

# Gestaltung von Hyperlinks in einer Hyperaudio-Enzyklopädie

Hilko Donker, Norbert Blenn

Fakultät Informatik, Technische Universität Dresden

## **Zusammenfassung**

Die Verwendung von eBooks auf mobilen Endgeräten ist mittlerweile sehr verbreitet. Als Alternative zur Ausgabe auf dem Bildschirm bietet sich eine auditive Ausgabe an. Am Beispiel der freien Enzyklopädie Wikipedia wird in diesem Beitrag analysiert, wie ein eBook auditiv ausgegeben werden kann, ohne die dem eBook innewohnende Hyperstruktur zu verlieren. Wichtig ist hierbei, dass die in einem eBook vorhandenen Hyperlinks angemessen dargestellt werden. Da der Aufwand, alle Beiträge einer Enzyklopädie zu vertonen, zu groß ist, muss die auditive Ausgabe der Beiträge über ein Text-to-Speech-System erfolgen. Im Rahmen dieses Beitrags wird analysiert, wie Hyperlinks in eine Sprachausgabe integriert werden können, so dass diese von den Hörern sicher erkannt werden und das Hören des Inhalts eines Beitrags durch die Darstellung der Links nicht beeinträchtigt wird.

## 1 Einleitung

Mobile Endgeräte wie PDA und Mobiltelefon bieten heute unter anderem die Möglichkeit eBooks darzustellen. Eine interessante Kategorie von eBooks stellen Enzyklopädien dar, welche es dem Benutzer erlauben in mobilen Situationen, Informationen zu bestimmten Ereignissen, Orten und Objekten nachzuschlagen. Enzyklopädien können auf mobilen Endgeräten mit Hilfe spezieller Browser auf dem Display des Gerätes gelesen werden. In vielen mobilen Situationen ist es unzweckmäßig längere Texte auf einem kleinen Display zu lesen. Hier wäre eine auditive Ausgabe von Beiträgen der Enzyklopädie eine sinnvolle Alternative. Die technologische Entwicklung im Bereich der portablen und digitalen Audiowiedergabegeräte oder der integrierten Wiedergabefunktion in Mobiltelefonen eröffnen ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur auditiven Wiedergabe von Beiträgen einer Enzyklopädie.

Im Rahmen dieses Beitrags wird am Beispiel der freien Enzyklopädie Wikipedia aufgezeigt, wie Beiträge auditiv dargestellt werden können, ohne die Hyperstruktur der Enzyklopädie zu verlieren. Einen Schwerpunkt stellt in diesem Zusammenhang die Analyse der Gestaltungsmöglichkeiten von Hyperlinks in gesprochenen Texten dar.

In klassischen multimedialen Anwendungen stellen Audiodokumente immer ein Blatt in der Hierarchie (z.B. einer Website) dar. Diese Audiodokumente können von anderen Dokumenten referenziert werden. Wenn ein solches Dokument aufgerufen wird, dann wird es unmittelbar abgespielt und der Zuhörer hat die Möglichkeit, die Wiedergabe zu unterbrechen, nach einer Unterbrechung diese fortzusetzen, vor- und zurückzuspulen oder die Wiedergabe abzubrechen. Innerhalb des Audiodokuments können keine anderen Dokumente referenziert werden. Dieses Defizit wird von sogenannten Hyperaudios kompensiert. In Hyperaudios sind in den Audiodokumenten Hyperlinks integriert, die es dem Nutzer ermöglichen aus einem Audio-Dokument heraus andere Dokumente aufzurufen. Babará und Naqvi sprechen von drei großen Problemen bei der Integration von Interaktivität in Audioströmen (Babará & Naqvi 1997). Zunächst muss der Hörer dieses Audiostroms wahrnehmen können, dass Hyperlinks vorhanden sind. Zweitens muss dem Nutzer eine angemessene Interaktionsmöglichkeit an die Hand gegeben werden. Babará und Naqvi betonen in diesem Zusammenhang, dass das Aktivieren eines Hyperlinks durch ein Klicken schwierig ist. Und drittens sollte der Originalaudiostrom nicht durch die Integration von Hyperlinks zu sehr verändert werden (Babará & Naqvi 1997).

Im Gegensatz zur visuellen Präsentation von Hyperlinks auf einer Webseite können die in einem Hyperaudio-Dokument vorhandenen Hyperlinks dem Zuhörer nicht alle gleichzeitig während der Präsentation des Dokuments dargestellt werden. Die Wiedergabe von Informationen mit Hilfe von Tönen oder Sprache erfolgt sequentiell, so dass dem Zuhörer ein Hyperlink nur während des Intervalls seiner Einbettung in den Audiostrom präsentiert werden kann. Durch die Flüchtigkeit des Mediums ist diese Information danach nicht mehr präsent. In diesem Beitrag stellen wir verschiedene Varianten der Verdeutlichung von Hyperlinks in Audioströmen vor und präsentieren Ergebnisse einer Evaluation dieser Varianten. In unserem Prototyp erfolgte das Aktivieren eines Hyperlinks jeweils durch Betätigung einer Taste, während der Hyperlink präsentiert wurde. Es wurden Varianten zur Linkverdeutlichung analysiert, die die Wiedergabe des Originalaudiostroms entsprechend der Forderung von Babará und Naqvi möglichst wenig stören.

## 2 Screenreader

Den State of the Art zur auditiven Darstellung von Webseiten stellen Screenreader dar. Bevor eine Sprachausgabe in der Lage ist, die erforderlichen Daten auszugeben, müssen diese entsprechend aufgearbeitet werden. Dies erfolgt durch Screenreader oder Webreader, wenn der Einsatzbereich auf Internet Anwendungen beschränkt ist. Im Folgenden werden einige Screenreader aufgeführt und es wird jeweils analysiert, wie diese Screenreader Hyperlinks präsentieren.

„JAWS for Windows“ (JAWS 07) arbeitet auf einem Standard PC mit einem Windows Betriebssystem und unterstützt den Microsoft Internet Explorer. JAWS bietet insbesondere die Möglichkeit, Link-, Frame-, Formularlisten und HTML Tabellen vorzulesen. „Connect Outloud“ (Connect Outloud 2007) ist ein auf „JAWS for Windows“ basierendes System, das beim Vorlesen des Inhalts einer Webseite ansagt, sobald Elemente wie z.B. Tabellen oder

Bilder als nächstes Objekt in der Seite vorhanden sind. Hyperlinks werden dadurch verdeutlicht, dass vor einem Verweis das Wort „Link“ angesagt wird. Connect Outloud bietet weiterhin die Möglichkeit, alle Links der kompletten Webseite als Linkliste vorzulesen.

Die Screenreader „Virgo 4“ (Virgo 2007), „Blindows“ (Blindows 2007), „ScreenReader Hal“ (Hal 2007) und „Supernova“ (Supernova 2007) nutzen alle das Zusatzmodul „Webformator“ (Webformator 2007) zur Ausgabe von Webseiten. Dieses Zusatzmodul transformiert die angeforderten Webseiten und leitet sie an die Sprachausgabe weiter. „Webformator“ liest zunächst den Titel und die Anzahl der auf einer Webseite vorhandenen Hyperlinks vor und beginnt dann den Inhalt der Seite vorzulesen. Hyperlinks werden wie bei „Connect Outloud“ durch das Vorlesen des Schlüsselworts „Link“ vor dem eigentlichen Link verdeutlicht. Zusätzlich werden bereits besuchte Links durch „besuchter Link“ vor diesem, kenntlich gemacht.

Beim „IBM Homepage Reader“ handelt es sich um ein Programm, das den installierten Internet Explorer auf einem Standard PC mit einem Windows Betriebssystem funktionell ergänzt, indem man sich Webseiten vorlesen lassen kann. Das Programm enthält den mehrsprachigen Text-to-Speech Sprachsynthesizer „IBM ViaVoice“. Die verschiedenen Elementtypen einer Seite werden durch unterschiedliche Stimmlagen dokumentiert. Auf diese Weise hört man, ob es sich im Rahmen einer Textpassage um eine Überschrift, einen Hyperlink oder einen gewöhnlichen Abschnitt handelt. Selbst die Ladezeit einer Seite wird mittels eines zugeordneten Geräusches dargestellt. Die Verdeutlichung von Hyperlinks erfolgt durch einen Wechsel des Sprechers. Textelemente werden zum Beispiel mit einer männlichen und Links mit einer weiblichen Stimme vorgelesen. Für die Zuordnung von Stimmlagen und Geräuschen bezogen auf gewisse Eigenschaften und Aktionen kann jeder Benutzer ein individuelles Profil erstellen.

### 3 Enzyklopädie Wikipedia als Hyperaudio

Die freie Enzyklopädie Wikipedia umfasst zurzeit in der englischen Ausgabe etwa 1,6 Millionen Artikel (deutsche Fassung z.Z. etwa 550.000 Beiträge) (Wikipedia 2007). Die einzelnen Beiträge der Wikipedia werden über standardisierte Webseiten ausgegeben, die aus dem „Wikiquelltext“ automatisch generiert werden und auf XHTML basieren. Für eine auditive Aufbereitung eines Wikipedia-Beitrags ist es wichtig, zunächst den Titel (Bezeichnung des Artikels) zu identifizieren und auszugeben. Innerhalb eines Artikels ist es wichtig Überschriften, Strukturelemente (Absätze, Listen, Aufzählungen und Hyperlinks) sowie Formatierungen (fett, kursiv) zu identifizieren und entsprechend auditiv zu repräsentieren. In der Wikipedia werden Inhalte streng vom Layout und der Navigationsstruktur getrennt, so dass eine Identifikation dieser Elemente leicht zu realisieren ist.

Die Wikipedia-Community bearbeitet seit 2004 ein Projekt namens „Gesprochene Wikipedia“ (Wikipedia 2007a), welches allerdings mit etwa 200 Beiträgen noch in den Anfängen steckt. Im Rahmen dieses Projekts werden Beiträge von Autoren laut vorgelesen, dieses aufgezeichnet und dann als Audiodatei auf dem Wikipedia-Server bereit gestellt. Ziel ist es,

hiermit eine bessere Qualität des Gesprochenen zu erreichen, da heutige Sprachausgaben an die Qualität der menschlichen Sprache noch nicht heran kommen. Da der Aufwand für die Vertonung der Beiträge sehr hoch ist, sind bisher nur wenige Artikel auf diese Art und Weise vertont worden. Für den in diesem Beitrag verfolgten Ansatz fehlt in der gesprochenen Wikipedia die Möglichkeit der Interaktion innerhalb des Audiostroms.

## 4 Verdeutlichung von Hyperlinks in Hyperaudios

### 4.1 Linkverdeutlichung durch Änderung der Sprachausgabe

Heutige Sprachausgabesysteme bieten die Möglichkeit, bei der Erzeugung der gesprochenen Sprache die Intonation und die Betonung zu verändern. Dies kann genutzt werden um Hyperlinks innerhalb eines gesprochenen Textes darzustellen. Auf diese Weise muss nicht vor jedem Verweis das Wort „Link“ gesprochen werden, wie es viele der Screen- oder Webreader heute machen. Insbesondere in dem Fall, dass viele Verweise aufeinanderfolgenden, wird die Sprachausgabe dadurch deutlich angenehmer gestaltet. Für die Gestaltung eines Hyperlinks durch eine Variation der Sprachausgabe bedeutet dies jedoch, dass der Link als solcher deutlich erkennbar sein muss und dass der eigentliche Text um den Link herum deutlich erfassbar bleiben muss. Zur Verdeutlichung von Links können z.B. Betonungen wie das Ändern der Lautstärke, der Tonhöhe, der Sprachgeschwindigkeit und der Länge der Pausen zwischen den Wörtern und Sätzen verwendet werden. In einer Voruntersuchung hat sich jedoch herausgestellt, dass die Variation der Betonung und der Sprechgeschwindigkeit von den Teilnehmern kaum wahrgenommen wurden, so dass diese Variationen im weiteren Verlauf nicht weiter betrachtet wurden. Weitere Variationen der Sprachausgabe, die mit einem Text-to-Speech-System leicht zu realisieren sind, sind das Ändern des Sprecheralters sowie das Umschalten zwischen männlicher und weiblicher Stimme, wie es z.B. der IBM Homepage Reader verwendet. Im weiteren Verlauf des Beitrags werden die folgenden Verdeutlichungen von Hyperlinks durch die Veränderung der Sprachausgabe detaillierter analysiert:

- Veränderung der Lautstärke,
- Veränderung des Alters des Sprechers,
- Veränderung des Sprechers,
- Einsatz von Pausen.

### 4.2 Verdeutlichung von Links mit Hilfe von Tönen

Eine zweite Möglichkeit Hyperlinks innerhalb eines gesprochenen Textes hervorzuheben, stellen auditive Objekte dar. Diese beinhalten entweder einen oder mehrere Töne oder werden durch ein Geräusch repräsentiert. Als auditive Objekte werden z.B. Auditory Icons (Gaver 1994), Earcons (Blattner & Dannenberg 1992) und Hearcons (Bölke & Gorny 1995) betrachtet.

Auditory Icons verwenden Töne und Geräusche aus unserer natürlichen Umgebung, um Aktionen oder Objekte innerhalb eines User Interfaces darzustellen (Gaver 1994). Durch die Verwendung von Tönen und Geräuschen aus unserer natürlichen Umgebung kann die Bedeutung der Auditory Icons leicht erlernt werden und der Benutzer kann sich gut an die Bedeutung erinnern. (Skantze & Dahlbäck 2003) haben Auditory Icons verwendet, um die Navigation in einem Sprachdialogsystem zu unterstützen. Bei der Verwendung von Auditory Icons zur Verdeutlichung von Hyperlinks muss berücksichtigt werden, dass keine Geräusche verwendet werden, die auch im Umfeld des Benutzers erklingen könnten. Da dies bei einem mobilen Einsatz eines Hyperaudio-Players kaum auszuschließen ist, eignen sich Auditory Icons weniger zur Repräsentation von Links in Hyperaudios.

Eine zweite Möglichkeit zur Verdeutlichung von Links in Hyperaudios stellen Earcons dar, die 1992 von (Blattner & Dannenberg 1992) eingeführt wurden. Earcons verwenden nonverbale Audionachrichten, um ein Artefakt im User Interface, eine Aktion oder eine Interaktion darzustellen. Im Unterschied zu Auditory Icons werden Earcons durch abstrakte, synthetische Töne repräsentiert. Durch ihre eher künstliche bzw. musikalische Zuordnung ist die Repräsentation nicht intuitiv und muss jeweils erlernt werden. (Vargas & Anderson 2003) haben in einem Sprachdialogsystem die Sprachausgabe mit Earcons kombiniert, um eine Menünavigation zu unterstützen. Das Ergebnis dieser Studie war, dass ein reines Sprachdialogsystem schneller zu bedienen ist, der Benutzer aber mehr Interaktionsschritte benötigt, verglichen mit einer kombinierten Interaktion. (Laplâtre & Brewster 2000) haben den Nutzen und die Gestaltungsmöglichkeiten von nonverbalen Elementen zur Unterstützung der Navigation in den Menüs eines Mobiltelefons erarbeitet. Diese Studien zeigen, dass sich Earcons sehr gut zur Verdeutlichung von Links in Hyperaudios eignen. (Bölke & Gorny 1995) haben das Konzept der direkten Manipulation auf auditive User Interfaces übertragen und Hearcons als die kleinsten Einheiten in einer auditiven Umgebung eingeführt. Hearcons werden durch ihre räumliche Position in einem 3D-Raum, einem Ton oder ein Geräusch sowie ein Interaktionsvolumen charakterisiert. Die räumliche Platzierung von Hearcons zur Verdeutlichung von Links in einem Hyperaudio stellt eine erhöhte Anforderung an die technische Ausstattung der mobilen Audioplayer dar und ist zur Darstellung der Links nicht zwingend erforderlich. Der Hearcon-Ansatz wird daher im Folgenden nicht weiter betrachtet.

In keinem der vorgestellten Ansätze wird analysiert, wie Interaktionen in einem auditiven Pendant eines Hypertextes erfolgen könnten. Auf Grund der dargestellten Vorüberlegungen werden im Folgenden Earcons als Möglichkeit zur Verdeutlichung von Hyperlinks in Hyperaudios detaillierter analysiert. Die Earcons wurden hierbei jeweils durch ein Geräusch repräsentiert. Im Detail wurden folgende Varianten betrachtet:

- Ton vor einem Hyperlink,
- Ton vor und nach einem Hyperlink,
- Ton wird die ganze Zeit parallel zum Hyperlink gespielt.

## 5 Evaluation

Die in Kapitel 4 erarbeiteten Varianten zur Verdeutlichung von Hyperlinks in Hyperaudios wurden in einer Studie mit acht Versuchspersonen erprobt. Bei den Teilnehmern der Studie handelte es sich hierbei um eine Frau und sieben Männer im Alter zwischen 20 und 25. Keiner der Teilnehmer hatte Vorerfahrungen mit Hyperaudios.

Während der Studie wurden jeder Versuchsperson die sieben Varianten der Verdeutlichung von Hyperlinks jeweils nacheinander angeboten. Für jede Variante wurde den Teilnehmern ein neuer Text vorgelesen, in dem alle Links entsprechend der getesteten Variante verdeutlicht wurden. Die Reihenfolge in der die Varianten den Versuchspersonen angeboten wurden, war jeweils zufällig. Für die Durchführung der Studie wurde ein eigenes Interface entwickelt, das über vier Eingabetasten verfügt. Taste 1 sollte von den Versuchspersonen aktiviert werden, sobald sie einen Hyperlink erkannt haben. Die zweite Taste sollte jeweils betätigt werden, sobald ein Strukturelement wie z.B. eine Überschrift erkannt wird. Die dritte Taste schließlich sollte dann betätigt werden, sobald etwas wahrgenommen wird, was die Teilnehmer nicht deuten können. Taste 4 war nicht belegt. Mit Hilfe einer selbstentwickelten Protokollierungssoftware wurden bei jeder Betätigung einer Taste auf dem Interface jeweils die gedrückte Taste und der Zeitpunkt der Aktivierung protokolliert. Bei der Auswertung wurden die erfassten Zeiten mit den im Vorfeld ermittelten Start- und Endzeiten der Hyperlinks verglichen.

Im Anschluss an die Erprobung jeder einzelnen Variante der Linkverdeutlichung wurde den Teilnehmern ein Fragebogen vorgelegt, indem sie die gerade gehörte Variante beurteilen sollten. Die Teilnehmer haben jede Variante jeweils anhand der Wortpaare lenkt ab – fördert Konzentration, unverständlich – intuitiv, erschweren – erleichtern Orientierung, erfordert viel – wenig Lernzeit, nur mit – gut ohne Handbuch zu erlernen mit Hilfe einer fünfer Skala bewertet.

Der Versuchsleiter hat während der Versuchsdurchführung zu jeder Variante protokolliert, welche Auffälligkeiten aufgetreten sind sowie welche Kommentare und Bemerkungen die Versuchspersonen gemacht haben. Nach Abschluss der Studie wurde jeder Versuchsperson ein Fragebogen vorgelegt, in dem allgemeine Daten zur Person erhoben wurden und in dem die Versuchspersonen die sieben Varianten der Linkverdeutlichung vergleichend bewerten sollten.

### 5.1 Ergebnisse der Evaluation

Die Auswertung des Fragebogens erfolgt zunächst anhand der vergleichenden Bewertung der sieben Varianten zur Linkverdeutlichung durch die Versuchsteilnehmer.

In Abbildung 1 ist für jede Variante dargestellt, ob die Teilnehmer diese Variante als angenehm bzw. als unangenehm bewerteten. Ferner wird für jede Variante dargestellt, ob die Teilnehmer den Eindruck haben, dass sie bei dieser Art der Linkverdeutlichung viele bzw. nur wenige Links erkannt haben. Die Ergebnisse in den Rubriken „angenehm“ und „viele Links

erkannt“ sind in Abbildung 1 jeweils positiv aufgetragen und die Ergebnisse in den Rubriken „unangenehm“ und „wenige Links erkannt“ jeweils negativ.

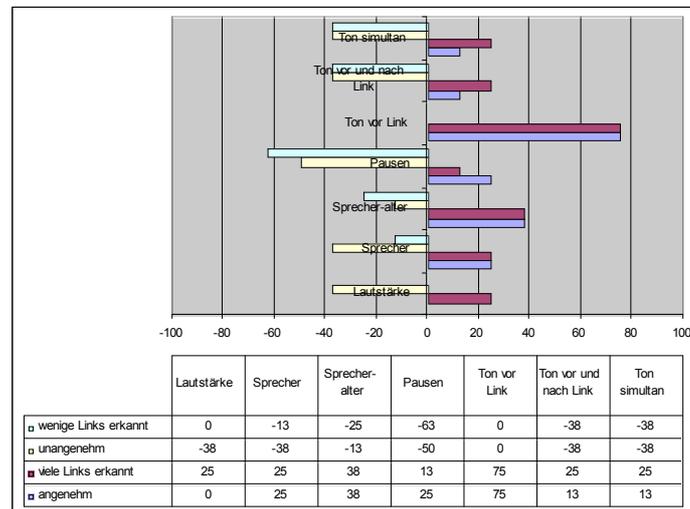


Abbildung 1: Bewertung der sieben Varianten der Linkverdeutlichung. Dargestellt ist jeweils die Einschätzung der Teilnehmer, ob sie viele bzw. wenige Links erkannt haben und ob sie die Linkverdeutlichung als angenehm bzw. als unangenehm empfunden haben (Angaben in %)

Abbildung 1 zeigt, dass die Teilnehmer die Variante der Linkverdeutlichung, in der vor dem Link ein Ton erklingt, am besten bewerten. 75% der Teilnehmer bewerten diese Variante als angenehm und ebenfalls 75% der Teilnehmer glauben, dass sie bei dieser Variante viele Links erkannt haben. Keiner der Teilnehmer hat diese Variante als unangenehm beurteilt und keiner glaubt, dass er bei dieser Variante nur wenige Links erkannt hat. Auf den Plätzen zwei und drei finden sich Verdeutlichungen von Links, die der Kategorie Veränderung der Sprachausgabe zuzuordnen sind. Die Linkverdeutlichung durch die Veränderung des Alters des Sprechers wird von 38% der Teilnehmer als angenehm eingestuft und ebenfalls 38% glauben, dass sie bei dieser Variante viele Links erkannt haben. Bei dieser Variante glaubt allerdings jeder vierte, dass er nur wenige Links erkannt hat. Die meisten negativen Bewertungen bekam die Variante der Pausen. Hier glaubten 63% der Teilnehmer, dass sie nur wenige Links erkannt haben und die Hälfte der Teilnehmer empfand diese Variante als unangenehm.

Neben der vergleichenden Bewertung der sieben Varianten zur Linkverdeutlichung wurde jede Variante mit Hilfe der Wortpaare „lenkt ab – fördert Konzentration“, „unverständlich – intuitiv“, „erschweren – erleichtern Orientierung“, „erfordert viel – wenig Lernzeit“, „nur mit – gut ohne Handbuch zu erlernen“ bewertet. Die aggregierten Ergebnisse dieser Bewertung sind in der Tabelle in Abbildung 2 dargestellt. In der Rubrik „lenkt ab – fördert Konzentration“ wird keine der Varianten zur Linkverdeutlichung richtig gut bewertet. In der Rubrik „unverständlich – intuitiv“ sind knapp 80% der Teilnehmer der Meinung, dass die

Variante „Ton vor Link“ intuitiv bzw. sehr intuitiv ist. 75% der Teilnehmer schätzen die Variante „Sprecheralter“ als intuitiv bzw. sehr intuitiv ein.

	lenkt ab – fördert Konzentration					unverständlich – intuitiv					erfordert viel – wenig Lernzeit					nur mit – gut ohne Handbuch zu erlernen				
	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++	--	-	0	+	++
Lautstärke	38	25	38	0	0	12	25	38	12	12	0	38	12	12	38	0	12	25	25	38
Sprecher	12	25	25	38	0	0	0	25	12	25	38	0	25	0	25	50	0	0	0	62
Sprecheralter	0	25	25	38	12	0	0	0	25	50	25	0	0	12	25	62	0	0	12	38
Pausen	12	38	38	12	0	38	12	25	25	0	25	0	25	38	12	25	12	12	50	0
Ton vor Link	0	25	50	25	0	0	0	0	25	38	38	0	0	38	12	50	0	12	25	38
Ton vor u. nach Link	0	50	38	12	0	0	0	25	38	12	25	0	25	50	0	25	0	12	38	12
Ton simultan	12	25	25	25	12	12	25	0	25	38	0	25	0	38	38	12	0	0	50	38

Abbildung 2: Bewertung der Varianten der Linkverdeutlichung anhand von Wortpaaren. Bewertung erfolgt jeweils auf einer Skala mit den Werten --, -, 0, +, ++ (Angaben in %).

Jeweils etwa 80% der Teilnehmer sagen, dass die Varianten „Sprecheralter“ und „Ton simultan“ nur wenig bzw. sehr wenig Lernzeit erfordert und knapp 90% glauben, dass diese beiden Varianten gut bzw. sehr gut ohne Handbuch zu erlernen sind. Bei der Variante „Ton vor Link“ sagen 72%, dass die Variante nur wenig bzw. sehr wenig Lernzeit erfordert und 63% glauben, dass diese Variante gut bzw. sehr gut ohne Handbuch zu erlernen ist.

Aus den mit Hilfe der Protokollierungssoftware erfassten Daten lässt sich ermitteln, wie viele Links von den Teilnehmern bei jeder Variante erkannt wurden. Abbildung 3 zeigt jeweils die Mittelwerte der Anteile der erkannten Links. Bei dieser Auswertung ist die Variante, in der ein Ton simultan zum Link gespielt wurde, die beste. 96% der den Versuchsteilnehmern präsentierten Links, die mit Hilfe eines simultanen Tons verdeutlicht wurden, wurden von den Teilnehmern erkannt. 81% der Links wurden bei der Variante der Veränderung des Sprechalters erkannt und 73% der Links bei der Variante, bei der ein Ton vor dem Link gespielt wurde. Die beiden Varianten Wechsel des Sprechers und das Einfügen von Pausen haben mit 29% bzw. 20% der erkannten Links keine akzeptablen Werte erreicht.

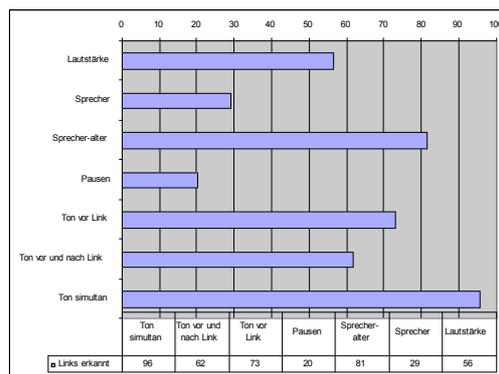


Abbildung 3: Von den Teilnehmern im Test erkannte Links (Angaben in %).

Fasst man die dargestellten Teilergebnisse zusammen, dann fällt auf, dass in den Fragebögen und im User Tracking unterschiedliche Varianten zur Linkverdeutlichung die besten Werte erzielten. Um die Ursachen hierfür zu ergründen wurden die Kommentare der Versuchspersonen mit hinzugezogen. Bei der Linkverdeutlichung durch einen Ton simultan zum Link glaubten laut Fragebogen 75% der Teilnehmer alle Links zu finden. Aus den Kommentaren ergab sich, dass durch das gleichzeitige Abspielen von Ton und Link, der Text des Links nicht mehr korrekt wahrnehmbar ist. Die Variante bei der ein Ton vor und hinter einem Link gespielt wurde, wurde von den meisten Personen als interessant empfunden, da das Geräusch vor dem Verweis nur auf dem linken Stereokanal abgespielt wurde und nach dem Link nur auf dem rechten. Hiermit sollte erreicht werden, dass die Zuhörer bei mehreren aufeinander folgenden Links den Eindruck haben, dass die Töne den gesprochenen Linktext einrahmen. Es trat allerdings ein gegenteiliger Effekt ein. 88% der Teilnehmer fragten, warum zwischen den Verweisen etwas markiert wurde. 75% gaben an, dass sie diese Variante bei längeren Artikeln als sehr belästigend empfinden. Die in den Teilauswertungen erzielten Ergebnisse zur Repräsentation von Links durch das Einfügen von Pausen stimmen überein. Diese Variante wurde am häufigsten als unangenehm beurteilt und sowohl die subjektive Einschätzung zur Anzahl der erkannten Links als auch die gemessene Zahl der erkannten Links sowie die sehr heterogenen Einschätzungen in Abbildung 2 machen deutlich, dass dies die schlechteste Variante zur Verdeutlichung von Links ist. Aus den Kommentaren lässt sich ableiten, dass etwa ein Drittel der Teilnehmer die Pausen für Fehler bei der Verbindung oder für Fehler des Programms gehalten haben.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Studie zur Verdeutlichung von Links in Hyperaudios hat gezeigt, dass sowohl eine Verdeutlichung von Links durch das Voranstellen eines Tons als auch die Variante durch das Ändern des Alters des Sprechers zu guten Ergebnissen hinsichtlich des Erkennens des Links führen. Beide Varianten wurden von den Teilnehmern als angenehm eingestuft. Die in einigen Screenreadern verwendete Variante eines Wechsels des Sprechers von männlich zu weiblich hat in unserer Studie nur mittelmäßige Ergebnisse erzielt.

Auf der Basis dieser Ergebnisse haben wir einen Prototyp entwickelt, welcher Wikipedia-Seiten auditiv ausgibt und hierbei seiteninterne Verweise durch eine Änderung des Sprecheralters verdeutlicht. Dies gleicht dem Inhaltsverzeichnis eines Wikipedia Beitrages. Verweise auf andere Artikel der Enzyklopädie werden durch einen Ton vor dem Hyperlink kenntlich gemacht. Der Aufruf einer neuen Seite wird durch ein Geräusch kenntlich gemacht und eine Frauenstimme spricht anschließend „New Page“ sowie den Titel der Seite. Überschriften werden durch eine Reduzierung der Lautstärke um 20% verdeutlicht. Diese Variante hat sich in unserer Studie als neutrale Variante zur Linkverdeutlichung herausgestellt. Hinter einer Überschrift wird eine Pause eingefügt, die für eine gedankliche Pause sorgen und den Charakter der Überschrift betonen soll. Die verwendete Pausenlänge kann zur Kategorisierung der Überschriften verwendet werden. Überschriften niedrigerer Ordnung führen so zu kürzeren Pausen. Dieses Gesamtsystem muss in folgenden Arbeiten erprobt und getestet werden.

**Literaturverzeichnis**

- Barbará, D.; Naqvi, S. (1997): The AudioWeb. In: Proc. International Conference on Information and Knowledge Management, Las Vegas, USA.
- Blattner, M. M.; Dannenberg, R. B. (1992): Multimedia Interface Design, Reading, USA: Addison-Wesley, pp. xvii–xxv.
- Blindows 4.1 – Der Screenreader für Windows (2007). Audiodata: URL: <http://www.blindows.de/>, [Stand:28.02.2007].
- Bölke, L.; Gorny, P. (1995): Direkte Manipulation akustischer Objekte. In: Böcker, H.-D. (Ed.): Software-Ergonomie '95, Stuttgart, Germany: Teubner, pp. 93–106.
- Connect Outloud 2.0 (2007). Freedom Scientific: URL: [http://www.freedomscientific.com/fs\\_products/software\\_connectinfo.asp](http://www.freedomscientific.com/fs_products/software_connectinfo.asp), [Stand:28.02.2007].
- Gaver, W. W. (1994). In: Kramer, G. (ed.): Auditory Display – Sonification, Audification, and Auditory Interfaces. New York, USA: Perseus Books, pp. 417–446.
- ScreenReader Hal (2007). Hilfsmittelzentrale Deininger: URL: <http://www.deininger.biz/hal.htm>, [Stand:28.02.2007].
- JAWS for Windows (2007). Freedom Scientific: URL: [http://www.freedomscientific.com/fs\\_products/software\\_jawsinfo.asp](http://www.freedomscientific.com/fs_products/software_jawsinfo.asp), [Stand:28.02.2007].
- Leplâtre, G.; Brewster, S. (2000). Designing nonspeech sounds to support navigation in mobile phone menus. In Proc. ICAD, Atlanta, USA.
- Skantze, D.; Dahlbäck, N. (2003): Auditory Icon Support for Navigation in Speech-Only Interfaces for Room-Based Design Metaphors. In Proc. ICAD, Boston, USA.
- Supernova Reader Magnifer (2007). Dolphin Computer Access: URL: <http://www.dolphincomputeraccess.com/products/supernova.htm>, [Stand:28.02.2007].
- Vargas, M. L.; Anderson, S. (2003). Combining speech and earcons to assist menu navigation. In Proc. ICAD, Boston, USA.
- Virgo 4 (2007). BAUM Retec AG: URL: <http://www.virgo4.de/index.html>, [Stand:28.02.2007].
- Wikipedia (2007). URL: <http://www.wikipedia.org>, [Stand:28.02.2007].
- Wikipedia (2007a): WikiProjekt „Gesprochene Wikipedia“. URL: [http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProjekt\\_Gesprochene\\_Wikipedia](http://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:WikiProjekt_Gesprochene_Wikipedia), [Stand:28.02.2007]