

# Eine Matrix-Systematisierung zur Erhöhung der Barrierefreiheit von öffentlichen Verkehrsmitteln

Dr. Alexandra König & Dr. Jan Grippenkoven

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Verkehrssystemtechnik

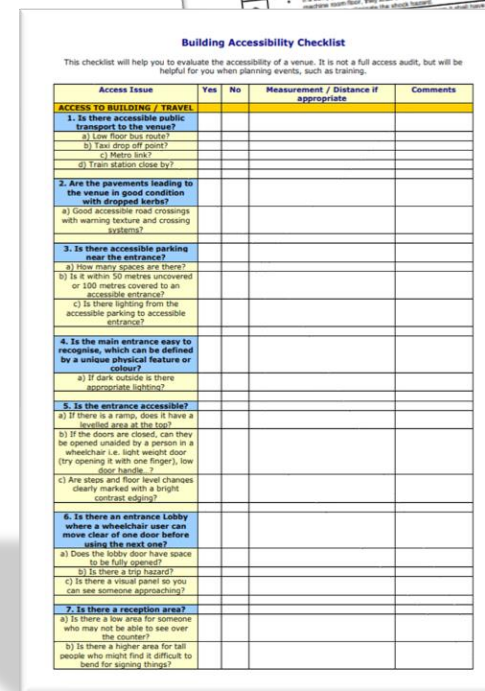
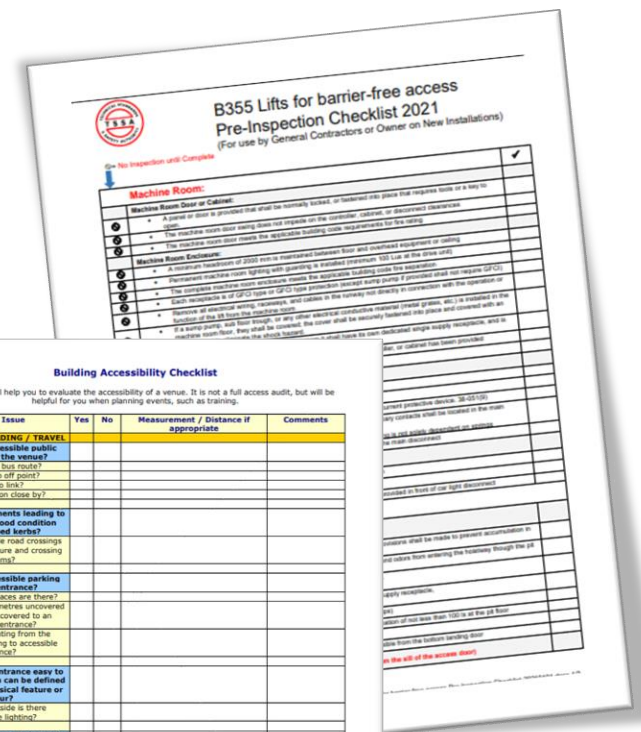


Wissen für Morgen



# Motivation

- Vor dem Hintergrund, dass ca. 15 % der Weltbevölkerung von einer moderaten oder schwerwiegenden Behinderung betroffen sind (WHO, 2008), spielt die Zugänglichkeit des öffentlichen Verkehrs eine wichtige Rolle
- Zahlreiche nationale und internationale Standards, wie DIN-18040 beschreiben Normen für Barrierefreiheit von öffentlichen Verkehrsmitteln und Infrastrukturen
- Checklisten bieten Guidelines für die kundenzentrierte Bewertung der Barrierefreiheit

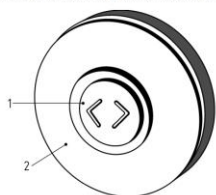


[1]

[2]

### B.2 Taktile Bedienelemente

Für taktile Bedienelemente muss der erhabene Teil des Bedienelements mindestens 3 mm über der umgebenden Oberfläche liegen. Falls sich innerhalb einer erhabenen Einfassung mehrere Bedienelemente befinden, muss lediglich die Einfassung um 3 mm erhöht sein und nicht jedes einzelne Bedienelement, welches in diesem Fall mindestens um 1 mm gegenüber der Oberfläche der Einfassung erhöht sein sollte.



DIN EN 16584-2: Informationen

DIN EN 16584-1:2017-03: Kontraste

Beispiele für Barrierefreiheits-Checklisten für Fahrstühle [1] und Gebäude [2]. Quellen: [A]

# Motivation

- Standards und Checklisten haben jedoch Schwachstellen:
  1. Unterliegen nicht hollistischem, systemischem Ansatz über gesamte Reisekette
  2. Gefahr der Übersimplifizierung von Einschränkungen ohne spezifische Funktionseinschränkungen zu berücksichtigen
  3. Prospektive Bewertung der Barrierefreiheit von zukünftigen Fahrzeugkonzepten und Mobilitätsservices nicht möglich



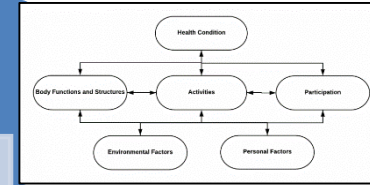
Neuartiges Fahrzeugkonzept U-Shift. Quelle: DLR

➔ Entwicklung eines systemischen Ansatzes zur Bewertung der Barrierefreiheit von Mobilitätsservices

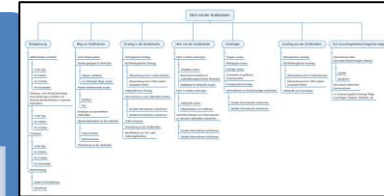


# Ansatz

**Schritt 1:** Identifikation relevanter Funktionseinschränkungen mittels ICF-Klassifikation



**Schritt 2:** Durchführung einer hierarchischen Aufgabenanalyse zur Beschreibung der gesamten Reisekette für unterschiedliche Verkehrsmittel



**Schritt 3:** Kombination in Matrix

**Schritt 4:** Bewertung der Schnittstellen zwischen Schritten der Reisekette und Funktionseinschränkungen



**Schritt 5:** Validierung durch Personen mit Funktionseinschränkungen



# Sequenzierung der gesamten Reisekette

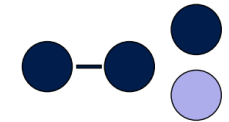
## Hierarchische Aufgabenanalyse (Stanton, 2006)

- Beschreibung, Bewertung und Klassifikation von Arbeitsaufgaben
- Festlegung von Arbeitszielen mittels Top-Down Ansatz: von übergeordneten Zielen zu Teilzielen
- Bestimmung der notwendigen Operationen zur Zielerreichung

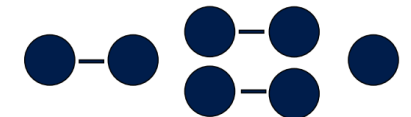
Handlungsketten



Selektion



Parallelaufgaben



# Sequenzierung der gesamten Reisekette

## Hierarchische Aufgabenanalyse (Stanton, 2006)

- Beschreibung, Bewertung und Klassifikation von Arbeitsaufgaben
- Festlegung von Arbeitszielen mittels Top-Down Ansatz: von übergeordneten Zielen zu Teilzielen
- Bestimmung der notwendigen Operationen zur Zielerreichung

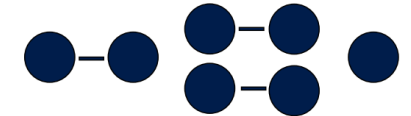
Handlungsketten



Selektion



Parallelaufgaben



Komplikationen treten auf			2.3 Einsteigen in den Bus							2.4 Umsteigen			2.5 Aussteigen aus dem Bus				
2.2.3 Früher spätere Bus wählen	2.2.4 Auf anderes Verkehr smittel umsteig en	2.2.5 Fahrt ausfalle n lassen	2.3.1 Ticketkontrolle durchführen lassen		2.3.2 Weg durch das Fahrzeu g	2.3.3 freien Sitzplatz identifizieren	2.3.4 Gepäck verstaue n	2.3.5 Sitzplatz einnehmen				2.4.1 Ausstei gen aus dem Bus	2.4.2 Haltestelle wechseln		2.5.1 Vom sitzplatz erheben	2.5.2 Gepäck entnehm en	2.5.3 Bus verlasse n
			2.3.1.1 Ticketk ontrolle durchfüh ren lassen	2.3.1.2 Ticket an Automat en entwerte n				2.3.5.1. Normale r Sitzplatz	2.3.5.2 Stehplat z	2.3.5.3 Rollstuh lplatz	2.3.5.4 Platz für Kinderw agen		2.4.2.1 Orientier ung	2.4.2.2 Vegepla nung	2.4.2.3 Physisc her Wechsel		



# Beschreibung der Funktionseinschränkungen

- Definition von Funktionseinschränkungen basierend auf International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) der WHO
- Betrachtung von zwei mobilitätsbezogenen Hauptkategorien:
  1. Körperfunktionen
    - Mentale Funktionen
    - Sinnesfunktionen und Schmerz
    - Stimm- und Sprechfunktionen
    - Neuromuskuloskeletale und bewegungsbezogenen Funktionen
  2. Aktivitäten und Partizipation
    - Kommunikation
    - Lernen und Wissensanwendung
    - Allgemeine Aufgaben und Anforderungen
    - Mobilität

**International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)**

Search  [ Advanced Search ] Home Foundation Proposals Info

Foundation URI : <http://id.who.int/icd/entity/2052181562>

**b1100 State of consciousness**

**Parent**

- [b110 Consciousness functions](#)

**Description**

Mental functions that when altered produce states such as clouding of consciousness, and when altered produce states such as coma.

**Related Impairments**

- clouding
- coma
- stupor

**All Index Terms**

- State of consciousness

**Navigation:**

- International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)
- ICF Category
- Body functions
  - Mental functions
    - Global mental functions
      - b110 Consciousness functions
      - b114 Orientation functions
        - b1140 Orientation to time
        - b1141 Orientation to place
        - b1142 Orientation to person
        - b1143 Orientation to objects
        - b1144 Orientation to space
        - b1148 Other specified orientation functions**
        - b1149 Orientation functions, unspecified
      - b117 Intellectual functions
      - b122 Global psychosocial functions
      - b126 Temperament and personality functions



# Beispiel - Funktionseinschränkungen der Mobilität

d Aktivitäten und Partizipation	d4 Mobilität	d360 Kommunikationsgeräte und -techniken		
		d410 Eine elementare Körperposition wechseln	Aufstehen	
			Hinsetzen	
			Bücken/beugen/aufheben vom Boden	
			Hinlegen	
			Beim Sitzen oder Liegen verlagern	
		d415 In einer Körperposition verbleiben	Körperschwerpunkt verlagern	
			Im Stehen	
			Im Sitzen	
			Im Liegen	
			Sich Festhalten	
			Sich sichern (anschnallen o.Ä.)	
		d420 Sich verlagern	Balance halten - Sitzen	
Balance halten - Stehen				
d430 Gegenstände anheben und tragen	Anheben	Über den Kopf heben		
		Über die Hüfte heben		
		Unterhalb der Hüfte heben		
	Mit Händen tragen			
	Mit Armen tragen			
d435 Gegenstände mit den unteren Extremitäten bewegen	Auf den Schultern, der Hüfte, dem Rücken tragen			
	Gegenstände absetzen			
d440 Feinmotorischer Handgebrauch	Schieben			
	Stoßen			
	Einen Gegenstand greifen / aufnehmen			
	Einen Gegenstand handhaben (führen,			
	Einen Gegenstand loslassen			
	Ziehen			





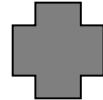
# Vorgehen

## Funktionseinschränkungen

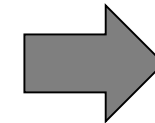
## Schritte und Aufgaben der Reise

## Kombination in Matrix für jedes Verkehrsmittel

Körperfunktionen	11 Mentale Funktionen	1147 Pyramidenartige Funktionen	
		1156 Funktionen der Wahrnehmung	
		1167 Funktionen der Denkmä	
		1164 Hörsinnbezogene Funktionen	
		1177 Kognitivsprachliche Funktionen	
		1172 Die Rechen- und Rechenfunktionen	
		1174 Mentale Funktionen, die die Durchführung komplexer Rechenoperationen betreffen	
		1189 Die Selbstbeurteilung und die Zeitbeurteilungsbefähigende Funktionen	
		1238-1239 Zeit- und Dauerempfinden	
		1238-1240 Hör- und Hörsehleistungen	
		1240 Funktionen der Tastsinn (Tactus)	
		1276 Sinnesfunktionen bezüglich Temperatur und anderer Reize	
12 Sinnes- und Sprachfunktionen	17 Nervenzellenstrukturen und korrespondierende Funktionen	1238-1240 Hör- und Hörsehleistungen	
		1240 Funktionen der Tastsinn (Tactus)	
		1276 Sinnesfunktionen bezüglich Temperatur und anderer Reize	
		1780-1789 Funktionen der Gerüche und Geschm	
		1728-1740 Funktionen der Tastsinn	
		1780-1789 Funktionen der Essenssin	
		4780 Zurechnen	
		4780 Zurechnen	
		4780 Zurechnen	
		4780 Zurechnen	
		4780 Zurechnen	
		13 Lernen und Wissensanwendung	42 Allgemeine Aufgaben und Anforderungen
4163 Antriebsleistungsfaktoren			
4163 Denken			
4163 Lernen			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
4170 Schreiben			
14 Kommunikation	43 Kommunikation		
		4220 Kommunikation als Empfänger von	Körpersprache unterscheiden
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen
		4230 Kommunikation als Empfänger von	visuellen Zeichen



1. Reiseplanung durchfahren															
1.1 Werkzeuge fertigen			1.2 Ticketverfüglichkeiten				1.3 Angebot suchen								
1.1.1 Reisetag wählen	1.1.2 Uhrzeit wählen	1.1.3 Bekanntheit	1.2.1 App, Internet (Webseite)	1.2.2 Fahrkartenautomat	1.2.3 DB Reisesystem	1.2.4 Telefon	1.3.1 Reisetage prüfen	1.3.2 Reiskarte prüfen	1.3.3 Gef. Angebot für Mobilitätsanforderungen (Barrierefreiheit)	1.3.4 Verkleinerung und Vergrößerung prüfen (Barrierefreiheit)	1.3.5 Zusatzleistungen	1.3.6 Gepäckmitnahme	1.3.7 Sitzplatzreservierung	1.3.8 Uhrzeitpunkt auswählen	1.4.1 Wahl einer Buchungsart
			1.2.1.1 Online-Recherche	1.2.2.1 Automat	1.2.3.1 per App	1.2.4.1 Barrierefreiheit									



Verkehrsmittel	Angebot	2.1 Sitzplätze in den Bus				2.2 Sitzplätze				2.3 Sitzplätze				2.4 Sitzplätze					
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.4	1.1	1.2	1.3	1.4		
1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

- SPNV
- SPfV
- Stadtbus
- Fernbus





unter keinen Umständen möglich
nur mit menschlicher Assistenz möglich
eingeschränkt (mit techn. Hilfsmitteln) möglich
ohne Einschränkungen möglich

2.3 Einsteigen in den Bus				2.5 Umsteigen			2.6 Aussteigen aus dem Bus		
2.3.1 Ticketkontrolle durchführen lassen	2.3.2 Gepäck verstauen	2.3.3 Sitzplatz suchen	2.3.4 Sitzplatz einnehmen		2.5.1 Aussteigen aus dem Bus	2.5.2 Haltestelle wechseln		2.6.1 Vom Sitzplatz erheben	2.6.2 Gepäck entnehmen
2.3.1.1 Ticketkontrolle durchführen lassen	2.3.1.2 Ticket an Automaten		2.3.4.1 Normaler Sitzplatz	2.3.4.2 Stehplatz	2.3.4.3 Rollstuhlplatz	2.3.4.4 Platz für Kinderwagen	2.5.2.1 Orientierung	2.5.2.2 Wegeplanung	2.5.2.3 Physischer Wechsel

<b>unter keinen Umständen möglich</b>	<b>134</b>
<b>nur mit menschlicher Assistenz möglich</b>	<b>109</b>
<b>eingeschränkt (mit techn. Hilfsmitteln) möglich</b>	<b>89</b>
<b>ohne Einschränkungen möglich</b>	<b>667</b>

b Körperfunktionen	b2 Sinnesfunktionen und Schmerz	b10 (Kognitiv-)sprachliche Funktionen																		
		b172 Das Rechnen betreffende Funktionen																		
		b176 Mentale Funktionen, die die Durchführung komplexer Bewegungshandlungen betreffen																		
		b180 Die Selbstwahrnehmung und die Zeitwahrnehmung betreffende Funktionen																		
	b3 Stimm- und Sprechfunktionen	b210-b220 Seh- und verwandte Funktionen																		
		b230-b240 Hör- und Vestibularfunktionen																		
		b265 Funktionen des Tastsens (Tastsinn)																		
	b7 Neuromuskuloskeletale und bewegungsbezogene Funktionen	b270 Sinnesfunktionen bezüglich Temperatur und anderer Reize																		
		b310-b340 Lauterzeugung und Sprechen																		
		b710-720 Funktionen der Gelenke und Knochen																		
d1 Lernen und Wissensanwendung	b730-b740 Funktionen der Muskeln																			
	b750-b780 Funktionen der Bewegung																			
	d110 Zuschauen																			
	d115 Zuhören																			
	d120 Andere bewusste sinnliche Wahrnehmungen (z.B. Tasten)																			
	d150 Aufmerksamkeit fokussieren																			
	d163 Denken																			
	d166 Lesen																			
d170 Schreiben																				
d172 Rechnen																				
d175 Probleme lösen																				



# Ausblick



Validierung der Matrizen mit Betroffenen



Erweiterung der Matrizen um neue Sharing-Konzepte, wie E-Scooter-Sharing



Nutzung zur Bewertung von Gestaltungsmaßnahmen zur Erhöhung der Barrierefreiheit



Entwicklung eines open-source Online-Tools mit Filterfunktion für diverse Beeinträchtigungen und Verkehrsmittel



Kontinuierliche Weiterentwicklung des Tools durch Experten und Betroffene (z.B. durch Citizen Science)



# Nutzen der Matrix-Systematisierung

- Quantifizierte Bewertung der Zugänglichkeit von (zukünftigen) Mobilitätsservices mit hohem Maß an Objektivität und Replizierbarkeit im Vergleich zu Expertenbewertungen im Rahmen von Begehungen
- Hilfestellung zur Identifizierung von Maßnahmen zur Erhöhung der Zugänglichkeit
- Systematische Bewertung von Gestaltungsmaßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung zur Erhöhung der Barrierefreiheit



# Quellen

- [A] <https://www.tssa.org/en/elevating-devices/resources/2021-Lifts-for-barrier-free-access-Pre-Inspection-Checklist-20210101.pdf>
- Stanton, N. A. (2006). Hierarchical task analysis: Developments, applications, and extensions. *Applied ergonomics*, 37(1), 55-79.



# Herzlichen Dank für Ihr Interesse!

Ansprechpartnerin:  
Dr. Alexandra König  
[alexandra.koenig@dlr.de](mailto:alexandra.koenig@dlr.de)

1953  
Der Mensch bezwingt den  
höchsten Berg der Welt.

2018  
Gehbehinderte Menschen träumen  
vom Wohnen ohne Stufen.  
Wir sollten weiter sein.

**WEG MIT DEN  
BARRIEREN!**

Unterstützen Sie uns!  
[www.weg-mit-den-barrieren.de](http://www.weg-mit-den-barrieren.de)

SOZIALVERBAND  
**VdK**  
DEUTSCHLAND



Wissen für Morgen