

Reich, Klaus; Miesenberger, Klaus

Barrierefreiheit. Grundlage gerechter webbasierter Lernchancen

Ebner, Martin [Hrsg.]; Schön, Sandra [Hrsg.]: L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. 2. Auflage. 2013, [11] S.



Quellenangabe/ Reference:

Reich, Klaus; Miesenberger, Klaus: Barrierefreiheit. Grundlage gerechter webbasierter Lernchancen - In: Ebner, Martin [Hrsg.]; Schön, Sandra [Hrsg.]: L3T. Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien. 2. Auflage. 2013, [11] S. - URN: urn:nbn:de:0111-opus-83602 - DOI: 10.25656/01:8360

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-83602>

<https://doi.org/10.25656/01:8360>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrags identisch, vergleichbar oder kompatibel sind. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work or its contents in public and alter, transform, or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. New resulting works or contents must be distributed pursuant to this license or an identical or comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Klaus Reich, Klaus Miesenberger

Barrierefreiheit

Grundlage gerechter webbasierter Lernchancen

E-Learning-Technologien verfügen über ein großes Potenzial, um pädagogische Konzepte zu realisieren, welche individuelle Anforderungen und Interessen unterstützen. Leider behindert mangelndes Bewusstsein und fehlendes Know-How auf Seiten von Lehrenden, Entwicklerinnen und Entwicklern und Administratorinnen und Administratoren die Möglichkeiten auszuschöpfen, um Barrieren in Lernmaterialien und Lernumgebungen abzubauen. Dieses Kapitel stellt grundlegende Informationen und Hinweise zur Barrierefreiheit von webbasierten Informations- und Kommunikationstechnologien zusammen und gibt konkrete Hinweise für die Verwendung Assistierender Technologien (AT) in Lehr- und Lernkontexten.



CC BY-SA bilder.tibs.at, Clemens Locker | L3T | <http://l3t.eu>
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>

1. Grundsätzliches Verständnis von Barrierefreiheit: „equality = e-quality“

Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zeichnen sich durch die Multimedialität der Darstellung und Multimodalität der Bedienungsschnittstellen aus: Bei einem digitalen Dokument werden erst in dem Moment, in dem auf ein Dokument zugegriffen wird, mit IKT und assistierenden Technologien die **medialen Qualitäten (Darstellung)** und die **Modalitäten der Steuerung (Handhabung)** des Dokuments realisiert. Durch diese Trennung entsteht die Möglichkeit auf ein und dasselbe Dokument auf unterschiedliche Art und Weise zuzugreifen, es auf unterschiedlichste Weise zu medialisieren und handzuhaben.

In der Praxis : Benutzung einer Braillezeile

Auch Sehbeeinträchtigte und Blinde können Beiträge aus dem Internet lesen. Dazu wird der Text in einem Online-Forenbeitrag mittels einer Braillezeile, also einem Computerausgabegerät für Blinde, in Brailleschrift umgewandelt. Die auf der Braillezeile erzeugten Erhöhungen in Blindenschrift können dann mit den Fingerspitzen abgegriffen werden. Der gleiche Text könnte durch ein ‚Screenreader-Programm‘ alternativ laut vorgelesen oder mittels Vergrößerungssoftware größer dargestellt werden.

Abb. 1: Benutzung einer Braillezeile



Quelle: Andreas Markt-Huter, via <http://bilder.tibs.at>

Zu allen Bereichen, in denen Informations- und Kommunikationstechnologien zum Einsatz kommen, können Menschen mit Behinderung mittels Assistierender Technologien (AT) selbständig(er)en und selbstgesteuert(er)en Zugang finden. Das gilt aber nur unter der Voraussetzung, dass die IKT-basierten Systeme Grundsätze und Standards des barrierefreien Zugangs befolgen (Miesenberger, 2004).

Assistierende Technologien (AT) bezeichnen Ausstattungen oder Software-Produkte, die verwendet werden, um die funktionalen Fähigkeiten von Menschen mit Behinderungen zu erhöhen, zu erhalten oder zu fördern. Darunter fallen Computertechnologien wie Screenreader, Spracheingaben, Vergrößerungssoftware oder Bildschirmtastatur. Sie helfen Menschen, selbstständig und unabhängig ihre Ziele in der Gesellschaft zu erreichen. Es existieren beinahe für jede Art einer Behinderung Ansatzpunkte, um über AT die Nutzung von IKT und über diese die Teilnahme an lebensweltlichen Prozessen zu ermöglichen.

Für den Zugang zu Informationen auf Webseiten und Lernumgebungen stehen sowohl für die Ein- als auch die Ausgabe zahlreiche Geräte zur Verfügung, die über Bildschirm, Tastatur, Maus und Drucker hinausgehen. Assistierende Technologien benutzen die Kodierung sowie den Inhalt einer Webseite und machen sie zugänglich.

In der weitreichenden Um- und Neugestaltung nahezu aller Bereiche der Lebenswelt durch Informations- und Kommunikationstechnologien liegen daher Anknüpfungspunkte für die Teilhabe behinderter Menschen an der Lebenswelt mittels Assistierender Technologien. Die Realisierung von Chancengleichheit (englisch ‚equality‘) in der Gesellschaft für Menschen mit Behinderungen ist in immer größerem Maße von der Qualität der IKT, also von ‚e-Quality‘, abhängig – daraus erwächst für die Gestaltung besonders im Bildungsbereich eine besondere Verantwortung (Miesenberger, 2008).



Verschaffen Sie sich auf http://www.rehadat-hilfsmittel.de/de/kommunikation-information/computer_und_zubehoer_software/index.html und http://www.barrierefrei-kommunizieren.de/datenbank/index_produkte.php?art=wkin einen Überblick über die breite Palette von Assistierenden Technologien (AT).

Bereits in der Gestaltung von webbasierten Lernumgebungen und -materialien müssen die Anpassung an und die Optimierung für die Nutzbarkeit für einzelne Nutzer/innen in ihrer jeweiligen Situation und den jeweiligen Voraussetzungen beziehungsweise den Schnittstellengeräten beachtet werden. Anstelle der Gestaltung einer starren, an ‚durchschnittlichen‘ Nutzerinnen und Nutzern orientierten Benutzerschnittstelle („Interface“) treten Individualisierbarkeit und Adaptivität in den Vordergrund, welche letztendlich die Akzeptanz und die Nutzbarkeit der Systeme für alle unterstützen.



Barrierefreiheit bedeutet letztlich, dass Menschen unabhängig von Behinderung, Alter und technischer Infrastruktur auf Inhalte zugreifen können.

Jede/r, die/der über eine Sinneswahrnehmung (zum Beispiel visuell, auditiv, taktil) verfügt, kann mit dieser die Informationsausgabe eines Computers wahrnehmen, beziehungsweise die Informationseingabe steuern – unabhängig von ihrer/seiner Behinderung (Miesenberger, 2005). Da dies aufgrund der unzähligen, auch individuell geprägten Barrieren nicht vollständig erreicht werden kann, spricht man auch von barrierearm oder zugänglich (englisch „accessible“).

2. Zahl der Menschen mit Behinderung

Im Behindertenbericht 2008 werden behinderte Menschen als **sehr heterogene Gruppe** charakterisiert, die sich hinsichtlich zahlreicher Dimensionen differenziert (Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2009). Laut einer im Auftrag des Sozialministeriums von der Statistik Austria durchgeführten Mikrozensus-Erhebung (Oktober 2007 bis Februar 2008) gaben 20,5% aller Befragten an, eine dauerhafte Beeinträchtigung zu haben, das sind hochgerechnet 1,7 Mio. Personen der österreichischen Wohnbevölkerung. Dazu zählen sowohl Menschen mit psychischen Problemen oder vollständig immobile Menschen als auch Menschen mit leichten Sehbeeinträchtigungen. Die im Behindertenbericht 2008 zitierten Ergebnisse der von der EU vorgeschriebenen jährlichen „Erhebung zu den Einkommen und Lebensbedingungen“ (EU-Statistics on Income and Living Conditions – EU-SILC, Sekundärzit. nach Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, 2009, 9) fokussieren auf subjektiv wahrgenommene starke Beeinträchtigung bei der Verrichtung alltäglicher Arbeiten, die mindestens schon sechs Monate andauert. Hochgerechnet wären auf dieser Basis circa 630.000 Personen Menschen mit Behinderungen. Die Anzahl der Personen die eine Behinderung im Sinne des Gesetzes in Österreich haben, liegt bei circa 330 000. EU-Schätzungen gehen von einem **10 Prozent Anteil der Menschen mit Behinderungen** an der Bevölkerung im EU-Raum aus. Sie stellen damit auch 10 Prozent der Wähler/innen, der Konsumentinnen und Konsumenten, der Arbeitskräfte und auch der potenziellen Bildungsteilnehmer/innen (Grill, 2005).

3. Arten der Behinderung und spezielle Bedürfnisse hinsichtlich Barrierefreiheit

Jeder Mensch kann in der Nutzung von webbasierten Lehr- und Lerntechnologien auf eine oder mehrere Barrieren stoßen. Wird bei Inhaltserstellung und Administration auf die speziellen Bedürfnisse behinderter Benutzer/innen geachtet, lassen sich diese Barrieren beseitigen oder zumindest minimieren. Dazu sind Kenntnisse unterschiedlicher Formen von Behinderungen und deren Effekte auf die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und insbesondere des World Wide Web nötig. Im Folgenden lernen Sie die vier Hauptkategorien von Behinderungen kennen: Sehbehinderungen, Hörbehinderungen, Mobilitätsbehinderungen sowie Wahrnehmungs- und Lernbehinderungen.

Sehbehinderung

Menschen mit Sehbehinderungen verfügen entweder über eine eingeschränkte Sehleistung oder über Blindheit. Die Anforderungen an die Gestaltung von webbasierten Lernumgebungen können abhängig von der Form der Sehbehinderung sehr unterschiedlich sein.

Sehbehinderte Menschen arbeiten mit einem in Größe, Farbe (Kontrast), Schriftart (serifenlose Schriften), Linienart (durchgezogen, strichliert, punktiert, strichpunktiert), Schraffierung, Abstand und Anordnung angepassten Bildschirminhalt. Bei leichten Sehbehinderungen entsteht kein großer Bedarf einer Spezialisierung. Anpassungen der Einstellungen für die Darstellung im Betriebssystem führen zu der gewünschten Verbesserung der Nutzbarkeit. Erst bei schwerer Beeinträchtigung der Sehleistung, die eine Vergrößerung um das mehr als 3- bis 5-fache erfordert, werden die Navigation und die Orientierung am Bildschirm stark eingeschränkt.

Zusätzlich wird bei **stärkeren Sehbehinderungen** das Verwenden der Maus schwierig (zum Beispiel Hand- und Augenkoordination, Verfolgen des Mausursors). Daher ist ein direktes Erreichen der Interface-Elemente (Interface = Schnittstelle) mittels Short-Cuts (bestimmte Tastaturbefehle um schneller zu navigieren beziehungsweise Befehle auszuführen) effizienter. Dementsprechend müssen sowohl Unterlagen zum Arbeiten am Computer als auch Informationssysteme adaptiert und diese sonst oft ausgelassenen Steuerungsmechanismen berücksichtigt werden.

Für **farbblinde und sehschwache Menschen** ist die Verwendung von stark kontrastierenden Farben hilfreich und wichtig. Informationen sollten nicht durch eine Eigenschaft alleine (zum Beispiel Kontrast, Farbtiefe, Größe, Lage oder Schriftart) dargestellt werden.

Blinde Computernutzer/innen können die Maus nicht verwenden. Sie verwenden die Pfeiltasten oder spezielle Mausemulationen (Funktionen einer Maus werden mittels anderer Möglichkeiten nachgestellt) auf dem Braille-Display, um den Cursor oder Systemfokus zu navigieren. Für blinde Menschen sind daher Short-Cuts und Tastaturbefehle sehr wichtig.

Informationen, die nur visuell wahrnehmbar sind (zum Beispiel Bilder, Videos, Flash-Animationen), benötigen **Alternativtexte und müssen ihre Rolle (zum Beispiel ‚button‘) und Eigenschaften bereitstellen**, damit die Inhalte vom Screenreader ausgelesen und das System von blinden Nutzerinnen und Nutzern bedient werden kann.

Als Alternative zur Ausgabe auf dem Bildschirm verwenden blinde Menschen:

- **Braille-Display:** Braille ist eine Notation, mittels derer Zeichensätze als Punktmuster dargestellt und über den Tastsinn ertastet werden können. Braille-Displays sind Geräte, die den Text und textliche Beschreibungen der Inhalte des Bildschirms dynamisch in Blindenschrift darstellen. Zusätzlich kann Braille mit speziellen Druckern auch auf Papier gestanzt werden.
- **Sprachausgabe:** Die Texte beziehungsweise textlichen Beschreibungen des Bildschirm Inhaltes werden über Lautsprecher ausgegeben. Die auditiven Inhalte können dabei aufgenommen sein oder mittels Sprach-Synthesizer erzeugt werden.

Hörbehinderung

Menschen mit Hörbehinderung und gehörlose Menschen können weitestgehend ungehindert am Computer arbeiten, da sie Informationen visuell vom Bildschirm ablesen und zum Teil Lautstärke und Töne an ihre Bedürfnisse anpassen können. Neben der Zugänglichkeit auditiver Elemente ist das Verstehen und Verarbeiten von komplexen sprachlichen Zusammenhängen oft schwierig, weil die Schriftsprache nicht die Muttersprache ist beziehungsweise Defizite im Spracherwerb vorliegen. Daher sollten Alternativen für auditive Inhalte (zum Beispiel Untertitel), eine gut verständliche Sprache („easy to read“, siehe Abschnitt Lernbehinderungen) und ikonische Darstellungen, das heißt mit Bildern, Videos oder Animationen, bereitgestellt werden. Gebärdensprache ist eine eigenständige Sprache, die von gehörlosen Menschen verwendet wird. Übersetzungen in Gebärdensprache sind teilweise notwendig, aber ressourcenintensiv, zum Beispiel die Übersetzung und die Aufbereitung von Lernunterlagen als Gebärdensprachvideos.



Für gehörlose Menschen ist es nicht immer einfach, Texte zu verstehen, die sich an die Sprachkonventionen der Hörenden anlehnen. Versuchen Sie umgekehrt, einige Begriffe der deutschen Gebärdensprache zu erlernen und einen einfachen Satz zu bilden.

Mobilitätsbehinderungen

Bei Menschen mit Mobilitätsbehinderungen können Bewegung und Feinmotorik beeinträchtigt sein. Spezielle, leicht handzuhabende Eingabegeräte (zum Beispiel Tastaturen, Schalter, Bedienelemente) ermöglichen die Bedienung eines Computers. Für eine barrierefreie Gestaltung ist darauf zu achten, dass die Steuerung über Tastaturbefehle möglich ist, die über obige alternative Eingabegeräte oder Spracheingabe realisiert werden können. Zudem sollte die Geschwindigkeit (zum Beispiel bei erforderlichen Tastatureingaben) individuell einstellbar sein und Tastenkombinationen auch hintereinander eingegeben werden können.

Wahrnehmungs- und Lernbehinderungen

Menschen mit Wahrnehmungs- und Lernbehinderungen (zum Beispiel Dyslexie: Störungen des Kurzzeitgedächtnisses) können durch eine einheitliche Strukturierung der (Lern-)Inhalte und der Navigation, gleiches Layout und Design sowie vor allem eine den Nutzern und den Nutzerinnen angepasste Textwahl – ‚leichte Sprache‘ (,easy to read‘) – unterstützt werden. Einfachere Sprache wird für Menschen mit geringen sprachlichen Fähigkeiten verwendet, ist jedoch auch eine Forderung für die verständliche Darstellung wissenschaftlicher Inhalte (Freyhoff et al., 1998). Das Angebot von gleichen, aber unterschiedlich aufbereiteten Informationen, zum Beispiel als Text und als Sprachaufzeichnung, kann für Menschen mit Wahrnehmungs- und Lernbehinderungen hilfreich sein, um das Material besser zu verstehen.



Für ein vertieftes Verständnis der Internetnutzung durch Menschen mit Behinderung lesen Sie bitte "How People with Disabilities Use the Web": <http://www.w3.org/WAI/intro/people-use-web>

4. Gesetzliche Rahmenbedingungen und Richtlinien / Standards zur Umsetzung

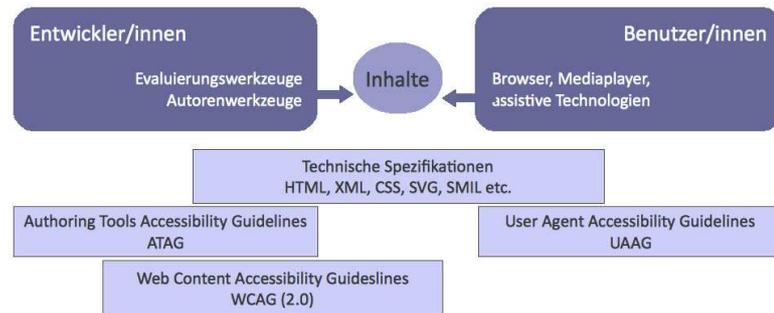
Von wesentlicher Bedeutung für die Regelungen zur Barrierefreiheit in den europäischen Mitgliedsstaaten ist das Gemeinschaftsrecht der Europäischen Union. Besondere Bedeutung kommt dabei den Antidiskriminierungsrichtlinien 2000/43/EG und 2000/78/EG zu. Diese wirken prägend auf die nationale Gesetzgebung ein. In den DACH-Staaten (also Deutschland, Österreich, Schweiz) wird die gleichberechtigte Teilhabe von Menschen mit Behinderung in der Gesellschaft, darunter fällt auch die Anteilnahme an Bildungsangeboten, durch verschiedene Gesetzgebungen geregelt: In Deutschland durch das Behindertengleichstellungsgesetz (zum Beispiel § 11 BGG) und in der Schweiz durch das Bundesgesetz über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (BehiG). In Österreich fällt ‚barrierefreies E-Learning‘ unter zwei Gesetzestexte: das Bundes-Behindertengleichstellungsgesetz (BGStG) sowie das E-Government-Gesetz (E-GovG). Das BGStG definiert in § 6 Abs. 5 BGStG unter anderem, wann von Diskriminierung gesprochen wird und welche Bereiche in Österreich auch vom Gesetz wegen barrierefrei zugänglich sein müssen. In § 5 BGStG wird noch speziell auf die kommunikationstechnischen Barrieren eingegangen. Für Gröbinger (2007) hat die gesetzliche Verankerung eines Diskriminierungsverbots, das explizit sich an die Öffentlichkeit richtende Angebote behandelt, die Konsequenz, dass insbesondere Vorlesungen (gegebenenfalls mit E-Learning-Anteilen) an Hochschulen berücksichtigt werden müssen, da diese ebenfalls für die Öffentlichkeit zugänglich sind. Im Jahr 2002 unternahm Deutschland einen weitaus massiveren Schritt in der Gesetzgebung als Österreich, indem die Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (kurz BITV) als Ergänzung des bestehenden Behindertengleichstellungsgesetzes herausgegeben wurde. In Österreich gibt es Empfehlungen für die Anwendung der WCAG (2.0) auf Stufe AA (das heißt, alle für die Konformitätsstufe AA notwendigen Erfolgskriterien müssen erfüllt sein). Tesar et al. (2009) übertragen die Anforderungen auf webbasierte Lernumgebungen im Bildungsbereich und fordern auf der Basis der gesetzlichen Regelungen die barrierefreie Gestaltung von interaktiven und webbasierten Lernangeboten. Durch die Veröffentlichung der WCAG 2.0 als ISO/IEC 40500 (Oktober 2012) und dem im August 2012 veröffentlichten PDF/UA-Standard als ISO 14289-1 können sich Unternehmen und Behörden auch auf ISO-Standards stützen, die mittels standardisierten Ansätzen die Zugänglichkeit, insbesondere im Bereich der Webtechnologien, sicher stellen und sich auch für eine Übersetzung und Umsetzung in nationalem Recht anbieten würden.

5. Grundlegende Anforderungen – Zugangsrichtlinien

Die Barrierefreiheit von Lehr- und Lerntechnologien wird von vier Aspekten wesentlich beeinflusst (Abbildung 2):

- Die **Inhalte**, einerseits zum Beispiel in Form von Webseiten, Textdokumenten, PDF-Dateien, Audio und Videodateien, andererseits in Form der richtig verwendeten Auszeichnungssprachen und validen Codes, zum Beispiel für Struktur und Darstellung, müssen zugänglich sein.
- Die verwendeten **Technologien müssen zugänglich sein**, zum Beispiel barrierefreie Webbrowser, synchrone Kommunikationswerkzeuge und andere Benutzeragenten.
- Gerade im Bereich E-Learning spielen **Autorenwerkzeuge** zur Erstellung von Lernmaterialien (zum Beispiel auch die Administrationsoberflächen von Lernmanagementsystemen) eine wichtige Rolle bei der Barrierefreiheit. Auch sie müssen für die Benutzer/innen zugänglich sein beziehungsweise die Erstellung von barrierefreien Inhalten unterstützen.
- Die korrekte Verwendung der vom World Wide Web Consortium (W3C) entwickelten **technischen Spezifikationen** wie zum Beispiel HTML, XHTML, XML, SMIL, SVG, CSS und RDF. Die Vermeidung proprietärer Technologien wird in der Tendenz die Zugänglichkeit von Seiten verbessern.

Abb. 2: Zugangsrichtlinien und technische Spezifikationen



nach: <http://www.w3.org/WAI/intro/components.php>
CC BY-SA L3T | <http://l3t.eu>
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/>



Für eine **vertiefende Übersicht** über die einzelnen Komponenten und wie diese in der Webentwicklung und -interaktion zusammen arbeiten, lesen Sie:

- Essential Components of Web Accessibility (Englisch): <http://www.w3.org/WAI/intro/components.php> [2013-08-19]
- User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) Overview (Englisch): <http://www.w3.org/WAI/intro/uaag.php> [2013-08-19]
- Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) Overview (Englisch): <http://www.w3.org/WAI/intro/atag.php> [2013-08-19]

Die grundlegenden Anforderungen an Barrierefreiheit von webbasierten Dokumenten werden in den Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 (als ISO/IEC 40500 anerkannter ISO-Standard) festgelegt. Die WCAG werden von der Web Accessibility Initiative (WAI) des World Wide Web Consortiums (W3C, 2008a) herausgegeben und stellen eine der wichtigsten Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von webbasierten Umgebungen dar. Sie definieren, wie Webinhalte für alle Menschen – nicht nur für Menschen mit Behinderungen (einschließlich visueller, auditiver, motorischer, sprachlicher, kognitiver, Sprach-, Lern- und neurologischer Behinderungen) und ältere Menschen – barrierefrei gestaltet werden können. Die Zugangsrichtlinien der WCAG 2.0 orientieren sich an **vier grundlegenden Prinzipien**, die im Verständnis der WAI die Grundlage der Barrierefreiheit im Web darstellen: Wahrnehmbarkeit, Bedienbarkeit, Verständlichkeit und Robustheit. Mit der Formulierung der WCAG 2.0 unter diesen Gesichtspunkten wird angestrebt, die Prinzipien der Barrierefreiheit unabhängig von heutigen und zukünftigen Techniken zu formulieren (W3C, 2008b). Eine Übersetzung finden Sie in der nachfolgenden Textbox ‚In der Praxis‘.

Wird eine oder mehrere der vier Prinzipien verletzt, wird die Zugänglichkeit der Inhalte für Menschen mit Behinderung ganz oder teilweise unmöglich gemacht. Unter jedem der Prinzipien werden Richtlinien und Erfolgsfaktoren für die Anwendung definiert. Es gibt eine große Zahl von allgemeinen Usability-Richtlinien (siehe auch Kapitel #usability), in den WCAG 2.0 werden nur jene angeführt, die sich speziell auf Problembereiche für Menschen mit Behinderung beziehen (W3C, 2008b).

6. Zentrale Problematiken hinsichtlich webgestützten Lehrens und Lernens

Konzeption

Im konkreten Design von webbasiertem Lernen sind nach Arrigo (2005) technologische und methodologische Aspekte zur Sicherstellung der vollständigen Zugänglichkeit von Online-Lernumgebungen und -materialien zu berücksichtigen.

In **methodischer Hinsicht** steht an erster Stelle die Identifizierung der Ansprüche der Nutzergruppe an Barrierefreiheit und in einem zweiten Schritt die Identifizierung der Eigenschaften der Lernobjekte hinsichtlich Barrierefreiheit. Letztere sollten in standardisierten Beschreibungen formalisiert werden, um ein Matching der Lerninhalte mit den bevorzugten Einstellungen der Lernenden zu ermöglichen. Jeschke et al. (2008) empfehlen mittels semantischer Enkodierung die Auszeichnung nicht nur von Inhalten, sondern auch aller inhaltsverbundenen Aspekte, wie etwa der Navigation. Ziel ist es, präsentationsorientierte Informationen für die von den Benutzerinnen und Benutzern verwendeten Technologien zur Verfügung zu stellen, um die Inhalte passend darzustellen. Zur Umsetzung wird von ihnen die modellgetriebene Entwicklung von barrierefreien Lernangeboten, zum Beispiel auf der Basis der Unifying Modeling Language 2 (UML 2), vorgeschlagen.

In **technischer Hinsicht** identifizieren Karampiperis und Sampson (2005) zwei grundsätzliche Aspekte, die es bei der Umsetzung von webbasiertem Lernen zu berücksichtigen gilt: Einerseits die Entwicklung von zugänglichen Lerninhalten und andererseits die Entwicklung von zugänglichen Schnittstellen und Interfaces, um die Inhalte aufrufen zu können. Letzteres beinhaltet auch das Design des Lernmanagementsystems und seine Zugänglichkeit. Technologisch gesehen sind Webseiten die am häufigsten genutzte Möglichkeit, Informationen und webbasierte Lernmaterialien im Internet zur Verfügung zu stellen. Trotz WAI-Richtlinien, Design-for-All, Universal-Design-Prinzipien, ISO-Standards und Verordnungen beziehungsweise Richtlinien sind viele Webseiten aber noch immer unzugänglich für Menschen mit Behinderung (Arrigo, 2005).

Lernplattformen und Lernumgebungen

Entwickler/innen von Lernplattformen und Lernumgebungen haben in vielen Fällen in den letzten Jahren große Anstrengungen hinsichtlich der Barrierefreiheit der von ihnen betreuten Produkte unternommen. Das Projekt VIP-Learn hat Leitlinien zur Begutachtung von Lernmanagement-Software erstellt, die für eine erste Begutachtung von Lernplattformen herangezogen werden können (URL: http://www.bfw-dueren.de/projekte/abgeschlosseneprojekte/e-learn-vip/projekt-verffentlichungen/c4ea_gl_lms_de.pdf).

Spezialfälle bei bestimmten Dateiformaten / Multimedia

Um die Vorteile von **multimedialen Lernelementen** auch für Menschen mit Behinderung zugänglich zu machen, sind Zugänglichkeitsüberlegungen schon beim Design und der Implementierung von multimedialen Inhalten zu berücksichtigen. CANnect, ein kanadisches Konsortium von Schulen und Philanthropen, identifiziert vier Aspekte, welche die Zugänglichkeit von multimedialen Inhalten negativ beeinflussen: unzugängliche Formate, fehlende Transkription von Audioinhalten, fehlende synchronisierte Untertitelung für Videodateien und fehlende Audiobeschreibung von Videodateien (CANnect, 2010). Darüber hinaus muss die Steuerung der Audio- und Videowiedergabe mittels Tastatur möglich und der Zugriff sowie die Verständlichkeit für Personen, die einen Screenreader verwenden, gegeben sein. Als Alternative zu kommerziellen Formaten bietet sich die Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) an. SMIL ist ein auf XML basierender, vom W3C entwickelter Standard für eine Auszeichnungssprache für zeitsynchronisierte, multimediale Inhalte und ermöglicht die Einbindung und Steuerung von Multimedia-Elementen wie Audio, Video, Text und Grafik in Webseiten.

CANnect nimmt einen klaren Standpunkt zu den folgenden Technologien ein: **Flash, Silverlight und JavaFX** sind Plattformen für die Entwicklung von Rich Internet Applications (RIAs) und beim derzeitigen Stand keine geeigneten Instrumente, um Textinhalte webbasiert anzubieten. Keine dieser Plattformen verfügt über die Möglichkeiten von HTML, Inhalte zu strukturieren und barrierefrei darzustellen (URL: <http://projectone.cannect.org/advice/non-html-dynamic.php>).

Die Konzeption des **Portable Document Format** (PDF), das Erscheinungsbild eines Dokuments auf allen Plattformen gleich aussehen zu lassen, widerspricht einem wichtigen Element von Barrierefreiheit: Die Darstellung von Inhalten sollte von Nutzerinnen und Nutzern an ihre individuellen Bedürfnisse angepasst werden können. Es empfiehlt sich vor der Erstellung eines PDF-Dokuments zu überlegen, ob nicht ein anderes Format, beziehungsweise bei Verwendung im Internet XML die bessere Alternative ist. Falls das PDF-Format verwendet werden muss, sollte 'tagged PDF' verwendet werden (erst dadurch wird das Dokument besser zugänglich), beziehungsweise eine Nachbesserung mit dem Softwareprogramm Adobe Acrobat Pro vorgenommen werden. Gute Ergebnisse hinsichtlich der Zugänglichkeit von PDF-Dokumenten lassen sich beispielsweise bei der Gestaltung des Dokuments in OpenOffice mit korrekter Strukturauszeichnung und dem PDF-Export erzielen. Die Verwendung von Lesezeichen fördert darüber hinaus die Navigation mit der Tastatur.

In der Praxis: Prinzipien und Leitlinien der Web Content Accessibility Guidelines 2.0

Vorbemerkung: Übersetzung der folgenden Prinzipien und Leitlinien der Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (<http://www.barrierefreies-webdesign.de/wcag2/index.html>)

Prinzip 1: Wahrnehmbarkeit

Mit dem Prinzip Wahrnehmbarkeit soll sichergestellt werden, dass alle Funktionen und Informationen so präsentiert werden, dass sie von jeder Nutzerin und jedem Nutzer wahrgenommen werden können.

Konkret bedeutet das: Stellen Sie Textalternativen für alle Nicht-Text-Inhalte zur Verfügung, so dass diese in andere vom Benutzer benötigte Formen geändert werden können, wie zum Beispiel Großschrift, Braille, Symbole oder einfachere Sprache. Stellen Sie Alternativen für zeitbasierte Medien zur Verfügung. Erstellen Sie Inhalte, die auf verschiedene Arten dargestellt werden können (zum Beispiel anderes Layout), ohne dass Informationen oder Struktur verloren gehen.

Praktische Anwendungsbeispiele: Keine rein grafischen Navigationselemente verwenden, schriftliche Alternative zu allen akustischen Geräuschen anbieten, skalierbare Schriftgrößen, Möglichkeit der individuellen Farbeinstellungen, ausreichender Kontrast, zum Beispiel von Text und Hintergrundfarbe, keine Information allein durch Farbwechsel transportieren.

Prinzip 2: Bedienbarkeit

Zur Sicherstellung der Bedienbarkeit müssen die Interaktionselemente der Anwendung von jeder Nutzerin und jedem Nutzer bedienbar sein.

Richtlinien: Sorgen Sie dafür, dass alle Funktionalitäten per Tastatur zugänglich sind. Geben Sie den Benutzer/innen ausreichend Zeit, Inhalte zu lesen und zu benutzen. Gestalten Sie Inhalte nicht auf Arten, von denen bekannt ist, dass sie zu Anfällen führen. Stellen Sie Mittel zur Verfügung, um Benutzer dabei zu unterstützen zu navigieren, Inhalte zu finden und zu bestimmen, wo sie sich befinden.

Praktische Anwendungsbeispiele: Für die Verwendung sollen keine speziellen Eingabegeräte benötigt werden. Alle Funktionen sind über die Tastatur (ohne Maus) steuerbar. Es gibt keine Zeitbeschränkungen. Die Navigationsbereiche sind ausreichend groß bzw. weit genug auseinander positioniert. Zur Bedienung sollten keine bewegten Elemente (zum Beispiel Flash-Animationen) verwendet werden.

Prinzip 3: Verständlichkeit

Das Prinzip Verständlichkeit besagt, dass in einer Webseite die Inhalte so einfach wie möglich angeboten werden sollen. Zusätzlich sollen diese in einer intuitiv erfassbaren Struktur, in der die Orientierung leicht fällt, eingebunden werden.

Richtlinien: Machen Sie Inhalte lesbar und verständlich. Sorgen Sie dafür, dass Webseiten vorhersehbar aussehen und funktionieren. Helfen Sie den Benutzern dabei, Fehler zu vermeiden und zu korrigieren.

Praktische Anwendungsbeispiele: Komplexität der Inhalte an den Nutzer/innen ausrichten – möglichst ‚einfache‘ Sprache verwenden. Visuelles Rauschen, zum Beispiel durch Farben, Ausrufezeichen, bestimmte Schrifttypen, vermeiden. Auf die wesentlichen Funktionen beschränken sowie auf umfangreiche Verwendung von Hintergrundinformationen und Zusatzfunktionen verzichten. Auf Fachausdrücke, Jargon, Anglizismen verzichten. Auf übersichtlichen Satzbau achten. Intuitive, logische Strukturierung der Inhalte oder der (Lern-)Umgebung vorsehen. Suchfunktion und Verlinkungen sinnvoll einsetzen. Symbole und Grafiken unterstützend einsetzen. Gegebenenfalls Gebärdensprachvideos anbieten.

Prinzip 4: Robustheit

Inhalte müssen robust genug sein, damit sie zuverlässig von einer großen Auswahl an Benutzeragenten einschließlich assistierender Techniken interpretiert werden können.

Richtlinie: Maximieren Sie die Kompatibilität mit aktuellen und zukünftigen Benutzeragenten, einschließlich assistierender Techniken.

Praktische Anwendungsbeispiele: Interoperabilität und Kompatibilität zu gängigen Produkten (zum Beispiel Vorlese- oder Vergrößerungssoftware) berücksichtigen. In der Planungsphase, zum Beispiel von Lernszenarien oder Online-Seminaren auf möglichen Zugang für assistive Technologien achten. Auf Weiterentwicklungen von Technologien achten, zum Beispiel hat sich die Zugänglichkeit von einigen Lernmanagementsystemen in den letzten Jahren stark verbessert.

Durch die Umsetzung des ISO-Standards ‚ISO 14289-1. Document management applications – Electronic document file format enhancement for accessibility – Part 1: Use of ISO 32000-1 (PDF/UA-1)‘ in Softwareprodukten soll es Anwender/innen in Zukunft noch leichter möglich sein, zugängliche PDF-Dokumente zu erstellen. PDF/UA-1 definiert Anforderungen an barrierefreie PDF-Dokumente, die von Softwareherstellerinnen und -herstellern, Behörden und Unternehmen in zunehmend stärkerem Maß angewandt und in Software zur Erstellung von PDF-Dokumenten einfließen werden (<http://www.access-for-all.ch/en/accessibility/accessible-pdf/pdf-ua.html>).

In der Praxis: Accessibility Check

Mit dem PDF Accessibility Checker (PAC 2) können Sie PDF-Dateien rasch bezüglich Barrierefreiheit testen: <http://www.access-for-all.ch/ch/pdf-werkstatt/pdf-accessibility-checker-pac.html>.

7. Werkzeuge und Methoden zur Überprüfung und Optimierung

Barrieren im Bereich Informationstechnik lassen sich durch folgende Maßnahmen aufspüren und beseitigen. Bitte beachten Sie, dass die barrierefreie Umsetzung von IKT basierendem Lehren und Lernen Spezialwissen benötigt, das eventuell die Einbeziehung von Expertinnen und Experten, zum Beispiel in der Anpassung von Learning Management Systemen, benötigt.

Ausprobieren

Eine grundlegende Methode, um die Zugänglichkeit zu testen, ist das Ausprobieren der Webseite mit verschiedenen Browsern, Betriebssystemen, Aus- und Eingabegeräten sowie Übertragungsraten unter Einbeziehung möglichst unterschiedlicher Nutzer/innen in unterschiedlichen Situationen und mit unterschiedlichen Voraussetzungen. Als sehr effektiv hat sich die Verwendung eines Text-Browsers (zum Beispiel Lynx, <http://lynx.browser.org/>) oder die Verwendung des WebFormators (stellt den Inhalt einer Internetseite in einem separaten Textfenster dar, <http://www.webformator.de>) erwiesen. Für Firefox gibt es die Erweiterung Fangs, die einen Screenreader emuliert (<http://addons.mozilla.org/>).



Installieren Sie den Textbrowser Lynx (<http://lynx.browser.org/>) und versuchen Sie in einer beliebigen Online-Zeitung oder einer Lernplattform zu navigieren.

Kriterienkataloge

Die **Biene-Kriterien** (Barrierefreies Internet Eröffnet Neue Einsichten) stellen einen übersichtlich dargestellten Katalog von Zugänglichkeitskriterien dar, der auch für technisch weniger Versierte leicht nachvollziehbar formuliert ist (hier für den derzeit letzten Wettbewerb 2010: <http://www.biene-wettbewerb.de/kriterien/BIENE-Kriterien-2010.pdf>). Die WCAG 2.0 (W3C, 2008b) stehen im Zentrum zahlreicher Richtlinien und Spezifikationen. Sie decken einen großen Bereich von Empfehlungen ab, um Webinhalte barrierefreier zu machen. Von Universitäten und anderen Einrichtungen wurden Checklisten zur barrierefreien Gestaltung von Webanwendungen und Webauftritten erstellt.



Hier zwei Beispiele:

- Universität Erlangen <http://www.vorlagen.uni-erlangen.de/regeln/checkliste.shtml> [2013-08-19]
- Universität Innsbruck <http://www.uibk.ac.at/elearning/barrierefreiheit/> [2013-08-19]

Automatisierte Prüfverfahren

Automatisierte Prüfverfahren sind eine nützliche Hilfe für die Evaluierung bestehender und die Erstellung neuer Webseiten. Mit ihnen lassen sich Schnelltests in kurzen Zeitabständen wiederholen, um auch die laufenden Aktualisierungen oder letzten Versionen auf formale Richtigkeit zu überprüfen. Automatische Prüfprogramme können nur unterstützende Werkzeuge sein, weil durch sie lediglich das Vorhandensein zum Beispiel von Alternativtexten, Struktur- und Metadaten im Quelltext geprüft, nicht aber deren (Un-)Sinn oder Qualität überprüft wird (Zapp, 2004).

Hier einige Beispiele für Browser-Erweiterungen und Online-Werkzeuge, welche die Einhaltung von Webstandards und Accessibility-Kriterien überprüfen und das Verhalten einer Webseite unter verschiedenen Anzeige- und Rezeptionsbedingungen simulieren:

- W3C-MarkUp-Validator (<http://validator.w3.org/>): überprüft den Code von HTML, XHTML, SVG, MATHML, SMIL, etc. Dokumenten
- W3C-CSS-Validator (<http://jigsaw.w3.org/css-validator/>): überprüft den CSS-Code
- HTML-Validator für Firefox (<https://addons.mozilla.org/de/firefox/addon/html-validator/>): Das Firefox-Add-On fügt der Quellcode-Anzeige des Browsers den Tidy-Validator von W3C hinzu. Sehr nützlich und informativ: In einem Icon in der Statuszeile des Browsers werden fehlerfreie Seiten mit einem grünen Haken gekennzeichnet, beziehungsweise mit einem Warnhinweis oder einem roten Symbol bei Fehlern.
- Total Validator (<http://www.totalvalidator.com/>): HTML, Zugänglichkeit (WCAG 1.0 und 2.0; Section 508), Link-Checker, Screenshots mit sehr vielen Browsern.

Good-/Best-Practice-Beispiele

Vorbilder findet man zum Beispiel unter den Preisträgern des BIENE-Wettbewerbs der Aktion Mensch. Aufschlussreich ist auch ein Blick in den Quelltext der Webseiten von Blindenbibliotheken.

Professionelle Expertise und Beratung

Die Komplexität der Umsetzung barrierefreier Informationstechnik erfordert in vielen Fällen professionelle Beratung begleitend zur Projektplanung und zur Qualitätskontrolle. Universitäten, Verbände und Initiativen bieten darüber hinaus Lehrgänge und Workshops zu einzelnen Aspekten barrierefreier Informationstechnik an.

8. Ausblick

Jede Seite im Intra- oder Internet, jeder im Netz publizierte Text, jeder Beitrag oder Kommentar in einer Mailingliste, einem Weblog oder öffentlichen Chat, jedes auf einschlägige Plattformen hochgeladene Lernobjekt, Foto, Video oder Podcast, jeder Wiki-Eintrag und jeder Microlearning-Inhalt ist eine elektronische Publikation und sollte so barrierearm wie möglich gestaltet beziehungsweise präsentiert werden.

Durch die zunehmend interaktive und mobile Internetnutzung verlagert sich die Verantwortung für die Zugänglichkeit der so erstellten (Lern-)Inhalte zunehmend von Webdesignerinnen und -designern und Content-Entwicklerinnen und -Entwicklern auf breite, im Bereich Webstandards unkundige Nutzer/innenkreise und auf die Hersteller/innen von Autorenwerkzeugen und Anwendungsprogrammen.

Der Umsetzung des W3C-Standards für Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) und der Anwendung der Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) kommt so noch stärkere Bedeutung zu. Ein barrierearmer Webauftritt unter Verwendung der W3C-Standards ist zeitgemäß und zukunftssicher bezüglich der eingesetzten Technologien, da die W3C-Empfehlungen auch zukünftig Kompatibilität mit neuen Technologien und Weiterentwicklungen gewährleisten. Der höhere Aufwand, der sich zunächst ergeben kann, wird durch die Verbesserung der Nutzbarkeit ausgeglichen und ermöglicht einigen Menschen überhaupt erst die Nutzung der Anwendung (Krüger, 2007).



Empfehlung zur weiteren Lektüre:

- Hellbusch, J. E. und Probiesch, K. (2011). Barrierefreiheit verstehen und umsetzen: Webstandards für ein zugängliches und nutzbares Internet. Heidelberg: Dpunkt.
- Hellbusch, J. E. und Mayer (2006). Barrierefreies Webdesign. Webdesign für Menschen mit körperlichen Einschränkungen. Osnabrück: Know-Ware Verlag.
- Radtke, A. und Charlier, M. (2006). Barrierefreies Webdesign. Attraktive Websites zugänglich gestalten. München: Addison-Wesley.
- Für ein vertieftes Verständnis der Internetnutzung durch Menschen mit Behinderung lesen Sie bitte „How People with Disabilities Use the Web“, <http://www.w3.org/WAI/intro/people-use-web/>

Literatur

- Antidiskriminierungsrichtlinie 2000/43/EG (2000). URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0043:DE:NOT> [2013-08-19].
- Antidiskriminierungsrichtlinie 2000/78/EG (2000). URL: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0078:DE:HTML> [2013-08-19].
- Arrigo, M. (2005). E-Learning Accessibility for blind students. In: Proceeding of the 3rd International Conference on ICT's in Education- ICTE2005 Cáceres, Extremadura (Spanien). URL: <http://medialt.no/pub/utin/Blind%20students.pdf> [2013-08-19].

- Biene Wettbewerb (2010). Kriterien der BIENE 2010. URL: <http://www.biene-wettbewerb.de/kriterien/BIENE-Kriterien-2010.pdf> [2013-08-19].
- Bundesministerium für Arbeit, Soziales Und Konsumentenschutz (2009). Behindertenbericht 2008. Bericht der Bundesregierung über die Lage von Menschen mit Behinderungen in Österreich 2008. URL: http://www.bmask.gv.at/cms/site/attachments/7/4/9/CH2092/CMS1359980335644/behindertenbericht_09-03-17.pdf [2013-08-19].
- CANnect (2010). Accessible Video and Audio. URL: <http://projectone.cannect.org/advice/video-audio.php> [2013-08-19].
- European Commission (2009). Study on Web accessibility in European countries: level of compliance with latest international accessibility specifications, notably WCAG 2.0, and approaches or plans to implement those specifications. URL: http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/library/studies/docs/access_comply_main.pdf [2013-08-19].
- Freyhoff, G.; Hess, G.; Kerr, L.; Menzel, E.; Tronback, B. & Van Der Veken, K. (1998). Make it Simple. European Guidelines for the Production of Easy-to-Read Information for People with Learning Disability for authors, editors, information providers, translators and other interested persons. URL: <http://digitalcommons.ilr.cornell.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&context=gladnetcollect> [2013-08-19].
- Grill, I. (2005). Inklusive Bildung. Erste Schritte zu einer gemeinsamen Erwachsenenbildung für behinderte und nichtbehinderte Menschen. URL: <http://bidok.uibk.ac.at/library/handbuch-inklusiv.html> [2013-08-19].
- Gröblinger, O. (2007). Barrierefreies E-Learning?!: Impulse zur Integration Web Accessibility Standards im Hochschul-E-Learning-Kontext. In: Forum Neue Medien in der Lehre Austria (Hrsg.), fnma-Austria Strategie 2010, 15. fnm-austria Tagung, URL: http://www.fnm-austria.at/tagung/FileStorage/view/tagungsbaende%5C/fnma-tagungband_final_print.pdf [2010-07-13].
- Jeschke, S.; Pfeiffer, O. & Vieritz, H. (2008). Accessibility and Model-Based Web Application Development for eLearning-Environments. In: Proceedings of the International Conference on Technology Communication and Education, 218-222.
- Karampiperis, P. & Sampson, D. (2005). Designing learning systems to provide accessible service. In: Proceedings of the 2005 International Cross-Disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A), 72-80.
- Krüger, M. (2007). Barrierefreie Gestaltung für Blinde im E-Lernen am Beispiel einer Flash-basierten Anwendung. Berlin: Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, URL: <http://www.cs.uni-potsdam.de/aghb/download/Krueger-Accessible-Flash-Thesis.pdf> [2013-08-19].
- Miesenberger, K. (2004). „equality = e-quality“ 'design for all' und 'accessibility' als Grundlage für eine demokratische, offene und inklusive Gesellschaft. In: E. Feyerer; W. Pammer (Hrsg.), Qual-I-tät und Integration, Beiträge zum 8. PraktikerInnenforum, Linz: Universitätsverlag Rudolf Trauner.
- Miesenberger, K. (2005). Grundlagen der Assistierenden Technologien (AT). Handreichung zur Lehrveranstaltung „Assistierende Technologien“. Linz.
- Miesenberger, K. (2008). „equality = e-quality“ - Wie Chancengleichheit (equality) in der Informationsgesellschaft von Barrierefreiheit als Qualitätsmerkmal neuer Technologien (e-Quality) abhängt. In: A. Bretterebner-Ziegerhofer (Hrsg.) Lebenswerte Lebenswelten, Graz.
- Tesar, M.; Feichtinger, R. & Kirchwegger, A. (2009). Evaluierung von Open Source Lernmanagementsystemen in Bezug auf eine barrierefreie Benutzerschnittstelle. In: A. Schwill & N. Apostolopoulos (Hrsg.), Lernen im Digitalen Zeitalter. DeLFI 2009 - Die 7. E-Learning-Fachtagung Informatik. URL: <http://www.waxmann.de/index.php?id=20&cHash=1&buchnr=2199> [2013-08-19].
- W3C - World Wide Web Consortium (2008a). Richtlinien für barrierefreie Webinhalte (WCAG) 2.0. URL: <http://www.w3.org/Translations/WCAG20-de> [2013-08-19].
- W3C - World Wide Web Consortium (2008b). Understanding WCAG 2.0. A guide to understanding and implementing Web Content Accessibility Guidelines 2.0. URL: <http://www.w3.org/TR/UNDERSTANDING-WCAG20/Overview.html> [2013-08-19].
- Zapp, M. (2004). Automatische Tests auf Barrierefreiheit. URL: <http://www.bitvtest.de/infothek/artikel/lesen/automatische-tests.html> [2013-08-19].

