

# **Spatial-Aware Ubiquitous Computing**

**Seminararbeit**



**VIROR-Teleseminar im WS 2001/2002**

**Ubiquitous Computing**

**vorgelegt von**

**Peter Preuss**

**aus**

**Neckarsulm**

## Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>I</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>II</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 EINFLIEßENDE FORSCHUNGSGEBIETE .....</b>	<b>2</b>
2.1 UBIQUITOUS COMPUTING.....	2
2.2 AUGMENTED REALITY .....	3
2.3 CONTEXT-AWARE COMPUTING.....	5
2.4 GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME .....	6
<b>3 AUSGEWÄHLTE SPATIAL-AWARE PROJEKTE .....</b>	<b>7</b>
3.1 CHARAKTERISTIKA VON SPATIAL-AWARE APPLIKATIONEN .....	7
3.2 OLIVETTI ACTIVE BADGE.....	9
3.2.1 <i>Überblick zu Olivetti Active Badge</i> .....	9
3.2.2 <i>Funktion und Architektur</i> .....	10
3.3 CYBERGUIDE .....	11
3.3.1 <i>Überblick zu CyberGuide</i> .....	11
3.3.2 <i>Funktion und Architektur</i> .....	11
3.4 COMMOTION .....	13
3.4.1 <i>Überblick zu comMotion</i> .....	13
3.4.2 <i>Funktion und Architektur</i> .....	13
<b>4 KRITISCHE WÜRDIGUNG.....</b>	<b>16</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>IV</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Milgrams Reality-Virtuality Kontinuum .....	4
Abbildung 2: Traditionelle Anwendungen vs. Kontext-abhängige Applikationen.....	5
Abbildung 3: Komponenten eines geographischen Informationssystems .....	7
Abbildung 4: Einflussgebiete von spatial-aware Ubiquitous Computing.....	8
Abbildung 5: Olivetti Active Badge-Terminal.....	9
Abbildung 6: Active Badge Empfänger und Sensoren .....	10
Abbildung 7: Map Module und Information Module von CyberGuide.....	12
Abbildung 8: Indoor- und Outdoor-Lösung von Cyberguide .....	12
Abbildung 9: Architektur von comMotion.....	14
Abbildung 10: Location Learning bei comMotion .....	14
Abbildung 11: ToDo-Listen bei comMotion .....	15

## 1 Einleitung

Computersysteme bedienen sich in der Regel nicht der Informationen, die sie aus ihrer Umgebung (z.B. dem Ort, der Zeit oder anwesender Personen) entnehmen könnten, um so ihre Programmabläufe entsprechend anpassen. Solche Informationen könnten aber dazu beitragen, Computer viel flexibler, benutzerfreundlicher und anpassungsfähiger werden zu lassen. Diese Anforderungen gelten umso mehr für mobile Computersysteme, bei denen sich die Umgebung und somit die Bedürfnisse des Anwenders häufiger ändern. Computer, die diesen Weg gehen, bezeichnet man als „ortsbewusste“ (engl.: spatial-aware) Systeme. Dem Anwender wird hierbei der Zugriff auf die Informationen erleichtert, die am aktuellen Aufenthaltsort relevant sind.

Ortsbezogene Systeme erhalten den aktuellen Standort des Anwenders, indem sie die Position direkt über Sensorsysteme oder einen Lokationsdienst ermitteln. Auf Basis dieser Informationen sind die Computersysteme dann in der Lage, Informationen gemäß der Lokation des Anwenders aufzubereiten.

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Projekte vorzustellen, die in diesem Kontext durchgeführt wurden. Im folgenden 2. *Kapitel* werden hierfür die notwendigen theoretischen Grundlagen geschaffen. Dazu werden verschiedene Begrifflichkeiten, die für den weiteren Fortgang der Arbeit notwendig sind, erläutert.

In *Kapitel 3* werden drei verschiedene „ortsbewusste“ Computersysteme vorgestellt. Olivetti Active Badge ist eines der frühesten spatial-aware Projekte. Hierauf wird in Kapitel 3.1 eingegangen. Im darauffolgenden Kapitel 3.2 wird das CyberGuide-Projekt vorgestellt. Ziel dieses Projektes war es, ein System zu entwickeln, das ortsfremden Benutzern die Möglichkeit gibt, sich innerhalb einer unbekanntenen Umgebung zurechtzufinden. Das System übernimmt hierbei also die Rolle eines Reiseführers. Abschließend wird in Kapitel 3.3 comMotion, ein aktuelles spatial-aware Projekt am Massachusetts Institute of Technology, vorgestellt. In *Kapitel 4* wird die Arbeit mit einer kritischen Würdigung ortsbezogener Anwendungen beendet.

## 2 Einfließende Forschungsgebiete

Spatial-aware Systeme haben ihren Ursprung in verschiedensten Forschungsdisziplinen der Informatik. Hierunter können im wesentlichen *Ubiquitous Computing*, *Augmented Reality*, *Context-Aware Computing* und Konzepte *geographischer Informationssysteme* subsumiert werden. Diese Forschungsgebiete werden im folgenden kurz vorgestellt.

### 2.1 Ubiquitous Computing

Der Begriff Ubiquitous Computing wurde von Mark Weiser, dem ehemals leitenden Wissenschaftler am XeroX Palo Alto Research Center, geprägt. Für ihn sollte der Computer allein als Mittel zum Zweck dienen, um eine bestimmte Aufgabe zu lösen. Der universelle Personal Computer mit Tastatur und Maus als Eingabemedium sei dabei eher hinderlich, da er durch seine Komplexität die Aufmerksamkeit des Anwenders unnötig beanspruche.<sup>1</sup> Weiser ging sogar soweit, dass die profundesten Technologien diejenigen seien, die sich dem Blickfeld des Anwenders entziehen.<sup>2</sup>

Mark Weiser versteht daher unter Ubiquitous Computing<sup>3</sup> die Allgegenwärtigkeit von kleinsten, miteinander meist drahtlos vernetzten Computern, die nahezu unsichtbar in verschiedenste Alltagsgegenstände integriert sind.<sup>4</sup> Ermöglicht wird dies Vision durch die fortschreitende Miniaturisierung in der Computertechnologie.<sup>5</sup>

Diese von Weiser avisierten „verschwindenden Computer“ haben die 2001 gestartete Forschungsinitiative der Europäischen Union zum Ubiquitous Computing geprägt. Nicht nur im Namen „Disappearing-Computer“ findet sich ein Bezug zu dieser Vision wieder, sondern auch das Forschungsprogramm wurden wesentlich hiervon beeinflusst.<sup>6</sup>

Ubiquitous Computing wurde auch von der Industrie aufgegriffen. Dort wurde der eher akademisch geprägte Begriff allerdings durch „pervasive computing“ ersetzt und mit einer anderen Akzentuierung versehen: Neben der allgegenwärtigen Informationsver-

---

<sup>1</sup> vgl. Mattern, F. (2001).

<sup>2</sup> vgl. Weiser, M. (1991).

<sup>3</sup> Weiser setzt den Begriff „Ubiquitous Computing“ auch mit „ubicomputing“ gleich. Siehe hierzu: Weiser, M. (1993).

<sup>4</sup> vgl. Weiser, M. (1991).

<sup>5</sup> Nach G. Moore, Mitbegründer und Vorsitzender von Intel, verdoppelt sich die Anzahl der Transistoren pro Chip alle 18 Monate. Siehe hierzu: Tanenbaum, A. (1999): S. 46.

<sup>6</sup> Nähere Informationen zu diesem Forschungsprojekt sind im Internet zu finden unter: [www.disappearing-computer.net](http://www.disappearing-computer.net).

arbeitung geht es hierbei primär darum diese Vision kurzfristig im Rahmen von web-basierten Geschäftsprozessen zu realisieren.<sup>7</sup>

## 2.2 Augmented Reality

Neben dem beschriebenen Ubiquitous Computing hatten das Forschungsgebiet Augmented Reality Einfluss auf die Entwicklung ortsbezogener Anwendungen.

Augmented Reality (deutsch: „angereicherte Realität“) stellt eine Variante von Virtual Reality dar. Ziel des klassischen Virtual Reality ist die Schaffung künstlicher, computergenerierter Welten, die dadurch charakterisiert sind, dass in ihnen die natürliche Welt ausgeschlossen ist.<sup>8</sup>

Es existieren zwei Typen von Virtual Reality-Systemen: Beim ersten Typus taucht der Anwender vollständig in die simulierte Umgebung ein. Dies geschieht in der Regel mit Hilfe eines Datenhelms oder durch Netzhautdisplays. Zu finden sind diese Systeme hauptsächlich im technischen und medizinischen Bereich. Z.B. werden in virtuellen Welten komplexe Operationen einstudiert. Beim zweiten Typus von Virtual Reality-Systemen blickt der Anwender von außen auf eine virtuelle Welt.<sup>9</sup> Verwendet werden diese System z.B. bei der Präsentation von Maschinen.

Demgegenüber zeichnet sich Augmented Reality dadurch aus, dass die reale Welt nicht aus dem Blickfeld des Betrachters ausgeschlossen wird. Vielmehr reichert der Computer die natürliche Welt mit virtuellen Objekten an, anstatt sie zu ersetzen. Das Ziel dieser Systeme besteht darin, den Anwender bei seinen Aufgaben in der realen Welt zu unterstützen. Hierzu werden virtuelle Objekte als Hilfestellung in das Blickfeld des Anwenders eingebunden. Somit erreicht man idealerweise eine Koexistenz von realen und virtuellen Objekten im selben Raum.

Milgram beschreibt eine Taxonomie aus der ersichtlich wird, wie virtuelle und angereicherte Welt zusammenhängen.<sup>10</sup>

---

<sup>7</sup> vgl. Burkhardt, J. u.a. (2001): S. 33ff.

<sup>8</sup> vgl. Azuma, R. (1995).

<sup>9</sup> Diese Systeme bezeichnet man auch als Fish-Tank-Virtual-Reality.

<sup>10</sup> vgl. Milgram, P. (o.J.).



**Abbildung 1: Milgrams Reality-Virtuality Kontinuum**

**Quelle:** Milgram, P. (o.J.).

Die hard- und softwaremäßigen Anforderungen an die Erzeugung angereicherter Realitäten sind sehr viel höher als die Schaffung rein virtueller Welten. Die Komplexität entsteht durch die Überlagerung von virtuellen mit realen Objekten. So müssen z.B. bei Kopfbewegungen des Anwenders die virtuellen Objekte mit den realen Objekten „mitwandern“. Hierbei kann es sehr leicht zu einem „Verschwimmen“ der Objekte kommen.

Azuma macht Augmented Reality-Systeme an drei Kriterien fest: Es muss eine Kombination von realer und virtueller Welt vorhanden sein. Des Weiteren haben die Interaktionen mit dieser Welt in „real-time“ zu erfolgen. Schließlich müssen die erzeugten virtuellen Objekte dreidimensional dargestellt werden.<sup>11</sup>

Es können verschiedenste Einsatzgebiete von Augmented Reality-Applikationen ausgemacht werden. So werden sie z.B. zur Visualisierung im medizinischen Bereich<sup>12</sup>, zur Instandhaltung oder Reparatur von Maschinen eingesetzt.<sup>13</sup> Es finden sich auch Einsatzgebiete im militärischen Bereich, wie z.B. bei der Flugzeugnavigation oder bei der Ermittlung von militärischen Zielen.<sup>14</sup> Schließlich werden angereicherte Realitäten zur Kommentierung und Visualisierung von Gegenständen verwendet. Die letzte Einsatzmöglichkeit machen sich insbesondere ortsbezogene Systeme zunutze.<sup>15</sup>

<sup>11</sup> vgl. Azuma, R. (1995).

<sup>12</sup> Augmented Reality-Systeme werden z.B. bei Gehirnoperationen eingesetzt, Hierbei werden die Daten von einer zuvor erstellten Computertomographie und von Ultraschallaufnahmen über spezielle Displays in das Blickfeld des Arztes eingeblendet.

<sup>13</sup> vgl. Milgram, P. (o.J.).

<sup>14</sup> vgl. Urban, E. (1995).

<sup>15</sup> So z.B. beim NEXUS-Projekt der Universität Stuttgart. Zu finden u.a. in: Hohl, F. u.a. (1999).

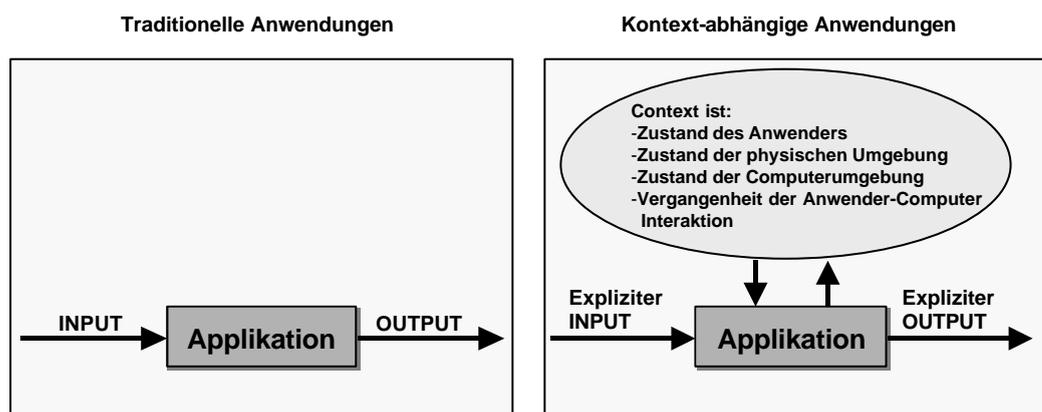
### 2.3 Context-Aware Computing

Den größten Einfluss auf ortsbewusste Anwendungen hatte sicherlich das Forschungsgebiet „Context-Aware Computing“.

Nach Anind, K. und Gregory, A. versteht man unter Kontext „...any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves.“<sup>16</sup> Daher ist jede, zum Zeitpunkt einer Interaktion zur Verfügung stehende Information, eine Kontext-Information.

Der Begriff „Context Awareness“ wurde von Schilit u.a. eingeführt und kann als die Nutzung der Kontext-Informationen durch ein System verstanden werden.<sup>17</sup> „Context Aware Application“ schließlich stellt ein Computersystem dar, das diese Daten aus seiner Umgebung ermittelt, interpretiert und benutzt, und dabei ggf. seine Funktionalität an die ermittelte Situation anpasst.

Klassische Computersysteme werden als Black-Box betrachtet. Der Computer erzeugt – abhängig von einem bestimmten Input – einen Output. Erweitert man nun dieses System dahingehend, dass neben dem expliziten Input des Anwenders auch noch verschiedenste Kontext-Elemente als Input dienen können, spricht man von context-aware-computing. Kontext kann hierbei alles sein – außer dem expliziten Input und dem expliziten Output des Anwenders.<sup>18</sup>



**Abbildung 2: Traditionelle Anwendungen vs. Kontext-abhängige Applikationen**

In Anlehnung an: Liebermann, H. / Selker, T. (2000).

<sup>16</sup> vgl. Anind, D. / Gregory, A. (1999).

<sup>17</sup> vgl. Schilit, N. u.a. (1994).

<sup>18</sup> vgl. Liebermann, H. / Selker, T. (2000).

Man unterscheidet im wesentlichen vier Kontextarten. *Aktionsbasierter Kontext* ist dadurch charakterisiert, dass der Computer beim Ablauf einer Applikation berücksichtigt, was der Benutzer sagt, worauf er schaut, womit er arbeitet etc. Beim *emotionellen Kontext* fließt in die Programmdurchführung ein, wie der Benutzer sich fühlt. Soll der bereits gespeicherte Kontext bei der Programmverarbeitung berücksichtigt werden, spricht man von *historischem Kontext*. Schließlich gibt es noch *physikalischen Kontext*. Hierbei werden Daten über Ort, Zeit, aktuelles Datum und Identität des Benutzers bei der Applikationsdurchführung mit verarbeitet.<sup>19</sup>

Bei den ortsbewussten Anwendungen, die später beschrieben werden, spielen insbesondere der aktionsbasierte und der physikalische Kontext eine Rolle.

## 2.4 Geographische Informationssysteme

Auch geographische Informationssysteme hatten einen Einfluss auf die Entwicklung ortsbewusster Anwendungen. In der Literatur finden sich zahlreiche Definitionen für geographische Informationssysteme.<sup>20</sup> Im Chorley Report werden sie folgendermaßen definiert: „A system for capturing, storing, manipulationg, analyzing and displaying data which are spatially referenced to the earth.“<sup>21</sup>

Geographische Daten (engl.: spatial data) spezifizieren Positionen auf der Erde. Häufig werden diesen geographischen Daten weitere nicht-positonsbezogene Informationen hinzugefügt.

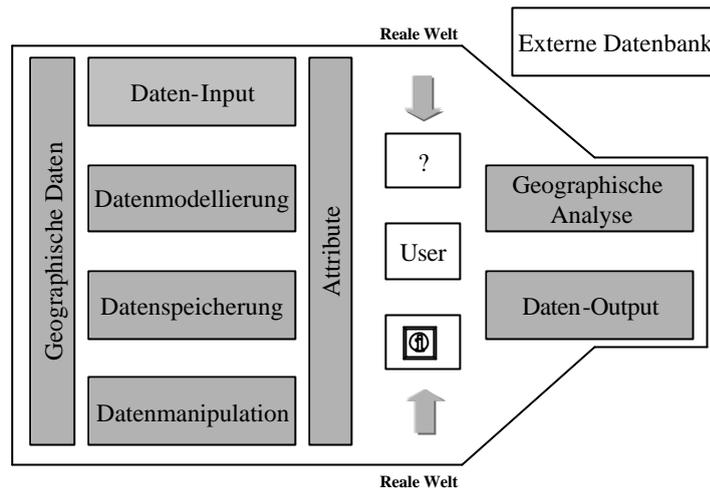
Die Ursprünge geographischer Informationssysteme sind in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen zu finden. Neben der Informatik, die die Grundlagen zu den Informationssystemen liefert, dienen insbesondere die Geographie und die Stadtplanung als Quelle. Ein geographisches Informationssystem kann man auch als ein Informationssystem charakterisieren, in dem den Daten eine geographische Dimension zugewiesen wird.

---

<sup>19</sup> vgl. Liebermann, H. / Selker, T. (2000).

<sup>20</sup> Eine Reihe von Autoren stellen sogar die Frage, ob es überhaupt geographische Informationssysteme gibt, m.a.W. : “Can the ‘G’ in GIS be ignored?” Handelt es sich also bei einem geographischen Informationssystem lediglich um ein gewöhnliches Informationssystem, das sich nur durch den gespeicherten Inhalt von anderen Informationssystemen unterscheidet? Siehe hierzu: Grimshaw, D. (2000): S. 35ff.

<sup>21</sup> vgl. Department of the Environment (1987): S. 132.



**Abbildung 3: Komponenten eines geographischen Informationssystems**

In Anlehnung an: Grimshaw, D. (2000): S. 34.

Jedes geographische Informationssystem unterstützt folgende grundlegenden Funktionen: Daten-Input, Daten modellieren, speichern, manipulieren und analysieren sowie den Daten-Output.<sup>22</sup>

Ziel geographischer Informationssysteme ist es, durch ihre Funktionalitäten einen Mehrwert aus der Speicherung räumlicher Daten zu gewinnen. Dies wird dadurch erreicht, dass geographische Daten organisiert abgelegt, mit anderen Daten integriert sowie effizient dargestellt werden. Somit kann man mittels geographischer Informationssysteme Entscheidungen auf Basis geographischer Daten fällen.<sup>23</sup>

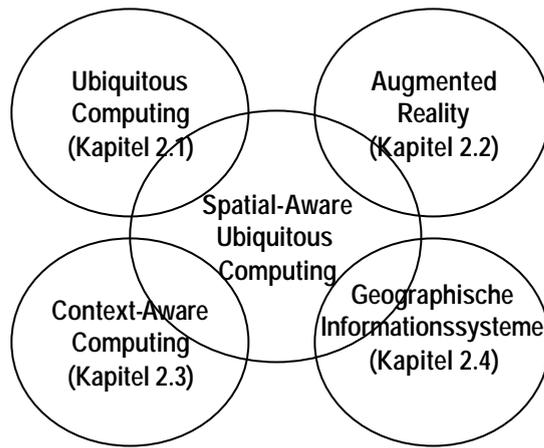
### 3 Ausgewählte Spatial-Aware Projekte

#### 3.1 Charakteristika von Spatial-Aware Applikationen

Berücksichtigt man die in Kapitel 2 gelegten Grundlagen, so wird unter „spatial-aware Ubiquitous Computing“ folgendes verstanden: *Allgegenwärtige Computer*, mit denen eine *kontext-abhängige* Interaktion (hierbei spielt insbesondere der physische Kontext eine Rolle) realisiert durch Informationen aus einem geographischen *Informationssystem* sowie *eventuell angereicherten Realitäten* stattfindet.

<sup>22</sup> vgl. Grimshaw, D. (2000): S. 33-35.

<sup>23</sup> vgl. Heywood, I. / Cornelius, S. / Carver, S. (1998): S. 12.



**Abbildung 4: Einflussgebiete von spatial-aware Ubiquitous Computing**

**Quelle:** Eigene Darstellung

Im wesentlichen können vier verschiedene Kategorien ortsbewusster Anwendungen ausgemacht werden:

Anwendungen der ersten Kategorie sind für Benutzer entworfen, die sich gegenseitig oder andere Objekte in ihrer Umgebung finden möchten. Hierfür werden vordefinierte Ortsangaben verwendet. Projekte aus diesem Umfeld sind *Olivetti Active Badge*<sup>24</sup>, *Augmentable Reality*<sup>25</sup> sowie *Audio Area*.<sup>26</sup>

Des Weiteren gibt es Anwendungen, die vordefinierte, benutzerabhängige Informationen bereitstellen. Diese Informationen können dann ortsabhängig abgerufen werden. Hierzu zählen z.B.: *C-Map*<sup>27</sup>, *CyberGuide*,<sup>28</sup> *Metronaut*<sup>29</sup> oder *City Guide*.<sup>30</sup>

Die nächste Anwendungskategorie ist dadurch charakterisiert, dass sie den Benutzer an vergangene Ereignisse, abhängig vom Aufenthaltsort, erinnert. Hier können z.B. *Forget-Me-Not*<sup>31</sup> oder *Remembrance Agent* angeführt werden.<sup>32</sup>

Schließlich gibt es noch Applikationen, im Gegensatz zu Anwendungen der vorherigen Art, die einen Nutzer an zukünftige, benutzerabhängige Ereignisse, abhängig vom Aufenthaltsort, erinnern. Exemplarisch für diese Kategorie kann *comMotion*<sup>33</sup> genannt werden.

Im folgenden wird aus drei verschiedenen Kategorien jeweils ein Projekt vorgestellt.

<sup>24</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.2.

<sup>25</sup> Das Augmentable Reality-Projekt ist zu finden bei: Rekiomoto, J. u.a. (1998).

<sup>26</sup> Das Audio Area-Projekt ist zu finden bei: Mnatt, E. u.a. (1999).

<sup>27</sup> Das C-MAP Projekt ist zu finden bei: Sumi, Y. u.a. (1998).

<sup>28</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.3.

<sup>29</sup> Das Metronaut-Projekt ist zu finden bei: Smailagic, A. / Martin, R. (1997).

<sup>30</sup> Das City Guide-Projekt ist zu finden bei: Kreller, B. u.a. (1992).

<sup>31</sup> Das Forget-Me-Not-Projekt ist zu finden bei: Lamming, M. / Flynn, M. (1994).

<sup>32</sup> Das Remembrance Agent-Projekt ist zu finden bei: Rhodes, B. (1989).

<sup>33</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.3.

## 3.2 Olivetti Active Badge

### 3.2.1 Überblick zu Olivetti Active Badge

Eines der ersten Projekte, das sich mit der Implementierung ortsbewusster Systeme befasst hat, ist Olivetti Active Badge. Durchgeführt wurde das Active Badge-Projekt in den Jahren 1989 bis 1992 am Olivetti Research Ltd. in Cambridge. Eingeordnet werden kann dieses Projekt in die erste Kategorie ortsbewusster Anwendungen: Benutzer möchten sich gegenseitig oder andere Objekte finden.<sup>34</sup>

Initiiert wurde das Projekt durch die Idee, die Telefon-Empfangsdame des Olivetti Research Centers bei ihrer Arbeit zu unterstützen. Hierfür wurde ein System entwickelt, das eine Liste aller Institutsmitarbeiter zur Verfügung stellt, aus der ersichtlich wird, wo sich die einzelnen Mitarbeiter gerade befinden (Angabe der Raumnummer) und unter welcher Telefondurchwahl sie dort erreichbar sind. Exemplarisch dargestellt wird diese Anwendung in Abbildung 4. Um die Ortung eines Mitarbeiters vornehmen zu können, wird dieser mit einem tragbaren Infrarotsender (sog. Active Badge) ausgestattet.<sup>35</sup>

Neben der Ortsangabe und der jeweils relevanten Telefondurchwahl wird zusätzlich noch die Wahrscheinlichkeit - in Form eines Prozentwertes - aufgezeigt, unter der der jeweilige Mitarbeiter an diesem Ort zu finden ist. Ist dieser Wahrscheinlichkeitswert unter 100% ist die Person in Bewegung.<sup>36</sup>

ORL/STL Active Badge Project					
Name	Location	Prob.	Name	Location	Prob.
P Answorth	X343 Accs	100%	J Martin	X310 Mc Rm	100%
T Blackie	X222 DVI Rm	80%	D Mason	X307 Lab	77%
M Chopping	X410 R302	TUE.	D Milway	X307 DVI	AWAY
D Clarke	X316 R321	10:30	B Miners	X262 DVI Rm	10:40
V Falcao	X218 R435	AWAY	P Mital	X213 PM	11:20
D Garnett	X232 R310	100%	J Porter	X388 Lib.	100%
J Gibbons	X0 Rec.	AWAY	B Robertson	X307 Lab	100%
D Graewis	X304 F3	MON.	C Turner	X307 Lab.	MON.
A Hopper	X424 AH	100%	R Want	X309 Meet. Rm.	77%
A Jackson	X308 AJ	90%	M Wilkes	X300 MW	100%
A Jones	X210 Coffee	100%	I Wilson	X307 Lab.	100%
T King	X309 Meet. Rm.	11:20	S Wray	X204 SW	11:20
D Lioupis	X304 R311	100%	K Zielinski	X402 Coffee	100%

12:00 1st January 1990

Abbildung 5: Olivetti Active Badge-Terminal

Quelle: Want R. / Hopper A., /Falcao V. / Gibbons, J. (1992).

<sup>34</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.1.

<sup>35</sup> vgl. Harter, A. / Hopper, A. (1994).

<sup>36</sup> vgl. Want, R. / Hopper, A. / Falcao, V. / Gibbons, J. (1992).

Als Ergebnis dieses Projektes kann man festhalten, dass durch den Einsatz des Active Badge-Systems unnötige Telefonanrufe vermieden wurden. Anrufe wurden mit einer signifikant größeren Trefferquote an den jeweiligen Empfänger durchgestellt. Mitarbeiter, die sich in Meetings befanden, wurden nicht mehr durch Telefonanrufe gestört.<sup>37</sup>

### 3.2.2 Funktion und Architektur

Ein Active Badge-System besteht aus zwei Komponenten: den Sendern (Active Badge) und dem Empfängern (Sensor Receiver). Im Initialentwurf sendeten die Active Badges alle 10 Sekunden ein eindeutiges Infrarot-Signal aus. Die Räume, in denen dieses Signal empfangen werden sollen, werden mit einem oder mehreren Sensor Receivern ausgestattet. Auf diese Weise wird die Ortung der Active Badges (und damit deren Besitzer) vorgenommen. In der ursprünglichen Ausstattung sendeten die Active Badges einen eindeutigen 5-Bit-Code aus. Bei den ersten Modellen wurde ein Signalempfang über 30 Meter hinweg ermöglicht. Sichtverbindung war hierfür nicht notwendig.<sup>38</sup>



Active Badge Sender

Active Badge Empfänger

**Abbildung 6: Active Badge Empfänger und Sensoren**

**Quelle:** o.V. (2001a).

In späteren Versionen wurden die Adressierungsmöglichkeiten der Active Badges erweitert. Die aktuelle Version beinhaltet einen kleinen Mikroprozessor, stellt bi-direktionale Kommunikation zur Verfügung und besitzt eine 48-Bit-Adresse.

Seit der Erfindung wurden mehr als 1500 Badges und 2000 Sensoren an verschiedensten europäischen Universitäten entwickelt. Das größte Active Badge-System ist am

<sup>37</sup> vgl. Want R. / Hopper A. / Falcao V. / Gibbons, J. (1992).

<sup>38</sup> vgl. Want R. / Hopper A. / Falcao V. / Gibbons, J. (1992).

Cambridge University Laboratory im Einsatz. Dort werden 200 Badges und 300 Sensoren verwendet.<sup>39</sup>

### 3.3 CyberGuide

#### 3.3.1 Überblick zu CyberGuide

Bei CyberGuide handelt es sich um ein Projekt, das von 1995 bis 1997 am Georgia Institute of Technology durchgeführt wurde.<sup>40</sup> Einordnen kann man es in die zweite Kategorie von spatial-aware Projekten: Benutzerunabhängige Bereitstellung von ortsabhängigen Informationen.<sup>41</sup>

Ziel war die Entwicklung mobiler Touristenführer, die dem Anwender Informationen – abhängig von dessen aktueller Position und Orientierung – übermitteln. Hierbei stand die Realisierung von kostengünstigen context-aware Applikationen auf Basis bereits vorhandener Hardware-Plattformen im Mittelpunkt. Primär eingesetzt wurden Hardware-Elemente, die für das PARCTab Projekt des XEROX PARC<sup>42</sup> und für das InfoPad Projekt der Universität Berkeley<sup>43</sup> entwickelt wurden. Mehrfach getestet wurde dieses System i.R. des monatlich stattfindenden Tags der offenen Tür am Institut.<sup>44</sup>

#### 3.3.2 Funktion und Architektur

CyberGuide besteht aus den vier unabhängigen Komponenten Map Module, Information Module, Communication Module und Position Module.<sup>45</sup> Jedes dieser Module änderte sich signifikant über die verschiedenen Entwicklungsstufen hinweg.

---

<sup>39</sup> vgl. o.V. (2001b).

<sup>40</sup> vgl. o.V. (2001c).

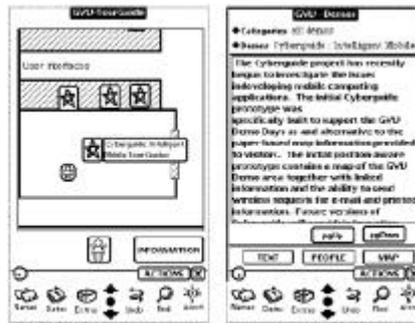
<sup>41</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.1.

<sup>42</sup> Zum PARCTab-Projekt siehe: Want, R. u.a. (1995).

<sup>43</sup> Zum InfoPad-Projekt siehe: Long, A. u.a. (1995).

<sup>44</sup> vgl. Long, S. u.a. (1996a).

<sup>45</sup> Die nun folgende Beschreibung der vier Komponenten ist angelehnt an: Long, Sue u.a. (1996b).



**Abbildung 7: Map Module und Information Module von CyberGuide**

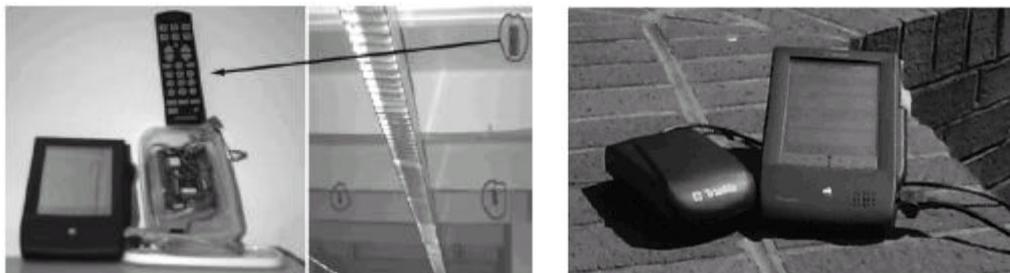
Quelle: Long, Sue u.a. (1996b).

*Map Module:* Aufgabe des Map Moduls ist die Bereitstellung von Karten, mit denen man sich in der Umgebung zurecht finden kann. Die eingesetzten Karten können hierbei in verschiedenen Detaillierungsstufen dargestellt werden.

*Information Module:* Mithilfe des Information Module werden Informationen zu den Ausstellungsgegenständen, die der Tourist betrachtet, zur Verfügung gestellt. Diese Informationen werden bei Aktivierung der einzelnen Sehenswürdigkeiten auf der Karte angezeigt.

*Communication Module:* Um die Kontaktaufnahme mit den Ausstellern sowie anderen CyberGuide-Besitzern (Touristen) zu ermöglichen, wird das Communication Module verwendet. Über das Communication Module sind folgende Funktionalitäten möglich: Verschicken von Emails, drucken von Dokumenten und kommunizieren mit anderen CyberGuide-Anwendern.

*Position Module:* Um die Ortung des Anwenders vornehmen zu können, wird das Position Module eingesetzt. Hierbei wird unterschieden zwischen der Indoor- und der Outdoor-Lösung von Cyberguide.



**Abbildung 8: Indoor- und Outdoor-Lösung von Cyberguide**

Quelle: Long, Sue u.a. (1996b).

Die Positionsbestimmung bei der Indoorvariante erfolgt auf Basis von Infrarotsignalen. Bei der Outdoor-Lösung wird die Lokalisierung des Anwenders mit Hilfe von GPS (Global Positioning System)<sup>46</sup> vorgenommen. Die Reiserouten der einzelnen Touristen können vom System aufgezeichnet werden. Mithilfe dieser Informationen können die Interessensgebiete der Touristen herausgefunden und durch das System ähnliche Ausstellungsstücke empfohlen werden.

### **3.4 comMotion**

#### **3.4.1 Überblick zu comMotion**

Primäres Ziel von comMotion ist es, die wachsenden Datenflut, die heute auf einen Menschen im digitalen Zeitalter einströmt (Emails, VoiceMessages, ToDo-Listen usw.), dahingehend zu filtern, dass man nur jene Informationen bekommt, die man momentan benötigt. Hierzu ist eine adäquate Strukturierung der Daten notwendig. Eine Möglichkeit der Strukturierung besteht darin, sich den räumlichen Bezug von Informationen respektive die Verknüpfung dieser Informationen mit einem bestimmten Ort zu Nutze zu machen. Hierzu werden dem Anwender – abhängig von dem Ort, an dem er sich befindet – nur die hierfür relevanten Informationen übermittelt.

Neben diesen dynamischen, benutzerabhängigen Inhalten verfügt comMotion, ähnlich wie bei Cyberguide, über benutzerunabhängige, vordefinierte Informationen. Hierzu gehören z.B. Karten und Ortinformationen.<sup>47</sup>

comMotion ist der letzten Kategorie von spatial-aware Projekten zuzuordnen: Bereitstellung von ort- und benutzerabhängige Informationen, die auf zukünftigen Ereignissen basieren.<sup>48</sup>

#### **3.4.2 Funktion und Architektur**

ComMotion basiert auf einer Client-Server-Architektur. Der Client besteht aus den drei in Java implementierten Modulen Location Learning Agent, Message Engine und Query

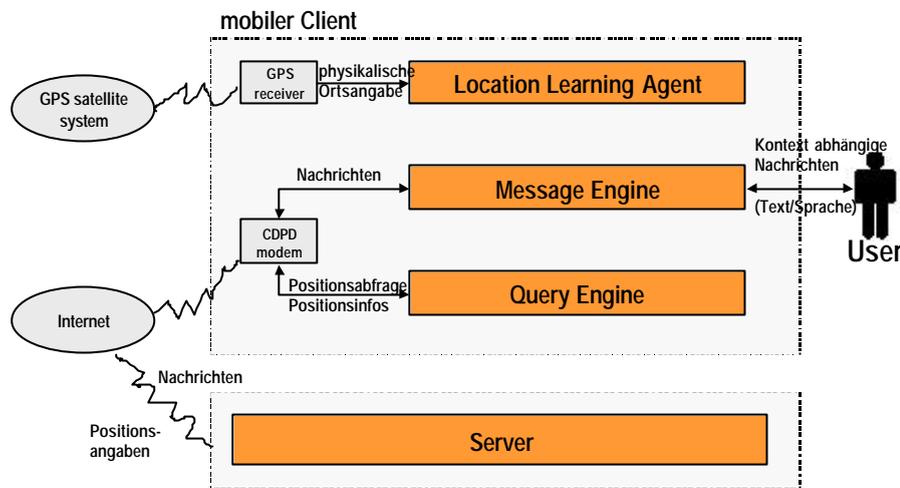
---

<sup>46</sup> Nähere Informationen zu GPS sind zu finden in: Möske, M. (2001).

<sup>47</sup> vgl. Marmasse, N. / Schmandt, C. (2000).

<sup>48</sup> Siehe hierzu: Kapitel 3.1.

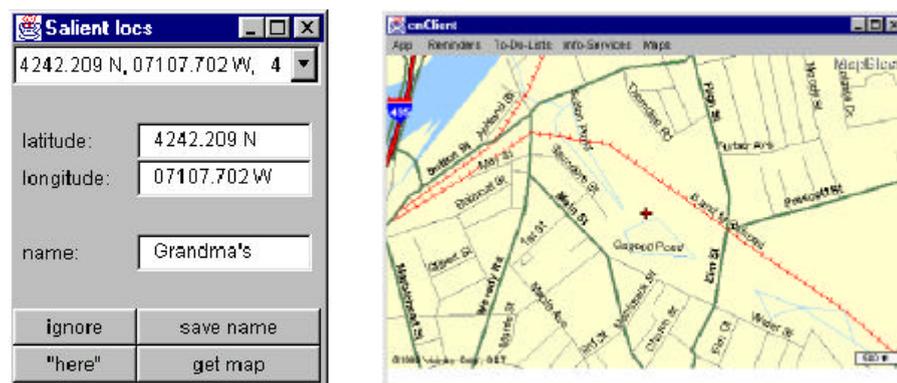
Engine.<sup>49</sup> Die Client-Anwendung läuft auf einer mobilen Plattform, die über das Internet mit den entfernten Servern kommuniziert. Im folgenden werden die drei Module kurz beschrieben.<sup>50</sup>



**Abbildung 9: Architektur von comMotion**

**In Anlehnung an:** Marmasse, N. (1999).

*Location Learning Engine*: Die Location Learning Engine dient dazu das Ortsverhalten des Anwenders zu erlernen. Sobald der Benutzer dreimal<sup>51</sup> am gleichen Ort vom System registriert wurde, wird er aufgefordert, diesen mit einer virtuellen Bezeichnung zu versehen.



**Abbildung 10: Location Learning bei comMotion**

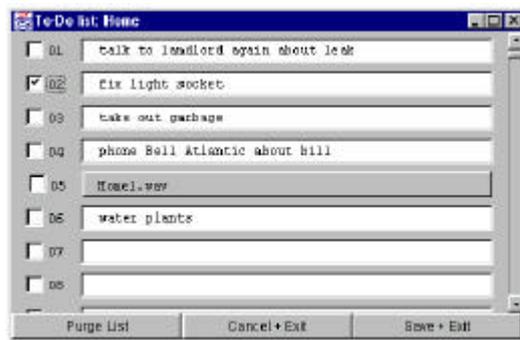
**Quelle:** Marmasse, N. / Schmandt, C. (2000).

<sup>49</sup> vgl. Marmasse, N. (1999)

<sup>50</sup> Die nun folgende Beschreibung der drei Module ist angelehnt an: Marmasse, N. / Schmandt, C. (2000).

<sup>51</sup> Die Anzahl ist durch den Anwender konfigurierbar.

Die satellitenbasierten GPS-Koordinaten werden somit in anwenderverständliche, virtuelle Ortsbezeichnungen wie z.B. Schule oder Arbeitsplatz übersetzt.



**Abbildung 11: ToDo-Listen bei comMotion**

**Quelle:** Marmasse, N. / Schmandt, C. (2000).

Nachdem ein Ort spezifiziert wurde, wird eine ToDo-Liste mit ihm verknüpft. Als Elemente in einer solchen ToDo-Liste können Text- und Sprachelemente verwendet werden.

*Message Engine:* Trifft ein Anwender an einem virtuellen Ort ein, erhält er über die Message Engine mitgeteilt, ob Nachrichten, eine ToDo-Liste oder sonstige Informationen – abhängig von diesem Ort – vorhanden sind. Zu den sonstigen Informationen zählen insbesondere Daten, die internetbasierte Informationsanbieter zur Verfügung stellen, wie z.B. Nachrichten, Wettervorhersagen oder Staumeldungen.<sup>52</sup>

*Query Engine:* Über die Query Engine wird die Positionsabfrage anderer comMotion-Anwender ermöglicht. Solche Anfragen können auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden: Zum einen durch einen comMotion-Client, zum anderen über ein reguläres EMail-System.

<sup>52</sup> Ein solcher Anbieter ist z.B. MAPBLAST!. Informationen hierzu sind zu finden unter: <http://www.mapblast.com>

#### 4 Kritische Würdigung

Ziel dieser Arbeit war die Vorstellung von drei Projekten aus dem Bereich Spatial-Aware Ubiquitous Computing. Vorab wurden einzelne Forschungsbereiche, die in diesem Kontext eine Rolle spielen, erörtert.

Sicherlich kann das alltägliche Leben durch den Einsatz solcher Systeme erheblich erleichtert werden. Allerdings weisen diese Systeme noch eine Reihe von Defiziten im praktischen Einsatz auf.

So müssen solche Systeme dem Anspruch an ein Ubiquitous Computing, immerhin in Ansätzen, gerecht werden. Der Benutzer muss in seinen Tätigkeiten unterstützt und nicht durch die Komplexität der Systeme behindert wird. Dies kann insbesondere durch die Schaffung einer natürlichen Interaktion mit dem System erreicht werden.

Des Weiteren müssen die Software- und Hardware-Komponenten solcher Systeme über offene Schnittstellen verfügen. Hiermit wird zum einen eine umfassende Bereitstellung von Informationen aus verschiedensten Quellen ermöglicht, zum anderen können dann einzelne Bausteine problemlos ausgetauscht werden. Soll z.B. die Ortung eines Anwenders nicht GPS-basiert vorgenommen werden, so müssen alle übrigen Komponenten unverändert weiter einsetzbar sein.

Ein wesentlicher Problembereich dieser Systeme ist sicherlich die kontinuierliche Ortung des Anwenders. Insbesondere bei permanentem Ortswechsel sind hier noch erhebliche Probleme zu verzeichnen.

Schließlich müssen diese ortsbezogenen Systeme insbesondere die Privatsphäre der einzelnen Teilnehmer schützen. Denn erst die Akzeptanz der Anwender schafft es, dass solche Systeme Marktreife erreichen können.

**Literaturverzeichnis**

*Anind, D. / Gregory, A. (1999):* Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness, in: GVU Technical Report GIT-GVU-99-22. Submitted to the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99), June 1999.

*Azuma, R. (1995):* A Survey of Augmented Reality, in: Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol 6., No. 4, S. 355-385, August 1997.

*Burkhardt, J. u.a. (2001):* Pervasive Computing, Addison-Wesley Verlag, München, 2001.

*Department of the Environment (1987):* Handling Geographic Information, in: Report of the Committee of Enquiry Chaired by Lord Chorley, London, 1987.

*Grimshaw, D. (2000):* Bringing geographical information systems into business, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2000.

*Harter, A. / Hopper, A. (1994):* A Distributed Location System for the Active Office, in: IEEE Network Magazine, 8(1), Januar 1994.

*Heywood, I. / Cornelius, S. / Carver, S. (1998):* An Introduction to Geographical Information Systems, Addison Wesley Longman, New York, 1998.

*Hohl, F. u.a. (1999):* NEXUS – An Open Global Infrastructure for Spatial-Aware Applications, in: The fifth annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, Januar 1999.

*Liebermann, H. / Selker, T. (2000):* Out of Context: Computer Systems That Adapt To, and Learn From, Context, in: CHI 2000, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, April 2000.

*Long, A. (1995):* Cyberguide: A Prototype User Interface for a Mobile Multimedia Terminal, in: Short Paper included in CHI'95 Companion, Mai 1995.

*Long, S. u.a. (1996a):* Cyberguide: Prototyping Context-Aware Mobile Application, Proceedings of the International Symposium on Wearable Computing, in: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '96, ACM, New York 1999.

*Long, S. u.a. (1996b):* Rapid Prototyping of Mobile Context-Aware Applications: The Cyberguide Case Study, in: Proceedings of the 2nd ACM International Conference on Mobile Computing And Networking, 1996.

*Marmasse, N. (1999):* comMotion: a context-aware communication system, in: Extended abstract in Proceedings of CHI99 (1999): S. 320 - 321.

*Marmasse, N. (2001):* Location Modeling – workshop paper, in: Workshop at Ubicomp 2001, Atlanta, September 2001.

*Marmasse, N. / Schmandt, C. (2000):* Location-aware information delivery with comMotion, in: HUC 2000 Proceedings: S. 157-171.

*Mattern, F. (2001):* Ubiquitous Computing – Vision und technische Grundlagen, in: Kubicek, H. / Fuchs, G. / Klumpp, D. / Rossnagel, A.: Internet @ Future – Technik, Anwendungen und Dienste der Zukunft, Jahrbuch Telekommunikation und Gesellschaft 2001, Band 9.

*Milgram, P. (o.J.):* Introduction to Augmented Reality, zu finden unter: <http://www.cs.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>, abgerufen am: 14.11.01.

*Möske, M. (2001):* Spatial-Aware Ubiquitous Computing, Seminararbeit i.R. des VIROR-Teleseminars im WS01/02 am Lehrstuhl für Praktische Informatik IV, Prof. Effelsberg.

*o.V. (2001a):* The Active Badge, zu finden unter: <http://www.uk.research.att.com/thebadge.html>, abgerufen am: 14.11.01.

*o.V. (2001b)*: The Active Badge System, zu finden unter:

<http://www.uk.research.att.com/ab.html>, abgerufen am: 14.11.01.

*o.V. (2001c)*: Cyberguide Project Page, zu finden unter:

<http://www.cc.gatech.edu/fce/cyberguide/>, abgerufen am: 14.11.01.

*Schilit, N. u.a. (1994)*: Context-Aware Computing Applications, in: IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.

*Tanenbaum, A. (1999)*: Computerarchitektur: Strukturen, Konzepte, Grundlagen, 4. Auflage, Prentice Hall, London u.a., 1999.

*Urban, E. (1995)*. The Information Warrior, in: IEEE Spectrum 32 (11) 1995: S. 66-70.

*Want, R. / Hopper, A. / Falcao, V. / Gibbons, J. (1992)*: The Active Badge Location System, in: ACM Transactions on Information Systems, Vol. 10, No. 1, Januar 1995.

*Want, R. u.a. (1995)*: The ParcTab Ubiquitous Computing Experiment, in: XEROX PARC Technical Report CSL-95-1, März 1995.

*Weiser, M. (1991)*: The Computer for the 21<sup>st</sup> Century, in: Scientific American, Jg. 265 (1991) H. 9: S. 66-75.

*Weiser, M. (1993)*: Hot Topics: Ubiquitous Computing, in: IEEE Computer, Oktober 1993.