

Barrierefreie Interaktion zwischen Mensch und Technologie – Ein Konzept eines Leitfadens für Softwareentwickler*innen basierend auf Gesetzen, Normen und Richtlinien

Marcel ENDRES¹, Zeynep TUNCER²

¹ *Wilhelm Bücher Hochschule, Hilpertstraße 31, 64295 Darmstadt*

² *Duale Hochschule Baden-Württemberg, Coblitzallee 1-9, 68163 Mannheim*

Kurzfassung: Das Ziel dieser Forschungsarbeit besteht darin, ein Konzept für Softwareentwickler*innen zu entwickeln, das auf den geltenden Gesetzen, Normen und Richtlinien basiert und Hilfestellungen bei der Webentwicklung bietet. Durch eine umfassende Literaturrecherche wurde ein Leitfaden erstellt, der in zwei Hauptbereiche unterteilt ist. Der erste Bereich umfasst 18 Anforderungsempfehlungen mit Überschriften, grundlegenden Anforderungen und Prüfkriterien. Jedes Prüfkriterium verweist auf die Ursprungsdefinition der relevanten Norm oder Verordnung (BFSGV, WCAG 2.1 und BITV 2.0), um zusätzliche Hintergrundinformationen bereitzustellen. Als Alleinstellungsmerkmal und Abgrenzung zur bestehenden Literatur wird der Leitfaden visualisiert, um die zuvor definierten Anforderungen in vordefinierte Cluster nach ihren Schwerpunkten zu ordnen und dabei Entwickler*innen noch besser zu unterstützen. Der Leitfaden ist als Orientierungshilfe konzipiert, um die Konformität mit den geltenden Normen und Gesetzen sicherzustellen. Die Arbeit konzentriert sich auf die Untersuchung der Barrierefreiheit von digitalen Produkten und Online-Dienstleistungen, insbesondere auf Webanwendungen für Computer und mobile Endgeräte.

Schlüsselwörter: Barrierefreiheit, Webentwicklung, Gesetze, Richtlinien, Softwareentwicklung, BFSGV, WCAG 2.1 und BITV 2.0

1. Motivation und Zielsetzung

Die Sicherstellung von Barrierefreiheit ist von entscheidender Bedeutung, sowohl in der physischen Umgebung als auch im digitalen Raum, insbesondere bei der Entwicklung von Websites und mobilen Anwendungen. Es ist unerlässlich, Maßnahmen zu ergreifen, um eine inklusive Nutzung für alle, einschließlich Menschen mit Behinderungen, zu gewährleisten. Gesetze wie das Barrierefreiheitsstärkungsgesetz (BFSG) der EU legen klare Anforderungen für die Barrierefreiheit von digitalen Produkten fest, die zu einem bestimmten Zeitpunkt verpflichtend werden.

Neben gesetzlichen Vorschriften zeigt auch der Stand der Technik verschiedene Ansätze zur Umsetzung von Barrierefreiheit, insbesondere im Bereich der Softwareentwicklung. Es gibt eine Vielzahl von Tools und Dienstleistungen zur Validierung, wobei sowohl technologische Aspekte als auch die Benutzerperspektive eine wichtige Rolle spielen. Beispielsweise ist WAI-ARIA eine bedeutende Spezifikation für die Entwicklung barrierefreier Websites, da sie zusätzliche HTML-Attribute bereitstellt, um die Zugänglichkeit zu verbessern.

Assistive Technologien wie Screen-Reader und Spracherkennungssysteme sind entscheidend, um Websites für Menschen mit Behinderungen zugänglich zu machen. Im Bereich des mobilen Designs sind Funktionen wie größere Icons und Voice-Over/TalkBack von großer Bedeutung für die Barrierefreiheit. Künstliche Intelligenz kann ebenfalls dazu beitragen, bestimmte Aspekte der Barrierefreiheit zu verbessern, beispielsweise durch die Generierung fehlender Bildbeschreibungen. Zusätzlich bieten Tools wie Eye-Able Report und Browsererweiterungen Möglichkeiten zur Analyse und Evaluation der Barrierefreiheit von Websites. Insgesamt existiert eine Vielzahl von Ansätzen und Werkzeugen, um die Barrierefreiheit von Software zu fördern.

Die Vielfalt an verfügbaren technologischen Hilfsmitteln, Gesetzen, Normen und Richtlinien stellt Softwareentwickler*innen vor die Herausforderung, dass sie möglicherweise unzureichend unterstützt werden und Schwierigkeiten bei der Entwicklung barrierefreier Technologien auftreten können. Untersuchungen haben gezeigt, dass Fehler in der Softwareentwicklung häufig bereits in frühen Phasen auftreten und nicht rechtzeitig behoben werden, was zu ernsthaften Problemen führen kann. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Forschungsfrage, wie ein Leitfaden für Softwareentwickler*innen gestaltet werden kann, der die geltenden Gesetze, Normen und Richtlinien für die Entwicklung barrierefreier Websites umfasst, insbesondere hinsichtlich der Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen für Entwickler*innen und einen transparenten Überblick über die relevanten Anforderungen zur Gestaltung barrierefreier Websites bietet.

2. Gesetzen, Normen, Richtlinien

Um die aufgestellte Forschungsfrage zu verifizieren, wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, die darauf abzielt, die aktuellen Richtlinien, gesetzlichen Anforderungen und Normen im Bereich der Barrierefreiheit zu analysieren. Besonderes Augenmerk galt der Untersuchung, wie ein visueller Leitfaden gestaltet sein kann, um Softwareentwickler*innen bei der Umsetzung zu unterstützen. Die Recherche fokussierte sich auf die detaillierte Analyse bestehender Richtlinien im Kontext der Barrierefreiheit.

Die Ergebnisse der Recherchen zeigen, dass der CIO Bund (Beauftragter der Bundesregierung für Informationstechnik) verschiedene Vorgaben und Richtlinien zur Umsetzung der IT-Barrierefreiheit für maßgeblich erachtet. Darunter fallen:

- das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG),
- die Barrierefreie Informationstechnologie-Verordnung (BITV 2.0),
- die harmonisierte Europäische Norm (EN 301 549),
- die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.1)
- sowie die PDF/UA (DIN ISO-14289-1:2016-12).

Darüber hinaus wurden zusätzlich zu den genannten Vorgaben das Barrierefreiheitsgesetz (BFSG) sowie die dazugehörige Verordnung (BFSGV) in die Untersuchung einbezogen. Im Kontext der barrierefreien Gestaltung von Software erlangt auch die Norm DIN EN ISO 9241-171 Relevanz, die als "Leitlinie für die Zugänglichkeit von Software" fungiert. Die systematische Zusammengehörigkeit der Gesetze, Verordnungen, Normen und Standards zur Barrierefreiheit ist in Abbildung 1 dargestellt.

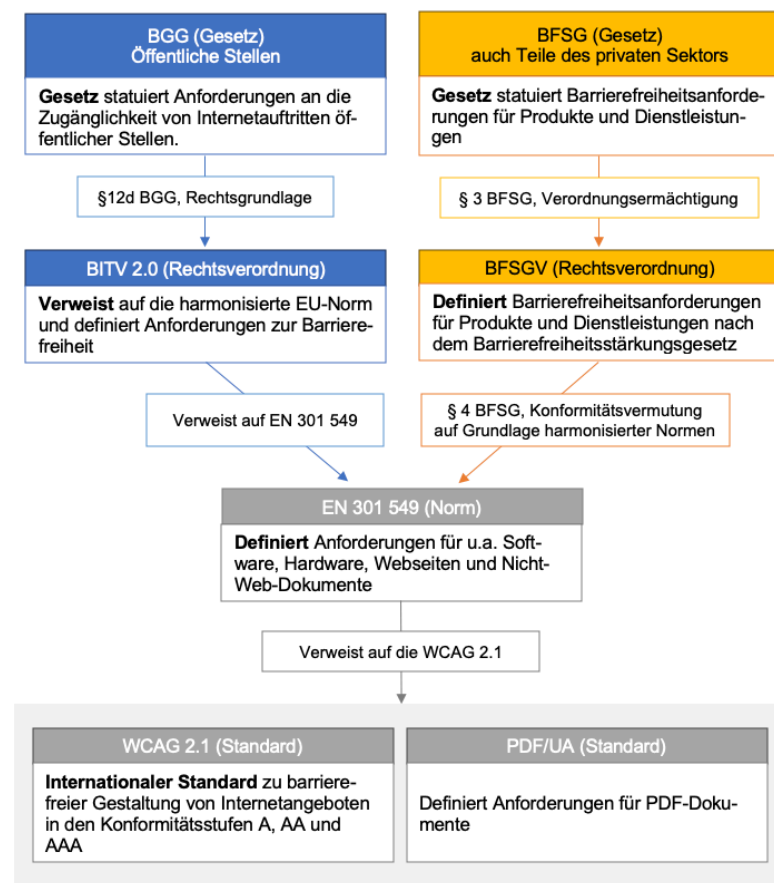


Abbildung 1: Systematische Zusammengehörigkeit der Gesetze, Verordnungen, Normen und Standards zur Barrierefreiheit, eigene Abbildung

Die durchgeführte Literaturrecherche hat wichtige Erkenntnisse zu den Anforderungen und Prüfkriterien für die Barrierefreiheit von digitalen Anwendungen geliefert, sowohl für Desktop- als auch für mobile Endgeräte. Besonderes Augenmerk lag dabei auf den WCAG 2.1, EN 301 549 und BITV 2.0, die als maßgebliche Definitionen für barrierefreie Lösungen identifiziert wurden. Angesichts des neu eingeführten Barrierefreiheitsstärkungsgesetzes (BFSG), das ab dem 28. Juni 2025 in Kraft tritt, wurde der Fokus auf dieses Gesetz gelegt, um einen Leitfaden zu erstellen, der die erweiterten Anforderungen ab diesem Datum angemessen berücksichtigt. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage für einen konzeptionellen Leitfaden, der Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen für die barrierefreie Anwendungsentwicklung bietet. Die Anforderungen an Barrierefreiheit wurden aus der Literatur abgeleitet, insbesondere aus den Europäischen Normen, Gesetzen und Verordnungen zur Umsetzung dieser Gesetze. Basierend darauf wurden konkrete Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen entwickelt. Die Grundlage bildete die WCAG 2.1, ergänzt durch Kriterien der EN 301 549 und Prüfkriterien nach BITV 2.0.

Die Formulierungen der BFSGV wurden ebenfalls integriert, um alle untersuchten Forschungsfelder einzuschließen.

Im direkten Vergleich von WCAG 2.1, BITV 2.0 und den Anforderungen der BFSGV wurden Parallelen identifiziert, was zu einer systematischen Strukturierung der Anforderungen führte.

Die Anforderungen wurden in Cluster gruppiert, um sie besser zu organisieren und redundanten Anforderungen entgegenzuwirken, welche in Tabelle 1 dargestellt werden.

Tabelle 1: Clustern der Anforderungen

Cluster	Anforderungen	Erwähnungen
HTML-Struktur und Aufbau	Textalternativen	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Eingabemodalitäten	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Kraft und Reichweite	BFSGV
	Lesbar	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Vorhersehbar	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Zeitbasierte Medien	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Videofähigkeiten	BITV 2.0
	Sehvermögen	BFSGV
	Hörvermögen	BFSGV
	Zwei-Wege-Sprachkommunikation	BITV 2.0
Wahrnehmung	Unterscheidbar	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Farbunterscheidung	BFSGV
	Anpassbar	WCAG 2.1, BITV 2.0
	(Fotosensitive) Anfälle	WCAG 2.1, BITV 2.0, BFSGV
	Benutzerpräferenzen	BITV 2.0
	Kognitive Einschränkungen	BFSGV
Assistive Systeme	Tastaturbedienbarkeit	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Eingabeunterstützung	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Kompatibel	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Manuelle Bedienung	BFSGV
	Autorenwerkzeuge	BITV 2.0
Konsistenz	Navigierbar	WCAG 2.1, BITV 2.0
	Ausreichend Zeit	WCAG 2.1, BITV 2.0
Aktivierung und Datenschutz	Allgemeine Anforderungen	BITV 2.0
	Dokumentation und Support	BITV 2.0
	Privatsphäre	BFSGV

Die Entwicklung des Leitfadens basierte im Wesentlichen auf dem Format der untersuchten Verordnungen. Jede Anforderung erhielt einen aussagekräftigen Titel, gefolgt von einer detaillierten Beschreibung der konkreten Anforderungen. Um eine bessere Veranschaulichung zu ermöglichen, wurden alle Anforderungen visualisiert, um sie in einen praxisbezogenen Kontext zu setzen und das Verständnis zu erleichtern. Die Visualisierung wurde als fester Bestandteil jeder Anforderung integriert, um den Entwickler*innen den Einstieg in die Barrierefreiheitsanforderungen zu erleichtern.

3. Leitfaden

Der entwickelte Leitfaden ist in zwei Bereiche unterteilt. Der erste Bereich besteht aus 18 Anforderungsempfehlungen, die jeweils eine Überschrift, grundlegende Anforderungen und Prüfkriterien umfassen. Zu jedem Prüfkriterium wird die Ursprungsdefinition der relevanten Norm oder Verordnung (BFSGV, WCAG 2.1 und BITV 2.0) referenziert, um zusätzliche Hintergrundinformationen bereitzustellen.

In der Abbildung 2 ist eine Darstellung der "Anforderung 01: Labels für alle Daten-Eingabefelder und -Ausgabefelder, sowie für gruppierte Informationen" als Beispiel zu sehen.

Damit haben Softwareentwickler*innen die Möglichkeit, alle Anforderungen im Rahmen ihrer Entwicklung einzubeziehen und sicherzustellen, dass sie sich an verschiedene Gesetze und Normen gehalten haben.



1.) HTML-Struktur und Aufbau	
Aussagekräftige Labels, Textalternativen, Zeitbasierte Medien, Barrierefreie HTML-Struktur	
Anforderung 01: Labels für alle Daten-Eingabefelder und -Ausgabefelder, sowie für gruppierte Informationen <p>Grundsätzlich gilt, jede Seite soll einen Titel besitzen, der das Thema oder die Absicht einer Internetseite beschreibt. Dies schließt ebenfalls den Seitentitel im Browser-Tab mit ein (Tab-Browsing), um den Standort für Screenreader-Nutzer zu identifizieren und die Verwaltung der Bookmarks zu erleichtern.</p> <p>Interaktionen und Transaktionen mithilfe von Formularen stellen einen besonderen Komplexitätsgrad dar, welche ohne die nachfolgenden Punkte für blinde Menschen zu einer sicheren Barriere führen wird und Formulare für Screenreader-Nutzer unbrauchbar macht [19].</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Zur Navigierbarkeit sind für alle Ein- und Ausgabefelder (bspw. Input-Felder, Radio-Buttons, Radio-Button-Groups, etc.) aussagekräftige Überschriften und Beschriftungen zu spezifizieren [14]. ○ Im sogenannten <label>-Element wird eine gut sichtbare und aussagekräftige Beschriftung vorausgesetzt. Weiterhin ist es essenzielle, dass die Beschriftung mit dem zugehörigen Feld (bspw. mit dem for-Attribut) verknüpft ist. Für das automatische Ausfüllen von Nutzerdaten in Formularen ist weiterhin die korrekte Verwendung der autocomplete-Attribute (bspw. autocomplete="family-name" für Familienname) notwendig [20]. ○ Eine sichtbare Beschriftung von Bedienelementen im zugänglichen Namen (bspw. Links, Beschriftungen von Textfeldern, Buttons oder Checkboxes) sorgen für gute Eingabemodalitäten [11]. 	
 BITV 2.0: Eingabemodalitäten	 WCAG 2.1: Navigierbar, Eingabemodalitäten

Abbildung 2: Labels für alle Daten-Eingabefelder und -Ausgabefelder, sowie für gruppierte Informationen

Zusätzlich zu diesen 18 Anforderungen wurde eine visuelle Darstellung entwickelt, um die zuvor definierten Anforderungen in vordefinierte Cluster nach ihren Schwerpunkten zu ordnen. Diese Cluster umfassen: HTML-Struktur und Aufbau, Wahrnehmung, Assistive Systeme, Konsistenz sowie Aktivierung und Datenschutz, wie in Abbildung 3 ersichtlich ist. Diese visuelle Darstellung dient als Checkliste mit den wichtigsten Anforderungen, die im Rahmen der Entwicklung essenziell sind.



Abbildung 3: Visualisierter Leitfaden

4. Literatur

- Bundesfachstelle Barrierefreiheit, Das Barrierefreiheitsstärkungsgesetz, Online: https://www.bundesfachstelle-barrierefreiheit.de/DE/Fachwissen/Produkte-und-Dienstleistungen/Barrierefreiheitsstaerkungsgesetz/barrierefreiheitsstaerkungsgesetz_node.html
- Leitlinien für die Anwendung des Barrierefreiheitsstärkungsgesetzes, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Online: https://www.bundesfachstelle-barrierefreiheit.de/SharedDocs/Downloads/DE/Externe-Veroeffentlichungen/bmas-leitlinien-bfsg.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Barrierefreiheit-Dienste Konsolidierung Bund, WCAG, Online: <https://www.barrierefreiheit-dienste-konsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/wcag/wcag-artikel.html#:~:text=WCAG%20ist%20ein%20internationaler%20Standard,sehr%20gut%20dokumentierten%20WCAG%2DKriterien.>
- Gesetze im Internet, Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG) § Barrierefreiheit, Online: https://www.gesetze-im-internet.de/bgg/_4.html
- Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat. BAR-RIEREFREIE SOFTWARE V1.0. Quelle: <https://www.stmfh.bayern.de/digitalisierung/barrierefreiheit/BarrierefreieSoftware.pdf>
- Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik, Artikel: Vorgaben und Richtlinien, Online: <https://www.cio.bund.de/Webs/CIO/DE/digitaler-wandel/it-barrierefreiheit/vorgaben-und-richtlinien/vorgaben-und-richtlinien-node.html>
- Wahl M in Informationen zur Umsetzung von barrierefreier Informationstechnik im Sinne von § 3 Absatz 5 BITV 2.0. 01.08.2021. Online: https://www.bfit-bund.de/DE/Publikation/standard-der-barrierefreiheit.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- Barrierefreiheit-Dienstekonsolidierung Bund, BITV2.0, Online: https://www.barrierefreiheit-dienste-konsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/bitv2-0/bitv2-0-node.html;jsessionid=E6E967A026F6E93D2FD045121DBB9FD1.1_cid295
- BIK BITV-Test. Prüfschritte EN 301 549 (Web), Online: <https://ergebnis.bitvtest.de/pruefverfahren/bitv-20-web>
- Der Beauftragte für Bundesregierung für Informationstechnik, Gesetze und Richtlinien: EN 301 549, Online: <https://www.barrierefreiheit-dienstekonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/en301549/en301549-node.html>
- Barrierefreie Webseite, Europäischer Standard EN 301 549, Online: <https://www.barrierefreie-webseite.de/barrierefreies-webdesign/en-301-549-europaeischer-standard/einfuehrung>
- BIK BITV-Test. Prüfschritte WCAG-Test (Web), Online: <https://ergebnis.bitvtest.de/pruefverfahren/wcag-21-web>
- Barrierefreies Webdesign, Prinzipien, Online: <https://www.barrierefreies-webdesign.de/richtlinien/wcag-2.1/>
- Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik, Gesetze und Richtlinien: BFSG, Online: <https://www.barrierefreiheit-dienstekonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/barrierefreiheitsstaerkungsgesetz/barrierefreiheitsstaerkungsgesetz-node.html>
- Börsenverein, Leitfaden zur Barrierefreiheit von Webseiten. Online: <https://www.boersenverein.de/beratung-service/barrierefreiheit/leitfaden-zur-barrierefreiheit-von-webseiten/>
- Barrierefreies Webdesign, Erfolgskriterien und Konformitätsbedingungen der Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1, Online: <https://www.barrierefreies-webdesign.de/richtlinien/wcag-2.1/erfolgskriterien/>
- Buzer.de, Verordnung über die Barrierefreiheitsanforderungen für Produkte und Dienstleistungen nach dem Barrierefreiheitsstärkungsgesetz (Verordnung zum Barrierefreiheitsstärkungsgesetz – BFSGV), Online: <https://www.buzer.de/BFSGV.htm>
- nimm! Netzwerk Inklusion mit Medien, Assistive Technologien, Online: <https://www.inklusive-medienarbeit.de/assistive-technologien/>
- Alle Quellen wurden am 07. Oktober 2023 um 17:00 Uhr zuletzt abgerufen.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de