

Gestaltung einer auditiven Benutzungsoberfläche für Blinde

Hilko Donker, Palle Klante, Peter Gorny
OFFIS, Oldenburg

Zusammenfassung

Blinden und sehbehinderten Nutzern des World Wide Web bleiben mit bisherigen Screenreadern wichtige, im Layout einer Webseite codierte Informationen verschlossen. Hier wird ein Ansatz vorgestellt, der die Layout-Barriere mit Hilfe von dreidimensional akustischen Objekten (Hearcons) überwinden soll, die in einem akustischen Interaktionsraum (AIR) positioniert werden. Ein Referenzmodell („Fackelmetapher“) bildet die Elemente der Webseite in den AIR ab und weist ihnen ein Geräusch zu. In einer ersten Studie wurden zunächst die klanglichen Eigenschaften der Objekte und die Restriktionen für den Aufbau eines AIR untersucht. Die gefundenen Gestaltungsregeln dienen als Grundlage zur Erstellung eines akustischen Webbrowser, der in einer Usability-Studie unter Beteiligung von blinden Experten evaluiert wurde.

1 Einleitung

Die grafischen Benutzungsoberflächen von fensterorientierten Betriebssystemen machen eine Rechnernutzung für Blinde und stark Sehbehinderte praktisch unmöglich. Lediglich textuelle Bestandteile des Bildschirminhalts können haptisch (in Braille) oder auditiv (durch sog. Screenreader) ausgegeben werden. Die grafischen Navigationselemente wie Buttons und Piktogramme und die Bedeutung ihrer Positionierung auf dem Bildschirm bleiben dieser Nutzergruppe verschlossen. Dies gilt verstärkt für Anwendungen wie das World Wide Web, da hier die Navigationskomponenten einen noch größeren Anteil einnehmen als in normaler Bürosoftware. Boyd (Boyd 91) führt die folgenden drei Barrieren an, die den Blinden die Arbeit am Rechner erschweren:

- Pixel-Barriere (Kein Zugang durch Text-to-Speech-Screenreader),
- Maus-Barriere (Psychomotorische Probleme beim Arbeiten mit Zeigegegeräten),
- Grafik-Barriere (Kein Zugang zur Semantik von Grafiken).

Bei der Interpretation von Webseiten kommt eine weitere Barriere hinzu, die den Blinden den Umgang mit Webseiten erschwert:

- Layout-Barriere (Kein Zugang zu den Strukturen des Layouts).

Um die Layout-Barriere zu überwinden, werden im Projekt „Zugang zum Internet für Blinde“ (ZIB) die Interaktionsmöglichkeiten in einem akustischen Interaktionsraum (AIR) systematisch für die Navigation auf Webseiten eingesetzt. Für die Benutzergruppe Blinde und stark Sehbehinderte soll ein System entwickelt werden, bei dem die typischen Objekte von Webseiten (z.B. Überschriften, Absätze, Grafiken, Verweise) mit Hilfe der Stereophonie-Technik als sogenannte Phantomgeräusche (Hearcons) in einem dreidimensionalen akustischen Interaktionsraum platziert

werden. Die binauralen Fähigkeiten des menschlichen Gehörs erlauben es einem Computerbenutzer, Richtung und Entfernung der Hearcons gut wahrzunehmen (Roeder 1977). Mit einem Zeigegerät wie Grafiktablett oder Joystick kann der Benutzer eines der Hearcons auswählen, wie von den grafischen Benutzungsoberflächen mit Maus-Cursor bekannt. Nach der Auswahl eines Hearcons kann dann durch „Anklicken“ oder durch einen über Sprache eingegebenen Befehl eine Programmfunktion angestoßen oder z.B. mit Hilfe des Screenraders der Name des Hearcons vorgelesen werden.

2 Layout von Webseiten

Ziel des Projekts ZIB ist es, blinden und sehenden Webbenutzern eine barrierefreie Kooperation bei der Arbeit im Web zu gewährleisten. Für eine akustische Umsetzung einer Webseite ist es daher erforderlich, das Layout der Webseite so zu erfassen, wie es von einem grafischen Webbrowser ausgegeben wird. Auf Grund der unterschiedlichen Darstellung einer Webseite durch die verschiedenen Webbrowser und der verschiedenen Generationen dieser Webbrowser reicht es folglich nicht aus, den HTML-Code einer Webseite auszulesen und akustisch neu zu rendern. Mit dem im Rahmen des Projekts ZIB entwickelten Prototyp „AirClient“ greifen wir auf das Document Object Model (DOM 2002) des Webbrowsers zu (in unserem aktuellen Prototyp die des Internet Explorer) und überführen die für uns wesentlichen Daten in eine eigene interne Datenstruktur. Grundlage für diese Datenstruktur stellt eine Analyse von Webseiten dar, in der untersucht wurde, welche Typen von Objekten typischerweise auf einer Webseite dargestellt werden. Wir haben diese Objekte in die Kategorien Metaobjekte (Seite, Frame, Maus-Cursor), Containerobjekte (Überschrift Textblock, Tabelle, Tabellenzelle, ImageMap, Verweis) und Elementarobjekte (Wort, Trennlinie, Bild/Grafik, Medien/Skripte, Formular: Eingabefeld, Schaltfläche, Auswahl 1:m, Auswahl n:m) unterteilt.

In der aktuellen Version des AirClient haben wir uns zunächst darauf beschränkt, nur die am häufigsten auftretenden Objekte Überschriften, Textblöcke, Verweise und Grafiken zu berücksichtigen, um erste Erfahrungen zu sammeln, wie blinde Benutzer mit unserem System zurecht kommen. Von den aufgezählten Objekten betrachten wir in unserer Datenstruktur die Attribute Position, Ausdehnung, Typ und falls vorhanden alternativer Text.

3 Sounddesign

Um die vier Typen von Layoutobjekten einer Webseite akustisch als Hearcons zu repräsentieren, haben wir in einem ersten Schritt verschiedene Geräusche und Sounds erstellt und erprobt. Es wurden ca. 50 Signale (selbst aufgezeichnete oder geschnittenes Fremdmaterial) generiert. In ersten Vorversuchen mit einem blinden Berater und Projektmitarbeitern stellte sich heraus, dass die Geräusche möglichst angenehm sein sollten. Die Lästigkeit, Angenehmheit und Kriterien, wie die Maskierung von gleichzeitig erklingenden Geräuschen, wurden als elementar wichtig für die Funktionsfähigkeit des Systems eingestuft (Schick 2001a).

Neben den vier Typen von Layoutobjekten sind ebenfalls Geräusche erforderlich, die das Ein- und Austreten in und aus einem Hearcon akustisch darstellen sowie Geräusche, die den Rand der Benutzungsoberfläche sowie den Cursor repräsentieren. Um ein harmonisches Zusammenklingen

der Geräusche zu gewährleisten, hat es sich als positiv herausgestellt, die Geräusche thematisch zusammenzufassen. Zunächst entstanden Kompositionen zu zwei Themenparks mit Natur- und Tiergeräusche sowie Musik und Musikinstrumenten, die nach psychoakustischen Gesichtspunkten ausgesucht wurden (Schick 2001a). Hilfreiche Ideen zur Komposition lieferte dabei die Minimalmusik. Diese Themenparks sind einzeln oder in Kombination einsetzbar. Bei einer intensiveren Erprobung der beiden Themenparks stellte sich heraus, dass Geräusche aus dem Themenpark Natur- und Tiergeräusche in der Regel feste räumliche Relationen zueinander haben. So befinden sich Vögel immer oberhalb eines Flussrauschens. Diese festen Relationen machen es unmöglich, Objekte in beliebigen Anordnungen auf einer Webseite zu platzieren. Die Zuhörer drehen unstimmmige Relationen automatisch im Kopf um und hören den Vogel immer oberhalb des Flusslaufs, obwohl sie umgekehrt gespielt werden. Im Themenpark Musik mussten wir erkennen, dass es uns zwar gelingt zwei oder drei Stücke aus dem Bereich Minimalmusik zu kombinieren, so dass sich diese noch gut anhören. Eine aufwendigere Kombination von mehr als drei Musikstücken führt allerdings zu nicht mehr angenehmen Ergebnissen. In beiden Themenparks mussten wir ferner feststellen, dass es nicht ausreicht, einen Sound pro Layoutobjekt zu vergeben. Werden die Hearcons von drei gleichen Layoutobjekten neben einander gespielt, dann werden diese nicht als drei eigenständige akustische Objekte wahrgenommen, sondern zu einem großen akustischen Objekt subsummiert. Wir haben daher einen Musiker damit beauftragt ein zwölfstimmiges Stück zu komponieren, so dass sich beliebige Kombinationen von Stimmen angenehm anhören, pro Objekt drei Stimmen und Rhythmen zur Verfügung stehen, die gut unterscheidbar sind und der Hörer trotzdem leicht erkennt, dass es sich um den gleichen Typ von Objekt handelt. Es wurden Klangereignisse verwendet, die leicht dreidimensional zu orten sind, also keine Effekte enthalten dürfen wie z.B. Chorus, Flanger oder Phaser. Die Frequenzanteile der Sounds mussten im Minimum einen Formantbereich zwischen 1 und 8 kHz besitzen, weil erfahrungsgemäß die räumliche Ortung in diesem Frequenzbereich am einfachsten zu bewerkstelligen ist (Roeder 1977). Reine Bässe oder hundepfeifenartige Klänge kamen daher nicht in Frage. Des Weiteren wurde besonders darauf geachtet, dass ein gewisses Minimum an Obertönen im jeweiligen Klang enthalten ist. Schmalbandige Klänge sind im wesentlichen nur durch Lautstärkeunterschiede zu orten, was man mit einem Sinuston (z.B. Wecker, Handy) sehr leicht nachvollziehen kann. Fügt man dem Basssignal Obertöne im oben genannten Idealfomantbereich hinzu, können „tiefe“ Klänge ebenfalls hervorragend wahrgenommen werden und somit scheiden die zugehörigen Instrumentengattungen nicht bei der Benutzung aus. Für die einzelnen Lautobjekte wurden folgende Motive verwendet:

- Absätze werden durch nachrichtentickerartige Xylophonklänge charakterisiert; genau so, wie wir es von der musikalischen Untermalung vieler Nachrichtensendungen kennen.
- Überschriften werden Hörner mit fanfarenartigen Motiven zugeordnet (welche im wesentlichen Tonabstände im Bereich von Quinten und Quartan verwenden). Auch hier sind Anlehnungen an die Tagesschaufanfahre nicht zufällig.
- Bei Grafiken wird ein Motiv von Edward Grieg aus der „Morgenstimmung“ in verschiedenen Variationen benutzt, da dieses einen bildhaft beschreibenden Charakter hat.
- Verweise werden durch Synthesizerklänge und entsprechende Motive dargestellt.

4 Die auditive Benutzungsoberfläche

Für auditive Benutzungsoberflächen liegen bereits einige Gestaltungsregeln vor (Kramer 1994). Es hat sich aber bisher kein Standard für eine akustische 3D-Ausgabe etabliert, für die derartige Regeln gelten. Um die grundsätzlichen Gestaltungsoptionen unseres Systems zu erforschen, haben wir für eine Ausgabe einer 3D-Szene mit Hilfe einer A3D-Soundkarte der Firma Aureal einige grundlegende Wahrnehmungs- und Darstellungsmöglichkeiten einer auditiven Benutzungsoberfläche untersucht. Um einen 3D-Eindruck beim Hörer zu vermitteln, verwendet die A3D-Soundkarte eine Wavetracing-Technik (Vortex 2002) wodurch z.B. die Reflexion an Wänden nachgebildet wird. Bei der Kopfhörerausgabe verwendet die A3D-Soundkarte Standardaußenohrübertragungsfunktionen (HRTFs) (Moore 1995). Als Ausgabegeräte haben wir sowohl Kopfhörer als auch ein Array von vier Flachlautsprechern verwendet, die auf einer virtuellen Wand vor dem Benutzer platziert wurden. Als Eingabegerät wurde ein Grafiktablett verwendet.

Es wurden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Gibt es Positionen auf der auditiven Benutzungsoberfläche, an denen mit einem Hearcon besonders sicher interagiert werden kann?
- Welche Interaktionsfläche sollte ein Hearcon haben, so dass ein Benutzer sicher das Hearcon treffen kann?
- Verändert sich die Treffsicherheit eines Benutzers, wenn mehr als ein Hearcon gleichzeitig auf der Benutzungsoberfläche erklingt?

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen wurden insgesamt 16 Versuchsreihen mit jeweils zwölf sehenden Versuchspersonen aus der Altersgruppe von 18 bis 40 Jahren durchgeführt. Es wurde hier auf sehende Versuchspersonen zurückgegriffen, da die Vermutung nahe liegt, dass blinde Personen im Mittel mindestens so gut akustisch lokalisieren können wie sehende Personen. Die mit den sehenden Personen erzielten Ergebnisse stellen somit eine untere Schranke dar.

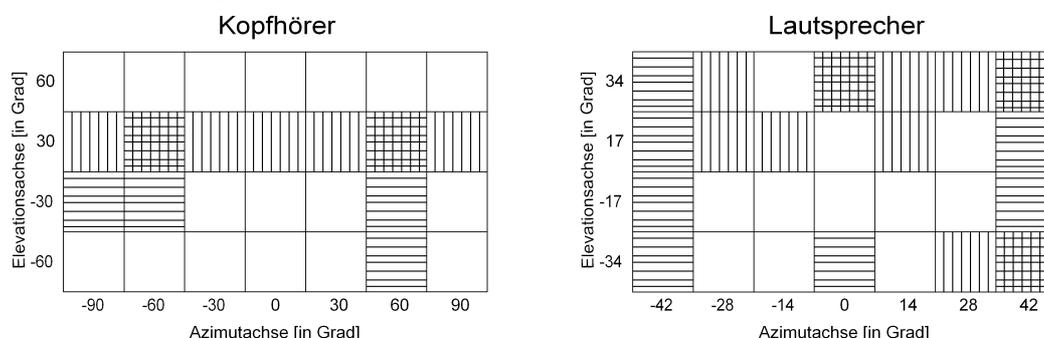
Für das Ausgabemedium Kopfhörer wurde eine auditive Benutzungsoberfläche untersucht, die sich auf der Innenfläche eines Ausschnitts einer Halbkugel befindet. Die Benutzungsoberfläche hat eine horizontale Ausdehnung von 180 Grad sowie eine vertikale Ausdehnung von 120 Grad und umgibt das Gesichtsfeld des Benutzers im Abstand von 3 Metern. Beim Ausgabemedium Lautsprecher wird die Benutzungsoberfläche durch die Position der vier Lautsprecher in den Ecken aufgespannt. Der von uns gewählte Aufbau ergab eine horizontale Ausdehnung von 82 Grad und eine vertikale Ausdehnung von 68 Grad. Der kleinste Abstand des Benutzers zur Benutzungsoberfläche betrug 100cm.

Folgender Versuchsaufbau wurde zur Untersuchung der Fragestellungen verwendet. Den sehenden Versuchspersonen wurden zu Beginn des Versuchsablaufs die Augen verbunden, so dass sie sich nicht optisch im Raum orientieren aber auch das Grafiktablett nicht sehen konnten. Zur Orientierung auf dem Grafiktablett waren sowohl die Ränder als auch die Mitte des Tablett mit einem Klebeband markiert. Die Benutzungsoberfläche wurde gleichmäßig in sieben Spalten und vier Zeilen eingeteilt. Den Versuchspersonen wurden an den 28 Positionen nacheinander drei Geräusche eingespielt (die Auswahl erfolgte zufällig), so dass die Versuchspersonen während eines Versuchsdurchlaufs 84 mal die Aufgabe hatten, an der dieser akustischen Position entsprechenden Stelle auf dem Grafiktablett mit einem Zeigegerät zu klicken. Die Entfernung des Klicks von der tatsächlichen Position des Geräuschs wurde gemessen und protokolliert. Um unabhängig von den verschiedenen Koordinatensystemen zu sein, wurde eine Gütefunktion eingeführt. Diese

Funktion nimmt den Wert 1 (100%) an, wenn die punktförmige Schallquelle genau getroffen wurde. Wenn der Benutzer maximal daneben geklickt hat, nimmt die Funktion den Wert 0 (0%) an.

Gibt es Positionen auf der auditiven Benutzungsoberfläche, an denen mit einem Hearcon besonders sicher interagiert werden kann?

Im Mittel lässt sich mit dem verwendeten Aufbau an den 28 untersuchten Positionen für die Kopfhörerausgabe eine Güte von 0,733 (0,811 bei der Lautsprecherausgabe) erreichen. Das heißt, dass die Klicks in der Regel innerhalb eines Kreises mit einer Fläche von 27% der Gesamtfläche (19% Lautsprecher) liegen. An den besonders guten Stellen werden Werte erreicht, die größer als 0,85 sind. Die besonders schlechten Positionen erreichen Werte von 0,77 und kleiner. Die folgenden Grafiken stellen für die beiden Ausgabemedien die besonders gut zu treffenden Positionen der auditiven Benutzungsoberfläche dar:



Positionen auf der auditiven Benutzungsoberfläche (in einem zweidimensionalen Polarkoordinatensystem), an denen mit einem Hearcon besonders sicher interagiert werden kann (Treffsicherheit Elevationsachse = vertikale Schraffur, Treffsicherheit Azimutachse = horizontale Schraffur)

Welche Interaktionsfläche sollte ein Hearcon haben, so dass ein Benutzer sicher das Hearcon treffen kann?

Zur Beantwortung dieser Frage wurde ausgewertet, wie weit die Versuchspersonen neben die eigentliche Punktschallquelle geklickt haben. Gemessen wurde jeweils der Abstand in Grad. Die getesteten Schallquellen lagen auf einem festen Raster horizontal jeweils 26 Grad (Kopfhörer) und 12 Grad (Lautsprecher) auseinander sowie vertikal 30 Grad (Kopfhörer) und 14 Grad (Lautsprecher). Betrachtet wurden auf der Elevations- und auf der Azimutachse jeweils das 33er-, 50er-, 66er- und 80er-Quantil. Betrachtet man z.B. das 33er-Quantil, dann liegen 33% der Klicks innerhalb des gewählten Radius und 66% außerhalb. Im Folgenden werden jeweils die 50er-Quantile betrachtet, da blinde und sehbehinderte Versuchspersonen ein deutlich besser geschultes Gehör als Sehende haben und da die Treffsicherheit eines Hearcons durch weitere Feedbackmaßnahmen (z.B. ein Eintrittsgeräusch falls ein Hearcon berührt wird) verbessert werden kann. Kontrollversuche mit erfahrenen Benutzern (unter Verwendung von Eintrittsgeräuschen) haben gezeigt, dass deren Treffsicherheit innerhalb des 50er-Quantils liegt. Als Ergebnis für die optimale Größe eines Hearcons ergaben sich für die beiden Ausgabemedien die folgenden Ergebnisse:

| | Kopfhörer | Lautsprecher |
|----------------------|-----------|--------------|
| Azimutausdehnung | 9 Grad | 4 Grad |
| Elevationsausdehnung | 16 Grad | 7 Grad |

Optimale Größe von Hearcons

Abgebildet auf einen Standardbildschirm mit einer Auflösung von 1024x768 Pixeln ergibt dies, dass ein Hearcon für die Kopfhörerausgabe 50x100 Pixel und für die Lautsprecherausgabe 50x80 Pixel groß sein sollte.

Verändert sich die Treffsicherheit eines Benutzers, wenn mehr als ein Hearcon gleichzeitig auf der Benutzungsoberfläche erklingen?

Diese Fragestellung wurde nur für das Ausgabemedium Kopfhörer untersucht. Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden an vier ausgewählten Positionen jeweils drei Hearcons nebeneinander, untereinander und diagonal versetzt angeordnet. Zum Vergleich der Ergebnisse der Versuchsreihe mit nur einem Hearcon und der Reihe mit drei Hearcons werden in der folgenden Tabelle die Werte der Gütefunktion gegenübergestellt:

| | 1 Hearcon | 3 Hearcons |
|---------------------------------|-----------|------------|
| Güte in der Azimutdimension | 0,814 | 0,954 |
| Güte in der Elevationsdimension | 0,668 | 0,914 |

Treffsicherheit von Hearcons auf einer Benutzungsoberfläche mit einem bzw. mit drei Hearcons

Durch die Anwesenheit von zwei weiteren Hearcons in der Umgebung des ersten Hearcons lässt sich die Treffsicherheit auf der Azimutachse um 17% und auf der Elevationsachse um 37% erhöhen. Wir haben ferner unterschiedliche Abstände der Hearcons auf der Azimutachse (0 Grad, 4 Grad und 8 Grad) und auf der Elevationsachse (0 Grad, 8 Grad und 15 Grad) untersucht. Hier ließen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede ermitteln.

5 Referenzmodell „Fackelmetapher“

5.1 Konzept

Mit Hilfe von Referenzmodellen wird im Projekt ZIB im System AirClient eine Abbildung einer grafischen Benutzungsoberfläche einer Webseite auf eine dieser entsprechenden auditiven Benutzungsoberfläche vorgenommen. Das Referenzmodell identifiziert die relevante Semantik von Layoutbereichen (Navigationsspalten, -zeilen, Inhaltsbereiche etc.) sowie die Topografie und Topologie von Layoutobjekten und bildet diese auf Hearcons mit entsprechender Semantik, Topografie und Topologie ab. Auf typischen Webseiten sind etwa 50 bis 100 Layoutobjekte zu finden, die wir optisch problemlos parallel wahrnehmen können. Das menschliche Wahrnehmungssystem ist jedoch nur in der Lage 5 bis 10 akustische Signale parallel zu unterscheiden (Bölke 96). Bei

der Abbildung der grafischen Darstellung einer Webseite in einem Webbrowser auf einen auditiven Browser muss die Anzahl der parallel dargestellten Hearcons daher geeignet reduziert werden.

Das Referenzmodell „Fackelmetapher“ verändert die akustische Ausgabe einer Webseite, indem sie eine akustische Fackel realisiert („Eine Fackel im nächtlichen Wald lässt nur die nächsten Bäume sichtbar werden.“). Durch die akustische Fackelmetapher wird ein Hearcon auf der auditiven Benutzungsoberfläche lauter, wenn der Benutzer sich ihm mit dem Mauszeiger nähert. Befindet sich der Mauszeiger auf dem Hearcon, hat es seine Maximallautstärke erreicht. Durch eine geeignete Wahl der Abstandfunktion wird erreicht, dass immer nur fünf bis sechs Hearcons parallel zu hören sind. Neben der Lautstärkenänderung findet mit Hilfe des Referenzmodells eine Fokussierung statt. Diese Fokussierung funktioniert wie eine Lupe oder ein Fisheye-View. In der Nähe des Mauszeigers liegende Hearcons werden auseinandergezogen. Dem gegenüber werden Hearcons am Rand des Darstellungsbereichs zusammengezogen, indem sie nur noch als ein Geräusch erklingen. Die Übergänge beim Vergrößern bzw. Verkleinern eines Darstellungsbereichs erscheinen dem Benutzer fließend. Durch diese Maßnahmen werden die Gestaltungsregeln für auditive Benutzungsoberflächen in Ansätzen berücksichtigt.

5.2 Usability-Studie

Um die Qualität des Referenzmodells „Fackelmetapher“ beurteilen zu können, haben wir sieben blinde Experten zu einer Usability-Studie eingeladen. Es handelte sich hierbei um zwei Schüler, einen Studenten, zwei Berufstätige aus dem Informatikbereich sowie zwei Pensionäre. Alle Teilnehmer verfügten über langjährige Erfahrung mit Computern. Für den Zugang zum Computer sowie zum Internet wird von allen zurzeit der Screenreader Jaws verwendet. Die durchschnittliche Interneterfahrung lag bei etwa 3 Jahren, variierte jedoch zwischen keiner und bis zu 7-jähriger Erfahrung. Einer der Experten ist in der Accessibility-Diskussion von Internetangeboten in Deutschland federführend und ein weiterer Experte führt regelmäßig Internetschulungen für blinde Rechnerbenutzer durch. Die zentrale Fragestellung der Usability-Studie war, herauszufinden, wie gut sich die Fackelmetapher eignet, die Layout-Barriere von blinden Benutzern beim Arbeiten im World Wide Web zu überwinden. Die zentralen Kriterien waren:

- Aufgabenangemessenheit: Wird der Benutzer durch die Fackelmetapher unterstützt, seine Aufgaben effektiv und effizient zu erledigen.
- Layout: Wird das Layout einer Webseite wahrgenommen und werden die wesentlichen Layoutstrukturen erkannt?
- Kohärenz: Werden semantische Beziehungen, die zwischen Elementen einer Webseite oder zwischen Elementen auf verschiedenen Webseiten bestehen, erkannt?
- Strategie beim Navigieren innerhalb einer Webseite oder einer Website: Wie geht der Benutzer vor, um seine Aufgabe zu bearbeiten?

5.2.1 Ablauf der Evaluation

Die Experten wurden jeweils etwa 45 Minuten in die Benutzung des AirClients eingeführt. Hierbei wurden ihnen systematisch die Musiksequenzen näher gebracht, die die vier Typen von Objekten (Überschrift, Absatz, Grafik, Verweis) auf einer Webseite repräsentieren. Ferner wurden die Experten in die Interaktion mit dem AirClient sehr systematisch eingeführt. Während des eigentli-

chen Versuchsablaufs wurden den Experten drei Aufgaben gestellt, die sie mit Hilfe des Air-Clients lösen sollten. Es handelte sich hierbei um das Explorieren einer sehr einfach strukturierten einzelnen Webseite. Die zweite Aufgabe kann als Stöbern in einer Website charakterisiert werden. Die Experten sollten in einem elektronischen Buchladen nach einem geeigneten Buch für die Freundin oder für die Ehefrau Ausschau halten. In der dritten Aufgabe sollten sie im gleichen elektronischen Buchladen gezielt nach einem vorgegebenen Werk suchen.

5.2.2 Auswertung der Evaluation

Als Methoden wurden lautes Denken, Videoaufzeichnung, Rechnerprotokoll, Layoutbaukasten (taktile Rekonstruktion des Layouts einer Webseite) eingesetzt. Mit dem Layoutbaukasten sollte das mentale Modell, das sich die Experten von einer besuchten Webseite gemacht haben, dokumentiert werden. Die Experten haben auf einem Whiteboard unterschiedlich zu ertastende Magnete positioniert, wo sie sich an entsprechende Objekte auf der Benutzungsoberfläche erinnern konnten. Es standen Magnete mit Markierungen für Überschriften, Absätze, Grafiken und Verweise zur Verfügung. Eine Auswertung der Aufgaben erfolgte jeweils, indem zunächst für jeden Experten die folgenden individuellen Ergebnisse erfasst werden:

- Welche Objekte auf den besuchten Webseiten haben sich die Experten während der Aufgabenbearbeitung vorlesen lassen?
- Wie haben sich die Experten auf der Webseite bewegt?
- Welche Kommentare haben die Experten während der Aufgabenbearbeitung formuliert?
- Welche Layoutobjekte und -bereiche wurden mit dem Layoutbaukastens rekonstruiert?

5.2.3 Ergebnis der Evaluation

Es ist nicht verwunderlich, dass eine erste vollständige Evaluation eines neuen Ansatzes nicht zu Traumergebnissen führt. Wir mussten z.B. feststellen, dass die von uns eingeladenen Experten mit unserem System ihre Aufgaben nicht effektiver und effizienter erledigen konnten als mit dem bisher von ihnen verwendeten Screenreadern. Sie benötigen ein mehrfaches der Zeit und betrachten deutlich weniger relevante Layoutobjekte auf den Webseiten. Auch die Grobstruktur des Layouts bleibt ihnen im wesentlichen verborgen. Dies lässt sich zum einen aus den mit dem Layoutbaukasten rekonstruierten Modellen ableiten und zum anderen aus den Strategien beim Navigieren. Bei einer Inhaltssuche sollten sich die Benutzer hauptsächlich in den Inhaltsbereichen einer Webseite und beim Suchen innerhalb einer Website hauptsächlich in den Navigationsbereichen und den Bereichen mit den Hauptüberschriften bewegen. Im Grafikdesign wird z.B. versucht die semantische Beziehungen zwischen Objekten durch das Gesetz der Nähe darzustellen. Auch diese semantischen Beziehungen sind den Experten beim Bearbeiten unserer Testaufgaben nicht deutlich geworden. Trotz dieser nicht überzeugenden Ergebnisse ist es wichtig solche Studien zu machen, um die Problembereiche und Defizite sehr deutlich herauszuarbeiten. Sehende sind nicht in der Lage, sich in die Vorstellungswelt der Blinden hineinzuversetzen. Aus einer abstrakten Diskussion von Konzepten mit Blinden in der Konzeptionsphase ohne entsprechende komplexe Beispiele lässt sich die spätere Gebrauchstauglichkeit der Systeme nicht sicher stellen, da sich die meisten nicht vorstellen können, wie das spätere System „aussehen“ wird. Ein Papierprototyp einer auditiven Benutzungsoberfläche lässt sich eben nicht erstellen.

Wir sind in unserem ersten Prototyp von der Maxime ausgegangen eine möglichst ähnliche Darstellung einer Webseite auf einem vor einem Sehenden platzierten Bildschirm wie auf einem vor einem Blinden platzierten „Hörschirm“ zu realisieren, so dass sich Blinder und Sehender prob-

lemlos über ein und dieselbe Webseite unterhalten können. Schaut man sich das typische Layout einer Webseite an, dann besteht diese aus etwa drei bis vier Spalten und in einer Navigationsspalte sind häufig mehr als 10 Verweise untereinander zu finden. Das heißt: Wir haben nur sehr wenige Informationen, die horizontal nebeneinander angeordnet sind, aber sehr viele, die vertikal untereinander dargestellt werden. Eine 1:1-Abbildung einer solchen Webseite auf eine auditive Benutzungsoberfläche steht somit im Widerspruch zu den Ergebnissen bezüglich der Gestaltungsoptionen von auditiven Benutzungsoberflächen. Dort sind wir in der Lage etwa sieben Objekte horizontal und drei bis vier vertikal untereinander zu unterscheiden. In unserem Prototyp wird daher versucht, die unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten durch geeignete Skalierungs-, Translations- und Auswahlfunktionen auf einander abzustimmen.

Für uns war diese Evaluation auch eine Möglichkeit unsere Evaluationsmethoden zu verifizieren. Zu der speziellen Problematik der Evaluation von auditiven Benutzungsoberflächen im Folgenden einige Anmerkungen. Eine auditive Benutzungsoberfläche auf Video aufzuzeichnen, ist nicht sehr aussagekräftig, da sich auf diese Weise bei der Auswertung kaum der 3D-Eindruck rekonstruieren lässt, den der Benutzer während des Versuchablaufs hatte. Wir haben daher ein grafisches Modell der Aufzeichnung der akustischen Ausgabe geschaffen, das es uns erlaubt, grafisch nachzuvollziehen, was der Blinde gerade hört. Kombiniert mit der akustischen Ausgabe erhält der Evaluator so einen sehr guten Eindruck von der stattfindenden Interaktion. Das Protokollieren der Cursor- und aller Interaktionsschritte in einer Datenbank hat sich bewährt, da dadurch sehr einfach ausgewertet werden kann, welche Layoutobjekte vom Benutzer untersucht wurden und in welchen Layoutbereichen er sich wann, wie lange aufgehalten und welche Interaktionen er dort vorgenommen hat. Auch der Einsatz des Layoutbaukastens hat sich als sehr aussagekräftig herausgestellt, da dadurch auswertfähige Abbilder der mentalen Modelle des Benutzers von der betrachteten Webseite gewonnen werden. Wir haben diesen Layoutbaukasten als Gegenprobe ebenfalls mit Sehenden getestet, die nach einer Interaktion mit einem grafischen Webbrowser die Aufgabe hatten, eine Webseite zu rekonstruieren. Die Sehenden kommen dabei zu deutlich besseren Ergebnissen als die Blinden. Interessant war jedoch, dass sich die Ergebnisse nicht unterschieden, ob die Sehenden bei der Rekonstruktion die Augen verbunden hatten oder nicht. Als problematisch hat sich das laute Denken herausgestellt, da die Blinden in der gleichen Sinnesmodalität die Interaktionsschritte kommentieren müssen, in der sie diese auch wahrnehmen. Es hat sich als praktikabel herausgestellt, dass die Versuchsleiter an geeigneten Stellen entsprechende Kommentare einfordern und dazu die akustische Ausgabe für die Dauer des Kommentars manuell herunterregeln.

6 Ausblick

In einer Fokusgruppendifkussion (Schick 2001b) mit den sieben Experten aus der Usability-Studie haben wir nochmals sehr intensiv ihre Nutzung des Internets thematisiert. Das Internet stellt für diese Gruppe ein Medium dar, welches in der Lage zu sein scheint, Defizite auf Grund der Erblindung in vielen sozialen und öffentlichen Bereichen zu kompensieren. Dies macht nochmals die Relevanz von Systemen zum Internetzugang für Blinde deutlich. Das Internet wird sehr zielstrebig als „Tor nach draußen“ genutzt. Surfen zum reinen Vergnügen scheint bei dieser Nutzergruppe eher nebensächlich zu sein. Das Navigieren innerhalb einer Webseite oder einer Website ist für diese Nutzergruppe weniger spielerisch denn zielorientiert. Die Blinden wollen nicht wissen, wie eine Webseite genau aussieht, sondern sie wollen die Struktur erkennen. Dies

macht deutlich, dass der von uns gewählte Ansatz richtig ist, die wesentlichen Layoutstrukturen den Blinden zugänglich zu machen, so dass sie schneller als mit einem sequenziellen Erkunden (=Lesen) einer Webseite zum Ziel kommen. Ein neuer Ansatz für das Referenzmodell in unserem nächsten Prototyp wird es daher sein, dass wir den Blinden zunächst die verschiedenen Hierarchiestufen des Layouts zugänglich machen, bevor wir ihnen die Detailinformationen präsentieren. Wir werden ferner den vertikal vor dem Benutzer platzierten „Hörschirm“ aufgeben und die Layoutobjekte auf einer horizontal nicht beschränkten Ebene darstellen, auf der sich der Benutzer mit Hilfe eines Joysticks bewegen kann. Hierdurch entstehen mehr Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Größe und des Abstandes von Hearcons in allen Dimensionen.

7 Literaturverzeichnis

- Bölke, L. (1996): Ein akustischer Interaktionsraum für blinde Rechnerbenutzer. Oldenburg : Carl v. Ossietzky-Universität..
- Boyd, L. H.; Boyd, W. L.; Vanderheiden, G. C. (1991): Graphics-Based Computers and the Blind: Riding the Tides of Change. In: Proceedings of the 6th Annual Conference „Technology and Persons with Disabilities“, Los Angeles, 20-23.3.
- DOM (2002): Document Object Model. <http://www.w3.org/DOM/>.
- Kramer, G., ed. (1994). Auditory display: Sonification, audification, and auditory interfaces. Proceedings of the First International Conference on Auditory Display (ICAD) 1992. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Moore, B. (1995): Hearing. San Diego: Academic Press.
- Roederer, J.G. (1977): Physikalische und psychoakustische Grundlagen der Musik. Berlin: Springer Verlag.
- Schick, A.; Meis, M. (2001a): Erstellung einer Geräuschdatenbank für einen akustischen Webbrowser. Interner Bericht des Projekts „Zugang zum Internet für Blinde“.
- Schick, A; Meis, M.; Pelz, C.; Quehl, J. (2001b): Fokusgruppenanalyse – Zugang zum Internet für Blinde. Interner Bericht des Projekts „Zugang zum Internet für Blinde“.
- Vortex of Sound (2002): The website for the Aural Vortex Soundcards. <http://www.vortexofsound.com/>

Kontaktinformationen

Hilko Donker, Palle Klante, Peter Gorny
 Kuratorium OFFIS e.V.
 Escherweg 2
 26121 Oldenburg
 Email: {donker, klante, gorny}@offis.de