

Smarte Arbeitsumgebungen zur Unterstützung verteilter sozialer Prozesse

Norbert A. Streitz, Thorsten Prante, Carsten Röcker, Daniel van Alphen,

Richard Stenzel, Carsten Magerkurth

AMBIENTE – Erlebniswelten der Zukunft, Fraunhofer IPSI, Darmstadt

Zusammenfassung

Wir berichten in diesem Beitrag über die Entwicklung von „smarten“ Arbeitsumgebungen, die soziale Prozesse der informellen Kommunikation, der Awareness und der Koordination von Teamarbeit in verteilten Umgebungen unterstützen. Der Realisierungsansatz wurde so gewählt, dass die Implementation mit den speziellen Charakteristika und Qualitäten der zu unterstützenden Prozesse kompatibel ist und eine „Calm Technology“ im Sinne von Mark Weiser darstellt. Die Realisierung erfolgte im Rahmen des Ambient-Agoras Projektes. Es handelt sich um eine verteilte Umgebung mit einer Kombination von Ambient Displays und mobilen Geräten, die anschließend in einem „Living Lab“ Experiment demonstriert und evaluiert wurde.

1 Einleitung

Die allgemeine Zielsetzung unserer Arbeiten ist das Design von Alltagsgegenständen, mit denen wir auf einfache und intuitive Art und Weise interagieren können, indem diese sowohl in reale als auch virtuelle Kontexte gestellt werden (hybride Welten). Die neuen Eigenschaften der Objekte unterstützen uns aktiv bei der Durchführung der Vielfalt unserer Aufgaben und Aktivitäten im täglichen Leben (Smart Services). Darüber hinaus erweitern sie unsere Wahrnehmung der physikalischen und sozialen Umgebung, indem sie uns mit eigentlich „unsichtbaren“ Beobachtungsdaten aus unserem Umfeld versorgen und vielfältig präsentieren. Dabei verfolgen wir außerdem das Ziel, dass die Art der Realisierung den speziellen Charakteristika und Qualitäten der zu unterstützenden Aktivitäten entspricht und orientieren uns an der Forderung von Mark Weiser (1991) nach einer Calm Technology und vergleichbaren Überlegungen zum „Disappearing Computer“ (Streitz & Nixon, 2005).

Bei den in diesem Beitrag vorgestellten Entwicklungen handelt es sich um „smarte“ Arbeitsumgebungen zur Unterstützung sozialer Prozesse beim Arbeiten an verteilten Standorten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der informellen Kommunikation, der Awareness und der Koordinationsunterstützung von Teamarbeit. Die Darstellung der entwickelten „Smart Artefacts“ und der Sensorumgebung ist eingebettet in das konkrete Anwendungsszenario einer verteilten Umgebung zwischen zwei Standorten in Deutschland und Frankreich und einer Evaluation in Form eines „Living Lab“ Experimentes.

2 Teamarbeit und informelle Kommunikation

Neben der Einführung flacherer Hierarchien und der Dezentralisierung von Entscheidungsgewalt ist vor allem die Organisation von Mitarbeitern in Teams eine Maßnahme zur Steigerung von Effizienz und Flexibilität in Unternehmen (Hammer & Champy, 1993). Hinzu kommt, dass Teams die zunehmende Aufgabenkomplexität und die damit verbundenen kognitiven Anforderungen besser bewältigen können (Sundstrom et al., 1990).

Verschiedene Studien, u.a. von Donchin et al. (1995), zeigen, dass die Kommunikation zwischen Team-Mitgliedern einen starken Einfluss auf deren Leistung hat. Voraussetzung für die erfolgreiche Bearbeitung einer Aufgabe ist, neben dem gemeinsamen Ziel, die Existenz eines gemeinsamen mentalen Modells, das als Grundlage für das Verständnis über Zuständigkeit und Informationsbedarf der einzelnen Team-Mitglieder dient (Cannon-Bowers et al., 1993). Fehlende oder unzureichende Kommunikation hat zur Folge, dass notwendige gemeinsamen mentalen Modelle nicht gebildet werden können (Orasanu & Salas, 1993). Neben der expliziten, verbalen Kommunikation ist vor allem die implizite Kommunikation in Form gegenseitiger Awareness wichtige Voraussetzung für ein gemeinsames Verständnis in Teams. Zum Begriff Awareness gibt es verschiedene Vorstellungen und Arbeiten. Wir nennen exemplarisch die von Gaver et al. (1992), die Awareness als “pervasive experience of knowing who is around, what sort of things they are doing, whether they are relatively busy or can be engaged“ charakterisieren. Studien über informelle Kommunikation (z.B. Whittaker et al., 1994), und Gestaltungsempfehlungen für Arbeitsplätze (Tanis & Duffy, 1999) kommen übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass informelle Awareness über gegenwärtige Aktivitäten im lokalen Arbeitsumfeld sowie der Aufbau eines Zusammengehörigkeitsgefühls wichtige Aspekte der Arbeit sind. Aufbauend auf anderen Arbeiten kommen auch Whittaker et al. (1994) zu ähnlichen Ergebnissen und betonen das häufige informelle Kommunikation eine Schlüsselrolle bei der Zusammenarbeit innerhalb von Unternehmen spielt.

Die Entwicklung hin zu mehr global operierenden Unternehmen und die Ausweitung von Märkten führt zu einer Verstärkung und Intensivierung von verteiltem Arbeiten, bei dem viele Standorte involviert sind. Damit korrespondiert eine andere Entwicklung. Durch die verstärkt erhobene Forderung nach mehr Flexibilität erfolgt die Organisation von Mitarbeitern zunehmend in virtuellen Teams, bei denen die einzelnen Teammitglieder von verschiedenen Orten aus zusammenarbeiten (Potter & Balthazard, 2002). In Gruppen, die in der gleichen physischen Umgebung arbeiten oder leben, werden aktivitätsbezogene Informationen

meistens ohne technologische Hilfsmittel implizit und explizit kommuniziert. Es stellt sich damit das Problem, vergleichbare Awareness und Wissen um den Kontext in räumlich verteilten Lebens- und Arbeitssituationen herzustellen. Teams, die unter diesen Bedingungen arbeiten, haben gegenüber traditionellen Teams zwar den Vorteil größerer Flexibilität, können diesen aber aufgrund mangelnder Kommunikation wieder einbüßen. Der Grund hierfür ist eine steigende lokale Mobilität innerhalb des Gebäudes oder Unternehmens, die zu kürzeren und unregelmäßigeren Anwesenheitszeiten der Teammitglieder an ihren Arbeitsplatz führt. Schätzungen zufolge verbringen Angestellte zwischen 25% und 70% der täglichen Arbeitszeit in Besprechungen oder Gesprächen mit Kollegen (Whittaker et al., 1994). Da viele der persönlichen Ressourcen zur Unterstützung der verteilten Zusammenarbeit meist nur am stationären Arbeitsplatz vorhanden sind, führt steigende lokale Mobilität zur Beeinträchtigung der Kommunikation mit entfernten Kollegen (Bellotti & Bly, 1996). Das bestätigt auch eine Untersuchung von Whittaker et al. (1994), bei der 2/3 aller Kontaktversuche entfernter Teammitglieder aufgrund lokaler Mobilität nicht zum Erfolg führten. Diese Problematik der Erreichbarkeit wird durch neuere Untersuchungen bestätigt: "...despite the ubiquity of networked laptops, workgroup members often did not take these machines with them when they worked outside of their personal workspace, especially for spontaneous or unplanned work." (Huang et al., 2004). Unser Ziel war es deshalb nicht nur generelle Awareness in räumlich verteilten Teams zu vermitteln, sondern darüber hinaus auch die Kontaktaufnahme (Kommunikation) zwischen verteilten Teammitgliedern zu unterstützen.

3 Technologie tritt in den Hintergrund

Unsere konzeptuelle Analyse und die Anforderungen, die sich aus Fokusgruppenuntersuchungen ergaben, die wir mit Benutzern im Rahmen des Ambient-Agoras Projektes durchführten (Ambient Agoras, 2003), zeigten, dass „traditionelle“ Systeme mit auf Desktop-PC-basierender Technologie diese Zielsetzung nicht erfüllen und den Benutzererwartungen nicht entsprechen.

Auf der Basis dieser Ergebnisse entschieden wir uns für einen Realisierungsansatz, der durch die Beobachtungen von Mark Weiser (1991) inspiriert wurde: "The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it." Er bezeichnet das auch als *Calm Technology*. Computer werden einerseits immer kleiner und praktisch unsichtbar. Andererseits verschwinden sie aus unserem Blickfeld, bzw. werden nicht mehr als Computer wahrgenommen, und sind dennoch Bestandteil vieler Gegenstände in unserer Umgebung. Im Englischen wird diese allgegenwärtige Verfügbarkeit von Computerfunktionalität als „Ubiquitous Computing“ und das „Verschwinden“ als „Disappearing Computer“ (Streitz & Nixon, 2005) bezeichnet. Vor diesem Hintergrund werden sog. Smart Artefacts entwickelt, die sich von traditionellen Computersystemen wie z.B. Desktop-PC oder Notebook wesentlich unterscheiden. Smart Artefacts resultieren aus der Integration von Informations- und Kommunikationstechnologie in Alltagsgegenstände unserer Umgebung oder werden als Elemente von umfassenderen Smart Environments neu konzipiert.

4 Realisierung der Ambient-Agoras Umgebung

Im Rahmen des Ambient-Agoras Projektes (Ambient Agoras, 2003) entwickelten wir Smart Artefacts als Bausteine einer smarten Umgebung für verteilte Standorte. Dabei verfolgten wir einen benutzerorientierten, iterativen und „rapid-prototyping“ Entwicklungsprozess. Ausgangspunkt war eine Vielzahl von Episoden („bits of life“), die zu Szenarien aggregiert, über Video-Mock-Ups visualisiert und Fokusgruppen gezeigt wurden. Auf der Basis dieses Feedbacks und von konzeptuellen Überlegungen - z.B. Orientierung an der Metapher des Marktplatzes („agora“) - entwickelten wir Design- und Technologie-Studien sowie Prototypen der Artefakte mit korrespondierender Software und Sensorumgebung. In diesem Beitrag beschränken wir uns auf Komponenten zur Unterstützung der informellen Kommunikation, Koordination und Awareness, wie z.B. die Hello.Wall, der ViewPort und die Personal Aura.

4.1 Ambient Displays

Um eine Calm Technology zu realisieren, sind unserer Meinung nach Ambient Displays eine sinnvolle Option. Sie sind ein Beispiel für ein Smart Artefact, das über die traditionellen Vorstellungen von Displays wie bei Desktop-PC oder Notebook hinausgeht und bei dem der Computer in den Hintergrund verschwindet. Ambient Displays präsentieren Informationen ohne die volle und ständige Aufmerksamkeit der Benutzer zu beanspruchen, sondern beschränken sich oft auf die periphere Wahrnehmung. Beim Design orientiert man sich u.a. an Metaphern aus der Natur und vermittelt Informationen z.B. über Licht(wechsel), Geräusche, Töne, sich bewegende Objekte, Gerüche. Hiroshi Ishii und seine Gruppe am MIT Media Lab waren unter den ersten, die entsprechende Beispiele realisiert haben. (Ishii et al, 1998, Wisneski et al., 1998). Andere frühe Realisierungen gab es z.B. von Gellersen et al. (1999). Form und Charakter des Ambient Display sind ein Aspekt der Realisierung. Um orts- und situationsbezogene Dienste anbieten zu können, ist es erforderlich, Personen und Objekte zu erfassen („tracking“). Dazu müssen mit Hilfe von Sensoren entsprechende Daten gesammelt werden. Diese werden zu Input-Parametern aggregiert und müssen dann auf entsprechende Output-Parameter der Präsentation auf dem Ambient Display abgebildet werden.

4.2 Privacy

Die Erfassung, Verarbeitung und Darstellung personenbezogener Informationen (z.B. bei Adaptivität oder Awareness) stellt immer eine Gefahr für die Privatsphäre der Benutzer dar (Lahlou et al., 2005). Während Privacy-Probleme in vielen Bereichen durch Anonymisierung der erhobenen Daten umgangen werden können, bildet die gezielte Vermittlung personenbezogener Daten den Kern vieler Awareness-unterstützender Systeme. Aus diesem Grund müssen die zu erwartenden Risiken in der Entwicklungsphase rechtzeitig identifiziert und entsprechende Möglichkeiten zu deren Reduzierung umgesetzt werden. Da der Erfolg dieser Anwendungen von der Akzeptanz der Systeme durch die Benutzer bestimmt wird, haben wir mit der Personal Aura (s. u.) ein Beispiel für eine „Privacy Enhancing Technology“ (PET) entwickelt und in die Ambient-Agoras Umgebung integriert.

4.3 Hello.Wall

Die Hello.Wall ist ein Ambient Display, der Informationen mittels Lichtmustern kommuniziert (Prante et al, 2003, Streitz et al, 2003). Er nutzt dabei die menschliche Fähigkeit, Informationen über Codes aufzunehmen, die weniger explizit sind als Sprache. Die Hello.Wall kann somit im Hintergrund bleiben und peripher wahrgenommen werden, während der Fokus z.B. auf einem persönlichen Gespräch liegt, das von zwei Personen vor der Hello.Wall geführt wird. Neben der Vermittlung genereller Awareness-Informationen, ist es möglich, einzelnen Personen über bestimmte Lichtmuster gezielte Informationen zu übermitteln. Unterschiedliche Lichtmuster korrespondieren dabei mit unterschiedlichen Arten von Informationen. Durch die Nutzung abstrakter Lichtmuster ist es möglich, zwischen öffentlichen und privaten, bzw. persönlichen Informationen zu unterscheiden. Auch wenn die Bedeutung öffentlicher Lichtmuster allen Beteiligten bekannt ist und sie somit leicht interpretiert werden können, erschließt sich die Bedeutung privater Lichtmuster nur bestimmten Personen. Dadurch ist es möglich, persönliche Nachrichten und Informationen auch in öffentlichen Räumen zu kommunizieren, ohne dass diese von anderen interpretiert werden können. Prinzipiell erlaubt das Design der Hello.Wall ein breites Spektrum von Eingabe-Parametern auf eine Vielzahl von Lichtmustern abzubilden. Die Hello.Wall ist durch die Kombination ihrer unaufdringlichen Erscheinungsform (Calm Technology) und der ästhetischen Qualität der dynamischen Lichtmuster ein Beispiel für sog. „Informative Art“ (Redström et al., 2000).

Über die Entwicklung eines Ambient Display hinaus war es unser Ziel, die angezeigte Information und die Art ihrer Kommunikation kontext-abhängig zu gestalten. Die angezeigten Informationen sollten in Anhängigkeit vom Abstand der Person von der Hello.Wall orts- und situationsbedingt variiert werden können. Um die unterschiedlichen Entfernungen des Benutzers von der Wand zu erfassen, verwendeten wir integrierte Sensoren, die entsprechend der Umgebungsbedingungen angepasst wurden. Basierend auf dieser Sensorinfrastruktur gibt es verschiedene „Interaktionszonen“ (siehe Abb. 1, rechts), um die Interaktionsmöglichkeiten von Benutzern mit einer, durch die Hello.Wall erweiterten Umgebung zu strukturieren: „Ambient Zone“, „Notification Zone“ und „Interaction Zone“. Der Abstand einer Person zur Hello.Wall bestimmt dabei die angebotenen Interaktionsmöglichkeiten und die Art der präsentierten Informationen.

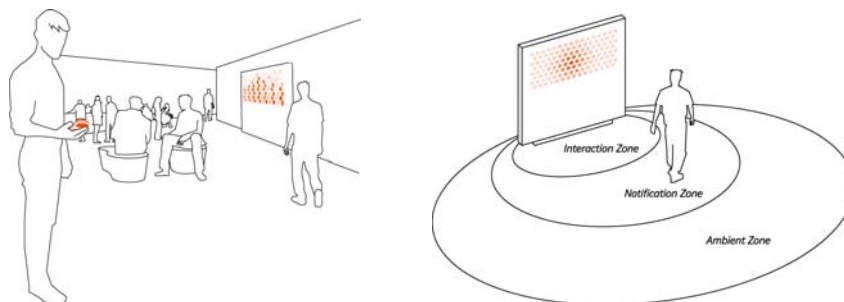


Abbildung 1: Konzeption der Lounge Area in der Ambient-Agoras Umgebung mit Hello.Wall und ViewPort (links), die drei Interaktionszonen (rechts).

4.4 ViewPort

Der ViewPort (Prante et al, 2003, Streitz et al, 2003) ist ein für drahtlose Kommunikation geeignetes mobiles Gerät, ähnlich einem PDA. Durch integrierte RFID-Sensoren und Transponder ist es möglich, andere Artefakte zu erkennen und selbst erkannt zu werden. Außerdem entwickelten wir einen Mechanismus, bei dem sich die Hello.Wall den Display eines ViewPorts „borgen“ kann, um detaillierte Informationen zu kommunizieren. Auf dem ViewPort können die angezeigten Informationen sowohl persönlicher als auch expliziter sein als auf der Hello.Wall. Abhängig von Zugriffsrechten und aktueller Situation können Benutzer die ViewPorts verwenden, um sich visuelle Codes erklären zu lassen, um Informationen darzustellen oder um auf Nachrichten zuzugreifen.

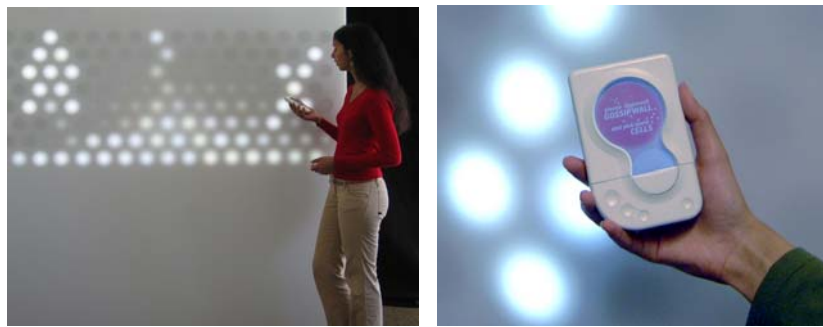


Abbildung 2: Die Hello.Wall, ein Ambient Display mit dynamischen Lichtmustern (links), der ViewPort, ein mobiles Gerät (rechts).

4.5 Personal Aura

In der Realität nimmt jede Person verschiedene, soziale Rollen ein, abhängig von der gegenwärtigen Situation und dem momentanen sozialen Umfeld. Ausgehend von der zunehmenden Diskussion um den Verlust der Privatsphäre in sensorbasierten Umgebungen (Lahlou et al., 2005) war es unser Ziel die Benutzer selbst entscheiden zu lassen, ob und in welcher sozialen Rolle sie von Sensorsystemen erfasst werden. Abbildung 3 zeigt die Personal Aura, die erste Realisierung unserer Überlegungen dazu. Die Personal Aura ist ein Artefakt, das es Anwendern erlaubt, ihre von intelligenten Umgebungen „erfasste Erscheinung“ zu kontrollieren. Das Artefakt besteht aus zwei, sich ergänzenden Teilen: einem Lesemodul zur Übertragung der unterschiedlichen Identitäten, bzw. Rollen, und einem ID-Modul, das einen eindeutigen Identifizierungsschlüssel sowie zusätzliche persönliche Informationen enthält. Jede Person besitzt mehrere ID-Module und kann ihre Verfügbarkeit sowie Rolle signalisieren, indem sie das gewünschte ID- und Lesemodul zusammensteckt. Abbildung 5 zeigt die Anwendung dieses Konzeptes in der Kommunikation zwischen räumlich verteilten Team-Mitgliedern.



Abbildung 3: Personal Aura: Lesemodul mit zwei ID-Modulen (links), Aktivierung durch Zusammenstecken von ID- und Lesemodul (Mitte) und aktivierte Personal Aura (rechts).

4.6 Connecting Remote Teams

Mit dem „Connecting-Remote-Teams“ Szenario realisierten wir eine Anwendung, die spontane, informelle Begegnungen in verteilt arbeitenden Teams unterstützt (Prante et al., 2004). Abgesehen von opportunistischen Zufallsbegegnungen auf dem Flur oder im Foyer, sind Zusammenkünfte in einer Lounge (Abb. 1, links) oder in der Cafeteria als Ausgangspunkte für informelle Kommunikation gut geeignet. Befindet man sich an demselben Ort, ist die Stimmung und Bereitschaft einer Person zu einer kurzen Unterhaltung leicht zu erkennen. Wenn man sich aber an verschiedenen Orten aufhält, ist es ungleich schwieriger dies festzustellen. Man müsste z.B. anrufen oder eine E-Mail schreiben. Eine Videokonferenz muss meistens geplant und technisch vorbereitet werden. Die Kombination von zwei Hello.Walls ermöglicht nun die Vermittlung von Informationen über die Situation der jeweiligen Teams.

5 Evaluation

Um zu überprüfen, ob die Hello.Wall, zusammen mit den anderen Artefakten wie Personal Auras und View.Port, die Kommunikation zwischen zwei verteilten Teams erleichtert, wurde im Herbst 2003 ein „Living-Lab“ Experiment durchgeführt. Dabei standen die Bewertung von Awareness-Informationen und die Erleichterung der informellen Kommunikation im Mittelpunkt unseres Interesses. Das Experiment wurde zwischen dem Fraunhofer IPSI in Darmstadt und unserem Projektpartner EDF („Electricité de France“) in Paris, Frankreich, durchgeführt. Das zonenorientierte Interaktionsdesign der Hello.Wall wurde auf die Grundrisse der Loungebereiche an beiden Standorten abgebildet.

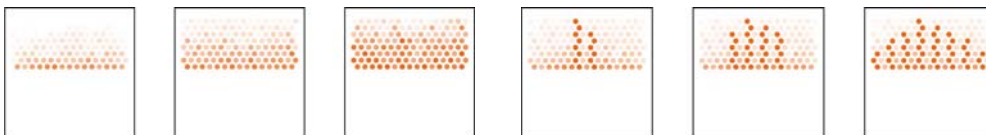


Abbildung 4. Muster auf der Hello.Wall: drei Stufen von Stimmung (links), drei Stufen von Anwesenheit (rechts)

Die Hello.Wall zeigte kontinuierlich dynamische Lichtmuster an (Abbildungen 2 und 4), die Informationen über die Stimmung und Anwesenheit des Teams an dem jeweilig anderen Standort repräsentierten (Ambient Zone). Dies geschah in drei Stufen: niedrig, mittel, hoch. Durch Überlagerung ergaben sich damit im laufenden Betrieb neun Musterkombinationen.

Personen, die den Lounge-Bereich betraten, wurden über ihre Personal Aura identifiziert (Notification Zone). Um den entfernten Kollegen ihre Anwesenheit zu signalisieren, wurde ihr persönliches Zeichen den an der Hello.Wall dargestellten dynamischen Mustern überlagert. Die Informationsdarstellung durch dynamische Lichtmuster (siehe Abbildung 5) ermöglichte es, diese Informationen peripher, quasi im Vorbeigehen wahrzunehmen.



Abbildung 5. Die Personal Aura kontrolliert unterschiedliche persönliche Zeichen und zeigt damit die Anwesenheit und Rolle der jeweiligen Person an

Legte die Awareness-Information es nahe, dass nun ein günstiger Zeitpunkt für die Initiierung einer informellen Kommunikation sei, konnten die Personen im Loungebereich den entfernten Kollegen ihr Interesse signalisieren und somit die „windows of opportunity“ für entsprechende Interaktionsmöglichkeiten koordinieren. Dazu wurde über einen Druckknopf ein entsprechendes Anfrage-Muster auf die entfernte Hello.Wall geschickt. Man konnte aber auch einen ViewPort benutzen, um sich ein Videobild (ohne Ton) der entfernten Lounge (Interaction Zone) anzeigen zu lassen („peeking in“). Auch dieses resultierte in einem entsprechenden Muster, das auf der Hello.Wall in der entfernten Lounge angezeigt wurde. Diese Einladungen bzw. Anfragen konnten entweder abgelehnt oder angenommen werden.

In einem Experiment zur Erkennbarkeit und Verständlichkeit der Lichtmuster konnten wir zeigen, dass die Teilnehmer innerhalb kurzer Zeit in der Lage waren, die Muster ohne Probleme zu identifizieren und zu interpretieren. Die neun Kombinationen wurden 24 Versuchspersonen (je zwölf VPn bei EDF und am IPSI) in gemischt zufälliger Reihenfolge gezeigt. Beide Muster wurden in den sich überlagernden Kombinationen gut erkannt und verstanden. Die Muster zur Anwesenheit wurden von 80% der EDF-VPn und 94% der IPSI-VPn korrekt erkannt, die Muster zur Stimmung von 86% der EDF-VPn und 96% der IPSI-VPn.

Die Versuchsteilnehmer beschrieben die Hello.Wall als ein geeignetes Kommunikationsmittel, um über Aktivitäten von entfernt arbeitenden Kollegen und die Atmosphäre/Stimmung des gesamten Teams informiert zu werden, ohne dass dabei die Privatsphäre verletzt wurde. Die Ergebnisse unterstützen unsere Annahmen, dass sowohl die generelle Awareness als

auch die Gruppenkommunikation positiv beeinflusst wurde. Die Verwendung der Hello.Wall führte – nach Einschätzung der Beteiligten – zu einem Anstieg spontan initiierteter Videokonferenzen und einem zunehmend informeller werdenden Charakter der Videokommunikation. Die Teilnehmer sagten auch, dass sie die dynamisch über die Hello.Wall „fließenden“ Lichtmuster und das Design der Hello.Wall als künstlerisch, elegant und ästhetisch überaus ansprechend empfanden. Sie bestätigten damit unsere Absicht, mit der Hello.Wall auch ein Beispiel für sog. Informative Art (Redström et al., 2000) zu realisieren.

Zukünftige Arbeiten. Aufbauend auf den Ergebnissen der Evaluation sowie den gesammelten Erfahrungen bei der Unterstützung verteilter Projektteams, arbeiten wir nun im Rahmen eines neuen durch die EU finanzierten Projektes („AMIGO – Ambient Intelligence for the Networked Home Environment“; www.ipsi.fraunhofer.de/ambiente/amigo) an der Weiterentwicklung unseres Ansatzes für Anwendungen im Heimbereich, z.B. für Extended Homes.

6 Literaturverzeichnis

- Ambient Agoras (2003). Die Website des Projektes ist www.ambient-agoras.org
- Bellotti, V., Bly, S. (1996): Walking Away from the Desktop Computer: Distributed Collaboration and Mobility in a Product Design Team. *Proc. of CSCW '96 Conference* (Cambridge, MA) S. 209-218.
- Blake, R., Mouton, J., McCanse, A. (1998). *Change by Design*. Addison-Wesley.
- Cannon-Bowers, J., Salas, E., Converse, S. (1993): Shared Mental Models in Expert Team Decision Making. In: Castellan Jr., N.J. (Hrsg.): *Current Issues in Individual and Group Decision Making*. Erlbaum, Hillsdale, S. 221 – 246.
- Donchin et al. (1995): A Look into the Nature and Causes of Human Errors in the Intensive Care Unit. In: *Critical Care Medicine*, 23, S. 294 – 300.
- Gaver, W., Moran T.P., MacLean A., Lovstrand L., Dourish P., Carter K., Buxton W. (1992): Realizing a Video Environment: EuroPARC's RAVE System. *Proceedings of ACM CHI '92 Conference*. ACM Press, S. 27 – 35.
- Gellersen, H.-W., Schmidt, A., Beigl, M. (1999): Ambient Media for Peripheral Information Display. In: *Personal Technologies*, Volume 3 (4), December 1999. S. 199-208.
- Hammer, M., Champy, J. (1993): *Reengineering the Corporation*. HarperCollins, New York.
- Huang, E., Russell, D., Sue, A. (2004): IM here: Public instant messaging on large, shared displays for workgroup interactions. *Proceedings of ACM CHI 2004 Conference*, ACM Press, S. 279 - 286.
- Ishii, H., Wisneski, C., Brave, S., Dahley, A., Gobert, M., Ullmer, B., Paul, Y. (1998): Ambient-ROOM: Integrating Ambient Media with Architectural Space. *Proceedings of ACM CHI'98 Conference*, ACM Press, S. 173-174.
- Lahlou, S., Langheinrich, M., Röcker, C. (2005): Privacy and Trust Issues with Invisible Computers. In: *Communications of the ACM*, 48 (3), March 2005. S. 59-60.
- Lurey, J., Raisinghani, M. (1999): An Empirical Study of Best Practices in Virtual Teams. *Information & Management*, Vol. 38, S. 523–544.

- Orasanu, J., Salas, E. (1993): Team Decision Making in Complex Environments. In: Klein, G., Orasanu, J., Calderwood, R., Zsombok, C.E. (Hrsg.): *Decision making in action: Models and methods*. Norwood, NJ: Ablex, S. 327-345.
- Potter, R.E., Balthazard, P.A. (2002): Virtual Team Interaction Styles: Assessment and Effects. *International Journal for Human-Computer Studies*, No.56, S. 1-21.
- Prante, T., Röcker, C., Streitz, N., Stenzel, R., Magerkurth, C., van Alphen, D., Plewe, D. (2003): Hello.Wall® – Beyond Ambient Displays. *Video and Adjunct Proceedings of UBICOMP'03* (Seattle, Washington, USA, October 12-15, 2003) S. 277-278.
- Prante, T., Stenzel, R., Röcker, C., van Alphen, D., Streitz, N., Magerkurth, C., Plewe, D. (2004): Connecting Remote Teams. *Video and Adjunct Proceedings of UBICOMP'04*, (Nottingham, England, September 7-10, 2004).
- Redström, J., Skog, T., Hallnäs, L. (2000): Informative Art: Using Amplified Artworks as Information Displays. In: *Proceedings of DARE 2000*, ACM Press, S. 103-114.
- Streitz, N., Nixon, P. (2005): The Disappearing Computer. Guest Editors' Introduction to Special Issue. *Communications of the ACM*, 48 (3), March 2005. S. 33-35.
- Streitz, N., Prante, T., Röcker, C., van Alphen, D., Magerkurth, C., Stenzel, R., Plewe, D. (2003): Ambient Displays and Mobile Devices for the Creation of Social Architectural Spaces: Supporting informal communication and social awareness in organizations. In: K. O'Hara, M. Perry, E. Churchill, D. Russell (Eds.): *Public and Situated Displays: Social and Interactional Aspects of Shared Display Technologies*, Kluwer Publishers, 2003. S. 387-409.
- Sundstrom, E., De Meuse, K.P., Futrell, D. (1990): Work Teams: Applications and Effectiveness. *American Psychologist*, 45, S. 120- 133.
- Tanis, J., Duffy, F. (1999): A Vision of the New Workplace Revisited. *Site Selection*, S. 805-814.
- Weiser, M. (1991): The Computer for the 21st Century. In: *Scientific American*, Sept. 1991, S. 94-104.
- Whittaker, S., Frohlich, D., Daly-Jones, O. (1994): Informal Workplace Communication - What is it Like and How Might We Support it? *Proceedings of ACM CHI 1995 Conference*. S. 131 – 137.
- Wisneski, C. et al. (1998): Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between people and Digital Information. *Proceedings of CoBuild '98*, Springer LNCS 1370, S. 22-32.

Danksagung

Das „Ambient Agoras“-Projekt (IST-2000-25134) wurde im Rahmen der EU-Forschungsinitiative „The Disappearing Computer“ gefördert. Wir danken unseren Projektpartnern EDF-LDC, DALT, Wilkhahn, sowie Sebastian Lex, Daniela Plewe und den Studenten und Mitarbeitern des Forschungsbereichs AMBIENTE am Fraunhofer IPSI für ihre Mitarbeit.

Kontaktinformationen

Norbert Streitz, Thorsten Prante, Carsten Röcker, Richard Stenzel, Carsten Magerkurth
Forschungsbereich „AMBIENTE – Erlebniswelten der Zukunft“
Fraunhofer IPSI, Dolivostraße 15, 64293 Darmstadt
E-Mail: {streitz, prante, roecker, stenzel, magerkurth}@ipsi.fraunhofer.de