

Klassifikation der Human-Environment-Interaction in intelligenten Umgebungen

Ali A. Nazari Shirehjini
Fraunhofer-IGD
Fraunhoferstr. 5, D-64283 Darmstadt, Germany
ali.nazari@igd.fraunhofer.de

Abstract: Der Begriff Ambient Intelligence (AmI) bezeichnet ein neues Paradigma der Interaktion zwischen dem Menschen und seiner Alltagsumgebung. Ambient Intelligence versetzt diese Umgebung in die Lage, sich des in ihr handelnden Menschen, seiner Ziele und Bedürfnisse bewusst zu sein (*Context Awareness*) und den Nutzer beim Durchführen seiner Tätigkeiten zu *assistieren*. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, wie ein solches *Assistieren* aussehen soll. Es wird ein detailliertes Modell für die Klassifikation von Human-Environment-Interaction vorgestellt.

1 Einleitung

Bereits heute leben wir in einer Welt, in der wir von intelligenten Geräten umgeben sind, die uns bei der Gestaltung, Organisation und Durchführung unseres täglichen Lebens unterstützen. Es werden immer mehr intelligente Geräte in die Umgebung des Nutzers integriert, welche mit zunehmender Miniaturisierung im Hintergrund verschwinden. Dabei soll die Komplexität der Umgebung und die hohe Anzahl von intelligenten Geräten den Nutzer nicht von seinen eigentlichen Aufgaben abgelenkt. Der Nutzer soll durch die erforderlichen Bedienungsaufgaben kognitiv so wenig wie möglich belastet werden.

Der Gebrauch solch umfangreicher, eingebetteter Systeme stellt für die Fähigkeit des Nutzers eine große Herausforderung in intelligenten Umgebungen dar. Je mehr Technik verfügbar ist, desto größer wird die Herausforderung für den Nutzer, Herr über seine Alltagsumgebung zu bleiben, und desto mehr sinkt der zusätzliche Nutzen von weiteren Geräten.

Die Interaktion wird darüber hinaus durch die vielfältigen Ausprägungen der Technologie, sowie durch sich verändernde Umgebungen erschwert. Betrachtet man solche Umgebungen näher, stellt sich die Frage, wie die Interaktion zwischen dem Menschen und seiner Umgebung *intuitiv* gestaltet werden kann. Dabei hängt die Intuitivität eines Interaktionssystems von der jeweils zu unterstützenden Umgebung und der durchzuführenden Nutzeraktivitäten ab. Deshalb ist der Entwurf von *geeigneten* Interaktionsmodellen bei der Entwicklung von AmI-Systemen von großer Bedeutung.

Um den Entwurf von geeigneten Interaktionsmodellen zu erleichtern, stellt die vorliegende Arbeit ein mehrdimensionales Klassifikationsmodell für die Interaktion in reaktiven

Medienräumen vor. Es beschreibt die unterschiedlichen Dimensionen der Interaktion und skizziert den Gestaltungsraum für den Entwurf von Interaktionsmodellen, so dass das vorliegende Klassifikationsmodell hier auch als ein Metamodell für die Interaktionsmodellierung dient.

2 Klassifikation von Interaktionsparadigmen für Ambient Intelligence

Im Bereich der Human-Environment-Interaction lassen sich verschiedene Interaktionsparadigmen unterscheiden, die mit unterschiedlichen Dimensionen klassifiziert werden können (vgl. Abb. 1). Einer der wichtigsten Klassifikationsmerkmale ist die Dimension der Initiative. Eine Interaktion kann demnach explizit, implizit oder *gemischt* erfolgen.

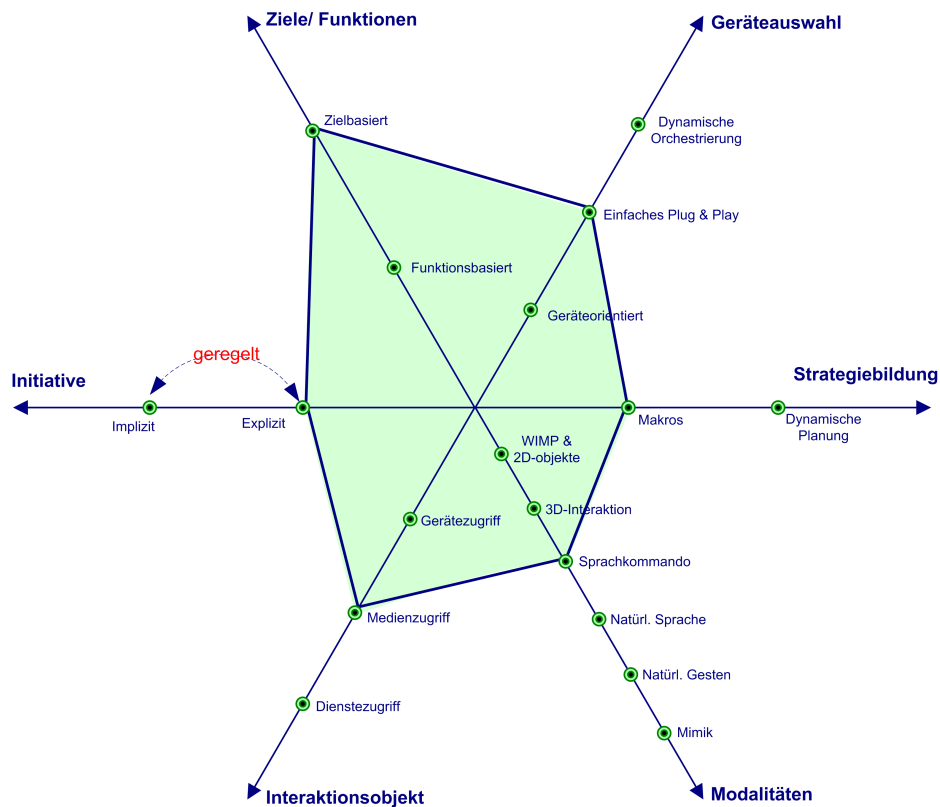


Abbildung 1: Ein Modell für die Klassifikation der Human-Environment-Interaction.

2.1 Explizite und implizite Interaktion sowie *Koexistenz* dieser Paradigmen

Generell lässt sich die Human-Environment-Interaction in zwei Klassen unterteilen: explizite und implizite Interaktion. Implizite Interaktion kann *reaktiv* oder *proaktiv* gestaltet werden. Des Weiteren kann die Human-Environment-Interaction aus einer geregelten impliziten und expliziten Interaktion bestehen, wobei der Nutzer sowohl mittels Assistenzsystemen interagieren kann, als auch durch die intelligente Umgebung automatisch unterstützt wird.

- *explizit*: der Nutzer kann mittels kontextbewusster Assistenzsysteme auf eine intuitiven Art und Weise mit seiner Umgebung interagieren. Dabei bestimmt der Nutzer *wann* und *was* geschehen soll. Die Eingaben des Nutzers erfolgen explizit.
- *implizit - reaktiv*: die Umgebung *reagiert* nach dem Reiz-Reaktions-Prinzip auf das Verhalten des Nutzers und automatisiert einige Vorgänge. Hierbei geht es um ein Handeln „erst/nur auf Anstoß von außen, aufgrund von Fehlern, Mängeln, Forderungen, im Gegensatz zu aktivem oder proaktivem Handeln“. Bei dieser Art der Interaktion bekommt das System keine direkten Nutzereingaben. Vielmehr lösen Nutzerverhalten und Umgebungszustände Systemreaktionen aus. Demnach existiert ein *direkter* Zusammenhang zwischen Nutzerverhalten und Systemreaktion.
- *implizit - proaktiv*: die Umgebung erkennt *vorausschauend* (durch die Analyse des Nutzerverhaltens und seiner Umgebung) mögliche Nutzerziele und schätzt seinen Bedarf an benötigter Unterstützung ab. Hierbei geht es um ein „frühzeitiges und differenziertes Vorbereiten auf mindestens zwei unterschiedliche Umweltkonstellationen oder bewusstes Gestalten ausgewählter strategischer Tatbestände...“ (vgl. [Sch00], S. 13).

Auslöser von proaktiven Systemreaktionen erfolgen demnach auf Grund von absehbare Nutzersituationen. Bei der proaktiven Interaktion erbringt die Umgebung dem Nutzer ihre Dienste *Initiative ergreifend*, also ohne dass vom Nutzer eine *unmittelbare* Eingabe ausgeht, welche einen direkten Zusammenhang zu jenen Proaktivitäten hätte. Diese Art des Interaktionsdesigns ist an eine Butler-Metapher angelehnt.

- *Koexistenz von implizit und explizit*: Des Weiteren können diese beiden Formen koexistieren, wenn z.B. der Nutzer explizite Assistenzsysteme in reaktive Umgebungen hinein trägt und dort zur *expliziten* Steuerung *derselben reaktiven* Umgebung einsetzt. Zur Vermeidung von Interaktionskonflikten werden Koordinierungsmechanismen benötigt. Im einfachsten Fall kann dies über Floor-Kontrolle erfolgen, wobei entweder nur die reaktive Umgebung oder nur der persönliche Assistent aktiv wird. In anderen Formen kann die Zugriffskontrolle granularer – auf Aktivitätsebene oder Geräteebene – definiert und synchronisiert werden. Demnach kann z.B. ein Assistenzsystem in einer Umgebung die Beleuchtung und die Multimedia-Steuerungs-Aufgaben übernehmen, während die reaktive Umgebung lediglich Aufgaben bezogen auf die Klimaanlage durchführen darf.

Zu den expliziten Interaktionssystemen zählen z.B. mobile Interaktionsassistenten, die auf persönlichen Geräten des Nutzers laufen und so den Nutzer in verschiedenen Domänen begleiten und unterstützen. Beispiele hierfür sind das PECo System [Shi05b] oder das Sony InfoPoint-Projekt.

Eine explizite Interaktion kann auch mittels gesprochener Sprache und Gesten erfolgen, ohne dass der Benutzer zusätzliche Eingabegeräte benötigt. Auch im Bereich der impliziten Interaktion existieren bereits signifikante Forschungsarbeiten wie z.B. das SIKOWO oder DynAMITE-Projekt. Gute Beispiele für Mischformen von einer expliziten und reaktiven Interaktion liefern die Projekte EMBASSI [KHS01] oder SIKOWO [FOR04]. Im Rahmen dieser Projekte hat der Nutzer neben einer expliziten Sprach- und Gesteninteraktion auch die Möglichkeit einer reaktiven Interaktion. Eine geregelte Koexistenz mit Konfliktmanagement bzw. Interaktionssynchronisation findet jedoch nicht statt.

Umsetzungen des proaktiven Interaktionsparadigmas für Human-Environment-Interaction existieren selten. Das Aura-Projekt der Carnegie Mellon University hat die Vision von einer solchen proaktiven Interaktion. Der Aura-Vision nach könnte dann das *Aura* eines Benutzers ihm *vorausschauend* z.B. die benötigten Informationen beschaffen. Der Nutzer könnte des Weiteren mit seinem *Aura* über natürliche Sprache interagieren und *explizit* auf Informationen und Dienste zugreifen.

2.2 Zielbasiert und funktionsbasiert

Auf dieser Dimension werden zur Klassifikation der Human-Environment-Interaction die Eingaben des Benutzers in Funktionen (Aktionen) oder Nutzerzielen eingeordnet, welche er gegenüber eines Interaktionssystems äußert. Beispiele für Funktionen sind „ausschalten“, „einschalten“ oder „stumm-schalten“ etc. In der Regel kann dabei eine Funktion auf eine Operation eines real existierenden Gerätes abgebildet werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Nutzer das funktionsbasierte Bedienkonzept des Gerätes mental übernommen hat [Sen04]. Nicht immer lässt sich die geäußerte Funktion auf eine Operation abbilden. Es kann sich bei einer geäußerten Funktion z.B. um Operationen eines *abstrakten* Gerätes handeln, das zwar im mentalen Konzept des Benutzers existiert, das sich aber nicht in der aktuellen Umgebung des Benutzers befindet oder nicht die gewünschte Funktionalität anbietet. So kann der Benutzer z.B. die Funktion „DVD kopieren“ äußern, obwohl sich kein DVD-Kopierer, sondern nur ein DVD-Player in seiner Umgebung befindet. Folglich kann in so einem Fall diese Funktion nicht direkt auf Operationen eines Gerätes abgebildet werden. Stattdessen könnte ein Geräteverbund diese Funktion ausführen.

Im Gegensatz zur funktionsbasierten Interaktion äußert sich der Benutzer bei einer zielbasierten Interaktion in Form von definierten Umgebungszuständen, welche durch die Ausführung von einer Operationsmenge erreicht werden können. Dabei interessiert sich der Nutzer in der Regel nicht dafür, durch welche Operationsmenge – Strategie – das gewünschte Ziel erreicht wird. So kann der Benutzer das „Heller werden“ seiner Umgebung wünschen, ohne zu bestimmen, ob es z.B. durch Anschalten einer Lampe oder Öffnen von Rollläden geschehen soll. Beispiele für weitere Ziele können „Präsentieren der letzten

Umsätze“, „Darstellung eines Dokumentes“ oder auch das Beschaffen bestimmter Informationen (z.B. aktuelle Aktienkurse) sein, ohne dabei zu bestimmen, woher sie beschafft und in welcher Form sie präsentiert werden sollen.

Es existiert eine „Korrelation“ zwischen der Art der Nutzeräußerungen (Ziele oder Funktionen) und der Art der Geräteauswahl (vgl. Kapitel 2.3), um die gewünschten Ziele und Funktionen auszuführen (vgl. [Sen04]). Eine Studie zeigt, dass die Nutzer sich eher in Form von Zielen äußern, wenn die Geräte stärker im Hintergrund verschwinden. Hierbei tritt die Umgebung als ein Ganzes vor. Im mentalen Konzept des Benutzers existiert dann die instrumentierte Umgebung als ein abstraktes Gerät, mit dem er zielbasiert interagieren kann (vgl. [Sen04]).

2.3 Geräteorientiert und dynamische Ensembles

Die Dimension der *Geräteauswahl* unterscheidet die Human-Environment-Interaction danach, ob ein Benutzer ein Gerät direkt auswählt, das die von ihm gewünschte Funktionen und Ziele ausführen soll, oder die Geräteauswahl *selbstorganisierend* stattfindet. Im Gegensatz zu einer direkten Auswahl von Geräten kann der Nutzer seine Äußerungen auch an die Umgebung als Ganzes richten, da er in seinem mentalen Konzept diese als ein Geräteverbund wahrnimmt (vgl. [Sen04]). Dabei können Geräteverbünde – auch spontan gebildete Ensembles genannt (vgl. [EK05]) – dynamisch gebildet werden, um Nutzerziele durchzuführen.

Ein Beispiel für eine funktionsbasierte, geräteorientierte Human-Environment-Interaction ist das Zeigen auf eine bestimmte Lampe und sprechen des Kommandos „ausschalten“ (vgl. [FOR04]). In einer etwas dynamischeren Form der Interaktion bestimmt der Nutzer lediglich den Typ des Gerätes, welches eine von ihm gewünschte Funktion ausführen soll. So kann der Nutzer bestimmen, dass die Umgebung durch die Benutzung eines Dimmers „heller“ werden soll, und dass seine Präsentationsdatei von einem Projektor und nicht auf dem Laptopbildschirm dargestellt werden soll. Dabei wird das entsprechende Gerät dynamisch ausgewählt (vgl. [Shi05a]).

Eine zielbasierte Interaktion mit einer Umgebung, in der sich Ensembles zwecks Zielausführung dynamisch bilden können, wird in [EK05] beschrieben.

Zwischen der Form der Geräteauswahl besteht eine Korrelation zu einer weiteren Dimension, die untersucht, ob eine Strategie (Operationsmenge) zur Zielausführung dynamisch oder statisch gebildet wird (vgl. Kapitel 2.4).

2.4 Makros und dynamische Strategieplanung

Auf der Dimension der Strategiebildung wird bei der Human-Environment-Interaction hauptsächlich danach unterschieden, ob Funktionsmengen zur Umsetzung eines Zieles dynamisch oder statisch gebildet werden.

Bei einem *Makro* werden die Ziele des Nutzers stets durch die Ausführung derselben Funktionsmenge erreicht. So werden nach der Zieläußerung „heller“ z.B. immer nur alle Lampen eingeschaltet und Rollläden geöffnet. Eventuelle neue Typen von Geräten, z.B. dimmbare Stehlampen, werden dabei nicht berücksichtigt.

Im Gegensatz zu Makros wird bei einer *dynamischen Planung* bzw. Strategiebildung je nach den Möglichkeiten einer Umgebung und unter Berücksichtigung von Nutzerpräferenzen ein Plan zur Zielumsetzung gebildet. Diese Strategie kann dann auf Operationen eines dynamischen Ensembles abgebildet werden. Dabei bestimmt die Umgebung, wie eine Strategie für Nutzerziele gebildet wird. So kann sie für die Ausführung des Zieles „Präsentieren der letzten Umsätze“ z.B. eine digitale Präsentation auf einem Projektor auswählen oder aber passende Grafiken ausdrucken und zusätzlich die Daten jedem Benutzer per Email zusenden.

Beispiele für *zielbasierte* Interaktion mittels *Makros* liefern [Shi05a, Shi05b]. So kann ein Benutzer eine PowerPoint-Datei per Drag&Drop auf ein entsprechendes „Präsentationsmakro“ seines Bedienassistenten ziehen (vgl. hierzu [Shi05a, Shi05b]). Daraufhin bildet der Bedienassistent eine statische *Funktionsmenge* auf Operationen von Gerätetypen ab, zu deren Ausführung zunächst passende Geräte per *Plug&Play* und Device Discovery (z.B. ein Projektionsgerät mit Präsentationsdienst) ausgewählt werden.

2.5 Eingabemodalitäten

Zur Klassifikation von Human-Environment-Interaction können auf dieser Dimension die eingesetzten Formen für Nutzereingaben sowie Systemausgaben herangezogen werden. Dabei können diese auf herkömmliche 2D GUI (WIMP) basieren. Ein besonders intuitives Eingabeverfahren – insbesondere für *Device Selection* und *Pointing* – bieten 3D-Interaktionselemente. Hierzu gehört z.B. Pen-basierte Interaktion mit 3D-Objekten. Auch hardwarebasierte Gesteneingabe sowie Infrarot- oder Laser-basierte Pointing-Geräte bieten 3D-Eingabemöglichkeiten. Sprachkommandos, natürliche (gesprochene) Sprache, natürliche Gesten von Menschen und Mimik-Interaktion sind weitere Modalitäten.

2.6 Geräte-, Medien- und Dienstzugriff

Auf einer der wichtigsten Dimensionen wird die Human-Environment-Interaction nach dem *Interaktionsobjekt* klassifiziert. Dabei gilt es zwischen Systemen zum Gerätezugriff, Medienzugriff sowie Dienstzugriff zu unterscheiden.

Je nach Interaktionsobjekt kann die *Intuitivität* einer Bedienmetapher oder die Praktikabilität einer für Nutzereingabe erforderlichen Modalität stark variieren. So mag eine Sprachkommando-basierte Interaktion mit einem Wetterabfragedienst intuitiv sein. Im Gegensatz dazu können Nutzer eine Sprachkommando-basierte Auswahl von Geräten oder durchsuchen von Dokumenten als nicht intuitiv empfinden.

3 Zusammenfassung

Das vorgestellte Modell bildet eine Grundlage für die systematische Untersuchung und Klassifikation von Konzepten zur Human-Environment-Interaction. Dabei erlaubt das Klassifikationsmodell, die Interaktion in unterschiedliche Dimensionen aufgetrennt zu betrachten. Ein Bedienungskonzept muss unterschiedlichen Anforderungen genügen. Diese hängen zum einen von der Anwendungsdomäne und zum anderen von den zu unterstützenden Aktivitäten ab. Bei der Entwicklung eines Bedienungskonzepts bietet das vorgestellte Klassifikationsmodell eine Entscheidungsgrundlage dafür an, welchem Interaktionsparadigma das zu entwickelnde Bedienungskonzept folgen sollte.

Es existieren bereits Klassifikationsmodelle für die Human-Environment-Interaction. Nach Sheridan (vgl. [She88]) wird die Interaktion auf den Dimensionen der Initiative und Automatisierungsgrad klassifiziert. Demnach kann bei der Human-Environment-Interaction die Initiative entweder vom System ausgehen oder vom Benutzer ergriffen werden. Auf der Dimension des Automatisierungsgrades klassifiziert Sheridan Assistenzsysteme danach, in wie weit eine Aufgabe vom System übernommen wird. So kann ein System z.B. informieren, Lösungswege vorschlagen oder auch vollautomatisch eine Aufgabe ausführen. Auch der Grad der Adaptivität ist ein Merkmal, das unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Ein adaptives System passt sich dem Benutzer von sich aus an. Ein adaptierbares System hingegen kann vom Benutzer nach seinen Wünschen eingerichtet werden (vgl. [NWzK03]).

Schmidt et al. stellen in [SKH05] ein Modell vor, wonach die Interaktion des Nutzers mit seiner Umgebung detaillierter klassifiziert werden kann. Darin unterscheiden die Autoren, wie transparent der Nutzer ein System benutzt (explicit use und implicit use). Dabei kann die Interaktion über nahtlos in der Umgebung eingebettete Geräte erfolgen oder über Interaktionsgeräte ablaufen. Als Beispiel sind heute bereits automatische Türsysteme nahtlos in Umgebungen eingebettet. Der Benutzer kann solche Türen *implizit benutzen*, indem er einfach durch läuft und sich die Tür automatisch öffnet. Er kann sie aber auch *explizit benutzen*, indem er einen Gegenstand in den Sensor hält, damit die Tür geöffnet bleibt. Während Sheridan und Schmidt hauptsächlich die Art der Automatisierung (Initiative, Automatisierungsgrad, *Interaktionstransparenz*) berücksichtigen, behandelt das präsentierte Modell weitere wichtige Aspekte der Human-Environment-Interaction. Nach Sheridan unterscheidet sich ein Assistenzsystem zur zielbasierten Steuerung von Geräte-Ensembles nicht von einem System, das eine rein funktionsbasierte Steuerung von einzelnen Geräten erlaubt. Aus der Sicht des Human-Environment-Interaction stellen jedoch diese Systeme – aufgrund der dargestellten unterschiedlichen Interaktionsparadigmen – völlig unterschiedliche Systeme dar und können deshalb mit den existierenden Modellen nicht genauer klassifiziert werden.

Im Gegensatz zu [SKH05] und [She88] erlaubt das vorgestellte Modell eine weitergehende und detaillierte Klassifikation von Human-Environment-Interaction.

Literatur

- [EK05] José L. Encarnação und Thomas Kirste. Ambient Intelligence: Towards Smart Appliance Ensembles. In *From Integrated Publication and Information Systems to Virtual Information and Knowledge Environments*, Seiten 261–270, Rostock, Germany, 2005. Rostock University. <http://www.informatik.uni-rostock.de/mmis/paper.pdf>.
- [FOR04] FORSIP Research Project. sikowo- Situative und personalisierte Kommunikation mit Wohnkomfortregelsystemen. Web, 2004. http://www.forsip.de/index.php?show=projekte_sikowo&page=1&lang=de.
- [KHS01] Thomas Kirste, Thorsten Herfet und Michael Schnaider. EMBASSI: multimodal assistance for universal access to infotainment and service infrastructures. In *Proceedings of the 2001 EC/NSF workshop on Universal accessibility of ubiquitous computing*, Seiten 41–50. ACM Press, 2001.
- [NWzK03] Julia Nitschke, Hartmut Wandke und Christoph Meyer zu Kniendorf. Unterstützung durch menschliche Experten: Vorbild für Assistenzfunktionen? Web, 2003. <http://www.embassi.de>.
- [Sch00] Christian Scholz. *Personalmanagement*. 5. Auflage, 2000.
- [Sen04] Michael Sengpiel. Mentale Modelle zum Wohnzimmer der Zukunft, Ein Vergleich verschiedener User Interfaces mittels Wizard of Oz Technik. Diploma thesis, FU Berlin, 2004. Berlin, Germany.
- [She88] Thomas B. Sheridan. Task Allocation and Supervisory Control. *Handbook of Human-Computer Interaction*, Seiten 159–173, 1988. ISBN 0444818766.
- [Shi05a] Ali A. Nazari Shirehjini. A generic UPnP architecture for ambient intelligence meeting rooms and a control point allowing for integrated 2D and 3D interaction. In *sOc-EUSAI '05: Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence*, Seiten 207–212, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.
- [Shi05b] Ali A. Nazari Shirehjini. PECo: 3D-based Interaction with a UPnP Meeting Room. Austria, 2005. OCG.
- [SKH05] Albrecht Schmidt, Matthias Kranz und Paul Holleis. Interacting with the ubiquitous computer: towards embedding interaction. In *sOc-EUSAI '05: Proceedings of the 2005 joint conference on Smart objects and ambient intelligence*, Seiten 147–152, New York, NY, USA, 2005. ACM Press.