

# EduWear: Ein *Construction Kit* für Smarte Textilien und Wearable Computing

Milena Reichel

Digitale Medien in der Bildung  
Universität Bremen, Fachbereich Mathematik/Informatik  
Postfach 330440  
D-28334 Bremen  
mreichel@tzi.de

**Abstract:** Dieser Beitrag stellt „EduWear“, ein „Construction Kit“ für *Smarte Textilien* und *Wearable Computing* vor. Ziel von EduWear ist es, Kindern und Jugendlichen in einem konstruktionistischen Lernprozess das Gestalten und Produzieren eigener „smarter“ Kleidungsstücke und Accessoires zu ermöglichen. Dabei sollen die Kinder nicht nur lernen, Technologie aktiv zu gestalten, sondern durch die Beschäftigung mit dem Material für Fragen nach der Rolle von Kleidung als Kommunikationsmedium und den Grenzen von Mensch und Computer sensibilisiert werden.

Das Design von EduWear schließt an bestehende *Construction Kits* aus dem Bereich Robotik und *Tangible Computing* wie z.B. „Lego Mindstorms“<sup>1</sup> an und integriert neue, smarte Materialien. Wir beschreiben die Motivation der Arbeit, den grundlegenden Aufbau des Kits und Ergebnisse der ersten Tests mit Lernenden.

## 1 Einleitung

Besonders in der Jugendkultur spielt Mode eine große Rolle. Mode ist Kommunikation [Be05], Jugendliche definieren über Kleidung Zugehörigkeit zu Subkulturen, wie auch Abgrenzung zu andere Gruppen. Längst ist Technologie ein Teil von Mode, wie Rheingold [Rh02] es am Beispiel von „Gadgets“ zeigt. Er untersucht japanische Teenager und ihr Verhältnis zu „Ketais“ (Handys), die individualisiert und verschönert werden. Smarte Textilien – in Kleidung integrierte elektronische Komponenten – befinden sich noch näher am Körper als Gadgets. Wir sehen sie daher als geeignetes Bildungsmedium, um Fragen nach Grenzen von Mensch und Maschine, dem Verhältnis von Körper und Technologie, aber auch Datenschutz aufzuwerfen.

---

<sup>1</sup> <http://www.lego.com>

Aus konstruktivistischer Perspektive lernen Kinder und Jugendliche am besten, indem sie selbst persönlich bedeutsame Projekte konstruieren. In diesem Beitrag möchten wir die technologische Basis des EduWear *Construction Kit* vorstellen und nicht näher auf das pädagogische Konzept eingehen.

## 2 Verwandte Arbeiten

*Construction Kits* sind seit Paperts programmierbarer „Floor Turtle“ [Mc04] ein bekanntes Medium für konstruktivistisches Lernen. Einerseits soll das Medium den Lernenden einen konkreteren Zugang zu Mathematik ermöglichen, andererseits sollen versteckte Technologien, wie im „Ubiquitous Computing“, für Kinder transparent werden. Typischerweise wird eine (virtuelle) Programmiersprache mit einem (physikalischen) programmierbaren Mikrocontroller, der Sensoren und Aktuatoren steuert, kombiniert. Ein bekanntes, kommerzielles Beispiel sind die „Lego Mindstorms“. Als Programmiersprachen herrschen vereinfachte textbasierte Sprachen – angelehnt an Paperts „Logo“ – oder visuelle, auf der „Blockmetapher“ [Be96] basierende Sprachen vor. Neuere *Construction Kits* integrieren smarte Materialien, wie zum Beispiel elektronische Textilien [Bu06]. Wir bauen auf diesen Ideen auf und arbeiten auf eine stärkere Integration textiler Materialien, auf eine Kombination der bekannten Programmierkonzepte mit Ideen aus der *Social Software* und auf eine Einbettung in ein pädagogisches Konzept hin.

## 3 EduWear

### 3.1 Das *Construction Kit*

Das EduWear Kit besteht aus Programmiersprache, programmierbarem Mikrocontroller, Sensoren, Aktuatoren und Verbindungen zwischen Elektronik und Textil. Die Kinder und Jugendlichen können eigene Textilien und Accessoires (die für sie persönlich bedeutsam sind) mit Hilfe des Kits um neue Funktionalitäten erweitern. Die Zielgruppe für die ersten Prototypen des Kits sind Lernende im Alter von 10 bis 14 Jahren, aber auch Studierende aus den Bereichen des (Textil-)Design.

### 3.2. Programmierbarer Mikrocontroller und Programmierumgebung

Die Anforderungen an einen Mikrocontroller für smarte Textilien sind ein geringer Stromverbrauch, geringe Grösse und geringes Gewicht. In Kombination mit der Verwendung als Lernmedium sind auch ein günstiger Preis, Robustheit und die einfache Bedienbarkeit wichtige und teilweise widersprüchliche Kriterien für die Auswahl der Hardware. Auf Grund dieser Anforderungen haben wir als Basis für EduWear die Open-Source-Architektur „Arduino“ [Me07] gewählt.

Arduino ist ein Platinen-Layout, das „Atmel Atmega<sup>2</sup>“ Chips verwendet und mit der auf „Wiring“<sup>3</sup> und „Processing“<sup>4</sup> aufgebauten textbasierten Sprache Arduino programmiert wird. Die Plattform stammt aus dem Bereich des Designs und der Kunst; sie wird u.a. von Studierenden im Interaktionsdesign eingesetzt. Arduino Boards werden über die serielle Schnittstelle programmiert, ein „Bootloader“ auf dem Atmel Chip macht die Verwendung eines externen Programmiergeräts unnötig. Schlüsselideen der Arduino Hardware sind: die Übertragung des Open-Source-Gedankens auf Hardware, Simplifizierung und ein gemeinschaftlicher, partizipativer Entwicklungsprozess. In der Software soll ebenfalls simplifiziert werden, ohne die Flexibilität einzuschränken (vergl. [Me07]). Für EduWear haben wir das Platinen-Layout in drei einzelne Komponenten geteilt, um Platz zu sparen. Wir haben das „Programmer Board“ für die serielle Verbindung zum Computer während der Programmierung des Mikrocontrollers, das „Power Board“, um den Betrieb des „Main Board“ mit verschiedenen Spannungen zu gewährleisten und das „Main Board“ mit einem „Atmel ATMEGA 8“ Mikrocontroller. Der „Atmega8“ hat 8 Kilobyte Flashspeicher, 14 digitale In/ Outputs und 6 analoge Inputs. Am Textil muss nur das „Main Board“ angebracht werden und eventuell – je nach Stromquelle – das „Power Board“. Für Kinder hat sich die textbasierte Arduino Sprache als zu kompliziert erwiesen. Zum Programmieren der eigenen Produkte entwickeln wir daher eine eigene Sprache „Amici“, in der per Drag & Drop mit ikonischen Blöcken visuell programmiert wird. Dieses, aus Sprachen wie „LogoBlocks“ [Be96] bekannte Konzept mischen wir mit dem Logo Ansatz – der vereinfachten textbasierten Sprache. Aus den grafischen Blöcken wird Arduino-Code erzeugt und den Kindern angezeigt. So können Kinder langsam an die textbasierte Programmierung herangeführt werden. Über Webservices können Projekte aus Amici heraus ausgetauscht, *getagged* und kommentiert werden. Die Kinder können sich so gegenseitig helfen und neue Projektideen entwickeln.

### 3.3 (Textile) Sensoren, Aktuatoren und Verbindungen

Um interaktive Anwendung zu konstruieren, enthält das EduWear *Construction Kit* Sensoren und Aktuatoren. Neben herkömmlichen elektronischen Komponenten wie Neigungsschaltern und Lichtsensoren, sowie LEDs als Aktuatoren, verwenden wir rein textile Technologien. Stretch-sensitives Gewebe und textile Schalter dienen als Sensoren. Beim stretch-sensitiven Gewebe handelt es sich um Strick, in dem leitfähiges Garn eingearbeitet wurde, welches beim Dehnen den Widerstand verändert. Die textilen Schalter in ihrer einfachen Form benutzen die von Post et al. [Po00] erstmalig vorgestellte Technologie, zwei Schichten leitfähigen Materials mit einer isolierenden Schicht zu verbinden, so dass sich die leitfähigen Schichten nur bei Druck berühren.

Um den Gebrauch zu erleichtern, werden die Sensoren und Aktuatoren in textile Figuren integriert und können mit einem farbcodierten „Databus“ an den programmierbaren Mikrocontroller angeschlossen werden.

---

<sup>2</sup> <http://www.atmel.com>

<sup>3</sup> <http://wiring.org.co/>

<sup>4</sup> <http://processing.org/>

Bei dem Databus handelt es sich um ein Gewebe mit Leiterbahnen aus leitfähigem Garn, die Sensoren und Aktuatoren werden mit Druckknöpfen angebracht. Die Verbindung der textilen Elemente mit den herkömmlichen elektronischen Bauteilen stellt ein bekanntes Problem im Bereich der smarten Textilien da (siehe [Po00]) und die Druckknöpfe als Verbindungselement sind noch keine optimale Lösung.



Abbildung 1: Software Screenshot und textiler Databus mit Sensoren und Aktuatoren

## 4 Evaluation

Die Entwicklung von EduWear findet fortlaufend als partizipativer Entwicklungsprozess mit Kindern und Jugendlichen statt. Dabei arbeiten wir mit einer wöchentlichen Gruppe und unregelmäßig stattfindenden Wochen- und Wochenendworkshops. An diesen haben bisher ungefähr 60 TeilnehmerInnen teilgenommen. In den ersten Workshops stellte sich heraus, dass die Lernenden viele Ideen mit dem neuen Material entwickeln, wenn in einem didaktischen Konzept der Zusammenhang zwischen den Materialien und der Lebenswelt der Kinder hergestellt werden kann.



Abbildung 2: Beispielprojekte: LED Armbänder, alarmgesicherte Tasche, Armband

In der Handhabung des bestehenden Kits gibt es noch Schwierigkeiten. Mit kleinen elektronischen und textilen Komponenten zu arbeiten, stellt ein Hindernis dar. Unpräzise Arbeit führt leicht zu Kurzschlüssen und frustriert damit die Lernenden. Textile Arbeitsweisen wie Nähen führen zu guten stabilen elektronischen Verbindungen, sind den Kindern aber teilweise unbekannt.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit den ersten Prototypen des EduWear Construction Kits konnten wir Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit geben, eigene Ideen mit neuen innovativen Materialien zu verwirklichen. Die weitere Entwicklung zielt auf die einfachere Handhabung der Bestandteile des Kits.

## 6 Danksagung

Vielen Dank an unsere Partner Marion Ellwanger und Lena Berglin von der „Swedish School of Textiles“ in Boras, Tomas Molnar von der University Bratislava, Deirdre Butler vom St. Patrick's College, Nick Hine von der University of Dundee und Tünde Kállai von X10D International IT Services Hungary Kft. EduWear wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission durch das Programm Socrates – Minerva finanziert und wird von Heidi Schelhowe (Universität Bremen) geleitet.

## Literaturverzeichnis

- [Be05] Berglin, L.: Spookies: combining smart materials and information technology in an interactive toy. In IDC '05: Proceeding of the 2005 conference on Interaction design and children, pages 17–23, New York, NY, USA. ACM Press. 2005
- [Be05] Berzowska, J.: Electronic Textiles: Wearable Computers, Reactive Fashion, and Soft Computation. In: Textile, Volume 3, Issue 1, pp. 2–19
- [Be96] Begel, A.: Logoblocks: A graphical programming language for interacting with the world. Master's thesis, S.B. Thesis, MIT Department of Electrical Engineering and Computer Science. 1996
- [Bu06] Buechley, L.: A construction kit for electronic textiles. In: Proceedings of IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC), Montreux, Switzerland. 2006
- [Ei04] Eisenberg, M.: Tangible ideas for children: materials sciences as the future of educational technology. In IDC '04: Proceeding of the 2004 conference on Interaction design and children, pages 19–26, New York, NY, USA. ACM Press. 2004
- [GR03] Gaugele, E; Reiss, K.(Hg.): Jugend Mode Geschlecht. Die Inszenierung des Körpers in der Konsumkultur. Frankfurt a.M., New York: Campus. 2003
- [Ma00] Martin, F. et. al.: To Mindstorms and beyond: Evolution of a construction kit for magical machines. In (Hendler, J. and Druin, A. Hrsg.): Robots For Kids, New York 1999. Morgan Kaufmann, 2000.
- [Me07] Mellis, D.A. et al.: Arduino: An Open Electronics Prototyping Platform. alt.chi section of the CHI 2007 conference in San Jose (CA). Im Erscheinen. 2007
- [Mc04] McNeerney, T. S.: From turtles to Tangible Programming Bricks: explorations in physical language. In: Personal and Ubiquitous Computing, Volume 8 , Issue 5, pp. 326 – 337, Springer-Verlag London, UK. 2004
- [Po00] Post, E. R. et. al.: E-broidery: design and fabrication of textile-based computing. In IBM Syst. J. Volume 39, Number 3-4, Riverton, NJ, USA, S. 840 – 860, 2000
- [Rh02] Rheingold, H.: Smart Mobs. The next social revolution. Cambridge, MA. Basic Books. 2002