

Das *EduFab*-Kit – Ein modularer FabLab-Baukasten für Lehrer*innen

Nadine Dittert¹, Eva-Sophie Katterfeldt²

Abstract: Das digitale Herstellen von Produkten – oder *Making* – ist in den Bildungsbereich vorgedrungen. Die Idee des konstruktiven Arbeitens mit digitalen Medien ist nicht neu, erhält aber durch FabLabs und Makerspaces und dem damit geschaffenen Zugang zu 3D-Druckern, Laser-Cuttern, etc. neuen Nährboden für das Lernen. Neue Anwendungsmöglichkeiten allein genügen jedoch nicht: es braucht Konzepte, Materialien und konkrete Ideen, wie Technologie Teil eines Lernprozesses werden kann. Wir präsentieren das *EduFab* - Kit, das Lernaktivitäten im FabLab für Anfänger*innen unterstützt. Das Kit hilft Lehrer*innen dabei, Lernumgebungen zu schaffen, in denen Schüler*innen ausgehend von ihren eigenen Ideen Produkte mit dem 3D-Drucker, dem Laser-Cutter, Mikrocontrollern o.ä. entwickeln. Das Kit besteht aus Materialien in einem modularen Koffer, einem generellen Konzept zur Arbeit mit jungen Menschen im FabLab im Bildungskontext und Beispielworkshops, die mit dem Kit durchgeführt werden können. Weiterhin beinhaltet das Kit Anleitungen und Listen für zusätzlich notwendiges Material und Maschinen des FabLabs.

Keywords: FabLab; Kit; außerschulischer Lernort; Informatik; Digitale Medien; Lernen; Schüler*innen; Konstruktivismus.

1 Einleitung

Fabrication Laboratories (FabLabs) ermöglichen Menschen verschiedenen Hintergrunds den Zugang zu High-Tech-Maschinen, die zuvor einem eher begrenzten Teil der Bevölkerung vorbehalten war. Technologien wie Mikrocontroller, 3D-Drucker, 3D-Scanner, Laser-Cutter und CNC-Fräsen bieten grundlegend neue Möglichkeiten zur kreativen Gestaltung von (digital entwickelten) Produkten. Genutzt wird dies von Menschen, die aus verschiedenen persönlichen und auch beruflichen Interessen heraus Dinge herstellen. Dieses Herstellen – Englisch *making* – rückt nicht ohne Grund mehr und mehr in den Mittelpunkt von Lernprozessen: es macht digitale Modelle „begreifbar“.

2 Hintergrund

Der Begriff „Be-greifbarkeit“ verdeutlicht das Zusammenspiel von Anfassen und Verstehen, von Fühlen und Denken [RS12], was der aktive Umgang mit FabLab-

¹ Universität Bremen, FB3/dimeb, Bibliothekstr. 5, 28359 Bremen, ndittert@tzi.de

² Universität Bremen, FB3/dimeb, Bibliothekstr. 5, 28359 Bremen, evak@tzi.de

Technologien grundsätzlich in sich birgt. Im FabLab steht das Erschaffen von Objekten im Mittelpunkt. In einem konstruktionistischen Lernprozess ist ein solches Objekt der sogenannte „Gegenstand-mit-dem-man-denkt“ – es ist Ausdruck gedanklicher Modelle, die reflektiert und angepasst werden können [Pa80]. Nicht jede Konstruktionstätigkeit im FabLab bedeutet gleichzeitig, dass konstruktionistisches Lernen stattfindet. Neben der Notwendigkeit der Reflexion des Prozesses verlangt dieses Lernparadigma einen wesentlichen Aspekt: die persönliche Bedeutsamkeit des erschaffenen Produkts.

Aus diesem Blickwinkel betrachtet das Projekt *EduFab* das FabLab als Lernort für Schüler*innen. Die Möglichkeiten, die die Maschinen an sich bieten, müssen didaktisch aufbereitet werden, um einen konstruktionistischen Lernprozess zu ermöglichen. Die Schüler*innen müssen dabei begleitet werden, aus einer Idee mit der vorhandenen Technologie ein Produkt zu entwickeln. Gleichzeitig soll die persönliche Bedeutsamkeit berücksichtigt werden. Dazu soll der Prozess um die Ideenfindung und die Präsentation des Produkts erweitert werden. Um ein FabLab – oder ähnlich ein Makerspace oder Hackerspace – zu einer Lernumgebung nach diesen Kriterien zu machen, braucht es passende Konzepte und Materialien.

Für diesen Zweck haben wir das *EduFab*-Kit entwickelt. Es ist eine Zusammenstellung von Materialien, Werkzeugen und Listen, die die Nutzung des FabLabs als Lernort für und mit jungen Menschen fördert. In einem didaktischen Konzept werden Anfänger*innen zu Aktivitäten angeregt und dazu befähigt, zum Maker oder zur Makerin zu werden. In unterschiedlichen von uns ausgearbeiteten Szenarien geht es darum, dass Schüler*innen fantasieren, explorieren, kreieren, modellieren, programmieren, drucken und cutten. Schlussendlich halten sie ein Produkt in der Hand, das ausgehend von ihrer Lebenswelt und nach ihren Ideen entsteht.

Als Arbeitsgruppe „Digitale Medien in der Bildung“ (dimeb) blicken wir auf langjährige Forschungs- und Entwicklungserfahrung zum Einsatz Digitaler Medien im Bildungskontext zurück. Das Aufkommen von FabLabs und deren Nutzen für das Lernen ist in den letzten Jahren ins Zentrum unserer Forschung gerückt. Dabei haben wir unsere Erkenntnisse, die vor allem aus dem Bereich des Umgangs mit Mikrocontroller-Baukästen in Lernkontexten stammen, auf die neuen Technologien angewandt und in diesem erweiterten Bereich geforscht und entwickelt. Ein Ergebnis ist das hier dargestellte *EduFab*-Construction Kit.

3 Das *EduFab*-Kit

Das *EduFab*-Construction Kit (kurz: *EduFab*-Kit) wurde entwickelt, um Schüler*innen die FabLab-Umgebung und deren Technologien konkret anhand von Beispielen erfahrbar zu machen. Eingebettet in ein didaktisches Konzept können die Technologien erkundet und mit ihnen experimentiert werden, um zu Grunde liegende Funktionsweisen zu „be-greifen“. Das *EduFab*-Kit soll Lehrer*innen Wege eines geeigneten Zugangs zur Arbeit mit Kindern und Jugendlichen im FabLab zeigen und zur Vermittlung und

produktiven Nutzung von FabLab-Technologien für Kinder und Jugendliche anregen. Es richtet sich zunächst an Menschen ohne Vorerfahrung mit FabLab-Technologien und soll dabei helfen, deren Neugier zu wecken. Es kann jedoch auch erweitert und darüber hinaus genutzt werden.

Das *EduFab*-Construction Kit besteht aus verschiedenen Teilen:

- einem (Material-) Koffer mit „Tools“ zum Arbeiten,
- einem (Workshop-) Konzept als Vorschlag für die Arbeit mit jungen Menschen im FabLab,
- ausgearbeiteten Beispielworkshops, bei denen Anfänger*innen im FabLab mit verschiedenen Technologien in Berührung kommen sowie
- Anleitungen, wie einer Bauanleitung zum Koffer, und Listen über weitere benötigte (Arbeits-) Materialien, Software und Anregungen für weitere Arbeiten im FabLab.

Zusätzlich wird zu diesem Kit ein Materiallager benötigt, in dem beispielsweise Filament für den 3D-Drucker sowie Holz-, Acryl- oder Pappplatten für die Arbeit mit dem Laser-Cutter in ausreichenden Mengen vorhanden sind. Dies ist meist in FabLabs vorzufinden. Vorschläge für eine Mindestausstattung an Material, das für die spezifischen Workshops zur Verfügung stehen sollte, sind in den Anleitungen enthalten und dienen als Grundlage für Absprachen mit dem FabLab, in dem gearbeitet wird.

Das *EduFab*-Construction Kit selbst folgt der Idee des „Learning-by-doing“. Lehrer*innen werden selbst aktiv, bevor sie mit den Schüler*innen arbeiten. Ihre Arbeit beginnt „Hands on“ mit dem Bau eines eigenen *EduFab*-Koffers. Dieser liegt als digitales Modell zur eigenständigen Produktion vor. Der Inhalt des Koffers steht (zunächst) in Form von Materiallisten zur Verfügung, Handreichungen und Materialien stehen in Papierform oder als druckfertige Dateien bereit.

Der Koffer „wächst“ mit den Erfahrungen der Lehrenden – je mehr Workshops durchgeführt wurden, umso mehr Ebenen existieren für den Koffer. Seine Modularität lädt zusätzlich dazu ein, eigene Workshops zu entwickeln und dafür eigene Ebenen zu erstellen.

3.1 Der *EduFab*-Koffer

Der *EduFab*-Koffer ist ein im FabLab mit dem Laser-Cutter hergestellter modular gestalteter Kasten (siehe Abbildung 1). Er enthält die „Tools“, die für die Arbeit im FabLab benötigt werden. Unter anderem ist damit seine eigene Produktion bzw. die weiterer Koffer möglich – der Koffer selbst ist ein autoreplikatives System.

Der Grundgedanke ist dabei, mit dem Bauen des Koffers die erste eigene praktische Arbeit im FabLab umzusetzen, sozusagen ein „Hello World“ mit dem Laser-Cutter. Bei

der Konzeption des Koffers wurde darauf geachtet, eine möglichst vielfältige Bandbreite an Arbeitstechniken mit dem Laser-Cutter abzudecken (Schnitt und Gravur, Steckmechanismen, Flexibilität) um eine aktive Auseinandersetzung mit diesen Techniken anzuregen.



Abb. 1: Der *EduFab*-Materialkoffer

Der *EduFab*-Koffer besteht aus verschiedenen Ebenen, die aufeinander stapelbar sind. Diese Bauweise ermöglicht es, individuell Inhalte zu verändern, auf verschiedene Bedürfnisse anzupassen und sie selbst zu erweitern.

Die unterste Ebene beinhaltet das Basiskit, das grundsätzlich für die Arbeit im FabLab hilfreich ist und vorwiegend für die Anfertigung des Koffers selbst notwendig ist. Sie ist, im Gegensatz zu den weiteren Ebenen, ständiger Bestandteil des Materialkoffers und personalisierbar. Die Grundebene besteht aus einem Sortierkasten mit einem nach oben herausragenden Griff und einem Deckel. Die Größe wird durch ein darunter liegendes Fach bestimmt, in das Papier der Größe DIN A4 passt.

Zusätzlich gibt es für verschiedene Workshops weitere Ebenen, die das spezifische Material für ein konkretes Workshopszenario enthalten (siehe Abbildung 2). Diese Sortierkästen ähneln der Grundebene, haben jedoch statt des Griffs eine Öffnung und

können so auf die Grundebene aufgesetzt werden. Sie enthalten herausnehmbare Elemente, so dass die Größe der jeweiligen Fächer anpassbar ist. Auf die oberste Ebene wird der Deckel gepackt und der Kasten lässt sich als geschlossener Materialkoffer transportieren.

Auf diese Weise ist der *EduFab*-Materialkoffer modular gehalten. Für einen speziellen Workshop werden Grundebene und Workshop-spezifische Ebene zusammengesteckt. Gleichzeitig ist der Materialkoffer flexibel erweiterbar: Nutzende sind eingeladen, Teile des bestehenden Systems auf eigene Bedürfnisse anzupassen oder auch weitere Ebenen und Materialien zu entwickeln und mit der Community der Maker*innen und Fabber*innen zu teilen.



Abbildung 2: Die Schmuckebene des *EduFab*-Materialkoffers

Aktuell existieren fünf verschiedene Ebenen, die den diversen Möglichkeiten der Digitalen Fabrikation im FabLab – orientiert an den Geräten des FabLab Bremen – zugeordnet sind und in dem Dokument „Der *EduFab*-Koffer :: Der Inhalt“³ näher erläutert werden. Für jede dieser Ebenen stehen zusätzlich zu den „Tools“ Materialien zur Erläuterung bzw. zum Umgang im Workshop zur Verfügung.

³ http://www.dimeb.de/edufab/wordpress/wp-content/uploads/2016/11/edufab_koffer_inhalt.pdf

3.2 Das Workshopkonzept

Das Workshopkonzept dient als Vorschlag für den Einstieg in die Arbeit mit jungen Menschen im FabLab. Es beschreibt, wie die digitale Fabrikation mittels FabLab-Technologien (z.B. 3D-Drucker, Laser-Cutter, Plotter, Arduino) in einem Workshop mit Kindern und Jugendlichen didaktisch begleitet werden kann. Es ist angelehnt an das TechKreativ-Konzept [Di12], das nun seit mehr als 10 Jahren angewandt und weiterentwickelt wird, um es (jungen) Menschen ohne Vorkenntnissen zu ermöglichen, selbst Technologie zu konstruieren und gleichzeitig einen Bildungsbeitrag zu leisten [Ka15]. In diesem Rahmen wird Informatik „gemacht“ – von einer Problemstellung über eine praktische Lösung (inklusive eines Programmierteils) zur Präsentation. Die Kinder und Jugendlichen werden dazu in ihrer Erlebniswelt „abgeholt“ und dabei begleitet, eigene Ideen umzusetzen und am Ende zu präsentieren. Der Prozess verläuft in fünf Phasen, die im Folgenden beschrieben werden.

Ziel der ersten Phase, der *Fantasiephase*, ist eine freie Idee, die aus der Lebenswelt der Teilnehmenden kommt. Sie wird mittels Kreativmethoden, beispielsweise durch ein Brainstorming, generiert. Die Teilnehmenden sollen sich mit der Aufgabe identifizieren und ihre eigenen Ideen einbringen können, da die persönliche Bedeutsamkeit eine wichtige Grundlage für das Lernen im Workshop darstellt.

Im Anschluss an die Fantasiephase wird die Technologie vorgestellt (*Phase 2: Technologieeinführung*). In kleinen Gruppen werden den Teilnehmenden an Stationen die verschiedenen zur Verfügung stehenden Technologien erklärt. Dies geschieht so praktisch wie möglich, ohne jedoch konkrete Beispiele zu benennen, die im Workshop nachgebaut werden können. Eine kleine Hands-on-Aufgabe, bei der die Teilnehmenden erfolgreich aktiv werden, beendet die Technologieeinführung. An dieser Stelle wird auch das zu verwendende Material gezeigt.

Das Wissen über Technologie und Material und die Ergebnisse der Fantasiephase dienen als Ausgangspunkt zur Entwicklung konkreter Ideen (*Phase 3: Ideenfindung*). Aufgabe der Tutorin oder des Tutors ist es, gemeinsam mit den Teilnehmenden eine im Rahmen des Workshops umsetzbare Idee pro Kleingruppe zu entwickeln. Diese hat am Ende dieser Phase eine wahrnehmbare Form, z.B. als Beschreibung oder Zeichnung.

In der vierten Phase (*Konzeptentwicklung, Konstruktion und Programmierung bzw. Modellierung*) beginnt nun die genauere Konzeption des Objekts sowie dessen Umsetzung. Die Teilnehmenden setzen aktiv ihre Ideen um und werden dabei von den Tutor*innen unterstützt, jedoch nicht instruiert. Am Ende der vierten Phase steht der „finale Prototyp“ – das Produkt.

Zuletzt wird das Produkt präsentiert (*Phase 5: Präsentation*) und durch die Verbalisierung reflektiert. Der Workshop endet mit einem positiven Erlebnis.

Im Laufe des Workshops ist es wichtig, kontinuierlich Bezüge der aktuellen Arbeit zur Erlebniswelt der Teilnehmenden, zum Alltag und zur Welt herzustellen. Dabei wird auf

ähnliche Anwendungen sowie auf Anwendungsbereiche wie Forschung, Medizin, Kunst und Hobby eingegangen.

3.3 Drei ausgearbeitete Beispielworkshops

Im Rahmen des Projekts sind drei beispielhafte Workshops, bei denen Anfänger*innen im Alter von 13 bis 19 Jahren im FabLab mit verschiedenen Technologien in Berührung kommen, entstanden. Mit diesen konkreten Anleitungen können Lehrer*innen oder Tutor*innen die Workshops durchführen⁴. Dabei wird das zuvor beschriebene Konzept angewandt. Das notwendige Material befindet sich in der dazu gehörenden Ebene des Koffers.

Der Kurzworkshop „Stoffdrucke programmieren“ bietet Anfänger*innen einen praktischen Einstieg in textuelle Programmierung mit Processing und setzt das Programmierertechnische künstlerisch um. In drei Stunden programmieren die Teilnehmenden aus einfachen Formen eine Figur oder ein Muster, die sie mit dem Plotter ausschneiden und dann auf einen Stoffbeutel aufbügeln können. Inhaltlich sehr ähnlich ist der Kurzworkshop „Programmierte Schmuckstücke“ in dem ebenso ein Muster in Processing programmiert wird. Hierbei entstehen jedoch Muster für Kettenanhänger oder Ohrringe, die mit dem Laser-Cutter ausgeschnitten und – wenn gewünscht – graviert werden. In dem Workshop „Analytische Geometrie am Beispiel von Gebäuden“ werden Grundelemente der analytischen Geometrie am Beispiel des Modellbaus von Gebäuden eines zentralen Platzes im Lebensraum der Lernenden erarbeitet. Arbeitsteilig in Kleingruppen werden einzelne Gebäudemodelle erstellt und dann auf dem Modellplatz gemäß ihrer exakten Position aufgestellt.

3.4 Weitere Anleitungen

Als weitere Anleitungen stehen u.a. eine Bauanleitung zum Koffer, die Schnittdatei und der Inhalt des Koffers einschließlich Listen über weitere benötigte (Arbeits-) Materialien online zur Verfügung.

4 Erfahrungen im Umgang mit dem *EduFab*-Kit

Besonders viel Arbeit und Überlegungen sind in die Anpassung des bewährten TechKreativ-Konzeptes auf die „neuen“ Maschinen geflossen. Dabei waren uns zwei Aspekte besonders wichtig: der Anschluss an die Lebenswelt der Teilnehmenden und die Nutzung der Produktionsmaschinen für einen konstruktiven Einblick in die Informatik. Die im Folgenden beschriebenen Erfahrungen beziehen sich insbesondere auf die

⁴ Alle Anleitungen zu den Workshops sowie zum Koffer sind unter <http://www.dimeb.de/edufab/material> zu finden.

Workshops „Stoffdrucke programmieren“ und „Programmierte Schmuckstücke“⁵.

Um an die Interessen der Kinder und Jugendlichen anzuschließen, suchten wir nach Szenarien, in denen Dinge entstehen, die sie im Alltag nutzen können und die gleichzeitig eine persönliche Note zulassen. Die Wahl von Schmuckstücken und Stoffbeuteln hat sich hierbei als geeignet und darüber hinaus als interessantes Thema für diverse Zielgruppen (u.a. Mädchen, Programmierinteressierte, Geflüchtete) erwiesen. Die Teilnehmer*innen waren stolz auf ihre Produkte, deren Nutzung im Alltag sie in den Workshops angekündigt hatten. Persönliche Bezüge zeigten sich in den entworfenen Mustern und Formen: zwei Teilnehmerinnen, die in der Fantasiephase einen Fisch zeichneten, weil sie gerne schwimmen, setzten diesen um, ebenso wie zwei Mädchen, die gerne Eis essen und in der Fantasiephase eine Eiswaffel zeichneten. Beides wurde programmiert und geplottet (siehe Abbildung 3). Zahlreiche weitere umgesetzte Beispiele dieser Art zeigen, dass der Umgang mit dem *EduFab*-Kit einschließlich der Anwendung des Konzeptes die Konstruktion persönlich bedeutsamer Objekte fördert.

Das Ziel, mit dem *EduFab*-Kit einen aktiven Einblick in die Informatik zu geben, wurde umgesetzt, indem einerseits der Prozess der Problemlösung aktiv durchlaufen wird und andererseits darin Formen und Muster programmiert werden, statt sie mit einem Grafikprogramm zu erzeugen. Diese Szenarien sind nur ein kleiner Einblick und zeigen lediglich allererste Programmierschritte. Nichtsdestotrotz wurde durch Programmierung, also durch „dem Computer in einer seiner Sprachen zu sagen, was er tun soll“, ein Objekt erschaffen, statt den Computer als Zeicheninstrument zu nutzen. Die Szenarien sind durchaus erweiterbar, was bereits teilweise erfolgreich getestet wurde.

Das eigenständige Konstruieren eines *EduFab*-Koffers durch Lehrer*innen konnte aus Zeitgründen bisher nicht getestet werden. Ein Testlauf mit zwei Teilnehmerinnen hat jedoch gezeigt, dass es sinnvoll ist, die Konstruktion eines Koffers durch Tutor*innen zu begleiten, die an einigen Stellen hilfreiche Tipps geben können. Für Workshops mit mehreren Lehrer*innen sollten einige Teile des Koffers aus zeitlichen Gründen bereits im Vorfeld gecuttet werden.

Das Design des Koffers fand bisher viel Lob und Zustimmung, ebenso wie die Idee, darin Workshopmaterialien aufzubewahren. In unseren Workshops nutzen wir gerne diese Gelegenheit, uns ist jedoch nicht bekannt, ob Lehrer*innen tatsächlich mit dem entworfenen Koffer und ihrer Klasse ins FabLab gehen.

Ein nicht zu verschweigender Aspekt ist der Kostenaufwand der beschriebenen Aktivitäten. Die Produkte selbst, die Nutzung der Maschinen und das (zusätzlich notwendige) Personal müssen berücksichtigt werden. Im Rahmen des Projekts haben wir teilweise versucht, Kostenfaktoren gering zu halten. Das Stoffdrucke-Szenario gleicht inhaltlich bewusst dem Schmuckszenario, weil ein Plotter wesentlich günstiger zu

⁵ Im Geometrie-Workshop steht das Anwendungsfeld Geometrie im Vordergrund, nicht die Informatik. Die persönliche Bedeutsamkeit ist nicht vergleichbar mit den beiden genannten Workshops. Dennoch wurde bewusst der heimische Marktplatz als Szenario ausgewählt, um einen persönlichen Bezug zuzulassen.

betreiben ist bzw. aufgrund seiner vergleichsweise geringen Anschaffungskosten eventuell sogar Teil der Schulausstattung sein könnte. Nichtsdestotrotz ist ein *EduFab*-Workshop nicht vergleichbar mit einer Klassenraumsituation, in der eine Lehrkraft mit 25 Schüler*innen an Rechnern arbeitet.

```
size(800,800);
background(255);

triangle(250,250,550,250,400,600);
ellipse(325,175,150,150);
ellipse(475,175,150,150);
arc(400,100,150,150,PI,2*PI);
```

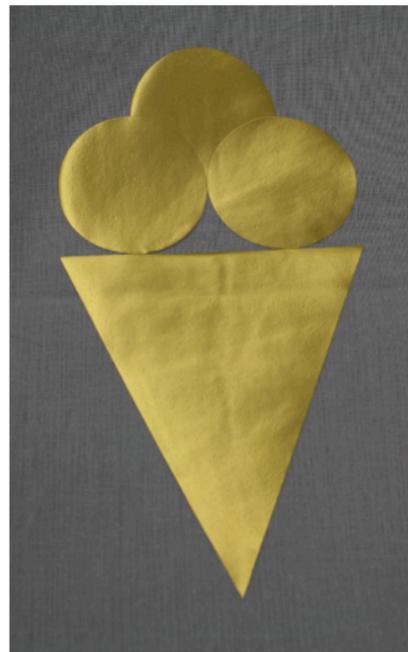
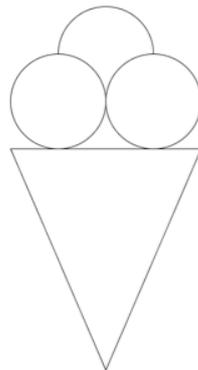
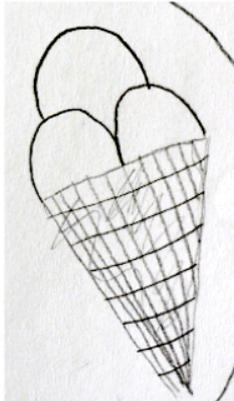


Abb. 3: Skizze, Quellcode, Processing-Ergebnis und Stoffdruck einer Eiswaffel

5 Fazit und Ausblick

Das *EduFab*-Kit bietet Lehrer*innen einen Zugang zum FabLab bzw. zu Technologien des FabLabs und Ideen für Workshops mit jungen Menschen. Die dargestellten Beispiele zeigen, dass es möglich ist, FabLab-Technologien zu nutzen, um jungen Menschen einen praktischen Zugang zur Informatik zu bieten, in dem ein (persönlich bedeutsames) Produkt entwickelt wird.

Am Ende eines *EduFab*-Workshops steht ein Produkt, das i.d.R. den Teilnehmenden am Ende gehört. Dieses Produkt kann getragen und gezeigt werden, wodurch wieder und wieder Anerkennung für die verrichtete Arbeit erfahren wird. Dennoch steht in *EduFab*-Workshops der Prozess im Vordergrund. Es wäre durchaus weniger kompliziert, fertige Designs aus dem Netz zu laden, oder mit Zeichenprogrammen zu modellieren und diese auf Taschen zu drucken. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wären diese sogar ästhetischer

als die programmierten Werke, die (insbesondere im vorgeschlagenen Zeitrahmen) einen eher stilistischen Charakter haben. Sie wären nur eben nicht selbst programmiert. Das *EduFab*-Kit hat den Anspruch, Wege und Möglichkeiten zu zeigen, mit heute zugänglichen Produktionsmaschinen Informatik „zu machen“.

Die bisherigen Beispielworkshops sind lediglich Einstiegworkshops, die bezüglich der Informatik das Potential der Maschinen im FabLab nicht ausreizen. Die Szenarien sind erweiterbar. So eignen sich Schleifen zur Erzeugung von sich wiederholenden Mustern, die hervorragende Taschen- oder Schmuckdesigns darstellen können. Für das Entwickeln interaktiver Gadgets befindet sich Mikrocontroller-Material in der SmartFab-Ebene. Schlussendlich sind die bisher vorhandenen Ebenen und Konzepte Vorschläge, die auch als Anregung für eigene Entwicklungen dienen sollen. Aus diesem Grund ist der Koffer modular gehalten. Das allgemeine Workshopkonzept lässt sich in diversen Settings anwenden und darf und soll für eigene Zwecke angepasst und verändert werden.

6 Danksagung

Das Projekt *EduFab* wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. An der Implementierung und dem Design des Koffers war Marvin Lange maßgeblich beteiligt. Es basiert auf einer Arbeit unseres Kollegen Florian Lütkebohmert.

Literaturverzeichnis

- [Di12] Dittert, N. et al.: TechKreativ: Tangible Interfaces in Lernwelten. In Robben, B. & Schelhowe H., eds. Be-greifbare Interaktionen - Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing. Bielefeld: transcript. 2012.
- [Ka15] Katterfeldt, E.-S. et al.: Designing digital fabrication learning environments for Bildung: Implications from ten years of physical computing workshops. International Journal of Child-Computer Interaction. 5, 3–10, 2015.
- [Pa80] Papert, S.: Mindstorms: children, computers, and powerful ideas. Basic Books, Inc. New York, NY, 1980.
- [RS12] Robben, B.; Schelhowe, H.: Be-greifbare Interaktionen - Der allgegenwärtige Computer: Touchscreens, Wearables, Tangibles und Ubiquitous Computing. Transcript, Bielefeld, 2012.