

# Intelligent Rooms - Ein einführender Überblick

Stefan Bösch, 03-707-106

Thierry Kramis, 02-719-979

## Der Intelligente Raum - intelligent?

Führt man sich die zahlreichen Publikationen zum Thema intelligente Räume zu Gemüte, so erkennt man eine grosse Divergenz zwischen den einzelnen Definitionen und Ansichten zum Thema intelligenter Räume. Betrachten wir uns nun zuerst die Definition zu Intelligenz, wie sie zum Beispiel bei Wikipedia zu finden ist:

„Intelligenz bezeichnet im weitesten Sinne die Fähigkeit zum Erkennen von Zusammenhängen und zum Finden von optimalen Problemlösungen.“<sup>1</sup>

Mit dieser Definition sind wir bereits weit entfernt von den üblichen Projekten zum Thema intelligenter Räume. Hier spielen in aller Regel passive Sensorik und ein minimales Steuerungsvermögen eine wichtige Rolle. Als Beispiel sei der automatische Raumthermostat erwähnt, welcher auf Grund der Temperaturmessung den Raum mehr wärmt oder eben kühlt. Es gibt zahlreiche solcher Einzelprojekte die verschiedenste Anwendungen abdecken. Doch die grosse Gesamtübersicht ist selten zu finden.

Im folgenden sei der Versuch unternommen, einigermaßen die Eigenschaften eines intelligenten Raums zu umschreiben, wobei auch diese Liste<sup>2</sup> nicht abschliessend sein soll:

- **Adaption** - Das System soll über die Fähigkeit verfügen, sich Änderungen, welche in seiner Umgebung stattfinden anzupassen.

---

<sup>1</sup> Wikipedia, Stichwort: Intelligenz, 26.5.2006

<sup>2</sup> Auszug aus <http://cvrr.ucsd.edu/aviary/publications/pdfpapers/workshop.pdf>

- **Multimodalität** - Es muss möglich sein, dass das System die laufenden Informationseingänge richtig verarbeiten kann. Dabei ist es wichtig, dass es über mehrere Aufnahmekanäle verfügt, also z.B. über Audiosensorik ebenso wie Videosensorik. Damit wird die Robustheit eines Systems wesentlich verbessert.
- **Aktives und selbstkalibrierendes Verhalten** - Es zeigt sich immer wieder, dass solche intelligente Systeme eben über die Fähigkeit verfügen müssen, zu Abstrahieren. Welche Informationen sind unwichtig, welche hingegen sind relevant.
- **Interaktion** - Das System soll fähig sein, mit seiner Umgebung zu interagieren. Dabei streiten sich die Geister, ob dies nur mit der passiven oder aber auch mit der aktiven (menschlichen) Umgebung möglich sein muss.

Wenn wir uns nun diese Eigenschaftsliste betrachten, so sollten wir uns auch die Frage stellen, wie diese Systeme im Gesamtkontext integriert werden können.

## **Akkzeptanz von intelligenten Räumen (resp. Systemen) in Ihrem Umfeld**

Dieser Blick auf den Gesamtkontext ist daher nötig, weil die beste und intelligenteste Technik nicht sinnvoll eingesetzt werden kann, wenn sie von Ihrem Umfeld nicht akzeptiert wird.

Das Umfeld ist in diesem Falle der Mensch und seine Vorurteile. Während die Endanwender solcher Systeme zumeist nichts von Technologie oder Systemarchitektur verstehen, soll es Ihnen möglich sein, die Systeme so anzuwenden, wie sie geliefert werden. Keiner will sich dabei mit allerlei Problemen wie Abstürzen und Handbüchern herumschlagen. Um diese Akzeptanz zu verbessern, sollten intelligente Raumsysteme daher über folgende weitere Eigenschaften<sup>3</sup> verfügen:

- **Kohärenz** - Systeme sollten sich kohärent verhalten, so dass auch in gewissem Sinne Verlass auf sie sein kann.

---

<sup>3</sup> Auszug aus Ada: Buildings as Organisms, Faculty of Architecture, Delft (Holland)

- **Echtzeit** - Wenn eine Handlung ausgeführt werden soll, zum Beispiel die Reaktion auf eine gewisse Anfrage, oder bestimmte Sensorinformationen, so soll dies in Echtzeit möglich sein. Der Benutzer akzeptiert kaum eine lange Wartezeit.
- **Verständlichkeit** - Das System soll dem Endbenutzer verständlich erscheinen. Komplexe Abläufe und Handlungen sollten transparent erscheinen, so dass nachvollzogen werden kann, was das System derzeit tut.
- **Interaktionsreichtum** - Systeme deren Funktionalität auf einige wenige Anwendungen beschränkt ist, interessieren niemanden, weil wohl immer genau das was man braucht nicht verfügbar ist. Der Endbenutzer muss also die „Anwesenheit“ einer zumindest minimalen Basisintelligenz verspüren.

Bereits diese bis anhin beschriebenen Eigenschaften erfordern zum Teil komplexe technische Systeme.

## **Die Komplexität von intelligenten Räumen und Ihre Umsetzung**

Will man solche Systeme für intelligente Räume in der Realität umsetzen, so ist zumeist die Anwesenheit einer Vielzahl von Systemen und einem ganzen Netzwerk nötig.

In der Literatur werden vielerlei Wege beschrieben, wie man diese Komplexität schlussendlich in die Realität umsetzt. Dabei wollen wir uns hier auf die zwei Hauptarten der Umsetzung beschränken:

- **Die Umsetzung über die traditionellen bekannten Systeme** - Eine Umsetzung von intelligenten Räumen über bekannte Systeme wie Computer, Laptops, Handhelds oder Mobiltelefone erscheint im ersten Augenblick logisch. Betrachtet man solche Umsetzungen aber im Detail, so wird klar, dass solche Systeme wohl kaum etwas mit erweiterter Intelligenz oder einfacher Benutzung zu tun haben.
- **Die Umsetzung über transparente, integrierte Systeme** - Alternativ kann man intelligente Räume über transparente Systeme umsetzen. Damit ist gemeint, dass die dem Raum zugrunde

liegende Architektur und die verschiedenen Systeme so verbaut werden, dass sie für den Endbenutzer völlig unsichtbar sind. Der Benutzer agiert dann mit Sprache, Gestik und Berührung. Wählt man eine solche Umsetzung, so ist bald klar, dass der Raum auch so antworten muss, wie der Benutzer es macht, eben mit auditivem und visuellem Feedback. Die Gestik zu implementieren ist im Moment wohl noch eher schwierig.

Aus der Umsetzungsproblematik gehen aber grundsätzlich drei weitere Probleme hervor:

- Abgrenzung zum Ubiquitous Computing
- Standardisierung & Schnittstellenproblematik
- Design Prinzipien

Diese beiden Probleme sollen nun in den folgenden Kapitel erörtert werden.

## **Abgrenzung zum Ubiquitous Computing**

Was genau versteht man unter „Ubiquitous Computing“? Ziehen wir hier nochmals die Definition gemäss Wikipedia heran:

„Der Begriff Ubiquitäre Computertechnik bezeichnet die Allgegenwärtigkeit der Informationsverarbeitung im Alltag von Unternehmen und Kunden.“<sup>4</sup>

Diese Definition vermag nur teilweise zu befriedigen. Denn allein die Allgegenwärtigkeit von Informationsverarbeitung bezeichnet noch nicht, wie diese realisiert werden soll.

Die Realisierung solcher Allgegenwärtigkeit geschieht oft über kleine und kleinste Geräte, die entweder in Kleidern oder direkt beim Menschen implementiert sind und von dort aus allerlei Daten sammeln, verarbeiten oder auch weitergeben können.

Eine solche Realisierung widerspricht aber den Implementierungsansätzen von intelligenten Räumen. Dort müssen allerlei komplexe Sensoren und Geräte sowie Netzwerke vorhanden sein, um die nötigen Arbeiten zu verrichten. Dabei kann keine Rücksicht auf kleine mobile Geräte genom-

---

<sup>4</sup> Wikipedia, Stichwort: Ubiquitous Computing, 26.5.2006

men werden. Sind intelligente Räume also stationär und spezifisch auf ein Anwendungsgebiet ausgelegt? Dem widersprechen zahlreiche Studien, unter Ihnen „The Intelligent Room Project“ des MIT.<sup>5</sup>

Sinnvoll wäre also eine Koexistenz von ubiquitären und stationären Geräten, wie intelligenten Räumen. Doch eine solche Koexistenz erfordert nun die Definition von einheitlichen Schnittstellen zur Kommunikation.

## Die Schnittstellen und Standardisierungsproblematik

Um solche einheitliche Schnittstellen zu definieren braucht es einen „globale Player“, der die Fähigkeit hat, alle beteiligten Parteien an einen Tisch zu bringen.

Das „EasyLiving“ Projekt<sup>6</sup> von Microsoft bietet einen Ansatz hierzu. Microsoft beschreibt hier die Entwicklung einer einheitlichen Middleware, die schlussendlich die Kommunikation aller beteiligten Geräte verwalten und koordinieren kann. Es ist einleuchtend, dass Microsoft eben derjenige „globale Player“ sein könnte, denn wir anfangs angesprochen haben. Hier stören aber grundsätzlich zwei Dinge.

- **Umsetzung** - Das EasyLiving Projekt ist eben eines dieser Projekte, dass immer noch gewöhnliche Computer und ähnliche Geräte in das Zentrum des Interesses rücken. Damit stehen Dinge wie „Inter-Computer-Kommunikation“ und deren technische Umsetzung im Vordergrund. Das widerspricht aber der Tatsache, dass intelligente Räume eben transparent für den Endbenutzer wirken sollten und auch entsprechend implementiert sein sollten. Dem Projekt geht dadurch auch eine gewisse Gesamtperspektive verloren.
- **Kommerzielle Firma** - Systeme wie intelligente Räume werden wohl zweifelsohne in der Zukunft eine gewichtige Rolle in unserem Leben führen. Dabei sollte deren Funktionsweise wohl eher nicht proprietär und intransparent sein. Stichworte mögen hier der Datenschutz und die Überwachungsmöglichkeiten sein (ähnliche Diskussionen sind ja bereits auch bei Hintertüren zu

---

<sup>5</sup> The Intelligent Room Project, Rodney A. Brooks, MIT Artificial Intelligence Lab, USA

<sup>6</sup> EasyLiving: Technologies for Intelligent Environments

Windows XP im Gange). Vielmehr sollten die Schnittstellen offengelegt und von einem unabhängigen Konsortium erarbeitet worden sein. Das ermöglicht schlussendlich auch die Zusammenarbeit von Geräten verschiedenster Hersteller und somit auch die freie Wahl.

Sehen wir nun ab von der endgültigen Implementierung und den Schnittstellen und betrachten wird uns das letzte der drei obgenannten Probleme, die Definition des Designs.

## Design Prinzipien

Die Thematik intelligente Räume hat vieles mit künstlicher Intelligenz zu tun. Dabei überlappen die Bereiche Design und Umsetzungsproblematik wesentlich.

Unter Design verstehen wir dabei die Ausgestaltung der schlussendlichen Systemumsetzung. Auf der Grundlage der folgenden Diskussion soll geklärt werden können, ob mit den bisherigen Forschungsprojekten die richtige Richtung eingeschlagen wurde, oder ob man den Implementierungsansatz nochmals überdenken sollte.

Die folgenden Ausführungen sind gestützt auf das Buch „Understanding Intelligence von Prof. R. Pfeiffer<sup>7</sup>

Es muss grundsätzlich zwischen zwei Ideologien unterschieden werden können:

- **Klassische künstliche Intelligenz** - Der Computer, in unserem Falle der intelligente Raum (kann auch ein Systemnetzwerk sein) erhält eine enorme Menge von Sensorinformationen, die er dann verarbeiten muss. Dabei verwendet er ganz in Analogie zum Menschen einen Prozessor als künstliches Hirn. Dieser verarbeitet nun sämtliche Informationen und liefert ein Resultat. Bei einem Roboter im Falle der Künstlichen Intelligenz kann das ein Schritt sein. Bei einem intelligenten Raum kann das zum Beispiel die Regelung des Thermostaten sein. Das Resultat ergibt sich grösstenteils aus einprogrammierten Algorithmen und Strukturen. Eine Anpassung an neue Situationen ist schwierig, obgleich nicht unmöglich. Der Prozessor bildet hier den Flaschenhals, auch wenn mehrere Prozessoren gleichzeitig arbeiten. Er kann kaum eine Abstraktion vornehmen, mit der er irrelevante und relevante Informationen sortiert. Viele Projekte und Ansätze, die

---

<sup>7</sup> Understanding Intelligence, R. Pfeiffer, MIT Press, 2001

heute in der Literatur zu finden sind, stützten sich auf diese Art von künstlicher Intelligenz. Doch auf die Dauer kann wohl ein intelligentes System nicht so arbeiten.

- **Moderne Definition der künstlichen Intelligenz** - In der jüngeren Vergangenheit ist man von obenstehendem Ansatz losgekommen. Man ist dazu übergegangen, Systeme so zu gestalten, dass sie näher an die menschliche Intelligenz herankommen. Dabei wurden folgende Prinzipien aufgestellt, wie künstliche, intelligente Systeme funktionieren sollten:
  - **3 Grundprinzipien** - Jedes Lebewesen und also auch künstliche Systeme leben in einer eigenen ökologischen Nische, zeigen entsprechendes Verhalten und sind dafür gut ausgelegt.
  - **Kompletter Agent** - Ein System muss autonom, selbsteffizient und in die Umgebung eingebettet sein.
  - **Parallele, lose gekoppelte Prozesse** - Statt eines einzelnen Prozessors, der alles verarbeitet soll ein neuronales Netzwerk entstehen, indem in vielerlei lose gekoppelte Prozesse arbeiten und zusammen ein sinnvolles Resultat liefern. So kann ein System schlussendlich auch lernfähig werden.
  - **Kooperation Sensorik & Motorik** - Die Sensorik und Motorik müssen gekoppelt sein.
  - **Billiges Design** - Statt aufwendiger Netzwerke soll überlegt werden, wie die Umgebungsphysik am besten ausgenutzt werden kann um sich darin zu bewegen.
  - **Redundanz** - Sensorik soll überlappende Informationen liefern um die Systemrobustheit zu erhöhen.
  - **Ökologische Balance** - Ein System soll immer so komplex sein, wie seine ökologische Umgebung. Eine einfache Umgebung erfordert also ein einfaches System, keine komplexen Systemnetzwerke und ähnliches.

- **Werte-Prinzip** - Das System verfügt über ein selbständiges Wertesystem, über das es lernen und sich weiterentwickeln kann.

Diese Prinzipien zeigen bereits einige Dinge auf, die den Projekten rund um das Thema intelligente Räume abhandeln kommen. Es wird immer wieder versucht mit Einsatz von teurer und vielseitiger Technik Probleme zu lösen, wo es oft sinnvoller wäre, die Gesamtsicht zu wahren und nochmals zu überlegen, wie man ein gewisses Problem angehen könnte.

Einige interessante Aspekte werden auf der Gegenseite bereits weitgehend aufgegriffen. Wenn wir zum Beispiel das Wertprinzip und die parallelen Prozesse betrachten, so sehen wir, dass die Systeme beginnen, ein Eigenleben zu entwickeln. Sobald ein System eine eigene Dynamik hat und dann beginnt wirklich mit dem Endbenutzer zu interagieren, stossen wir aber auf Hemmschwellen und Vorurteile seitens des Benutzers. Denn wer will wohl, dass sein intelligenter Raum (aber auch Haus, Auto, etc.) ihm vorschreibt, was zu tun ist. Diese Eigendynamik führt aber auch zu einer gewissen Unberechenbarkeit. Damit schwindet letztendlich auch die Zuverlässigkeit des Systems.

Gerade in der Schweiz ist ein prominentes Beispiel zu einem solchen System zu finden. Das Ada-System<sup>8,9,10</sup>, welches für die Expo.02 in Neuchâtel gebaut wurde verfügt bereits über solche Komponenten. Es hat Stimmungsschwankungen, zeigt Freude, Interesse und andere Emotionen. Ist das wirklich dasjenige System, das wir in Zukunft wollen oder wollen wir doch lieber ein etwas „dümmeres“ System, das reine Hilfsarbeiten ausführt?

Man könnte diese Diskussion wohl endlos fortführen. Sie widerspiegelt aber in idealer Art und Weise die Spaltung, die im Moment in der Forschung vorherrscht.

Fassen wir nun auf der folgenden Seite nochmals die wichtigsten Punkte dieses einführenden Überblicks zusammen.

---

<sup>8</sup> Ada: Buildings as Organisms, Faculty of Architecture, Delft (Holland)

<sup>9</sup> Die Schaltzentrale des Denkens, NZZ Online, Expo.02 Seite

<sup>10</sup> 30 PCs simulieren das künstliche Gehirn, Der Bund, 7. August 2002

## Einsatzgebiete

Intelligente Räume können unser Alltagsleben in vieler Hinsicht unterstützen. Ebenso vielfältig sind die verschiedenen Einsatzgebiete, in denen sie verwendet werden können. Im Folgenden werden einige solche Szenarien beschrieben und mit Beispielen verdeutlicht.

### Living Room

Im Wohnbereich liegt das Hauptpotenzial von intelligenten Räumen. Einerseits sollen die technischen Mittel den Alltag des Benutzers vereinfachen, andererseits übernimmt das intelligente Umfeld auch eine Überwachungsfunktion.

Anhand des Easy-Living-Projekts von Microsoft Research kann eine solche Alltagssituation in einem intelligenten Raum veranschaulicht werden.



**Abbildung 1: Easy-Living (Microsoft Research)**

Barry betritt den Raum. Automatisch wird das Licht eingeschaltet und nachdem Barry auf dem Sofa platz genommen hat, ein Login-Dialog auf dem gegenüberliegenden Display aufgerufen. Nach dem erfolgreichen Anmelden steht dem Benutzer seine eigene Oberfläche zur Verfügung. Vor der Anmeldung war Barry im System nur als Person19 bekannt, mit den Gastprivilegien wie Musikhören oder Lichtsteuerung.

In einer E-Mail hat Barry eine Datei zur weiteren Bearbeitung erhalten. Da er dies lieber an einer Arbeitsstation machen möchte, geht quer durch den Raum zu einer solchen. Der Raum hat dies erkannt und wechselt Barrys Benutzeroberfläche auf die entsprechende Station. Als nächstes be-

tritt Brian den Raum und meldet sich über einen Fingerabdruckscanner beim System an. Mit Hilfe des mitgebrachten Laptops, welcher automatisch von System als Brian's Computer erkannt wurde, zeigt Brian seine Ferienfotos auf dem Hauptschirm des Raumes. Es ist ebenfalls möglich Musik von Brians Laptop direkt über die Raumlautsprecher zu hören.

Das vorhergehende Beispiel zeigt bereits einige Hauptkomponenten, die ein intelligenter Raum beinhalten sollte. Das System unterstützt den Benutzer, indem es ihm alle benötigten Informationen und Ressourcen jederzeit am richtigen Ort zur Verfügung stellt. Dies reicht vom Brief an einen Bekannten, bis hin zum Kühlschrankinhalt und die Steuerung der Sonnenstore.

Eine weitere Aufgabe einer intelligenten Umgebung ist die Überwachung der in ihr lebenden Individuen. Zum einen kann dies durchaus eine Sicherheitsfunktion gegen ungebetene Gäste sowie auch die Kontrolle von Gesundheit und Verfassung des Benutzers. Letzteres erweist sich bei älteren wie auch in irgendeiner Form eingeschränkten Menschen als sehr Wertvoll. So kann im Falle eines Umfalls (Schwächeanfall, Sturz, etc) sofort die zuständige Stelle benachrichtigt werden oder auf eine vergessene Herdplatte hingewiesen, respektive diese automatisch abgestellt werden. Dies kann zum Beispiel durch die Analyse von Verhaltensmustern geschehen. Weicht das Individuum zu stark vom sonst üblichen Verhalten ab, kann der Raum daraus auf Schwierigkeiten oder Probleme des darin lebenden Menschen schliessen.

Neben diesen Notfallszenarien kann der Raum auch alltägliche Aufgaben, wie Erinnerungsfunktionen („Tabletten einnehmen“, „Termin XY“), automatische Essensbestellungen oder das Finden von verlorenen Gegenständen übernehmen.

Zukünftige Forschungen werden sich vermehrt auch auf die Erkennung von Gefühlen und Verfassung beim Benutzer konzentrieren. Es soll möglich sein, den aktuellen Gemütszustand des Individuums anhand von Gesichtszügen und Verhaltensmustern zu erkennen und entsprechend darauf zu reagieren.

### **Sitzungsunterstützung**

Intelligente Räume sind ebenfalls bestens geeignet Sitzungen aller Art zu unterstützen. Die Anzeige von geeigneten Informationen zum aktuellen Thema sowie die automatische Protokollierung des gesamten Sitzungsablaufes sind hier im Zentrum. Dabei wird nicht nur das Gesagte, sondern ebenfalls wer mit wem kommuniziert, festgehalten. Des Weiteren ist es jederzeit möglich, alte

Meetings nochmals einzuspielen um neuen Sitzungsmitgliedern schnell einen Überblick über den aktuellen Stand zu geben.

Intelligent Walls unterstützen zum Beispiel Brainstormings oder ermöglichen das gemeinsame Bearbeiten von Skizzen oder anderen Vorlagen.

Mit zunehmender Globalisierung werden Videokonferenzen immer wichtiger und alltäglicher. Da es nicht immer möglich ist, Verhandlungen in einer gemeinsamen Sprache abzuwickeln, können mittels Simultanübersetzungen durch die intelligente Umgebung und multilingualen Systemen, sprachübergreifende Gespräche geführt werden.

## **Berufsleben**

Neben den bereits oben erwähnten Funktionen der Informationsverwaltung und -bereitstellung bieten intelligente Umgebungen zusätzliche Möglichkeiten im täglichen Bürobetrieb.

Aufgaben wie „Annullieren Sie meinen 10 Uhr Termin“ oder „Geben Sie mir alle Informationen über Projekt XY“ werden heutzutage normalerweise von einem Sekretär oder Assistenten ausgeführt.

Diese könnten allerdings ohne Probleme durch den „Raum“ übernommen werden.

Das Projekt „Aura“ von der Carnegie Mellon University versucht die Hürde zwischen Computer und Mensch zu überwinden um einen Arbeitsfluss ohne Ablenkung durch den Computer zu erreichen:

„Today's systems distract a user in many explicit and implicit ways, thereby reducing his effectiveness. ... Aura's goal is to provide each user with an invisible halo of computing and information services that persists regardless of location. <sup>11</sup>“

Ziel ist es, an jedem beliebigen Ort stets die Möglichkeit zu haben, auf alle nur erdenklichen Ressourcen zurückgreifen zu können. Von der einfachen Grafikbearbeitung bis hin zur Sitzungsleitung übernimmt das System jegliche Aufgaben. Gesteuert wird das System nur durch Sprachkommandos und Gesten. Die heute übliche Tastatur-Maus-Bedienung ist nicht mehr nötig. Dies spart viel Zeit und Aufwand, da mit Hilfe des ubiquitären Systems beispielsweise ein Geschäftsbrief auch während der Kaffeepause erstellt oder das Foto eines Prototypen noch auf dem Weg zum Meeting entsprechend aufbereitet werden kann.

---

<sup>11</sup> <http://www.cs.cmu.edu/~aura/>

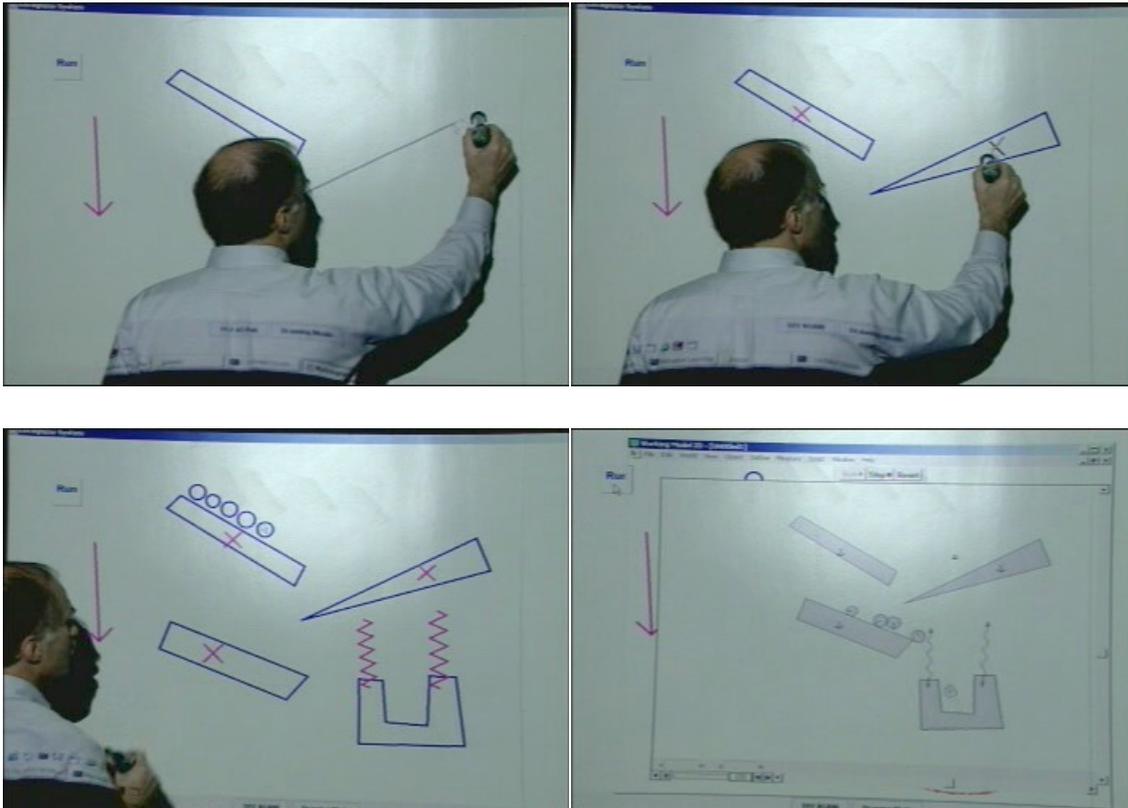
Das Aura Projekt sieht vor, dass das Gebäude flächendeckend mit Displays ausgestattet ist. Je nachdem wer sich gerade vor dem entsprechenden Bildschirm befindet, wird dessen persönliche Umgebung angezeigt, respektiv steht der persönliche „Assistent“ zur Verfügung.

Aura ist hauptsächlich ein Denkbeispiel, welches aufzeigt, wohin die heutige Entwicklung führen kann und was für ein Potential ein solches allgegenwärtiges System in sich birgt.

## Unterrichtsunterstützung

An Schulen und Universitäten könnte beispielsweise mit einer intelligenten Wand gearbeitet werden. Ein Bereich des MIT Oxygen Projekts beschäftigt sich mit der Entwicklung eines solchen Systems.

Um einen möglichen Einsatzbereich von solchen Werkzeugen zu geben, betrachten wir im Folgenden ein Physikexperiment mit einer Kugelbahn, wie es an einer Schule, interaktiv durchgeführt werden könnte.



**Abbildung 2: Sketching**

Der Dozent beginnt, indem er mit einem Pfeil gegen unten dem System zu verstehen gibt, dass Schwerkraft herrscht. Als nächstes werden die Flächen eingezeichnet (Abbildung 2 o.l.) und diese fixiert mit einem Kreuz (Abbildung 2 o.r.). Sobald alles eingezeichnet ist (Abbildung 2 u.l.), kann das Experiment simuliert werden (Abbildung 2 u.r.). In unserem Fall rollen die Kugeln physikalisch korrekt die Bahn hinunter, um dann in einem an Federn aufgehängten Behälter aufgefangen zu werden.

Zusätzlich zu den intelligenten Wänden könnte ebenfalls ein sprach- und gestengesteuertes System eingesetzt werden, um bei Fragen und Diskussionen weitere Informationen zum aktuellen Thema bereit zu stellen um das vom Lehrer vorbereitete Material zu ergänzen.

## **Smart Washrooms**

Auch im professionellen Toiletten- und Waschraumbereich werden intelligente Systeme verwendet. Unter anderem befasst sich das „Safe Bath Project“ von EXISTech Corp mit dem Einsatz von passiven und aktiven Infrarotsensoren um beispielsweise öffentliche Toiletten zu überwachen. Das System erkennt anhand der thermalen Signatur, welche Art von „Geschäft“ erledigt wurde. Dadurch kann das Servicepersonal gezielter ihren Einsatz leisten, und höher frequentierte Toiletten können in kürzeren Zeitabständen gereinigt werden. Es ist ebenfalls möglich die Spülung automatisch auszulösen oder allfällige Selbstreinigungsmechanismen.

Zusätzlich ist es möglich Unfälle und Vandalenakte zu registrieren und sofort entsprechende Stellen zu informieren.

In wie weit allerdings die Privatsphäre eines Toilettengängers gewahrt ist, bleibt unbeantwortet.

## Privacy / Datenschutz

Bei einem System, welches die Position, den Namen und sogar den Gemütszustand jedes einzelnen Benutzers kennt, kommt der Wahrung der Privatsphäre eine entscheidende Rolle zu.

Diesem wichtigen Thema wurde in der Forschung bis anhin nur wenig Rechnung getragen. Zurzeit stehen hauptsächlich die Realisierung und Durchführbarkeit neuer Systeme im Vordergrund. Die Integration von geeigneten Schutzmassnahmen würden die bereits schon komplexen Systeme noch weniger überblickbar machen.

Es muss für den Benutzer immer möglich sein, selber darüber zu entscheiden, welche Daten über ihn im System gespeichert und an andere Benutzer weitergegeben werden. Im „Easy-Living“ Projekt von Microsoft Research wurde dies so gelöst, dass ein Bewohner nach dem Betreten des Raumes nur als anonyme „Person 19“ vom Umfeld wahrgenommen wird. Als „Gast“ ist es einem erlaubt Musik zu hören oder das Licht zu bedienen. Erst nachdem sich der Benutzer am System mittels Tastatur oder Fingerprint-Reader angemeldet hat, bekommt er eine eindeutige Identität und wird nun personalisiert als „Barry“ geführt. Ab diesem Zeitpunkt bekommt Barry Zugriff zu seinen eigenen Dateien sowie seine persönliche Desktopoberfläche.



Abbildung 3: Vor der Identifikation (links); Nach der Identifikation (rechts)

Technisch gesehen wäre es möglich jemanden sofort nach dem Eintreten zu identifizieren. Allerdings wird der Benutzer dadurch in seiner Privatsphäre stark eingeschränkt, da er die Kontrolle, ab wann über ihn Daten erhoben werden verliert.

Bisher wurde für die Benutzerrechtezuweisung die so genannte Role Based Access Control (RBAC) verwendet. Je nach Rolle, die der Anwender ausübt, bekommt er entsprechende Nutzerrechte zugesprochen. Bei statischen Systemen reicht eine solche Zugriffskontrolle völlig aus. In intelligenten, dynamischen Umgebungen genügen traditionelle RBAC-Systeme allerdings nicht mehr den Anforderungen. Das Zugriffssystem muss kontextsensitiv dem Benutzer andere Rechte vergeben können. So muss es in einem Notfall (bspw. Hausbrand) gewährleistet sein, dass jeder Bewohner dem Raum sagen kann, die Türen zu öffnen, egal ob er gemäss Rollenverteilung dazu befugt ist oder nicht. Dasselbe Prinzip gilt, sollte einer Person in einem gesicherten Raum etwas zustossen. In diesem Fall muss es für externe Personen möglich sein, den Raum trotz Rollenbeschränkung zu betreten um Hilfe zu leisten. Zusätzlich sollte eine Identifikation der in Not geratenen Person auch ohne deren Einwilligung möglich sein um entsprechend besser reagieren zu können.

Eine weitere Hürde stellt die Verteilung von gemeinsam genutzten Ressourcen (Sensoren, Geräte, Daten, etc) dar. Die Zugriffsrechte hierfür müssen kontextsensitiv vergeben werden, was mit dem herkömmlichen RBAC-Modell nicht möglich ist.

Eine Lösung für die zuvor beschriebenen Probleme bietet das Prinzip der „Erweiterten Role Based Access Control“. Hierbei übernimmt eine zusätzliche Instanz die dynamische Verwaltung der Rollen und passt die entsprechenden Zugriffsrechte kontextsensitiv der aktuellen Situation an. Es ist ebenfalls möglich, den Zugriff auf gemeinsame Ressourcen zu organisieren, um Kollisionen bei gleichzeitiger Verwendung zu vermeiden.

Im Bereich des Daten- und Persönlichkeitschutzes besteht sicherlich noch einiger Handlungsbedarf. Allerdings werden auch in diesem Bereich zunehmend Forschungen betrieben, da ein System ohne Sicherheitsmechanismen keine Marktfähigkeit erreichen kann.

## Fazit

Das Thema intelligente Räume ist bei weitem noch kein abgeschlossenes Forschungsgebiet. Neue Forschungsmöglichkeiten ergeben sich in allerlei Richtungen. Dabei sollte man aber den Fokus auf die Gesamtsicht nicht verlieren. Wir haben folgende Punkte im Überblick angesprochen:

- Was bedeutet Intelligenz? - Allgemeiner und spezifischer (intelligente Räume) Kontext
- Akzeptanz von intelligenten Räumen in Ihrem Umfeld
- Komplexität von intelligenten Räumen und Ihre Umsetzung
- Abgrenzung zum Ubiquitous Computing
- Schnittstellen und Standardisierungsproblematik
- Definition des Designs - Klassische vs. moderne künstliche Intelligenz
- Einsatzgebiete
- Datenschutz

Es ist schwierig ein Gesamtfazit über das Themengebiet „Intelligente Räume zu ziehen. Damit diese Forschung in Zukunft jedoch auch praktischen Nutzen haben kann, müssen die einzelnen Parteien wohl zusammenfinden und Ihre Bemühungen in eine einheitliche Richtung lenken. Wir wollen an dieser Stelle kein Urteil darüber fällen, welche der genannten Möglichkeiten der Weisheit letzter Schuss sein wird. Vielmehr soll auf die einzelnen Fragestellungen, wie auch Probleme eingegangen werden, wobei wir nicht zu allen Fragen gleich auch Antworten liefern können.

Das vielseitige Themengebiet hat auch eine gewisse Abstraktion und Selektion der Informationen erfordert. Wir können nicht alle wissenschaftlichen Berichte an dieser Stelle anführen, versuchen aber dennoch im Folgenden zweiten Teil einen repräsentativen Überblick über die einzelnen Berichte und deren Projekte zu geben.

Schlussendlich ist aber bei unseren Recherchen auch aufgefallen, dass die meisten Publikationen zum Thema „Intelligente Räume“ älteren Datums sind. Die meisten Berichte wurden bis ca. 2002 publiziert in der jüngeren Vergangenheit ist es offensichtlich wieder etwas ruhiger geworden um die einzelnen Projekte. Wohl auch, weil die Entwicklung in diesem Sektor nur so rasch voranschreiten, wie auch die Technik und die Architekturansätze neu definiert werden.

## Quellen

Abbildung 1: <http://research.microsoft.com/easyliving/>

Abbildung 2: <http://www.oxygen.lcs.mit.edu/videos/sketching.mpeg>

Abbildung 3: <http://research.microsoft.com/easyliving/Videos/2001%2002%20Video.mpg>

## Allgemein

<http://www.aai.org/aitopics/html/rooms.html>

<http://aire.csail.mit.edu/projects.shtml>

<http://oxygen.lcs.mit.edu/Overview.html>

<http://research.microsoft.com/>

<http://www.bacnet.org/Tutorial/Markus/index.htm>

<http://www.ifi.unizh.ch/ddis/research/mobileubiquitous-computing/intelligent-office/>

<http://www.cs.cmu.edu/~aura/docdir/sacmat04.pdf>

<http://www.cs.cmu.edu/~aura/docdir/ursspc03.pdf>

<http://www.cs.cmu.edu/~aura/docdir/ursubicomp02.pdf>

Security and Privacy in the Intelligent Room by Rattapoom Tuchinda (05.2002)

Towards an Artificial Receptionist: Anticipating a Persons Phone Behavior Peter Vorburger, Abraham Bernstein

Intelligent Bathroom Fixtures and Systems: EXISTech Corporation's Safebath Project Steve Mann  
Remote, I Want Control - TIMES NEWS NETWORK SUNDAY, JULY 24, 2005