

# Accessibility - Assistive Technologies for Visually Impaired Persons

---

Manuel Lang

August 28, 2017

## CONTENTS

<b>1 Einführung</b>	<b>4</b>
<b>2 Hilfsmittel im Alltag</b>	<b>4</b>
2.1 Hilfsmittel im Haushalt . . . . .	4
2.2 Messen und Wahrnehmen . . . . .	4
2.3 Schreiben, Lesen, Rechnen . . . . .	4
2.4 Information und Multimedia . . . . .	5
2.5 Erkennen und Verstehen . . . . .	5
2.6 Mobilität und Orientierung . . . . .	5
2.7 Teilhabe durch Technologie . . . . .	5
2.8 Ausblick . . . . .	6
<b>3 Grundlagen</b>	<b>7</b>
3.1 Integration/Inklusion . . . . .	7
3.2 Konventionen . . . . .	7
3.3 Braille (Arten, Versionen, Speziallösungen) . . . . .	8
<b>4 Assistive Technologien für den Informationszugang</b>	<b>10</b>
4.1 Hilfsmittel für Sehbehinderte . . . . .	10
4.2 Hilfsmittel für Blinde . . . . .	11
4.3 Drucktechniken für Blinde . . . . .	11
4.4 Moderne Ansätze zur Informationsaufnahme . . . . .	11
<b>5 IT für den Informationszugang</b>	<b>12</b>
5.1 Softwarelösungen für Sehbehinderte . . . . .	12
5.2 Sprachein-/ausgabe . . . . .	12
5.3 Softwarelösungen für Blinde . . . . .	12
5.4 Aufbereitung von Dokumenten/Informationen/Grafiken . . . . .	13
<b>6 Richtlinien</b>	<b>14</b>
6.1 Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) . . . . .	14
6.1.1 WCAG 1.0 . . . . .	14
6.1.2 WCAG 2.0 . . . . .	14
6.2 Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV) . . . . .	16
6.3 Unterschiede . . . . .	16
6.4 Universal Design . . . . .	16
<b>7 Barrierefreie Webseiten</b>	<b>17</b>
7.1 Grundlagen . . . . .	17
7.2 HTML Negativ-/Positiv-Beispiele . . . . .	18
7.3 Accessibility-API/-Tree/ARIA . . . . .	18
7.4 Validierungshilfen und weitere Tools . . . . .	19

<b>8 Barrierefreie Softwareentwicklung</b>	<b>19</b>
8.1 Grundlagen und Richtlinien . . . . .	19
8.2 Checker für Barrierefreiheit . . . . .	22
8.3 Beispiele für Programmiersprachen/Oberflächenentwicklung . . . . .	22
<b>9 Feedbacksysteme und Evaluierung</b>	<b>24</b>
9.1 Akustische Feedbacksysteme . . . . .	24
9.2 Haptische Feedbacksysteme . . . . .	25
9.3 Evaluierung . . . . .	28
9.3.1 Grundlagen . . . . .	28
9.3.2 NASA-Task Load IndeX (TLX) . . . . .	29
<b>10 Computer Vision für Assistive Technologien</b>	<b>30</b>
10.1 Hilfsmittel für den Alltag . . . . .	30
10.2 Wie funktioniert Bildverarbeitung? . . . . .	31
10.3 Objekt-/Gebäude-/Texterkennung . . . . .	31
10.4 ImageNet . . . . .	32
10.5 Personenerkennung . . . . .	32
<b>11 Smarthome</b>	<b>32</b>
11.1 Definition . . . . .	32
11.2 Barrierefreie Features im Haus . . . . .	33
11.3 Bus-Systeme . . . . .	33
<b>12 Aktuelle Forschung</b>	<b>33</b>

# 1 EINFÜHRUNG

- Weltweit ca. 285 Millionen Sehbehinderte (über 39 Millionen Blinde)
- In Deutschland 500.000 bis 1.1 Millionen Sehbehinderte (160.000 Blinde)
- Verlust des Sehvermögens bringt Einschränkungen in Mobilität, Kommunikation, Zugang zu Informationen, Kognitive Aktivitäten, Alltag, Ausbildung und Arbeitstag, Freizeitaktivitäten, ...
- Mit Assistiven Technologien (AT) können viele Dinge nicht behoben, aber wesentlich vereinfacht werden

## 2 HILFSMITTEL IM ALLTAG

### 2.1 HILFSMITTEL IM HAUSHALT

- Wäschepflege: Farberkennung, Sortierung, Waschmitteldosierung
- Kennzeichnung
- Bsp.: Etikettenlesegerät, Farberkenner



### 2.2 MESSEN UND WAHRNEHMEN

- Gewichte, Längen, Temperatur, Licht, Wetter
- Bsp.: Sprechendes Maßband, Lichtdetektor, Messkoffer



### 2.3 SCHREIBEN, LESEN, RECHNEN

- Punktschrift-Schreibmaschine
- Punktschrifttafel
- Abakus
- Rechenkasten
- sprechender Taschenrechner



Punktschrifttafel

## 2.4 INFORMATION UND MULTIMEDIA

- Diktiergerät
- Daisy-Player
- Computer
- Braillezeile
- Sprachausgabe
- Smartphone



## 2.5 ERKENNEN UND VERSTEHEN

- Texterkennung, Objekterkennung
- Kommunikation mit Ton und Bild: Twitter, Face Time, Skype, Siri



## 2.6 MOBILITÄT UND ORIENTIERUNG

- Langstock
- Clicksonar
- Hinderniserkennung
- Entfernungsbestimmung
- Navigation (Kompass)



## 2.7 TEILHABE DURCH TECHNOLOGIE

- Zugang zu Bildung und Wissen
- Internet, Ebooks, Podcasts, Epaper etc.
- Früher: Kassettenaufsprache, gekürzte Zeitungen, eingeschränkte Auswahl
- Bewusst zensiert und Vorenthalt von Informationen, die für Bilde moralisch schädlich sind (Zugang zu Tabuthemen)

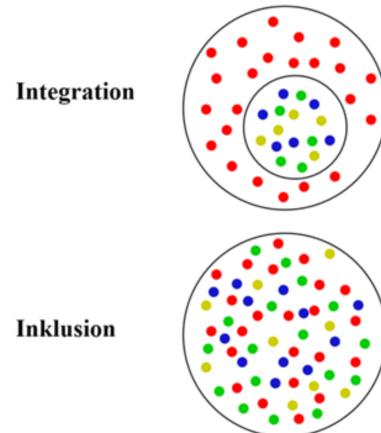
## 2.8 AUSBLICK

- Verbesserung der Genauigkeit bei der Navigation durch Galileo
- Entwicklung Indoor-Navigation
- Unterstützung in Orientierung & Mobilität durch kamerabasierte Hilfsmittel
- Kombination von GPS, Kartendatenbank, Maschinensehen, RFID, etc.
- Trends
  - Immer mehr Touchscreens
    - \* Steuerung von Haushaltsgeräten (Spülmaschine, Kaffeemaschine)
    - \* Öffentliche Automaten (Geldautomat, Snackautomat)
    - \* Technologien für taktile Displays
    - \* Standardisierung von einheitlichen Schnittstellen zu AT
  - Assistentenroboter
    - \* Unterstützung im Haushalt (Putzen, Staubsaugen)
    - \* Orientierung und Mobilität (elektronischer Blindenführhund, Einkaufshilfe)
    - \* Interaktion- und Kommunikationsfähigkeit (Sprachsteuerung)
  - Smart-Home-Steuerung
    - \* Überwachung von Gerätestatus (Herd Ein/Aus)
    - \* Lichtkontrolle
    - \* Zugang zu Stromzähler
    - \* Temperatursteuerung
  - Einsatz von Wearables
    - \* Interaktion mit AT und Umwelt
    - \* Zusätzlicher Informationskanal (Hindernisanzeige durch Vibration)
    - \* Entlastung des Audiokanals
    - \* Diskrete Erweiterung der AT (Navigation)
  - IoT
    - \* Schnittstelle zu unbedienbaren Geräten (Fernseher, Haushaltsgeräte)
    - \* Erhöhung der Sicherheit (Rauchmelder)
    - \* Statusmeldungen (Was ist noch im Kühlschrank?)
  - Lernfähige Systeme
    - \* Objekterkennung (Computer Vision)
    - \* Adaption der Hilfstechnologie an Nutzer
    - \* Potential zur Verbesserung Orientierung und Mobilität

### 3 GRUNDLAGEN

#### 3.1 INTEGRATION/INKLUSION

- Integration: Engliederung von Menschen mit Behinderungen in die bestehende Gesellschaft
- Inklusion: selbstverständliche Berücksichtigung der Bedürfnisse aller Mitglieder der Gesellschaft, Verschiedenheit aller Menschen, Vielfalt = Diversität/Diversity, Heterogenität als Normalität



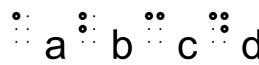
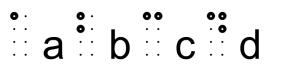
#### 3.2 KONVENTIONEN

- **UN-BRK Behindertenrechtskonvention:** "Zu den Menschen mit Behinderungen zählen Menschen, die langfristige körperliche, seelische, geistige oder andere Sinnesbeeinträchtigungen haben, welche sie in Wechselwirkung mit verschiedenen Barrierefreien an der vollen, wirksamen und gleichberechtigten Teilhabe an der Gesellschaft hindern können."
- Wandlung vom medizinischen zum gesellschaftlichen Modell: Behinderung/chronische Krankheit liegt nicht im Menschen begründet, sondern die Gesellschaft/Umwelt behindert.
- **BGG Behindertengleichstellungsgesetz und SGB Sozialgesetzbuch IX:** §2 (1) "Menschen sind behindert, wenn ihre körperliche Funktion, geistige Fähigkeit oder seelische Gesundheit mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate von dem für das Lebensalter typischen Zustand abweichen und daher ihre Teilhabe am Leben in der Gesellschaft beeinträchtigt ist."
- **GG Grundgesetz:** §3 (3) "Niemand darf wegen seinen Geschlechtes, seiner Abstammung, seiner Rasse, seiner Sprache, seiner Heimat und Herkunft, seines Glaubens, seiner religiösen oder politischen Anschauung benachteiligt oder bevorzugt werden. **Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.**"
- Definitionen zu Blindheit und Sehbehinderung unterscheiden sich zwischen gesetzlicher Definition und WHO-Definition
  - Gesetz spricht bei unter 2% von Blindheit, WHO bei unter 5%
  - Gesetzlich werden Leute mit 2% - 5% als hochgradig sehbehindert bezeichnet
  - Sehbehinderung bei 5% - 30%

- Ursachen: angeboren, Unfall (Durchtrennung des Sehnervs, ...), Alter, Krankheit (Schlaganfall, Tumor, ...)
- Sehbehinderungen: Grauer Star, Grüner Star, Makuladegeneration, Diabetische Retinopathie, Retinitis Pigmentosa, Netzhautablösung, Albinismus, Achromatopsie (Farbenblindheit)
- ...

### 3.3 BRAILLE (ARTEN, VERSIONEN, SPEZIALLÖSUNGEN)

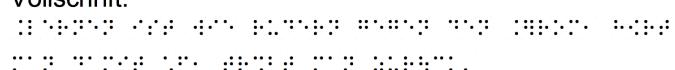
- Von hinten in Papier gepresstes, mit Fingerkippen ertastbares Punktmuster, Punktekombinationen
- Bis Einführung Computer 6-Punkt-Schrift (Würfel), drei Pixel in Höhe, zwei in Breite, 6mm lang, 4mm breit, Punkthöhe > 0,4mm
- Braille kann als das erste binäre System gesehen werden.
- Zählung absteigend linke Spalte 1 bis 3, rechte 4 bis 6 (Computerbraille/8-Punkt Braille: 7 und 8 unterhalb)
- Die Punkte sind in keiner offensichtlichen Reihenfolge angeordnet
- Seit 1992 ist 8-Punkt Schrift (= Computerbraille) Standard, da 6-Punkt-Schrift nur  $2^6 = 64$  mögliche Belegungen bietet und somit Doppelbelegungen unausweichlich sind.  
 6-Punkt Braille                            8-Punkt Braille

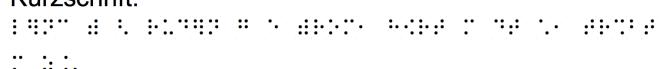
- Arten
  - Basisschrift: jedes Zeichen 1 Braillebuchstabe
  - Vollschrift: häufige Lautgruppen sind eigene Braillezeichen, 5-10% Verkürzung gegenüber Basisschrift
  - Kurzschrift: wie Steno, 30-40% gegenüber Vollschrift

**Basis:**  


**Vollschrift:**



**Kurzschrift:**



- Speziallösungen

- Marburger Mathematischeschrift: klassische 6-Punkt Mathematischeschrift, sprachabhängig, sehr kompakte Darstellung, unterstützt mathematisches Verständnis, für Sehende am Bildschirm nicht lesbar
  - LaTeX: weltbekanntes Textsatzsystem mit Beschreibungsmöglichkeit mathematischer Formeln, Einsatz als Mathematischeschrift für Blinde aufgrund seiner linearen Darstellung, Problem bei Übersichtlichkeit langer Formeln, beschreibt nicht Mathematik, sondern nur das Layout
  - Lambda (Linear Access to Mathematic for Braille Device and Audio-synthesis): Alternative zu LaTeX, Spezialeditor für Blinde für Mathematik, sehr kompakte Braille Darstellung, Schnittstelle zur graphischen Formeldarstellung, unterstützt mathematisches Verständnis, mathematisches Arbeiten mit Braille-Zeile und Sprachausgabe
- Aktuelle Probleme
    - Gute OCR für Formeln (Formel → LaTeX-Code)
    - Sprachsynthese für Formeln
    - Aufbau eines Korpus mit Mathe-Formeln: Sonderzeichen, sequenzielles Lesen, Mangel an Überblick bei Vorlesen von LaTeX-Quellcode → Aufbau eines Korpus mit Mathematik-Formeln
    - Musikzugang für Blinde: grafische 2D-Darstellung für Sehende, serielle, 1D-Darstellung für Blinde, Problem vergleichbar mit Mathematischeschrift, gleichzeitig spielen und lesen nicht möglich, große Barriere zwischen blinden und sehenden Musikern → Beschreibungssprachen für Musiknoten ABC und Lillypond

## 4 ASSISTIVE TECHNOLOGIEN FÜR DEN INFORMATIONSZUGANG

### 4.1 HILFSMITTEL FÜR SEHBEHINDERTE

- Spezialtastaturen (sehr kontrastreich)
- Scanner: klassische Scanner für Sehbehinderte, angepasste Scanner mit Braillemarkierung bzw. Sprachausgabe für Blinde
- FingerReader: MIT entwickelt Lesegerät für Blind mit 3D-Drucker
- Digitale Luppen
  - Zoomfaktor 2x bis 20x
  - Displaygrößen bis 8 Zoll
  - Falschfarbdarstellung
  - Speicherfunktion
  - Neue Modelle auch Texterkennung mit Sprachausgabe
- Bildschirmlesesysteme
  - Kombinierte Kamera-Bildschirm-Systeme
  - Monitore von 9" bis 47" im Einsatz
  - Zoom 2x bis 100x
  - HD-Auflösung
  - X-Y-Tische (verschiebbare Tische durch Arretierung) zum Teil integriert
  - Neue Modelle auch mit Texterkennung und Sprachausgabe bzw. Sprachsteuerung
  - Falschfarbdarstellung
  - Spiegeldarstellung
- Kameralösungen
  - Portable Systeme
  - Verwendung mit PC bzw. direkt an einem Monitor
  - Technische Details vergleichbar mit Kameralesesystemen
  - Vorteil: Direkte Archivierung von Dokumenten/Videos am PC



## 4.2 HILFSMITTEL FÜR BLINDE

- Braillebücher
- Auditive Materialien (Kassetten, CDs, MP3)
- DAISY (Digital Accessible Information System)
  - weltweiter Standard für navigierbare, zugängliche Multimedia-Dokumente seit 1992
  - neues digitales Medium, da Audio-CD aus Speicher- und Navigationsgründen für vollständig aufgesprochene Hörbücher ungeeignet
  - bis zu 40 Stunden Ton, Leser kann abhängig von Hierarchiestufen blättern
  - DAISY ist in EBook-Standard EPUB (seit Version 3.0) integriert
- Brailleschreibmaschine
- Braillezeile: viele Hersteller und Versionen, verschiedene Anzahl an Buchstaben (20, 40, 80), mobile Lösungen (Bluetooth) oder Kabel
- Screenreader
- Taktile Grafiken
- Zeichenbrett

## 4.3 DRUCKTECHNIKEN FÜR BLINDE

- Prägen (Drucker 2.000 - 90.000€, Papier wenige Cent)
- Schwellpapier: spezielle Papierversion zur Erzeugung taktiler Grafiken für Blinde, auf Trägerpapier befindet sich thermoplastische PVC-Schicht, regulär bedrucktes Dokument wird mit UV-Licht beleuchtet, sodass Papier schwilkt und ertasten lässt (Drucker unter 100€, Fixierer 1.500€, Papier 2€/Blatt)
- Tiefziehverfahren: auf gefräste Holzspanplatte wird Kunststoffplatte angepresst und durch Hitze im Gerät zieht sich Kunststoff in das gefräste Objekt (Geräte mehrere 1.000€, Folie wenige Cent, Erstellung großer Aufwand)

## 4.4 MODERNE ANSÄTZE ZUR INFORMATIONSAUFGNAHME

- Zweidimensionale taktile Displays
- Mikrofluides Brailledisplay
- Carbo-Wachs-Röhrchen

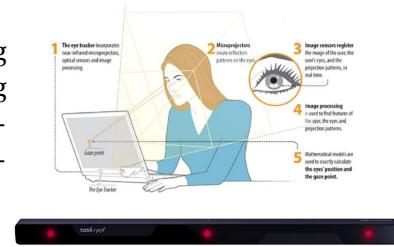
## 5 IT FÜR DEN INFORMATIONSZUGANG

### 5.1 SOFTWARELÖSUNGEN FÜR SEHBEHINDERTE

- Vergrößerungssoftware: flexible Vergrößerung, Font Glättung, Bild-Schärfung, Verfolgung (automatisches Verfolgen des interessanten Bildschirmbereichs), Vergrößerungsfenster, Farbverstärkung, -erweiterung, einstellbarer Mauszeiger und Cursor, Fokus Hervorhebung (z.B. Umrandung), Fokus Echo (z.B. automatisches Vorlesen von gerade aktiven Controls), Maus Echo (z.B. Informationen unter Mauszeiger vorlesen), WebReader (relevante Informationen einer Webseite werden gefiltert), Probleme: fehlende Übersicht da Fullscreen, Abhängigkeiten von Maus und Tastatur



- Eye-Tracking - Probleme: individuelle Anpassung (Farben, Vergrößerung, Dimensionen), Anpassung an Augenerkrankung (Nystagmus: zittern, Schielen, ein blindes Auge), Berücksichtigung der Tagesform, Wechsel zwischen Scan- und Arbeitsmodus



### 5.2 SPRACHEIN-/AUSGABE

- Text wird in den Rechner bzw. das mobile Endgerät eingesprochen und erkannt
- Beispiele: Dragon NaturallySpeaking, Windows Spracherkennung, Google Now, Siri
- TextToSpeech(TTS) Software (z.B. Balabolka, TalkBack (Android), VoiceOver (iOS)): Probleme bei Mathematik, Aufbau eines Korpus mit Mathe-Formeln

### 5.3 SOFTWARELÖSUNGEN FÜR BLINDE

- Screenreader vermittelt Information die gewöhnlich auf dem Bildschirm ausgegeben werden mithilfe nicht-visueller Ausgabegeräte (Soundkarte oder taktile über Braillezeile), Beispiele: NVDA, Jaws, WindowEyes, Orca, VoiceOver
- Optische Zeichenerkennung (OCR) - Abbyy Finereader, Omnipage
- InfntyReader: OCR für mathematische Ausdrücke und Dokumente (basiert auf Abby Finereader Plugin) - automatische Umwandlung von wissenschaftlichen Dokumenten in Braille
- ChattyInfnty3: Editor für wissenschaftliche (mathematische) Dokumente mit Sprachausgabe

## 5.4 AUFBEREITUNG VON DOKUMENTEN/INFORMATIONEN/GRAFIKEN

- Dokumente

- PDF/UA-Standard zur barrierearmen Aufbewahrung von Dokumenten (UA: Universal Accessibility) beschreibt erstmalig und einheitlich die Anforderungen an barrierefreie PDF-Dokumente.
- PAD 2 - PDF Accessibility Checker
- Warum UA - Alle Menschen sollen selbstständig und gleichberechtigt Informationen in PDF-Dokumenten wahrnehmen und nutzen können (PDF-Dokumente ohne fremde Hilfe nutzen, ein Ziel im Dokument auf einfache und direkte Weise und in einer angemessenen Zeit erreichen, PDF-Dokumente in gleich hoher Qualität nutzen wie für Menschen ohne Einschränkungen)
- Vorteile: Screenreader benötigen Strukturinformationen zur Navigation und Alternativtexte für grafische Elemente, Strukturinformation erleichtert auch den Export in andere Formate (ePub, HTML, Word)
- Hindernisse in PDFs: Text als Bild, Struktur nur visuell erkennbar, falsche Leserienfolge, Grafiken ohne Alternativtexte, Dokumentsprache nicht definiert, Überschriften von Tabellen nicht formatiert, Aufzählungen nicht formatiert
- PDF barrierefrei machen: Tags definieren, Leserienfolge definieren
- PAVE führt Korrektur an PDF-Dateien durch und erzeugt so barrierefreie PDF-Dokumente
- Tipps für barrierefreie PDFs
  - \* Tagged PDF (z.B. Überschriften, Absätze, Listen)
  - \* Logische Leserienfolge
  - \* Umfließen
  - \* Alternativtext
  - \* Lesezeichen
  - \* Sprachauszeichnungen
  - \* Automatische Prüfung

- Grafiken

- Herausforderungen für Grafikumsetzung und blinde Nutzer: Technische Studienfächer beinhalten große Menge an Grafiken und Bildern, Grafikbeschreibung bedarf detaillierterem Wissen im Fachgebiet, Beschreibung soll elektronisch vorliegen, damit sie im jeweiligen Lernmedium auch zukünftig zur Verfügung steht
- rein textuell über Bildbeschreibung
- textuell und taktil: Reduktion des grafischen Inhalts (Entfernen von Überschriften, Markierungen, Legenden,..., Entfernen unnötiger und verwirrender Linien, Verbreiterung der Linien)

- Beschreibung der Grafik über einfache und leicht verständliche Wörter, Art/Typ und Struktur der Grafik, Anordnung der Elemente, auf gelöschte Informationen hinweisen
- Zukunft: ePub 3.x → One4All: ein Dokument für alle mit Umschalten für normale, sehbehinderten und blinden Version

## 6 RICHTLINIEN

### Barrierefreiheit im Web

- immer mehr Informationen im WWW
- Fokus von vielen Organisationen liegt dabei häufig auf Design und Reichweite
- Problem: Zugänglichkeit oft vernachlässigt

#### 6.1 WEB CONTENT ACCESSIBILITY GUIDELINES (WCAG)

- Richtlinie für barrierefreie Webinhalte beschreibt welche Anforderungen ein barrierefreies Web-Angebot erfüllen muss
- Ausgearbeitet durch Web-Accessibility Initiative (WAI) des World Wide Web Consortiums (W3C)

##### 6.1.1 WCAG 1.0

- 1999 veröffentlicht
- Grundlage für BITV (Deutschland) und auch in vielen anderen Ländern
- 14 Richtlinien mit 3 Prioritäten
  - Priorität 1: grundlegendste Ebene der Web-Zugänglichkeit
  - Priorität 2: Adressiert die größten Barrieren für Benutzer mit Behinderungen
  - Priorität 3: Signifikante Verbesserungen der Web-Zugänglichkeit

##### 6.1.2 WCAG 2.0

- basiert auf WCAG 1.0
- so konzipiert, dass sich weitgehend auf verschiedene Webtechniken der Gegenwart und Zukunft anwenden lassen sowie mit einer Kombination aus automatisierten Tests und der Evaluation durch Menschen testbar sind
- Richtlinien sind detaillierter festgelegt
- ISO Standard

- beschreibt 4 Prinzipien mit 12 Richtlinien
  1. Wahrnehmbar: Informationen und Komponenten der Benutzerschnittstelle müssen für Benutzer wahrnehmbar sein
    - 1.1. Textalternativen für alle Nicht-Text-Inhalte, so dass diese in andere vom Benutzer benötigte Formen geändert werden können
    - 1.2. Zeitbasierte Medien: Alternativen (z.B. Untertitel, Audiodeskription) zur Verfügung stellen
    - 1.3. Anpassbar: Inhalte sollen auf verschiedene Arten darstellbar sein (z.B. einfacheres Layout), ohne dass Informationen oder Struktur verloren gehen
    - 1.4. Unterscheidbar: Informationen von Hintergrund trennen
  2. Bedienbar: Elemente der Benutzerschnittstelle und Navigation müssen bedienbar sein
    - 2.1. Per Tastatur zugänglich: alle Funktionalitäten per Tastatur zugänglich
    - 2.2. Ausreichend Zeit
    - 2.3. Anfälle: Verhindern der Möglichkeit für Anfälle (z.B. blitzende Bilder)
    - 2.4. Navigierbar: Hilfsmittel zum navigieren, Inhalte zu finden und zu bestimmen, wo sie sich befinden
  3. Verständlich: Informationen und Funktionen der Benutzerschnittstelle müssen verständlich sein
    - 3.1. Lesbar
    - 3.2. Vorhersehbar
    - 3.3. Hilfestellung bei der Eingabe: Hilfe Fehler zu vermeiden und zu korrigieren
  4. Robust: Inhalte müssen robust genug sein, sodass diese durch eine Vielzahl von Benutzeragenten verlässlich interpretiert werden können
    - 4.1. Kompatibel: Kompatibilität mit aktuellen und zukünftigen Benutzeragenten, einschließlich assistierender Techniken
- jede Richtlinie hat prüfbare Refolgskriterien (A, AA und AAA)
  - A: grundlegendste Merkmale zur barrierefreien Webgestaltung
  - AA: beschäftigt sich mit den größten und häufigsten Barrieren für behinderte Nutzer
  - AAA: höchste und komplexeste Ebene der Web-Zugänglichkeit
  - meist ist AA plus etwas AAA der beste Kompromiss (AA ist Standard für öffentliche Webseiten)
- größtenteils unabhängig von der Webtechnologie

## 6.2 BARRIEREFREIE-INFORMATIONSTECHNIK-VERORDNUNG (BITV)

- Barrierefreiheit im Behindertengleichstellungsgesetz definiert
- Jedes Bundesland hat eigenes Behindertengleichstellungsgesetz und Regelungen für barrierefreie Informationstechnik
- BITV: das 2002 in Kraft getretene Behindertengleichstellungsgesetz machte auch eine Rechtsverordnung des Bundes erforderlich, welche im Detail regeln soll, welche Maßnahmen zum Umsetzen des Gleichstellungsgesetzes zum Beispiel für Internetseiten des Bundes notwendig sind.
- seit 2011: BITV 2.0, orientiert sich an internationalen Standards der WAI des W3C
- Prinzipien
  1. Wahrnehmbar: Textalternativen, zeitgesteuerte Medien, Anpassbarkeit der Darstellung, Unterscheidung Vorder- und Hintergrund
  2. Bedienbar: Tastaturbedienbarkeit, ausreichend Zeit, Anfälle vermeiden, Orientierung unterstützen
  3. Verständlich: Lesbarkeit, Vorhersehbarkeit, Fehler vermeiden helfen
  4. Robust: Kompatibilität

## 6.3 UNTERSCHIEDE

- WCAG ist nur eine Richtlinie, wobei niemand zur Einhaltung dieser verpflichtet ist
- Durch BITV wird verpflichtet, dass Oberflächen barrieregerecht gestaltet werden

## 6.4 UNIVERSAL DESIGN

- Universelles Design und Design für Alle umfassen die Erkenntnisse und Verfahrensweisen, nach denen Produkte, Umgebungen, Dienstleistungen und Informationen für die größtmögliche Zielgruppe gestaltet werden können. Dabei soll der Bedarf an zusätzlichen notwendigen Hilfestellungen aller Art möglichst reduziert werden.
- Prinzipien des Universalen Designs
  1. Breite Nutzbarkeit: Design soll für Menschen mit unterschiedlichen Fähigkeiten nutzbar und marktfähig sein
  2. Flexibilität in der Benutzung: Design soll eine breite Palette individueller Vorlieben und Möglichkeiten unterstützen
  3. Einfache und intuitive Benutzung: Benutzung des Designs soll leicht verständlich und unabhängig von der Erfahrung, dem Wissen, den Sprachfähigkeiten oder der momentanen Konzentration des Nutzers sein

4. Sensorisch wahrnehmbare Informationen: Design soll dem Benutzer notwendige Informationen effektiv zur Verfügung stellen und zwar unabhängig von der Umgebungssituation oder den sensorischen Fähigkeiten des Benutzers
5. Fehlertoleranz: Design soll Risiken und die negativen Konsequenzen zufälliger oder unbeabsichtigter Aktionen minimieren
6. Niedriger körperlicher Aufwand: Design soll effizient und komfortabel mit einem Minimum von Ermüdung benutzt werden können
7. Größe und Platz für Zugang und Benutzung: eine angemessene Größe sowie Platz für den Zugang, die Erreichbarkeit, die Manipulation und die Benutzung soll vorgesehen werden und zwar unabhängig von der Größe des Benutzers, seiner Haltung oder Beweglichkeit

## 7 BARRIEREFREIE WEBSEITEN

### 7.1 GRUNDLAGEN

- HTML vs XHTML: W3C empfiehlt XHTML 1.0, da diese Spezifikation XML-basiert und somit kompatibel mit anderen W3C-Standards ist.
- XML (eXtensible Markup Language): Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien
- CSS macht die Webseite zugänglicher für ein breites Spektrum von Geräten, erleichtert umfangreiche Änderungen, schafft kleinere Dateien und ermöglicht ein bedürfnisorientiertes Anpassen.
- HTML5 und CSS3 bringen Webseiten mit neuen semantischen Elementen und anspruchsvollen Formatierungseffekten auf den neuesten Stand. Kombiniert können beide Technologien ein barrierefreies, nutzerfreundliches Webdesign unterstützen.
- SVG (Scalable Vector Graphics): Gestaltung textbasierter, interaktiver und geräteunabhängiger Multimedia genutzt werden
- SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language): kann für die Synchronisation von Video, Untertiteln und Audiodeskriptoren verwendet werden.

## 7.2 HTML NEGATIV-/POSITIV-BEISPIELE

Beispiel	gute Umsetzung	schlechte Umsetzung
Überschriften	<h2>Überschrift 2</h2>	<strong>Überschrift 2</strong>
Listen und Aufzählungen	<ul><li>...</li></ul>	Auflistung mit einfachem Zeilenumbruch und Bindestrich
Tabellen	Inhaltsübersicht und Kopfzeilen markieren	Tabelle als Textrahmen oder als Positionswerkzeug
Transparente Bilder als Positionswerkzeug	Abstände über CSS	transparente Bilder als Positionswerkzeug
Links	externe Links kenntlich gemacht	keinerlei Aussagekraft wo ein Link hinführt
Abbildungen und Grafiken	ALT/TITLE/LONGDESC	keine Beschreibung

## 7.3 ACCESSIBILITY-API/-TREE/ARIA

- Barrierefreiheit einer Anwendung ist davon abhängig, wie sie über eine Accessibility-API den Accessibility-Tree mit Informationen befüllt
- APIs: Microsoft Active Accessibility (MSAA) auf Windows, Linux Accessibility Toolkit und Assistive Technology - Service Provider Interface auf Linux, Mac OS X Accessibility Protocol auf macOS und iOS, Java Accessibility API (JAAPI)
- Accessibility-Tree: Schnittstelle des Betriebssystems
- Document Object Model (DOM)
- Off screen model: heuristisches Verfahren in dem Screenreader die Kommunikation zwischen Browser und Betriebssystem auswerten
- ARIA (Accessible Rich Internet Application) - Webstandard des W3C
  - mit ARIA-Attributen können u.a. Komponenten, die in HTML und anderen Auszeichnungssprachen nicht spezifiziert sind, so angereichert werden, dass der Browser damit den Accessibility-Tree sinnvoll befüllen kann
  - werden mittlerweile von Browser und Betriebssystemen ausreichend unterstützt
  - sind leicht zu verstehen
  - schließen die Lücke zwischen HTML und JavaScript einerseits und zwischen HTML und dem Betriebssystem andererseits
  - beeinflussen weder die visuelle Darstellung noch das Verhalten im Browser
  - Rollen und Attribute
    - \* landmark roles um Regionen einer Webseite zu bestimmen

- \* document structure roles um fehlende Semantik einem Element hinzuzufügen
- \* widget roles um komplexere Komponenten, die größtenteils in HTML5 nicht abgebildet werden können, semantisch zu identifizieren

#### 7.4 VALIDIERUNGSHILFEN UND WEITERE TOOLS

- Active Accessibility Object Inspector
- Aviewer
- Accessibility Inspector (macOS)
- AccProbe (Linux)

### 8 BARRIEREFREIE SOFTWAREENTWICKLUNG

Barrierefreie Software ist eine Software die für alle Menschen unabhängig irgendwelcher Einschränkungen bedienbar ist.

#### 8.1 GRUNDLAGEN UND RICHTLINIEN

- Eine barrierefreie Software sollte für Menschen mit Körperbehinderung und bedingt auch für Menschen mit geistigen Behinderungen und Lernbehinderungen bedienbar sein.
- Außerdem sollte eine barrierefreie Software auch von Menschen im fortgeschrittenen Alter bedienbar sein.
- Eine barrierefreie Software sollte von allen Menschen bedient werden können!
- Eine barrierefreie Software macht es allen Computernutzern einfach die Software zu bedienen!
- **Auch die UN-Konvention nennen und betonen, dass der ungehinderte Zugang zu Informationen und Kommunikation ein Menschenrecht ist!**
- Beispiele für Barrieren
  - Blind, Sehbehindert (bisher behandelt, aber...)
  - Taub/Hörbehinderung
    - \* Untertitel (manuell/automatisch erstellt)
    - \* Kommunikation → SMS, Email, WhatsApp, Chat
    - \* Text-Transkription (z.B. in Vorlesungen)
    - \* Wecker? Rauchmelderalarm? Türklingel? Telefon? z.B. Bett-Vibrator unter dem Kopfkissen, Blitzlichtlampen für Alarmsignalisierung

- \* Lautsprecherdurchsagen in Straßenbahnen
  - \* Intelligente Hörgeräte (Geräuschfilterung, ggf. Speech-To-Text)
- Mobilitätseinschränkung und Geschicklichkeitsprobleme
- Sprachbeeinträchtigung
- Dyslexie
  - \* beeinflusst Fähigkeit zu lesen, zu buchstabieren und Zahlen zu verwenden
  - \* Technologie finden, um Passwortschutz und Support zu unterstützen
  - \* Intelligente Fehlerprüfung
  - \* Technologien finden, die in verschiedenen Einstellungen für verschiedene Aufgaben funktionieren
  - \* Kreativität im Umgang mit Technologien
- Alter
- Wie kann Barrierefreiheit bei der Programmierung von Software berücksichtigt werden?
- Wie kann Software hinsichtlich Barrierefreiheit überprüft werden?
- Gibt es Kriterien für die Beschaffung von barrierefreier Software?
- Gibt es Richtlinien?
  - Ja, es gibt leider verschiedene Richtlinien: ISO 9241 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software (ISO 9241-171:2008)
  - Richtlinien zur barrierefreier Software-Entwicklung mit .net bzw. C#
    1. Unterstützung der Systemsteuerungseinstellungen für Größe, Farbe, Schriftart und Eingabe
    2. Unterstützung des Kontrastmodus
    3. Bereitstellen eines dokumentierten Tastaturzugriffs auf alle Features
    4. Visuelle und programmgesteuerte Anzeige der Position des Tastaturfokus
    5. Vermeidung der Übermittlung wichtiger Informationen allein per Audioausgabe
  - Richtlinien zur barrierefreien Software-Entwicklung für Java von IBM
    1. Tastaturbedienbarkeit
      - 1.1. Alle Softwarefunktionen müssen auch ohne Maus, also nur per Tastatur ausführbar sein
      - 1.2. Es darf keine Konflikte geben zwischen Ihrer Software und Tastatureingabehilfen des Betriebssystems

## 2. Informationen über Objekte

- 2.1. Bieten Sie eine optische Fokusanzeige an, die den Änderungen des Eingabefokus zwischen den interaktiven Objekten folgt. Diese Fokusanzeige muss programmtechnisch für die assistive Technik zugänglich sein.
- 2.2. Liefern Sie semantische Informationen über Objekte der Benutzerschnittstelle. Wenn ein Programmelement aus einem Bild besteht, dann muss die Information, die durch das Bild transportiert wird, auch als Text verfügbar sein.
- 2.3. Beschriften Sie Bedienelemente, Objekte, Icons und Bilder. Wenn ein Bild zur Kennzeichnung von Programmelementen benutzt wird, muss die Bedeutung des Bildes in der gesamten Applikation einheitlich sein.
- 2.4. Wenn elektronische Formulare in der Software benutzt werden, sollten die Formulare den Menschen, die assistive Technik benutzen, erlauben, auf die Informationen, Feldelemente und Funktionen zuzugreifen, die zum Ausfüllen und zur Abgabe des Formulars, einschließlich aller Anweisungen und Hinweise, notwendig sind.

## 3. Sound und Multimedia

- 3.1. Bieten Sie eine Option, um Audio-Warnmeldungen visuell anzuzeigen.
- 3.2. Bieten Sie zugängliche Alternativen für wichtige Audio- und Videosequenzen.
- 3.3. Bieten Sie eine Option zum Einstellen der Lautstärke.

## 4. Anzeige

- 4.1. Erzeugen Sie Text durch normale Systemfunktionsaufrufe oder eine API (Schnittstelle für Anwendungsprogrammierung), die die Interaktion mit assistiver Technik unterstützen.
- 4.2. Benutzen Sie Farbe als eine Ergänzung und nicht ausschließlich, um Informationen zu übermitteln oder Aktionen anzuzeigen.
- 4.3. Unterstützen Sie Einstellungen für starken Kontrast für alle Bedienelemente des Benutzerinterfaces und Client-Bereiches.
- 4.4. Wenn kundenspezifische Farbanpassung durch das Programm unterstützt wird, bieten Sie vielfältige Farbeinstellungsmöglichkeiten, damit mehrere Kontrastniveaus erzeugt werden können.
- 4.5. **Übernehmen Sie die Systemeinstellungen für Schriftart, Größe und Farbe für alle Steuerelemente der Benutzerschnittstelle.**
- 4.6. Bieten Sie eine Option an, die Animationen in einer nicht animierten Form darstellt.

## 5. Timing

- 5.1. Bieten Sie die Möglichkeit, die **Reaktionszeit auf zeitlich begrenzte Hinweise einzustellen** oder ermöglichen Sie den Verbleib des Hinweises.

- 5.2. Verwenden Sie keine leuchtende oder blinkende Texte, Objekte oder andere Elemente mit einem Blitz oder einer Blinkfrequenz größer als 2 Hz und kleiner als 55 Hz.
- Richtlinien barrierefreie Software-Entwicklung für Java von Oracle
  - Allgemeine wichtige Hinweise
    - Tabulatorreihenfolge: Um die Bedienbarkeit der Software auch über Tastatur zu gewährleisten, ist es wichtig auf die Tabulatorreihenfolge zu achten.
    - Shortcuts: Eine weitere Möglichkeit die Bedienbarkeit von Software über Tastatur zu verbessern, ist das vergeben von Shortcuts für Labels, Buttons, Groupboxen und Menüs. Das erstellen eines Shortcuts macht man, in dem man vor einem bestimmten Buchstaben in einer Beschriftung ein &-Zeichen setzt.
    - Achtung bei individuellen Shortcuts: Keine WCAG Richtlinie aber häufig werden Shortcuts definiert, welche schon anderweitig im System vergeben sind.

## 8.2 CHECKER FÜR BARRIEREFREIHEIT

- Wie kann Software hinsichtlich der Barrierefreiheit überprüft werden?
- Automatisierte Überprüfung ist noch immer schwierig
- Microsoft und Oracle stellen Tool zur Verfügung um Software auf Barrierefreiheit zu testen
- Software sollte von Hand überprüfen, um Barrierefreiheit wirklich sicherzustellen (Überprüfen der Software anhand der verwendeten Richtlinien)
- Als Checkliste hierfür dient die im Anhang C der “DIN EN ISO 9241-171 Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software” bereitgestellte “Checkliste zur Beurteilung von Anwendbarkeit und Einhaltung der Anforderungen und Empfehlungen (Konformität)”.

## 8.3 BEISPIELE FÜR PROGRAMMIERSPRACHEN / OBERFLÄCHENENTWICKLUNG

Welche Programmiersprachen unterstützen barrierefreie Software-Entwicklung?

- Java war die erste welche barrierefreie Software-Entwicklung unterstützte.
  - Swing-Komponenten bieten Eigenschaften AccessibleName und AccessibleDescription
  - Diese Texte werden dann vom Screenreader vorgelesen
  - **JAAPI** ermöglicht eine Art Vereinbarung zwischen einer Java-Anwendung und der Unterstützungstechnologie (wie Screenreader-Software oder Braille-Anzeigegerät)
  - Java Accessibility-Dienstprogramme: Damit können Informationen aus einer Anwendung erfasst und für die Anzeige mit Spezialgeräten weiterverarbeitet werden. Mit ihnen können Unterstützungstechnologien komponentenspezifische Ereignisse

überwachen und zusätzliche Informationen über das GUI erhalten, zum Beispiel die momentane Mausposition oder, welches Fenster gerade aktiv ist.

- Java Access Bridge (JAB): Das wichtigste Element, um unter Windows Barrierefreiheit in der Java-Plattform zu ermöglichen. Es wurde in J2SE 1.3 eingeführt.
- Java Foundation Classes (JFC): Dies ist eine Bibliothek von GUI-Komponenten, in welche JAAPI vollständig implementiert ist.
- Das Microsoft .net-Framework insbesondere C# unterstützt ebenso die barrierefreie Software-Entwicklung!
  - AccessibleName: Kurzbeschreibung der entsprechenden Komponente
  - AccessibleDescription: Textbeschreibung der visuellen Darstellung dieser Komponente
  - AccessibleRole beschreibt die Aufgabe, die an Eingabehilfen übermittelt wird, zulässige Werte in Enum AccessibleRole definiert.
  - AccessibilityObject enthält eine Instanz, die für die Eingabehilfe Informationen über das Steuerelement enthält. Die Eigenschaft ist schreibgeschützt und wird vom Designer festgelegt.
  - AccessibleDefaultActionDescription enthält eine Beschreibung der Standardaktion des Steuerelements. Diese Eigenschaft kann nicht zur Entwurfszeit festgelegt werden, sondern nur per Programmcode.
  - Kontrastmodus: Kontrastmodus des Systems kann in Software übernommen werden
  - Neues Feature: UI Analyse in Visual Studio hilft während der Programmierung typische Fehler in Sachen Barrierefreiheit zu finden und hilft diese zu beheben.
  - Narrator/Windows 10 Sprachausgabe: Windows 10 Screenreader
- Qt
  - QT accessibility checklist: Usability, Fonts, Colors, Scalable UI, Sounds, Spelling, Assistive Technology
  - Barrierefreie QT-Anwendungen: Um mit assistiven Technologien zu kommunizieren, muss die QT-GUI für diese verständlich erstellt werden. QT-Anwendungen verwenden das **QAccessibleInterface**, um Informationen über die einzelnen Elemente der Benutzeroberfläche bereit zu stellen. Im Moment bietet QT Unterstützung für seine Widgets und Widget-Teile, z.B. Schieberegler Griffe, aber die Schnittstelle konnte auch für jede QObject umgesetzt werden. Die Beschreibungen basieren hauptsächlich auf MSAA und sind unabhängig von QT.
- Android
  - Accessibility Features: Android bietet Eingabehilfen und Dienstleistungen die bei der Navigation helfen, einschließlich Sprachausgabe, haptische Rückmeldung oder Gestensteuerung. Android-Entwickler können durch diese Funktionen in ihren

Anwendungen profitieren. Android-Entwickler können auch ihre eigenen Anwendungen dadurch zugänglich machen und Funktionen wie Audio-Aufforderung, physikalisches Feedback (Vibration) und alternative Navigationsmodi nutzen.

- Accessibility Requirements: Gewisse Punkte müssen hierfür erfüllt werden, um die minimalen Anforderungen für eine barrierefreie Anwendung zu gewährleisten (Alternativtexte für GUI-Komponenten, die keinen sichtbaren Text enthalten, Sicherstellen, dass Nutzer mit Hard- oder Softwarebasierenden Lösungen navigieren können, Bei selbstentwickelten Steuerelementen für Nutzerschnittstellen sollen Accessibility Schnittstellen und Inhaltsbeschreiber integriert werden, Audioausgaben müssen immer eine zweite Rückmeldung haben, um hörbehinderte Personen zu unterstützen)
- Accessibility Recommendations: Empfehlungen um die Zugänglichkeit der Programme sicherzustellen (Android Design Accessibility Guidelines, framework-provided controls benutzen, temporary or self-hiding controls and notifications verhindern)
- iOS
  - Eingabehilfen, Accessibility-APIs, Vielzahl von Entwickertools und Dienstprogrammen (z.B. VoiceOver)
  - Test auf Accessibility: Test auf realem Gerät oder im iOS Simulator, Accessibility Inspector hilft beim Debuggen der Zugänglichkeiten (läuft innerhalb iOS-Simulator)
- In vielen weiteren liegt es im Ermessen des Entwicklers bzw. am Einsatz von passenden Plugins.
- Bei den Programmiersprachen C++ und Delphi fehlt eine Unterstützung von Haus aus.

## 9 FEEDBACKSYSTEME UND EVALUIERUNG

Welche Möglichkeiten gibt es, Informationen an sehbehinderte Nutzer zu bringen?

- Visuell - nur für Sehbehinderte und problematisch alle Seheinschränkungen abzudecken
- Sprachausgabe - problematisch, Sprachausgabe lenkt von den restlichen Umweltgeräuschen bzw. im Gespräch zu sehr ab
- Möglichkeiten: Sonifikation (Töne) oder Haptik/Vibration

### 9.1 AKUSTISCHE FEEDBACKSYSTEME

- Sonifikation: Verklanglichung ist die Darstellung von Daten in Klängen → Klang als Informationskanal (Beispiele: Stethoskop, Geigerzähler)
- Sonifizierungstechniken

- Audifikation: direkte Übersetzung von Daten auf ein akustisches Signal, Daten müssen in Signalform sein, EEG (Elektroenzephalographie) zur Vorhersage epileptischer Anfälle, Seismogramm
- Earcons: überlicherweise melodisches Konstrukt aus einen bis drei Tönen, jedem Earcon wird eine Bedeutung zugewiesen, Assoziationen müssen erst gelernt werden, viele verschiedene Klangparameter veränderbar, angenehmer Klang (Windows-Fehlermeldung, Windows herunterfahren)
- Auditory Icons: Geräusche ähnlich zu akustischen Ereignissen im Alltag, intuitiv, oft bei Human-Computer Interaktion eingesetzt, Rückmeldung für Eingaben, schwer immer passende Töne zu finden
- Parameter Mapping Sonification: Abbildung einzelner Datenattribute auf einzelne Klangattribute, Datenverarbeitung, Datentendenz erkennen, Sound Graphs
- Modellbasierte Sonifikation: aktive (z.B. der Vortrag) und passive Klänge (z.B. Schlag auf den Tisch), künstliche Interaktion mit abstrakten Modellen liefert Geäusche (z.B. oft gedrückt Button klingt weniger frisch)
- Spearcons: Text-to-Speech (TTS), 40-50% schneller abgespielt, einfach zu produzieren, können theoretisch jeden Vorgang beschreiben, gewöhnungsbedüftig, schneller erlernbar, bildhaft
- Anwendungsbeispiele
  - Hinderniserkennung: Langstock (haptisch aber auch auditiv), Bat K Sonar-Cane (Tonhöhe des Echo analog zur Entfernung, direktional, durch Kopfhörer werden Umweltgeräusche verdeckt)
  - Audible High Resolution Ultrasonic Sonar (AHRUS): hörbares Ultraschall Sonar, dessen Echos mit dem menschlichen Ohr wahrgenommen werden können
  - Auditory Graphs: kartesische Graphen, y-Wert auf Tonhöhe abbilden, gibt einen ersten Eindruck über die Funktion, mehr Information durch Interaktion,  $y = x + \sin(x)$
  - Soundbeam: ähnlich wie ein Musikinstrument, übersetzt sensorisch erfasste Handbewegungen in Musik und Klang, 2 Ultraschallsensoren

## 9.2 HAPTISCHE FEEDBACKSYSTEME

- Haptische Wahrnehmung
  - Haptische Sensitivität (Bestandteil der Oberflächensensibilität, Wahrnehmung mechanischer Reize in Forum von Druck, Vibration und Gewebsdehnung)
  - Propriozeption (Tiefensensibilität, Fähigkeit die Stellung der Gliedmaßen und die Lage des eigenen Körpers im Raum wahrzunehmen)
  - Kinästhesie (Tiefensensibilität, Fähigkeit Körperbewegungen wahrzunehmen und zu steuern)

- Viszerozeption (Wahrnehmung der Informationen über Organtätigkeiten)
  - Schmerzwahrnehmung (Nozizeption)
  - Temperaturwahrnehmung (Thermorezeption)
- Taktile Wahrnehmung:
  - Passive Wahrnehmung mechanischer Eindrücke
  - Teil des Tastsinns
  - Oberflächensensibilität: Wahrnehmung von Reizen über in der Haut liegende Rezeptoren, die in Mechano-, Thermo- und Schmerzrezeptoren unterteilt, mit deren Hilfe Druck, Berührung und Vibration sowie Temperatur und Schmerz wahrgenommen werden können
- Taktiles Feedback
  - Vibrotaktile Stimulation: Mit Hilfe von Vibrationen kann man verschiedenste Empfindungen simulieren, zum Beispiel Bewegungen oder auch Oberflächenstrukturen
  - Pneumatische Stimulation: Auch über bestimmte Druckveränderungen auf die Finger oder andere Hautstellen können Reize ausgelöst werden (z.B. Braillezeile)
  - Elektrotaktile Stimulation: Diese Reizentwicklung wird durch kleine Elektroden erreicht. Diese werden auf die Haut angebracht und geben kleine Stromstöße ab
  - Temperaturinformationen: Auch durch verschiedene Temperaturinformationen kann ein taktiles Feedback erreicht werden, zum Beispiel die Übermittlung von Temperaturdifferenzen
  - Nervenstimulation (Functional neuromuscular stimulation FMS): Es ist auch möglich, direkt die Nerven des Benutzers derart anzusteuern, dass eine haptische Wahrnehmung entsteht.
- Force Feedback
  - Fingerbasierende Interfaces: Diese Geräte werden durch Fingerbewegungen gesteuert. Bei dieser Gruppe von Geräten wird meist ein Mauszeiger im Dreidimensionalen gesteuert, mit dem man Objekte anstoßen kann.
  - Handbasierende Interfaces: Bei diesen Geräten wird die Bewegung der Hand ausgewertet. Aber auch Joysticks zählen zu dieser Gruppe.
  - Exoskeletale Interfaces: Die Steuerung erfolgt hier durch Teile des Skeletts. Das Gerät wird so befestigt, dass es die natürlichen Bewegungen des Benutzers registrieren und aufzeichnen kann.
- Beispiele

- Joysticks oder Lenkräder

- PHANTOM: gehört zu der Gruppe der finger-basierenden Interfaces. Es wurde am MIT in Boston entwickelt und wird zur Zeit von der Firma SensAble Technologies produziert und vertrieben.



- CyberGlove: Sensoren liefern Daten über die Stellung und Ausrichtung der Finger und Gelenke. Die dadurch erhaltenen Informationen werden zu einer graphischen Hand umgerechnet, die sich im virtuellen Raum bewegt und die Bewegungen der realen Hand repräsentiert. Dadurch kann der Benutzer im virtuellen Raum handeln und Aktionen durchführen.



- CyberTouch: Erweiterung des CyberGlove. Er vermittelt dem Benutzer ein taktiles Feedback. Um das zu erreichen, ist er mit sechs vibrotaktilem Stimulatoren ausgestattet. Fünf dieser Sensoren sind an den Fingern angebracht, einer auf der Handfläche.



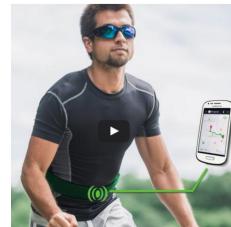
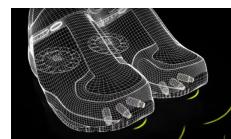
- CyberGrasp: Bisher ohne ForceFeedback! Daher wurde dieses Feature in dieser Entwicklungsstufe aufgegriffen. Mit diesem Gerät ist es möglich, virtuelle Objekte zu greifen. Man verspürt den Druck, den feste Gegenstände auf die eigene Hand ausüben. Die Art der Konstruktion des CyberGrasp bezeichnet man als exoskeletal, da die Kräfte mechanisch direkt auf das Skelett des Benutzers übertragen werden.



- CyberForce: wieder eine Erweiterung der CyberGlove- und CyberGrasp-Technologie. Könnte man mit dem CyberGrasp nur Kräfte auf die Finger ausüben, so ist es mit diesem Gerät möglich, die ganze Hand zu lenken.



- BrainPort V100: Kamerabrille überträgt Schwarz-Weiß-Bilder an die Zunge, 20x20 Pixel Auflösung durch elektronische Stimulationsmuster, Ziel: Umgebung fühlen durch Kribbeln auf der Zunge, Erkennung: Umgebung, Position, Größe und Bewegung von Objekten
- Tacit Ultraschall Handsensor: 4 Ultraschallsensor, Abstandsmessung von 2cm bis 3,5cm, 2 Druck-Aktuatoren am Handrücken (für Hindernisse) links und rechts, Darstellung der Entfernung durch Druckstärke
- Lechal Vibrationsschuhe: Haptischer Schuh mit GPS-basierter Navigation, Bluetooth-Schnittstelle zu Smartphone (App mit Sprachsteuerung), Vibration links oder rechts für Richtungsänderung, Ziel: Orientierung, Richtungsvorgabe, Hinderniserkennung, Gestiken (nach Hause navigieren, Position speichern, Notruf), Objekterkennung durch Sensoren im Schuh (Steine, Stufen, Schlaglöcher)
- Lechal Vibrationssohlen: Technik in die Schuhsohle integriert, keine Hinderniserkennung mehr, bis zu 15 Tage Akkulaufzeit, Preis 150 \$
- Feelspace Gürtel: Vibrationsgürtel mit 3 Lithium-Ionen-Akkus, digitaler Kompass, 30 Vibrationsmotoren, 2 Controller (Signalverarbeitung + Stromversorgung)
- Dot: Braille Smartwatch für 300\$, Braille-Display zur Anzeige von Uhrzeit oder Handy-Nachrichten



## 9.3 EVALUIERUNG

### 9.3.1 GRUNDLAGEN

- Evaluierungen...
  - sind ein wichtiger Bestandteil in allen Phasen einer Entwicklung
  - müssen mehrmals durchgeführt werden, damit eine gute Basis für zukünftige Entwicklungen bzw. Verbesserungen vorhanden ist
  - benötigen Zeit und Ressourcen. Daher bekommen sie häufig zu wenig Beachtung, worunter die Benutzerfreundlichkeit leidet.
  - sind wichtig, daher ist die richtige Evaluierungsmethode wichtig.

- Evaluierungsgrundsätze
  - Evaluierungen können zu verschiedenen Zeitpunkten oder aus verschiedenen Gründen durchgeführt werden
  - Es wird unterschieden, ob sie während eines Entwicklungsprozesses durchgeführt werden oder für bestehende Produkte
- Beispiele für Evaluierungsmethoden
  - Evaluierung durch Experten
  - Beobachtung der Nutzer
  - Interviews
  - Nachforschungen
  - lautes Denken
  - kognitives Durchgehen
  - Laborversuche zur Benutzerfreundlichkeit

#### 9.3.2 NASA-TASK LOAD INDEX (TLX)

- Gesamtpunktzahl (0-100, in 5er Schritten) aus 6 Bereichen:
  - Geistige Anforderung: Wieviel geistige Wahrnehmungsaktivität war erforderlich? War die Aufgabe leicht oder anspruchsvoll, einfach oder komplex?
  - Physische Nachfrage: Wie viel körperliche Aktivität war erforderlich. War die aufgabe einfach oder anspruchsvoll, locker oder anstrengend?
  - Zeitliche Nachfrage: Fühlten Sie sich unter Zeitdruck durch das Tempo in dem die Vorgänge oder Aufgaben stattgefunden haben? War das Tempo zu langsam oder zu schnell?
  - Leistung: Wie erfolgreich waren Sie bei der Durchführung der Aufgabe? Wie zufrieden waren Sie mit Ihrer Leistung?
  - Aufwand: Wie sehr mussten Sie sich bemühen (geistig und körperlich), um Ihr Leistungsniveau zu erreichen?
  - Frust: Wie gereizt, gestresst und genervt fühlen Sie sich im Vergleich zu Inhalt bzw. wie entspannt und selbstzufrieden fühlt man sich während der Aufgabe?
- kann als gültige und bewährte Metrik zur Auswertung von Benutzeroberflächen und Assistenzsystemen für blinde Anwendergruppen empfohlen werden
- Blindgestellte sehende Nutzer sind keine gute Evaluationsgruppe
- Idealerweise nur Blinde bzw. gemischte Testergruppen

## 10 COMPUTER VISION FÜR ASSISTIVE TECHNOLOGIEN

### Computer Vision für Blinde

- Color Processing: Erkennung von Beleuchtung und Farben, Status von Geräten
- 3D Stereo Vision: Hinderniserkennung, Bahnplanung
- Objekterkennung: Erkennung/Wiederfinden von Gegenständen im Haushalt, Geldscheine, Medizin, Hinderniserkennung, Erkennung von Landmarken zur Orientierung, Anzeige zusätzlicher Information
- Texterkennung: Handhabung von Geräten mit Text-Anzeige, Orientierung (Straßenschilder, Hausnummern, bestimmte Gebäude), Verkehrsschilder
- Personenerkennung: Hinderniserkennung, reichhaltigere Wahrnehmung, Fingertracking zur Objektauswahl
- High-Level Computer Vision: Erkennung von Handlungen, Situationen, Erzeugung sprachlicher Beschreibungen

### 10.1 HILFSMITTEL FÜR DEN ALLTAG

- Entwicklung eines tragbaren Assistenzsystems für Blinde
  - Elektronischer Blindenhund, nur mächtiger
  - Hinderniserkennung
  - Personendetektion (Geschlecht, Alter, Identität)
  - Erkennung von Schildern und Text
  - Erkennung von Gebäuden (Navigation)
  - Objekterkennung
  - Interaktiv, mit Hand/Fingertracking (Klingeln, Objekte finden, ...)
  - Nutzung von GPS, Wifi, etc.
- Ausgabe/Eingabe: Haptisch, akustisch, Text, Braille, ... (Benutzerstudien)
- Sensorik und Computer können diskret in Kleidung eingearbeitet werden (wearable computing / intelligente Kleidung)
- evtl. zusätzliche externe Kamerasonik zu Hause (Wiederfinden von Objekten, Interaktion mit Umgebung)
- Assistenzsystem zur Unterstützung der Mobilität
  - Aufbau einer modularen Softwareplatform
  - Hindernis-/Freiflächenerkennung

- Erkennung von Zebrastreifen, Straßenübergängen, Ampeln und Landmarken
- Experimente zu audio-haptischen Schnittstellen
- Object-Finder
  - Suche nach eingelernten Objekten oder Farben
  - Ausgabe über 3D-Audio
- Erkennung von Straßenbahntüren
- Benutzerstudien und Umfragen

### 10.2 WIE FUNKTIONIERT BILDVERARBEITUNG?

- Automatische Analyse von Bildern und Videos
- Teilgebiet der Mustererkennung
- Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz
- Teilgebiet der Informatik (und Elektrotechnik)
- Analyse von vielen Pixeln

### 10.3 OBJEKT-/GEBÄUDE-/TEXTERKENNTUNG

- Objekterkennung
  - Sehr aktives Forschungsgebiet, große Fortschritte, zahlreiche Benchmarks
  - ≈ 30% Fehler bei 256 Klassen (Caltech-Benchmark)
  - Deutlich höhere Erkennungsrate für spezifische Objekte: Meine Kaffeetasse, bestimmte Gegenstände, Nahrungsmittel, Verpackungen, Erkennung von Geldscheinen
  - Assistenzgerät könnte Name des angefassten Objekts sprechen
- Erkennung von Gebäuden/Landmarken
  - Erkennung von Gebäuden und Orten (Gebäudeansichten können wie Objekte eintrainiert werden)
  - Nutzung von Bilddatenbank im Web zum automatischen Aufbau von Landmarkendetektoren
  - Hilfreich zur Orientierung, Finden bestimmter Gebäude
  - Ansage zusätzlicher Informationen
- Erkennung von Schildern und Text
  - Erkennung von Verkehrsschildern in Fahrzeugen bereits erhältlich
  - Detektion und Erkennung von Text (verschiedene Forschungsarbeiten, Detektion von Text, dann OCR)

- Anwendungen: Orientierung (Straßennamen, Geschäfte, Hausnummern), Finden von Namensschildern, Sicherheit (Verkehrsschilder), Benutzung von Geräten: Lesen von LED Anzeigen
- Erzeugung Textlicher Beschreibungen
  - Ziel: Interpretation der Bild- / Videoinhalte
  - Erzeugung von natürlichsprachlichen Beschreibungen
  - Zahlreiche Forschungsarbeiten: Verkehrsszenen, Spiele, Sport, menschliche Interaktion, Smart Rooms, Automatische Annotation von Bildern

## 10.4 IMAGENET

- Aufgabe: Objekterkennung mit 1000 Klassen und 1,3 Millionen gelabelten Trainingsdaten
- Bestes Top-5 Ergebnis derzeit unter 4%

## 10.5 PERSONENERKENNUNG

- Zahlreiche Forschungsarbeiten zur Personendetektion und -Tracking: Große Fortschritte, 3D Multipersonentracking in Echtzeit möglich, erste Detektionssysteme im Automobilbereich
- Identifikation, Alterus- und Geschlechts-, Mimik-, Handlungserkennung möglich
- Anwendungen: Kollisionsvermeidung, Erkennung der Lauf- und Blickrichtung, Unterstützung der Kommunikation (wer schaut wen an, Mimik, Zeigegesten), Identifikation (Zugangssysteme, personalisierte Dienste)

# 11 SMARTHOME

## 11.1 DEFINITION

- Als Smart Home bezeichnet man einen Haushalt, in dem Haushalts- und Multimedia-Geräte interagieren und zentral ferngesteuert werden können
- Automatisierung von Alltagsvorgängen
- Schnelle und flexible Anpassung von verschiedenen Geräten an persönliche Bedürfnisse
- Smart Home als neue Generation der Hausautomation ermöglicht durch bidirektionale Funkstandards (WLAN/Bluetooth) und Smartphones oder Tablets als Fernbedienung.
- Jedes Smart Home System hat ein Herzstück: Die Smart Home Zentrale (mit dieser werden smarte Geräte verbunden und per Computer, Smartphone oder Tablet gesteuert, jede Zentrale spricht eine oder mehrere (Funk-)Sprachen, darunter KNX, WLAN, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave)

## 11.2 BARRIEREFREIE FEATURES IM HAUS

- Elektrische Fenster und Rollläden (automatisch gesteuert)
- Beleuchtung mit intelligenten Bewegungs- und Präsenzmeldern (Sicherheit)
- Morderne Türen mit Türsprechanlage/Motorschloss (Sicherheit+Komfort)
- Schalter und Steckdosen barrierefrei platzieren (ideal sind 85cm für Schalter und 40cm für Steckdosen)
- Sonstige Features: Smartphone-Integration, Alarmanlage, Fenster/Tür-Überwachung, Musik über Präsenzmelder, Rauchmelder, Wassersensoren, Bewässerung, Multiroom-Soundsysteme (z.B. Sonos, Telefonmeldung, Haustür, automatisches Pausieren)

## 11.3 BUS-SYSTEME

- Europäischer Installationsbus (EIB) ist ein Standard nach EN 50090, in der aktuellen Version als KNX-Standard auch nach ISO/IEC 14543-3: beschreibt wie bei einer Installation Sensoren und Aktoren in einem Haus miteinander verbinden werden können, legt fest wie Sensoren und Aktoren miteinander kommunizieren müssen
- KNX: Nachfolger der Feldbusse EIB, BatiBus und EHS, technisch eine Weiterentwicklung des EIB durch Erweiterung um Konfigurationsmechanismen und Übertragungsmethoden, die ursprünglich für BatiBus und EHS entwickelt wurden, mit EIB kompatibel
- ZigBee Pro: verwendet bei Lightify, Miele, Philips Hue, Qivicon, wibutler
- Z-Wave: verwendet bei Devolo, wibutler, Fibaro, EWE Vtrieb GmbH
- Enocean: verwendet von vielen Herstellern
- HomeMatic: verwendet von Qivicon und RWE
- WLAN: Apple HomeKit, wibutler, TP-Link
- io-homecontrol: Somfy, Velux
- DECT ULE: Panasonic, Gigaset Elements, AVM
- 1-Wire: Sensorik

## 12 AKTUELLE FORSCHUNG

- Cooperate: Entwicklung und Evaluierung eines modellhaften UML-Kooperationswerkzeugs für Diversity Teams in der Softwareentwicklung, Entwurf eines Schulungskonzeptes für Präsenzveranstaltungen und das Selbststudium, Entwicklung eines Leitfadens für barrierefreie Kooperationswerkzeuge in der Softwareentwicklung

- Terrain: Selbstständige Mobilität blinder und sehbehinderter Menschen im urbanen Raum durch audio-taktile Navigation
- AT-Maps: Spezifikationen von Symbolen für audio-taktile Karten für Menschen mit Blindheit
- Learning PDF document structure for Accessibility: Dokumentenstruktur verstehen und erkennen, automatisches taggen digital erstellter PDFs, erlernen von Dokumentenstrukturen aus getaggten Dokumenten, Neu-Setzen der Informationen → barrierefreie PDF
- TPad - SZS: Audio-taktiler Grafikzugang für Blinde mit Standard-Komponenten
- VR für Sehbehinderte: beliebige Größe der Inhalte, Kontrast, Helligkeit, Farbtöne an Benutzer anpassbar, verbesserte Darstellung → einfachere Arbeit am PC mit Sehbehinderung