

Inklusive Interaktion

Barrierefreie Datendashboards für alle Nutzer*innen

Dr. Claudia Loitsch

ally design, Dresden

claudia.loitsch@ally-design.de

Dr. Stefanie Drejack

Koordinierungsstelle

Chancengleichheit Sachsen

Universität Leipzig

Leipzig, Deutschland

stefanie.drejack@kc-sachsen.de

Miriam Grünz

Koordinierungsstelle

Chancengleichheit Sachsen

Universität Leipzig

Leipzig, Deutschland

miriam.gruenz@kc-sachsen.de

ABSTRACT

Statistische Informationen werden zunehmend über interaktive Online-Dashboards bereitgestellt. Diese ermöglichen es Nutzer*innen, eigenständig Daten visuell und interaktiv zu erkunden und erste Analysen durchzuführen – ganz ohne spezielle Vorkenntnisse oder zusätzliche Software. Damit solche Angebote allen Menschen offenstehen, muss Barrierefreiheit von Anfang an mitgedacht und konsequent umgesetzt werden.

Der Beitrag befasst sich mit der Konzeption, dem Design und der prototypischen Umsetzung barrierefreier Datendashboards. Praxisnah wird erläutert, wie technische Anforderungen (z. B. API-Schnittstellen, ARIA-Attribute, semantische Auszeichnung) und UI/UX-Aspekte (z. B. Tastaturbedienbarkeit, Farbkontrast, Screenreader-Kompatibilität, Verständlichkeit) zusammenspielen und wie sich Standards zur digitalen Barrierefreiheit wirksam auf interaktive Datenvisualisierungen anwenden lassen.

CCS CONCEPTS

- Human-centered computing, Accessibility, Accessibility systems and tools
- Human-centered computing, Accessibility, Empirical studies in accessibility

KEYWORDS

Barrierefreiheit, Interaktive Datenvisualisierung, Assistenztechnologien, User-Centered Design, Inklusive Interfaces

1 Einleitung und Problemstellung

Interaktive Online-Dashboards haben sich als zentrale Instrumente der statistischen Informationsvermittlung etabliert. Sie erlauben es Anwender*innen, Datensätze eigenständig zu explorieren,

visuell zu analysieren und Hypothesen zu entwickeln – ohne dass dafür vertiefte Fachkenntnisse oder zusätzliche Software erforderlich sind. Durch die Kombination von Informationsaufbereitung und explorativer Freiheit leisten Dashboards einen wesentlichen Beitrag zur effektiven Datenkommunikation. Besonders im Kontext der öffentlichen Verwaltung und wissenschaftlicher Institutionen gewinnen solche Dashboards an Bedeutung, da sie Transparenz schaffen und evidenzbasierte Entscheidungen unterstützen. Sie ermöglichen verschiedenen Zielgruppen – von Forschenden über Entscheidungsträger*innen bis hin zur Öffentlichkeit – auf relevante Daten zuzugreifen und diese nach eigenen Bedürfnissen zu analysieren.

Damit diese Angebote allen Menschen zugänglich sind, muss Barrierefreiheit von Anfang an mitgedacht werden. Dies ist nicht nur gesetzlich vorgeschrieben, sondern auch eine Voraussetzung für gleichberechtigte Teilhabe: Menschen mit Behinderungen stoßen in vielen Dashboards auf erhebliche Barrieren – etwa fehlende Tastaturbedienbarkeit, unzureichende Screenreader-Unterstützung oder geringe Farbkontraste.

Vor diesem Hintergrund behandelt dieser Beitrag die Frage: Wie lassen sich interaktive Datendashboards so gestalten und technisch umsetzen, dass sie den Anforderungen der digitalen Barrierefreiheit entsprechen und für alle Nutzer*innengruppen vollständig zugänglich sind?

Am Beispiel der Machbarkeitsstudie „EqualityView“ – einem Projekt der Koordinierungsstelle Chancengleichheit Sachsen zur Visualisierung von Gleichstellungsdaten an sächsischen Hochschulen – wird gezeigt, wie sich die technische und gestalterische Umsetzung barrierefreier Dashboards prüfen lässt. Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 beleuchten wir die Bedeutung von Datendashboards und den Forschungsstand zur barrierefreien Datenvisualisierung. Kapitel 3 erläutert gesetzliche Grundlagen und technische Anforderungen. In Kapitel 4 wird anhand einer exemplarischen Analyse dreier Dashboards öffentlicher Stellen gezeigt, wie der aktuelle Stand der Barrierefreiheit von Datendashboards in der Praxis ist. Die Entwicklung einer barrierefreien Lösung für Datendashboards – von der Tool-Auswahl über Prototyping bis zum Testdesign mit Expert*innen für Hilfsmitteltechnologien – wird in Kapitel 5 dargestellt. Kapitel 6 präsentiert die Evaluationsergebnisse.

Published by the Gesellschaft für Informatik e.V. and the German UPA e.V. 2025

D. Winter, T. Jackstädt & J. Hinze (Hrsg.):

Mensch und Computer 2025 – Usability Professionals, 31. August - 03. September 2025, Chemnitz

© 2025 Copyright by the authors.

<http://dx.doi.org/10.18420/muc2025-up-230>

Abschließend formuliert Kapitel 7 konkrete Design- und Umsetzungsempfehlungen als Handlungsanleitung für die Praxis.

2 Datendashboards: Nutzen und Forschungsstand zur barrierefreien Datenvisualisierung

Datendashboards sind heute ein zentrales Werkzeug der Informationsvermittlung. Sie bündeln komplexe Daten, bereiten sie visuell auf und ermöglichen schnelle Einsichten. Über interaktive Filter, Vergleiche und grafische Hervorhebungen lassen sich Zusammenhänge erkennen, die in reinen Tabellen schwer zugänglich wären. Sie erfüllen drei Kernfunktionen:

- Datenbündelung: Unterschiedliche Quellen werden in einer klar strukturierten Darstellung zusammengeführt.
- Unterstützung von Entscheidungen: Visuelle Mustererkennung erleichtert es, Trends, Korrelationen und Ausreißer zu identifizieren.
- Niedrige Einstiegshürden: Auch Personen ohne tiefe Analysekenntnisse können Daten eigenständig erkunden.

Trotz dieser Vorteile sind viele Dashboards für Menschen mit Behinderungen nur eingeschränkt nutzbar. Häufig fehlen Tastaturnavigation, Screenreader-Unterstützung oder barrierefreie Farbgestaltung [1][2].

Ein grundlegender Forschungsansatz zum Verständnis barrierefreier Datenvisualisierungen stammt von Lundgard und Satyanarayan (2022)[3]. Sie entwickelten ein vierstufiges Modell semantischer Inhalte für natürliche Sprachbeschreibungen:

1. Elementare und kodierte Eigenschaften: Grundlegende Konstruktionselemente wie Diagrammtypen, Achsenbeschriftungen und Legenden
2. Statistische Konzepte und Beziehungen: Deskriptive Statistiken, Extremwerte und Korrelationen
3. Perzeptive und kognitive Phänomene: Komplexe Trends und Muster, die durch visuelle Wahrnehmung erkennbar werden

4. Kontextuelle und domänenspezifische Einsichten: Erklärungen, die Fachwissen und gesellschaftlichen Kontext einbeziehen

Ihre Studie mit blinden und sehenden Teilnehmenden verdeutlichte, dass beide Gruppen unterschiedliche Beschreibungsebenen bevorzugen. Blinde Nutzer*innen fanden primär Ebenen 2 und 3 (Statistiken und Trends) hilfreich, während sehende Nutzer*innen die Ebenen 3 und 4 (Trends und Kontext) bevorzugten. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, Beschreibungen zielgruppenspezifisch anzupassen.

Einen technischen Ansatz zur Überwindung dieser Barrieren entwickelten Elavsky, Nadolskis und Moritz (2024)[4] mit dem „Data Navigator“. Dieses Framework transformiert Visualisierungen in zugängliche, navigierbare Strukturen wie Listen oder Graphen, die multimodale Interaktionen via Screenreader, Tastatur oder Sprache ermöglichen. Es erleichtert die Nachrüstung bestehender Visualisierungen und die Entwicklung neuer barrierefreier Prototypen.

In eine ähnliche Richtung argumentiert die Arbeit zu „Rich Screen Reader Experiences“[5], dass einfache Alternativtexte oft unzureichend sind. Sie plädieren für strukturierte, navigierbare Screenreader-Erlebnisse, die einen Wechsel zwischen Gesamtüberblick und Detailinformationen erlauben. Tests mit blinden und sehbehinderten Nutzenden belegen bessere Verständlichkeit und mehr Kontrolle.

Praxisorientierte Ansätze, beispielsweise vom Kanton Zürich oder von Highcharts, bieten konkrete Empfehlungen für Design und Umsetzung. Die Relevanz von klaren Farbkontrasten, dem Zwei-Merkmale-Prinzip (Informationen nicht nur über Farbe vermitteln) und der strukturierten Bereitstellung von Rohdaten in zugänglichen Tabellen sind hierbei zentrale Aspekte. Oliver Schwamb (2024)[6] von heise online betont, dass Barrierefreiheit über bloße Alt-Texte hinausgeht und die grundlegende „Sinnfrage“ der Visualisierung für alle Nutzer*innen zugänglich gemacht werden muss.

Tabelle 1 fasst Nutzen und zentrale Forschungsergebnisse zusammen:

Nutzen von Dashboards	Erkenntnisse zur Barrierefreiheit
Präsentation komplexer Informationen auf einen Blick	Semantische Beschreibungsmodelle ermöglichen gezielte, zielgruppenorientierte Zugänglichkeit (Lundgard & Satyanarayan, 2022)
Förderung schneller Entscheidungen	Navigation und multimodale Zugriffsmöglichkeiten erweitern Zugänglichkeit (Elavsky, Nadolskis und Moritz, 2024)
Intuitive Visualisierung und Vergleich	Screenreader-Erlebnisse sollten strukturiert und interaktiv sein (Zong et. al., 2022)
Verbesserte Usability	Farbkontraste, Alternativtexte, Tabellen und klare Sinnorientierung als Basismaßnahmen

Tabelle 1: Nutzen von Datendashboards und Erkenntnisse zur Barrierefreiheit

Zusammenfassend erfordert die barrierefreie Gestaltung von Dashboards mehr als nur die visuelle Darstellung von Daten. Sie kombiniert technische Frameworks, Designprinzipien und die frühzeitige Einbindung betroffener Nutzer*innengruppen, um Transparenz, Verständlichkeit und Entscheidungsunterstützung für alle zu gewährleisten.

3 Gesetzliche Grundlagen und technische Anforderungen an barrierefreie Datendashboards

Die Berücksichtigung von Barrierefreiheitsstandards im digitalen Bereich lässt sich innerhalb der Europäischen Union u.a. aus der EU-Richtlinie 2016/2102 ableiten. Die Richtlinie

verpflichtet öffentliche Stellen, ihre Websites und mobilen Apps barrierefrei zu gestalten. Die Umsetzung innerhalb des Bundes erfolgt durch das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) sowie die Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV 2.0) und in verschiedenen Gesetzen auf der Ebene der Bundesländer. Für den privatwirtschaftlichen Bereich ist die EU-Richtlinie 2019/882, auch genannt „European Accessibility Act“ (EAA), maßgebend. Der EAA zielt darauf ab, die Umsetzung von Inklusion und Barrierefreiheit von Produkten und Dienstleistungen im Binnenmarkt zu verbessern und wurde in Deutschland mit dem Inkrafttreten des Barrierefreiheitsstärkungsgesetzes (BFSG) 2025 umgesetzt. Die konkreten Anforderungen zur Umsetzung digitaler Barrierefreiheit im Sinne der gesetzlichen Grundlagen werden in spezifischen Standards formuliert. Diese werden im folgenden Abschnitt für die Umsetzung eines barrierefreien Dashboards vorgestellt. Im Fokus stehen dabei zunächst alle relevanten Kriterien der Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) für interaktive Elemente. Anschließend werden die spezifischen Anforderungen der WCAG für Grafiken und Diagramme erläutert.

Bei der WCAG handelt es sich um eine mehrstufige Anleitung und Richtlinie, die es ermöglicht, Webentwicklung und Web-Design für Menschen mit Behinderung so barrierefrei wie möglich zu gestalten[7]. Sie basieren auf vier Prinzipien: die Inhalte müssen wahrnehmbar, bedienbar, verständlich und robust sein. Zusätzlich gibt es drei WCAG-Konformitätsstufen (A, AA und AAA), die angeben, inwieweit die Anforderungen an die Barrierefreiheit erfüllt sind. Stufe A stellt das Mindestmaß an Barrierefreiheit und beinhaltet grundlegende Anforderungen an die Barrierefreiheit. Stufe AA gilt als Standardstufe und behebt viele der häufigsten Barrieren. Die Stufe AAA ist die höchste Stufe und soll die bestmögliche Zugänglichkeit für Webanwendungen, etc. ermöglichen (ITZBund, 2024).

Für interaktive Inhalte sind folgende Kriterien besonders relevant:

- Tastaturbedienbarkeit
 - 2.1.1. Tastatur (A)
 - 2.1.2. Keine Tastaturfalle (A)
 - 2.1.4. Zeichenkurzbefehle (A)
- Fokus-Management
 - 2.4.3. Fokus-Reihenfolge (A)
 - 2.4.7. Fokus sichtbar (AA)
- Eingaben und Steuerung
 - 3.2.1. Bei Fokus (A)
 - 3.2.2. Bei Eingabe (A)
- Zeitbegrenzung und Animationen
 - 2.2.1. Zeitbegrenzung (A)
 - 2.3.1. Drei Blitze oder weniger (A)
 - 2.3.3. Animationen aus Interaktionen (AAA)
- Fehlereingaben und Hilfen
 - 3.3.1. Fehlererkennung (A)
 - 3.3.2. Beschriftungen oder Anweisungen (A)
 - 3.3.3. Fehlervermeidung (AA)

Nachfolgend werden alle für Grafiken und Diagramme geltenden WCAG-Kriterien, sortiert nach den oben genannten vier Prinzipien, vorgestellt. Für das Prinzip Wahrnehmung ist dabei

folgendes zu beachten: Zunächst verlangt Kriterium 1.1.1 (Nicht-Text-Inhalt, Stufe A), dass aussagekräftige, textbasierte Alternativbeschreibungen für Grafiken und Diagramme bereitgestellt werden. Bei komplexen Darstellungen schreibt Kriterium 1.3.1 (Informationen und Beziehungen, Stufe A) vor, dass die enthaltenen Daten zusätzlich in Form von Tabellen oder Fließtext angeboten werden sollten, um den Zugang zu erleichtern.

Kriterium 1.4.1 (Verwendung von Farbe, Stufe A) stellt sicher, dass Informationen nicht ausschließlich über Farben vermittelt werden – stattdessen sollten ergänzende Mittel wie Muster, Symbole oder Beschriftungen eingesetzt werden. Die Kriterien 1.4.3 (Kontrast, Stufe A) und 1.4.11 (Nicht-Text-Kontrast, Stufe AA) definieren Mindestkontraste: Für Text in Grafiken ist ein Kontrastverhältnis von mindestens 4,5:1 erforderlich, für nicht-textuelle Bedienelemente mindestens 3:1.

Darüber hinaus fordern die Kriterien 1.4.4 und 1.4.10 (beide Stufe AA), dass Inhalte ohne Qualitätsverlust vergrößerbar sein müssen – möglichst ohne horizontales Scrollen. Dies lässt sich durch den Einsatz von Vektorgrafiken oder skalierbaren Layouts erreichen.

Für das Prinzip Bedienbarkeit müssen laut den Punkten 2.1.1 und 2.1.2 (Stufe A) Diagramme vollständig mit der Tastatur bedienbar sein, ohne dass Nutzer*innen in sogenannten Tastaturfallen stecken bleiben. Die Fokusreihenfolge sollte gemäß 2.4.3 (Stufe A) logisch nachvollziehbar sein und gemäß dem Punkt 2.4.7 (Stufe AA) einen deutlich sichtbaren Fokus aufweisen, damit die Navigation klar erkennbar ist. Zudem fordern die Kriterien 2.5.1 und 2.5.2 (beide Stufe A) barrierefreie Alternativen zu komplexen Zeigergesten, wie etwa Mehrfingereingaben, sowie eine Bestätigung vor der Ausführung von Aktionen – einfache Berührungen dürfen nicht unbeabsichtigt zu Interaktionen führen.

Das Prinzip der Verständlichkeit fordert, dass bei Benutzeraktionen, wie Eingaben, keine unerwarteten Kontextänderungen verursacht werden (3.2.2. Bei Eingabe, Stufe A). Ebenfalls gefordert wird, dass eine verständliche Fehlermeldung bei ungültigen Eingaben erscheint (3.3.1 Fehleridentifikation, Stufe A). Des Weiteren sollte auf eine eindeutige Beschriftung sowie klare Anweisungen bei allen interaktiven Elementen geachtet werden, um Missverständnisse zu vermeiden (3.3.2., Etiketten oder Anweisungen, Stufe A).

Für eine robuste Zugänglichkeit interaktiver Inhalte ist es wichtig, dass Assistenztechnologien alle Elemente korrekt erkennen und interpretieren können. Laut Kriterium 4.1.2 (Stufe A) müssen Name, Rolle und Wert von Bedienelementen programmatisch verfügbar sein – dies kann durch den gezielten Einsatz von ARIA-Attributen erreicht werden. Zudem schreibt Kriterium 4.1.3 (Stufe AA) vor, dass Statusmeldungen wie Ladehinweise oder Fehlermeldungen so ausgezeichnet sind, dass sie automatisch von Screenreadern erfasst und ausgegeben werden.

4 Exemplarische Analyse: Dashboards öffentlicher Stellen im Barrierefreiheitstest

Im Rahmen dieser Studie wurden drei Dashboards öffentlicher Stellen exemplarisch auf ihre Barrierefreiheit untersucht:

1. [Dashboard Deutschland](#) (Statistisches Bundesamt) bietet umfangreiche Daten zur wirtschaftliche Lage in Deutschland,
2. [Gesundheit in Deutschland](#) (Robert Koch-Institut) visualisiert aktuelle Gesundheitsdaten,
3. [Dashboard zur Mobilfunk- und Breitbandversorgung in ländlichen Räumen](#) (Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat) zeigt Daten zur digitalen Infrastruktur in ländlichen Räumen.

Die Auswahl konzentrierte sich bewusst auf Dashboards aus dem öffentlichen Sektor, da diese gemäß den gesetzlichen Vorgaben zur Barrierefreiheit – insbesondere dem Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und der Barrierefreien-

Informationstechnik-Verordnung (BITV) – barrierefrei gestaltet sein müssen. Ziel dieser Untersuchung war es, sowohl konzeptionelle als auch praktische Umsetzungsbeispiele zu analysieren.

Das Dashboard Deutschland enthält zahlreiche interaktive Grafiken zu über 100 Indikatoren zu den Themenbereichen Arbeitsmarkt, Bauen und Wohnen, Energie, Finanzen sowie Konjunktur und Wirtschaft. Im Screenshot gezeigt sind zwei Beispieldiagramme zur Energiepreisentwicklung. Die Daten werden in Form eines Liniendiagramms mit farblich unterscheidbaren Kurven sowie einer entsprechenden Legende präsentiert. Zusätzlich gibt es oberhalb des Diagramms kurze Erläuterungen in Form eines Fließtextes.

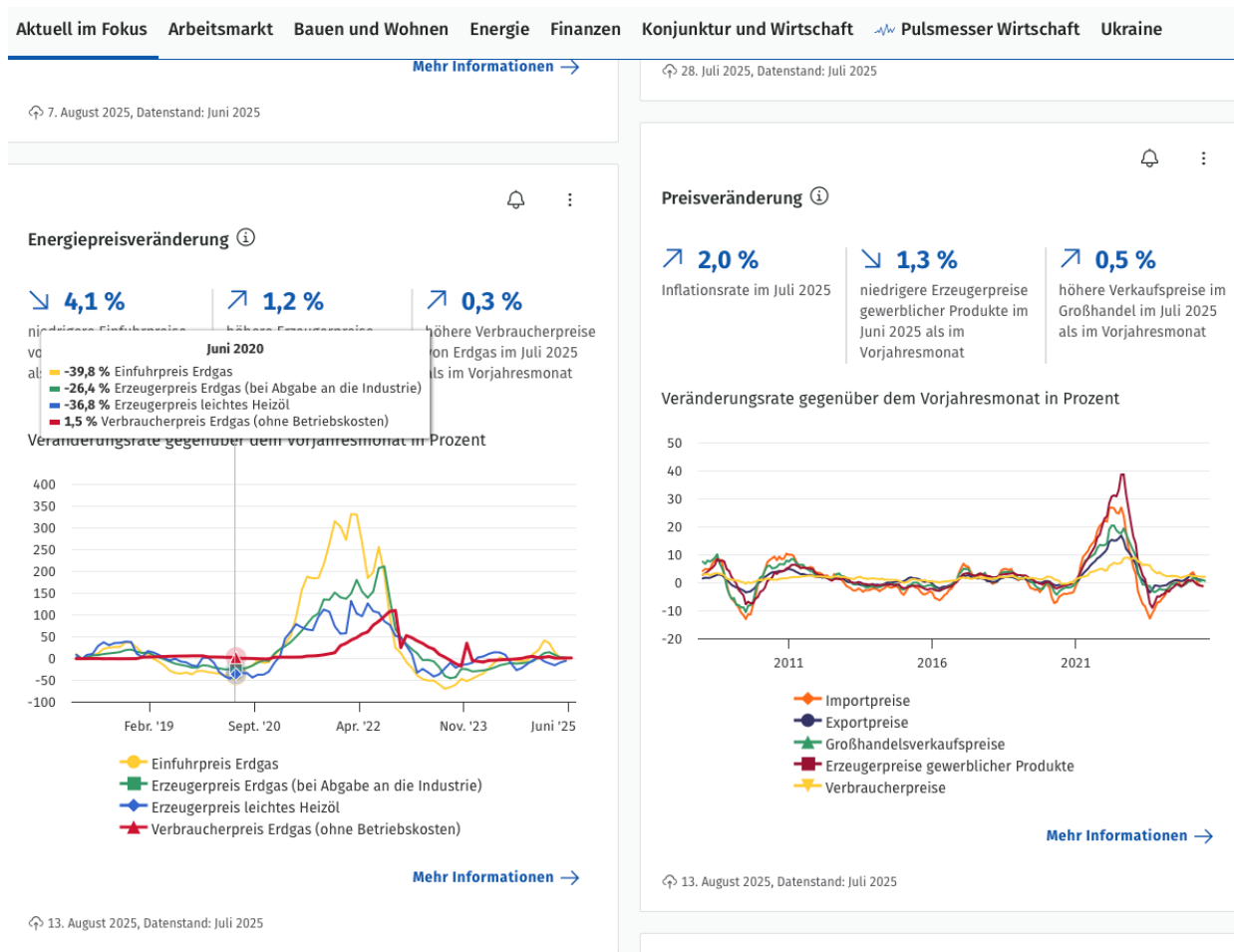


Abbildung 1: Screenshot Dashboard Deutschland (Statistisches Bundesamt)

Das Datendashboard Gesundheit in Deutschland vom Robert Koch-Institut präsentiert verschiedene Indikatoren aus den Bereichen Gesundheitsverhalten, Gesundheitsvorsorge und Gesundheitszustand und ermöglicht eine Visualisierung der

Indikatoren nach Geschlecht, Alter und Bundesland. Die Informationen werden anhand von Balken- und Liniendiagrammen sowie einer geografischen Karte vermittelt.

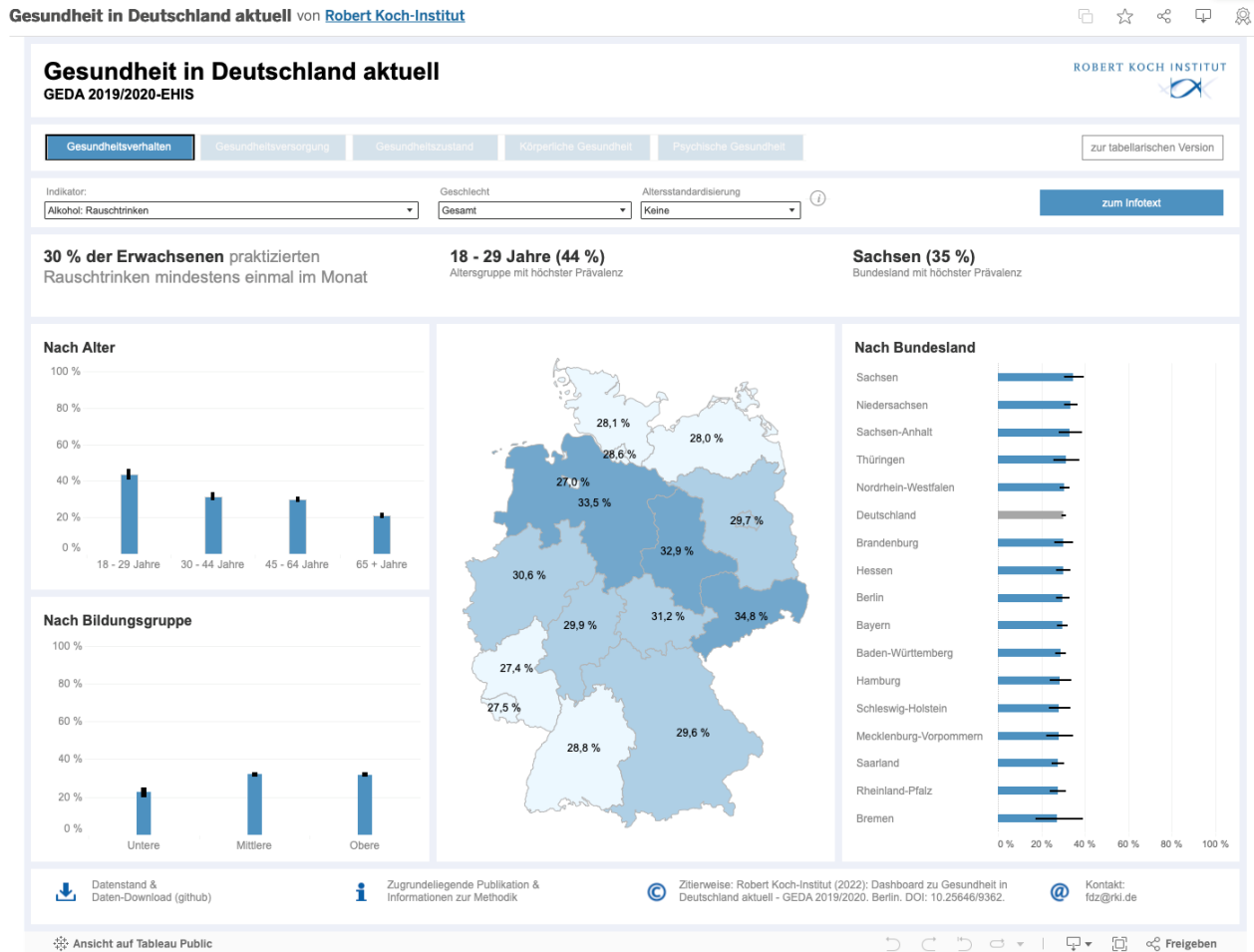


Abbildung 2: Screenshot Datendashboard Gesundheit in Deutschland (Robert Koch-Institut)

Das Dashboard digitale Infrastruktur präsentiert verschiedene Indikatoren zur aktuellen und historischen Mobilfunk- und Breitbandversorgung von ländlichen Räumen, landwirtschaftlich

genutzten Flächen und landwirtschaftlichen Betrieben. Dabei ist die Auswertung auf einer Karte oder durch Diagramme möglich (Linien- und Balkendiagramme).

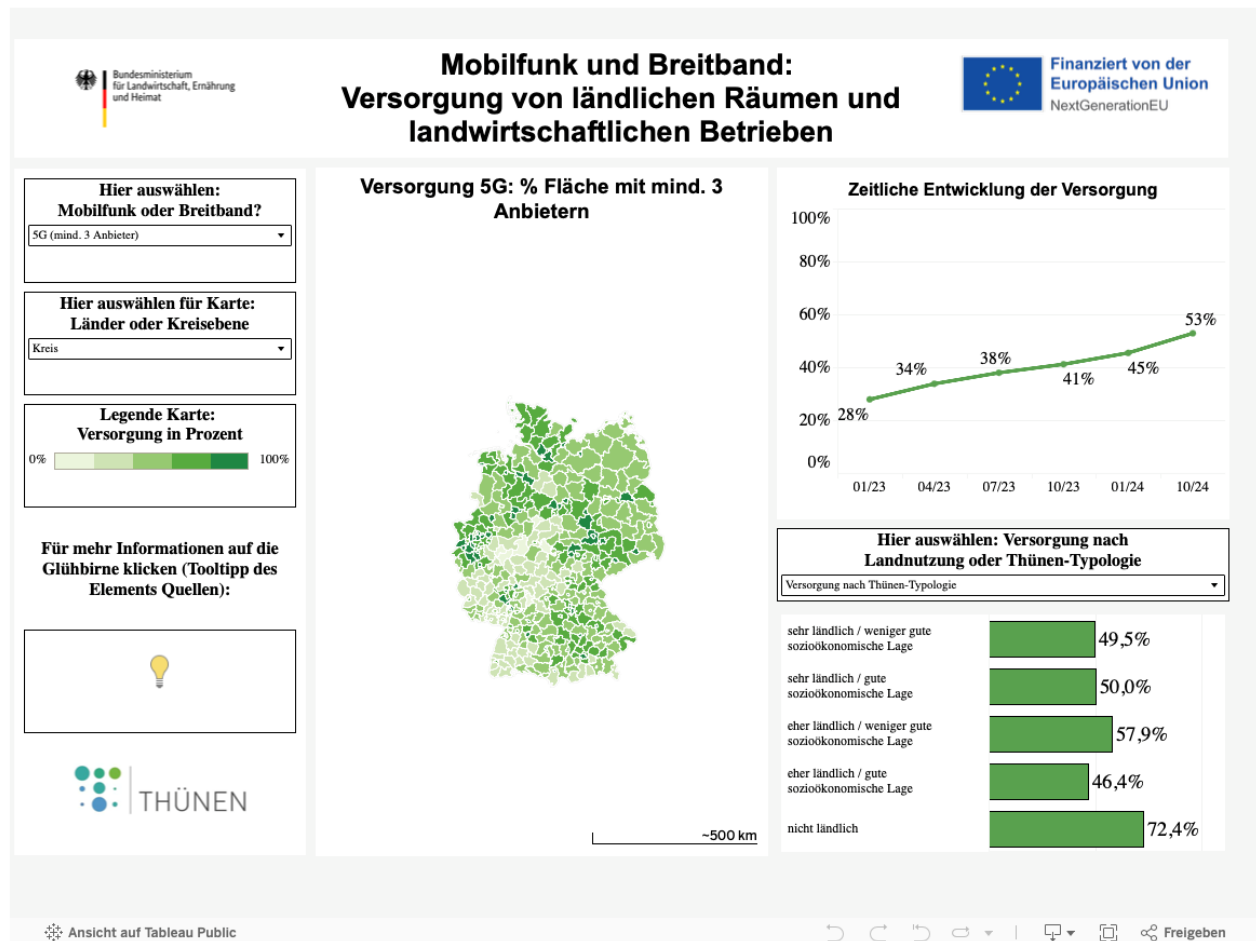


Abbildung 3: Screenshot Datendashboard digitale Infrastruktur (BLMEH)

4.1 Methodik

Zur exemplarischen Untersuchung der drei ausgewählten Datendashboards wurde zunächst geprüft, ob eine Barrierefreiheitserklärung gemäß BITV öffentlich vorliegt.

Diese Erklärungen sind für Webseiten öffentlicher Stellen verpflichtend und geben Auskunft über den Umsetzungsstand sowie bestehende Barrieren im Sinne der gesetzlichen Vorgaben. Darüber hinaus erfolgte eine stichprobenhafte Prüfung der Barrierefreiheit mithilfe automatisierter Testwerkzeuge sowie durch manuelle Sichtung. Besonderes Augenmerk lag auf der Tastaturnebenbarkeit interaktiver Elemente, insbesondere von Datenpunkten innerhalb der Visualisierungen. Ein vollständiger Audit auf Barrierefreiheit wurde nicht durchgeführt, da dieser im Rahmen des Projekts unverhältnismäßig aufwändig gewesen wäre und nicht dem explorativen Charakter der Untersuchung entsprach.

4.2 Ergebnis

Alle untersuchten Dashboards zeigen grundsätzliche Bemühungen um Barrierefreiheit – etwa durch die Nutzung von Symbolen, ergänzenden Infotexten oder tabellarischen Ansichten.

Diese Maßnahmen sind jedoch nicht konsistent umgesetzt und reichen nicht aus, um die Anforderungen der WCAG 2.2 zu erfüllen. Insbesondere bei der Tastaturnavigation, der Screenreader-Kompatibilität und der semantischen Struktur bestehen deutliche Defizite:

- Dashboard Deutschland überzeugte teilweise durch die Kombination aus Farben und Symbolen, bot jedoch keine zugängliche Datenalternative (z. B. Tabellen) und unzureichende Screenreader-Unterstützung.
- Das Dashboard über Gesundheitsdaten, umgesetzt mit Tableau, stellte zwar eine Tabellenansicht bereit, scheiterte jedoch an grundlegender Tastaturnebenbarkeit und an kontrastarmen Visualisierungen.
- Das Dashboard zur digitalen Infrastruktur verfügte als einziges über eine ausführliche Barrierefreiheitserklärung, erfüllte jedoch zentrale Anforderungen wie Fokussteuerung oder zugängliche Tooltips nur unvollständig.

Vergleichend zeigt sich:

- Keine der Plattformen erfüllt die Anforderungen der WCAG 2.2 Kriterien in vollem Umfang.

- Die Barrierefreiheit bleibt häufig auf formale Erklärungen beschränkt, ohne konsequente funktionale Umsetzung.
- Die Informationsvermittlung erfolgt überwiegend visuell – barrierefreie Alternativen fehlen oft vollständig.

Diese exemplarische Analyse verdeutlicht: Bestehende öffentliche Dashboards bieten Ansatzpunkte für Verbesserungen, sind aber derzeit nicht als barrierefreie Vorbilder geeignet. Umso wichtiger ist es, durch konkrete Best-Practice-Beispiele zu zeigen, wie barrierefreie Datendashboards in der Praxis erfolgreich umgesetzt werden können.

Kriterium	Dashboard Deutschland	Dashboard über Gesundheitsdaten	Dashboard zur digitalen Infrastruktur
Barrierefreiheitserklärung	Ja, unvollständig. Es werden keine konkreten Barrieren benannt.	Nein	Ja, gemäß nach BITV und mit Auflistung aller Barrieren
Wahrnehmbar (Diagramme beschriftet, kontrastreich, Information ohne Farbe erkennbar)	Teilweise, Beschreibungen vorhanden, Farben und Symbole werden kombiniert eingesetzt, keine Kontrastfehler	Teilweise, keine Beschreibungen und Textalternativen, jedoch alternative Zugänge zu Daten über Tabellen, geringer Kontraste	Teilweise, keine Beschreibungen und Textalternativen, kein alternativer Zugang durch Tabelle, geringer Kontraste
Bedienbar (Tastaturnavigation)	Teilweise, Datenpunkte können mit Tastatur angesteuert werden, jedoch nicht die einzelnen Beschriftungen und Beschreibungen und Tooltips	Teilweise, Filter können angesteuert werden, Datenpunkte auch, aber die Diagrammelemente bieten keine logische und semantische Struktur	Teilweise: Filter können angesteuert werden, Datenpunkte auch, aber die Diagrammelemente bieten keine logische und semantische Struktur
Verständlich	Teilweise, hohe Informationsdichte, komplexe Diagrammdarstellungen	Teilweise, hohe Informationsdichte, komplexe Diagrammdarstellungen	Teilweise, hohe Informationsdichte, komplexe Diagrammdarstellungen

Tabelle 2: Vergleichende Bewertung der betrachteten Beispiele

5 Proof-of-Concept-Studie

Basierend auf der zuvor durchgeführten Anforderungsanalyse und der exemplarischen Untersuchung bestehender Dashboards wurde deutlich: Interaktive Datendashboards sind häufig rein visuell konzipiert, während alternative Zugangswege – etwa für Screenreader oder Tastatursteuerung – kaum berücksichtigt werden. Ein zentraler Grund hierfür liegt in der Wahl der zugrunde liegenden Software: Viele Dashboards entstehen mithilfe verbreiteter Tools wie Power BI, Tableau oder JavaScript-Frameworks (z.B.: amCharts oder highCharts), deren Unterstützung für Barrierefreiheit stark variiert.

5.1 Methodik

Um valide Aussagen über die technische Eignung verschiedener Werkzeuge für barrierefreie Dashboards treffen zu können, wurden im Rahmen dieser Studie drei Proof-of-Concept-Prototypen entwickelt. Ziel war es, exemplarisch zu prüfen, wie gut sich die unterschiedlichen Visualisierungsansätze dieser Tools mit assistiven Technologien bedienen lassen – insbesondere im Hinblick auf Tastaturzugänglichkeit und Screenreader-Kompatibilität. Anschließend wurden die Prototypen in einem Nutzendentest mit betroffenen Personen hinsichtlich ihrer Bedienbarkeit und Verständlichkeit evaluiert.

5.2 Vorstellung der Prototypen

Alle untersuchten Dashboards zeigen grundsätzliche Bemühungen um Barrierefreiheit – etwa durch die Nutzung von Symbolen, ergänzenden Infotexten oder tabellarischen Ansichten. Diese Maßnahmen sind jedoch nicht konsistent umgesetzt und reichen nicht aus, um die Anforderungen der WCAG 2.2 zu erfüllen. Insbesondere bei der Tastaturnavigation, der Screenreader-Kompatibilität

1. Als Nutzer*in möchte ich mir einen Überblick über die Habilitationszahlen an sächsischen Hochschulen verschaffen (Häufigkeit).
2. Als Nutzer*in möchte ich sehen, wie sich die Habilitationen von Frauen und Männern über die Zeit entwickelt haben (Verlauf).
3. Als Nutzer*in möchte ich die geografische Verteilung der Gleichstellungsdaten in Deutschland nachvollziehen.

Das visuelle Design war nicht Bestandteil der Untersuchung. Im Mittelpunkt stand die technische und funktionale Zugänglichkeit über unterschiedliche Eingabemethoden und Hilfsmittel.

Alle drei Prototypen (siehe Abbildungen 4 bis 6) folgen dem gleichen inhaltlichen Aufbau, bestehend aus drei Visualisierungsmodulen:

1. Balkendiagramm (oben): Darstellung der Habilitationszahlen von Frauen und Männern, gruppiert nach Jahr und Hochschule.
 - a. amCharts und HighCharts zeigen jeweils getrennte Balken für Männer und Frauen.
 - b. Tableau verwendet ein gestapeltes Balkendiagramm mit farblicher Segmentierung.
 - c. Eine Filterfunktion erlaubt die Auswahl spezifischer Jahre und Hochschulen; Legenden unterstützen die Zuordnung der Daten.
2. Liniendiagramm (Mitte): Visualisierung des zeitlichen Verlaufs der Habilitationen getrennt nach Geschlecht.
 - a. amCharts und HighCharts nutzen eine gemeinsame Y-Achse; Tableau stellt getrennte Y-Achsen für Männer und Frauen dar.
 - b. Auch hier sind Filteroptionen und eine farblich unterstützte Legende vorhanden.
3. Interaktive Deutschlandkarte (unten): Darstellung der Gesamtanzahl der Habilitationen pro Bundesland.
 - a. Die Karte ist ebenfalls filterbar und wird durch eine erklärende Legende ergänzt.

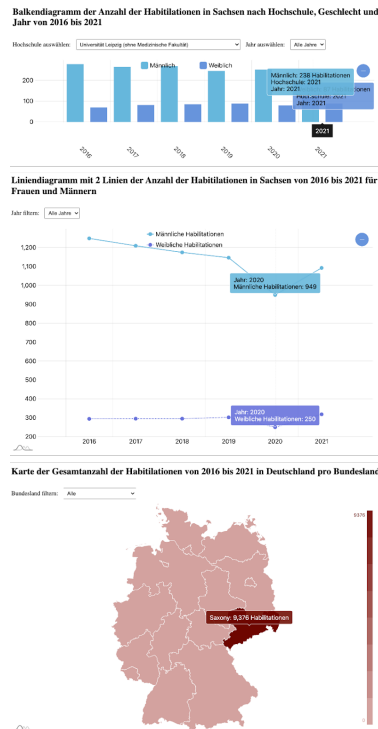


Abbildung 4: Screenshot der Proof-of-Concept Prototypen für amCharts

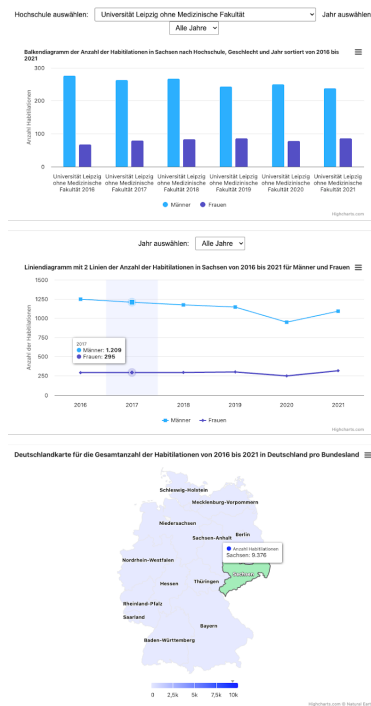


Abbildung 5: Screenshot der Proof-of-Concept Prototypen für HighCharts

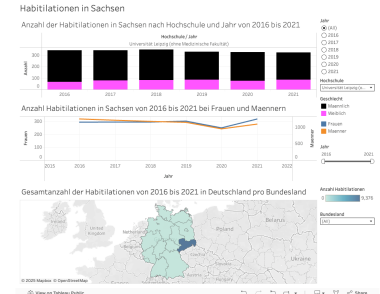


Abbildung 6: Screenshot der Proof-of-Concept Prototypen für Tableau

Interaktion mit den Prototypen:

Neben den Filteroptionen bieten alle drei Prototypen verschiedene Möglichkeiten zur Interaktion mit den Diagrammen:

In amCharts kann die Skala über einen sogenannten semantischen Zoom dynamisch gestaucht oder gestreckt werden. Dies ermöglicht eine flexible Exploration, bringt aber besondere Herausforderungen für die Barrierefreiheit mit sich – etwa im Bereich der Fokusführung oder der Zoomkontrolle bei assistiven Technologien. Informationen zu einzelnen Datenpunkten werden in Tooltips angezeigt, die sich per Klick (am Desktop) oder Tab (auf mobilen Geräten) aktivieren lassen.

HighCharts verzichtet auf semantischen Zoom. Tooltips werden nur über Hover mit der Maus angezeigt – was die Zugänglichkeit für Nutzende ohne Maus deutlich einschränkt.

Auch Tableau bietet keinen semantischen Zoom, erlaubt aber das Anzeigen von Tooltips über Hover oder Klick. Die Nutzbarkeit dieser Funktion variiert allerdings je nach verwendeter Technologie und Eingabemethode.

6 Ergebnisse der Evaluation der Prototypen

Für die Entwicklung barrierefreier digitaler Angebote ist die frühzeitige Einbindung von Menschen mit Behinderungen als Expert*innen in eigener Sache wichtig. Wie unter anderem Mateus et al. (2021)[8] zeigen, können automatisierte Prüfwerkzeuge nur einen Teil der Barrieren erkennen, wobei es sich dabei meist um technische Verstöße gegen die WCAG handelt. Tests mit betroffenen Nutzer*innen decken darüber hinaus praxisrelevante Probleme auf – beispielsweise unklare

Navigationsstrukturen, missverständliche Interaktionsmuster oder schwer verständliche Sprache.

Auch die W3C WAI-Leitfäden „Involving Users in Evaluating Web Accessibility“ und „User Research with People with Disabilities“ geben praxisnahe Empfehlungen, wie Menschen mit Behinderungen sinnvoll in Barrierefreiheitstests einbezogen werden können. Sie betonen ebenfalls, dass technische Prüfungen allein nicht ausreichen, um reale Nutzungsbarrieren zu identifizieren. Stattdessen sollen Tests mit Betroffenen frühzeitig und regelmäßig stattfinden, um Probleme im Nutzungskontext zu identifizieren.

Auf dieser Grundlage wurden auch unsere Prototypen mit zwei Testpersonen (T1 und T2) evaluiert:

- T1: vollständig blind, nutzt den Screenreader JAWS und arbeitet unter Windows
- T2: hochgradig sehbeeinträchtigt, nutzt ZoomText mit Bildschirmvergrößerung

Die Tests wurden unter realen Bedingungen mit den jeweils alltäglich genutzten assistiven Technologien durchgeführt. Dabei kamen die Methode des „lauten Denkens“ sowie eine begleitende Beobachtung und Moderation zum Einsatz. Ziel war es, grundlegende Aussagen zur Bedienbarkeit und Verständlichkeit der Prototypen zu gewinnen.

Zu Beginn wurden die Testpersonen nach ihren bisherigen Erfahrungen mit Datendashboards befragt. Anschließend erhielten sie eine Einführung in Ziel und Ablauf der Evaluation. Die Testpersonen sollten die drei Prototypen nacheinander selbstständig und explorativ mit ihren Hilfsmitteln erkunden und dabei laut aussprechen, was sie wahrnehmen, verstehen und an Barrieren oder Bedienproblemen erleben.

Zentrale Aufgabe war es, sich mithilfe der bereitgestellten Diagramme einen Überblick über den Beispieldatensatz zu Habituationen in Sachsen zu verschaffen.

6.1 Testergebnisse T1 (Screenreader-Nutzerin, blind)

T1 nutzt seit vielen Jahren den Screenreader JAWS unter Windows. Getestet wurde mit den Browsern Firefox und ergänzend Chrome. Als Antwort auf die Einstiegsfrage berichtete T1 von wiederkehrender Frustration im Umgang mit Dashboards:

Zitat: „Meistens sehe ich da gar nichts – außer, dass es halt eine Grafik ist.“

Viele Dashboards bestehen primär aus grafischen Elementen und bieten keinerlei zugängliche Informationen für blinde Nutzer*innen. T1 nutzt Dashboards bisher meist über das Smartphone, gelegentlich auch über den Laptop – dabei jedoch mit stark eingeschränktem Nutzen. Ihr Wunsch: mehr Selbstständigkeit und gleichberechtigter Zugang zu datenbasierten Online-Angeboten.

HighCharts:

Als erstes wurde der HighCharts-Prototyp getestet. Zunächst kam es zu gravierenden Problemen bei der Navigation mit dem Screenreader in Firefox: Die visuelle Struktur der Diagramme entsprach nicht der vom Screenreader vorgelesenen Reihenfolge. Zwar konnten Filterelemente wie Hochschule oder Jahr

angesteuert werden, die eigentlichen Daten blieben jedoch unzugänglich. Die interaktive Karte wurde fälschlicherweise als Tabelle angekündigt – allerdings ohne sinnvolle Struktur, was zu Verwirrung führte.

Diese Probleme lagen allerdings nicht an der Tool-Umsetzung selbst, sondern an einer fehlerhaften Konfiguration auf dem Gerät von T1. Nach deren Korrektur konnte die Evaluation fortgesetzt werden.

Im zweiten Anlauf zeigte sich: Alle Diagrammtypen waren für den Screenreader zugänglich, und die Datenpunkte wurden korrekt vorgelesen. Das Liniendiagramm wurde zwar als Grafik erkannt, jedoch mit sinnvoller sprachlicher Zuordnung der dargestellten Werte.

Zitat: „Also hier kann ich wirklich hören, was es bedeutet. Das ist selten.“

Tableau:

Anschließend wurde der Tableau-Prototyp getestet. Die Diagramme (Balken- und Liniendiagramm) wurden vom Screenreader als Strukturraster erkannt, die Inhalte jedoch spaltenweise und ohne semantische Verknüpfung vorgelesen.

Das bedeutet, dass der Screenreader nacheinander die Legenden, Achsen usw. nacheinander vorliest, jedoch keine Verknüpfung zwischen den Elementen herstellt. Die Diagramme bei Tableau wirken visuell wie Tabellen, sind aber für den Screenreader unlogisch strukturiert und für einen nicht-visuellen, linearen Zugang völlig unverständlich.

Die Datenpunkte wurden einzeln ausgegeben, jedoch ohne klare Zuordnung zu Überschriften bzw. Spalten, wodurch Zusammenhänge verloren gingen. Abkürzungen für Hochschulen – welche bedingt durch visuell abgeschnittene Texte verkürzt vorgelesen wurden – erschwerten das Verständnis.

Die enthaltene Karte war lediglich durch ihre Überschrift identifizierbar, inhaltlich jedoch nicht zugänglich.

T1 äußerte deshalb explizit den Wunsch nach einer alternativen Darstellung in Form einer Tabelle, um sich die Daten selbstständig erschließen zu können.

Zitat: „Ich brauche unbedingt eine Tabelle. Ohne geht das nicht.“

amCharts:

Zum Abschluss wurde der amCharts-Prototyp getestet. Die Filter- und Diagrammelemente waren zunächst auffindbar und schienen zugänglich. Doch nach der Interaktion mit einem Filterelement kam es zu einem Fokusverlust: Der Tastaturfokus verschwand, und eine weitere Navigation zu den Daten war weder mit der Tastatur noch dem Screenreader möglich. Dadurch wurde die restliche Nutzung stark eingeschränkt.

Gesamteindruck von T1:

Trotz anfänglicher technischer Probleme bevorzugte T1 den HighCharts-Prototypen. Dort war ein weitgehend eigenständiger Zugriff auf die Inhalte möglich, und die Daten wurden strukturiert vorgelesen. Die Prototypen von Tableau und amCharts wurden hingegen als wenig zugänglich wahrgenommen: Es fehlte an semantischer Struktur, Kontextualisierung und verlässlicher Navigierbarkeit.

T1 betonte mehrfach die Notwendigkeit, Daten in klar strukturierter, textbasierter Form – idealerweise als Tabellen – bereitzustellen, um eine barrierefreie Nutzung zu ermöglichen.

6.2 Testergebnisse T2 (Nutzerin von ZoomText, hochgradig sehbeeinträchtigt)

T2 arbeitet regelmäßig mit Vergrößerungssoftware und verwendet ZoomText 2020 mit einer Bildschirmvergrößerung zwischen dem Faktor 2 und 5. Für die Evaluation kamen Firefox sowie der integrierte ZoomText-Screenreader zum Einsatz. T2 beschreibt Dashboards als häufig unübersichtlich und überladen. Sie bevorzugt klare Strukturen und reduzierte Inhalte:

Zitat: „Da ist mir meistens viel zu viel los – ich weiß gar nicht, wo ich anfangen soll.“

HighCharts:

T2 begann die Nutzung mit einem strukturierten Überblick über die Seite und versuchte herauszufinden, wo sich Texte, Überschriften und Bedienelemente befinden. Die Filterfunktionen konnten genutzt werden und die Auswahl wurde vorgelesen.

Problematisch war jedoch, dass Überschrift und Legende des Balkendiagramms nicht vorgelesen wurden – vermutlich handelte es sich um eingebettete Bildformate. Auch der Tooltip, der bei Auswahl einer Hochschule erscheinen sollte, war je nach Zoom-Stufe nicht sichtbar oder rutschte aus dem sichtbaren Bereich. Die Balkenzahl wurde nicht vom ZoomText-Screenreader ausgegeben.

Im Liniendiagramm war die vertikal ausgerichtete Legende schwer lesbar, wurde jedoch besser erkannt als beim Balkendiagramm. Die Linien selbst waren für T2 visuell gut unterscheidbar. Auch hier fehlten jedoch vorgelesene Tooltips als ergänzende Information.

In der Kartenansicht war die Grundstruktur der Bundesländer visuell erkennbar, die Bedienung jedoch eingeschränkt: Überschrift und Menü wurden nicht vorgelesen, der Kontrast zwischen den Ländern war zu gering (Hinweis: Kontraste wurden in den Prototypen nicht berücksichtigt).

Tableau:

T2 empfand die Texte auf der Tableau-Oberfläche als verschwommen (möglicherweise ein lokales Konfigurationsproblem). Überschriften wurden korrekt erkannt und vorgelesen. Das erste Balkendiagramm wirkte auf T2 überladen und unübersichtlich, was dazu führte, dass sie es nicht weiter betrachtete.

Einzelne Inhalte wie Geschlecht und Achsenbeschriftungen wurden erkannt, jedoch waren essenzielle Elemente wie die Auswahl der Hochschule schwer auffindbar und ungünstig positioniert – sie gingen im Interface unter.

T2 merkte an, dass die Dropdown-Liste für die Hochschule idealerweise oberhalb des Diagramms positioniert werden sollte, um besser wahrgenommen zu werden. Auch die Abstände zwischen den Diagrammen wurden als zu gering empfunden.

Achsenbeschriftungen wurden nur dann vorgelesen, wenn mit der Maus über die senkrechte Schrift gehovert wurde.

Im Liniendiagramm war die Funktion des Schiebereglers zunächst unklar. Die doppelte Darstellung der Legenden

(weiblich/männlich) sorgte für Verwirrung. Einzelne Werte wurden buchstabenweise vorgelesen, was das Verständnis deutlich erschwerte.

Die Karte bereitete T2 große Schwierigkeiten: Zoom-Stufen waren schwer steuerbar, die Orientierung ging schnell verloren, und die Toolbox am Rand wurde vom Screenreader nicht vorgelesen. Die gleichzeitige Vergrößerung von Webseite und Karteninhalt führte zu weiteren Problemen.

amCharts:

Das Balkendiagramm bei amCharts enthielt viele schräg gesetzte Textelemente (wird standardmäßig so gesetzt), die weder gut sichtbar noch vom ZoomText-Screenreader vorgelesen wurden. T2 empfand die Menge an Text und die diagonale Ausrichtung als abschreckend und sah sich daher nicht alle Inhalte an.

Die Diagrammüberschrift wurde erkannt, ebenso das Auswahlfeld für die Hochschule. Konkrete Aufgaben (z. B. eine Zahl aus dem Jahr 2026 abzulesen) waren erschwert, weil die Legende zu weit vom Diagramm entfernt war.

Die Tooltips wurden optisch wahrgenommen, da sie farbig hinterlegt waren. Der Kontrast war jedoch unzureichend, und sie wurden nicht vorgelesen. (Hinweis: Kontraste wurden in den Prototypen nicht berücksichtigt).

Im Liniendiagramm trat ein unerwartetes Verhalten auf: Bereits beim Scrollen mit der Maus zoomte das Diagramm hinein – dies war sehr irritierend. Auch die Tooltips bewegten sich synchron mit dem Mauszeiger mit, ohne dass eine bewusste Aktion erfolgte. Diese Dynamik führte bei T2 zu starker Irritation.

Die Karte wies ähnliche Probleme wie bei HighCharts auf: schlechter Kontrast, teilweise verpixelt, und ein unübersichtliches Verhalten beim Scrollen.

T2 äußerte den starken Wunsch, dass Diagramme eine feste Größe beibehalten sollten, sodass Anpassungen ausschließlich über die eigenen Hilfsmittel erfolgen können.

Gesamteindruck von T2:

T2 bevorzugte insgesamt den HighCharts-Prototypen, da dieser trotz einiger Mängel als am übersichtlichsten empfunden wurde. Tableau fiel aufgrund der visuellen Komplexität und schlechter Bedienbarkeit durch, während amCharts insbesondere durch das unruhige Zoom- und Tooltip-Verhalten negativ auffiel.

Übergreifend kritisierte T2 die häufig unzureichende Vorlesbarkeit der Tooltips, die geringen Textkontraste (nicht im Prototyp berücksichtigt) sowie die Verwendung von schrägen oder vertikal ausgerichteten Beschriftungen.

T2 wünschte sich eine feste Diagrammgröße, die sich konsistent mit der eigenen Vergrößerungssoftware skalieren lässt. Ebenso betonte sie die Wichtigkeit gut lesbarer, horizontal ausgerichteter Beschriftungen sowie klarer, textbasierter Darstellungen.

6.3 Fazit der Evaluation

Die Evaluation der drei Prototypen mit zwei Personen mit unterschiedlichen Beeinträchtigungen und Hilfsmitteln hat zentrale Herausforderungen für die barrierefreie Gestaltung interaktiver Datendashboards aufgezeigt.

HighCharts schnitt bei beiden Testpersonen vergleichsweise am besten ab: Die Inhalte konnten – nach anfänglichen Schwierigkeiten – weitgehend selbstständig erschlossen werden. Besonders positiv fiel auf, dass Datenpunkte strukturiert vorgelesen wurden (T1) und die visuelle Übersichtlichkeit trotz kleiner Mängel gegeben war (T2).

Tableau zeigte zwar teils korrekt semantisch ausgezeichnete Elemente wie Überschriften, war aber insgesamt zu komplex, unübersichtlich und in zentralen Funktionen (z. B. Filter, Karte) schwer bedienbar. Die rein visuelle Struktur bei Diagrammen führte in beiden Fällen zu erheblichen Zugangshürden.

amCharts bot ein visuell ansprechenderes Interface und farbige Tooltips, wies aber auch Barrieren auf: Fokusverluste (T1), unruhiges Verhalten beim Scrollen (T2), nicht vorgelesene Beschriftungen und dynamisch verschobene Tooltips erschwerten die Nutzung.

Übergreifend kritisierten beide Testpersonen mangelnde Vorlesbarkeit von Tooltips, nicht lesbare vertikale bzw. schräge Texte und fehlende semantische Strukturierung. Beide betonten den Wunsch nach klarer, tabellarischer Darstellung der Daten und konsistent skalierbaren Diagrammen.

7 Design- und Umsetzungsempfehlungen

Die erfolgreiche Realisierung eines barrierefreien Dashboards erfordert eine konsequente Ausrichtung auf nutzer*innenzentriertes UI/UX-Design, eine technische Umsetzung nach anerkannten Standards und die frühzeitige Einbindung von Nutzenden mit Assistenztechnologien, um allen Zielgruppen einen gleichwertigen Zugang zu ermöglichen. Die folgenden Empfehlungen fassen zentrale Design- und technische Umsetzungstipps zusammen, die aus den Analysen und der Fachliteratur abgeleitet wurden. Sie dienen als praktische Handlungsanleitung, um die Barrierefreiheit von Dashboards von Grund auf zu gewährleisten.

Ein niedrigschwelliger Zugang zu komplexen Daten beginnt mit einem reduzierten, kontrastreichen Design. Visuelle Komplexität sollte vermieden werden, um die kognitive Belastung der Nutzer*innen zu minimieren[9]. Das Layout sollte übersichtlich gestaltet sein, mit eindeutigen Überschriften, die eine logische Struktur schaffen. Sinnvolle Gruppierungen verwandter Inhalte erleichtern die Orientierung – überfrachtete Darstellungen hingegen verwirren.

Die Navigation muss konsistent gestaltet sein und darf keine Barrieren enthalten: Alle Bedienelemente sind vollständig per Tastatur erreichbar – inklusive Filter, Tabs und Tooltips. Die Fokusreihenfolge ist logisch und der Fokus stets sichtbar. Dies unterstützt besonders Menschen mit motorischen Einschränkungen oder Sehbehinderungen.

Das responsive Design nach dem „Mobile first“-Prinzip gewährleistet auf allen Endgeräten eine gleichwertige Nutzungserfahrung. Die Navigation bleibt vorhersagbar, sodass Nutzende sich schnell zurechtfinden, ohne die Orientierung zu verlieren.

Hohe Farbkontraste bilden das Fundament barrierefreier Gestaltung. Das Kontrastverhältnis zwischen Text und Hintergrund sowie zwischen Datenelementen muss den WCAG-Anforderungen entsprechen: 4,5:1 für normalen Text und 3:1 für grafische Elemente. Problematische Farbkombinationen wie Rot-Grün sind zu vermeiden. Stattdessen bieten sich gut unterscheidbare und kontrastreiche Farbpaletten an[10].

Farben allein dürfen nie das einzige Mittel zur Informationsübertragung sein. Das Zwei-Merkmale-Prinzip kombiniert Farbe mit anderen visuellen Unterscheidungsmerkmalen wie Formen, Mustern oder Beschriftungen. In einem Liniendiagramm können beispielsweise Kreise oder Quadrate die Datenpunkte markieren. Wichtig ist, dass sich beide verwendeten Merkmale in der Legende wiederfinden[11].

Diagramme benötigen präzise Titel, klare Achsenbeschriftungen und verständliche Legenden. Fachbegriffe sind zu vermeiden oder zu erklären[12]. Überschriften strukturieren die Inhalte logisch und ermöglichen es Screenreader-Nutzenden, schnell zu navigieren.

Für eine korrekte Interpretation durch Screenreader ist die semantische Auszeichnung von zentraler Bedeutung. Interaktiven Elementen müssen programmatisch ein eindeutiger Name, eine Rolle und ein Wert zugewiesen werden (WCAG 4.1.2). ARIA-Attribute sind hierfür unverzichtbar. Zustandsänderungen bei interaktiven Elementen werden programmatisch erfasst und an Assistenztechnologien weitergegeben.

Ein durchdachtes Fokusmanagement verhindert, dass Nutzer*innen bei Interaktionen – etwa beim Ändern von Filtern – den Kontext verlieren. Sämtliche Diagramme sollten durch zugängliche Datentabellen ergänzt werden, die sowohl per Tastatur navigierbar als auch in maschinenlesbaren Formaten wie CSV oder JSON exportierbar sind. Für Screenreader-Nutzende empfiehlt sich die Bereitstellung strukturierter, hierarchischer Beschreibungen komplexer Visualisierungen.

Ein responsives Design auf Basis skalierbarer SVGs oder flexibler Layouts ermöglicht eine Vergrößerung ohne horizontales Scrollen. Eine schlanke technische Umsetzung sorgt zudem für kurze Ladezeiten und erleichtert somit insbesondere die Bedienung mit Screenreadern.

Die in der Machbarkeitsstudie erprobten Gestaltungsansätze verdeutlichen, wie diese Prinzipien in der Praxis umgesetzt werden können. So können beispielsweise textbasierte Insight Cards die Barrierefreiheit erhöhen. Sie bieten eine zugängliche Möglichkeit, die wichtigsten Erkenntnisse einer Visualisierung in verständliche Kernaussagen zusammenzufassen, und schaffen so eine redundante, leicht erfassbare Informationsquelle. Sie reduzieren die kognitive Belastung erheblich und helfen insbesondere Menschen ohne tiefere Statistikenkenntnisse beim Verständnis. Die Cards unterscheiden semantisch zwischen Trends: Anstieg, Stagnation oder Rückgang werden klar benannt und kontextualisiert.

Ein gut durchdachtes Filtersystem ist entscheidend für die Autonomie der Nutzenden. Dashboards sollten sowohl globale Filter, die sich auf alle Visualisierungen auswirken, als auch

individuelle Filter auf Ebene einzelner Grafiken bieten. Die Bedienbarkeit dieser Filter ist vollständig barrierefrei, und es gibt klares Feedback zu den aktuellen Einstellungen und Änderungen.

Die Visualisierung sollte jedoch nicht die einzige Quelle für die dargestellten Informationen sein. Die Bereitstellung der zugrundeliegenden Daten in einer zugänglichen Datentabelle ist eine effektive Alternative für Nutzer*innen von Screenreadern[13]. Diese Tabellen sollten die Möglichkeit bieten, die Daten zu sortieren, zu filtern und herunterzuladen, um den Nutzer*innen die volle Kontrolle über die Informationen zu gewährleisten[14]. Dieser Ansatz ist oft einfacher und robuster umzusetzen als die feingranulare Auszeichnung jedes einzelnen Datenpunkts einer Visualisierung.

8 Fazit und Lessons learned

Unsere Analyse hat gezeigt: die Umsetzung eines barrierefreien Dashboards erfordert die konsequente Anwendung der WCAG-Richtlinien. Dazu zählen unter anderem: vollständige Tastaturbedienbarkeit, sichtbares Fokusmanagement, eine logische Lesereihenfolge sowie die Vermeidung unerwarteter Änderungen bei Nutzereingaben oder Filterauswahl. Für Grafiken und interaktive Visualisierungen sind nicht nur hohe Farbkontraste, sondern auch aussagekräftige Alternativtexte erforderlich. Darüber hinaus sollte bei komplexeren Darstellungen stets ein Zugriff auf die zugrundeliegenden Datentabellen möglich sein.

Ein barrierefreies Dashboard zeichnet sich folglich durch ein klares, gut strukturiertes Layout, eindeutige Beschriftungen, kontrastreiche Gestaltungselemente sowie eine symbolisch unterstützte und assistenztechnologie-kompatible Umsetzung aus. Die Navigation sollte stabil, verständlich und ohne visuelle oder kognitive Überforderung funktionieren.

Im technischen Vergleich der Tools haben sich die JavaScript-Bibliotheken Highcharts und amCharts als geeigneter für die barrierefreie Umsetzung erwiesen als Tableau oder Power BI. Die Evaluation mit Nutzenden, die Assistenztechnologien einsetzen, zeigte konkrete Schwächen auf – z. B. fehlende Tooltip-Ausgaben, unlesbare Beschriftungen oder unvorhersehbares Zoomverhalten. Diese Aspekte wären ohne Tests kaum identifizierbar gewesen. Der Highcharts-Prototyp wurde von den Testpersonen als am zugänglichsten und übersichtlichsten bewertet.

Darüber hinaus hat die Analyse gezeigt, dass ein klar strukturiertes, responsives UI-Design mit textbasierten Insight Cards, hoher Kontrastgestaltung und konsistenten Layoutregeln den Zugang für die Nutzer*innen erleichtert. Weiterführender Untersuchungsbedarf zeigt sich mit Blick auf die Nutzungsbedarfe von Personen mit verschiedenen Beeinträchtigungen. Ähnlich wie in anderen Studien auch, wurden die im Rahmen dieser Studie entwickelten Prototypen zunächst von Menschen mit Sehbeeinträchtigungen getestet.

Zentrale Erkenntnisse lassen sich aus dem Projekt EqualityView nicht nur für die technische und gestalterische Umsetzung ableiten, sondern insbesondere auch für die

Prozessgestaltung: die frühestmögliche Einbindung von Expert*innen in eigener Sache in Entwicklungs- und Prüfprozesse und die prozessbegleitende Evaluation ist entscheidend: Die Wahl eines ungeeigneten Werkzeugs kann Barrierefreiheit im Nachhinein nur mit erheblichem Aufwand oder unter Umständen gar nicht ermöglichen. Daraus folgt auch die Integration von digitaler Barrierefreiheit als Standard und Qualitätskriterium eines Datendashboards. Schließlich empfiehlt es sich, der Umsetzung eines Datendashboards eine individuelle Machbarkeitsstudie mit Blick Barrierefreiheit, das jeweilige Content-Management-System und die darzustellende Datenkomplexität durchzuführen.

REFERENCES

- [1] Konecki, M., LaPierre, C., & Jervis, K. (2018). Accessible data visualization in higher education. In 2018 41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO) (pp. 733–737). IEEE. <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400136>
- [2] Tlapa-Monge, Luis R. und Luis G. Montané-Jiménez. 2023. A Systematic Mapping Study on Accessibility in Data Visualizations for Visually Impaired Users. In Proceedings of the 2023 11th International Conference in Software Engineering Research and Innovation (CONISOFT '23). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CONISOFT58849.2023.00032>
- [3] Lundgard, A., & Satyanarayan, A. (2022). Accessible visualization via natural language descriptions: A four-level model of semantic content. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 28(1), 1073–1083. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114770>
- [4] Elavsky, F., Nadolskis, L., & Moritz, D. (2024). Data Navigator: An accessibility-centered data navigation toolkit. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 30(1), 803–813. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2023.3327393>
- [5] Zong, J., Li, Y., Tan, J., & Hearst, M. (2022). Rich screen reader experiences for accessible data visualization. arXiv preprint arXiv:2205.04917. <https://arxiv.org/abs/2205.04917>
- [6] Schwamb, O. (2024, 11. Juni). Barrierefreie Datenvisualisierungen – geht das? <https://www.heise.de/hintergrund/Barrierefreie-Datenvisualisierungen-Geht-das-9845557.html>
- [7] Informationstechnikzentrum Bund (ITZBund). (2024, 17. April). Web Content Accessibility Guidelines 2.1 (WCAG 2.1). <https://www.barrierefreiheit-dienstekonsolidierung.bund.de/Webs/PB/DE/gesetze-und-richtlinien/wcag/wcag-node.html>
- [8] Mateus, D. A., Silva, C. A., de Oliveira, A. F. B. A., Costa, H., & Freire, A. P. (2021). A systematic mapping of accessibility problems encountered on websites and mobile apps: A comparison between automated tests, manual inspections and user evaluations. Journal on Interactive Systems, 12(1), 145–171. <https://doi.org/10.5753/jis.2021.1778>
- [9] a11y Collective. (o. J.). Checkliste für Datenvisualisierung. <https://www.a11y-collective.com/blog/accessible-charts/>
- [10] Highcharts. (o. J.). 10 guidelines for dataviz accessibility [Tutorial]. <https://www.highcharts.com/blog/tutorials/10-guidelines-for-dataviz-accessibility/>
- [11] Schwamb, O. (2024, 11. Juni). Barrierefreie Datenvisualisierungen – geht das? <https://www.heise.de/hintergrund/Barrierefreie-Datenvisualisierungen-Geht-das-9845557.html>
- [12] a11y Collective. (o. J.). Checkliste für Datenvisualisierung. <https://www.a11y-collective.com/blog/accessible-charts/>
- [13] Lundgard, A., & Satyanarayan, A. (2022). Accessible visualization via natural language descriptions: A four-level model of semantic content. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 28(1), 1073–1083. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3114770>
- [14] Meyer, A.-V. (2023). Accessibility of web-based data visualizations for people who are blind or visually impaired (Masterarbeit). Technische Universität Wien. <https://repositum.tuwien.at/handle/20.500.12708/177345>