

# Positionierungssysteme als Infrastruktur für Pervasive Computing in flexiblen Büro- und Arbeitsumgebungen

Alexander Greisle  
alexander.greisle@iat.uni-stuttgart.de

Udo-Ernst Haner  
udo-ernst.haner@iat.uni-stuttgart.de

Universität Stuttgart  
Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement  
Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart

**Abstract:** Flexibilität und Kreativität sind heute wesentliche Erfolgsfaktoren. Für Arbeitsumgebungen bedeutet dies eine zunehmende Auflösung bestehender Strukturen und eine Mobilisierung auch innerhalb von Büroumgebungen. Gleichzeitig steigt der Bedarf an allgegenwärtigem Informationszugriff. Im Rahmen dieses Beitrages wird dargestellt, welche Einsatzmöglichkeiten für Positionierungssysteme als ein Element von Pervasive Computing im Bürobereich bestehen. Basis dafür ist der Business Case einer flexiblen, kreativitätsfördernden Arbeitsumgebung. Zwei beispielhafte Implementierungen werden vorgestellt, Erfolgsfaktoren abgeleitet und Akzeptanzkriterien dargestellt.

## 1. Einleitung

Schnelle Reaktionszeiten auf Kundenbedürfnisse, flexible Entwicklungs- und Fertigungsprozesse und ein zunehmend mobiles Arbeiten beim Auftraggeber vor Ort stellen neue hohe Anforderungen an die Arbeitsorganisation. Moderne Arbeitsumgebungen bieten den Mitarbeitern eine flexible Umgebung, in welcher sie situations- und aufgabenorientiert die bestmögliche Unterstützung erhalten. Mit der Interactive Creativity Landscape wurde im Rahmen des Verbundforschungsprojektes „OFFICE 21<sup>®</sup> – Zukunft der Arbeit“ eine hoch flexible, non-territoriale Arbeitsumgebung implementiert, welche die Forderungen nach Flexibilität und Kreativitätsunterstützung erfüllt [BHR01].

Kommunikation und Informationsbereitstellung – egal, ob von Mensch zu Mensch oder zwischen Mensch und Maschine – sind wesentliche Merkmale der Wissensarbeit. Wie können Pervasive Computing Konzepte die flexiblen, non-territorialen Arbeitskonzepte unterstützen? Am Fraunhofer Office Innovation Center (OIC) wird diese Art zu arbeiten konzipiert, realisiert und im täglichen Tun evaluiert. Hier werden u.a. Pervasive Computing Konzepte in Form von Positionierungssystemen implementiert und die Auswirkungen auf die Arbeitsweise aus Organisations-, Mitarbeiter- und Techniksicht untersucht.

Im folgenden Abschnitt 2 zeigt Potentiale von Positionierungssystemen. Aufbauend zeigt Abschnitt 3 aktuelle und künftige Systemoptionen und zwei am Fraunhofer OIC gestestete Lösungen. Diese sind Basis für die Praxisempfehlungen in Abschnitt 4.

## **2. Potentiale von Positionierungssystemen**

Ein Effekt non-territorialer Arbeitsumgebungen ist ein Verlust an Information darüber, wo Kollegen ihren Arbeitsplatz haben. Im Gegensatz zu traditionellen Arbeitsumgebungen geht diese Information dadurch verloren, dass Mitarbeiter täglich und bei Bedarf auch mehrmals täglich erneut ihren Arbeitsplatz flexibel und aufgabenbezogen belegen. Positionierungssysteme stellen nun diese Information wieder dezentral bereit.

Kommunikation spielt in Kreativitätsprozessen besonders in den Phasen der Informationssammlung und der Verifikation eine wichtige Rolle [BHR01]. Positionierungssysteme wirken hier durch die Bewusstmachung („Awareness“) bezüglich der Präsenz und möglicher Aktivitäten von Kollegen, welche den Kreativitäts- und Lösungsfindungsprozess aktuell unterstützen können. Die Systeme liefern Informationen über die Anwesenheit von Kollegen, deren aktuellen Aufenthaltsort und eventuell deren Laufwege für eine ad-hoc Kommunikation. Damit hat das Pervasive Computing im hier skizzierten Zusammenhang nicht nur Auswirkungen auf die Mensch-Maschine-Interaktion, sondern kann die Mensch-Mensch-Interaktion wirkungsvoll unterstützen.

Ergebnisse einer empirischen Studie zu Office Performance, durchgeführt im Rahmen des Verbundforschungsprojektes OFFICE 21<sup>®</sup>, haben gezeigt, dass unter anderem der Abbau unnötiger Erschwernisse und ein möglichst effizienter Zugriff auf Informationen Schlüsselfaktoren für eine hohe Performance in Büroumgebungen sind [Ke02]. Durch die Integration der Positionsinformation mit Anwendungsinformationen kann aufgabenorientiert eine near- bis real-time Informationsbereitstellung ermöglicht werden. Aufwendige Such- und Rüstzeiten entfallen, was wiederum einen direkten Performancegewinn zur Folge hat. Durch die intuitivere Interaktion mit den Informationssystem gewinnt der Anwender die Möglichkeit zurück, sich auf die wesentlichen Schritte zur Aufgabenerfüllung zu konzentrieren und die oftmals zeit- und konzentrationsraubende Interaktion mit dem System an dieses abzugeben.

## **3. Technologieoptionen zur Implementierung**

### **3.1 Aktuelle und zukünftige Systemoptionen**

Abbildung 1 klassifiziert die für den in diesem Beitrag skizzierten Anwendungsbereiche möglichen Technologiealternativen nach deren Gebietsabdeckung. Hierbei wird unterschieden zwischen lokaler, räumlich begrenzter Implementierung und einer globaler Verfügbarkeit.

Mit Hilfe mitzuführender Identifikationstechnik (im allgemeinen bestehend mindestens aus Chip plus Transceiver; im folgenden „Tag“ genannt) können Anwender identifiziert werden. Dabei kann es sich um spezialisierte Hardware als auch um Geräte des täglichen Gebrauchs, etwa Mobiltelefone oder WLAN-fähige PDAs, handeln. Eine systemseitige

Zuordnung von Anwender und Tag ermöglicht personalisierte Dienste. Zur Ermittlung der Positionsinformationen kommunizieren Basisstationen mit den Tags.

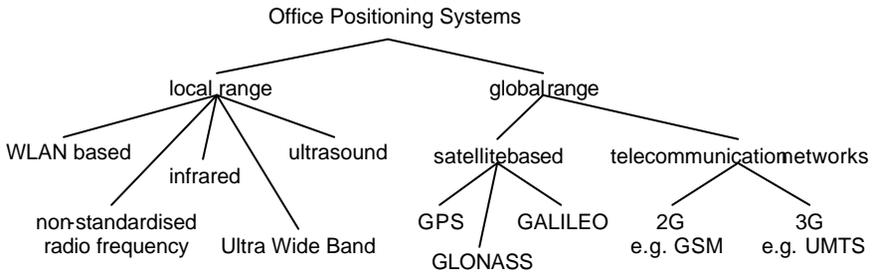


Abbildung 1: Klassifizierung von Positionierungssystemen, vgl. [HG03]

Die Existenz einer Kommunikation zwischen Tag und Basisstation begründet deren Zuordnung zueinander. Über die Messung der Signalstärke wird die Distanz des Tags zur Basisstation ermittelt. Wird es überlappend von mehreren Basisstationen erfasst, müssen zur Zuordnung weitere Verfahren angewendet werden. Dies ist insbesondere relevant bei besonderen Anforderungen an die Genauigkeit. So kann das Tag entweder der ersten antwortenden Basisstation oder derjenigen mit der stärksten Messung zugeordnet werden. Mittels Triangulation kann eine genaue Positionsberechnung durchgeführt werden. Die Messung der Signallaufzeiten ist das zweite gebräuchliche Verfahren, wie sie etwa bei WLAN-basierenden Systemen verwendet wird. Dieses ist unempfindlicher gegen Störfaktoren. Wenn mehrere Arbeitsplätze auf relativ engem Raum vorhanden sind, spielt die Auswahl des Verfahrens eine entscheidende Rolle für die Genauigkeit und damit für den Erfolg der Positionierungssysteme.

Nun kann man die berechtigte Frage stellen, ob durch die Verfügbarkeit globaler Positionierungssysteme, z.B. GPS, ein lokales Positionierungssystem für Arbeitsumgebungen notwendig ist. Besteht eine Sichtverbindung zu mindestens vier Satelliten, so kann das verbreitete GPS (sowie dessen Weiterentwicklungen und konkurrierende Systeme) bei Anwendung spezialisierter Algorithmen die notwendige hohe Genauigkeit erreicht werden (vgl. [LL01]). Eine besondere Problematik der Positionierung besteht durch eine anwendungsspezifisch geforderte stockwerkgenaue und damit dreidimensionale Lokalisierung. Aktuell verfügbare globale Systeme können dieser Anforderung nicht entsprechen. Lokale Systeme hingegen können über einen geeigneten Systemaufbau für dreidimensionale Positionierung verwendet werden.

Für den mobilen Anwender wäre eine nahtlose Integration von lokalen und globalen Positionierungssystemen wünschenswert. UMTS als Lösungsansatz könnte in der sogenannten Pico-Zelle lokal eingesetzt werden, in den anderen Zellen agiert es dagegen als globales System und könnte damit ein Ansatz sein. Veröffentlichte Messungen von Handy-Herstellern zeigen, dass mit UMTS unter optimalen Bedingungen eine Genauigkeit von mehreren Metern möglich ist. Problematisch ist, dass selbst in größeren Städten wie Stuttgart im Moment nur ein Teil des Stadtkerns eine ausreichende Abdeckung mit Basisstationen für eine zweidimensionale Positionierung aufweist (vgl. [He03]).

### 3.2 Beispiele prototypischer Systeme

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, ist eine Vielzahl von Systemen verfügbar bzw. in Entwicklung. [BBH01] geben einen Überblick über unterschiedliche Systeme. Im Rahmen dieses Beitrages werden zwei am Fraunhofer Office Innovation Center (OIC) implementierte und getestete Systeme näher beschrieben.

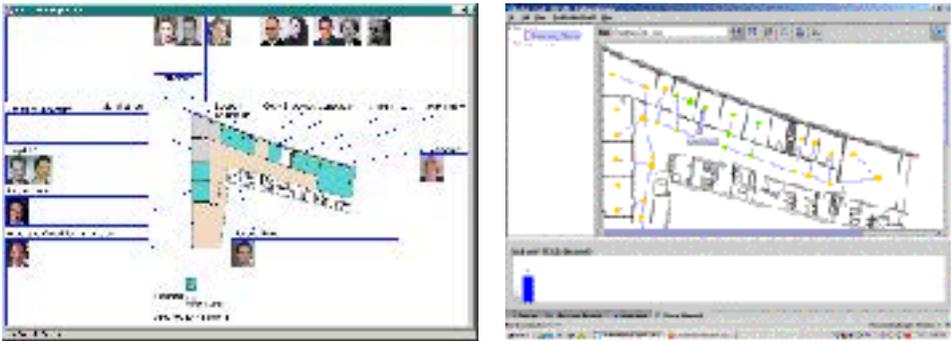


Abb. 2a Anwendungsoberflächen der am OIC implementierten Positionierungssystem Abb. 2b

Abbildung 2a zeigt das Front-End einer Java-WebStart-Application. Die Darstellung des Grundrisses und der personalisierten Belegungsanzeige wird near-time aktualisiert. Die Hardware benötigt eine proprietäre Bus-Verkabelung und eine Antenne in jedem zu erfassenden Bereich. Über ein spezielles Sendetag, welches die Anwender mit sich führen, wird die Stärke der vom Tag ausgehenden Signale gemessen. Eine sehr positions-genaue Lokalisierung ist nicht möglich. Die Genauigkeit der Messung nimmt bei der Verwendung von reflektierenden Materialien ab, ebenso bei durchlässigen Baumaterialien. Abbildung 2b zeigt die Client-Oberfläche eines Systems, welches auf standardisierter WLAN Technologie beruht. Nicht zuletzt ist dies ein wirtschaftlicher und administrativer Vorteil. Die Ortung der Anwender erfolgt über Triangulation zwischen mindestens drei Access Points. Damit ist eine sehr hohe Genauigkeit möglich, welche durch die manuelle Kalibrierung an verschiedenen Referenzpunkten justiert werden kann. Interessant ist die Möglichkeit, Laufwege nachzuvollziehen, gerade in Aufgabengebieten mit einem hohen Anteil von Ad-hoc-Kommunikation. Problematisch ist die Verwendung von WLAN-Endgeräten wie PDAs, da diese aufgrund der beschränkten Akku-Kapazität nach einer gewissen Zeit in den Ruhezustand übergehen und die Verbindung abbricht.

## 4. Implementierungserfahrungen und -empfehlungen

Der Erfolg von Positionierungssystemen hängt stark von der Unternehmenskultur und den rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Ein professionelles Change-Management mit offener Kommunikation der Ziele und Vorteile bei hoher Mitarbeiterpartizipation ist notwendig – dies gilt bereits für Piloteinsätze.

Anzuraten ist die frühe Integration des Betriebsrates und der Abschluss einer Betriebsvereinbarung. Durch geeignete Implementierung kann den Forderungen zum Schutz der Privatsphäre genüge getan werden, z.B. bei der Speicherdauer der Positionierungsdaten.

Für situationsabhängige mobile Dienste schlagen [AHW03] vier Dimensionen für die Messung der Akzeptanz vor: Wahrgenommener Nutzen, Bedienbarkeit, Mobilität und Kosten. Diese lassen sich übertragen. Die Akzeptanz der Anwender wird umso größer sein, je mehr der spezifische *Nutzen* durch vereinfachte, effizientere und effektivere Arbeitsprozesse den Verlust an Privatsphäre überwiegt. *Bedienbarkeit* umfasst für Positionierungssysteme sowohl die Ergonomie der Benutzeroberfläche als auch die Beeinträchtigung durch die mitzuführenden Tags. Es empfiehlt sich, diese Tags möglichst zu integrieren bzw. kombinieren, z.B. Firmenausweise. Um die *Mobilität* der Lösung sicherzustellen, müssen die Tags jederzeit einsatzbereit sein. Für den Anwender bedeutet Mobilität darüber hinaus, dass ihm private, nicht erfasste Bereiche zugestanden werden. Schließlich sollten unter der Dimension der *Kosten* neben den Aufwände für die Integration der Services in die bestehenden Informationssysteme auch nicht-monetäre Kosten wie Privatsphäre, eventuelle Gesundheitsbelastung, etc. berücksichtigt werden.

Die Akzeptanzkriterien berücksichtigend lassen sich Positionierungssysteme mit den genannten Potentialen zum Nutzen des einzelnen Mitarbeiters und des Unternehmens implementieren. Sie erlauben die Adaption von physischen und virtuellen Arbeitsumgebungen an die Bedürfnisse, die sich aus den Arbeitsprozessen und den Mitarbeiterpräferenzen ergeben. Als Infrastruktur für positionsabhängigen Informationsbereitstellung und Kollaborationsförderung spielen sie damit eine zentrale Rolle für das Pervasive Computing in flexiblen Büro- und Arbeitsumgebungen.

## Literaturverzeichnis

- [AHW03] Amberg, M./ Hirschmeier, M./ Wehrmann, J.: *Ein Modell zur Akzeptanzanalyse für die Entwicklung situationsabhängiger mobiler Dienste im Compass Ansatz*. In: Pousttchi, K.; Turowski K.: *Mobile Commerce – Anwendung und Perspektiven*. 3. Workshop Mobile Commerce, Universität Augsburg, 02/2003; Gesellschaft für Informatik 2003
- [BBH01] Bakke, J.W./ Bergersen, E./ Haner, U.-E. et al.: *D21 – Technology Survey*. Report as part of SANE – Sustainable Accommodation for the New Economy, EU-IST-2000-25257, 2001
- [BHR01] Bauer, W./ Haner, U.-E./ Rieck, A.: *OFFICE 21 – Inventing an Interactive Creativity Landscape*. Proceedings of the HCI International 2001, 9<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction, August 5-10, 2001 New Orleans, Vol.3, Seite 658-662
- [HG03] Haner, U.-E./ Greisle, A.: *Support of Creative Knowledge Workers in Flexible Office Environments Through a Positioning System*. Proceedings of the HCI International 2003, 10<sup>th</sup> International Conference on Human-Computer Interaction, 22.-27. Juni 2003, Kreta (in Druck)
- [He03] Hein, G.: *Positionierung und Lokalisierung des Anwenders*. Präsentation auf dem Kongress „Mobil mit digitalen Diensten“ des Münchner Kreis, 6.-7. Februar 2003
- [Ke02] Kelter, J.: *Leistungsschub durch weiche Faktoren. Studie zur Produktivität im Büro*. Mensch & Büro 5/2002, Seite 158-159
- [LL01] Legat, K./ Lechner, W.: *Integrated navigation for pedestrians*. Präsentation auf der GNSS 2001