

# Tangible Computing revisited: Anfassbare Computer in Intelligenten Umgebungen\*

S. Gregor, M. Rahimi, M. Vogt, T. Schulz, K.v.Luck  
Department Informatik, HAW Hamburg

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird das Living Place Hamburg als integriertes Labor für intelligente Wohnumgebungen vorgestellt. Teil dieses Labors sind Untersuchungen zur Intergration von Objekten aus dem Bereich des Tangible Computing als Teil der Interaktion mit solchen Umgebungen. Erste Entwürfe für eine Serie von Tangible Objects werden vorgestellt und diskutiert.

## 1 Problemstellung

Seit 2002 wird am Department Informatik der HAW Hamburg das Thema Ubiquitous Computing behandelt (s.z.B. [Stegelmeier u. a. \(2009\)](#)). Während Diskurse im Bereich Computer Supported Collaborative Work eine lange Tradition haben (s.z.B. [Brown u. a. \(1985\)](#) und [Winograd \(2009\)](#)), ist die Übertragung der Konzepte des Ubiquitous Computing in Alltagsumgebungen nicht so prominent vertreten. Einer der Hauptunterschiede zwischen dem professionellen IT Einsatz und der IT in Alltagsumgebungen ist, dass es im Alltagsbereich deutlich weniger Möglichkeiten von Schulungen gibt, die den Umgang mit komplexen IT-Umgebungen trainieren. Ebenfalls existieren sind weniger stereotype Arbeitsabläufe (Workflows), die durch Informatik formalisierbar sind. Somit ist die Notwendigkeit des handbuchfreien Computereinsatzes bei Wohnumgebungen als eine Ausprägung von Alltagsumgebungen deutlich höher als in Arbeitsumgebungen.

Eine Möglichkeit, auf der Basis von allgegenwärtigem, Computing intelligente Wohnungsumgebung zu bauen wurde schon von Mark Weiser in seinem Paper

---

\*Präsentiert auf dem 4. Kongress Multimediatechnik, veranstaltet durch IFM Institut für Multimediatechnik gGmbH, Wismar, 2009

„Computer of the 21th Century“ [Weiser \(1991\)](#) als Vision konzipiert. Frühe Konzepte von intelligenten Häusern kranken häufig an dem Manko komplizierter Interaktionsmodelle mit diesen Wohnumgebungen. Auf dem heutigen Stand der Technik, insbesondere in dem Bereich Seamless Interaction und Human Computer Interaction, scheint es sinnvoll zu sein, einen erneuten Versuch zu unternehmen sich des Themas der intelligenten Wohnumgebung zu nähern.

Ein immer wieder kontrovers diskutiertes Thema im Bereich intelligente Wohnumgebungen ist der – befürchtete – Kontrollverlust über seine eigene Umgebung. Zur (Wieder-)Erlangung der Kontrolle sind auf der einen Seite Modelle für einfache Interaktionen mit Computer Equipment notwendig<sup>1</sup>, zum anderen klare Metaphern der Kommunikation mit Räumen, die aus dem bisherigen Erfahrungsschatz der Nutzer/Bewohner gespeist werden.

Trendaussagen wie<sup>2</sup>

Physische Interaktion (Engl: Tangible Interaction, Abk: TUI) ist ein neues IKT-Interaktionsparadigma, bei dem die Handhabung eines mit Sensoren instrumentierter Gegenstands als Eingabe für Softwaresysteme interpretiert wird, so dass z. B. das Drehen eines Objektes zum Weiterblättern auf der damit assoziierte Webseite führt. ([Wahlster und Raffler \(2008\)](#),Seite 55)

legen eine *begreifbare* Metapher nahe, wie sie durch Tangible Computing zur Verfügung gestellt wird<sup>3</sup>.

## 2 Tangible Computing

Erste Überlegungen zu Interactive Computing durch Douglas Engelbart und anderen, Ende der 60er Jahre, startete die Disziplin der Human Computer Interaction. Brooks formulierte in [Brooks Jr. \(1977\)](#):

The whole discipline of system architecture has its central concern in the definition of the interface between computer system and its users.

---

<sup>1</sup>s. a. Diskussionen in [Rossberger und von Luck \(2009\)](#) über mentale Modelle und Interaktionsmodalitäten sowie [Boetzer u. a. \(2008\)](#) über Gesten als natürliche Interaktionsmodelle.

<sup>2</sup>Die für diese Erörterung relevanten Trendaussagen basieren u.a. auf Forschungen zu intelligenten Umgebungen wie z.B. in [Embassi \(2009\)](#)

<sup>3</sup>Erste, noch sehr rudimentäre Exemplare solcher Elemente sind u.a. durch die physischen Erweiterungen der Wiimote erkennbar. So ist ein Tennisschläger als solcher erkennbar und als Interaktionsgerät mit dem virtuellen Tennis bedienbar, da seine Entsprechung in der realen Welt mit sehr ähnlicher äußerer Erscheinungsform den Gebrauch seines Stellvertreters natürlich nahelegt.

Darauf aufbauend führte Hiroshi Ishii vom MIT Media Lab 2003 den Begriff des Tangible Computing ein. Augen und Ohren werden seiner Meinung nach durch „Windows to the digital worlds“ gezogen, während der Körper und damit der Tastsinn in der Realität bei Mäusen und Tastaturen hängen bleibt. Ishii schlägt vor, den digitalen Informationen physikalische Repräsentationen zu geben (Ishii (2008)). Hierbei wird das View aus dem bekannten „Model View Controller“ Model in zwei Entitäten geteilt. Tangible ist hierbei der Anteil der View, welcher in der Realität in Objekte abgebildet wird, intangible ist hingegen die Abbildung der View in Software. Eine enge Kopplung der beiden Anteile bilden dann das eigentliche Control. Eine Darstellung dieses Zusammenhangs stellt Ishii durch Abb. 1 dar.

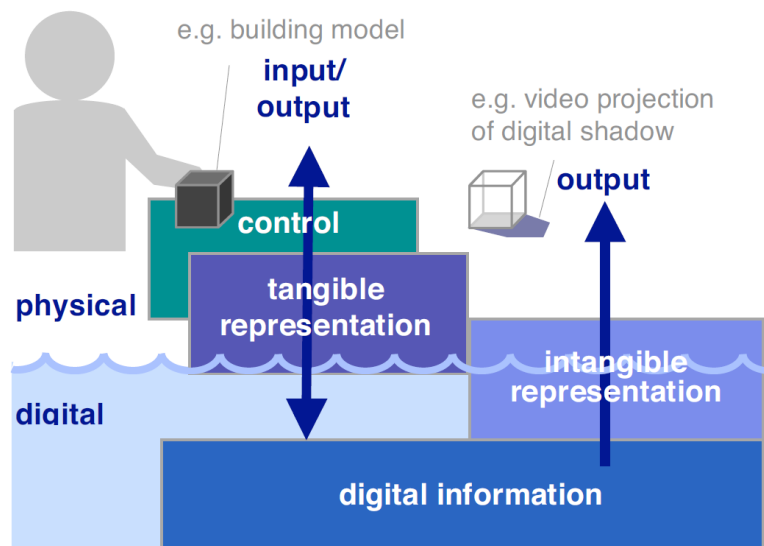


Abbildung 1: Tangible User Interface aus Ishii (2008), Seite 17

### 3 HAW Hamburg - Living Place

An der HAW Hamburg wird seit 2009 ein Living Place konzipiert<sup>4</sup>, welches sich als konkrete Muster- und Experimentalwohnung ausprägt und es Personen ermöglichen soll, in realistischen Experimenten mehrere Tage auf Probe zu wohnen. In diesem Kontext sollen insbesondere neue Konzepte, wie z.B. aus dem Bereich Tangible Computing, erprobt werden. Das Labor im Einzelnen in seiner Aufteilung wird in Abbildung 2 veranschaulicht. Es wird in einem Bestandsgebäude der HAW

<sup>4</sup>Der Living Place Hamburg ist ein Projekt der HAW in Kooperation mit Hamburger Firmen, relevant finanziert durch die Wirtschaftsbehörde Hamburg.

### 3 HAW HAMBURG - LIVING PLACE

---

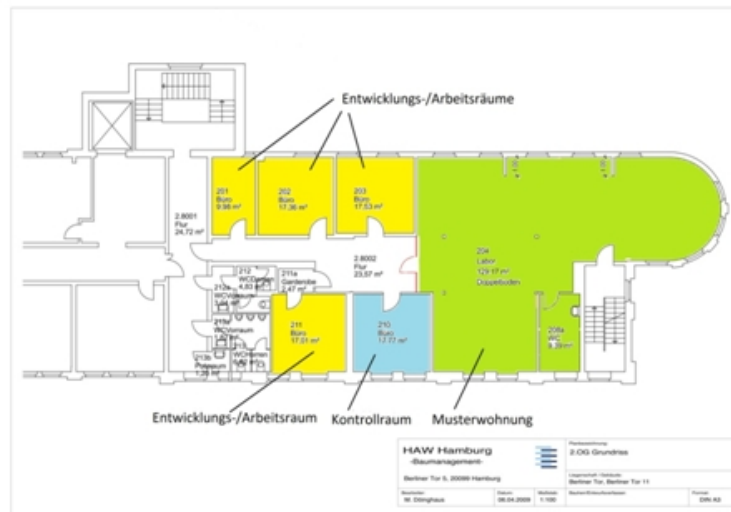


Abbildung 2: Aufteilung des Living Place Hamburg

Hamburg am Department Informatik untergebracht (siehe Abbildung 3). Erste Modelle der Wohnung (siehe Abbildung 4) wurden im Maßstab 1:18 nachgebildet, um eine Einschätzung für die Ausmaße der Musterwohnung zu bekommen und Versuchsaufbauten im kleinen Maßstab vorab diskutieren zu können. Eine funktionsfähige Wohnung soll im Sommer 2010 in Betrieb genommen werden.



Abbildung 3: Bestandsgebäude der HAW

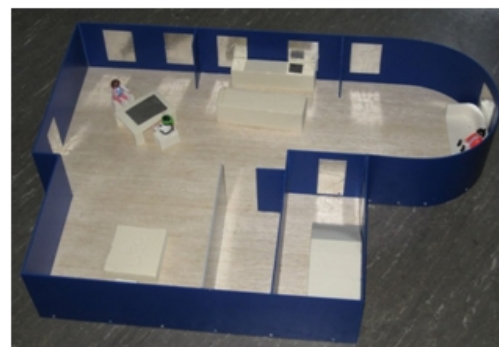


Abbildung 4: Modell der Musterwohnung

Kern der Untersuchungen im Living Place Hamburg werden Versuche im Kontext des Ambient Intelligence sein, die sich mit situationsadäquatem Verhalten aus-

einandersetzen. Die typische Sichtweise von Context Aware Computing als intelligenter adaptiver Umgebung wird dabei ergänzt um Untersuchungen über einfache Interaktionsmodalitäten innerhalb dieser Wohnumgebung mit Hilfe von Tangible Computing als natürliche Eingriffsmöglichkeiten der Bewohner.

## 4 Die Hamburg Cubicals

Ein erster Ansatz von begreifbarem Computing wurde mit Hilfe der Nintendo Wiimote umgesetzt. RGB-LEDs, welche als Hintergrundbeleuchtung für eine im Labor aufgebaute Powerwall dienen, konnten mithilfe der Lageinformation der Wiimote gesteuert werden. So wurde mit der Rotation über die X-Achse die Farbe gewählt und über die Rotation der Y-Achse die Helligkeit bestimmt. Die Wiimote bot eine einfache und schnelle Möglichkeit um einen ersten Eindruck über Interaktionsmodi und dessen Möglichkeiten zu bekommen. Die ersten Erfahrungen mit dieser Steuerung wurden gesammelt und auf dieser Basis eine erste Skizze einer begeifbaren Steuerung von Funktionalitäten entwickelt. Daraus resultierend stammt die Idee des Hamburg Cubical als einfach konfigurierbare Basis für Tangible Computing Untersuchungen.

Das Hamburg Cubical ist nach außen hin ein einfacher Würfel (siehe Abbildung 7), der so nicht als Steuerelement erkennbar ist. Als Innenleben wird ein Arduino-Board verwendet, das mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet wird und drahtlos Kontakt mit den Steuerrechnern der Wohnung aufnehmen kann. In einer Ausprägung als Dimmer (Licht, Ton, . . .) wird er dann u.a. mit einem 3-Achsen Beschleunigungssensor ausgestattet, der es ermöglicht, die Lageveränderung des Würfels als Input für unterschiedliche Geräte im Livingplace zu nutzen. Nearfield-Sensoren könnten die Werte des Cubicals einem entsprechenden räumlichen Kontext zuordnen und die Wirkung auf den Bereich beschränken.

Eine andere Interpretation der Würfelbewegung können Programmänderungen beim Fernseher provozieren. Ist der Würfel von seiner Ausgangsposition z.B. um 90° nach rechts gekippt, kann diesem Zustand eine Programmauswahländerung zugeordnet werden (Abbildung 5).

Die lokale Rückmeldung des Hamburg Cubicals in erster Version wird durch RGB-LEDs in Kombination mit Vibrationseffektoren realisiert, so dass dem Würfel seine – erfolgreiche – Interaktion direkt angesehen werden kann. Als Alternative wird gegenwärtig der Einsatz eines integrierten Display untersucht, das weitere Rückmeldungsmöglichkeiten gestattet.

Der Einsatz der Arduino Hardware ermöglicht den Zugriff auf eine flexible Platt-

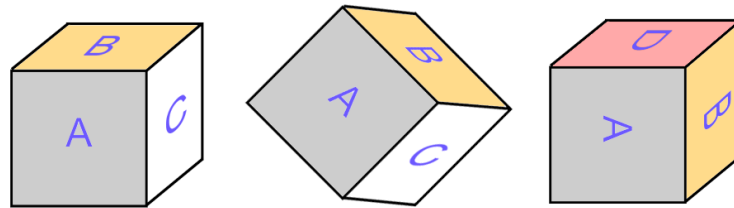


Abbildung 5: Kippen des Würfels

form, mit dessen Hilfe schnell Prototypen für Untersuchungen umgesetzt werden können. Durch das Open Source Hardwarekonzept der Arduino Linie und die dadurch entstandene große Entwicklergemeinschaft gibt es zahlreiche Beiträge zur Weiterentwicklung. Ein Arduino in Standardausführung verfügt über einen frei programmierbaren Mikrocontroller aus der ATmega Serie von Atmel. Es stehen diverse digitale und analoge Ein- und Ausgabe Ports zur Verfügung. Die Stromversorgung lässt sich variabel von unterschiedlichen Quellen beziehen, wie z.B. der USB Schnittstelle, einem separatem Netzteil oder einem Akku. Diese flexiblen Eigenschaften ermöglichen die Verwendung einer Vielzahl von unterschiedlichen Sensoren und Effektoren, welche sich mit den Arduino Plattformen kombinieren lassen. Ein Kommunikationsmodul auf ZigBee Basis ist über ein aufsteckbares Modul integrierbar, so dass eine schmalbandig drahtlose Kommunikation mit der Umgebung realisiert werden kann. Auf diese Weise lässt sich ein iterativer Entwicklungsansatz bei der Hardwareentwicklung verfolgen. Dies ermöglicht eine Erweiterung der Hamburg Cubicals mit minimalem Aufwand.

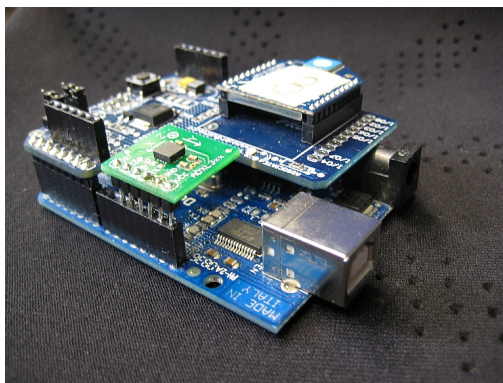


Abbildung 6: Arduino mit ZigBee Modul und Beschleunigungssensor

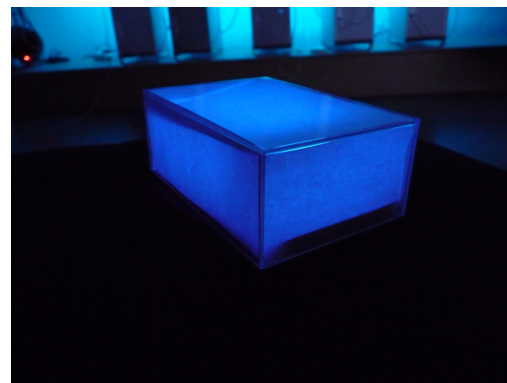


Abbildung 7: Erste Skizze eines Hamburg Cubical

Ein korrespondierender Prozess auf einem Steuerrechner nimmt die durch den

jeweiligen Cubical erzeugten, Informationen entgegen interpretiert sie kontextsensitiv soweit wie möglich und stellt sie zur weiteren Verarbeitung anderen Prozessen über ein Blackboard System zur Verfügung<sup>5</sup>.

Da im Ambient Intelligence Kontext der HAW eine Expertise in Touch und Multitouch Technologien ausgebildet wurde, wird der Einsatz der Hamburg Cubicals als haptisch erfahrbares Kontrollmedium in Ergänzung zu Multitouch Bildschirmen untersucht. So sind Konfigurationen der Funktionszuschreibung des Cubicals mittels eines auf dieser Technologie basierenden Tisches eines der zukünftigen geplanten integrativen Erweiterungen in die Wohnumgebung.

## 5 Fazit

Das Living Place Hamburg stellt sich als Untersuchungslabor für die Übertragung von Ergebnissen aus dem Bereich Ambient Intelligence in Wohnumgebungen dar. Ein wesentlicher Teil solcher Umgebungen sind unterschiedliche Modalitäten der Interaktion, die u.a. durch Tangible Computing ermöglicht werden. Zu diesem Zwecke wurde der Hamburg Cubical entworfen, der als Basis für verschiedene Ausprägungen durch einfache Bestückung mit unterschiedlichen Sensoren und Effektoren dienen kann. Der Rückgriff auf Open Hardware Plattformen wie dem Arduino ermöglicht hierbei die einfache Weiterentwicklung dieses Cubicals durch die sehr virulente Entwicklergemeinschaft um diese offenen Plattformen.

Die ersten Ergebnisse auf Basis von Lichtsteuerung durch die Wiimote sind schon sehr vielversprechend. Inwieweit aber eine breitere Akzeptanz intelligenter Wohnumgebungen durch den Einsatz dieser Interaktionsmodalitäten erreicht werden kann, wird Gegenstand der Untersuchungen der nächsten Zeit sein.

## Literatur

[Boetzer u.a. 2008] BOETZER, J. ; RAHIMI, M. ; VOGT, M. ; WENDT, P. ; K.V.LUCK: Gestenbasierte Interaktion mit Hilfe von Multitouch und Motiontracking. In: CLEVE, Jürgen (Hrsg.): *Proceedings WIWITA 2008* Hochschule Wismar (Veranst.), Hochschule Wismar, 2008, S. 38–49. – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/papers/WIWITA2008.pdf>. – Zuletzt besucht: 24.08.2008

[Brooks Jr. 1977] BROOKS JR., F. P.: The computer 'scientist' as toolsmith —

---

<sup>5</sup>Eine genauere Darstellung der Blackboard basierten Agentenstruktur findet sich in [Stegelmeyer u. a. \(2009\)](#) wieder.

## LITERATUR

---

- studies in interactive computer graphics. In: GILCHRIST, B. (Hrsg.): *Information Processing 77, Proc. IFIP Congress Bd. 7, 1977*, S. 625–634
- [Brown u. a. 1985] BROWN, John S. ; CASHMAN, Paul M. ; MALONE, Thomas: Interfaces in organizations (panel session): supporting group work. In: *SIGCHI Bull.* 16 (1985), Nr. 4, S. 65. – ISSN 0736-6906
- [Embassi 2009] EMBASSI: *Elektronische Multimediale Bedien- und Service Assistenz*. Webseite. 2009. – URL <http://www.embassi.de/start.html>. – Letzter Aufruf am 26. August 2009
- [Ishii 2008] ISHII, Hiroshi: Tangible bits: beyond pixels. In: *TEI '08: Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction*. New York, NY, USA : ACM, 2008, S. xv–xxv. – ISBN 978-1-60558-004-3
- [Rossberger und von Luck 2009] ROSSBERGER, Philipp ; LUCK, Kai von: Iterative design of tabletop GUIs using physics simulation. In: *Mensch und Computer Konferenz*. Berlin, Germany, 2009
- [Stegelmeier u. a. 2009] STEGELMEIER, Sven ; WENDT, Piotr ; LUCK, Kai von: iFlat - Eine dienstorientierte Architektur für intelligente Räume. In: *Proceedings of the VDE 2 Ambient Assisted Living Kongress*. Berlin, Germany, 2009
- [Wahlster und Raffler 2008] WAHLSTER, Wolfgang (Hrsg.) ; RAFFLER, Hartmut (Hrsg.): *Forschen für die Internet-Gesellschaft: Trends, Technologien, Anwendungen - Trends und Handlungsempfehlungen 2008 des Feldafinger Kreises*. URL [http://www.feldafinger-kreis.de/Feldafinger-Kreis\\_Studie\\_2008.pdf](http://www.feldafinger-kreis.de/Feldafinger-Kreis_Studie_2008.pdf), 2008
- [Weiser 1991] WEISER, Mark: The Computer for the Twenty-First Century. In: *Scientific American* 265 (1991), S. 94–104
- [Winograd 2009] WINOGRAD, Terry: *Stanford HCI Project Overview*. Webseite. 2009. – URL <http://hci.stanford.edu/research/index.html>. – Letzter Aufruf am 26. August 2009