

Evaluationsbericht "Fab Lab@School"

Christian Berger MA., Dr. Gerhard Scheidl,
unter Mitarbeit von
Elisabeth Ginter, Anja Szameit, Alina Schrittwieser

Pädagogische Hochschule Wien
2016
cc-by-nc

Inhaltsverzeichnis

Ausgangspunkt:.....	2
Forschungsmethode und Umsetzung:.....	3
Begriffsklärungen:.....	4
Was sind Fablabs ?.....	4
Das "HappyLab Wien".....	5
Computergestützte Werkzeuge in FabLabs.....	6
1. Lasercutter.....	6
2. CNC-Fräse.....	7
3. Vinylplotter.....	7
4. 3-D Drucker.....	8
Forschungsergebnisse:.....	9
Literaturrecherche:.....	9
Integration in den Unterricht.....	12
Produktionsexperiment.....	15
Integration in die PädagogInnen-Ausbildung.....	17
Fazit / Empfehlungen:.....	18
Fragestellung: Mögliche Anwendungsszenarien und Lernziele.....	18
Fragestellung: Geräteankauf.....	18
Fragestellung: Kooperationen mit dem HappyLab.....	19
Fragestellung: Integration in die Aus- und Fortbildung von LehrerInnen und Lehrenden der PH.....	20
Verwendete Literatur.....	22

Ausgangspunkt:

Ausgangspunkt für diese Studie war das Projekt "Fab Lab @ School"¹, das im Rahmen des Förderungsprogrammes "Talente regional"² des bm:vit von "INNOC – Österreichische Gesellschaft für innovative Computerwissenschaften"³ im Zeitraum von 1. 4.2015 - 31.12.2016 durchgeführt wurde.

"Im Rahmen einer Begleitforschung soll anhand der Erfahrungen aus dem Projekt "Fab@School" evaluiert werden, (a) inwieweit digitale Design- und Produktionsmöglichkeiten in den Ablauf der Bildungseinrichtungen integriert werden können, (b) inwieweit sie Eingang in die PädagogInnen-Ausbildung finden können und (c) welche technischen und organisatorischen Voraussetzung dafür in den Bildungseinrichtungen geschaffen werden müssten bzw. ob eine gemeinsame Nutzung bestehender Fab Labs durch die Bildungseinrichtungen sinnvoll wäre." (Projektbeschreibung 2015¹)

Der Begriff "Bildungseinrichtungen" musste aufgrund des Umfanges (verschiedene Schultypen mit starker Ausdifferenzierung, mehrere organisatorisch getrennte Ausbildungsstätten) eingegrenzt werden. Punkt (b) kann aufgrund der sich derzeit gerade in Änderung befindlichen Curricula nur eingeschränkt beantwortet werden. Die technischen und organisatorischen Voraussetzungen (Punkt (c)) sind nur standortbezogen und mit den im Rahmen der Studie vorhandenen Mitteln nicht seriös zu beantworten.

Das Forschungsfeld und die Forschungsfrage wurde deshalb in Absprache mit dem Projektträger aufgrund der vorgegebenen Rahmenbedingungen eingeschränkt und wie folgt definiert:

1. Warum sollen und in welcher Form können die digitalen Design- und Produktionsmöglichkeiten unter Einbeziehung des Angebotes des

¹ siehe Projektbeschreibung : https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/strukturprogramme/fab_lab_school_kurzbeschreibung.pdf visit 5.8.2016

² siehe <https://www.ffg.at/talente-regional> visit 5.8.2016

³ siehe <http://www.innoc.at/>

„HappyLab Wien“⁴ in der Primarstufe und der Sekundarstufe 1 an Wiener Schulen genutzt werden?

2. Wie können die digitalen Design- und Produktionsmöglichkeiten unter Einbeziehung des Angebotes des „HappyLab Wien“ in die Aus- und Fortbildungsangebote der PH Wien implementiert werden?

Forschungsmethode und Umsetzung:

Um die Forschungsfragen zu beantworten wurden folgende Methoden angewendet:

- a) Literaturrecherche und -analyse
- b) 2 leitfadengestützte Gruppeninterviews mit ExpertInnen
- c) 3 leitfadengestützte ExpertInneninterviews mit Einzelpersonen
- d) Experiment: Produktion von Stempeln

Die beiden Gruppeninterviews (G1,G2) wurden am 18.2.2016 im Anschluss an eine einführende Präsentation des HappyLabs durchgeführt.

Die TeilnehmerInnen des G1 wurden aufgrund folgender Kriterien ausgewählt:

- Lehtätigkeit an einer Schule der Stadt Wien
- Erfahrung in der Unterrichtsarbeit mit digitalen Medien
- möglichst gleichmäßige Verteilung von männlichen und weiblichen Personen
- Mitglieder des Pädagogischen Beirates des Stadtschulrates für Wien⁵

Die TeilnehmerInnen des G2 wurden aufgrund folgender Kriterien ausgewählt:

- Lehrende an der Pädagogischen Hochschule Wien
- Tätigkeitsbereich in der Ausbildung und/oder der Fortbildung
- Erfahrung mit dem Einsatz von digitalen Werkzeugen
- möglichst gleichmäßige Verteilung der schulischen Herkunft (Primarstufe, Sekundarstufe 1, Berufsbildende Schule)
- möglichst gleichmäßige Verteilung von männlichen und weiblichen Personen
- Mitglieder der Fachgruppe „Medienbildung“ an der PH Wien

⁴ HappyLab Wien: Haussteinstraße 4/2, A-1020 Wien. <http://www.happylab.at/> visit 5.8.2016

⁵ Der „Pädagogische Beirat“ ist ein im Stadtschulrat für Wien angesiedeltes beratendes Gremium

Die Einzelinterviews wurden im März 2016 mit zwei Referenten und einer Lehrerin aus der Primarstufe, in deren Klasse ein Workshop im Rahmen des Projektes "Fab Lab @ School" umgesetzt wurde, durchgeführt.

Die Auswertung der Interviews erfolgte entsprechend der dokumentarischen Methode nach Nohl (2006) im Rahmen zweier Bachelorarbeiten (Ginter/Szameit 2016, Schrittwieser 2016) an der Pädagogischen Hochschule Wien.

Die Ergebnisse der Bachelorarbeit von Ginter/Szameit (2016) und zentrale Aussagen aus den Interviews wurden in einer 20 minütigen Radiosendung zusammengefasst⁶.

Zusätzlich wurde im Rahmen eines Experimentes die praktische Umsetzung einer Produktion zur Erprobung der Umsetzung im Rahmen der Ausbildung durchgeführt.
Die Erfahrungen aus dieser Produktion wurden in die Ergebnisse der Studie aufgenommen (siehe "Produktionsexperiment").

Begriffsklärungen:

Was sind Fablabs ?

Digitale Produktionsmittel erfreuen sich immer größere Beliebtheit. Durch die weite Verbreitung von FabLabs sind CAD (Computer - aided design) /CAM (Computer - aided manufacturing) Geräte nun für eine große Zahl von Personen zugänglich.

Die Abkürzung FabLab steht für Fabrikationslabor, beziehungsweise im Englischen für Fabrication Laboratory, und beschreibt eine Art offene Werkstatt, in der jeder, egal ob StudentIn, UnternehmerIn, IngenieurIn oder BastlerIn, eigene Ideen mit den dort zur Verfügung stehenden Mitteln, wie zum Beispiel den computergestützten Werkzeugen, verwirklichen kann. FabLabs sind meist gemeinnützige Vereine und somit kann jede*r das Angebot der FabLabs in Anspruch nehmen, der bereit ist für den Zutritt einen kleinen Mitgliedschaftsbeitrag zu bezahlen. Es haben also nicht mehr nur Firmen oder große Werkstätten, sondern jede/r Einzelne die Möglichkeit, industrielle Produktionsverfahren nutzen zu können.

⁶ Siehe Fokus Bildung 9-16: <https://cba.fro.at/321849> visit 10.8.2016

Derzeit liegen die Hauptaufgabenfelder von FabLabs in der privaten Kleinproduktion. Wenn die Entwicklungen aber so rasch wie bisher voranschreiten werden digitale Produktionsmittel bald in allen Lebensbereichen von enormer Bedeutung sein. Beispielsweise wird an 3D-gedruckten Spenderorganen oder 3D-gedrucktem Essen geforscht (vgl. Lipson & Kurman 2013, S. 105ff). Durch diese schnell voranschreitenden Entwicklungen wird es bald für alle Menschen wichtig sein, solche Geräte bedienen zu können und den richtigen Umgang mit digitalen Produktionsmitteln zu beherrschen. Daher erscheint es notwendig, schon früh die Bedienung dieser Geräte zu erlernen und ein Einsatz dieser in Schulen wird immer wahrscheinlicher.

Das "HappyLab Wien"

Das "HappyLab Wien" ist ein FabLab und Teil des weltweiten "Maker Movement" (vgl. Anderson (2013)). Fab Labs sind aus dem Maker Movement hervorgegangen. Ein wichtiger Teil des Maker Movements ist „Open Hardware“. Wie bei der Open Source Bewegung, im Zuge derer zum Beispiel das Linux-Betriebssystem als Gemeinschaftsprojekt einiger Programmierer entstand, schließen sich auch bei der Open Hardware Bewegung Gruppen von Makers zusammen, um gemeinsam an der Entwicklung oder Weiterentwicklung greifbarer Produkte wie beispielsweise Geräte oder Werkzeuge, zu arbeiten (vgl. Anderson (2013), S. 31).

Das "HappyLab Wien"⁷ bietet die Möglichkeit zur Nutzung der vorhandenen Werkzeuge⁸ für Einzelpersonen und Gruppen. Voraussetzung für die Nutzung der Geräte sind die Mitgliedschaft und die Teilnahme an einem gerätespezifischen Einführungsabend (kostenfrei) oder an einem zweitägigen "FabLab Bootcamp" (Kosten € 345).

Es werden unterschiedliche Mitgliedschaften⁹ angeboten:

1. **Small** 5 €/Monat
ermöglicht den Zutritt zu den Öffnungszeiten. Da in den Zeiten keine Vorabreservierung möglich und der Andrang relativ hoch ist, kann es zu längeren Wartezeiten kommen.
2. **Medium** 19 €/Monat
ermöglicht zusätzlich EINEN 24 Stunden Zugang an einem Wochentag.

⁷ siehe <http://www.happylab.at/> visit 5.8.2016

⁸ siehe <http://www.happylab.at/ausstattung/> visit 5.8.2016

⁹ siehe <http://www.happylab.at/ausstattung/mitgliedschaft/> visit 5.8.2016

3. **Large** 29 €/ Monat
ermöglicht täglichen Rund um die Uhr Zugang und die
Vorabreservierung von Geräten online.

Zusätzlich zur Gerätenutzung bietet das Happylab auch Workshops zur Einführung in die Gerätenutzung und Beratung zum digitalen Produktionsprozess an. Details zu aktuellen Angeboten sind der Webseite zu entnehmen.

Für Kinder und Jugendliche im Alter von 10-15 Jahre gibt es zusätzlich das "Junior Lab"¹⁰ - max. TeilnehmerInnenzahl: 10 Personen.

Für Schulen vermittelt das Happylab auch eigene mit Kosten verbundenen Workshops in der Klasse:

- a) für Kinder ab 5 Jahren: die "Wunderwuzzi - Zahnbürstenroboter"¹¹
- b) mobile "Fab Box"¹²: "3D-Drucker - Mach dein Ding", "2D-Design - Entwirf und drucke dein eigenes T-Shirt Motiv", "Drawdio - Musik aus dem Bleistift"

Details dazu sind den jeweiligen Webseiten zu entnehmen.

Computergestützte Werkzeuge in FabLabs

In jedem FabLab findet man neben traditionellen Werkzeugen und Werkstattgeräten auch computergestützte Werkzeuge. Das Angebot der computergestützten und sonstigen Werkzeuge ist von FabLab zu FabLab verschieden. Die im folgenden Unterkapitel erklärten vier Werkzeuge sind jedoch die wichtigsten und sind als Grundausstattung meist in jedem FabLab also auch im "Happylab Wien" vorhanden.

1. Lasercutter

Lasercutter sind computergesteuerte Schneidewerkzeuge, mit denen man unterschiedliche Materialien, wie zum Beispiel Holz, Karton, Kunststoffe, Leder, Plexiglas, Papier, Filz oder Stoff, schnell und präzise schneiden und gravieren kann (vgl. Robben (2013), S. 8). Da beim Schneiden mit dem Laser durch Verbrennung schnell gefährliche Abgase entstehen können, ist eine aufwendige Filter- und Absaugtechnik notwendig. Möchte man etwas ausschneiden oder gravieren, ist es nötig zuvor mit einem Vektorgrafik-Programm ein zweidimensionales Modell zu erstellen. Mit

¹⁰ vgl. <http://www.happylab.at/junior/> visit 5.8.2016

¹¹ siehe <http://wunderwuzzi.cc/franz-1-0-kurse/> visit 5.8.2016

¹² siehe <http://www.happylab.at/junior/fab-box/> visit 5.8.2016

Hilfe des Lasers wird Material weggebrannt, verwendet man Holz werden die Ränder bei falschen Einstellungen verkohlt und es bleibt eine dunkle Schicht. Möchte man mit Kunststoffen arbeiten, muss unbedingt darauf geachtet werden kein PVC oder chlorhaltige Materialien zu verwenden, da hier beim Verbrennen giftige Dämpfe entstehen.

2. CNC-Fräse

CNC-Fräsen tragen mit Hilfe eines sich sehr schnell drehenden Fräskopfes mechanisch Material von einem Werkstück ab. Sie verwenden also das subtraktive und somit, im Vergleich mit dem 3D-Drucker, genau das gegenteilige Verfahren (vgl. Robben (2013), S. 13). Für die CNC-Fräsen stehen verschiedene Fräsköpfe zur Verfügung, welche bestimmen wie tief gefräst werden kann. Der Bearbeitungsvorgang wird von einem entsprechenden Computerprogramm gesteuert, die Software ist hierbei etwas komplexer als bei den drei anderen beschriebenen computergesteuerten Werkzeugen. Objekte aus Holz, Kunststoff und Metall können mit der CNC-Fräse zweidimensional, aber auch, im Gegensatz zum Lasercutter, dreidimensional bearbeitet werden. Möchte man mit Metall arbeiten, ist es jedoch notwendig, die Fräse mit Hilfe von Kühlflüssigkeit zu kühlen. Die Abkürzung CNC steht für „Computer Numerically Controller“, also computerunterstützte numerische Steuerung.

3. Vinylplotter

Mit Vinylplottern, oder auch Schneidplottern, können zwei Arten von Folien, zum einen Flexfolien, die zur Gestaltung von Textilien dienen und zum anderen PVC-Klebefolien, welche auf vielen unterschiedlichen Materialien aufgebracht werden können, zugeschnitten werden. Mit Hilfe eines beweglich gelagertem Messers können Formen und Motive aus den Folien ausgeschnitten, beziehungsweise zugeschnitten werden (vgl. HappyLab GmbH (2008)) So können unter anderem Schriftzüge und Logos hergestellt und diese nach manueller Entfernung überflüssiger Folienteile auf anderen Gegenständen aufgebracht werden.

Möchte man Motive auf Textilien anbringen, wird zusätzlich noch eine Presse, welche mit Hitze und Druck die Folie an der Textilie fixiert, benötigt. Vinylplotter sind im Prinzip sehr einfach zu bedienen. Sie verfügen über zwei verstellbare Rollen, welche die Folien fixieren sowie transportieren. Außerdem wird mit Hilfe der Rollen die maximale Schnittbreite, also in welchem Bereich der Folie geschnitten werden soll, festgelegt. Wurde das zu verwendende Material mit den beiden Rollen fixiert, kann das Gerät eingeschaltet werden und beginnt selbstständig

mit der Referenzfahrt, mit deren Hilfe die Breite des Materials festgestellt wird. Am Ende der Referenzfahrt bleibt das Messer am Anfangspunkt der Folie stehen, dieser Anfangspunkt, oder auch Nullpunkt, kann jedoch auch manuell festgelegt werden. Um ein Motiv ausschneiden zu können muss dieses zuerst mit Hilfe eines Vektorgrafik-Programms als linienbasierte Datei erstellt werden. Wichtig ist dabei zu beachten, dass bei der Arbeit mit Flexfolien, also Folien die auf Textilien angebracht werden, das Motiv vor dem Schneiden gespiegelt werden muss, da Flexfolien von der Rückseite geschnitten werden.

4. 3-D Drucker

3D-Drucker bauen dreidimensionale Objekte mit Hilfe eines schnell schmelzenden Kunststoffes Schicht für Schicht auf. Sie verwenden das additive Verfahren. Um die Oberfläche eines dreidimensionalen Modells beschreiben und dieses anschließend mit dem 3D-Drucker ausdrucken zu können, muss zuerst ein Modell mit einem 3D-Konstruktionsprogramm erstellt werden. Der Kunststoff wird dann in eine heiße Metalldüse gedrückt, somit wird das Material erhitzt und anschließend in Form eines sehr dünnen Fadens aus der unteren Öffnung der Metalldüse herausgepresst (vgl. Robben (2013), S. 11). Es gibt drei Möglichkeiten an Dateien zu gelangen, die man mit dem 3D-Drucker ausdrucken kann:

1. Ein Modell wird selbst mit Hilfe eines CAD-Programms konstruiert
2. Ein fertiges Modell wird von einer Plattform heruntergeladen, kann jedoch nach Belieben modifiziert werden
3. Ein Modell wird mit Hilfe eines 3D-Scanners erstellt

Wird ein Modell mit Hilfe des 3D-Scanners erstellt, muss darauf geachtet werden, dass der Scanner Glas, Kunststoff und Metalle nicht erkennt und somit auch nicht scannt.

Hohlkörper sind mit dem 3D-Drucker nicht realisierbar, da dieser nicht ins Leere drucken kann. Es besteht jedoch die Möglichkeit mit Hilfe von Stützmaterial, welches nicht zusätzlich konstruiert werden muss, sondern dessen Platzierung der 3D-Drucker automatisch selbst berechnet, Überhänge zu drucken. Das Innere eines Modells wird entweder voll oder mit einem Wabendruck ausgefüllt.

Forschungsergebnisse:

Literaturrecherche:

Viele verschiedene Forschungszentren und Universitäten weltweit haben sich bereits mit der Frage beschäftigt, ob man digitale Produktionsmittel, wie 3D-Drucker oder Lasercutter, auch an Schulen einsetzen könnte und ob und wie man ein solches Projekt umsetzen könnte. Die Forschung beschäftigte sich dabei mit allen unterschiedlichen Altersgruppen von Vorschulkindern bis hin zu Studentinnen und Studenten an Universitäten.

Posch et.al. ((2010), S. 254ff) beschreiben in ihrer Arbeit wie man FabLabs so gestalten kann, dass sie für jeden benutzbar sind. Bis jetzt basierten FabLabs auf Peer-to-Peer-Lernen und die Forscherinnen und Forscher versuchen einen Weg zu finden, wie digitale Produktionsmittel beispielsweise in Museen für alle zugänglich gemacht werden können. ForscherInnen der Stanford Universität und der Universität Bremen haben in ihrer Arbeit herausgefunden, dass digitale Fertigungstechniken eine neue Art von Lernen schaffen können, in der die Erfahrung der SchülerInnen im Mittelpunkt steht.

Die Einführung befindet sich aber noch in einer sehr frühen Phase und es ist wichtig, dass sich ForscherInnen sowie PädagogInnen auf die nächsten Schritte gut vorbereiten. Es müssen neue Aktivitäten, Methoden und Programme der Vermittlung entwickelt werden (vgl. Blikstein & Krannich 2013, S. 613ff).

Im „International Journal of Child-Computer Interaction“ beschrieben ForscherInnen, dass viele Kinder und Jugendliche keine Vorstellung von der Komplexität von digitalen Fertigungsmitteln haben. Sie kommen zu dem Schluss, dass eine konkrete Designvorstellung dieses Verständnis aber fördern und den komplexen Prozess des Designens erleichtern kann (vgl. Smith 2015, S. 20ff).

Auch ein Forscher an der Universität Bremen hat sich mit der Frage beschäftigt, ob FabLab-Technologien im Schulunterricht einsetzbar sind. Er kam zu dem Ergebnis, dass die eingesetzten Workshops und die Tutorials, aber auch die verwendeten Programme an die Bedürfnisse von Kindern und Jugendlichen angepasst werden müssen. Auch die bereits vorhandenen didaktischen Konzepte müssen noch für den Schulalltag und die Schulumgebung optimiert werden (vgl. Robben 2013, S. 39f).

Die beiden Arbeiten vom Sheridan (2014, S. 505ff) und Halverson (2014, S. 495ff) vergleichen zum einen drei verschiedene FabLabs miteinander und zum anderen beschreiben sie, wie sich die Maker-Bewegung, die

Bewegung rund um die FabLabs, auf die Bildung von Schülerinnen und Schülern auswirkt. Die Arbeit in FabLabs kann den Kindern und Jugendlichen helfen, Probleme zu erkennen, Modelle zu erstellen, Fähigkeiten zu erlernen und weiter zu entwickeln sowie ihr Wissen mit anderen auszutauschen. Bei der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen müssen verschiedene pädagogische Ansätze kombiniert werden, um ein Gefühl von selbstgesteuertem Lernen und starkem Rückhalt in der Gemeinschaft der Lernenden vermitteln zu können. Laut dieser beiden Arbeiten wird die Maker-Bewegung und somit auch der Einsatz von digitalen Produktionsmitteln in Zukunft in der Bildung eine immer größere Rolle spielen.

Posch und Fitzpatrick (2012, S. 497ff) führten Workshops mit 10- bis 14-jährigen Kindern und Jugendlichen durch und untersuchten wie diese angenommen werden. Die Arbeit zeigt, dass FabLabs einen wichtigen Ort für das Lernen über und mit aufkommenden Technologien darstellen. Die angebotenen Workshops erzeugten großes Interesse und die Kinder und Jugendlichen zeigten nur wenig Scheu vor den neuen Technologien. Die technische Herausforderung, die Beherrschung der Aufgabe sowie die persönliche Verbindung mit dem hergestellten Produkt sind laut dieser Arbeit sehr wichtige Faktoren. Aus der Arbeit kommt auch hervor, dass es Kindern und Jugendlichen wesentlich einfacher fällt, zweidimensionale Designs mit Schneideplottern und Lasercuttern umzusetzen als 3D-Designs. 3D-Design ist im Moment für eine schnelle Umsetzung noch zu aufwändig.

Dlodlo und Beyers (2009, S. 1ff) haben sich mit den unterschiedlichen technischen Interessen von Buben und Mädchen an südafrikanischen Schulen beschäftigt. Sie haben herausgefunden, dass vor allen Mädchen und Frauen von dem Klima in einem FabLab profitieren können und sie sich durch die Arbeit in solchen Werkstätten eher zutrauen technologische Probleme selbst zu lösen.

In den beiden Arbeiten von Hjorth et. al. (2014, S. 1ff & 2015, S. 1ff) wird beschrieben, dass der Einsatz digitaler Fertigung in der Bildung immer alltäglicher und häufiger wird. Sie machen darauf aufmerksam, dass es für zukünftige Generationen notwendig sein wird, sich mit solchen Geräten und Programmen auszukennen. Die Autoren prognostizieren, dass die Bildungseinrichtungen bald allen Schülerinnen und Schülern das Wissen, die Fähigkeiten und Kompetenzen im Umgang mit digitalen Produktionsmitteln vermitteln können.

ForscherInnen der Creativity Labs der Universität von Indiana in der USA beschäftigten sich ebenfalls mit der Frage, wie digitale Produktionsmittel im Klassenraum implementiert werden können. Sie kamen zu dem Schluss, dass es schwierig ist, solche Systeme in Schulen einzuführen und

dass es notwendig sein wird, die Lehrerinnen und die Lehrer in den Lernprozess zu integrieren. Erst wenn Lehrpersonen von FabLabs begeistert sind und sich gut mit den einzelnen Geräten auskennen, können sie ihre Kolleginnen und Kollegen von diesem Konzept und dieser Arbeit überzeugen. Dann können sie auch als Mentorinnen und Mentoren für die Lehrerinnen und Lehrer fungieren (vgl. McKay & Peppler 2013, S. 1ff).

Martin et. al. (2014, S. 1ff) erforschten, wie Lehrerinnen und Lehrer einer amerikanischen High School mit neuen Methoden der Herstellung zurechtkommen. Die Lehrpersonen sollten vorab Geräte und Technologien ausprobieren können, die bald im schuleigenen FabLab verbaut und eingesetzt werden. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Lehrerinnen und Lehrer in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit im Bereich der digitalen Fertigung viel dazugelernt haben. Dennoch benötigt es gerade im Bereich des digitalen Designs noch ein tieferes Verständnis und ein größeres Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten der Lehrerinnen und Lehrer. Auch an Universitäten wurde das Konzept eines FabLabs getestet. So wurden beispielsweise Studentinnen und Studenten einer belgischen Universität für Ingenieurwesen die technischen Geräte eines FabLab zu Verfügung gestellt, um ihre eigenen Produkte herzustellen. Es wurden auch E-Learning Kurse für die Studierenden angeboten, die ihnen bei der Umsetzung ihrer Projekte helfen sollten. Die Arbeit kommt zu dem Schluss, dass die Studentinnen und Studenten das Angebot des FabLabs sehr gerne nutzen und auch ein Ausbau des FabLabs aufgrund der großen Nachfrage sinnvoll wäre. Die Forscherinnen und Forscher fanden allerdings auch heraus, dass die E-Learning Kurse zu viel Text und Hintergrundinformationen enthielten und zu wenig Bilder und Filme. Diese interaktiven Kurse waren nach einer ersten Überarbeitung für die Studentinnen und Studenten besser nutzbar (vgl. Willemaerts et. al. 2011, S. 72ff).

Auch isländische Forscherinnen und Forscher haben sich mit dem Einsatz von FabLabs in höheren Schulen beschäftigt. Besondere Aufmerksamkeit legten sie in ihrer Forschung auf die Beziehung zwischen der Verwendung eines FabLabs und den unternehmerischen Absichten der Schülerinnen und Schüler. Sie untersuchten, ob sich die Absichten der Studierenden verändern, je nachdem ob sie im Vorfeld schon mit digitalen Produktionsmitteln gearbeitet haben oder nicht. Die Forscherinnen und Forscher kamen zu dem Ergebnis, dass sich alle Schülerinnen und Schüler in der Arbeit mit FabLabs hohe Ziele steckten. Diejenigen, die schon Vorerfahrungen hatten, zeigten allerdings deutlich mehr Zuversicht bei der Umsetzung ihrer Ideen. Aus der Arbeit geht auch hervor, dass

der Einsatz von FabLabs gut zur Erziehung zu unternehmerischem Denken eingesetzt werden kann (vgl. í Dali 2015, S. 11ff).

Lütolf (2013, S. 149ff) und Lütlof und Meister (2013, S. 2f) schrieben über den Einsatz von 3D-Druckern an Schulen. Sie führten einen 16-stündigen Workshop mit 14- bis 15-jährigen Schülerinnen und Schülern durch. Allein das Vorhandensein eines 3D-Drucker löste große Motivation und Begeisterung bei den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern aus. Obwohl die Jugendlichen sehr unterschiedliche Vorerfahrungen in Bezug auf das digitale Bearbeitungsprogramm hatten, konnten am Ende des Workshops alle Schülerinnen und Schüler ein druckbares Modell herstellen. Lütolf und Meister kamen auch zu dem Schluss, dass 3D-Drucker momentan noch zu fehleranfällig sind, als dass sie von Kindern und Jugendlichen alleine bedient werden können. Nicht nur die Hardware der 3D-Drucker ist schwer zu bedienen, auch die notwendige Software ist meist sehr komplex und komplex. Arbeit in Schulen mit 3D-Druckern ist, laut dieser Forschung, bis jetzt ausschließlich technisch versierten und begeisterten Lehrerinnen und Lehrern vorbehalten. Die Arbeit mit 3D-Druckern ist sehr gut mit dem Fach Mathematik und allen gestaltenden Fächern kombinierbar.

Integration in den Unterricht

Für den Besuch der Volksschule sind in der Regel vier Jahre vorgesehen, die höchst mögliche SchülerInnenzahl einer Klasse ist auf 25 Kinder festgelegt.

Der Lehrplan beinhaltet neun Teile. Der siebte Teil beschreibt „didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksoberstufe“. Fächer wie Sachunterricht, Mathematik, technisches und textiles Werken aber auch Deutsch, Lesen, Schreiben und Bewegung und Sport kommen in diesem Teil vor.

Im Großen und Ganzen wird der Lehrplan der Volksschule¹³ in zwei große Teile unterteilt: Grundstufe 1, welche die erste und zweite Klasse umfasst, und Grundstufe zwei, welche die dritte und vierte Klasse umfasst. Der Lehrplan der Volksschule wird als Rahmenlehrplan geführt, das bedeutet, dass der Lehrplan an sich zwar die Grundlage des zu planenden Unterrichts bietet, die Lehrperson jedoch die konkrete Planung sowie Gestaltung des eigenen Unterrichts selbstständig und eigenverantwortlich umsetzt. Da sowohl Themengebiete, als auch Methoden nicht dezidiert festgelegt sind, bietet der Lehrplan viel

¹³ siehe Lehrplan der Volksschule (2012), S. 83

Raum, um den Unterricht nach den eigenen Ideen und Schwerpunkten zu gestalten und umzusetzen. Dies bedeutet auch, dass jede Lehrperson die Möglichkeit hat, neue Technologien in den Unterricht mit einzubringen. Um nun auf die Möglichkeiten des Einsatzes digitaler Design- und Fertigungstechnologien einzugehen, werden Ideen für den Einsatz digitaler Produktionsmöglichkeiten angeführt.

Im Bereich der Vorschule und der Grundstufe 1 liegt der Einsatz von digitalen Produktionsmöglichkeiten in den Händen von Lehrpersonen, sie bereiten mit CAD/CAM Unterrichtsmaterialien vor, die die Kinder im Anschluss zusammenbauen, ertasten und mit ihnen spielerisch lernen können, wie zum Beispiel bei den Workshops der WunderWuzzis. Vorstellbar ist das Herstellen von Materialien für mathematische Früherziehung, Deutsch, Spiel, Bildnerische Erziehung, technisches Werken und auch Bewegung und Sport¹⁴. In mathematischer Früherziehung wären verschiedene Formen, wie zum Beispiel das dreidimensionale Ausdrucken eines Quaders, einer Pyramide und einer Kugel mit dem 3D-Drucker, oder das zweidimensionale Ausschneiden, mittels Vinylcutters, eines Quadrats, eines Dreiecks oder eines Kreises vorstellbar.

Die Möglichkeit des Einsatzes digitaler Produktionsmöglichkeiten in Grundstufe 2 ist bereits etwas breiter gefächert. Hier ist ein Einsatz im Sachunterricht vorstellbar, die Kinder können beispielsweise eine virtuelle Stadt bauen und diese ausdrucken. Die Lehrperson kann auch hier mit dem 3D-Drucker verschiedene themenbezogene Anschauungsmaterialien selbst ausdrucken¹⁵. Im textilen Werkunterricht ist der Einsatz von einem Vinylplotter vorstellbar. Die Kinder designen ihre eigenen Muster, die sie ausdrucken und auf ihre T-Shirts oder Kleider aufbügeln können¹⁶. Der Einsatz im technischem Werken wäre zum Beispiel das Bauen eines Drawdios, oder auch singender Bleistift genannt, im Rahmen des HappyLab Workshops.¹⁷

Sobald Kinder mit dem designen von Formen und anderen Ideen in einem Computerprogramm beginnen, beschäftigen sie sich mit einem Teilbereich der Mathematik. Sie lernen verschiedene mathematische Formen zu konstruieren und gleichzeitig wie sie aufgebaut sind. Hier ist es jedoch von Vorteil, wenn die Lehrperson einen Prototyp ausdruckt und diesen

¹⁴ Vgl. Lehrplan der Volksschule (2012), S. 62ff

¹⁵ Vgl. Lehrplan der Volksschule (2012), S. 93ff

¹⁶ Vgl. Lehrplan der Volksschule (2012), S. 191ff

¹⁷ Vgl. Lehrplan der Volksschule (2012), S. 185ff

anschließend in der Klasse herumreicht. Anschließend können sie diese mit dem 3D-Drucker oder dem Lasercutter ausdrucken lassen und so ihre selbst designten Formen haptisch wahrnehmen.¹⁸

Eine mögliche Einbindung von digitalen Produktionsmöglichkeiten in den Unterricht wäre laut den ExpertInnen beispielsweise in Geografie die Erstellung einer Infrastruktur eines Dorfes oder einer Stadt, in Geschichte ein Nachbau des Forums Romanum, oder das Drucken einer Kirche mit dem 3D-Drucker, in Mathematik ausgedruckte 3D-Modelle, die auch das räumliche Denken schulen, in Sachunterricht, ebenfalls mit dem 3D-Drucker, Teile des menschlichen Körpers, Blüten und Lernspiele und in Deutsch wäre die Herstellung von Satzbaukästen vorstellbar. Nach den Meinungen der ExpertInnen, kann man im Volksschulbereich alles Mögliche an Material herstellen. Der Einsatz von digitalen Produktionsmitteln im Projektunterricht ist auch fächerübergreifend möglich, vor allem in der Volksschule.

Studierende, der PH-Wien wären dann auch in der Lage, ihre Lehrmaterialien selbst herzustellen und können diese, im Sinne des Open Source, auf einer Onlineplattform mit der Öffentlichkeit teilen.¹⁹

Die ExpertInnen sprechen davon, dass es im Umgang mit den Maschinen SpezialistInnen benötigt, um die Lehrpersonen und Kinder in ihrem Tun zu unterstützen, den richtigen Umgang zu kontrollieren und die Geräte auch zu warten und reparieren zu können. Auch dies ist ein Grund, warum sich die Interviewten eher eine Kooperation mit dem Happylab, als die Integration in die Schule vorstellen können.

Aus diesen Aussagen lässt sich ableiten, dass sich die Lehrpersonen bei der Vorstellung, alleine an den Maschinen zu arbeiten, unsicher fühlen und sie diese eher unter der Aufsicht und/oder Leitung von SpezialistInnen verwenden wollen. Dieses Ergebnis wirft wiederum die Frage auf, warum sich die Lehrpersonen bei der selbstständigen Verwendung dieser Maschinen unsicher fühlen (Vgl. Ginter/Szameit (2016) S39ff und Schrittwieser (2016) S32).

Auffällig ist, dass in allen Interviews eine fächerübergreifende Anwendung der digitalen Design- und Fertigungstechnologien als besonders sinnvoll angesehen wird. Aus den Aussagen der ExpertInnen lässt sich also

¹⁸ Vgl. Lehrplan der Volksschule (2012), S., 159ff

¹⁹ Vgl. Ginter/Szameit 2016. S32ff

ableiten, dass sich interdisziplinärer, also fächerübergreifender Unterricht in der Arbeit mit den computergesteuerten Werkzeugen anbietet. Vor allem in der Volksschule nimmt der fächerübergreifende Unterricht immer mehr zu und löst so die künstlichen Grenzen der Unterrichtsfächer nach und nach auf. So können beliebige Fächer, wie beispielsweise Werkerziehung und Sachunterricht, sowie Mathematik, Musik und jedes andere beliebige Fach, miteinander verknüpft und so ein interdisziplinäres, vielseitiges und vor allem auch erfahrungs- und handlungsorientiertes, sowie forschendes Lernen ermöglicht werden. Auch die häufig verwendete Methodik des Projektunterrichts oder des projektorientierten Unterrichts, in dessen Rahmen die SchülerInnen über mehrere Tage, aber auch Wochen hinweg an einem Thema arbeiten, kann durch den Einsatz der digitalen Design- und Fertigungstechnologien unterstützt werden.

Der direkte Einsatz digitaler Produktionsmöglichkeiten in Klassen ist laut den ExpertInnen eher in der Sekundarstufe 1 und Sekundarstufe 2 vorstellbar.

In Volksschulen können Workshops, die einfach aufgebaut sind und vorgefertigte Teile beinhalten, eingesetzt werden. Als Beispiel ist hier unter anderem der Roboterworkshop der WunderWuzzis zu erwähnen, da die Kinder hierbei zwar nicht selbstständig an den computergesteuerten Werkzeugen arbeiten, aber 3D-gedruckte Teile für den Bau ihres Roboters verwenden.

In allen Interviews geben die Interviewten an, in den digitalen Design- und Fertigungstechnologien auch die Möglichkeit zur Herstellung von eigenem individuellen Lehr- und Lernmaterial zu sehen. Auch kann ein Benefit für die Studierenden entstehen, wenn diese schon in ihrer Studienzeit eigenes Material herstellen können und dieses nicht in mühsamer Handarbeit anfertigen müssen.

Auch im Sinne eines inklusiven Unterrichts kann mit Hilfe der digitalen Werkzeuge individuell abgestimmtes Unterrichtsmaterial möglicherweise einfacher produziert werden.

Produktionsexperiment

Die Produktion wurde im März 2016 umgesetzt.

Dabei wurden im Rahmen einer Lehrveranstaltung zum Bildnerischen Gestalten in der Primarstufe von den Studierenden Stempel für die TeilnehmerInnen (SchülerInnen) einer Veranstaltung an der Pädagogischen Hochschule entworfen und Einzlexemplare im analogen Produktionsprozess hergestellt. Aus den Abdrucken dieser

Prototypen wurden 4 ausgesucht, eingescannt und in einem digitalen Bildbearbeitungsprogramm (Corel Draw) für den "Ausdruck" über einen Lasercutter im Happylab aufbereitet (Zeitaufwand ca. 2 Stunden). Mit Hilfe eines Lasercutters im Happylab wurde eine Kleinserie von 70 Stempeln unter Beteiligung einer Kleingruppe von Studierenden hergestellt.

Die Stempelhalterungen (Griffe+Stempelfläche) wurden aus Sperholz ebenfalls mit dem Lasercutter ausgeschnitten und danach manuell mit Schleifpapier poliert. Die Vorlagen und Druckeinstellungen für die Halterungen wurden aus dem Pool des Happylab entnommen. Dabei wurde nur noch das am Stempelgriff befindliche Logo durch eines der PH Veranstaltung ersetzt.

Die Stempelgummi wurden mit dem Lasercutter graviert und ausgeschnitten und anschließend manuell mit Doppelklebeband auf die Stempelflächen montiert. Für die Produktion der Stempelhalterungen und der Stempelgummi mit dem Lasercutter wurden 6 Stunden benötigt. Vermutlich wäre es auch innerhalb von 4 Stunden möglich, die Teile zu produzieren, allerdings war der Lasercutter verunreinigt und dadurch wurden viele Probedurchgänge zur Anpassung der Einstellungen erforderlich. Eine Reinigung des Gerätes kann nur durch das Personal des Happylabs erfolgen, die Produktion fand allerdings außerhalb der Öffnungszeiten statt.

Das Material für die Produktion wurde direkt im Happylab eingekauft, wodurch Besorgungszeit eingespart wurde. Die Materialkosten sind niedrig und die Materialien bereits auf die zur Verfügung stehenden Geräte abgestimmt.

Die Endmontage hat nochmals 4 Stunden in Anspruch genommen.

Im Unterricht der Primarstufe, aber auch in der Sekundarstufe 1 werden oft auch Stempeln im Unterricht hergestellt. Als Erweiterung wäre hier die digitale Vervielfältigung anzuschließen. Die Stempel können dann im Rahmen von Schulveranstaltungen genutzt werden. Für die Herstellung von Kleinserien ist die digitale Produktion mit einem Lasercutter gut geeignet. Die Einbindung der Schülerinnen bei der Herstellung der digitalen Druckvorlagen ist möglich.

Der digitale Produktionsprozess selbst kann im Happylab aufgrund von Platzproblemen nur mit Kleingruppen umgesetzt werden. Zudem gibt es bei der Produktion mit dem Lasercutter anfangs eine längere Zeit (ca. 1 Std.) mit Testdrucken zur Einstellung der Geräte und zur Herstellung der ersten Kleinserie an Stempelhalterungen und Stempelgummi. Hier muss für die teilnehmenden SchülerInnen auch ein zusätzliches Arbeitsangebot eingeplant werden. Es empfiehlt sich hier einige zusätzliche Laptops

mitzubringen, um dann eventuell einfache Designaufgaben zu erstellen oder mit einem Teil der SchülerInnen Foliendrucke herzustellen. Sobald die ersten fertigen Rohmaterialien aus dem Lasercutter kommen, kann mit der Fertigstellung der Stempel begonnen werden.

Die betreuende Lehrperson sollte den Produktionsprozess jedenfalls zuvor schon einmal selbst durchgeführt haben. Da die Einstellungen der Geräte (Bitte unbedingt aufschreiben) und die Vorlagen erhalten bleiben, wird für eine weitere Nachproduktion erheblich weniger Zeit erforderlich.

Integration in die PädagogInnen-Ausbildung

Zum Zeitpunkt der Umsetzung des Projektes ist die LehrerInnenausbildung gerade im Umbruch. Das Curriculum für die Primarstufe wurde mit dem Studienjahr 2015/16 neu gestartet²⁰. Die erforderlichen Kooperationsverträge und Curriculas für die Ausbildung im Sekundarstufenbereich, die eine Kooperation der Universitäten mit den Pädagogischen Hochschulen vorschreiben, wurden erst im Juni 2016 unterzeichnet²¹.

Es ist daher zum gegebenen Zeitpunkt nicht möglich konkrete Aussagen und Empfehlungen zur Implementierung in die Fachstudien zu treffen, da die Curricula und die konkreten Lehrveranstaltungen noch nicht fixiert sind.

Die Forschungsarbeit (Literatur und Interviews) ergab, dass die digitalen Design- und Produktionsmethoden Relevanz für die Gesellschaft und somit auch für den Unterricht haben. Eine Berücksichtigung im Rahmen der Lehrveranstaltungen in der Aus- und Fortbildung erscheint daher sinnvoll.

Eine entsprechende Anpassung bei der Organisation der Lehrveranstaltungen ist jedoch erforderlich. Z.B.: Mit großen Gruppen und kurzen Präsenzzeiten ist ein Besuch im HappyLab im Sinne der Nachhaltigkeit schwer möglich.

²⁰ vgl. Information zu Bachelorstudium Primarstufe PH Wien: http://www.phwien.ac.at/files/VR_Lehre/Bachelorstudien/Studieren_PH_Wien/InfoSchulbeginnAPS/Information_Studbeginn_Primar.pdf visit 5.8.2016

²¹ vgl. Unterzeichnung Kooperationsvertrag PH Wien: <http://www.phwien.ac.at/86-paedagogische-hochschule-wien/nachlese/1995-unterzeichnung-kooperationsvertrag> visit 5.8.2016

Die Einrichtung von CAD/CAM-Arbeitsplätzen an der PH ist durchaus vorstellbar. Die meisten CAD-Programme gibt es kostenlos zum Download und die benötigten Computer sind bereits vorhanden. Es wäre also gegebenenfalls erforderlich die Endwerkzeuge einen 3-D Drucker, einen Vinylplotter, einen Lasercutter und ev. eine CNC Fräse für den Unterricht an der Pädagogischen Hochschule anzuschaffen und die dafür passende Software zu installieren.

Fazit / Empfehlungen:

Fragestellung: Mögliche Anwendungsszenarien und Lernziele

1. Produktion von Einzelstücken als Unterrichtsmaterial zu Anschauungszwecken (Modelle) oder zur Operationalisierung (Lernspiele)
2. Produktion von Werkstücken mit kleiner Auflage (Klassenstempel, Wandtafeln, Pokale, Werbematerialien,...) für die Schule oder die Klasse
3. Produktionen im Unterricht (Werken, Bildnerische Erziehung, Sachunterricht,..)
4. Studierende/Lehrende: Kennenlernen der Grundlagen für den Einsatz digitaler Produktionsmittel
5. SchülerInnen: Kennenlernen neuer digitaler Fertigungsprozesse
6. SchülerInnen: Kennenlernen von digitalen 2D und 3D Design Programmen
7. SchülerInnen: Kennenlernen einfacher Vibrobots

Fragestellung: Geräteankauf

Geräte, die im schulischen Umfeld genutzt werden, sollten jedenfalls stabil und qualitativ hochwertig sein, da ansonsten mit laufenden Wartungsarbeiten und raschem Verschleiß zu rechnen ist. Vom Ankauf billiger 3-D Drucker in Schulen ist abzuraten. In Höheren Schulen (HTL) können natürlich auch Bausätze im Rahmen eines Schulprojektes genutzt werden, sofern seitens der LehrerInnen die entsprechende Expertise zum Bau und zur Wartung vorhanden ist.

Der Einsatz und die Integration digitaler Produktionsmöglichkeiten vor Ort in Schulen ist laut ExpertInnen zwar vorstellbar, jedoch bedarf es einer genauen Untersuchung der technischen und räumlichen Voraussetzung,

die in Schulen geschaffen werden müssten, um digitale Design- und Fertigungstechnologien nachhaltig in den Unterricht zu integrieren. Interessant ist hierbei, dass sowohl die TeilnehmerInnen der Gruppeninterviews, als auch die Expertin im Einzelinterview eine Kooperation mehrerer Schulen und/oder mit dem HappyLab und weniger die Integration in die Räumlichkeiten einzelner Schulen als sinnvoll erachten.²²

Der Geräteankauf für Schulen ist in der Pflichtschule nur sehr punktuell, ev. in Schwerpunktschulen, umsetzbar. Voraussetzungen wären eine garantierte Wartung der Geräte und es muss Expertise bei zumindest 2 Lehrkräften am Standort vorhanden sind. Dies bedeutet nicht nur eine budgetäre Planung sondern auch eine rechtezeitige Ausbildung der StandortexpertInnen.

Für die Primarstufe und die Sekundarstufe 1 sind mobile Sets zum Verleihen bzw. Kooperationsmodelle mit dem HappyLab zu empfehlen (siehe unten).

In der Sekundarstufe 2 sowie in den Höheren Berufsbildenden Schulen wurden punktuell (HTL) bereits derartige Geräte angeschafft und sind in Betrieb.

Für die Pädagogischen Hochschulen ist der Ankauf von digitalen Produktionsmittel als Erweiterung bestehender Werkstätten zur Nutzung für Aus- und Fortbildungsangebote aber auch für die hausinterne Produktion zu empfehlen.

Fragestellung: Kooperationen mit dem HappyLab

Anstelle von Geräteankäufen bzw. in Ergänzung sind Kooperationen mit dem HappyLab erwünscht.

Dabei wäre zu empfehlen:

Geförderte **Mitgliedschaften für LehrerInnen und StudentInnen des Lehramts** zur Erstellung von Lehrmaterialien. Die Mitgliedschaft sollte auch Reservierungen der Geräte ermöglichen.

Geförderte **Klassenmitgliedschaft** um ev. Schwerpunktsetzungen und Projekte an Schulen zu erleichtern. Die Mitgliedschaft sollte

²² Vgl. Ginter/Szameit 2016. S 39

Reservierungen der Räume und Geräte im notwendigen Umfang beinhalten und auch die Entlehnung der "Fab Boxen" ermöglichen.

Ausbau des Konzeptes der "FAB BOX". Zu empfehlen ist die Entwicklung eines regionalen Entlehnsystemes für "Fab Boxen". An mehreren Standorten in Wien sollten Entlehnstellen eingerichtet werden. In einem ersten Schritt gilt es entlehnberechtigte LehrerInnen auszubilden und die Anzahl der zu entlehnenden Boxen entsprechend der Nachfrage und Lehnberechtigten im HappyLab zu erhöhen.

Die PH könnte in Zusammenarbeit mit dem HappyLab einen Schwerpunkt für den Einsatz von CAD/CAM-Geräten setzen. Das HappyLab könnte dann ein dauerhafter Partner werden, mit dem, neben dem Einsatz in der Ausbildung und Fortbildung, auch Projekte durchgeführt werden können. Wichtig für eine Zusammenarbeit von StudentInnen der PH mit dem HappyLab ist, dass sie ausreichende Informationen über die Angebote und die Verwendungsmöglichkeiten erhalten. Informationsveranstaltungen des HappyLabs speziell für Lehrende und Studierende wären daher sinnvoll und wünschenswert.

Weiterentwicklung vorhandener und auch neuer Workshopangebote des Junior Labs und Anpassung an den schulischen Bedarf. Dabei ist vor allem auf die Klassenschülerzahl (dzt. 25) Rücksicht zu nehmen. Die Weiterentwicklung könnte in Kooperation mit interessierten LehrerInnen und/oder der Pädagogischen Hochschule erfolgen.

Einrichtung einer Community of Practice speziell für LehrerInnen. Diese könnte Informationsabende, Workshops und gemeinschaftliche, schulübergreifende Projekte für Schulklassen entwickeln.

Fragestellung: Integration in die Aus- und Fortbildung von LehrerInnen und Lehrenden der PH

1. Schulungsangebote in der Fortbildung (FB) und Personalentwicklung (PE) entwickeln und umsetzen. Diese könnten wie folgt aussehen:

- A) Basis (FB und PE jeweils 2 Nachmittage):
a) Kennenlernen des "HappyLab Wien",

b) Einführung in die methodisch - didaktische Nutzung von digitalen Design- und Produktionsmittel

Die Einführungsangebote des Happylab ("Mittwochführung", Workshops)sollten in das Fortbildungsangebot der PH aufgenommen werden. Falls dies aufgrund der Teilnahmezahlen im Happylab nicht möglich ist, sollten zusätzliche Termine süzziell für LehrerInnen angeboten werden.

B) Aufbau (FB-jeweils 1 Nachmittag):

- a) Nutzung der Fab Boxen
- b) Einsatz 3D Drucker ab 9. Schulstufe
- c) Stempelkurs für LehrerInnen
- d) Vibrobots zum Selbermachen
- e) Herstellung von Unterrichtsmaterialien - Produktionsworkshops für Unterrichtsmaterialien (1 Nachmittag+ 1 Ganzer Tag)

Zusätzlich sollten in den Fachbereichen Angebote in der PE entsprechend der neuen Curriculas entwickelt werden.

2. Einrichtung einer Community of Practice (CoP) für den Erfahrungsaustausch und die Weiterentwicklung des Einsatzes im Schulbereich. Zielpublikum wären: LehrendeDies könnte seitens des SSR Wien oder der PH organisiert werden.

3. Einrichtung einer Online Plattform für Unterrichtsmodule mit digitalen Produktionswerkzeugen.

Begleitend zum didaktischen Angebot im Lehramtsstudium ist die Einrichtung einer betreuten Online Plattform speziell für LehrerInnen zu empfehlen. Hier könnten didaktisch methodische Erfahrungen ausgetauscht werden und auf neue Entwicklungen bzw. Angebote hingewiesen werden. Die Plattform könnte von der zuvor angesprochenen CoP betreut werden.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, dass derzeit in Finnland eine Initiative startet, die im Rahmen der Öffentlichen Bibliotheken die Nutzung von digitalen Produktionsmittel wie Folienprinter und -cutter bzw. Vinylplotter, also ohne Staubproduktion, auch für Schulen anbietet. Erste Piloteinrichtungen berichten positive Akzeptanz seitens der NutzerInnen.

Verwendete Literatur

Stelzer Roland / Pollak Peter (2016): Fab Lab @ School Digitale Fertigungstechnologien im Unterricht, medienimpulse 1-2016. Online unter: <http://medienimpulse.at/articles/view/894> Last visit 3.8.2016

Anderson, Chris (2012): Makers: The new industrial revolution. New York: Crown Business

Anderson, Chris (2013): Maker. Das Internet der Dinge: die nächste industrielle Revolution. München: Carl Hanser Verlag

Arbeitsbericht, CEDIFA., Meier, N., & Wirth, M. (2013). FabLabs–High-Tech-Werkstätten für jedermann.

Blikstein, P., & Krannich, D. (2013). The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In Proceedings of the 12th international conference on interaction design and children (pp. 613-616). ACM.

Blikstein, Paulo (2013): WHY DO WE NEED DIGITAL FABRICATION LABS IN SCHOOLS?, In: Walter-Hermann, Julia; Büching Corinne (Hrsg.): Fab Lab of Machines, Makers and Inventors, Bielefeld Cultural and Media Studies, transcript Verlag, S. 208-210

Büching Corinne (Hrsg.): Fab Lab of Machines, Makers and Inventors, Bielefeld

Bull, Glen; Haj-Hariri, Hossein, et al. (2015), 3D PRINTING, VOL.2 NO.2, An Educational Framework for Digital Manufacturing in Schools, online verfügbar unter: <http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/3dp.2015.0009> (Letzter Zugriff am: 17.05.2016)

Carstensen, Tanja (2013): Education: Motivating Girls to Learn about Technology, In: Walter-Hermann, Julia; Büching Corinne (Hrsg.): Fab Lab of Machines, Makers and Inventors, Bielefeld Cultural and Media Studies, transcript Verlag, S.60

Dlodlo, N., & Beyers, R. N. (2009). Experiences of South African high school girls in a fab lab environment. Proceedings of world academy of science, engineering and technology (WASET), Dubai, United Arab Emirates, January 2009. pp 1-15

Duus, W., & Gulbins, J. (1983). CAD-Systeme. Springer Berlin Heidelberg.
Farin, G. E., Hoschek, J., & Kim, M. S. (2002). Handbook of computer aided geometric design. Elsevier.

Fastermann, Petra (2013): Die Macher der dritten industriellen Revolution. Das Maker Movement. Norderstedt: BoD - Books on Demand

Fleissner, Daniel (2015): Einführung in das Schulrecht. (3. Auflage) Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG

Ginter Elisabeth / Anja Szameit (2016): Integration von digitalen Design- und Produktionsmöglichkeiten in den Unterricht. Ph Wien

Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. Harvard Educational Review, 84(4), 495-504.

Hjorth, M., & Iversen, O. S. (2014). FabLab@ School. From Digital Literacy to Design Bildung. Proceedings of Fablearn Europe.

Hjorth, M., Iversen, O. S., Smith, R. C., Christensen, K. S., & Blikstein, P. (2015). Digital Technology and Design Processes: Report on a FabLab@ School survey among Danish youth.

í Dali, B. (2015). The making of future entrepreneurs. The relationship between Fablabs and entrepreneurial intentions of students in upper secondary school.

Informationssystem Medienpädagogik (IMS)- Fachportal zur Medien- und Informationskompetenz (Hrsg.) (2016): Suchmaschine, online verfügbar unter: www.ism-info.de (Letzter Zugriff am 01.06.2016)

INNOC: Projektbeschreibung (2015) "Fab Lab @ School". Online unter: https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/strukturprogramme/fab_lab_school_kurzbeschreibung.pdf Last visit 5.8.2016

Lehrplan der Volksschule (2012), BGBl. Nr. 134/1963 in der Fassung BGBl. II Nr. 303/2012 vom 13. September 2012. Abrufbar unter:

https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_vs_gesamt_14055.pdf?4dzgm2

Lütolf, G., & Meister, K. (2013). 3D-Drucken in der Schule.

Lütolf, G. (2013). Using 3D Printers at School: the Experience of 3drucken.ch. Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development, ICTP—The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, 149-158.

Madsen, D. (2011). Engineering drawing and design. Cengage Learning.
Martin, T., Brasiel, S., Graham, D., Smith, S., Gurko, K., Fields, D., & Smith, S. FabLab Professional Development: Changes in Teacher and Student STEM Content Knowledge (2014).

McKay, C., & Pepler, K. (2013). MakerCart: A Mobile Fab Lab for the Classroom. In position paper at the Interaction Design for Children Conference (IDC), New York, June (Vol. 201, No. 3).

Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., Gershenfeld, N., McEnnis, C., & Taylor, J. (2002, December). Fab Lab: an alternate model of ICT for development. In 2nd international conference on open collaborative design for sustainable innovation. online verfügbar unter:
https://www.researchgate.net/profile/Bakhtiar_Mikhak/publication/228600651_Fab_Lab_An_alternate_model_of_ICT_for_development/links/09e41510730d663e59000000.pdf (Letzter Zugriff am:17.05.2016)

Neil Gershenfeld (2006) in: Unleash your creativity in a Fab Lab, TED2006 (Hrsg.), online verfügbar unter:
http://www.ted.com/talks/neil_gershenfeld_on_fab_labs (Letzter Zugriff am: 09.06.2016)

Neil Gershenfeld (2007): Fab. The Coming Revolution on Your Desktop - from Personal Computers to Personal Fabrication.o.O.: Basic Books
Neil Gershenfeld (2012): How to Make Almost Anything-The Digital Fabrication Revolution, Foreign Affairs; Abrufbar unter:
<https://www.foreignaffairs.com/articles/2012-09-27/how-make-almost-anything> (letzter Zugriff am: 04.06.2016)

Nohl, A. M. (2006). Interview und dokumentarische Methode. Anleitungen für die Forschungspraxis. Wiesbaden: VS.

Posch, I., Ogawa, H., Lindinger, C., Haring, R., & Hörtner, H. (2010, June). Introducing the FabLab as interactive exhibition space. In Proceedings of the 9th International Conference on Interaction Design and Children (pp. 254-257). ACM.

Posch, I., & Fitzpatrick, G. (2012). First steps in the FabLab: experiences engaging children. In Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference (pp. 497-500). ACM.

Posch, Irene (2014): Digitale Welten begreifen. Kinderworkshops im FabLab. In: Schachtner, Christina (Hrsg.). Kinder und Dinge. Dingwelten zwischen Kinderzimmer und FabLabs. Bielefeld: transcript Verlag, S. 89 - 102.

Robben, Bernard (2013): Potenziale und Barrieren für den Einsatz von FabLab- Technologien im Schulunterricht. dimeb – Informatik AG Digitale Medien in der Bildung, Universität Bremen. Abrufbar unter: <http://dimeb.informatik.uni-bremen.de/edufab/ErhebungPotenziale.pdf> (Letzter Zugriff: 05.03.2016)

Sarcar, M. M. M., Rao, K. M., & Narayan, K. L. (2008). Computer aided design and manufacturing. PHI Learning Pvt. Ltd.

Schrittwieser Alina (2016): Einsatz digitaler Produktionsmittel in der Lehrer/innenausbildung. PH Wien

Schachtner, Christina (2014): Kinder und Dinge. Dingwelten zwischen Kinderzimmer und FabLabs. Bielefeld: transcript Verlag

Schelhowe, Heidi (2013): CONCLUSION, In: Walter-Hermann, Julia; Büching Corinne (Hrsg.): Fab Lab of Machines, Makers and Inventors, Bielefeld Cultural and Media Studies, transcript Verlag, S.101f

Sheridan, K., Halverson, E. R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. Harvard Educational Review, 84(4), 505-531.

Smith, Rachel Charlotte, Ole Sejer Iversen, and Mikkel Hjorth. "Design thinking for digital fabrication in education." International Journal of Child-Computer Interaction (2015).

Stacey, M. (2014). The FAB LAB Network: A Global Platform for Digital Invention, Education and Entrepreneurship. *innovations*, 9(1-2), 221-238.
Strietzel, R., & Lahl, C. (2007). CAD/CAM-Systeme in Labor und Praxis. Verlag Neuer Merkur GmbH.

Verein HappyLab Vienna. Abrufbar unter: <http://www.happylab.at/>
(Zugriff 23.03.2016)

Verein WunderWuzzi Roboter Labor (2014), online verfügbar unter:
www.wunderwuzzi.cc/ (Letzter Zugriff am: 04.06.2016)

Walter-Herrmann, J., & Büching, C. (Eds.). (2014). FabLab: Of machines, makers and inventors. transcript Verlag.

Willemaerts, C., Dewulf, W., Lambaerts, M., Boeykens, S., Vanden Abeele, V., Van Aken, J., ... & Lauwers, B. (2011). Introducing Engineering Students to Manufacturing in a Fabrication Laboratory (Fab Lab). In 1st World Engineering Education Flash Week. European Society for Engineering Education.