

## 1. physical computing – was ist das?

Wenn man sich erstmals mit dem Phänomen *physical computing* insbesondere in der Lehre und Forschung beschäftigt, steht zu Beginn berechtigter Weise die Frage nach einer Definition. ODENTHAL [ODENTHAL et al. 2012] schreibt hierzu:

„Physical computing ist die Verbindung von physischen Systemen mit Software und Hardware zu einem interaktiven Ganzen.“

Hier werden wesentliche Aspekte von physical computing aufgezeigt: einerseits die Beziehung zwischen Software und Hardware in einer zusammenhängenden Einheit, andererseits die menschlichen Interaktion mit dieser. IGOE [IGOE 2010] und O’SULLIVAN/IGOE [O’SULLIVAN/IGOE 2004] gehen mit Ihrer Definition etwas weiter. Sie sehen physical computing nicht nur als einen Ansatz der Mensch-Computer Interaktion, sondern als eine „Intelligenz-Verstärkung (IA)“. Computern dienen Ihrer Auffassung einerseits dazu, sich (künstlerisch) besser ausdrücken zu können, andererseits der zwischenmenschlichen Kommunikation.

„This approach looks to people to supply the spark of interest and computers to capture and convey a person’s expression. Rather than trying to imitate the autonomy of human beings, we want to support it. IA treats the computer as a medium of communication between people.“

Zusätzlich schließen beide eine didaktische Komponente mit ein:

"Physical computing is best understood by doing it rather than talking about it [...]"

Gleichzeitig weist IGOE [IGOE 2010] darauf hin, daß physical computing nicht nur technologische und praktische Aspekte umfasst, sondern auch Untersuchungen menschlicher Verhaltensmuster vor allem in interaktiven Prozessen ermöglicht:

„It’s an approach to learning how humans communicate through computers that starts by considering how humans express themselves physically.“

Dies bestätigt BANZI [BANZI ET AL. 2011], indem er den Begriff des (*Physical*) *Interaction Design* mit physical computing in Verbindung bringt bzw. ihn gleichbedeutend sieht:

“Interaction Design is about the design of any interactive experience”. In today’s world this generally is about the creation of meaningful between us (humans) and artefacts. We also like to explore the creation of beautiful and maybe even controversial between technology and us. [...] This approach, can be extended to include prototyping with technology and in particular with electronics. This particular brand of Interaction Design is called Physical Computing (or Physical Interaction Design).

Er sieht physical computing ganz klar in einem künstlerischen Kontext, aus dem das von ihm initiierten [BRÜHLMANN 2010] Arduino-Projekt entspringt [BANZI 2008]:

„physical computing uses electronics to prototype new materials for designers and artists“

Dabei betont er ebenso den losen und preiswerten Entwurf („prototyping“) von Hard- und Softwarelösungen in Form einer bastlerischen und sich kontinuierlich annähernden Herangehensweise [BANZI 2008],

„Prototyping: [...] we make things and build objects that interact with other objects, people and networks. We strive to find a simpler and faster way to prototype in the cheapest possible way“

bei der die Lösung nicht in jedem Fall von vorne herein klar ist [BANZI ET AL. 2011]

„We believe that it is essential to play with technology, exploring different possibilities directly on hardware and software – sometimes without a very defined goal.“

Dazu passt der Tinkering-Gedanken, den er wie folgt erklärt [BANZI ET AL. 2011]:

„Tinkering is what happens when you try something you don't quite know how to do, guided by whim, imagination, and curiosity [...] It's about figuring out how things work and reworking them“

Somit können sich nicht nur durch die Verwendung von Mikrocontrollertechnologie neue künstlerische Ideen realisiert werden, die ohne diese nicht möglich wären, sondern sich auch durch dieses praktisch-iterative Vorgehen neue kreative Impulse ergeben. Der musikalische Kontext inklusive der Kreierung neuer Musikinstrumente hat dabei eine tragende Rolle [BANZI ET AL. 2011]:

Circuit bending is one of the most interesting forms of tinkering. It's the creative short-circuiting of low voltage, battery-powered electronic audio devices such as guitar effects, children's toys and small synthesizers to create new musical instruments and sound generators.

Es lässt sich also festhalten, daß der Einsatz im künstlerischen Kontext von spezieller Hard- und Software, die die physischen Welt mit einbeziehen bzw. eine Verbindung zu ihr haben, die sie erfassen, auf sie reagieren und ggf. sogar verändern kann, ein Kernbestandteil vom physical computing ist. Gleichzeitig ist der praktische Aspekt, der leichtverständliche Umgang und die bastlerische Herangehensweise elementar. Die künstlerische kreative Nutzung von aktueller preiswerter Rechnerchip-Technik ist dabei genauso wichtig wie das interaktive Erfahren, dass sich daraus ergeben kann.

## **2. physical computing, embedded systems und Arduino**

Wie oben schon ausgeführt, reicht eine einfache Definition von Hard- und Software, die eine Verbindung zu physikalischen Systemen haben, zur Erläuterung des Phänomens physical computing nicht aus. Eine solche Definition trafe ebenso auf Komponenten zu, die allgemein als *embedded systems* bezeichnet werden. Dies sind Kleinstrechner, die in einem spezifischen Kontext stehen und auf diesen Kontext zugeschnittene Aufgaben erfüllen. Embedded systems sind aus dem Alltagsgebrauch nicht mehr wegzudenken: sie tauchen bspw. in Kaffeemaschinen, blinkenden Fahrradlampen, Scheibenwischeranlagen von Kraftfahrzeugen, Medienplayern und in elektronischen Spielzeugen auf. Ein grundlegender Bestandteil von embedded systems sind Mikrocontroller. Deren Aufgabe ist es, physikalische Größen zu erfassen bzw. zu messen (Sensoren), anschließend auszuwerten bzw. zu verarbeiten (Berechnung) und weitere Komponenten zu steuern (Aktoren, Kommunikation). Sie bilden den Rahmen, um eine Verbindung zwischen Ein- und Ausgängen durch ein ausführbares Programm zu ermöglichen. Allerdings folgt die Entwicklung von embedded systems eine ganz andere, zum physical computing fast schon konträre, d.h. eher ingenieurtechnische und problemorientierte Vorgehensweise. Kundenanforderungen und Hintergrundinformationen stehen hier an erster Stelle einer strukturierten Planung, gefolgt von Abwägungen des Software-Hardwareverhältnis (Kosten, Flexibilität, Sicherheit) über Test von Vorablösungen, die zumeist als Prototypen bezeichnet werden, mit dem o.g. prototyping allerdings nur wenig gemeinsam haben. Zum



Schluß steht dann das entwickelte fertige Produkt, das in der Regel in hohen Stückzahlen in den entsprechenden Geräten zum Einsatz kommt.

Die Platinen des Arduinio-Projekts bestehen im Kern aus industriellen Mikrocontrollern des Herstellers ATMEL, auch sie sind dazu ausgelegt, Sensoren auszulesen, Aktoren zu steuern und Kommunikation mit anderen Baugruppen durchzuführen. Auch hier lassen sich auf Grund der AVR-GCC-Basis auch aufwendige Projekte in C und mikrocontrollerspezifischen Opcodes erzeugen, dies teilweise sogar innerhalb der Arduino-IDE. Daher sind grundlegende Programmierkenntnisse und Elektronikgrundlagen erforderlich.

Der Kontext ist im obigen Sinne (Kap.1) aber ein anderer als bei den industriell eingebundenen Systemen. Von Anfang ist das Arduino-Projekt vollständig ein open computing system, codes, IDE etc. sind open source. Der Umgang mit Arduino soll leicht sein, so ist z.B. die Programmiersprache ein vereinfachter C-Dialekt, und die Entwicklungsumgebung nimmt dem Anwender viele Aufgaben ab. Die Tatsache, daß Mikrocontroller ständig kostengünstiger und preiswerter angeboten werden, kommt dieser Entwicklung sehr entgegen.

Die Nähe zur *Hardware-Hack*-Szene ist unverkennbar, die einen starken „do it yourself“-Gedanken sowie das Lernen durch den technischen Umgang mit Material und den Wissens- und Ideenaustausch darüber in physischen und virtuellen sozialen Netzwerken pflegt [c't 2011]. Dies erinnert teilweise an die rege Hobby-Elektronik-Aktivitäten in den 80er Jahren, die vor allem den günstigen (im Vergleich zu käuflichen Produkten) Selbstbau von Geräten als Ziel vor Augen hatte. Durch die inzwischen preiswerten elektronischen Fertigeräte spielt dieser Gedanke aber heutzutage eine untergeordnete Rolle, daher ist diese Branche auch bisher weitestgehend zum liegen gekommen und erfährt jetzt erst durch die Hardware-Hack-Szene eine gewisse Renaissance. Allerdings hat diese einen weiter gefassten Sinn, einerseits durch die Vernetzung in sozialen Netzwerken, andererseits beschränkt sie sich nicht nur auf Elektronik. Der ursprünglich künstlerische Bezug beim Ursprung der Arduino-Boards setzt hier ebenfalls andere Akzente, was sich auch in bestimmten kontextabhängigen Begrifflichkeiten zeigt. So heißen z.B. Programme hier Sketche (in Anlehnung an ein grafisches Skizzenbuch).

### 3. *physical computing in der Musikwissenschaft*

Nicht zuletzt durch das aus dem künstlerischen Kontext stammende Arduino-Projekt findet physical computing bei interaktiver Klangkunst, bei Medienkunst und innerhalb der New Media Art statt. Immer wieder werden in der New Media Art diejenigen Komponenten verwendet, die im Bereich des physical computings bekannt sind. Dies ist nicht weiter verwunderlich, entstehen doch gerade (wie in Kap.1 beschrieben) durch den iterativen bastlerischen Ansatz Kreativität und durch den technischen Kontext praktische Problemlösungen für künstlerische Ideen. Somit ergeben sich für die Musikwissenschaft automatisch traditionelle philologische und hermeneutische Fragestellungen. Unstrittig ist die Tatsache, dass sich durch die Beschäftigung mit der Thematik eine methodische Annäherung an diese Kunstformen ergeben kann. So, wie man sich bspw. mit Musiktheorie beschäftigt, gehört dazu eine Vermittlung des grundlegenden Verständnis der verwendeten Technologien: die elektrotechnische Grundlagen, das Arbeiten mit höheren Programmiersprachen, das Erlernen handwerklicher Fähigkeiten und die analytische Betrachtungen der so kreierten Objekte in der Musikwissenschaftlichen Lehre. Ergänzt werden diese Ansätze durch Aspekte der kognitiven Musikwissenschaft. Hier sind vor allem Überlegungen zur verkörperten Intelligenz [SCHMIDT/SEIFERT 2006] zu nennen, die das Verständnis der sozialen Interaktion, der (rechnende) Prozesse und Mechanismen in Form einer kognitiven Computermodellierung als eine zentrale Leitidee haben [SEIFERT 1993]. Die Themenbereiche des physical computing sind idealerweise für diesen Kontext geeignet. Zum einen ergeben sich grundsätzliche praktische Erfahrungen mit einer (interagierenden) rechnenden Technik, die wiederum Änderungen in der physischen Welt hervorruft. Zum anderen



kann sich so ein Verständnis der komplizierten Prozesse in menschlichen Verhaltensmustern im künstlerischen Kontext ergeben (vgl. Zitat IGOE [IGOE 2010] in Kap. 1). Dazu ist die Vermittlung der o.g. Themenbereiche elementar. Wie in Kap. 1 schon angedeutet, eignen sich die Projekte des physical computings zudem besonders für (Beobachtungs-)Untersuchungen zu interaktiven Prozessen, die sich bei der Vernetzung von Mensch und Maschine bei entsprechenden Kunstprojekten zeigen. So ist in letzter Zeit eine breite Palette von neuen Kunstformen wie dynamische Installationen und interaktive Aufführungen entstanden, die besonders diese Beziehung im Fokus haben [GERNEMANN ET AL. 2012].

Führt man BANZIS Gedanken ([BANZI ET AL. 2011], Zitat in Kap. 1) zur Entwicklung neuer Musikinstrumente (bzw. allgemeiner betrachtet zur Entwicklung von Medienkunst) weiter, so eignet sich physical computing ebenso für anthropologischen Überlegungen. Auch wenn man hier noch am Anfang steht, sind deutliche Ansätze zu erkennen, die eine mediale Vernetzung zum Gegenstand haben, um sie evolutionstheoretisch zu verankern [CROSS 2003]. Ausgehend von grundlegenden Aspekte zum Werkzeuggebrauch wird deutlich, daß die Entwicklung von Musikinstrumenten etwas ist, was nur dem Menschen eigen ist und spezifisch menschliche Fähigkeiten zur Voraussetzung haben. Musik- und Medientechnologien, die vom Menschen beeinflusst und verändert wird, lassen sich bei der kontinuierlich annähernden eigenen Herstellung und Konstruktion von (neuen) musikalischen physical computing Projekte (vgl. BANZI ET AL. 2011 Zitat in Kap.1) besonders nachhaltig erfahren, was sie für die Musikwissenschaft in Forschung und Lehre so interessant sind.

## **Referenzen**

*(siehe separate Literaturliste)*