

Barrierefreie Webseiten für Blinde?

Petra Gröber¹

Abstract: Aktuelle Paper über blinde Internetnutzer beschreiben die gleiche Probleme wie Paper, die vor zehn Jahren veröffentlicht wurden. Betrachtet man den Fortschritt in verschiedenen Bereichen der Informationstechnologie, ist dies sehr verwunderlich. Insbesondere, weil die beschriebenen Probleme in den Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0) behandelt werden und technisch einfach zu beheben sind. Dieses Paper beschreibt typische Schwierigkeiten, auf die Blinde immer wieder stoßen, betrachtet verschiedene Ansätze der letzten Jahre wie die Nutzung von Webanwendungen für Blinde verbessert werden kann, hinterfragt diese und gibt einen Ausblick darüber, in welche Richtung die Forschung und Entwicklung zum Thema Barrierefreiheit im Internet gehen sollte.

Keywords: Barrierefreiheit; WCAG 2.0; Blinde Internetnutzer

1 Einführung

Die Bedeutung des Internets ist in den letzten Jahrzehnten erheblich gestiegen und ist als Informations- und Kommunikationsmedium ein wesentlicher Bestandteil unserer Gesellschaft geworden. Es vereinfacht viele Dinge des alltäglichen Lebens und ist gleichzeitig Voraussetzung für die Teilhabe an Bildung, Beruf und Freizeit.

Insbesondere für Menschen mit Behinderung hat das Internet eine hohe Bedeutung, da es ihnen Wege eröffnet, für sie schwer zugängliche Angebote leichter zu nutzen. Dazu zählen alltäglicher Dinge wie Einkaufen, Bankgeschäfte, Behördengänge, sowie das Buchen von Bahn- oder Flugtickets. Somit fördert das Internet die Selbstbestimmtheit und erhöht die Lebensqualität von Menschen mit Behinderungen [Be10]. Jedoch sind Webseiten sehr stark visuell geprägt, das bedeutet sie sind für visuell orientierte Menschen aufgebaut. Darum sind Blinde mit zahlreichen Barrieren konfrontiert, sodass, insbesondere nicht internetaffine blinde Nutzer, von solchen Angeboten ausgeschlossen werden.

Bereits vor mehr als 10 Jahren warnten Chiang et al. [Ch05], dass sich die digitale Spaltung vergrößern wird. Das schnelllebige Internet und seine Technologien werden den Bedarfen der Menschen mit Behinderungen nicht gerecht. Webseiten z.B. werden immer komplexer, indem so viel Information wie möglich auf nur eine Webseite gepackt wird. Für blinde Nutzer wird das Nutzen von Webseiten jedoch umso schwieriger, desto komplexer diese

¹ Universität Rostock, Institut für Informatik, Albert-Einstein-Straße 22, 18059 Rostock, Deutschland petra.groeber@uni-rostock.de

werden, weil aufgrund der Informationsfülle die Orientierung schwerer fällt. Einfache kleinere Webseiten dagegen weisen eine höhere Zugangsqualität auf [LGC10].

In den letzten zwei Dekaden gab es verschiedene Ansätze Webseiten für Blinde zugänglicher zu machen. Recherchiert man jedoch Literatur zum Thema Barrierefreiheit im Internet für Blinde, beschreiben aktuelle Veröffentlichungen gleichen Schwierigkeiten wie vor mehr als zehn Jahren. Das liegt im Wesentlichen daran, dass die Zielgruppe der blinden Nutzer im Vergleich zu den sehenden sehr klein ist und das wirtschaftliche Interesse entsprechend gering ist, dass es keine Bedarfsanalysen gibt und größtenteils ad hoc ohne Berücksichtigung der Barrierefreiheit implementiert wird. Um zu verstehen wie Blinde das Internet nutzen, gibt dieses Paper zunächst einen kurzen Einblick in die Web-Interaktion blinder Nutzer, geht dann auf die immer wieder auftretenden Barrieren ein, erläutert verschiedene Ansätze der letzten Jahre, das Internet für Blinde nutzbarer zu machen und weist schließlich auf die Folgen für die Forschung und Entwicklung hin.

2 Blinde Nutzer im Internet

In diesem Abschnitt wird zunächst darauf eingegangen wie Blinde das Internet nutzen und welche Hilfsmittel sie verwenden. Des Weiteren wird auf die Barrieren eingegangen, auf die Blinde bei der Nutzung von Webseiten stoßen.

2.1 Web-Interaktion blinder Nutzer

Blinde haben einen anderen Zugang zu Webseiten als sehende Nutzer. Sie nutzen den Screenreader und die Braille-Zeile als Hilfsmittel. Der Screenreader liest laut vor, was auf dem Bildschirm zu sehen ist. Der Inhalt einer Webseite wird sequentiell auditiv, ohne räumliche und grafische Informationen dargestellt. Dementsprechend ist die Darstellung einer Webseite für einen blinden Nutzer eindimensional, während ein sehender Nutzer diese zweidimensional wahrnimmt. Mit der Braille-Zeile werden bestimmte textuelle Bereiche der Webseite zeilenweise in Braille angezeigt. Blinde müssen folglich die Webseite, den Screenreader und ggf. die Braille-Zeile gleichzeitig nutzen. Das ist anstrengend und ermüdend [Be10].

Die Navigation unterscheidet sich aufgrund der eindimensionalen Darstellung einer Webseite ebenfalls. Während sehende Nutzer gezielt auf ein bestimmtes Element auf der Webseite klicken, um eine Aktion auszulösen, müssen Blinde mit Hilfe der Tab-Taste das entsprechende aktionsauslösende Element erst einmal finden. Der Screenreader bietet zwar verschiedene Funktionen für die Navigation, z.B. eine Navigation über Überschriften, Links oder Listen sowie eine Navigation über eine Suchfunktion, dennoch ist die Tastaturnavigation gegenüber der Mausnavigation stark eingeschränkt und zeitintensiv [RJY13].

Eine Alternative bildet die Interaktion mit Touchscreens, z.B. bei Smartphones und Tablets. Die Interaktion wird dabei in zwei Bereiche unterteilt: (1) Erkundung und (2) die konkrete

Absicht einer Eingabe oder Interaktion. Eine etablierte Methode ist das *explore by touch*, die in den gängigsten Betriebssystemen (Apple, Android, Windows) enthalten ist. Dabei werden beim Berührungskontakt Informationen abgerufen, d.h. beim Berühren des Touchscreens bekommt der Nutzer ein Feedback über das Element, das er gerade berührt. Einem blinden Nutzer ist es somit möglich den Bildschirm mit seinen Fingern zu erkunden. Eine weitere wichtige Funktionen für das Erkunden eines Bildschirms ist der *Accessibility Focus*, der es erlaubt Elementen zu fokussieren, auch wenn diese nicht fokussierbar sind. Somit können alle Elemente auf einer Webseite erkannt werden. Um eine Aktion letztendlich auszulösen, benötigt ein blinder Nutzer eine weitere Geste – die *Accessibility Action*. Das kann ein Doppeltipp irgendwo auf dem Bildschirm sein, um die Aktion des letzten fokussierten Elements auszulösen oder ein einfacher Tipp mit gleichzeitigem Festhalten des Elements, dessen Aktion ausgelöst werden soll [Bo13].

2.2 Barrieren im Web für blinde Nutzer

Blinde Nutzer stehen verschiedenen Schwierigkeiten gegenüber. Da das Internet ein stark visuelles Medium ist, sind Blinde die wohl am stärksten beeinträchtigte Nutzergruppe. Das wird in der Studie von Berger et al. [Be10] bestätigt, in der Menschen mit verschiedenen Beeinträchtigungen zu ihrer Nutzung von Web 2.0 Anwendungen befragt wurden, wobei die Blinden die höchste Problemquote aufwiesen. Im Folgenden werden Probleme beschrieben, die in den letzten zehn Jahren wiederholt beschrieben werden. In Tabelle 1 sind diese Probleme und die entsprechende Literatur zusammengefasst.

Blinde Nutzer haben Schwierigkeiten mit der Orientierung auf Webseiten. Gründe dafür sind unter anderem: nicht genügend ausgezeichnete Formulare, sodass man nicht erkennt, was in die einzelnen Eingabefelder eingetragen werden soll, oft nur optisch durch eine farbige Markierung gekennzeichnetes Fehlerfeedback, sodass ein Screenreadernutzer dies nicht mitbekommt, nicht adäquat betitelt Buttons, und dass das Betätigen der Eingabetaste manchmal die Zeile umbricht und manchmal die Schalterfunktion ausführt.

Außerdem fehlen Alternativen zu Bildern und Videos in Form von alt-Texten, Textabschriften oder Audiobeschreibungen. Eine hohe Komplexität von Webseiten führt ebenfalls zu Orientierungs- und Navigationsschwierigkeiten. Eine hohe Anzahl Links führt zu einer langsam ladenden sehr langen Linkliste im Screenreader. Zudem wird die Navigation durch wenig aussagekräftige Bezeichnungen, wie z.B. *“klick hier...“* oder *“mehr“*, erschwert. Weitere Schwierigkeiten entstehen durch ausschließlich visuelle CAPTCHAs, die mit einem Screenreader nicht wahrnehmbar sind sowie die Verwendung von JavaScript und Flash, wodurch der Screenreader abstürzt oder verzögert reagiert.

3 Ansätze für die Verbesserung von Web Accessibility

Die verschiedenen Ansätze Webinhalte für Blinde barrierefrei zu gestalten, können in zwei Kategorien eingeteilt werden: (1) Spezielle Lösungen und (2) Gesetze und Richtlinien. Spezielle Lösungen sind software- oder hardwaregestützte Entwicklungen, die zusätzlich vom Nutzer installiert werden müssen. Richtlinien sind Empfehlungen für Webentwickler, um Barrierefreiheit zu gewährleisten. Ein weiterer Aspekt, der in diesem Abschnitt betrachtet wird, sind automatisierte Tools zur Überprüfung dieser Richtlinien. Diese sollen Webentwickler unterstützen, die Richtlinien richtig anzuwenden.

3.1 Spezielle Lösungen

Blinde nehmen Informationen hauptsächlich über ihren Hör- und Tastsinn auf. Daher verfolgen einige Ansätze das Vorhaben Webelemente mithilfe unterschiedlicher Klänge, sogenannter Hearcons, zu identifizieren und zu unterscheiden. Für eine zweidimensionale Darstellung werden die Hearcons zusätzlich in einem auditiven Raum platziert. Weitere Ansätze basieren auf einem haptischen Feedback oder auf einer Kombination aus Audio und Haptik.

Im Folgenden einige Beispiele für spezielle Lösungen, die unter anderem Hearcons verwenden:

- *AIRclient* (Auditiver Interaktionsraum Client): Eine im Rahmen des INVITE-Teilprojekt "Zugang zum Internet für Blinde" entwickelte auditive Benutzeroberfläche, wobei das Layout der Webseite mittels Raumklang dargestellt und Text über Text-To-Speech vorgelesen wird [KGG07, DKG02].
- *HearSay*: Ein unsichtbarer Webbrowser, der sich sowohl an sehende als auch blinde Nutzer richtet. Die Navigation auf Webseiten erfolgt mittels Sprachbefehl, Textbefehl oder über Tastaturkürzel [Bo07, Bo08, KMG14].
- *CSurf*: Ein kontextbezogener unsichtbarer Browser, der seine Wurzeln in HearSay hat und diesen um eine Kontextanalysemodul erweitert [MBR07]. Beim Klicken eines Links, durchsucht CSurf den Inhalt der folgenden Webseite nach relevanten Bereichen. CSurf beginnt dann bei diesen Bereichen die Webseite vorzulesen.
- *AB Web*: Ein audio-haptischer Browser, der Webelemente als Klänge in einem dreidimensionalen Raum abbildet. Der Nutzer interagiert über einen berührungsempfindlichen Bildschirm und hört über Kopfhörer oder Lautsprecher das entsprechende Klangfeedback. Ein bestimmter Klangcharakter übermittelt Informationen über die Art des Elements und die Position des Klangs im Raum, zeigt wo sich das Element befindet [Ro00].
- *FeelX haptic glove*: Ein weiterer sehr aktueller Ansatz ist eine spezielle Hardware in Form eines Handschuhs, der blinden Nutzern über haptisches Feedback eine

zweidimensionale Darstellung einer Webseite ermöglicht. Den FeelX haptic glove soll man mit jedem beliebigen Gerät (Computer, Tablet, Smartphone) verbinden können, um dann mit diesem Gerät zu interagieren, indem man den FeelX haptic glove über den Bildschirm bewegt [So15, So16].

Sowohl der AIRclient, der HearSay als auch der CSurf scheinen mit Ablauf der jeweiligen Projekte nicht weiterentwickelt worden zu sein. Für alle drei Produkte gibt es keine aktuellen Veröffentlichungen und auch die Software steht nicht zur Verfügung. Zudem ist die Webseite² des Projekts HearSay im Jahr 2009 das letzte mal aktualisiert worden. Ebenso sind über den AB Web Browser keine aktuellen Informationen zu finden.

Der Ansatz über haptisches Feedback eine Webseite für Blinde zweidimensional zugänglich zu machen ist vielversprechend. Mobile Endgeräte verfügen bereits über eine Vielzahl unterstützenden Anwendungen, die auf Audio und haptischem Feedback basieren. Dafür werden bereits eingebaute Sensoren sowie die Fähigkeit große Datensätze verarbeiten zu können ausgenutzt. Eine Übersicht zu diesen Entwicklungen geben Csapó et al. [Cs15]. Ob sich eine spezielle Hardware wie der FeelX haptic glove durchsetzen wird, bleibt abzuwarten. Die Idee der Barrierefreiheit im Internet geht vielmehr in die Richtung Standardanwendungen so zu gestalten, dass sie auch von Menschen mit Behinderungen genutzt werden können.

3.2 Gesetze und Richtlinien

In Deutschland regelt das *Allgemeine Gleichbehandlungsgesetz (AGG)*, dass niemand aufgrund von Rasse, Herkunft, Geschlecht, Religion oder Weltanschauung, Alter, sexueller Identität oder Behinderung benachteiligt werden darf. Das *Behindertengleichstellungsgesetz (BGG)* besagt, dass Menschen mit Behinderung eine möglichst gleichberechtigte Teilhabe am gesellschaftlichen Leben sowie eine möglichst selbstbestimmte Lebensführung ermöglicht werden soll. Als Ergänzung für das BGG gibt es die *Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV 2.0)*, die für alle Internetauftritte auf Bundesebene bewirken soll, dass der Zugang zu entsprechende Webangebote für Menschen mit Behinderungen ermöglicht bzw. erleichtert wird. Auf Länderebene gibt es eigene Regelungen und für private sowie kommerzielle Angebote sind die Vorschriften der BITV 2.0 nicht verpflichtend.

Die BITV 2.0 basiert auf den Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG 2.0), die von der Web Accessibility Initiative (WAI) des World Wide Web Consortium (W3C) herausgegeben wurde. Das W3C gründete sich 1994, um einheitliche Standards für das World Wide Web (WWW) zu definieren. Innerhalb der W3C bildete sich die WAI, die das Ziel verfolgt, das WWW so vielen Menschen wie möglich zugänglich zu machen, insbesondere Menschen mit Behinderungen. Sie beschäftigt sich seit 1997 damit, wie Webinhalte barrierefrei gestalten werden können.

² <http://www3.cs.stonybrook.edu/sbhearsay/index.htm> [last visit: May, 3rd 2017]

Die ersten Richtlinien für barrierefreie Webinhalte, die WCAG 1.0 wurden 1999 herausgeben. Durch die rasante Weiterentwicklung von Web-Technologien konnten die WCAG 1.0, die sich hauptsächlich auf HTML und CSS bezogen, den Anforderungen der Technologien nicht Stand halten. Darum wurde 2008 eine überarbeitete Version, die WCAG 2.0³, verabschiedet. Diese sind bis heute gültig.

Die WCAG 2.0 ist als Baumstruktur mit vier Ebenen aufgebaut. Die erste Ebene bilden die vier Prinzipien *Wahrnehmbarkeit, Bedienbarkeit, Verständlichkeit und Robustheit*. Den Prinzipien sind insgesamt zwölf Richtlinien untergeordnet, die wiederum durch insgesamt 61 Erfolgskriterien erläutert sind. Die unterste Ebene beschreibt Techniken, wie die jeweiligen Erfolgskriterien umgesetzt werden können. Eine allgemeine technikneutrale Beschreibung der Erfolgskriterien macht diese zum einen unabhängig von bestimmten Technologien, zum anderen sind sie dadurch für Nicht-Fachleute einfacher zu verstehen. Um der Schnellebigkeit der Technologien entgegenzutreten, sind die WCAG 2.0 so konzipiert, dass lediglich die letzte Ebene, die Techniken, regelmäßig an den neuesten Stand der Technik angepasst werden müssen. Die Erfolgskriterien sind zudem in drei Konformitätsstufen (A, AA, AAA) unterteilt. Die der Stufe A zugeordneten Erfolgskriterien sind die wichtigsten. Ist solch ein Kriterium nicht erfüllt, ist meistens mindestens eine Nutzergruppe benachteiligt. Die Konformitätsstufe A ist erreicht, wenn alle Erfolgskriterien dieser Stufe berücksichtigt wurden. Die Stufen AA und AAA enthalten weiterführende Anforderungen zur Barrierefreiheit. Für die Konformitätsstufen AA müssen die Erfolgskriterien der Stufen A und AA und für die Konformitätsstufe AAA müssen alle Kriterien erfüllt sein. Die Verantwortung für die Umsetzung der Richtlinien für eine entsprechende Technologie liegt beim Entwickler selbst.

Weitere Webstandards, die von der W3C seit 2014 empfohlen werden, sind die WAI ARIA⁴ (Accessible Rich Internet Applications) und HTML5⁵. Die WAI ARIA ist eine technische Spezifikation, die entwickelt wurde, um Webseiten und Webanwendungen für Menschen mit Behinderungen zugänglicher zu gestalten. Es handelt sich dabei um eine semantische Erweiterung des HTML-Codes, wobei den HTML-Komponenten Informationen zu Rollen, Eigenschaften und Zuständen beigefügt werden. Mit HTML5 gibt es zum ersten Mal eine HTML-Version, die von sich aus Barrierefreiheit unterstützt, in dem es unter anderem eine bessere semantische Struktur erlaubt. Das bedeutet einzelne Bereiche der Webseite können gezielt ausgezeichnet werden (nav, article, section etc.), wodurch die Navigation verbessert wird.

3.3 Tools zur Überprüfung der Accessibility

Es gibt zahlreiche automatisierter Tools zur Bewertung der Web-Zugänglichkeit. Die W3C bietet eine Liste⁶ solcher Tools, die nach Anforderungen gefiltert werden kann, z.B. nach

³ <https://www.w3.org/TR/WCAG20>

⁴ <https://www.w3.org/TR/wai-aria-1.1/>

⁵ <https://www.w3.org/TR/html51/>

⁶ <https://www.w3.org/WAI/ER/tools/>

unterschiedlichen Richtlinien, verschiedenen Technologien oder ob kostenpflichtig bzw. frei verfügbar.

Die Verwendung eines einzelnen Tools ist nicht ausreichend, um Zugänglichkeit zu gewährleisten. Zum einen sind die Fehlererkennungen unterschiedlich, das bedeutet ein Fehler, den das eine Tool erkennt, wird von einem anderen ignoriert. Eine Kombination verschiedener Tools erhöht zwar die Fehlererkennung [Ti16, VBC13], der Nutzungskomfort sinkt allerdings erheblich, wenn man beim Testen mehrere Tools gleichzeitig anwenden muss. Zum anderen sind immer manuelle Überprüfungen notwendig, da automatisierte Prüfungen nur auf formal-technischer Ebene (HTML-Code und CSS-Stylesheet) möglich sind [Ti16, VBC13, Sü15]. Aspekte wie alt-Texte bei Bildern, Audiobeschreibungen bei Videos oder die Eindeutigkeit von Link-Bezeichnern, sind nur durch eine menschliche Beurteilung überprüfbar.

3.4 Diskussion

Wie in Abschnitt 2.2 beschrieben, sind Blinde bei der Nutzung des Internets zahlreichen Barrieren ausgesetzt. Schaut man sich die Literatur dazu an, scheinen die Probleme seit Jahren ähnlich zu sein. In Tabelle 1 sind die angesprochenen Barrieren aufgelistet. Bei den Literaturreferenzen in der zweiten Spalte erkennen man, dass in aktuellen Veröffentlichungen die gleichen Probleme angesprochen werden wie vor ca. zehn Jahren. In der dritten Spalte sind die Richtlinien der WCAG 2.0 angegeben, die sich mit der entsprechenden Problematik beschäftigen. Es ist gut zu erkennen, dass alle aufgeführten Barrieren in den WCAG 2.0 verankert, und somit Lösungsansätze vorhanden sind.

Warum gibt es seit Jahren die gleichen Barrieren, obwohl sie technisch einfach umzusetzen sind? Power et al. [Po12] zeigen, dass die Erweiterung zu den WCAG 2.0 nicht zu einer Verringerung von Benutzerproblemen führt. Dafür geben sie folgende mögliche Erklärungen: (1) entweder die Benutzerprobleme sind nicht in den Richtlinien berücksichtigt, (2) die Benutzerprobleme sind zwar in den Richtlinien berücksichtigt, werden jedoch nicht implementiert. Das bedeutet, entweder die Webentwickler verstehen die Richtlinien nicht, es fehlen geeignete Testtools oder die Beschreibung eines Erfolgskriteriums ist nicht eindeutig genug, sodass nicht erkannt wird, dass ein bestimmtes Benutzerproblem damit angesprochen wird oder (3) die Benutzerprobleme sind in den Richtlinien berücksichtigt, werden implementiert, zeigen jedoch nicht den gewünschten Effekt. Das Benutzerproblem ist nicht gelöst. Insgesamt scheinen die WCAG 2.0 allein nicht die Lösung für Barrierefreiheit im Internet zu sein. Vielmehr muss sich das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Barrierefreiheit bei Entwicklern erhöhen, sodass sie auf die WCAG 2.0 aufmerksam werden. Zudem sollten die Richtlinien verständlicher formuliert und den Entwicklern einfache Testtools zur Verfügung gestellt werden.

Webanwendungen werden für die breite Masse entwickelt, das sind Menschen ohne Behinderung. Das Menschen mit Behinderung ebenfalls das Internet nutzen und, dass

Barriere	Literatur	WCAG Richtlinie
nicht gelabelte Eingabefelder	[La07] [Mu08] [Bu09] [Be10] [Bu10] [Vo16] [LCP15]	1.3.1(A) 3.2.2(A) 3.3.2(A) 3.3.3(AA) 3.3.5(AAA)
nicht betitelte Buttons	[Be10]	1.3.3(A)
Feedback bei Eingabefehler nur farbig	[Be10]	1.4.1(A) 3.3.1(A)
Linkbezeichnungen nicht eindeutig	[La07] [Be10] [Bu10] [LCP15]	1.3.3(A) 1.4.1(A) 2.4.4(A)
CAPTCHAs nur visuell	[Be10] [RJY14]	1.1.1(A)
keine Alternativen bei Bildern und Videos (alt-Text bei Bildern, Textabschriften oder Audiobeschreibungen bei Videos)	[La07] [Mu08] [Bu09] [Be10] [LCP15] [Vo16]	1.1.1(A) 1.2.1(A) 1.2.3(A) 1.2.5(AA)
Orientierung (schwierige Navigation, hohe Komplexität, unübersichtliche Struktur)	[La07] [Bu09] [RJY13] [LCP15]	1.3.1(A) 1.3.2(A) 2.1.1(A) 2.1.2(A) 2.2.1(A) 2.2.2(A) 2.4.1(A) 2.4.2(A) 2.4.3(A) 2.4.4(A) 3.2.1(A) 3.2.2(A) 2.4.5(AA) 2.4.6(AA) 3.2.3(AA) 1.4.9(AAA) 2.1.3(AAA) 2.2.3(AAA) 2.2.4(AAA) 2.2.5(AAA) 2.4.9(AAA) 2.4.10(AAA)
Verwendung von JavaScript, Flash	[La07] [Mu08] [Be10]	4.1.2(A)

Tab. 1: In der linken Spalte sind die Barrieren, mit denen blinde Internetnutzer konfrontiert sind zusammengefasst, in der Mitte ist die entsprechende Literatur aufgelistet, die zeigt, dass diese Probleme bereits seit Jahren wiederholt beschrieben werden und die rechte Spalte enthält die Richtlinien der WCAG 2.0, die das Problem der ersten Spalte thematisiert.

die Technologie gerade für diese Menschen von großer Bedeutung ist, ist vielen Web-Entwicklern gar nicht bewusst. Außerdem denken Unternehmen oft, dass die Aufwand-Nutzen-Relation für die barrierefreie Gestaltung von Webanwendungen aufgrund der kleinen Nutzergruppe unverhältnismäßig ist. Unter Umständen denken sie sogar, dass durch die Richtlinien Nachteile für Nichtbehinderte entstehen. Dabei ist vielmehr das Gegenteil der Fall, mit Einhaltung der WCAG 2.0 sind Webseiten auch für Nichtbehinderte besser nutzbar [SSS16]. Würden Webseiten nicht ad-hoc erstellt werden, sondern nach Prinzipien der Softwareentwicklung, könnte Barrierefreiheit von Anfang an berücksichtigt werden. Doch meistens werden schnelle Lösungen angestrebt, die, wie am Beispiel von Facebook [GK16] untersucht wurde, zur Folge haben, dass der Quellcode unübersichtlich und überladen ist und Menschen mit Behinderungen Schwierigkeiten mit der Nutzung haben.

4 Ausblick

Moderne Technologien können die Webnutzung für Blinde vereinfachen. Die eindimensionalen auditiven Darstellung einer Webseite mit Hilfe eines Screenreader könnte mit einer Kombination aus Screenreader und Touchscreen zu einer zweidimensionalen auditiv-haptischen Darstellung verändert werden. Das dieser Ansatz Potential hat, zeigt eine Studie von Adepu und Adler [AA16], die belegt, dass Aufgaben, obwohl sie am Desktopcomputer besser zu erledigen waren, bevorzugt mit dem Smartphone erledigt wurden. In Zukunft werden Smartphones und Tablets noch leistungsfähiger werden, sodass weitere Untersuchungen notwendig sind, um zu zeigen wie die auditiv-haptische Darstellung weiter verbessert werden kann.

Die WCAG 2.0 sind sehr umfangreich, darum sind Tools zur Überprüfung der Richtlinien eine sehr gute Hilfestellung für Entwickler. Es stehen zahlreiche Tools zur Verfügung, jedoch wird aufgrund von Ungenauigkeiten empfohlen, mehrere Tools gleichzeitig zu verwenden [Ti16, VBC13]. Das ist kompliziert und unkomfortabel. Zudem kann nur auf formal-technischer Ebene automatisiert geprüft werden. Auf semantischer Ebene, beim Erkennen von Bildinhalten oder Linkbezeichnungen, sind menschliche Urteile notwendig. An dieser Stelle gibt es Forschungsbedarf, inwieweit Technologien der künstlichen Intelligenz, z.B. automatisierte Bild- oder Sprachverarbeitung, in solche Tools integriert werden können [Ti16]. Zudem ist es notwendig ein zuverlässiges Tool zur Verfügung zu stellen, das alle automatisiert überprüfbareren Erfolgskriterien zufriedenstellend testet.

Die WCAG 2.0 hat eine eher problemorientierte Herangehensweise, um den Barrieren entgegenzutreten. Das bedeutet identifizierte Benutzerprobleme werden jeweils mit Hilfe aktueller Technologien behoben. Webnutzung muss allerdings ganzheitlichen betrachtet werden. Barrierefreiheit (Accessibility) und Nutzbarkeit (Usability) müssen als Einheit betrachtet werden, denn viele Probleme hinsichtlich der Zugänglichkeit sind ebenfalls Probleme der Nutzerfreundlichkeit und anders herum [Ch13]. Ein Ansatz beides zu kombinieren, findet man bei Vigo et al. [VLP09]. Um Barrierefreiheit auf Webseiten zu erreichen, gilt es zunächst herauszufinden wie Menschen mit Behinderungen Webseiten

überhaupt nutzen. Anhand dieser Nutzerdaten können dann Gestaltungsprinzipien für Webseiten abgeleitet werden, sodass Webseiten sowohl für Menschen mit und ohne Behinderungen gut nutzbar sind [Po12]. Der Forschungsbedarf liegt hier eindeutig darin herauszufinden wie Blinde Webanwendungen nutzen. Dabei ist zwischen der Nutzung eines Computers und der Nutzung von mobilen Geräten zu unterscheiden, denn die Interaktion über eine Tastatur unterscheidet sich erheblich von der mit einem Touchscreen.

5 Fazit

Webseiten sind für Sehende entworfen, sodass blinde Nutzer unter Umständen ausgeschlossen werden oder zumindest großen Schwierigkeiten gegenüber stehen. Das Internet bietet jedoch gerade für Menschen mit Behinderungen enorme Vorteile. Insbesondere Blinde schätzen die Möglichkeit der eigenständigen Informationsbeschaffung und die Selbständigkeit, speziell im E-Commerce [Be10]. Doch Blinde sind seit Jahren mit den gleichen Barrieren konfrontiert, die im Grunde genommen technisch einfach zu lösen sind. Dieser Text gibt einen Überblick über die immer wieder auftretenden Barrieren, über verschiedenen Lösungsansätze und gibt einen Ausblick in welche Richtung geforscht und weiterentwickelt werden muss, um Barrierefreiheit im Internet zu erreichen.

Die vorgestellten Speziallösungen verfolgen den Ansatz den bei Blinden i.d.R. besser ausgeprägten Hör- und Tastsinn auszunutzen sowie die Webseiten auch für Blinde zweidimensional darzustellen. Durch die Zweidimensionalität bekommen Blinde einen besseren Überblick von der Webseite [AXW12]. Doch Speziallösungen haben ihre Nachteile. Sie müssen gesondert beschafft werden, extra installiert und speziell gewartet werden. Das sind, gegenüber der Nutzung von Standardsoftware, weitere Hürden die überwunden werden müssen. Zudem entstehen solche Speziallösungen meist im Rahmen wissenschaftlicher Projekte, bei denen sich die Mitarbeiter nach Ablauf der Projektlaufzeit meist anderen Aufgaben widmen und das Produkt meist nicht bis zur Marktreife entwickelt wird.

Die Richtlinien der WCAG 2.0 sind oft nicht ausreichend umgesetzt. Das kann am fehlenden Bewusstsein für die Notwendigkeit von Barrierefreiheit liegen oder wie Power et al. [Po12] vermuten, die Richtlinien werden nicht verstanden bzw. können nicht einem bestimmten Benutzerproblem zugeordnet werden. Gesetzliche Vorgaben und Verordnungen zur Barrierefreiheit basieren auf den WCAG 2.0, jedoch greifen diese nicht weit genug. Mit einer Ausweitung der Gesetze müssten sich Webentwickler mit diesem Thema intensiv auseinandersetzen. Zudem sollte Barrierefreiheit im Bereich Forschung und Entwicklung gefördert werden, um das Bewusstsein und das Verständnis dafür zu erhöhen [HAZB14]. Ebenso könnte man das Thema Barrierefreiheit verpflichtend in Ausbildung und Studium integrieren. Somit würde Entwickler ihr Bewusstsein für die Verschiedenartigkeit von Benutzern schärfen. Und mit diesem Bewusstsein würden bei der Entwicklung von Webanwendungen von Anfang an Aspekte der Barrierefreiheit berücksichtigt werden. Somit wäre das Argument, das der Aufwand gegenüber dem Nutzen zu groß sei ebenfalls ausgeräumt, denn beachtet man die Richtlinien von Anfang an, entsteht kaum Mehraufwand.

Insgesamt müssen Webentwickler hinsichtlich Barrierefreiheit besser geschult werden, Tools zur Unterstützung der Webentwicklung müssen einfach und komfortabel sein und es müssen Gestaltungsprinzipien formuliert werden, die Webanwendungen sowohl für Menschen mit und ohne Behinderungen einfach und effizient nutzbar machen.

Literaturverzeichnis

- [AA16] Adepu, Sushma; Adler, Rachel F.: A comparison of performance and preference on mobile devices vs. desktop computers. In: 2016 IEEE 7th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON). S. 1–7, 2016.
- [AXW12] Abidin, A. H. Z.; Xie, Hong; Wong, Kok Wai: Blind users' mental model of web page using touch screen augmented with audio feedback. In: 2012 International Conference on Computer Information Science (ICCIS). Jgg. 2, S. 1046–1051, June 2012.
- [Be10] Berger, Andrea; Caspers, Tomas; Croll, Jutta; Hofmann, Jörg; Kubicek, Herbert; Peter, Ulrike; Ruth-Janneck, Diana; Trump, Thilo: Web 2.0/Barrierefrei: Eine Studie zur Nutzung von Web2.0 Anwendungen durch Menschen mit Behinderungen. Aktion Mensch e.V. Bonn, 2010.
- [Bo07] Borodin, Yevgen; Mahmud, Jalal; Ramakrishnan, I. V.; Stent, Amanda: The HearSay Non-visual Web Browser. In: Proceedings of the 2007 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A). S. 128–129, 2007.
- [Bo08] Borodin, Yevgen; Bigham, Jeffrey P.; Stent, Amanda; Ramakrishnan, I. V.: Towards One World Web with HearSay3. In: Proceedings of the 2008 International Cross-disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A). W4A '08, ACM, New York, NY, USA, S. 130–131, 2008.
- [Bo13] Bornschein, Jens; Prescher, Denise; Schmidt, Michael; Weber, Gerhard: Nicht-visuelle Interaktion auf berührungsempfindlichen Displays. In (Schlegel, Thomas, Hrsg.): Multi-Touch, Xpert.press, S. 319–338. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013.
- [Bu09] Buzzi, Maria Claudia; Buzzi, Marina; Leporini, Barbara; Akhter, Fahim: Usability and accessibility of ebay by screen reader. In: Symposium of the Austrian HCI and Usability Engineering Group. Springer, S. 500–510, 2009.
- [Bu10] Buzzi, Maria Claudia; Buzzi, Marina; Leporini, Barbara; Akhter, Fahim: Is Facebook really “open“ to all? In: Technology and Society (ISTAS), 2010 IEEE International Symposium on. IEEE, S. 327–336, 2010.
- [Ch05] Chiang, Michael F.; Cole, Roy G.; Gupta, Suhit; Kaiser, Gail E.; Starren, Justin B.: Computer and World Wide Web Accessibility by Visually Disabled Patients: Problems and Solutions. *Survey of Ophthalmology*, 50(4):394–405, 2005.
- [Ch13] Chi, Ed H.: The false dichotomy between accessibility and usability. In: Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility. W4A '13, ACM, New York, NY, USA, S. 19:1–19:2, 2013.
- [Cs15] Csapó, Ádám Balázs; Wersényi, György; Nagy, Hunor Zoltán; Tony, Stockman: A survey of assistive technologies and applications for blind users on mobile platforms: a review and foundation for research. *Journal on Multimodal User Interfaces*, 9(4):275–286, 2015.

- [DKG02] Donker, Hilko; Klante, Palle; Gorny, Peter: The Design of Auditory User Interfaces for Blind Users. In: Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-computer Interaction. NordiCHI '02, ACM, New York, NY, USA, S. 149–156, 2002.
- [GK16] Gröber, Petra; Köster, Julia: An Analysis to Overcome Shortcomings to Improve the Accessibility for the Blind: A Case Study on Facebook's Homepage. In: Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), 2016 12th International Conference on. IEEE, S. 442–449, 2016.
- [HAZB14] Henry, Shawn Lawton; Abou-Zahra, Shadi; Brewer, Judy: The Role of Accessibility in a Universal Web. In: Proceedings of the 11th Web for All Conference. W4A '14, ACM, New York, NY, USA, S. 17:1–17:4, 2014.
- [KGG07] Klante, Palle; Gorny, Peter; Gründler, Michael: Interaktion in auditiven Informationsräumen. In (Ziegler, Jürgen; Beinhauer, Wolfgang, Hrsg.): Interaktion mit komplexen Informationsräumen: Visualisierung, Multimodalität, Kooperation, S. 57–73. Oldenbourg, München, 2007.
- [KMG14] Kapoor, Sachin; Mittal, Kanika; Gupta, Adit: Hands Free Browser-'An Interactive Speech Browser for Visually Handicapped'. International Journal of Advanced Computer Research, 4(1):368, 2014.
- [La07] Lazar, Jonathan; Allen, Aaron; Kleinman, Jason; Malarkey, Chris: What Frustrates Screen Reader Users on the Web: A Study of 100 Blind Users. International Journal of Human-Computer Interaction, 22(3):247–269, 2007.
- [LCP15] Loureiro, Janaína Rolan; Cagnin, Maria Istela; Paiva, Débora Maria Barroso: Analysis of Web Accessibility in Social Networking Services Through Blind Users' Perspective and an Accessible Prototype. In (Gervasi, Osvaldo; Murgante, Beniamino; Misra, Sanjay; Gavrilova, Marina L.; Rocha, Ana Maria Alves Coutinho; Torre, Carmelo; Taniar, David; Apduhan, Bernady O., Hrsg.): Computational Science and Its Applications – ICCSA 2015, Jgg. 9159 in Lecture Notes in Computer Science, S. 117–131. Springer International Publishing, Cham, 2015.
- [LGC10] Lopes, Rui; Gomes, Daniel; Carriço, Lu\`is: Web not for all: a large scale study of web accessibility. In: Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A). W4A '10, ACM, New York, NY, USA, S. 10:1–10:4, 2010.
- [MBR07] Mahmud, Jalal U.; Borodin, Yevgen; Ramakrishnan, I. V.: Csurf: A Context-driven Non-visual Web-browser. In: Proceedings of the 16th International Conference on World Wide Web. WWW '07, ACM, New York, NY, USA, S. 31–40, 2007.
- [Mu08] Murphy, Emma; Kuber, Ravi; McAllister, Graham; Strain, Philip; Yu, Wai: An empirical investigation into the difficulties experienced by visually impaired Internet users. Universal Access in the Information Society, 7(1-2):79–91, 2008.
- [Po12] Power, Christopher; Freire, André; Petrie, Helen; Swallow, David: Guidelines are only half of the story: accessibility problems encountered by blind users on the web. In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. CHI '12, ACM, New York, NY, USA, S. 433–442, 2012.
- [RJY13] Ramayah, Bavani; Jaafar, Azizah; Yatim, Noor Faedah: Visually Impaired User's Navigation Experiences in Facebook. In: Third International Visual Informatics Conference on Advances in Visual Informatics - Volume 8237. IVIC 2013, Springer-Verlag New York, Inc., New York, NY, USA, S. 788–796, 2013.

- [RJY14] Ramayah, Bavani; Jaafar, Azizah; Yatim, Noor Faezah Mohd: The Web Navigation Barriers Facing by Blind Users in Social Networking Sites. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 61(2), 2014.
- [Ro00] Roth, Patrick; Petrucci, Lori S.; Assimacopoulos, André; Pun, Thierry: Audio-Haptic Internet Browser and Associated Tools for Blind Users and Visually Impaired Computer Users. In (C. Germain; O. Lavalie; E. Grivel, Hrsg.): *COST 254 Intelligent Terminals, Workshop on Friendly Exchanging Through the Net*, S. 57–62. 2000.
- [So15] Soviak, Andrii; Ashok, Vikas; Borodin, Yevgen; Puzis, Yury; Ramakrishnan, I. V.: Feel the Web: Towards the Design of Haptic Screen Interfaces for Accessible Web Browsing. In: *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*. *ASSETS '15*, ACM, New York, NY, USA, S. 391–392, 2015.
- [So16] Soviak, Andrii; Borodin, Anatoliy; Ashok, Vikas; Borodin, Yevgen; Puzis, Yury; Ramakrishnan, I. V.: Tactile Accessibility: Does Anyone Need a Haptic Glove? In: *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. *ASSETS '16*, ACM, New York, NY, USA, S. 101–109, 2016.
- [SSS16] Schmutz, Sven; Sonderegger, Andreas; Sauer, Juergen: Implementing Recommendations From Web Accessibility Guidelines. *Human Factors*, 58(4):611–629, 2016.
- [Sü15] Sünkler, Sebastian: Evaluierungstools für automatisierte Accessibility-Tests: Age of Access? Grundfragen der Informationsgesellschaft0. In (Kerkmann, Friederike und Lewandowski, Dirk, Hrsg.): *Barrierefreie Informationssysteme: Zugänglichkeit für Menschen mit Behinderung in Theorie und Praxis*, Jgg. 6. Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2015.
- [Ti16] Timbi-Sisalima, C.; Martin Amor, C. I.; Otón Tortosa, S.; Hilera, J. R.; and Aguado-Delgado, J.: Comparative Analysis of Online Web Accessibility Evaluation Tools. In: *Information Systems Development: Complexity in Information Systems Development (ISD2016 Proceedings)*. S. 562–573, 2016.
- [VBC13] Vigo, Markel; Brown, Justin; Conway, Vivienne: Benchmarking Web Accessibility Evaluation Tools: Measuring the Harm of Sole Reliance on Automated Tests. In: *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*. *W4A '13*, ACM, New York, NY, USA, 2013.
- [VLP09] Vigo, Markel; Leporini, Barbara; Paternò, Fabio: Enriching Web Information Scent for Blind Users. In: *Proceedings of the 11th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. *Assets '09*, ACM, New York, NY, USA, S. 123–130, 2009.
- [Vo16] Voykinska, Violeta; Azenkot, Shiri; Wu, Shaomei; Leshed, Gilly: How Blind People Interact with Visual Content on Social Networking Services. In: *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing*. *CSCW '16*, ACM, New York, NY, USA, S. 1584–1595, 2016.