



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Projektbericht II

André Jeworutzki

Interaktive Objekte

Stelldichein: Informatik trifft Design

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1. Überblick	3
1.2. Motivation	3
2. Kurse	4
2.1. Projekt I	4
2.2. Projekt II	4
2.2.1. Schülerkurs	5
2.2.2. Smart Objects	7
2.2.3. Wearable Computing	10
3. Schluss	12
3.1. Fazit	12
3.2. Ausblick	12
Literaturverzeichnis	14
A. Smart Objects	16
B. Wearable Computing	23
C. Schülerkurs	27

1. Einleitung

1.1. Überblick

Dies ist der zweite Projektbericht aus einer Reihe von Kursen und Projekten, die zum Ziel haben, Informatik und Design zusammenzuführen, um gemeinsam interaktive Objekte zu entwickeln. Die Kooperation erfordert eine starke Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Fachdisziplinen, genannt seien hier Informatik, Elektrotechnik, Mechanik und Design, die für sich bereits ausreichend komplex sind und in Kombination neue Dimensionen möglicher Fehlerquellen öffnen. Die Herausforderung besteht folglich darin, die Komplexität zu reduzieren und damit Frustration für die Beteiligten zu senken. Diese Ausarbeitung schildert die gesammelte Erfahrung aus den Kursen und bewertet daraufhin die angewandten Methoden.

1.2. Motivation

Interaktive Objekte werden zukünftig in der Gesellschaft einen immer größeren Stellenwert einnehmen. Grund ist die mediale Überflutung, die ein Mensch täglich ausgesetzt ist: In der U-Bahn spielt sekundlich ein Handy Musik, am Bahnhof informieren Flachbildschirme und Projektoren über die neuen Modetrends und in Geschäften buhlen Lichtspiele aus LEDs um Aufmerksamkeit. Die Natur interaktiver Objekte bietet hier einen immensen Vorteil: Sie können sich der Aufmerksamkeit des Anwenders sicher sein, denn nur so funktioniert und nur so nimmt jeder Interaktion wahr. Interaktion bietet folglich ein unausgeschöpftes Potenzial, Kunden zu werben und Produkte bekannt zu machen. Menschen behalten Dinge, die sie im Alltag getan haben, stärker in Erinnerung als rein visuelle Eindrücke. Darüber hinaus bietet Interaktion die Chance Museen, Ausstellungen oder Ereignisse für die Besucher faszinierender zu gestalten, indem sie den sozialen Austausch zwischen den Menschen anregt. Interaktion wird somit zum Erlebnis!

2. Kurse

2.1. Projekt I

Im Projekt I wurde zunächst die Tauglichkeit der Arduino-Plattform [3] innerhalb verschiedener Kurse geprüft. Die Idee, Informatikkurse mit Arduino-Mikrocontrollern durchzuführen, entstand zum einen durch die Workshops von Leah Buechley [17] und zum anderen durch die Roboterkurse an der HAW [7].

Bei einem Schülerpraktikum und in einem Schülerkurs im Rahmen der Herbsthochschule fanden Schüler ohne Vorkenntnisse schnell den Einstieg in die interaktive Welt der Mikrocontroller. Nach kurzer Einführung bereitete selbst das Anschließen und das Programmieren beliebiger Sensoren und Aktoren keine Schwierigkeiten.

Darauf folgend untersuchte der interdisziplinäre Workshop Toaster Edwin [14] die mögliche Zusammenarbeit zwischen Studenten aus dem Bereich Informatik [6] und Design [5] und stellte somit das Fundament für einen steten Wissensaustausch her, ein Nährboden aus Ideen und Fachwissen für innovative Produkte. Die Bündelung von Informatik und Design diente dabei als Spielwiese, die keine harten Einschränkungen kennt, wie sie beispielsweise die Medizin oder das Militär fordert, wobei die Konzepte mit dem Sense-Act-Modell grundsätzlich dieselben bleiben.

2.2. Projekt II

Aufbauend auf den Kursen im Projekt I fanden im Projekt II weiterführende Kurse mit dem Schwerpunkt Interaktion statt. Nachfolgend werden diese Kurse vorgestellt, deren Struktur erläutert und die eingesetzte Vorgehensweise bewertet. Im Anhang befinden sich zudem Fotos und Materialien, die während der Kurse beziehungsweise Projekte entstanden.

2.2.1. Schülerkurs

Das Schülerpraktikum aus Projekt I fand am Margaretha-Rothe-Gymnasium [10] so großes Interesse, dass als nächste Stufe Schüler aus der achten Klasse im Wahlkurs Informatik unterrichtet wurden. Der Kurs fand einmal wöchentlich statt, es gab acht Termine mit jeweils 90 Minuten. Aufgabe der 14 Schüler war es, in Zweiergruppen ein interaktives Objekt mit LEDs, Soundkarte und Vibrationsmotor zu basteln; die Reaktion wurde durch einen Abstandssensor oder Lichtsensor ausgelöst.

Die Schüler hatten erst mit dem Informatikunterricht begonnen und daher geringe Programmierkenntnisse. Der Kurs war ein Experiment, Informatikunterricht praxisnaher zu gestalten: abweichend vom herkömmlichen Informatikunterricht sollten die Schüler interaktive Mikrofone, Brillen oder Kopfhörer aus Schaumgummi oder Filz zuschneiden, die Technik integrieren und programmieren. Zusätzlich war es Aufgabe der Schüler, sich eine Geschichte zum Objekt auszudenken, warum es so aussieht und reagiert. Durch diese Vermischung aus Informatik und Design erhoffte sich die Kursleitung, das Interesse für die Informatik bei den Schülern zu steigern. Der Kurs endete mit einer Abschlusspräsentation unter Aufsicht der Schulleitung.



Abbildung 2.1.: Schülerkurs

Herausforderungen

Da es sich um ein Wahlkurs am Margaretha-Rothe-Gymnasium handelte, brachten die Schüler bereits ein gewisses Eigeninteresse für Informatik mit. Durch Rahmenbedingungen des Kurses musste die Kursleitung jedoch folgende Punkte berücksichtigen:

- Keine Technik- und Programmierkenntnisse vorhanden
- Schwieriges Alter der Schüler zwischen 13 und 14 Jahren
- Unterrichtseinheit von 90 Minuten doppelt so lang, wie es die Schüler gewohnt sind
- Cooles interaktives Objekt finden, mit dem alle Schüler Spaß haben und wenig Schwierigkeiten bei der Realisierung
- Die Erwartungen der Schüler an einem solchen Kurs einschätzen und erfüllen
- Den äußerst knappen Zeitrahmen von insgesamt 7,5 Stunden planen
- Aufgrund der wöchentlich getrennten Unterrichtseinheiten zahlreiche Wiederholungen des letzten Unterrichtsstoffes notwendig

Strategien

Der straffe Zeitrahmen und die Aufteilung in mehrere Unterrichtseinheiten bildeten zusammen die Hauptschwierigkeit bei der Vorbereitung des Kurses. Aus diesem Grund sollten die Schüler während des Kurses ausschließlich programmieren und die Technik kennenlernen, durch Übungsaufgaben wurde das Verständnis vertieft. Jedoch blieb im Unterricht keine Zeit für die Umsetzung der Objekte, deshalb bekamen die Schüler folgende Hausaufgaben auf: Das Material anhand von Schablonen zuschneiden, die optimale Position für Technik und Kabel auf dem zugeschnittenen Material finden und einzeichnen, sowie die Technik und das Material mit Klebe zusammensetzen. Für die Bearbeitung wurde jeweils maximal eine halbe Stunde anvisiert. Allerdings haben die Schüler ihre Hausaufgaben äußerst unregelmäßig wahrgenommen; dies war im ohnehin strapaziertem Zeitplan so ausgeprägt nicht vorgesehen. Damit die Abschlusspräsentation mit der Schulleitung dennoch stattfinden konnte, schoben die Kursleiter einen vierstündigen Zusatztermin zwischen, an dem die Schüler freiwillig teilnehmen konnten - das Angebot wurde von allen Schülern ausnahmslos angenommen.

Bewertung

Im Nachhinein war die gestellte Aufgabe in diesem kurzen Zeitrahmen zu schwer. Während abgeschlossene Übungen für die Schüler leicht lösbar waren, gab es erhebliche Schwierigkeiten bei der Komposition von Informatik, Technik und Design. So waren typischerweise Kabel zu kurz, nicht ausreichend befestigt oder falsch verdrahtet. Die Programmierung machte hierbei weniger Probleme, da Fehler in der Regel schnell korrigiert waren. Für zukünftige Kurse mit ähnlichen Rahmenbedingungen sollte man die Umsetzung der interaktiven Objekte vereinfachen, indem entweder mehr vorgegeben oder auf dreidimensionale Objekte verzichtet wird. Eine Idee wäre es, interaktive Poster anfertigen zu lassen. Da die Schüler lediglich einen zweidimensionalen Raum berücksichtigen müssten, wäre die Realisierung wesentlich leichter. So könnte die Gestaltung beliebig schwach oder stark ausfallen und es entsteht damit ein größerer Spielraum. Abschließend ist festzuhalten, dass die Arduino-Plattform durchaus geeignet ist, den Einstieg in die Informatik attraktiver zu gestalten, jedoch beschränkt sich der Informatikanteil auf grundlegende Programmier Techniken, da die Quelltexte in der Regel so klein sind, dass Vorgehensmodelle oder Software-Engineering über das Ziel hinausschießen würden.

Kursleitung

Die Kursleitung wurde von Studierenden aus den HAW-Departments Informatik und Design durchgeführt: Larissa Müller (Angewandte Informatik), Svenja Keune (Textildesign), Ekaterina Ibraimova (Modedesign) und André Jeworuztki (Informatik).

2.2.2. Smart Objects

Der Kurs Smart Objects war eine Fortsetzung der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den Departments Informatik und Design. Im Unterschied zu Ambient Awareness [2] und zum Toaster Edwin Workshop bestand der Kurs Smart Objects ausschließlich aus acht Designstudierenden ohne nennenswerte Informatikvorkenntnisse. Der Kurs fand ganztägig einmal die Woche im Zeitraum eines Semesters statt, auf Wunsch der Kursteilnehmer wurden regelmäßig zusätzliche Termine vereinbart. Jeder Designstudent hatte die Aufgabe, ein Konzept für interaktive Objekte oder interaktive Oberflächen zu entwickeln und dieses in Absprache mit der Kursleitung umzusetzen. Die Aufgabe der Kursleitung war die technische Planung und Betreuung, die Zeitplanung und Beschaffung des technischen Arbeitsmaterials. Der Kursabschluss erfolgt in einer Ausstellung in der Fabrik der Künste [4] von 26. April bis zum 10. Mai 2010. Im Anhang befindet sich eine vollständige Beschreibung der einzelnen Projekte.

Herausforderungen

Dies war der erste Kurs dieser Art, der regelmäßig über ein Semester stattfand. Das Verhältnis zwischen Techniker und Designer war eins zu acht, dementsprechend waren folgende Herausforderungen im Vorfeld absehbar:

- Individuelle Betreuung jedes Kursteilnehmers ermöglichen, ohne die anderen zu vernachlässigen
- Projektideen zu speziell und gestreut, um einen allgemeinen Unterricht für alle Teilnehmer zeitlich durchzuführen
- Technische Umsetzung abhängig von der Projektidee, die sich erst im Projektverlauf kristallisiert
- Keine oder nur geringe Technik- und Programmierkenntnisse bei den Kursteilnehmern vorhanden
- Finanzierbarkeit der technischen Lösungen sicherstellen

Nachfolgend werden die markanten Schwierigkeiten aus dem Kurs hervorgehoben:

Typisches Programmierproblem war die Anforderung, dass mehrere Dinge gleichzeitig stattfinden. Da der Arduino-Mikrocontroller nur einen Prozessorkern besitzt, musste durch sogenanntes Protothreading [12] scheinbare, simultane Ausführung erzeugt werden.

Bewegung war immer ein Thema für sich und stark abhängig vom konkreten Fall. Zunächst war herauszufinden, welche Bewegung stattfinden soll. Dann war die Frage, welcher Antrieb

geeignet ist: Drehmotor, Servo oder Schrittmotor. Weiterhin war zu klären, ob der Antrieb ausreichend Kraft besitzt, ob ein Getriebe notwendig ist und ob durch die Bewegung der Antrieb eventuell verklemt. Darüber hinaus spielten die Platzierung, der Platzbedarf und die Wärmeentwicklung eine wichtige Rolle. Oftmals benötigten die Motoren viel Strom, der gerade im Embedded-Umfeld begrenzt ist. So traten zum Beispiel bei kräftigen Servomotoren sehr hohe Stromspitzen auf, die zum kurzzeitigen Spannungseinbruch führten und nur mit einem Oszilloskop messbar waren.

Im Bereich Elektrotechnik wurden einige größere Platinen entworfen, um beliebig viele LED-Treiber oder Schrittmotoren anzusteuern. Besonders die Eigenentwicklung der Schrittmotorplatine führte zu deutlich finanziellen Ersparnissen, indem die notwendigen H-Brücken [8] selbst gelötet wurden. Darüber hinaus wurden regelmäßig Relais, bipolare Transistoren beziehungsweise Mosfets eingesetzt, um größere Strommengen über den Mikrocontroller schalten zu können.

Im Kurs zunächst nicht vorgesehen, waren Experimente mit außergewöhnlichen Materialien wie Nitinoldraht [11], Widerstandsdraht [15] und thermochromatischen Stoffen [13]. Die drei Genannten reagieren auf Wärme, deren Erzeugung viel Strom voraussetzt. Nitinoldraht (auch geläufig als Gedächtnisdraht) kann durch Zuführung von Hitze selbstständig in eine gespeicherte Form zurückkehren. Nitinoldraht ist geräuschlos, nimmt wenig Platz ein und bewegt sich äußerst organisch; alles Eigenschaften, die besonders attraktiv für Designer sind. Nachteilig ist der hohe Strombedarf, die starke Hitzeentwicklung (35° und aufwärts), die Herstellung (auch vorgeformt käuflich) und die Berechenbarkeit des Kraftpotenzials. Die Verarbeitung war aufwendig und fand wie folgt statt: Der Nitinoldraht musste zuerst in die gewünschte Form fixiert werden, anschließend 15 Minuten bei 600° im Ofen erhitzen, abkühlen und vorsichtig von der Fixierung gelöst werden, sonst ging die gespeicherte Form teilweise verloren. Versuche hatten gezeigt, dass die meisten eingebrannten Formen nicht gut funktionierten. Die besten Ergebnisse wurden mit federförmigen Nitinoldraht erzielt, der gleichzeitig ein hohes Kraftpotenzial besitzt. Thermochromatische Stoffe ändern ihre Farbe von bunt in weiß, sobald sie erwärmt werden, bei Abkühlung kehren sie in ihre Ursprungsfarbe zurück. In Kombination mit Widerstandsdraht lassen sich so temporär Muster auf Stoffen erzeugen. Aufgrund des hohen Nickelgehaltes hat Widerstandsdraht bis auf die Verformung ähnliche Eigenschaften wie Nitinoldraht.

Weiterhin wurden Versuche mit kapazitiven Sensoren [9] durchgeführt, die je nach elektrischem Leiter eine flache und flexible Sensorik versprachen. Allerdings hat sich herausgestellt, dass die Verformung des elektrischen Leiters die Messwerte beeinflusst und dadurch nur eingeschränkt auswertbar waren.

Strategien

Das Ziel der Kursleitung war es, jedem Kursteilnehmer zunächst die absoluten Grundlagen in Programmieren, Löten und Elektrotechnik beizubringen. Da sonst eine Einzelbetreuung nicht möglich war, musste jeder Kursteilnehmer ausreichend Grundkenntnisse besitzen, um im Zweifelsfall selbstständig weiterarbeiten zu können. In Grundlagen Programmierung lernten die Kursteilnehmer die wichtigsten Sprachkonstrukte wie Schleifen, Bedingungen und Variablen, hinzu kamen häufig benötigte Arduinofunktionen zum Ansteuern und Auslesen der Pins. Da fast jeder Kursteilnehmer früher oder später eigene Platinen, Kabel oder Stecker zu löten hatte, war ebenfalls eine Einführung in Löten erforderlich. Hier wurden Handgriffe gezeigt und auf häufig gemachte Fehler hingewiesen. Wiederholt stellte sich heraus, dass die Kursteilnehmer viel Spaß beim Löten entwickeln. Damit die Kursteilnehmer ihre Arbeit überprüfen konnten, stand auch Elektrotechnik und die Handhabung des Multimeters auf dem Lehrplan. So war immerhin die Durchgangsprüfung eigenständig durchführbar. Nachdem die Grundlagen vermittelt waren, konnte sich die Kursleitung auf die intensive Einzelbetreuung konzentrieren. Die Projekte waren wie erwartet sehr unterschiedlich, experimenteller Natur und ständig im Wandel. Die angewendeten Strategien waren immer individuell. Wichtig ist, eng mit den Kursteilnehmern zusammenzuarbeiten, häufig das Konzept abzusprechen und schnell Prototypen zu entwickeln.

Bewertung

Der geplante Aufbau des Kurses, zunächst Grundlagen zu vermitteln und anschließend Einzelbetreuung durchzuführen, war erfolgreich. Die Probleme der Kursteilnehmer konnten unterschiedlicher nicht sein; sei es aus Informatik, Mechanik, Elektrotechnik oder Design, jedes Problem stellte die Kursleitung permanent vor neuen Herausforderungen. Der Kursleitung wurden daher viele Kompetenzen abverlangt, so waren wegen physikalischer Gesetze immer wieder Einschränkungen im Design erforderlich und zu erläutern. Weiterhin war ein weit gefächertes Wissen in den unterschiedlichen Bereichen erforderlich, sowie kreatives Denken, um flexibel auf die zahlreichen Probleme reagieren zu können. Und falls das Wissen irgendwann ausgeschöpft war, war der Kursleitung zumindest jemand bekannt, der sich bereits mit dem Problem beschäftigt hat. Insgesamt hätte die Interaktion der Objekte komplexer ausfallen können.

Kursleitung

Die Kursleitung wurde von André Jeworutzki durchgeführt mit freundlicher Unterstützung von Oliver Dreschke (Department Informatik) und Professor Franziska Hübler (Department Design).

2.2.3. Wearable Computing

Neben den beiden Kursen betreute der Autor über das Semester zwei Modedesigner aus dem Department Design: Helene All und Ekaterina Ibraimova. Hierbei wurde Kleidung angefertigt, die interaktiv auf ihre Umwelt reagiert. Wearable Computing liegt demselben Sense-Act-Modell zugrunde wie den interaktiven Objekten aus oben beschriebenen Kursen. Jedoch sind die Einschränkungen bei elektronischer Kleidung im direkten Vergleich wesentlich höher. Oftmals waren Eingeständnisse sowohl an Technik als auch an Design erforderlich.

Beide Modedesigner haben die Technik genutzt, um ihre Kleidung optisch interessanter zu gestalten. Prinzipiell wären auch nützliche Anwendungen für den Alltag denkbar, wie sie zum Beispiel unter dem Begriff Ambient Assisted Living [1] fallen, allerdings wären dann zusätzliche Einschränkungen wie Sicherheitsaspekte die Folge. Die Festlegung auf Laufstegmode half deshalb, den Problembereich einzugrenzen und erste Erfahrung für die anderen, speziellen Bereiche zu sammeln.

Herausforderungen

- Gewährleistung der Mobilität
- Eingeschränkte Stromstärke und Stromkapazität
- Optimale Platzierung und Verbindung der Technik finden
- Technik auf Stoff fixieren, der dünn und flexibel ist
- Technik unsichtbar in die Kleidung integrieren

Beide Modedesigner hatten unterschiedliche Schwerpunkte für ihre Kollektion gewählt: Ekaterina legte besonderen Wert auf Licht- und Schattenspiel. Helene setzte auf Bewegung und Dynamik. Entsprechend unterschiedlich waren die technischen Anforderungen beider Kollektionen. Für Ekaterina mussten systematisch Kabelleitungen durch die Kleidung geführt werden, um jede LED einzeln ansteuern zu können. Für Helene war mehrfach zu erproben, ob die Motoren ausreichend Kraft besitzen, ob die Konstruktion stabil ist und ob sie sich nicht verheddert. Zusätzlich hatte Helene den Wunsch Bewegung durch Luftströme zu erzeugen. Kompressoren sind für den mobilen Bereich zu schwach, zu langsam und zu laut, stattdessen bildeten nachfüllbare CO₂-Kompaktpumpen eine akzeptable Alternative.

Strategien

Dieses Projekt verlangte eine enge Zusammenarbeit zwischen Modedesigner und Informatiker. So musste beispielsweise der Schnitt angepasst werden, damit die Leitungen und Technik zuverlässig verlegt werden konnten. Mehrere Kabelschächte aus Stoff schafften diesbezüglich Ordnung. Als nützlich hat sich erwiesen, sämtliche Technik an einem Haltegurt anzubringen. Dadurch war die Technik frühzeitig an Puppen testbar und die Kleidung wurde im Anschluss fertiggenäht. Die Zusammenarbeit ging sogar soweit, dass gleichzeitig an der Kleidung genäht und verdrahtet wurde. Hilfreich wäre ein eingewebter Datenbus, jedoch brachten bisherige Versuche mit leitfähigem Garn zusätzliche Probleme, da das Garn nicht isoliert und deshalb innerhalb von elastischer Kleidung anfällig für Kurzschlüsse und Widerstandsschwankungen ist. Das Vorgehen war stark abhängig von konkretem Einzelfall. Viele Probleme ließen sich mit den verfügbaren technischen Mitteln nicht einfach lösen.

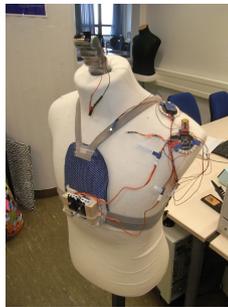


Abbildung 2.2.: Anprobe für einen Prototyp

Bewertung

Elektronische Kleidung bietet viele neue Anwendungsgebiete, allerdings sind noch einige technische Hürden zu überwinden. Speziell die Herstellung in Handarbeit scheint ungeeignet, wünschenswert wäre, eine direkte Integration der Technik in das Gewebe. Die Rede wäre dann von so kleinen Strukturen, dass sie mit der Hand nicht mehr durchführbar wären. Nichtsdestotrotz ließen sich mit der gegenwärtigen Technik bereits Prototypen entwickeln und erste Anwendungen aufschlussreich erproben.

Projektteilnehmer

Das Projekt wurde technisch von Larissa Müller und André Jeworutzki aus dem Department Informatik begleitet. Helene All und Ekaterina aus dem Department Design waren für die Gestaltung zuständig.

3. Schluss

3.1. Fazit

Sowohl die durchgeführten Kurse als auch das Wearable Computing Projekt zeigen, welches Potenzial mit Interaktion möglich ist. Dennoch sind diese längst nicht ausgeschöpft. Da in den Kursen ein Großteil der Zeit für die Schulung investiert wird, bleibt kaum Spielraum für die Entwicklung komplexer Interaktionsformen. Alle dort erstellten Objekte sind in sich geschlossen: Die Reaktion und Aktion erfolgt ausschließlich am Objekt selbst.

3.2. Ausblick

Neben der Masterarbeit ist im nächsten Semester ein weiterer Schülerkurs mit dem 13. Jahrgang des Margaretha-Rothe-Gymnasiums geplant. Zusätzlich wird das Wearable Computing Projekt fortgesetzt. Außerdem findet ein kooperatives Projekt zwischen den Department Informatik und Design statt. Ziel und Herausforderung für alle zukünftigen Kurse und Projekte soll sein, die Interaktion komplexer und ansprechender für den oder die Anwender zu gestalten.

Diesbezüglich ermöglicht der Funkstandard ZigBee [16] mehreren Objekten, untereinander zu kommunizieren und damit interessante Ereignisketten auszulösen. Bei Schwärmen ergibt sich ihr komplexes Verhalten aus der Emergenz Einzelner. Bei agentenorientierten Objekten sind bereits Einzelne zu komplexen Verhalten fähig. Durch die Funktechnologie wären beispielsweise Schwarmalgorithmen oder intelligenter Staub denkbar: Durch eine zielbewusste Verhaltensweise interagieren viele einzelne Objekte mit den Anwendern und umgekehrt. In diesem Zusammenhang zeigt Scott Snibbe [19] in Ausstellungen, dass soziale Interaktion ein bisher wenig erforschtes Gebiet ist: Ein interaktives Objekt wird erst ausgelöst, wenn mehrere Anwender involviert sind. Dadurch ergibt sich zwischen Menschen über das interaktive Objekt ein soziales Zusammenwirken - ein Objekt aus Silizium und Metall schafft es, die soziale Kälte zwischen Menschen zu überbrücken.

Eine weitere Interaktionsform stammt aus dem Wunsch vieler Kursteilnehmer, ihren Objekten Leben einzuhauchen, indem die Objekte bestimmte Emotionen oder Charaktereigenschaften besitzen und diese dem Anwender je nach dessen Verhalten offenbaren. Damit schafft das Objekt eine emotionale Bindung und das interaktive Objekt ist nicht länger ein lebloser Gegenstand sondern ein lebendes Individuum. Damit interaktive Objekte leben und fühlen, sind unterschiedliche Technologien zu kombinieren. Hierzu gehören geeignete Sensoren mit geeigneten Auswertelgorithmen, um das Verhalten und die Reaktion der Anwender zuverlässig zu erkennen. Anschließend müssen geeignete Aktoren die Emotion oder Aktion der interaktiven Objekte erkennbar und überzeugend darstellen - ruckartige Bewegungen, wildes Blinken oder zufällige Geräusche machen dabei keinen natürlichen Eindruck. Die Anforderung an die eingebauten Aktoren ist also eine stufenlose, geschmeidige Ausführung, die sich zudem jederzeit durch eine andere unterbrechen lässt, weil eine veränderte Situation wahrgenommen wurde, auf die dann eine neue Reaktion erfolgt. Solange diese Übergänge fließend und nachvollziehbar sind, entsteht der Eindruck, das Objekt ist lebendig. Erste Erfahrungen wurden bereits durch das Emotional Tent [18] gewonnen.

Die Masterarbeit greift die Diplomarbeit von Martin Sukale [20] auf und erforscht die Interaktion von Objekt zu Objekt, von Objekt zu Mensch und von Mensch zu Mensch über das Objekt.

Literaturverzeichnis

- [1] *Ambient Assisted Living*. – <http://www.aal.fraunhofer.de>
- [2] *Ambient Awareness*. – <http://www.ambientawareness.org>
- [3] *Arduino-Plattform*. – <http://www.arduino.cc>
- [4] *Fabrik der Künste*. – <http://www.fabrikderkuenste.de>
- [5] *HAW Department Design*. – <http://www.design.haw-hamburg.de>
- [6] *HAW Department Informatik*. – <http://www.informatik.haw-hamburg.de>
- [7] *HAW Roboterurse*. – <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2008/rosseburg/bericht.pdf>
- [8] *Kapazitiver Sensor*. – <http://de.wikipedia.org/wiki/Vierquadrantensteller>
- [9] *Kapazitiver Sensor*. – http://de.wikipedia.org/wiki/Kapazitiver_Sensor, <http://www.arduino.cc/playground/Main/CapSense>
- [10] *Margaretha-Rothe-Gymnasium*. – <http://www.mrg-online.de>
- [11] *Nitinoldraht*. – <http://www.memory-metalle.de>
- [12] *Protothreading*. – <http://www.sics.se/~adam/pt/>, <http://www.arduino.cc/playground/Code/TimedAction>
- [13] *Thermochrome Stoffe*. – <http://www.thermochrome-kunststoffe.de/index.html>
- [14] *Toster Edwin*. – <http://www.toasteredwin.de>
- [15] *Widerstandsdraht*. – <http://de.wikipedia.org/wiki/Heizleiterlegierung>
- [16] *ZigBee*. – <http://www.zigbee.org>

-
- [17] BUECHLEY, Leah ; EISENBERG, Mike ; CATCHEN, Jaime ; CROCKETT, Ali: The LilyPad Arduino: using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. In: *CHI '08: Proceeding of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2008. – ISBN 978-1-60558-011-1, S. 423-432
- [18] GREGOR, Sebastian: Emotional Tent. (2009), March, S. 20
- [19] SNIBBE, Scott S. ; RAFFLE, Hayes S.: Social immersive media: pursuing best practices for multi-user interactive camera/projector exhibits. In: *CHI '09: Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems*. New York, NY, USA : ACM, 2009. – ISBN 978-1-60558-246-7, S. 1447-1456
- [20] SUKALE, Martin: *Konstruktion eines Netzwerkes eingebetteter Systeme für interaktives Design*. Hamburg, DE, HAW Hamburg, Diplomarbeit, 2008

A. Smart Objects

El Carpet (Gesa T.)

Dieser Teppich besteht aus verschiedenen Stoffsegmenten, die durch EL-Wire verknüpft sind. EL-Wire sieht aus wie Kabel, kann aber leuchten. Zusätzlich tauchen überall im Teppich kleine, weiße LED-Haufen auf. Der Teppich soll das Wetter repräsentieren, indem über ZigBee aktuelle Wetterdaten aus dem Internet an den Teppich übertragen werden.



Abbildung A.1.: El Carpet (Stoffsegmente getrennt)

Korallenwesen (Svenja)

Inspiziert von Korallen wurden Porzellanröhrchen gebrannt und in Stoff eingenäht.

Die erste Koralle enthält Two-Way-Nitinoldraht, der sich durch Stromzuführung zusammenzieht und durch Abkühlung auseinanderdehnt. Auf diese Weise scheint die Auf- und Abbewegung sehr organisch wie bei einem atmenden Lebewesen.

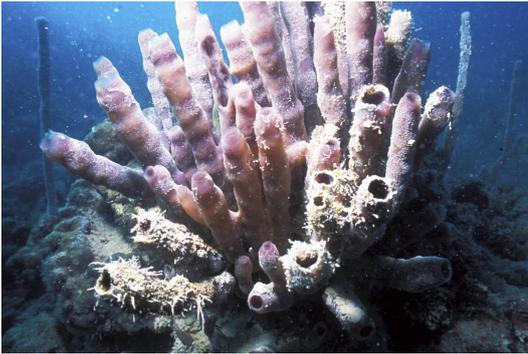


Abbildung A.2.: Echte Koralle



Abbildung A.3.: Nitinolkoralle

Die zweite Koralle besteht aus löchrigen Porzellanröhrchen. In den Porzellanröhrchen sind weiße LEDs eingeklebt. Durch das Porzellan schimmert ein interessanter Farbverlauf. Das Korallenwesen reagiert auf Berührung mithilfe eines sehr empfindlichen Beschleunigungssensors.

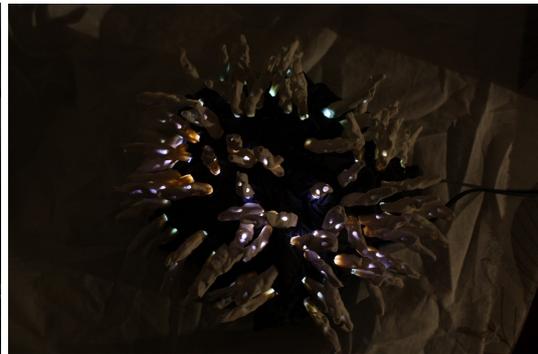


Abbildung A.4.: Leuchtkoralle

Chilloutcarpet (Jessica)

Ein Teppich aus elastisch gehäkelten Hügeln. Zwischen den Hügeln sind weiße LEDs eingearbeitet. Auf den Hügeln befinden sich braune Puschel, die ebenfalls weiße LEDs enthalten. Der Teppich leuchtet auf, sobald sich eine Person daraufsetzt und damit einen Flexsensor auslöst. Die LEDs pulsieren im Dunkeln durch einen im Gewebe versteckten Lichtsensor.

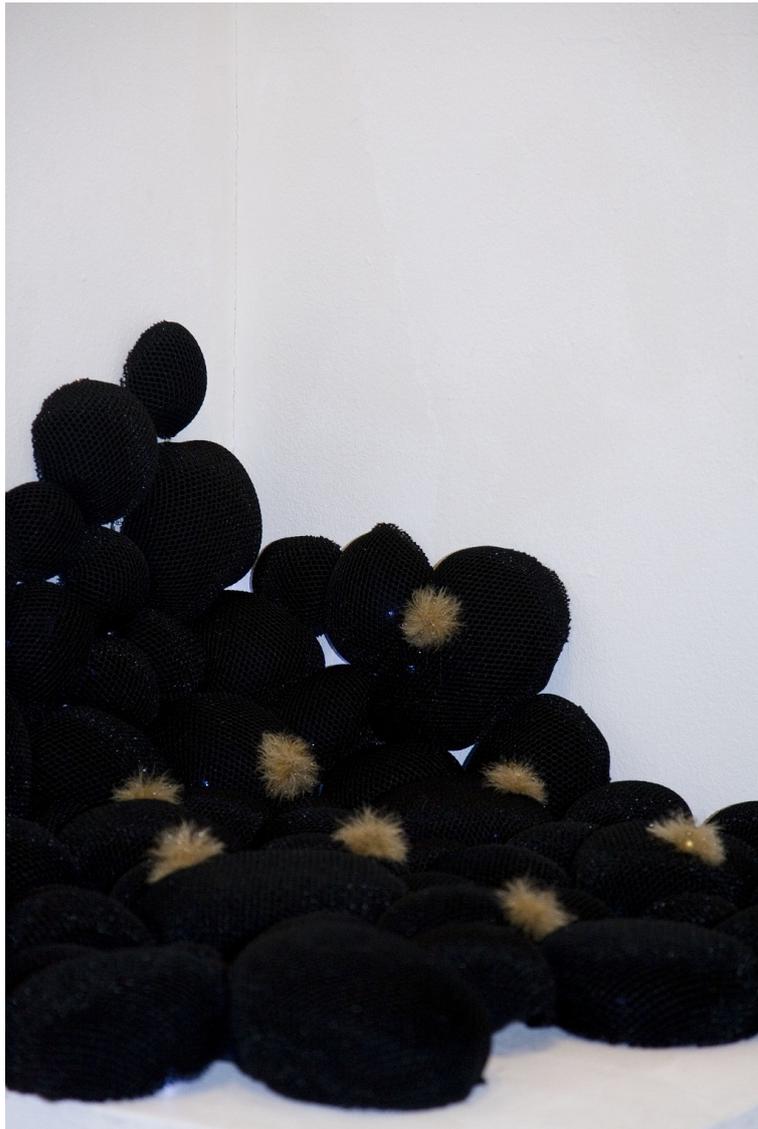


Abbildung A.5.: Chilloutcarpet

Lunatic Labyrinth (Paul)

Hier handelt es sich um ein Modell eines Irrgartens. Schrittmotoren drehen die Wände in 90°-Schritten. Das Labyrinth kann sich somit selbst komplett umbauen und einen Verirrten für immer gefangen halten. Ursprünglich war das Labyrinth in Menschengröße angedacht, dies hätte jedoch den finanziellen Rahmen gesprengt.

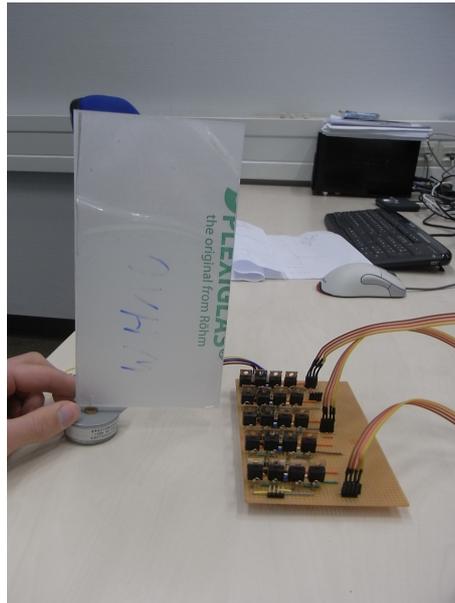


Abbildung A.6.: Labyrinthwand auf Schrittmotor montiert

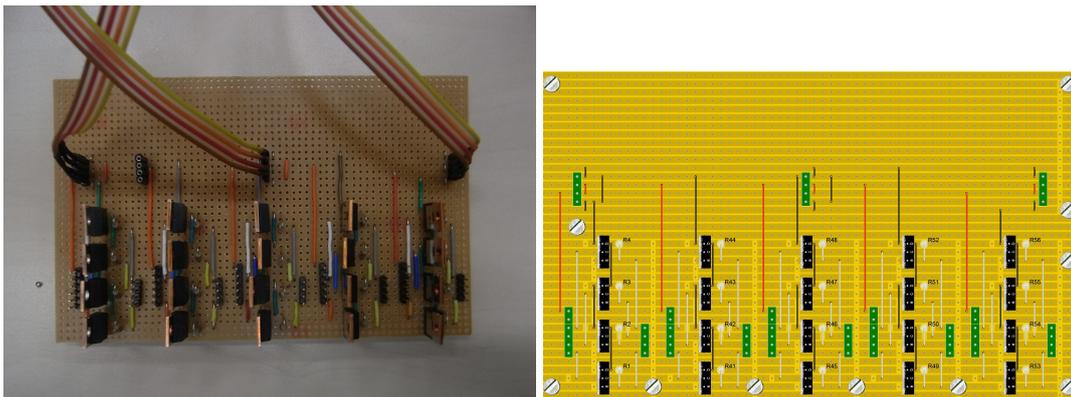


Abbildung A.7.: Schrittmotorplatine

Breadcrumb Carpet (Milena)

Dieser Teppich besteht aus mehreren Inseln, die in einem Raum verteilt, einen Pfad repräsentieren. Sobald sich jemand (Bewegungsmelder) im Dunkeln (Lichtsensor) einer Insel nähert, leuchtet sie auf und fängt an zu zwitschern. Außerdem leuchtet die nächste Insel auf dem Pfad (ZigBee) schwach auf und signalisiert so, wo es weitergeht. Dieser Teppich würde sich gut als Orientierungshilfe für Sehgeschädigte eignen.



Abbildung A.8.: Teppichinseln



Abbildung A.9.: Insel Nahaufnahme

Interior Curtain (Gesa H.)

Dieser Vorhang besteht aus 320 LEDs, in 80 Gruppen einzeln ansteuerbar. Distanzsensoren erkennen eine Person vor dem Vorhang und leuchten auf dessen Seite auf. Befindet sich der Vorhang im Ruhezustand, spielt er verschiedene Lichtchoreografien ab.



Abbildung A.10.: Vorhang von der Stange



Abbildung A.11.: LED-Segment

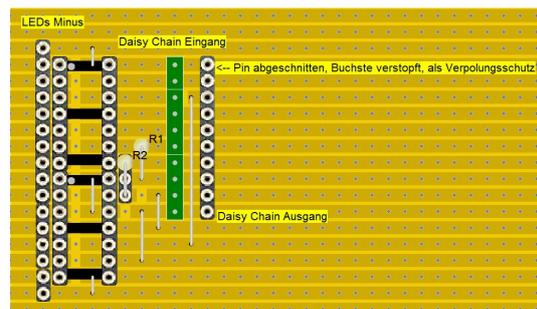
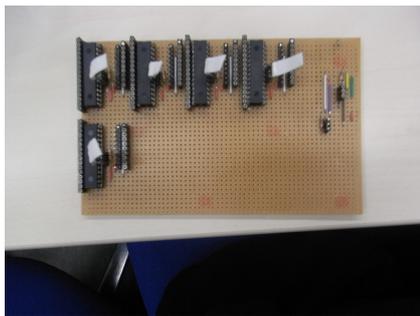


Abbildung A.12.: LED-Treiberplatine

Horde of Orbs (Janina)

Hier werden Persönlichkeiten in Form von Kugeln (=Orbs) erschaffen.

Die Rolling Orbs können sich selbstständig bewegen. Hierzu ist innerhalb einer Plastik-Kugel ein Motor befestigt, der sich um seine eigene Achse dreht und dabei durch seine eigene Unwucht die Kugel ins Rollen versetzt. Über zwei Schleifkontakte für Plus und Minus und einen Kondensator zum Filtern von Störungen sind dimmbare LEDs an der Außenwand befestigt. Der Orb reagiert auf Berührung durch einen Beschleunigungssensor.



Abbildung A.13.: Rolling Orbs

B. Wearable Computing

Ekaterina

Ekaterina hat für ihre Kollektion das Motiv Stadt gewählt. Das Foto B.1 zeigt einen Overall, dessen Oberfläche aus Stoffquader besteht. Die Quader repräsentieren Hochhäuser. Im Inneren der Häuserwände sind leuchtstarke, weiße LED-Streifen befestigt. Die LED-Streifen sind für jedes Haus programmierbar. Zusätzlich besitzt das Kleidungsstück vorne auf der Brust sechs Infrarotdistanzsensoren, die senkrecht zueinander platziert sind. Sobald jemand seine Hand über die Sensoren bewegt, werden bestimmte Areale in der Kleidung auf- und abgedimmt. Technische Daten: 8 Arduinos, 6 Infrarotsensoren, 36 bipolare Transistoren, 36 einzeln dimmbare 12V-LED-Streifen mit durchschnittlich 20 cm Länge (insgesamt ca. 216 LEDs).



Abbildung B.1.: LED-Overall

Helene

Auf dem Foto B.2 erkennt man das zweigeteilte Grundgerüst, über das jeweils ein gehäkeltes Netz gespannt ist. Das Gerüst wird über jeweils zwei Schrittmotoren vorne am Bauch und hinten am Rücken seitlich am Körper gehalten. Werden beide Seiten hochgefahren, so verschwindet der Kopf des Trägers innerhalb des Gerüsts. Die Motoren lassen sich über ZigBee ansteuern. Zusätzlich können die Motoren durch das Pusten in ein integriertes Mikrofon ausgelöst werden.

Das Foto B.3 zeigt ein Kleidungsstück mit transparentem Rückenpanzer, der durch einen leistungsstarken Servo hoch- und heruntergefahren werden kann. Hinter dem Rückenpanzer verbergen sich kleine Stoffkugeln, die an Bändern baumeln und anfangen zu rotieren, sobald der Rückenpanzer unten ist. Das Kleidungsstück wird ebenfalls über ZigBee gesteuert.



Abbildung B.2.: Aufklappbare Kuppel



Abbildung B.3.: Rückenpanzer

Helene hat für ihre Kollektion das Motiv Rückzug gewählt. Folgende zwei Kleidungsstücke haben jeweils ein bewegliches Metallgerüst, das sich auf- und zufahren lässt.

Das Foto B.4 zeigt die rotierenden Kugeln, die mit Bändern an modifizierten Servomotoren befestigt sind.

Auf dem Foto B.5 ist ein Kleid abgebildet, das zwei bewegliche Schulterpolster besitzt, die jeweils auf sehr kleinen Hebebühnen sitzen. Beide Hebebühnen lassen sich durch Servomotoren langsam hoch- und runterfahren.



Abbildung B.4.: Rotierende Kugeln



Abbildung B.5.: Hebebühnenschulterpolster

Die nächsten beiden Fotos B.6 zeigen ein Kleidungsstück, in dem vorne auf der Brust weiße LEDs integriert sind. Der Herzschlag des Trägers wird gemessen und durch Pochen der LEDs wiedergegeben. (Die abgebildete Puppe kann Herzschlag simulieren)



Abbildung B.6.: LEDs pulsieren zum Herzschlag des Trägers

Zurzeit befinden sich drei weitere Kleidungsstücke in Entwicklung: zwei Einfache mit LED-Lichteffekten und ein Aufblasbares durch Luftdruck aus einer CO₂-Kompaktpumpe.

C. Schülerkurs

Nachfolgende Seiten präsentieren das verwendete Material im Schülerkurs.

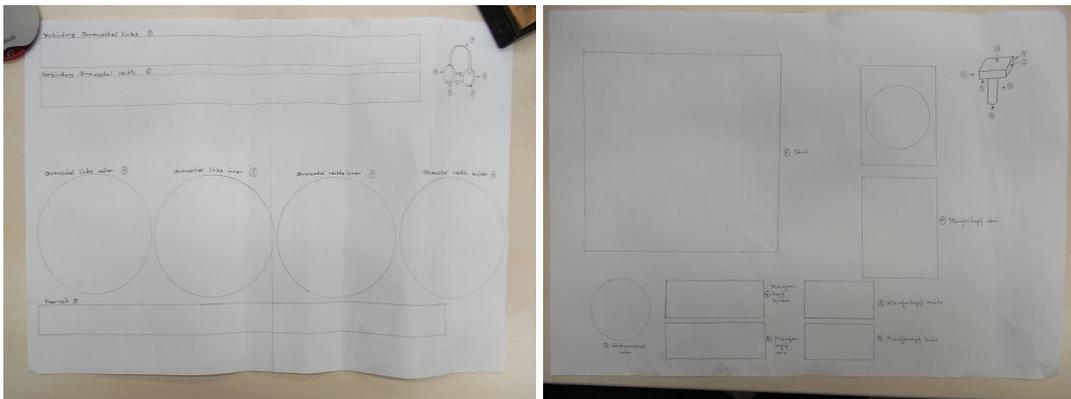


Abbildung C.1.: Schablonen für den Zuschnitt des Filzes bzw. Schaumgummis



Abbildung C.2.: Ergebnisse: Mikrophon, Kopfhörer und Sonnenbrille

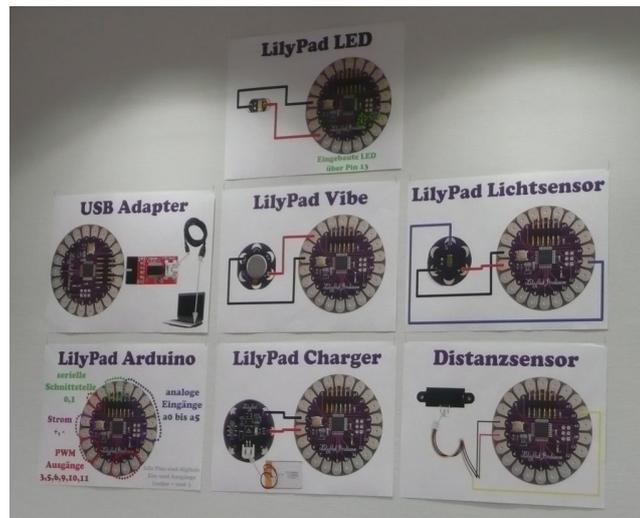
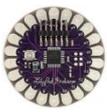


Abbildung C.3.: Poster an den Wänden demonstrieren, wie die Technik angeschlossen wird



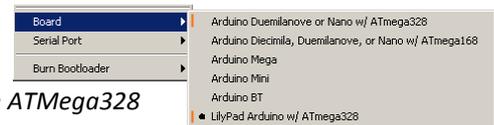
Abbildung C.4.: Schüler konzentriert bei der Arbeit

Das nachfolgende Merkblatt fasst auf nur einer Seite alle wichtigen Programmierkonstrukte zusammen.



Arduino- IDE: Voreinstellungen

1. Arduino-Board mit PC verbinden
2. Board auswählen: *Tools -> Board -> LilyPad oder Duemilanove with ATmega328*
3. Serial Port auswählen: *Tools -> Serial Port -> COM mit der höchsten Nummer*



Arduino-IDE: Nutzung

- Nach jeder Änderung das Programm neu hochladen: *File -> Upload to I/O Board*
- Werte oder Text anzeigen:
 1. `Serial.begin(9600);` // steht im `setup()`
 2. `Serial.println(wert);`
 3. „Serial Monitor“- Button drücken



Programmaufbau

1. Variablen

```
// Dies ist ein Kommentar, wird ignoriert, eingeleitet durch zwei //
int ledPin = 13; // Variable ledPin, um Pin 13 (LED auf dem Arduino) zu benutzen.
```

2. setup()

```
// setup() wird als erstes einmal ausgeführt.
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Serial-Monitor aktivieren, um Werte ausgeben zu können.
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // Nötig, weil ledPin in digitalWrite auftaucht.
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // Schalte LED an (Pin 13 -> LED auf dem Arduino).
}
```

3. loop()

```
// loop() wird nach setup() unendlich wiederholt. Hier steht, was das Programm tut.
void loop() {
  Serial.println("Hallo Toaster Edwin!"); // Text im Serial-Monitor anzeigen.
}
```

Wichtige Befehle (Funktionen)

```
digitalWrite(pin, HIGH);
```

Schalte an, was am Pin hängt: LED, Vibrationsmotor, Grußkarte...

```
digitalWrite(pin, LOW);
```

Schalte aus, was am Pin hängt.

```
analogWrite(pin, wert);
```

Dimme, was am Pin hängt: LED, Motor, Buzzer...

Im `setup()` nicht vergessen:
`pinMode(pin, OUTPUT);`

Nur PWM-Pins: 3, 5, 6, 9, 10, 11
Werte von 0 bis 255 möglich.

```
// Beginne bei 0 und erhöhe jeden Durchlauf dimmWert um Eins bis 255.
for(int dimmWert = 0; dimmWert <= 255; dimmWert += 1) {
  analogWrite(ledPin, dimmWert); // Schreibe neuen dimmWert auf ledPin.
  delay(10); // Kurz warten (10ms), damit die Helligkeitsstufen sichtbar werden.
}
```

```
analogRead(sensorPin);
```

Werte vom Pin einlesen, an dem ein Sensor angeschlossen ist.

Sensoren sind zum Beispiel: Licht-, Distanz-, Temperatur-, Bewegungssensor...

Nur Pins: a0, a1, a2, a3, a4, a5

```
int sensorWert = analogRead(sensorPin); // sensorPin lesen und Wert speichern.
if(sensorWert > 100) { // Wenn sensorWert größer 100...
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // ...dann LED an
} else {
  digitalWrite(ledPin, LOW); // ...sonst LED aus
}
```

```
Serial.println(wert);
```

Anzeigen eines Wertes (besonders aus Variablen) im Serial-Monitor.

Im `setup()` nicht vergessen:
`Serial.begin(9600);`

```
delay(1000);
```

1000 Millisekunden (= 1 Sekunde) warten.

In dieser Zeit ist keine Reaktion
auf neue Sensorwerte möglich.

Wichtige Links

<http://www.toasteredwin.de>

<http://web.media.mit.edu/~leah/LilyPad>

<http://arduino.cc/en/Reference>