



## Fab Lab @ School Digitale

### Fertigungstechnologien im Unterricht

Roland Stelzer  
Peter Pollak

*Ein Fab Lab ist die moderne Form einer offenen Werkstatt. Interessierten stehen eine Reihe an Design- und Fertigungsmöglichkeiten mit den entsprechenden Geräten (3D-Drucker, Lasercutter, CNC-Fräse, etc.) zur Verfügung, um eigene kreative Ideen umsetzen zu können. Ziel des Projekts "Fab@School" ist es, die digitalen Design- und Fertigungstechnologien eines Fab Labs nachhaltig in die vorschulische und schulische Ausbildung zu integrieren. Gemeinsam mit den Projektpartnern werden Workshops für PädagogInnen und SchülerInnen ausgearbeitet und in einer Pilotphase in ausgewählten Bildungseinrichtungen durchgeführt.*

## 1. Einleitung

Ideen brauchen Raum, um entwickelt und umgesetzt werden zu können. Ein "Fab Lab" bietet nicht nur den Raum, sondern auch die nötigen Maschinen, um eigene Projekte zu verwirklichen. Der Begriff "Fab Lab" (von "fabrication laboratory") bezeichnet eine offene High-Tech-Werkstatt, in der mit computergesteuerten Maschinen verschiedenste Produkte selbst hergestellt werden können. Fab Labs sind auf eine Initiative von Prof. Neil Gershenfeld (MIT, Center for Bits and Atoms) im Jahr 2002 zurückzuführen. Derzeit gibt es bereits über 600 Fab Labs weltweit und diese gewinnen immer mehr an Bedeutung als interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungseinrichtung. Die Entwicklung und rasante Verbreitung digitaler Fabrikationstechnologien ist vergleichbar mit der des Personal Computers in den 1970er Jahren.

Das Projekt "Fab Lab @ School" im Happylab Wien ([www.happylab.at](http://www.happylab.at)) soll digitale Design- und Fertigungstechnologien eines Fab Labs nachhaltig in die vorschulische und schulische Ausbildung integrieren. Gemeinsam mit den Projektpartnern wurden Workshops für PädagogInnen und SchülerInnen ausgearbeitet und in einer Pilotphase in ausgewählten Bildungseinrichtungen durchgeführt. Im Projekt sind alle Altersstufen vom Kindergarten bis zur Matura vertreten.

Insbesondere werden im Projekt folgende Ziele verfolgt:

- Kinder und Jugendliche spielerisch und projektorientiert mit neuen Technologien ("Digital Fabrication") vertraut machen und neu entstehende Berufsfelder aufzeigen.
- Neue Design- und Fertigungstechnologien nachhaltig in den Unterricht einbetten durch Ausbildung der PädagogInnen in "Train the Trainer" Workshops.
- Modell für Kooperationen zwischen Fab Labs und Bildungseinrichtungen zum institutionalisierten Know-how-Transfer zwischen Schule, Wirtschaft und Forschung.

Das Projekt "Fab Lab @ School" findet im Schuljahr 2015/16 statt und wird durch "Talente regional" aus dem Förderschwerpunkt "Talente" des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) unterstützt.

## 2. Ausgangslage

In Zukunft wird es möglich sein, seine eigenen Turnschuhe, Möbel und Schmuckstücke online zu designen, herunterzuladen und auf Knopfdruck zu fertigen. Dazu stehen digitale Produktionswerkzeuge, wie Laser Cutter, 3D-Drucker und CNC-Fräse zu Verfügung. Diese beeinflussen die weltweite Produktionslandschaft und werden in den nächsten Jahrzehnten immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Das Happylab ist Österreichs erstes Fab Lab, die moderne Form einer offenen Werkstatt. Interessierten stehen dort eine Reihe an Design- und Fertigungsmöglichkeiten mit den entsprechenden Geräten zur Verfügung, um eigene Ideen umsetzen zu können. Dieses Angebot ist für eine besonders breite Zielgruppe von privaten Bastlern über viele Bereiche der Kreativwirtschaft bis hin zu hochinnovativen Technologie-Startups attraktiv. Im Happylab nutzen aktuell knapp 2.000 Mitglieder (Tendenz stark steigend) die neuen Technologien zur Umsetzung ihrer Ideen.

Die Ausstattung eines Fab Labs mit Maschinen und Werkzeugen ist weitgehend standardisiert und bietet für erfahrene BenutzerInnen unterschiedlichster Fachrichtungen (Informatik, Ingenieurwissenschaften, Architektur, Kunst & Design, etc.) eine breite Basis zur Realisierung ihrer Projektideen. Im Folgenden ist die Ausstattung des Happylab kurz zusammengefasst:

- Der *3D-Drucker* erstellt einen dreidimensionalen Gegenstand aus einem schnell aushärtenden Kunststoff. Das Material wird erhitzt und Schicht für Schicht aufgetragen. Als Druckmaterial kommt ABS zum Einsatz. Durch den automatischen Aufbau einer Stützstruktur können selbst Überhänge problemlos gedruckt werden.
- Der *Laser Cutter* kann unterschiedlichste Materialien schneiden und gravieren. Mit einem fokussierten Infrarot-Laserstrahl können feine Strukturen aus Kunststoff, Holz, Karton, Leder, Textilien und vielen anderen Materialien ausgeschnitten werden. Außerdem können Beschriftungen, Schilder, Stempel, Gläser und vieles mehr graviert werden.
- Mit dem *Schneidplotter* können beliebige Formen aus einer Folie ausgeschnitten werden. Schneidplotter werden unter anderem für Wandtattoos und Klebeschriften verwendet. Forschungsanwendungen umfassen Tests mit speziellen Antennenformen oder "wearable Technologies" mit leitenden Folien.

- Die *CNC-Fräse* kann schnell und präzise 2D und 3D Objekte aus Holz, Kunststoff und Metall bearbeiten. Auch Leiterplatten können automatisiert gebohrt, gefräst und ausgeschnitten werden.
- Der *Elektronikarbeitsplatz* ist mit Lötstationen, Labornetzteil, Oszilloskop, Infrarot-Rework-Station, etc. ausgestattet. Elektronische Schaltungen können im HappyLab einfach hergestellt werden. Nachdem die Leiterplatte belichtet, entwickelt und geätzt wurde, kann sie mittels Lötstation oder Reflow-Ofen bestückt werden.

Das HappyLab sieht sich in Ergänzung zum schulischen und universitären Bildungssystem. Seit 2011 werden vermehrt auch Workshops für Kinder und Jugendliche angeboten.

Forschung, Technologie und Innovation haben eine enorme wirtschaftliche Bedeutung. Durch einen niederschweligen Zugang zu neuen Technologien wird besonders eine junge Zielgruppe angesprochen. Diese Innovatoren der Zukunft sichern die technologische und die damit verbundene wirtschaftliche Entwicklung nachhaltig ab. In der traditionellen Ausbildung kommt der praktische Umgang mit Zukunftstechnologien häufig zu kurz. Eine theoretische Ausbildung allein schafft noch keine ausreichende Basis für innovative Anwendungen. Das Angebot eines offenen Labors ist als Zusatzangebot zur klassischen Bildungslandschaft zu sehen und leistet als Bindeglied einen wertvollen Beitrag zum Lückenschluss zwischen Wirtschaft, Schule und Wissenschaft. Spannende Wissensvermittlung im High-Tech-Umfeld legt weiters den Grundstein für eine technisch-wissenschaftliche Berufs- oder Studienwahl.

### 3. Digital Fabrication in Kindergärten und Schulen

Fab Labs sind ein wesentliches Element des sogenannten Maker Movements. Diese Bewegung basiert darauf, dass mit neuen digitalen Fertigungstechnologien jeder in der Lage ist (fast) alle Ideen einfach selbst umzusetzen. Diese Entwicklung wird die Joblandschaft nachhaltig prägen.

Dieses Projekt soll den ArbeitnehmerInnen und UnternehmerInnen der Zukunft Orientierung in einer sehr dynamischen Arbeitswelt geben. Die Kinder und Jugendlichen der verschiedenen Bildungseinrichtungen werden spielerisch und projektorientiert mit neuen Technologien vertraut

gemacht und an entstehende Berufe abseits von Friseurin und Automechaniker heran geführt.

#### **4. WunderWuzzis in Kindergarten und Primarstufe**

Projektpartner für diese Altersgruppe sind der Kinderfreunde Kindergarten Höchstädtplatz und die GTVS3 in Wien.

In der jüngsten Zielgruppe wird anhand der „WunderWuzzi“-Zahnbürstenroboter (siehe [www.wunderwuzzi.cc](http://www.wunderwuzzi.cc)) den Kindern die Möglichkeit geben, sich spielerisch mit 3D-Druckern und Robotern auseinander zu setzen. Im Rahmen von Workshops, die wir gemeinsam mit PädagogInnen direkt an der jeweiligen Bildungseinrichtung durchführen, werden die Roboterteile vor Ort am 3D-Drucker produziert, von den Kindern zusammengebaut und natürlich auch gleich ausprobiert. Das Highlight am Ende des Workshops kann entweder ein Roboter-Race oder das gemeinsame Malen mit den Robotern sein. Die Kinder können die selbst gebauten Roboter natürlich behalten.

#### **5. Fab Boxen in Sekundarstufe I und II**

Projektpartner für diese Altersgruppe sind das BG/BRG Purkersdorf, die BAKIP7 – Bildungszentrum Kenyongasse und die HTBLA für Textilindustrie und EDV.

Durch sogenannte Fab Boxen, die Teile der Fab Lab Ausstattung mobil machen, wird aktiv Awareness-Building und Know-how Aufbau in einem erweiterten Einzugsgebiet des Labs betrieben. Mit Hilfe der Fab Box können Design- und Produktionsworkshops oder Technologiepräsentation etwa in Schulen, Unternehmen oder Jugendzentren durchgeführt werden.

Ein wesentliches Merkmal dieser Workshops ist es, dass die TeilnehmerInnen am Ende ein selbst gefertigtes Werkstück in den Händen halten. Alle nötigen Materialien für diese Workshops befinden sich in den Fab Boxen.

Alle Boxen sollen es Jugendlichen ermöglichen, ihre digitalen Ideen in reale Produkte zu verwandeln. Derzeit stehen folgende drei Fab Boxen zur Verfügung, deren Einsatzmöglichkeiten im Unterricht im Folgenden kurz beschrieben werden.

## **6. Fab Box 1: "2D-Design – Entwirf und drucke dein eigenes T-Shirt Motiv"**

Die Fab Box rund um den Schneidplotter eignet sich besonders um den Kindern und Jugendlichen die Umwandlung von Ideen in der digitalen Welt in ein selbst gestaltetes Werkstück näherzubringen. Dabei werden die Lieblingsmotive der Kinder und Jugendlichen so bearbeitet, dass sie mittels Schneidplotter aus bunter Klebefolie ausgeschnitten werden können und auf T-Shirts oder Einkaufstaschen waschmaschinenfest aufgebracht werden können.

Zu Beginn suchen sich die Kinder im Internet Motive, die sie gerne auf Ihren T-Shirts hätten. Mit freien Programmen, wie z. B. Gimp, werden diese Motive so bearbeitet, dass eine für den Vinylcutter verständliche Vektorgrafik-Datei entsteht. Anschließend wird dieses Motiv aus der Folie ausgeschnitten.

Die dafür verwendete Folie besteht aus zwei Lagen, einer Trägerfolie und der Farbfolie. Die nicht benötigten Teile der Farbfolie werden von den Kindern von der Trägerfolie abgelöst. Je komplexer das Motiv, desto aufwändiger ist dieser Prozess. Das Motiv wird nun mit der Transferpresse auf das T-Shirt gepresst, und die Kinder halten ihr persönlich gestaltetes T-Shirt in Händen.

Für den Einsatz in der Schule können die Motive im Rahmen des Unterrichtsfaches Bildnerische Erziehung von den SchülerInnen selbst gestaltet werden. Dabei gibt es sowohl die Möglichkeit eine Handzeichnung einzuscannen oder die Gestaltung am Computer in einem geeigneten Programm vorzunehmen. In jedem Fall aber lernen die SchülerInnen ihre kreativen Ideen, unabhängig von ihren handwerklichen

Fähigkeiten, umzusetzen und erhalten dabei ein schönes individuell gestaltetes Produkt, welches sie immer wieder reproduzieren können.

## **7. Fab Box 2: "3D-Drucker – Mach dein Ding"**

Im Workshop mit dem 3D Drucker steht die Idee im Vordergrund, dass die Kinder und Jugendlichen ihr Traumhaus nicht nur zeichnen, sondern auch ausdrucken können. Die Zeichnung fertigen sie mit dem Programm SketchUp an, welches frei erhältlich und einfach im Handling ist. Für die Verwendung von SketchUp steht in der Fab Box eine Beschreibung der Basisfunktionen zur Verfügung. Für komplexere Anforderungen können die Kinder auf Tutorials im Internet zurückgreifen. So entstehen wunderschöne 3D Zeichnungen ihrer Traumhäuser. Diese müssen lediglich im STL-Format exportiert werden, um für den 3D Drucker verständlich zu sein. Nach einer kurzen Bearbeitung, bei der die Häuser auf der Druckplatte angeordnet werden, kann der Druck Schicht für Schicht beginnen. Die Jugendlichen können bei dem verwendeten Drucker genau zusehen, wie ihr Traumhaus aufgebaut wird.

Da der Druck aber einige Zeit in Anspruch nimmt, bleibt Zeit, die Traumhäuser während des Druckvorgangs in SketchUp noch weiter zu verfeinern und beispielsweise Oberflächen für Wände, Dächer und Fenster auszuwählen. Zum Abschluss halten die Jugendlichen ihr Traumhaus stolz auch in Händen.

In der Schule bietet sich jede Kombination von Technisch-Zeichnen, geometrisch Zeichnen oder auch Mathematik an, um dreidimensionale Zeichnungen auch real in Händen zu halten. Vorstellbar ist auch das räumliche Vorstellungsvermögen mit selbst gestalteten Körpern zu trainieren.

## **8. Fab Box 3: "Drawdio – Musik aus dem Bleistift"**

"Drawdio" ist ein Kunstwort und setzt sich aus Draw und Audio zusammen. Kurz, es ist ein musizierender Bleistift. Die Idee der Schaltung

stammt vom MIT und alle Informationen dazu sind frei im Netz zu finden. Das Drawdio ist ein kleiner Elektronikbausatz, der von den Kindern und Jugendlichen selbst gelötet wird. Dabei kommen sie oft das erste Mal mit elektronischen Bauteilen in Berührung.

Am Ende des Zusammenbaus steht die Testphase. Das Drawdio erzeugt je nach Widerstand zwischen zwei Anschlüssen unterschiedlich hohe Töne.

Der Widerstand kann beispielsweise durch die Länge des Bleistiftstriches variiert werden. Nach kurzer Übung spielen die Kinder und Jugendlichen mit ihrem eigenen Drawdio einfache Melodien.

Im Drawdio steckt aber noch mehr. Die Schaltung kann im Fach Physik mehrfach genutzt werden. Die elektrische Leitfähigkeit verschiedener Stoffe können die SchülerInnen mit ihrem eigenen Messgerät qualitativ bestimmen. Je höher der Ton, desto besser leitet das Material. Einfach kann auch getestet werden, ob der menschliche Körper Strom leitet.

Aber auch zum Thema Schwingungen passt die Schaltung perfekt. Es können aber anhand der Schaltung auch einige Bauteile wie der Kondensator von dem Einbau vermessen werden oder deren Funktion anhand dieser Schaltung erklärt werden.

## 9. Nachhaltigkeit und Ausblick

Neben den Tests der Fab Boxen in einzelnen ausgewählten Bildungseinrichtungen ist die nachhaltige Verankerung von modernen Technologien, wie der digitalen Fertigung, im Unterricht ein wesentliches Projektziel. Die Auseinandersetzung mit aktuellen Technologien direkt in der Bildungseinrichtung hat den Vorteil, dass eine möglichst breite und gesellschaftlich repräsentative Zielgruppe erreicht werden kann, und somit Kinder und Jugendliche unabhängig von ihrer sozialen oder geografischen Herkunft sowie ihres Geschlechts eingebunden werden.

Eine breit angelegte Evaluierungsphase am Ende des Projekts in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Wien ermöglicht es, die tatsächlichen Anwendungsmöglichkeiten und Erfahrungen der Kinder

unterschiedlichen Alters sowie auch von Kindern mit unterschiedlicher sozialer oder geografischer Herkunft zu erfahren. Wir erwarten uns durch diese Begleitforschung und Evaluierung wesentliche Erkenntnisse, wie der Umgang mit Fabrikationstechnologien in Zukunft attraktiv für eine breite Zielgruppe gestaltet und nachhaltig in den Unterricht eingebunden werden kann.

Im Rahmen einer Begleitforschung soll anhand der Erfahrungen aus dem Projekt konkret 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.

Diese Evaluierung ist derzeit im Gange und wird im Sommer 2016 abgeschlossen werden.