-Schulen, mit einem 3D-Drucker und einem Schneideplotter sowie mit notwendigem Zusatzmaterial ausgestattet. Wichtig war den Forschenden und Lehrenden, dass Tinkering sowie Making nicht zu kurz kamen und die Themen fächerübergreifende Aspekte aufwiesen. So wurde beispielsweise bei der Erstellung der

Schneesterne an das bereits vorhandene Wissen um Symmetrie und Symmetrieachsen angeknüpft. Der aus dem Sachunterricht bereits bekannte Stromkreis wurde in einem Werkstück integriert und durch das Leuchten der LED als geschlossen oder nicht verifiziert. Die Funktionsweise des 3D-Drucks wurde in Form des 3D-Printing-Pens veranschaulicht. Auf den Einsatz des 3D-Druckers wurde dieses Mal bewusst verzichtet, da man, wie schon erwähnt, den Fokus besonders auf Hands-on-Aktivitäten richten wollte. Aus diesem Grund entschied man sich für folgende Stationen in Tabelle 2.

Station	Benötigtes Material
Fensterbilder aus Papier in Form von Christbaumkugeln	Zeichnung, Schneideplotter
Sterne mit dem 3D-Stift	3D-Pen
Rentier mit leuchtender Nase	Papier, LED, Batterie, leitende Klebestreifen
Schneesterne (Symmetrie) als Schablonen oder zur Dekoration	Tablet, Schneideplotter
Sterne aus Papier als Christbaumbehang	Tonkarton, Schere, Goldstift

Tabelle 2: Stationen des Weihnachtsworkshops (Eigendarstellung)

Am Ende der Intervention wurde das Feedback der Schüler*innen im Rahmen einer Gruppendiskussion eingeholt.

Die Schüler*innen zeigten großes Interesse und Engagement an den praktischen Aktivitäten, die im Rahmen des Unterrichts angeboten wurden. Besonders begeistert waren sie von der Möglichkeit, ihre eigenen Designs zu entwerfen und kreativ tätig zu werden. Sehr oft kam das Argument, „weil man da etwas Eigenes machen konnte“, z.B. beim Gestalten von weihnachtlichen Objekten mit dem 3D-Stift. Hier konnten die Schüler*innen nicht nur etwas Neues ausprobieren, sondern auch ihre eigenen dreidimensionalen Objekte gestalten, was zu einer besonders positiven Resonanz führte. Zusätzlich zur Gestaltung des Produkts fanden sie es besonders schön, dass man sehr schnell ein fertiges Produkt in Händen halten konnte und dieses auch noch mit nach Hause nehmen durften.

Die kreative Möglichkeit mithilfe des Tools Mandalagaba (<https://www.mandalagaba.com>) auf einem Tablet eigene Schneeflocken zu gestalten, stieß auf großes Interesse und trug dazu bei, die Lernenden aktiv und mit Begeisterung in den gestalterischen Prozess einzubeziehen. Dies wurde auch mit der Aussage eines Schülers untermauert: „... also ich fand am besten das mit dem Mandalagaba, weil man seine eigene Schneeflocke gestalten konnte.“ Die Vielfalt der entworfenen Schneeflocken spiegelte dabei die individuelle Kreativität der Schüler*innen wider.

Als weiteren Höhepunkt des Workshops sahen die Lernenden die Station zum Thema Stromkreislauf. Dies bestätigt auch die Aussage einer Schülerin: „Ich fand die Rudolfstation toll, weil wir da selbst einen Stromkreis machen durften.“ Denn dort erhielten sie die Gelegenheit, selbstständig mit dem Stromkreis zu experimentieren und diesen eigenständig

zu überprüfen. Damit trug diese Erfahrung ganz nebenbei zur Vertiefung des theoretischen Wissens über die Funktionsweise eines Stromkreislaufs bei.

Basierend auf der Auswertung der Reflexion der Lehrpersonen und der Studierenden lassen sich mehrere Erkenntnisse gewinnen, die für die Gestaltung und Durchführung von Makerspace-Aktivitäten relevant sind.

Selbstständiges Arbeiten und Unterstützung: Die Möglichkeit für Kinder, selbstständig an ihren Projekten zu arbeiten, ermöglicht es zum einen, Lernenden selbst experimentieren und forschen zu lassen; andererseits bietet es aber auch der Lehrperson die Möglichkeit, sich auf diejenigen zu konzentrieren, die zusätzliche Unterstützung benötigen. Dies unterstreicht die Bedeutung von differenzierten Lernansätzen im Makerspace, um den individuellen Bedürfnissen der Schüler*innen gerecht zu werden.

Anleitung des Arbeitsprozesses: Eine klare Anleitung und Erklärung der Arbeitsprozesse sowie der verwendeten Technologien sind entscheidend, um den Schüler*innen ein Verständnis für die Aufgaben zu vermitteln. Ein Beispiel dafür ist die Erklärung des Programms "Mandalagaba", das zur Erstellung von Schneesternchen verwendet wurde. Die Lehrperson hat den Schülern Schritt-für-Schritt erklärt, worauf sie achten sollten, wie beispielsweise die Wahl einer dunklen Stiftfarbe und die Vermeidung von zu vielen Zacken, um sicherzustellen, dass der Plotter alles gut erkennen konnte. Neben dem Vorzeigen der Arbeitsschritte könnten hierbei Schritt-für-Schritt-Anleitungen oder Bildanleitungen eine wesentliche Unterstützung leisten und zur Förderung des selbstständigen Arbeitens beitragen.

Zeitmanagement: Die Reflexion zeigt, dass das Zeitmanagement bei den verschiedenen Stationen eine Herausforderung darstellen kann. Ein Beispiel dafür ist die Station mit dem Stromkreis, bei der einige Schüler*innen aufgrund der Komplexität des Projekts mehr Zeit benötigten. Die Erfahrung zeigte, dass es gut gewesen wäre, hier mindestens doppelt so viel Zeit einzuplanen, um sicherzustellen, dass allen Schüler*innen genug Zeit zur Verfügung steht, um zu experimentieren und ihr Produkt fertigzustellen. Realistische Zeitrahmen festzulegen, um sicherzustellen, dass die Schüler ausreichend Zeit für die Durchführung ihrer Projekte haben, erfordert, Erfahrungswerte in die Planung einzubeziehen und gegebenenfalls die Zeitvorgaben für die einzelnen Aktivitäten anzupassen.

Freude am handlungsorientierten Lernen: Trotz der genannten Herausforderungen haben alle durchgeführten Stationen den Schüler*innen viel Spaß und Freude bereitet. Dies zeigt die Bedeutung von Makerspace-Aktivitäten und insgesamt von Makerspaces als motivierende und engagierende Lernumgebungen.

Insgesamt zeigt die Reflexion den Stellenwert einer sorgfältigen Planung, klaren Anleitung, effektiven Zeit- und Gruppenmanagements sowie der Berücksichtigung individueller Lernbedürfnisse für den erfolgreichen Betrieb eines Makerspace-Stationenbetriebs.

3.4 Ein Blick in ein inklusives Setting

Im Rahmen des zweiten Zyklus wurde auch mit einem Teamlehrer einer Clusterschule aus dem Bereich der Allgemeinen Sonderschulpädagogik (ASO) über seine Erfahrungen mit dem Einsatz eines 3D-Druckers und dem damit verbundenen didaktischen Einsatz in seiner Sonderschulklasse der Sekundarstufe ein Interview geführt.

Der Lehrer berichtete, dass am deutlichsten eine Zunahme der Motivation der Schüler*innen an einer Teilhabe am Unterricht und an der Herstellung diverser Produkte erkennbar war, sowie ein gesteigertes Interesse an der Nachhaltigkeit und Reparatur von Produkten bemerkbar wurde.

Gemeinsam erarbeitete die Klasse vier Kriterien für die Auswahl von Druckobjekten, nämlich Größe, Druckzeit, Design und praktischer Nutzen. Zur Erstellung von Modellen wurde vorwiegend die Software Tinkercad genutzt, wobei einige Schüler*innen auch außerhalb des Unterrichts zu Hause damit arbeiteten. Die Beispiele für Erzeugnisse, die im Rahmen des Unterrichts geplant und produziert wurden, waren Schachfiguren, Rollen für Tixo-Roller und ein Bewässerungssystem für Pflanzen. Zusätzlich wurden Schlüsselanhänger als einfache Projekte für besondere Anlässe, wie z.B. Mutter- oder Vatertag, umgesetzt.

Eine der herausfordernden Aspekte bei der Implementierung des 3D-Drucks im Unterricht war insbesondere die lange Druckdauer sowie die logistische Herausforderung, die sich durch die Anzahl an Schüler*innen ergab. In Bezug auf die sinnvolle Nutzung des 3D-Druckers wurde der Fokus auf verschiedene Aspekte gelegt. Zum einen wurde die Möglichkeit betont, defekte Gegenstände zu reparieren und dadurch Ressourcen zu sparen, was einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leistet. Zum anderen wurde die Freude am kreativen Prozess der Wiederherstellung und Umgestaltung von Gegenständen hervorgehoben, um nicht nur praktische Fertigkeiten zu vermitteln, sondern auch das Bewusstsein für die Wiederverwendung und den Wert von Dingen zu stärken.

Des Weiteren unterstrich der Lehrer auch die Bedeutung digitaler Medien als Werkzeuge für die Schüler*innen, um ihre kreativen Ideen umzusetzen und technologische Kompetenzen zu entwickeln. Seiner Meinung nach konnten die Schüler*innen durch den Einsatz des 3D-Druckers im Unterricht auch ihre Problemlösungsfähigkeiten und ihr Verständnis für technische Prozesse vertiefen. Grundsätzlich überwogen die positiven Aspekte, die von der Freude am Arbeiten bis hin zu einem Heranführen an ökologisches Bewusstsein reichten.

4 Fazit

Die Implementierung von Makerspaces in der Primarstufe bietet ein breites Spektrum an Potenzialen für die Entwicklung der Lernenden. Ein zentraler Vorteil besteht darin, dass Makerspaces dazu beitragen können, bei entsprechender Planung selbstständiges Lernen und Handeln zu fördern. Durch die praktischen Aktivitäten in den Makerspaces werden die

Schüler*innen ermutigt, eigenständig zu agieren und ihre Fähigkeiten auf kreative Weise einzusetzen. Dies stärkt nicht nur ihre Selbstständigkeit, sondern fördert auch ihre individuelle Lernentwicklung. Darüber hinaus tragen Makerspaces dazu bei, die Schlüsselkompetenzen wie Kreativität, Kommunikation, Kollaboration und kritisches Denken zu fördern. Durch die praktischen Herausforderungen in den Makerspaces werden die Schüler*innen dazu angeregt, innovative Lösungen zu finden und ihre Problemlösekompetenzen zu schärfen.

Des Weiteren ermöglichen Makerspaces den Lernenden, Produkte zu designen, herzustellen oder zu adaptieren. Diese handlungsorientierten Tätigkeiten bieten nicht nur praktische Erfahrungen, sondern fördern auch die Entwicklung von handwerklichen Fertigkeiten sowie ein Verständnis für den Herstellungsprozess, die Produktion und den Wert von Produkten. Die Auseinandersetzung mit Materialien, Recycling und nachhaltigen Herstellungsprozessen fördert ein Verständnis für Umweltaspekte und sensibilisiert die Schüler*innen für einen verantwortungsbewussten Umgang mit Ressourcen und leistet einen wesentlichen Beitrag, ein ökologisches Bewusstsein zu entwickeln.

Empfehlenswert ist es dabei auch, einen interdisziplinären Zugang und ein offenes Lernsetting zu wählen, um kreative und neuartige Lösungen zuzulassen, und Lehrer*innen als Ko-Designer*innen und Tutor*innen fungieren, so wie es auch bei Schön und Ebner (2019) beschrieben wird. Insgesamt zeigen diese Potenziale, dass Makerspaces in der Primarstufe einen vielfältigen Beitrag zur ganzheitlichen Entwicklung der Schüler*innen und Schüler leisten können, indem sie nicht nur fachliches Wissen, sondern auch wichtige überfachliche Kompetenzen fördern.

Literatur

BMBWF (2023). Volksschul-Lehrplan.

https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp/lp_vs.html

Boy, H. & Sieben, G. (2017). Kunst & Kabel: Konstruieren. Programmieren. Selbermachen. Bausteine für pädagogisches Making in der Jugendmedienarbeit und Ergebnisse aus dem Praxisforschungsprojekt «Fablab mobil». München: kopaed.

Brandhofer, G., Baumgartner, P., Ebner, M., Köberer, N., Trültzsch-Wijnen, C., & Wiesner, C. (2019). Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. In S. Breit, F. Eder, K. Krainer, C. Schreiner, A. Seel, & C. Spiel (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2018, Band 2: Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen* (S. 307–362). Leykam.

<https://www.bifie.at/nbb2018/>

Buchner, T. & Ojo, J. (2022). Making und Fähigkeit: Eine ableismkritische Analyse der Potenziale von Makerspaces in formalen Bildungseinrichtungen. *Medienimpulse*, 60(2), 40-Seiten.

Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (2023). Bildung.digital. Einfach machen - Maker Spaces in der Schule [online]. URL: <https://www.bildung.digital/artikel/einfach-machen-maker-spaces-der-schule> [10.02.23].

- Hampson, G., & Marx, S. (2019). WILMA–Wie lernen durch Machen. Eine Erfinderwerkstatt für Kinder und Jugendliche. *Chance MakerSpace. Making trifft auf Schule*. München: kopaed, S. 139–153.
- Ingold, S. & Maurer, B. (2019). Making in der Schule. Reibungspunkte und Synergieeffekte. *Chance Makerspace–Making trifft auf Schule*. München: kopaed, S. 59–86.
- Khine, M. S. (2019). *STEAM Education: Theory and Practice* (M. S. Khine & S. Areepattamannil, Hrsg.; 1st ed. 2019 Edition). Springer.
- Kleeberger, J. & Schmid, F. (2019). Making ist das neue Lernen. Erfindergeist wecken mit digitalen Werkzeugen. In: Ingold, S., Maurer, B. & Trüby, D. (Hrsg.). *Chance Maker-Space. Making trifft auf Schule*. München. Kopaed. S. 103–118.
- Maurer, B., & Ingold, S. (2021). Makerspace Raum für Kreativität. 2 *Maker Education*.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Morgenbesser, H. (2020). Die Einrichtung und Gestaltung schulischer Makerspaces: *EDU Makerspaces*. *Medienimpulse*, 58(4), 11-Seiten
- Quigley, C. F., Herro, D., & Hanuscin, D. (2019). *An Educator's Guide to STEAM: Engaging Students Using Real-World Problems* (Reprint Edition). Teachers College Press.
- Schön, S. & Ebner, M. (2019). Making – eine Bewegung mit Potenzial. In: merz 04/2019.
- Schön, S., Ebner, M., & Narr, K. (2016). Making-Aktivitäten mit Kindern und Jugendlichen. *Handbuch zum kreativen digitalen Gestalten*. BoD.
- Schön, S., Friebel, L., Braun, C., Ebner, M., & Eder, J. (2019). Makerspaces zur Wissenschaftsvermittlung und Innovationsraum der neuen Generation (S. 187–197).
- Stalder, F. (2016). *Kultur der Digitalität*. Suhrkamp Verlag.
- Stilz, M., Ebner, M., & Schön, S. (2020). *Maker Education. Grundlagen der werkstattorientierten digitalen Bildung in der Schule und Entwicklungen zur Professionalisierung der Lehrkräfte*. Rothland, Martin/Herrlinger, Simone (Hg.): *Digital*, S. 143-159.
- UNESCO (2023). *Futures Literacy*. [online]. URL: <https://en.unesco.org/futuresliteracy/about> [10.02.23].
- Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. & Nieveen, N. (2006). Introducing educational design research. *Educational Design Research*, 1(3).