

# Umgebungsmedien und Stille Technologie

Florian Block, Matthias Kranz, Albrecht Schmidt

Embedded Interaction Group, University of Munich, Germany,  
[block@informatik.uni-muenchen.de](mailto:block@informatik.uni-muenchen.de), [matthias@hcilab.org](mailto:matthias@hcilab.org),  
[albrecht.schmidt@ifi.lmu.de](mailto:albrecht.schmidt@ifi.lmu.de)  
<http://www.hcilab.org>

**Kurzfassung.** Es wird eine Einführung in den Themenbereich der Umgebungsmedien und Stiller Technologie gegeben und Beispielanwendungen vorgestellt. Danach werden Methodiken zum Entwurf und zur Evaluierung solcher Systeme präsentiert. Ein Abschnitt zeigt die Rolle der Datenabstraktion bei Umgebungsmedien. Abschließend werden die zusammengefassten Forschungsergebnisse gegenübergestellt und die Möglichkeiten und ein Ausblick gegeben.

## 1 Einleitung

Heutzutage existiert eine Fülle verschiedener Interfaces für jegliche Arten von Geräten. Die meisten von ihnen werden entworfen, um dem Benutzer einen möglichst einfachen und zugleich effizienten Zugang zu dem jeweiligen Gerät oder Medium zu verschaffen und dessen optimale Benutzbarkeit zu gewährleisten. Beispiele hierfür sind konkrete und zweckgebundene Schnittstellen an Hausgeräten oder abstrakte Schnittstellenkonzepte am heimischen Personal Computer, die die Benutzung von Betriebssystemen vereinfachen sollen. Auf der Benutzerseite setzt diese Klasse von Benutzerschnittstellen Aktivität voraus. Der Benutzer muss sie bei einem gewissen Grad an Bewusstsein aktiv bedienen. Dabei kann man die Aktionen, die man über ein solche Schnittstelle durchführt in zwei Kategorien einteilen. Zum einen Aktionen, die einen Befehl des Nutzers darstellen, wobei die Reaktion der Schnittstelle auf diese Aktion nur sekundär ist, wie z.B. das Trennen der Internetverbindung, bei der das Interface nur meldet, ob dies erfolgreich passiert ist oder nicht. Auf der anderen Seite ist beim Abrufen von Informationen (z.B. Abrufen von Aktienkursen) die Aktion an sich eher von sekundärer Bedeutung, wohingegen die Reaktion der Schnittstelle entscheidender ist. Dem Nutzer werden die hierbei resultierenden Daten und Informationen über einen gewissen Zeitraum präsentiert.

An letzteren Typ von Interaktion setzt das Prinzip der Umgebungsmedien und der Stillen Technologie an. Anders als bei den bereits konkreten und zweckgebundenen Schnittstellen geht es hierbei darum, dem Benutzer eine Reihe von Informationen über einen längeren Zeitraum subtil, d.h. ohne die Aufmerksamkeit des Benutzers, zugänglich zu machen. Es geht nicht um die exakte Übermittlung harter Fakten, sondern um eine geeignete Abstraktion von Daten, die dem Benutzer ein ungefähres Gefühl über die Charakteristik der zu Grunde liegenden Informationen geben soll. In [2] verdeutlichen Craig Wisneski et al. das Prinzip anhand der Natur, dass die ver-

schiedensten Sinneseindrücke, wie Gerüche, Lichtverhältnisse, Wind, Luftfeuchtigkeit usw. einen subtilen Status über einen gewissen Zeitverlauf suggerieren. Die Eindrücke helfen uns, Zusammenhänge zu verstehen. Auch im urbanen Bereich lassen sich dafür Beispiele finden. Offene Türen und Lichter in einem Büro informieren uns unterbewusst über die Aktivitäten anderer Leute.

Demnach nutzen ambiente Anzeigen ein breiteres Spektrum an Interaktivität, indem Sie das gesamte physikalische Umfeld mit einbeziehen. In [3] stellen Ishii et al. fest, dass Menschen hoch entwickelte Fähigkeiten haben, mehrere Datenströme gleichzeitig zu verarbeiten. Während eine Informationsquelle die Hauptaufmerksamkeit benötigt, werden andere Quellen gleichzeitig im Hintergrund berücksichtigt. Z. B. können wir durch Anhaltspunkte wie Licht, Temperatur, Geräusche und Luftzüge eine Vorstellung über das Wetter gewinnen. Außerdem können wir die Aktivitäten von Kollegen oder Passanten durch Geräusche in der Umgebung wahrnehmen.

## **2 Beispiele für Umgebungsmedien**

Im Nachfolgenden werden verschiedene Beispiele aus dem Forschungsfeld der Umgebungsmedien und stiller Technologie dargestellt.

### **2.1 Ambient Room**

In [1,3] wird das Konzept AmbientROOM vorgestellt (s. Abb. 1). Die Vision hierbei ist, dass architektonische Umgebungen, in denen wir leben und arbeiten, zukünftig durch eine Vielzahl von Umgebungsmedien erweitert werden und somit eine neue Form von Mensch-Maschine Interaktion erreicht werden kann.

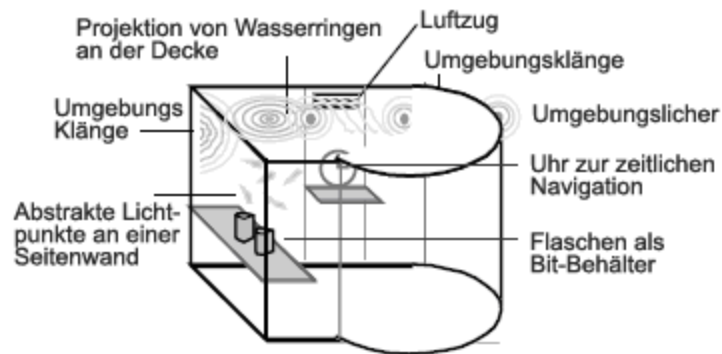


Abb. 1. Aus [3]: Übersicht des AmbientROOM Konzeptes. © 1998 ACM.



Abb. 2. Waterlamp. © 1998 ACM [3].

In dem Raum befinden sich mehrere Umgebungsmedien wie abstrakte Lichtpunkte an einer der Wände, Umgebungs Klänge oder einer Wasserlampe, die Wasserbrechungen an die Decke wirft (s. Abb. 2). Zudem existieren ein geregelter Luftzug, mehreren Lichtquellen und zwei Steuerelementen in Form einer Uhr und mehrere Flaschen mit Verschlüssen. Diese ermöglichen die eine Interaktion mit den Umgebungsmedien. Die Wasserbrechungen werden mit der Aktivität einer vertrauten Person oder Arbeitskollegen verknüpft und geben dem Nutzer somit eine Idee von der aktuellen Tätigkeit dieser Person. Die abstrakten Lichtpunkte werden anhand menschlicher Bewegungen in einem bestimmten Bereich gesteuert. An eine Wand projiziert liefern sie so Aufschluss über den Grad an Beschäftigung im Zielbereich. Eine natürliche Geräuschkulisse, die mit einigen Lichtern im Raum gekoppelt ist, gibt Regen und Vogelgezwitscher in variierender Lautstärke und Modulation aus. Hiermit können Werte wie z.B. die Anzahl ungelesener E-Mail-Nachrichten subtil aber dennoch hörbar suggeriert werden. Kontrolle über das gesamte System bieten als greifbare Objekte die Flaschen und die Uhr. Durch das Öffnen und Schließen verschiedener Flaschen werden soz. Informationen in den Raum freigelassen, also konkrete Datenquellen mit den Umgebungsanzeigen assoziiert. Zudem kann der Benutzer durch das Verstellen der Uhrzeiger den entsprechenden Zeitpunkt herstellen um z.B. nach einer Abwesenheit in Schnelldurchlauf verpasste Eindrücke aufzuholen.

## 2.2 Waterlamp und Pinweels

Die zwei für sich stehenden Umgebungsanzeigen Waterlamp und Pinweels sind aus dem ambientROOM Projekt entstanden und in [4] beschrieben.

Die Waterlamp (deutsch: Wasserlampe) nutzt einen mit Wasser gefüllten transparenten Schalenbehälter, der von unten durch eine Lichtquelle angestrahlt wird, um Wasserreflexionen an die Decke zu werfen. Die eigentlichen Wellen werden auf der Wasseroberfläche durch drei kleine computergesteuerte Taster generiert, die unabhängig voneinander die Wasseroberfläche berühren können und somit ein charakteristisches Wellenmuster erzeugen. Der gesamte Aufbau ist in Abbildung 2 zu sehen. Wichtig ist, dass die drei Taster unabhängig voneinander angesteuert werden können, wodurch drei unabhängige Datenströme in das Bild der Projektion einfließen können. Die so entstehende Umgebungsanzeige vermittelt dem Benutzer dadurch einzelne Charakteristiken und Zusammenspiele der drei Datenströme.

In dem ambientROOM Projekt wurde herausgefunden, dass der ursprünglich angedachte Luftzug als Umgebungsanzeige sowohl psychisch als auch physisch störend wirkt. Um Luftströme als Metapher dennoch in die Umgebung zu integrieren, wurden Pinweels (deutsch: Windräder, s. Abb. 3) eingesetzt.

Anstatt eines realen Luftstroms werden diese Windräder durch einen computergesteuerten Motor angetrieben. Somit können die einzelnen Räder durch einen entsprechenden „Bitstrom“ angetrieben werden.

Die Anwendung dieser Umgebungsanzeigen ist in verschiedensten Feldern möglich. So können z.B. durch die Wasserlampe Aktivitäten dreier Personen dargestellt werden oder das Zusammenspiel mehrerer astronomischer oder meteorologischer Phänomene. Die Windräder wurden im Beispiel dazu verwendet, den Netzwerkverkehr mehrerer Knoten anzuzeigen. Auch im Bereich der interpersonellen Kommunikation ist der Einsatz dieser Anzeigen denkbar. So könnte die Wasserlampe z.B. die Herzschläge von engen Freunden oder Partnern anzeigen, die durch spezielle Handgelenkuren aufgenommen und gesendet werden.

## 2.3 LumiTouch

Hierbei handelt es sich um eine semi-umgebende Anzeige, die zur persönlichen Kommunikation zwischen zwei Personen dient. Semi-umgebend meint hierbei, dass im Verhältnis zu den bereits vorgestellten Beispielen mehr Aufmerksamkeit zur Nutzung dieser Schnittstelle aufgebracht werden muss bzw. die Interaktion während der Nutzung von passiv zu aktiv wechseln kann. [5]



**Abb. 3.** (Im Uhrzeigersinn, Start links oben) Ein nicht aktiver LumiTouch; ein User, passive Interaktion mit dem LumiTouch; die Rückmeldung des Rahmens auf eine Benutzereingabe im oberen Leuchtbereich; die Anzeige leuchtet, wenn eine Nachricht empfangen wird; ein Benutzer der aktiv mit dem LumiTouch interagiert [5].

Zwei Bilderrahmen mit verschiedenen Sensoren und Anzeigemöglichkeiten (LEDs) interagieren hierbei miteinander. Sitzt ein Benutzer vor dem Rahmen, wird durch ein Glimmen auf der anderen Seite dessen Präsenz angezeigt, bietet so subtile Information über den Aufenthaltsort des anderen und lädt zur aktiveren Interaktion ein. Greift ein Benutzer den Rahmen dann auf, kann er ihn drücken und löst so eine farbliche Veränderung am anderen Ende aus. Dies kann dort auch erwidert werden. Die Dauer und Festigkeit des Drückens beeinflusst die andere Farbgebung (s. Abb. 3). [5]

## 2.4 HELLO.WALL

HELLO.Wall ist eines der laufenden Beispiele, das im Zuge des von der EU unterstützen Ambient Agoras Projektes entstanden und in [6] beschrieben ist.

Es handelt sich um eine Umgebungsanzeige in der Größe einer Wand, bestehend aus vielen kleineren Lichtzellen (s. Abb. 4). Sie zählt sowohl zu den Umgebungsmedien als auch zu dem Feld der informativen Kunst (s. auch 2.5) und kann auch wie das beschriebene LumiTOUCH zur aktiveren Kommunikation wechseln. Dazu „leiht“ es sich persönliche tragbare Kleincomputer der Nutzer, mit denen es drahtlos kommunizieren kann.

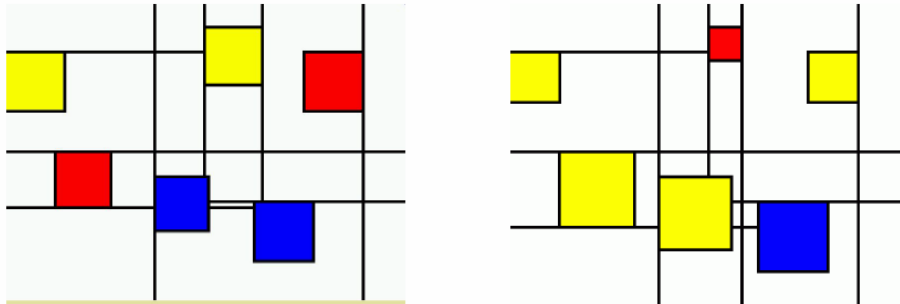


**Abb. 4.** Interaktion mit der HELLO.WALL durch einen Handheld als „ausgeliehene Anzeige“.  
[6]

HELLO.WALL unterscheidet bei der Interaktion drei verschiedene Zonen, der Umgebungszone, der Benachrichtigungszone und der Interaktionszone. Je nach Nähe eines Users zu der Wand befindet er sich in einer der drei Zonen. In der Umgebungszone zeigt das Display allgemeine und personenunabhängige Informationen im Sinne der Umgebungsmedien an. In der Benachrichtigungszone kann die Wand spezielle Lichtmuster erzeugen oder auch konkrete Interaktionen über die geliehene Anzeige des tragbaren Computer initiieren. Tritt der Benutzer noch näher an die Wand, befindet er sich in der Interaktionszone und kann über den tragbaren Computer mit einzelnen Lichtzellen oder -bereichen interagieren und somit Informationen abrufen sowie darstellen. Dabei unterstützt HELLO.WALL auch die gleichzeitige aktive Kommunikation mit mehreren Benutzern.

## **2.5 Informative Art**

Als weiterer Repräsentant für informative Kunst und Umgebungsanzeigen soll an dieser Stelle die Arbeit von Lars Erik Holmquist et al. vorgestellt werden [7]. Hier wird Information in künstlerischen Bildern dargestellt. Durch die Auswahl verschiedener Maler-Stile (Piet Mondriaan, Bridget Riley und Andy Warhol) wird konkrete Information in künstlerische Formen gebracht. Die sich ständig aktualisierenden Bilder geben verschiedenste Informationen wieder, wie in Abbildung 5 verdeutlicht wird.



**Abb. 5.** Das Bild (links und rechts zu zwei verschiedenen Zeitpunkten) im Stil des Künstlers Piet Mondriaan, gibt Auskunft über das Wetter in sechs verschiedenen Großstädten. [7]

## 2.6 Rückmeldung über Web-Aktivität durch Umgebungsmedien

Die Nutzung von Umgebungsanzeigen im Web-Bereich wird in [8] beschrieben. Hierbei werden Server-Betreiber und –Administratoren über die Art und Intensität der Nutzung ihrer Dienste und Server informiert. Der Einsatz von Umgebungsanzeigen ist hierbei besonders sinnvoll, da er primäre Vordergrundaktivitäten zulässt.

Das fertige System besteht aus mehreren potentiellen Umgebungsanzeigen im Arbeitsbereich, wie z.B. Lampen, einem Tischspringbrunnen und einem Luftbefeuchter, verschiedenen Dienst-Komponenten (in diesem Fall Unterseiten eines Webdienstes) und einer Software, die es erlaubt, die Nutzung verschiedener Komponenten mit beliebigen Anzeigen zu verknüpfen. Hierbei kann auch festgelegt werden, wie die Displays auf die verschiedenen Komponenten reagieren sollen.

Dadurch wird z.B. unter Administratoren oder Mitarbeitern ein permanentes Bewusstsein über den aktuellen Status der Auslastung und Art der Nutzung erreicht, ohne diese von ihren eigentlichen Vordergrundbeschäftigungen abzuhalten.

## 2.7 Ambient Orb

Die Umgebungskugel [9] ist eine der wenigen kommerziell verfügbaren Umgebungsanzeigen. Für den Heimbereich entworfen, soll er den Bewohnern wichtige Informationen auf subtile Weise übermitteln und gleichzeitig noch als ästhetischer Einrichtungsgegenstand fungieren.



**Fig. 6.** Ambient Orb. Das leuchtende Ei erzeugt je nach verknüpfter Information verschiedene Farbschattierungen. Copyright by Ambient Devices [9]

Der Besitzer eines Ambient Orbs kann verschiedene Informationen wie Wetterdaten oder Aktienkurse in verschiedene Farbkodierungen umsetzen (s. Abb. 6).

## 2.8 Geruchs-basierte Ansätze für Umgebungsanzeigen

Die angeführten Beispiele nutzen visuelle und auditive, oder auch taktile Kanäle zur subtilen Informationsübermittlung. Gerade im Bereich der Umgebungsmedien kann man davon ausgehen, dass auch Geruch eine sinnvolle Ergänzung zu den genannten Kanälen darstellen könnte. Im richtigen Leben liefert uns Geruch beiläufig Information über die Qualität von Nahrung, warnt uns vor Bränden oder beeinflusst, wie attraktiv wir eine Person finden. Die Problematik und die Gründe, warum Geruchsschnittstellen bisher so wenig zum Einsatz gekommen ist, wird in [10] erläutert.

Geruch basiert anatomisch auf tausenden verschiedener Geruchsrezeptoren in unserer Nase. Jede dieser einzelnen Rezeptoren spricht auf die charakteristische Schwingungsfrequenz einer chemischen Struktur an. Die Reizung mehrerer dieser Rezeptoren nehmen wir als Gerüche wahr. Verglichen mit dem Sehvermögen, das mit nur roten, grünen und blauen Zapfen und den lichtempfindlichen, jedoch farbenblinden Stäbchen in einem drei-dimensionalen Farbraum zu beschreiben ist, ist der mehrdimensionale Raum der Gerüche äußerst komplex. Dies ist der Grund, warum bisher noch keine systematische und nachvollziehbare Klassifizierung für Gerüche vorhanden ist.

Trotz dieser Problematiken existieren mehrere kommerzielle Systeme zur Computer-gesteuerten Geruchsausgabe und sind von einfachen Desktopvarianten (ca. 50 \$) bis zu groß ausgelegten Lösungen für Auditorien oder Freizeitparks (ca. 25.000 \$) verfügbar. Beim Einsatz dieser Systeme müssen wie bei allen Schnittstellen deren Einschränkungen berücksichtigt werden. Geruchsschnittstellen können aufgrund ihrer Charakteristik nur sich langsam verändernde und lang anhaltende Informationen ausgeben. Zugleich muss man sich auf die Fähigkeiten des Benutzers verlassen, ver-

schiedene Gerüche zu unterscheiden. Untersuchungen haben ergeben, dass man mit wenigen Gerüchen in hoher Qualität und niedriger Intensität die besten Ergebnisse erreicht. Zudem muss man bei der Wahl der Gerüche allergische Reaktionen ausschließen. Bei der Umsetzung der Daten in olfaktorische Signale müssen auch interkulturelle Unterschiede bei der Geruchswahrnehmung beachtet werden. So ist z.B. das amerikanische Rootbeer in Amerika wegen seines eigentümlichen Geschmacks sehr beliebt, in Europa wird es von den Leuten wegen der geruchlichen Ähnlichkeit zu einem in Krankenhäusern verwendeten Desinfektionsmittel abgelehnt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Geruchsanzeigen bei dem steigenden Interesse von umgebenden Medien gut geeignet sind und das Entwerfen von Prototypen durch die kommerziellen Angebote immer leichter wird.

### **3. Datenabstraktion und –Wiedergabe bei Umgebungsmedien**

Eine gemeinsame Problematik beim Entwurf von Umgebungsmedien ist die Abstraktion der zugrunde liegenden Daten. Dabei treten an zwei verschiedenen Stellen Abstraktion auf. Abstraktion der Datenquelle, d.h., es werden die Signale analysiert und auf gröbere Muster oder Schemata vereinfacht, und Abstraktion bei der Interpretation der daraus entstehenden Informationen.

Diese entstehenden Problematiken werden von dem AROMA-Projekt [12] anhand einer einfachen Demoanwendung verdeutlicht. Durch den Einsatz umgebender Medien soll nahe stehenden Personen auch über große physische Distanz ein gegenseitiges Bewusstsein vermittelt werden. Man soll dabei ein subtiles Gefühl über den Zustand des Anderen bekommen. Dieses erhält man scheinbar mühelos, d.h. ohne Aufwand – allerdings nur, solange nicht etwas passiert, das den Grad unserer Aufmerksamkeit steigern könnte.

Ein Beispielszenario: Zwei Personen, die bisher eng zusammengearbeitet haben, werden räumlich getrennt. Sie entscheiden sich dazu, zu den herkömmlichen Kommunikationsmethoden wie Telefon oder E-Mail einen zusätzlichen Medienplatz auf Ihren Computern einzurichten. Dabei stellt der Medienplatz in Form eines Fensters Aktivitäten des anderen Arbeitspartners dar. Die Darstellung könnte hierbei in Form eines künstlerischen Gemäldes (ähnlich wie in 2.5) oder einer dezenten Klangkulisse realisiert werden, in der das Ändern von visuellen und auditiven Zuständen auf der Gegenseite dargestellt wird. Indem man z.B. die Signale der Mikrofone misst, könnte somit ein Gesamteindruck über die momentanen Aktivitäten gewonnen und beispielsweise in Form von leisem Vogelgezwitscher dargestellt werden.

Hierbei werden die oben genannten Abstraktionsphasen erneut deutlich: Die Signale des Mikrofons werden auf ihre Lautstärke reduziert, d.h. die eigentlich aufgenommenen Daten werden verworfen und fließen nicht in die abstrahierten Daten ein. Danach werden die Lautstärken entsprechend interpretiert und auf der Gegenseite in Vogelgezwitscher verschiedener Intensitäten umgesetzt. Der zweite Grad an Abstraktion steckt hierbei in der Menge an Interpretation, die wir benötigen, um die Anzeige zu lesen.

Da die ursprünglichen, abstrahierten Daten nicht mehr an ein bestimmtes Medium gebunden sind, offeriert dies Spielraum, mit medien-übergreifenden Zuordnungen zu

experimentieren. So kann ein Klangsignal in ein Bild umgesetzt werden oder umgekehrt.

Die semantische Qualität der Anzeige kann dabei durch die Erkennung höherer Elemente im erfassten Datenstrom (z.B. ganze, gesprochene Wörter als höhere Elemente eines Klangsignals) verbessert werden. Dies setzt jedoch einen höheren Anteil an Berechnungsaufwand beim Erfassen der Signale voraus und führt mehr zur genaueren Repräsentation der aufgezeichneten Szenerie, wohingegen der abstraktere Weg mehr zur symbolischen Repräsentation beiträgt.

Die nun aufkommende Frage ist, wo die Vorteile abstrakter Repräsentation gegenüber einer möglichst exakten und informationsreichen Darstellung liegen. Im Speziellen, bezogen auf das AROMA-Projekt und analog zum obigen Szenario erhält Abstraktion die Privatsphäre des jeweils Anderen. Es kann nur gesagt werden, *dass* der Gegenüber etwas macht, nicht aber *was* er macht. Im Allgemeinen können folgende Thesen formuliert werden:

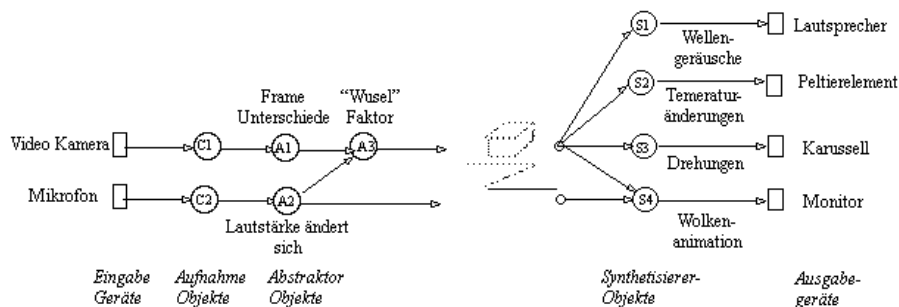
(1) Abstraktion kann informationsreicheren Darstellungen vorgezogen werden indem sie ein peripheres Bewusstsein generieren, dass weniger Aufmerksamkeit benötigt.

(2) Es ist eine Gefälligkeit gegenüber unserer permanenten Knappheit an Bandbreite (Es wird immer mehr Aktivitäten geben, als wir verarbeiten können).

(3) Es werden medien-übergreifende Zuordnungen möglich, die es jedem Benutzer ermöglichen das Medium zu wählen, dass für ihn und diesen Zweck am effektivsten ist und allgemein am besten seinen Präferenzen entspricht.

Um die Kernpunkte der Abstraktion anzusprechen und den Entwurf und die Analyse solcher Anzeigen zu systematisieren, wird im Rahmen der AROMA-Projektes folgende generische Architektur vorgestellt:

Bestandteile dieser Architektur ist das *Erfassen* von auditiven und visuellen Daten, deren *Abstraktion* in kompaktere Daten, das *Synthetisieren* von auditiven, visuellen und haptischen Signalen anhand solcher Daten und letztendlich das *Anzeigen* am empfangenden Ende (s. Abb. 7).



**Fig. 7.** Architektur des AROMA-Projektes. [12]

Die oben erwähnte, zweite Stufe der Abstraktion wird beim Synthetisieren durchgeführt.

#### *Erfassung*

Die Erfassungsseite wird durch das Repertoire an Eingabe- und Aufnahmegeräten sowie Abstraktor-Objekten charakterisiert. Eingabegeräte können Mikrofone, Videokameras oder einzelne Sensoren verschiedener Arten sein. Jedes dieser Eingabegeräte wird durch ein angebundenes Aufnahmegerät angesprochen, das die entsprechenden Signale in einer bestimmten Taktfrequenz abtastet. Zudem haben sie einen Ringpuffer, in dem sie eine Historie der aufgezeichneten Daten abspeichern können. Diese Puffer sind den sog. Abstraktor-Objekten zugänglich. Diese verarbeiten die Signale eines oder mehrerer Aufnahmegeräte durch einfache Vorgänge wie z.B. Akkumulationen oder Verlaufsanalysen und speichern Ihre Ergebnisse wiederum in einen Ringpuffer. Dieser kann unverändert an die Anzeigen geschickt werden oder wiederum als Eingabe für weitere Abstraktor-Objekte dienen.

#### *Kommunikation zwischen Erfassung und Anzeige*

Im Allgemeinen ist die Kommunikation zwischen Erfassung und Anzeige nur von geringer Bedeutung. Sie hängt von Faktoren, wie der Distanz von Datenquelle und Anzeige, der Bandbreite der Verbindung, der angestrebten Aktualisierungsfrequenz etc. ab.

Im Bezug auf das AROMA-Projekt werden die gelieferten Daten der Abstraktor-Objekte eingesammelt und über das Netzwerk an die Anzeigen geschickt. Dabei wird bei den Nachrichtentypen zwischen zusammengesetzten Aktivitätsmessungen, visuelle Aktivitätsmessung, Lautsprecher-ID, räumliche Daten und höheren Ereignissen unterschieden. Die Frequenz, in der die Nachrichten ausgeliefert werden, wird so gewählt, dass sie die Abtastzeit sowie die verfügbare Bandbreite der Verbindung berücksichtigt. Eine Ausnahme stellen dabei die höheren Ereignisse dar, die gesendet werden, sobald Sie auf der Abstraktorseite ausgelöst werden.

#### *Anzeige*

Eine Anzeige ist durch ihr Repertoire von Ausgabegeräten charakterisiert, die von einer Serie von Synthesizer-Objekten gespeist werden. Mögliche Ausgabegeräte sind Lautsprecher, Bildschirme oder Projektoren und eine breite Auswahl an Wandlern, die haptische oder kinetische Antworten erzeugen.

Die ankommenden Nachrichten werden abhängig vom Nachrichtentyp an einen oder mehrere Synthesizer-Objekte weitergeleitet. Jedes Synthesizer-Objekt ist für die Interpretation einer bestimmten abstrahierten Datenquelle zuständig. Die fertig interpretierte Darstellung gibt es an eines oder mehrere zugeordnete Ausgabegeräte weiter.

Die somit beschriebene Architektur stellt ein Werkzeug zum systematischen Experimentieren und Erforschen von Umgebungsanzeigen und deren zugrunde liegender Abstraktion zur Verfügung.

Die speziellen Ergebnisse des AROMA-Projektes im Rahmen des oben erwähnten Szenarios waren wie folgt:

Das entworfene System machte es in der Tat nach einer kurzen Einlernzeit möglich, ein Bewusstsein entfernter Aktivitäten sogar mit sehr einfachen Anzeigen zu generieren. In der Lernphase betrachteten es die Benutzer als initial schwierig, die Anzeige zu interpretieren und die zugrunde liegenden Informationen zu extrahieren. Ein weiteres Ergebnis war, dass Benutzer selbst Umgebungsanzeigen nicht permanent wahrnehmen. Daraus entsteht die Problematik, dass wichtige Ereignisse unter Umständen verpasst werden. Es wurde daher bei der Interpretation der Daten angedacht, die aktualisierte Standaufnahme der Informationen um eine Historie zu ergänzen (ähnlich der Uhrkontrolle in 2.1). Dies soll dem Benutzer die Möglichkeit geben, verpasste wichtige Ereignisse zu erkennen.

## **4. Entwurf und Evaluierung von Umgebungsanzeigen**

Neben den vielen Beispielen im Bereich der Umgebungsmedien beschäftigen sich nur wenige Arbeiten mit allgemeinen Vorgehensweisen und Methodiken, um Umgebungsanzeigen zu entwerfen und vorhandene Anzeigen zu evaluieren.

### **4.1 Entwurf von Umgebungsanzeigen**

In [11] beschreiben Tobias Skog et al. einige Kriterien, die beim Entwurf von Umgebungsanzeigen beachtet werden sollten. Diese stellen die Ergebnisse aus einer Reihe von Experimenten und Studien dar, die im Rahmen der Evaluierung eigener Umgebungsanzeigen entstanden sind (u.a. auch „Informative Art“, s. 2.5).

Wie bei jeder Informationsanzeige ist der Ausgangspunkt beim Entwurf von Umgebungsanzeigen die Wahl der zu übermittelnden Information. Dabei wird jedoch nicht davon ausgegangen, dass der Benutzer die Informationen aktiv sucht, sondern sie unabhängig davon angeboten bekommt. Es muss damit gerechnet werden, dass die Aufmerksamkeit der Benutzer variiert.

Deswegen ist es in der Entwurfsphase wichtig, einen entsprechenden Geltungsbereich zu bestimmen und die dazu passende Aktualisierungsrate der Anzeige zu wählen. Der Geltungsbereich gibt Aussage darüber, wo und für wen die Anzeige gelten soll. Zweckgebunden soll die Aktualisierungsrate so gewählt werden, dass die Benutzer die Anzeige auf der einen Seite nicht als störend, andererseits aber noch als dynamisch empfinden. Sie hängt zum anderen entscheidend davon ab, wie zeitkritisch die zu Grunde liegenden Informationen sind. Bei sich sehr langsam ändernden Informationen kann der Entwickler dezente Informationen einbinden, die auf die Dynamik der Anzeige schließen lassen.

Bei der Art der Visualisierung gilt es die Balance zwischen Ästhetik und Interpretierbarkeit der Anzeige zu finden. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass künstlerische Darstellungen die Eingängigkeit und Erlernbarkeit der Anzeige fördern können. Nutzung von Eselsbrücken (z.B. Landkarten für räumliche Zuordnungen) und Metaphern zeigen ähnliche Effekte.

## 4.2 Evaluierung von Umgebungsanzeigen

Umgebungsanzeigen sollen dem Benutzer subtil Informationen übermitteln ohne seine Konzentration zu sehr zu stören. Daher ist es schwierig, Effizienz zu definieren und in messbare Ergebnisse zu bringen. Vorhandene Vorgehensweisen wie Langzeitstudien in „belebten Laboren“ sind kosten- und zeitintensiv. Im Gegensatz dazu wird in [12] eine heuristische Evaluation von Umgebungsanzeigen vorgeschlagen. Dabei wird auf vorhandenen heuristischen Evaluierungen traditioneller Anzeigen aufgebaut und die entsprechenden Aspekte umgebender Medien berücksichtigt. Der endgültige Satz von Heuristiken lautet wie folgt (aus [11]):

*Passende Wahl von Informationen:* Die Anzeige soll ausreichend Informationen bieten. Zu viele Informationen überfüllen die Anzeige, zu wenige lassen den Nutzenansatz außer acht.

*Konsistente und intuitive Umsetzung von Informationen:* Umgebungsanzeigen sollten nicht überladen sein. Es könnten mehr kognitive Elemente untergebracht werden, wenn der Benutzer sich daran erinnern muss, was die entsprechenden Zustände oder Veränderungen in der Anzeige bedeuten sollen.

*System und reale Welt sollen sich entsprechen:* Das System sollte die Sprache des Nutzers sprechen und Wörter, Sätze und Konzepte verwenden, die dem Benutzer bekannt sind. Es sollte reellen Konventionen entsprechen und Informationen in einer natürlichen und logischen Reihenfolge präsentieren. Systembasierte Begriffe sollten vermieden werden.

*Sichtbarkeit des Zustandes:* Es sollte erkennbar sein, in welchen Zustand sich das System befindet. Der Übergang von einem Zustand zu einem anderen sollte klar zu erkennen sein.

*Ästhetisches und ansprechendes Design:* Das System sollte in dem Umfeld, in dem es eingesetzt wird, ansprechend sein.

*Nützliche und relevante Informationen:* Die Information sollte in dem Umfeld, in dem sie eingesetzt wird, nützlich und relevant sein.

*Benutzerkontrolle und -freiheit:* Benutzer können versehentlich Eingaben machen wodurch klar hervorgehobene Funktionen zum rückgängig machen erforderlich werden. Unterstützte rückgängig- und wiederholen-Aktionen.

*Einfacher Übergang zu detaillierteren Informationen:* Wenn die Anzeige mehrere Level an Informationsdichte anbietet, sollte es die Anzeige dem Nutzer einfach machen die detaillierteren Informationen zu finden.

*Nebenläufigkeit der Anzeige:* Die Anzeige sollte unaufdringlich sein und in diesem Zustand bleiben bis sie die Aufmerksamkeit des Nutzers braucht. Der Nutzer sollte in der Lage sein, die Anzeige einfach im Auge zu behalten.

*Fehlervermeidung:* Besser als gute Fehlermeldungen ist ein Design, das Fehler von vornherein ausschließt.

*Flexibilität und Effizienz der Nutzung:* Beschleuniger – oft von unerfahrenen Benutzern nicht bemerkt – können die Benutzergeschwindigkeit von fortgeschrittenen Benutzern oft erhöhen so dass das System beiden Gruppen eine optimale Bedienung gewährleisten kann.

## **5. Diskussion**

Es existieren viele Beispiele auf dem Feld der Umgebungsmedien. Nur wenige Arbeiten beschäftigten sich mit theoretischen Methoden zum Entwurf, Evaluation und Überprüfung solcher Systeme. Zudem scheint kein tiefenpsychologischer Konsens im Bezug auf die Wirkung und den Einsatz von Umgebungsmedien zu bestehen. Dennoch wird durch einzelne Benutzerstudien das Potential von Umgebungsmedien bestätigt.

Das Spektrum an genutzten Technologien ist sehr breit und bis auf die Geruchs-basierten Anzeigen gut entwickelt. Auffallend ist dabei, dass gerade sehr einfache Technologien effektiv genutzt werden können. Im Hinblick auf die Zukunft wird sich dadurch wohl hauptsächlich die eigene Kreativität limitierend auswirken.

Die Einsatzbereiche von Umgebungsmedien sind hauptsächlich der Arbeitsbereich sowie private Domänen. Auch gesundheitliche Aspekte werden erwähnt.

Mein Vorschlag für einen weiteren, bisher noch kaum abgedeckten Bereich wäre, Umgebungsmedien in Verbindung mit seh- oder geistesbehinderten Menschen einzusetzen. Neben taktilen Informationsträgern könnte man sich zum Beispiel eine auditive und taktile Ergänzung vorstellen, die die Ergebnisse der vorhandenen Forschung im Bereich der Umgebungsmedien sinnvoll in diesem Feld umsetzt. Betrachtet man z.B. das Läuten der Kirchenglocken, war es wohl schon vor hunderten von Jahren einziger zeitlicher Anhaltspunkt für erblindete Menschen. Mit der heutigen hoch entwickelten Technik könnten viel mehr Informationen z.B. per Funk an personifizierte „periphere“ Blinden-Informationssysteme geleitet werden. Da für Sehbehinderte gerade der Gehörsinn zur Orientierung von entscheidender Bedeutung ist, findet das Prinzip der peripheren Informationsvermittlung nicht nur bei taktilen Einflüssen Bedeutung. Auch der primäre auditive Kanal könnte von Umgebungsmedien bereichert werden, ohne störende oder desorientierende Nebeneffekte zu erzeugen. Dasselbe Prinzip könnte auch bei geistesbehinderten Menschen in modifizierter Weise eingesetzt werden.

## 6. Referenzen

1. Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms. Proceedings of CHI '97. March 22-27, 1997.
2. Craig Wisneski, Hiroshi Ishii, Andrew Dahley, Matt Gorbet, Scott Brave, Brygg Ullmer, Paul Yarin. Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface between People and Digital Information. Proceedings of the First International Workshop on Cooperative Buildings (CoBuild '98). February 25-26, 1998.
3. Hiroshi Ishii, Craig Wisneski, Scott Brave, Andrew Dahley, Matt Gorbet, Brygg Ullmer, and Paul Yarin. ambientROOM: Integrating Ambient Media with Architectural Space. Conference Summary of CHI '98. April 18-23, 1998.
4. Andrew Dahley, Craig Wisneski, and Hiroshi Ishii. Water Lamp and Pinwheels: Ambient Projection of Digital Information into Architectural Space. Conference Summary of CHI '98. April 18-23, 1998.
5. Angela Chang, Ben Resner, Brad Koerner, XingChen Wang, Hiroshi Ishii. LumiTouch: An Emotional Communication Device.
6. Thorsten Prante, Richard Stenzel, Carsten Röcker, Norbert Streitz, Carsten Magerkurth. Ambient Agoras – InfoRiver, SIAM, Hello.Wall. Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'04), Vienna, Austria. April 24-29, 2004. pp. 763-764.
7. Lars Erik Holmquist and Tobias Skog. Informative Art: Information Visualization in Everyday Environments.
8. Hans-W. Gellersen and Albrecht Schmidt. Look who's visiting: supporting visitor awareness in the web. Int. J. Human-Computer Studies (2002) 56.
9. Ambient Orb is a registered trademark of Ambient Devices, see. <http://www.ambientdevices.com/cat/contact.html> for details.
10. Joseph Kaye. Culturally Embedded Computing. Interactions. january, february 2004.
11. Tobias Skog, Sara Ljungblad and Lars Erik Holmquist. Between Aesthetics and Utility: Designing Ambient Information Visualizations.
- 12: Elin Rønby Pedersen and Tomas Sokoler. AROMA: Abstract Representation Of Presence Supporting Mutual Awareness. Proceedings of CHI. 1997.