



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Ira Lagerpusch

Anforderungsanalyse für einen Prototyp zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and
Production Management*

Ira Lagerpusch

**Anforderungsanalyse für einen Prototyp
zur barrierefreien Navigation für
sehbehinderte und blinde Personen im
urbanen Nahfeld**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Produktionstechnik und -management
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer/in: Prof. Dr. Henner Gärtner
Zweitprüfer/in: Dipl.-Ing. Frank Peters

Abgabedatum: 16.05.2020

Zusammenfassung

Ira Lagerpusch

Thema der Bachelorthesis

Anforderungsanalyse für einen Prototyp zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld

Stichworte

Anforderungsanalyse, barrierefrei, Navigation, blind, sehbehindert

Kurzzusammenfassung

In dieser Arbeit wird eine Anforderungsanalyse für einen Prototypen zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld erstellt. Durch Recherchen und Interviews mit Betroffenen und Betreuern sollen Anforderungen des Geräts aufgenommen werden. Das Ergebnis der Arbeit ist ein Katalog mit Anforderungen an die Mechanik, die Navigation und die Bedienung.

Ira Lagerpusch

Title of the paper

Analysis of the requirements for a disabled-accessible navigation prototype aimed at visually impaired and blind people in urban areas

Keywords

requirements analysis, disabled-accessible, navigation, blind, visually impaired

Abstract

The following thesis is an analysis of the requirements for a disabled-accessible navigation prototype aimed at visually impaired and blind people in urban areas. The requirements for such a device were developed through research and interviews with people affected and their caregivers. The result of this work is a catalog containing requirements for the mechanic, navigation system and use of the device.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Zielsetzung.....	1
1.3 Vorgehensweise	1
1.4 Eingrenzung des Untersuchungsbereiches	2
2 Stand des Wissens	3
2.1 Zahlen und Fakten zu blinden und sehbehinderten Personen	3
2.2 Mobilität in Deutschland	6
2.3 Hilfsmittel und Projekte	8
2.3.1 Langstock.....	8
2.3.2 Blindenführhund	9
2.3.3 Gehhilfen und Rollstühle.....	10
2.3.4 Ampelpilot.....	11
2.3.5 Routago	11
2.3.6 Weitere Projekte	12
2.4 Technische Grundlagen von fahrerlosen Transportsystemen (FTS)	12
2.4.1 Grundlagen.....	12
2.4.2 Warn- und Sicherheitseinrichtungen	13
2.4.3 Lageerfassung und Standortbestimmung	14
2.4.4 Datenübertragung.....	15
3 Anforderungsanalyse	16
3.1 Entwicklung	16
3.2 Bewertung.....	17

Inhaltsverzeichnis	II
3.3 Anforderungsliste	17
4 Konzept.....	25
4.1 Nutzergruppen und Hilfsmittel	25
4.1.1 Uneingeschränkte Mobilität.....	25
4.1.2 Erhöhte Einschränkung der Mobilität	26
4.1.3 Starke Einschränkung der Mobilität.....	27
4.1.4 Auswahl der Hilfsmittel	28
4.2 Use Cases.....	31
4.2.1 Use Case: Navigation starten	32
4.2.2 Use Case: Statisches Hindernis.....	34
4.2.3 Use Case: Dynamisches Hindernis.....	38
4.3 Bedienung	40
4.3.1 Layoutgestaltung.....	40
4.3.2 Steuerung der Applikation.....	42
5 Bewertung.....	45
5.1 Konkurrenzanalyse	45
5.2 Größe der Nutzergruppen.....	47
5.3 Vertriebsform	48
5.4 Produktionskosten	49
5.5 Zusammenfassung der Bewertung.....	49
6 Ergebnis	50
6.1 Zusammenfassung.....	50
6.2 Ausblick	51
Quellenverzeichnis	52
Anhang.....	V

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1- Ursachen für Blindheit und Sehbehinderung, in Anlehnung an.....	3
Abbildung 2- Anteil der häufigsten Erblindungsursachen bei Neuerblindungen in Deutschland 2012 .	5
Abbildung 3- Verteilung des Verkehrsaufkommens nach Altersgruppen.....	7
Abbildung 4- Baugruppen eines FTFs.....	13
Abbildung 5- 3D Modell vom elektronischen Blindenhund.....	16
Abbildung 6- Ein Langstock.....	25
Abbildung 7- Gehstöcke.....	26
Abbildung 8- Unterarmgehstützen.....	26
Abbildung 9- Gehgestell.....	26
Abbildung 10- Rollator.....	27
Abbildung 11- Leichtgewichtsrollstuhl.....	27
Abbildung 12- Adaptivrollstuhl.....	27
Abbildung 13- Elektrorollstuhl.....	28
Abbildung 14- Entscheidungsbaum Auswahl von Hilfsmitteln.....	29
Abbildung 15- Use Case "Navigation starten".....	33
Abbildung 16- Blinde Person zwischen statischen Hindernissen.....	35
Abbildung 17- Use Case "Statisches Hindernis".....	37
Abbildung 18- Blinde Person zwischen dynamischen Hindernissen.....	38
Abbildung 19- Uce Case "dynamisches Hindernis".....	39
Abbildung 20- Möglicher Aufbau der Applikation.....	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1- Wegzahlen und Kilometer nach Altersgruppen	6
Tabelle 2- Anforderungsliste	18
Tabelle 3- Gestensteuerung	44
Tabelle 4- Zusammenfassung der Bewertung.....	49

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Für sehbehinderte und blinde Personen sind unbekannte Wege eine Herausforderung. Während eine sehende Person sich mittels Straßenschilder, Karten und zusätzlichen Anhaltspunkten auf neuen Wegen orientieren kann, gibt es für die Betroffenen von Seheinschränkungen neben den Orientierungsproblemen durch eine stark verminderte Sehkraft noch zusätzliche Probleme. Diese bestehen unter anderem aus der **Erkennung und Umgang von Hindernissen, die Überquerung von Straßen bzw. Ampeln, einem gesteigerten Geräuschpegel in Städten**, der eine Orientierung durch auditive Wahrnehmung erschwert u.v.m. Zum Zeitpunkt dieser Arbeit existieren bereits mehrere Hilfsmittel, die bisher keine ausreichende Unterstützung zur Orientierung auf unbekanntem Wegen bieten.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist die Erstellung einer Anforderungsanalyse für einen Prototyp zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld. Durch Recherchen und Interviews mit Betroffenen und Betreuerinnen und Betreuern sollen Anforderungen des Gerätes aufgenommen werden. Das Ergebnis der Arbeit ist ein Katalog mit Anforderungen an die Mechanik, die Navigation und die Bedienung.

1.3 Vorgehensweise

In Kapitel 2 wird eine Literatur-Review durchgeführt. Aufgrund einer spärlich Datenlage werden mehrere Studien betrachtet, mit deren Hilfe eine Tendenz der Lebenssituation von blinden und sehbehinderten Personen in Deutschland dargestellt wird. Durch die Studienergebnisse werden neben den bekannten Hilfsmitteln für Personen mit Seheinschränkungen auch Hilfsmittel für Personen mit Mobilitätseinschränkungen betrachtet. In der Annahme, dass das Ergebnis der Arbeit ein autonom fahrendes Fahrzeug wird, das die Nutzerin oder den Nutzer navigiert, wird ein fahrerloses Transportsystem betrachtet, da dieses bereits in der Industrie eingesetzt wird und Anforderungsüberschneidungen aufweist. In Kapitel 3 wird durch eine weitere Literatur-Review, den bisherigen Ergebnissen aus Kapitel 2 und Interviews mit Betreuerinnen und Betreuern sowie Betroffenen eine Anforderungsanalyse erstellt. Diese wird in die Bereiche Konstruktion, Navigation und Bedienung aufgeteilt. Die Anforderungen werden zusätzlich nach ihrer Wichtigkeit bewertet. In Kapitel 4 werden die Bereiche der Anforderungsliste aufgenommen. Für die Konstruktion werden

aufgrund der Ergebnisse aus Kapitel 2 verschiedene Nutzergruppen definiert. Den Nutzergruppen werden anhand ihrer Merkmale Konstruktionen zugewiesen, die diese bestmöglich unterstützen. Im Bereich der Navigation werden Anforderungen aus der Anforderungsliste entnommen und Use Cases definiert, die in Form von Ablaufdiagrammen die Handlungen zwischen Nutzerinnen und Nutzern und dem System beschreiben. Zusätzlich werden Ausblicke auf Erweiterungen der Use Cases gegeben und Folge Use Cases beschrieben. Für die Bedienung werden Anforderungen aus der Anforderungsliste entnommen und, unter Einhaltung dieser, ein möglicher Aufbau einer Applikation dargestellt. Im Anschluss wird die Steuerung der Applikation beschrieben, diese orientiert sich an bereits vorhandenen und bewährten Konzepten. In Kapitel 5 werden die verschiedenen Konstruktionskonzepte aus Sicht von Unternehmerinnen und Unternehmern sowie Nutzerinnen und Nutzern bewertet. Im Schlusskapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf die Folgeprojekte gegeben.

1.4 Eingrenzung des Untersuchungsbereiches

Als Untersuchungsbereich wird für diese Arbeit der Lohmühlenpark in Hamburg definiert. Dieser liegt im Stadtteil St. Georg nahe der Alster und des Hauptbahnhofs und ist von allen Seiten zugänglich. Durch die U- und S-Bahn Stationen Berliner Tor und Lohmühlenpark, sowie einigen Buslinien ist der Park gut an das ÖPNV-Netz Hamburgs angeschlossen. Um die Bahngleise zu erreichen, ist es teilweise erforderlich Treppen zu steigen. Neben den ÖPNV-Stationen befinden sich am Lohmühlenpark weitere relevante Orte. Als einziges Krankenhaus in der Stadtmitte befindet sich die Asklepios Klinik St. Georg, die mit ca. 58.000 ambulanten und 29.000 stationären Patienten einen großen Anlaufpunkt für diverse Menschengruppen bildet. Ebenfalls befindet sich hier einer der Standorte der HAW Hamburg, ein Amtsgericht, eine Handelsschule, eine Feuerwache, ein Blindenstift u.v.m., die für einen hohen Personenverkehr im Lohmühlenpark sorgen. Der Park selbst besitzt neben Grünflächen mit Parkbänken und Steintischen auch Spiel- und Sportplätze, die besonders im Sommer ausgiebig werden.

Die Arbeit fokussiert sich auf blinde und sehbehinderte Personen, die körperlich und geistig in der Lage sind, ein Smartphone oder Tablet zu nutzen. **Durch den Prototyp soll es den Personen ermöglicht werden, unbekannte Wege ohne Unterstützung durch eine weitere Person oder einen Blindenhund zu beschreiten.** Daher sollte auch das Interesse an der Selbstständigkeit und der Mut, sich auf ein technisches Gerät verlassen zu können, vorhanden sein.

2 Stand des Wissens

Im folgenden Kapitel werden zunächst Zahlen und Fakten zu blinden und sehbehinderten Personen aus verschiedenen Studien zusammengefasst. Im Anschluss werden die wichtigsten Ergebnisse einer Mobilitätsstudie dargestellt. Des Weiteren werden bestehende Hilfsmittel und Projekte für blinde und sehbehinderte Personen aufgezeigt. Aufgrund der Ergebnisse aus den Studien werden ebenfalls Gehhilfen und Rollstühle näher betrachtet. Zum Schluss werden die technischen Grundlagen zum autonomen Fahren anhand fahrerloser Transportsysteme abgeleitet.

2.1 Zahlen und Fakten zu blinden und sehbehinderten Personen

Zur Bestimmung der Begriffe „Blind“ und „hochgradige Sehbehinderung“ wird die Definition des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales angewendet:

Blind ist ein behinderter Mensch, dem das Augenlicht vollständig fehlt oder dessen Sehschärfe auf keinem Auge und auch nicht beidäugig mehr als 0,02 (1/50) beträgt. [1, S.28]

Hochgradig sehbehindert ist ein Mensch, dessen Sehschärfe auf keinem Auge und auch nicht beidäugig mehr als 0,05 (1/20) beträgt oder wenn andere hinsichtlich des Schweregrades gleichzusetzende Störungen der Sehfunktion vorliegen. [1, S.28]

In Deutschland wird seit 1985 alle zwei Jahre eine Statistik der schwerbehinderten Menschen veröffentlicht. In der Statistik werden alle Personen erfasst, denen ein Behindertenausweis ausgestellt wurde, also Personen mit einem Behindertengrad von mind. 50%. Es besteht jedoch keine Meldepflicht für Behinderungen. Bei der Beantragung des Ausweises werden die drei schwersten Behinderungen der Person erfasst. In dem Kurzbericht der Statistik der schwerbehinderten Menschen werden die Daten überwiegend nur nach der schwersten Behinderung ausgewertet. Demnach lassen sich aus dieser Statistik nur die Zahlen der Sehbehinderten auswerten, die einen Behindertenausweis beantragt haben und deren schwerste Behinderung die Sehbehinderung ist. Im Jahr 2017 gab es dem Kurzbericht zufolge 350.822 Personen, die als blind oder sehbehindert eingestuft wurden. [2, S.4-7]

Eine andere Auswertung, die sich Daten der WHO stützt, sagt aus, dass bereits 2002 ca. 1,2 Millionen sehbehinderte und blinde Personen in Deutschland lebten. [3, S.267-268]

Ein Vergleich der Zahlen der WHO und der Statistik der schwerbehinderten Menschen deutet an, dass die „Dunkelziffer“ der nicht erfassten Personen in der Statistik hoch sein muss. Trotz dessen spiegelt die Statistik ca. ein Viertel der Betroffenen wider und kann damit als eine Tendenz für die Gesamtheit der blinden und sehbehinderten Personen angesehen werden.

Laut Statistik der schwerbehinderten Menschen haben 112.371 der blinden und sehbehinderten Personen eine weitere Behinderung und 91.576 Personen zwei oder mehr Behinderungen. Demnach haben 146.875 Personen keine weiteren Behinderungen, das entspricht einem Anteil von ca. 42%. Von den Personen mit weiteren Behinderungen leiden ca. 14% an Funktionsstörungen der Gliedmaßen, 13% haben Sprach- oder Sprechstörungen, Taubheit, Schwerhörigkeit oder eine Gleichgewichtsstörung und 0,35% beklagen den Verlust oder Teilverlust von Gliedmaßen. [2, S.17-18]

Neben der Informationen zu den auftretenden Behinderungen finden sich Aussagen über Geschlecht, Alter, Wohnort (alte und neue Bundesländer), Art, Grad und Ursache der Behinderung in der Statistik. Die Ursachen werden zusätzlich in 8 Kategorien unterteilt wie Verkehrsunfall, Arbeitsunfall oder allgemeine Krankheit, wobei bezüglich der Krankheiten, diese nicht weiter konkretisiert werden (siehe Abb. 5). [2, S.11-12]

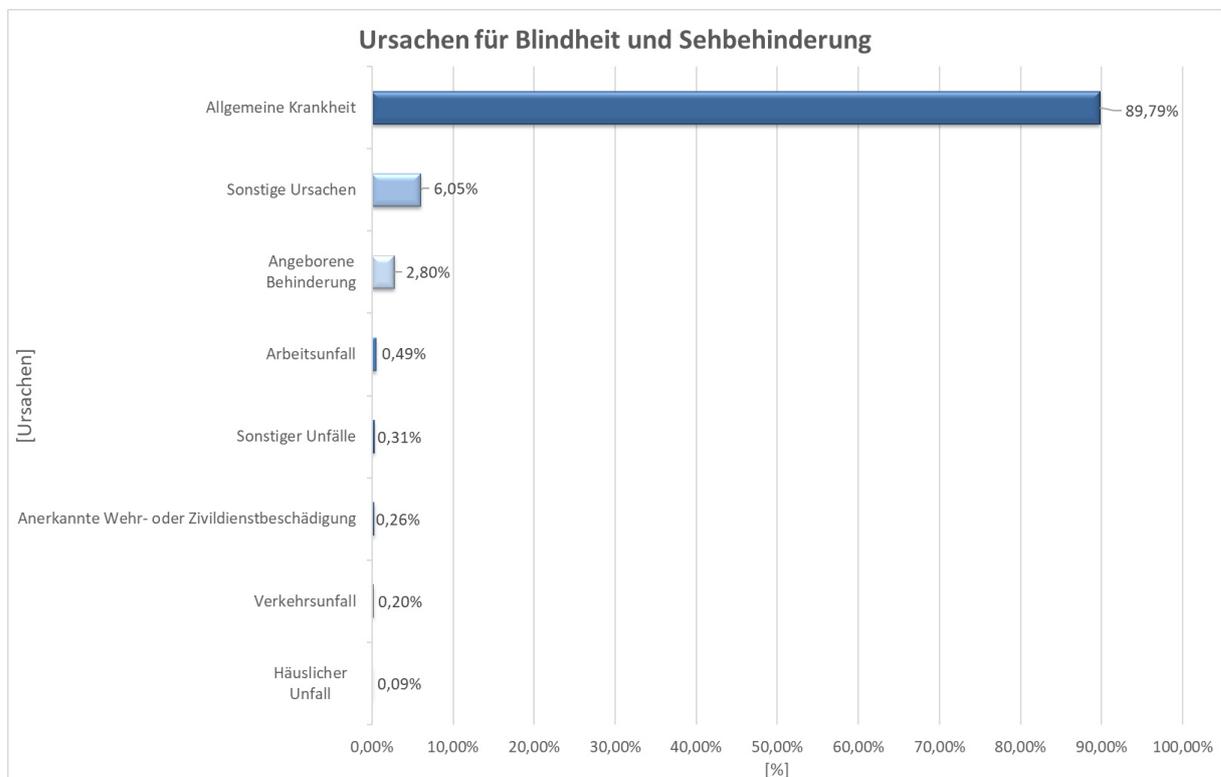


Abbildung 1- Ursachen für Blindheit und Sehbehinderung, in Anlehnung an [5]

Abbildung 1 zeigt, dass Krankheiten am häufigsten eine Sehbehinderung verursachen. Eine 2012 veröffentlichte Forschungsarbeit im Deutschen Ärzteblatt hat sich näher mit der Ursachenforschung von Sehbehinderungen befasst. Demnach sind die häufigsten Ursachen eine altersbedingte Makuladegeneration, ein Glaukom und eine diabetische Retinopathie (siehe Abb. 2). [4]

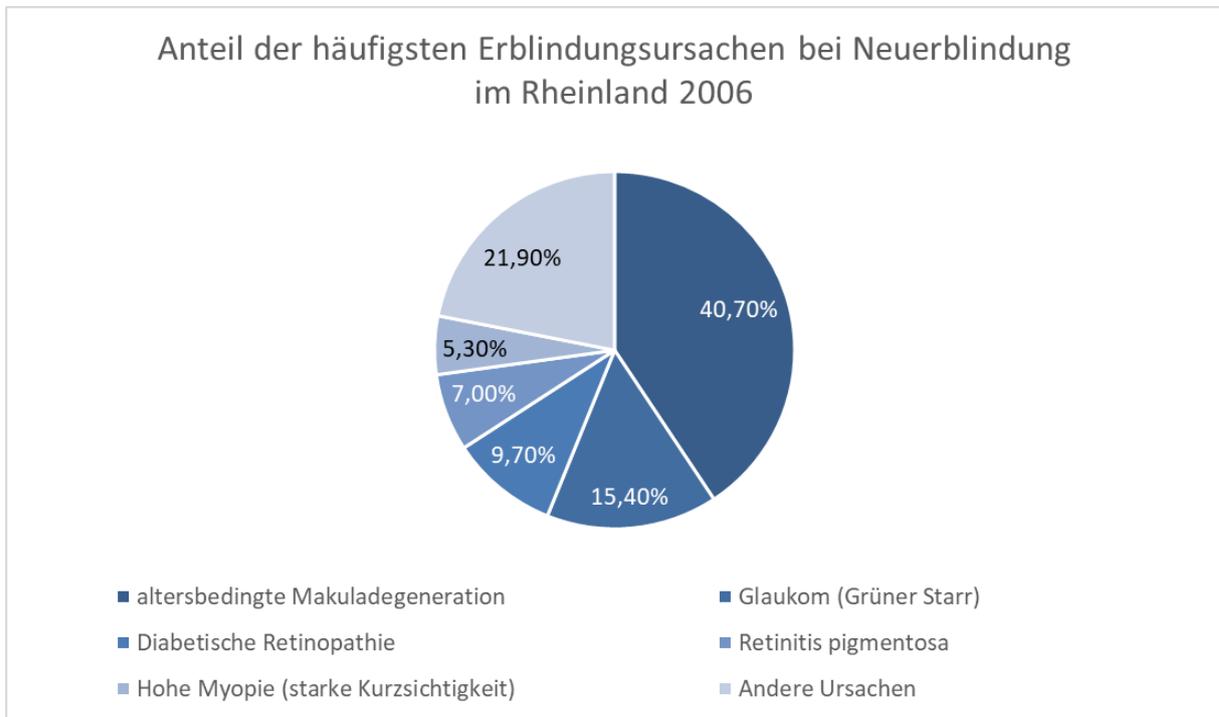


Abbildung 2- Anteil der häufigsten Erblindungsursachen bei Neuerblindungen in Deutschland 2012, in Anlehnung an [4]

Eine altersbedingte Makuladegeneration ist eine Netzhauterkrankung, die dazu führt, dass die Sehfähigkeit im Bereich des schärfsten Sehens verloren geht. Sie wird in eine trockene Form und eine feuchte Form im Spätstadium unterschieden. Für die trockene Form gibt es derzeit keine Therapieform. Für die feuchte Form bestehen etablierte Therapien, die zur Abschwellung der Netzhaut führen und das Sehvermögen der Betroffenen verbessert und erhält. Bei einem Glaukom, umgangssprachlich auch grüner Starr genannt, kommt es zu einer irreversiblen Schädigung des Sehnervenkopfes. Durch Augentropfen, Tabletten und verschiedenen chirurgische Verfahren kann dem Glaukom jedoch entgegengewirkt werden. Eine diabetische Retinopathie ist eine Folgeerkrankung von Diabetes. Sie sorgt dafür, dass die Netzhaut erst schlechter durchblutet wird und sich in späterem Stadium neue Blutgefäße bilden. Diese Neubildung von Blutgefäßen im Inneren des Auges kann dann das Sehvermögen gefährden. [5, S.11-14]

Die altersbedingte Makuladegeneration als Hauptursache für Neuerblindung führt zu der Vermutung, dass viele blinde und sehbehinderte Personen sich in einem gesteigerten Alter befinden. Und auch die Betrachtung der Statistik der schwerbehinderten Menschen zeigt, dass knapp 80% der blinden und sehbehinderten Personen 60 Jahre und älter sind. [2, S.7-8]

Eine durch die WHO veröffentlichte Auswertung der erhobenen Zahlen zu blinden und sehbehinderten Personen in Dänemark, Finnland, Großbritannien, Irland, Island, Italien und den Niederlanden zeigte eine Erhöhung der Zahlen um 80 % in einem Zeitraum von 1990 bis 2002. Diese Erhöhung ist auf eine allgemein gestiegene Lebenserwartung und eine demografische Veränderung der Bevölkerung zurückzuführen. [6, S.844-851]

Der Anstieg muss demnach auch für Deutschland angenommen werden, der sich jedoch nicht in der Statistik der schwerbehinderten Menschen niederschlägt. Eine Erklärung hierzu könnten medizinische Fortschritte in der Therapie von Augenkrankheiten sein, die einen Anstieg abfangen konnten. [4]

2.2 Mobilität in Deutschland

Eine durchschnittliche Person in Deutschland legt täglich eine Wegzeit von einer Stunde und 20 Minuten zurück, dies änderte sich in den letzten Jahren nicht signifikant. Werden nur die Menschen in Metropolregionen betrachtet, verlängert sich die Wegzeit auf eine Stunde und 45 Minuten. Es gibt nicht nur Unterschiede, die regional bedingt sind. Besonders das Alter spielt in der Mobilität eine ausschlaggebende Rolle. Kinder und Schüler verbringen durchschnittlich eine Stunde und 11 Minuten damit Wege zurückzulegen. Studierende und Vollzeitbeschäftigte liegen bei einer Stunde und 49 Minuten und Rentner verbringen eine Stunde und 35 Minuten auf Wegen. Besonders ab einem Alter von 80 Jahren nimmt die Mobilität deutlich ab. Was dies in Kilometer und Wegzahlen bedeutet zeigt Tabelle 1. [7, S.27-29]

Tabelle 1- Wegzahlen und Kilometer nach Altersgruppen [7, S27-29]

	Mobilitätsquote	Wege		durchschnittliche Weglänge	Tagesstrecke	
		pro Person und Tag	pro mobile Person und Tag		pro Person und Tag	pro mobile Person und Tag
	%	Anzahl Wege	Anzahl Wege	km	km	km
gesamt	85	3,1	3,7	12	39	46
Altersgruppen						
0 bis 9 Jahre	88	2,8	3,2	9	24	27
10 bis 19 Jahre	85	2,8	3,2	10	29	34
20 bis 29 Jahre	86	3,1	3,6	15	46	54
30 bis 39 Jahre	89	3,6	4	14	50	55
40 bis 49 Jahre	89	3,7	4,2	14	51	58
50 bis 59 Jahre	87	3,5	4	14	50	57
60 bis 69 Jahre	83	3,1	3,7	12	36	44
70 bis 79 Jahre	79	2,6	3,3	10	25	31
80 Jahre und älter	67	1,9	2,9	8	14	22

Was sich durch die Wegzeiten schon angedeutet hat, wird durch die Zahlen in Tabelle 1 nochmal verdeutlicht. Die Unterschiede zwischen den Altersklassen lassen sich mit Hilfe ihrer nachgegangenen Tätigkeiten erklären. Während Kinder die meisten Wege nur für die Ausbildung und für

Freizeitbeschäftigungen zurücklegen, gehen Erwachsene mehreren Tätigkeiten, wie Arbeit und arbeitsbedingte Reisen, Freizeitbeschäftigungen, Einkäufe und weitere Erledigungen, nach. Rentner hingegen gehen meist nur noch für ihre Freizeitbeschäftigungen, den Einkauf und weitere Erledigungen raus.

In der Betrachtung der Wegzeiten und Wegstrecken werden alle Verkehrsmittel eingeschlossen. Die Durchschnittszahlen für gesamt Deutschland sagen aus, dass 43% der Strecken mit dem Auto zurückgelegt werden, 22% zu Fuß, 14% als Mitfahrer, 11% mit dem Fahrrad und 10% mit dem öffentlichen Personenverkehr. Betrachtet man in diesem Fall nur die Metropolregionen sieht die Verteilung anders aus. Das Auto (28%) wird hier deutlich weniger genutzt, zu Fuß (27%) und mit dem öffentlichen Verkehr (20%) werden hier deutlich mehr Wege zurückgelegt. Das Fahrrad und die Mitfahrgelegenheiten erleben nur leichte Veränderungen. Der Anteil der Fahrradnutzung steigt auf 15% und die Mitfahrgelegenheiten sinken auf 10%. Wie die prozentuale Verteilung der Verkehrsmittelnutzung nach Altersgruppen aussieht zeigt Abbildung 3. [7, S.49-52]

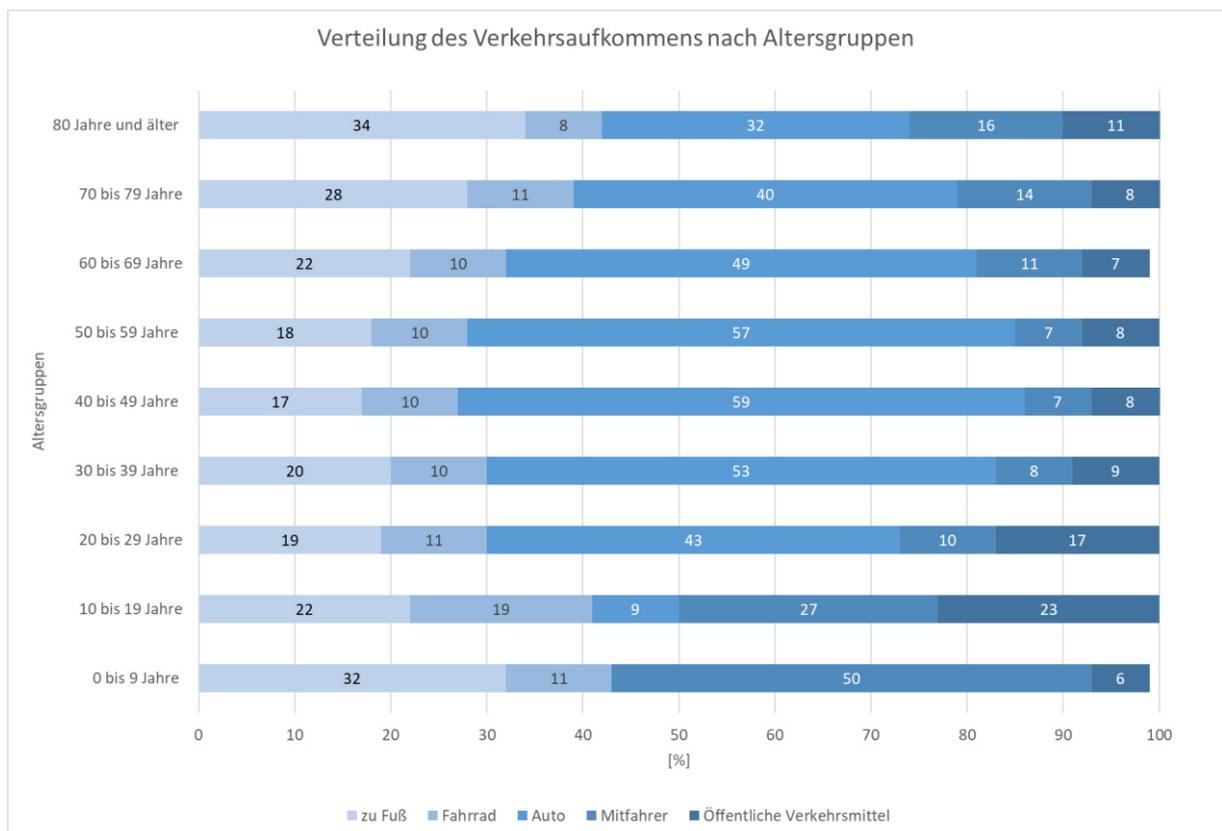


Abbildung 3- Verteilung des Verkehrsaufkommens nach Altersgruppen [7, S.49-52]

Anhand der Abbildung 3 zeigt sich, dass Kinder im Alter von 0-9 Jahren noch stark von ihren Eltern abhängig sind und die meisten Strecken als Mitfahrer zurücklegen. Direkt danach folgt der Anteil, der zu Fuß zurückgelegt wird. In der Altersgruppe 10-19 nimmt die Selbstständigkeit der Jugendlichen hingegen zu, weshalb der Anteil öffentlicher Verkehrsmittel und des Fahrrads ansteigen, während weniger Strecken zu Fuß zurückgelegt werden. Mit steigendem Alter nimmt die Bedeutung des Autos

zu, sodass immer weniger Strecken zu Fuß zurückgelegt werden. Erst ab einem Alter von 50 Jahren steigt der Anteil der Strecken, die zu Fuß zurückgelegt werden, wieder.

Doch wie sieht es mit den Personen aus, die durch gesundheitliche Probleme in ihrer Mobilität eingeschränkt sind? Etwa 7% der Bevölkerung leidet unter gesundheitlichen Einschränkungen, welche die Mobilität beeinträchtigen. Besonders im erhöhten Alter treten die Probleme vermehrt auf. Zwischen 60 und 70 Jahren ist fast jeder Fünfte betroffen. In einem Alter ab 80 Jahren sogar jeder Zweite. Ein gutes Drittel der gesundheitlichen Einschränkungen sind auf Gehbehinderungen zurückzuführen, von denen 27% auch negative Auswirkungen auf die Mobilität haben. Besonders betroffen ist die Altersgruppe ab 70 Jahren, etwa zwei Drittel bis drei Viertel der gesundheitlichen Einschränkungen gehen mit Mobilitätseinschränkungen einher. [7, S.100]

2.3 Hilfsmittel und Projekte

In der Vergangenheit wurden schon mehrere Hilfsmittel für blinde und sehbehinderte Personen entwickelt und Projekte ins Leben gerufen. Im Folgenden Kapitel werden einige der Hilfsmittel und Projekte vorgestellt.

2.3.1 Langstock

Der Langstock, in einer ähnlichen Art wie er heute genutzt wird, wurde 1945 von Richard Hoover entwickelt. Er dient blinden und sehbehinderten Personen zu Orientierung, Absicherung, Erkennung von Hindernissen, Einschätzung von Abständen und Bodenbeschaffenheiten. Besonders Blindenleitsystemen nehmen bei der Bodenbeschaffenheit eine zentrale Rolle ein. Zusätzlich dient der Langstock als Erkennungsmerkmal in der Gesellschaft und führt meist zu einer erhöhten Rücksichtnahme und Hilfsbereitschaft im Alltag. Für die individuelle Anpassung des Langstocks an die Nutzerinnen und Nutzer gibt es verschiedene Ausführungen. Der Langstock kann einteilig, zusammenfaltbar oder als Teleskopstock ausgeführt sein. Zudem gibt es Unterschiede in Länge, Griffform, Material, Stockspitze und Gewicht. [8, S.40-42] Das Gewicht sollte möglichst geringgehalten werde, da es sonst zu Haltungsschäden im Handgelenk kommen kann. Während der Rechercharbeiten fanden sich Langstöcke im Gewichtsbereich von 100g bis 300g. Die Handhabung des Langstocks wird mit Hilfe einer Trainerin oder eines Trainers erlernt. Hierbei werden auch verschiedene Techniken angewandt:

Die Pendeltechnik ist ein rhythmisches Hin- und Herschwingen des Stocks und dient der Erkennung von Hindernissen und Abständen. Ein Nebeneffekt des immer wieder auftippenden Stocks ist die erhöhte Wahrnehmung der Gesellschaft gegenüber dem Blinden, dies ist grade in großen

Menschenmengen vom Vorteil. Außerdem kann das Echo des aufkommenden Stocks in einer ruhigeren Umgebung zur Erkennung der Umgebung genutzt werden. [9]

Die Schleiftechnik ist ähnlich der Pendeltechnik, hierbei verbleibt der Stock jedoch durchgängig am Boden. Der ständige Bodenkontakt hilft die Beschaffenheit des Bodens zu erkennen und insbesondere Bodenindikatoren — wie das Blindenleitsystem — zu finden und zu folgen. [9]

Die Doppelpunkttechnik ist der Pendeltechnik ähnlich, nur wird hier während des Schwingens ein zusätzlicher Ausschlag zur Seite ausgeführt. Der Ausschlag dient einem besseren Überblick, was sich rechts und links von der Nutzerin oder dem Nutzer befindet und kann damit eine bessere Orientierung bieten. Die Diagonaltechnik ist eine spezielle Suchtechnik. Bei dieser Technik wird der Stock diagonal gehalten und streift an Wänden entlang, um Türen, Öffnungen oder Ecken zu finden.[9]

Die Treppentechnik findet Anwendung bei jeglicher Art von Treppen. Der Langstock wird locker vertikal vorm Körper gehalten und tippt jede Stufe an. Hierbei hilft der Stock Stufenhöhen, Abstände und das Ende der Treppe zu erkennen. [9]

2.3.2 Blindenführhund

Der erste Blindenführhund wurde 1916 einem Kriegsblinden übergeben. Heute gibt es ca. 2000 Führhunde, die täglich ihre Halterinnen und Halter ein Stück Bewegungsfreiheit und Unabhängigkeit zurückbringen. Im Gegensatz zu Langstöcken besitzen Führhunde die Fähigkeit Hindernisse nicht nur zu erkennen, sondern diese schon von weiten zu erkennen und den Blinden oder Sehbehinderten sicher vorbei zu führen oder Stufen und Bordsteinkanten durch Stehenbleiben anzuzeigen. Ein weiterer Vorteil des tierischen Begleiters ist sein Gedächtnis. Hunde können sich auch nach vielen Jahren Örtlichkeiten wiedererkennen und an die Wege dorthin erinnern. So können Führhunde auf Hörzeichen wie „Supermarkt“ ihren Halter selbstständig auf den erlernten Weg zum Zielort führen und dabei Hindernisse umgehen. In der Ausbildung lernen die Führhunde auf Kommando Fußgängerüberwege, Verkehrsampeln, Ein- und Ausgänge von Verkehrsmitteln und Gebäuden sowie freie Sitzplätze zu finden. Die Ausbildung eines Blindenführhundes dauert ca. 6 bis 9 Monate. [10, S.6-15]

Voraussetzungen für die Bewilligung eines Blindenführhundes sind eine Sehkraft der Antragstellerin oder des Antragstellers von unter 5% Sehkraft und körperliche Fitness. Zusätzlich muss genug Wohnraum zur Verfügung stehen, die Vermieterin oder der Vermieter muss das Halten eines Tieres erlauben und die Halterin oder der Halter muss die Verantwortung für das Tier übernehmen können. Die umfasst zum Beispiel Spaziergänge ohne Führgeschirr durchführen zu können, die Aufsichtspflicht zu erfüllen und eine Gespannprüfung abzulegen. [10, S.48-59] wird der Antrag bewilligt, werden die

Kosten eines Führhundes von ca. 20.000€ [11], ein Pauschalbetrag pro Monat für die Versorgung und aufkommende Tierarztkosten übernommen. [10, S.75-79]

Ein Blindenführhund ist durch sein weißes Führgeschirr zu erkennen. Trägt der Führhund das Geschirr, ist er wie ein Langstock oder Rollstuhl als ein medizinisches Hilfsmittel anzusehen und darf damit in Lebensmittelgeschäfte. Trotz dessen darf das Tier nicht gefährdet werden. Rolltreppen können zum Beispiel zu Verletzungen führen. [10, S.75-79]

2.3.3 Gehhilfen und Rollstühle

Gehhilfen dienen Personen, die Probleme beim Stehen oder Gehen haben. Gehhilfen können auf zwei Arten helfen, durch eine Verlagerung der Belastung von den unteren Extremitäten auf die oberen Extremitäten oder durch eine Korrektur des Gleichgewichts, indem eine größere Stützfläche zur Aufrechterhaltung geboten wird. Vor dem Gebrauch einer Gehhilfe wird ein Training empfohlen, das der Nutzerin oder dem Nutzer den Umgang mit besonderen Alltagssituationen — wie Türen öffnen — lehrt. Neben den körperlichen Einschränkungen sind weitere Auswahlkriterien für die geeignete Gehhilfe ausschlaggebend, wie das Lebensalter, das Körpergewicht, das Gangmuster, die Lernfähigkeit, die Selbstständigkeit, und der Wunsch der Nutzerin oder des Nutzers. Ebenso sind die Einsatzorte mit den Bodenbeschaffenheiten und der Einsatzzeitraum, in denen das Hilfsmittel eingesetzt werden sollen, zu beachten. [12, S.27-30]

Rollstühle eignen sich für gehbehinderte und gehunfähige Personen. Wichtig ist ein individuell eingestellter und angepasster Rollstuhl. Bei der Anpassung muss an viele Aspekte gedacht werden. Der Rahmen kann starr oder faltbar sein. Beide Arten lassen sich verkleinern. Bei einem starren Rollstuhl lässt sich lediglich die Rückenlehne auf die Sitzfläche klappen, während bei faltbaren Modellen das Fußbrett abnehmbar ist und die Sitzbespannung hochgezogen werden kann, so dass der Rollstuhl schmaler wird. Die richtige Sitzbreite ist erreicht, wenn zwei bis drei Finger zwischen Kniekehle und Vorderkante der Sitzfläche passen. Die Sitzlehne sollte bis zur Unterseite der Schulterblätter reichen. Bein und Knie müssen im rechten Winkel zueinanderstehen und der Unterarm sollte sich, wenn um 90° angewinkelt, beim aufrechten Sitz knapp über dem höchsten Punkt des Rades befinden, um die richtige Sitzhöhe zu bestimmen. Die Sitzfläche sollte nicht durchhängen, ansonsten sollte ein Sitzkissen zur Unterstützung eingesetzt werden. Die Auswahlkriterien für die Nutzung des richtigen Rollstuhls sind unter anderem das Alter, die körperliche Leistungsfähigkeit, die Körpergröße, das Gewicht, die Art der Behinderung, der Verwendungszweck, der Aktivitätsgrad der Nutzerin oder des Nutzers und sicherheitsrelevante Aspekte. [12, S.31-34]

2.3.4 Ampelpilot

Der Ampelpilot ist eine Applikation für die Erkennung von Fußgängerampeln und deren Signalgebung. Laut eigener Website sind lediglich 10 bis 12% der Fußgängerüberwege in Deutschland mit akustisch oder taktil signalgebenden Ampeln ausgestattet. Bei einer unvorteilhaften Umgebungssituation, wie eine hohe Lautstärke durch ein hohes Verkehrsaufkommen oder Baustellen ist die Nutzung der Signalgeber stark eingeschränkt. Der Ampelpilot wirbt damit, Fußgängerampelphasen zu erkennen und durch audiovisuelle und taktile Benachrichtigung dem Nutzer die Informationen zu vermitteln. Für die Nutzung soll das Handy mit der Kamerafunktion in Richtung der Ampel gehalten werden. Die Erkennung läuft vollkommen automatisch. Für die Nutzung ist keine Internetverbindung nötig, da die Bildverarbeitung ausschließlich auf dem Handy stattfindet. [13]

2.3.5 Routago

Routago ist eine kostenpflichtige Navigationsapp, die ausschließlich für das iPhone verfügbar ist. Die App bietet eine Navigation für blinde und sehbehinderte Personen, Rollstuhlfahrerinnen und -fahrer, einen „Standardanwender“ und eine streng abgesicherte Navigation für besonders gefährdete Teilnehmerinnen und Teilnehmer, wie Kinder, an. Durch zusätzliche Integrationsquellen seien weitere Anwendungsszenarien möglich, wie zum Beispiel die Vermeidung von Gebieten mit hoher Kriminalität. Routago nutzt weltweit vorhandene Geodaten und vervollständigt diese durch algorithmische Ergänzungen speziell für Fußgängerinnen und Fußgänger. Die Streckenführung berücksichtigt sowohl Straßenseiten als auch Wege abseits von Straßen. Zudem führen die Wege von Tür zu Tür, anstatt irgendwo in der Straße aufzuhören. Die Daten werden stetig durch maschinelles Lernen verbessert. Laut Website ist Routago die einzige Navigationsanwendung, die eine weltweite Abdeckung besitzt. Für eine genaue Navigation nutzt Routago neben den GPS-Daten die vorhandenen Sensoren des Handys. Routago bietet unter anderem die Funktionen Navigation, Umgebung und Objekterkennung an. Neben der Navigation für spezielle Gruppen, können Routen in der Routenvorschau simuliert „abgelaufen“ werden, was einer vorherigen Einprägung der Route dient. Die Umgebungs-Funktion bietet Informationen über Geschäfte und Objekte in der Nähe des Nutzers. Diese Informationen können im Radar-Modus ihrer Ausrichtung nach in Uhrzeitrichtung, mit Angabe über Abstände, sortiert werden. Wird die Objekterkennung ausgewählt, analysiert eine künstliche Intelligenz das Videobild und gibt Informationen über die Objekte und Abstände aus. Routago kostet 5,99€ pro Monat oder 59,99€ pro Jahr. [14]

Die Grundlage für Routago ist das voran gegangene Projekt TERRAIN, welches im Juni 2019 beendet wurde. Ziel von TERRAIN war die Entwicklung eines tragbaren Assistenzsystems zur Unterstützung der Mobilität blinder und sehbehinderter Menschen im innerstädtischen Umfeld. [15]

2.3.6 Weitere Projekte

Die OrCam besteht aus einer Kamera, die visuelle Informationen zu Ansagen umwandelt. Das Gerät, das ca. 22,5g wiegt, wird durch einen Magneten am Brillengestell befestigt. Es erkennt Texte, Gesichter, Barcodes, Banknoten, Farben und Objekte. Die Bedienung findet über eine Gestensteuerung statt. Personen mit eingeschränktem Gehör können die OrCam nur eingeschränkt nutzen. Für einen besseren Ton kann die OrCam per Bluetooth mit Kopfhörer u.ä. verbunden werden. Zudem muss die Nutzerin oder der Nutzer über die volle Kontrolle seiner Kopf- und Handbewegungen verfügen. [16]

Das Projekt „innerstädtische Mobilitätsunterstützung für Blinde und Sehbehinderte“ (InMoBS) beschäftigte sich mit der Entwicklung einer Applikation für eine sichere und komfortable Querung von Straßen an Lichtsignalanlagen für blinde und sehbehinderte Personen. Das Projekt wurde 2015 abgeschlossen und verfügt über einen einsehbaren und umfangreichen Abschlussbericht, der die Arbeitsschritte und Ergebnisse von der Anforderungsanalyse über die Entwicklung bis zum Gesamtsystem und dem Funktionstest wiedergibt. [17]

2.4 Technische Grundlagen von fahrerlosen Transportsystemen (FTS)

Das Themenfeld der fahrerlosen Transportsysteme ist komplex, daher werden in den folgenden Kapiteln die Themen im Fokus stehen, die eine Grundlage für den Prototypen zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld bieten. Dies betrifft die Themen Grundlagen eines FTS, Warn- und Sicherheitseinrichtungen, Lageerfassung und Standortbestimmung sowie die Datenübertragung.

2.4.1 Grundlagen

FTS bezeichnen innerbetriebliche, flurgebundene Fördersysteme. Ein System besteht aus einer Leistungssteuerung, einer Einrichtung zu Standortbestimmung, einer Einrichtung zur Datenübertragung, einer Infrastruktur, einer peripheren Einrichtung und mindestens ein automatisch gesteuertes Fahrzeug, das so genannte fahrerlose Transportfahrzeug (FTF). Das FTF ist ebenfalls flurgebunden und wird berührungslos geführt. Das Fahrzeug kann innerhalb von Gebäuden oder im Außenbereich eingesetzt werden. Aufgabe eines FTF ist der Transport von Material zu einem definierten Ziel. Ein FTF verfügt über ein Fahrwerk, eine Fahrzeugsteuerung, eine Lastaufnahme, eine Energieversorgung, ein Bedienelement, eine Schnittstelle zur Datenübertragung und eine Warn- und Sicherheitseinrichtung (siehe Abb. 4). [18, S.6-14]

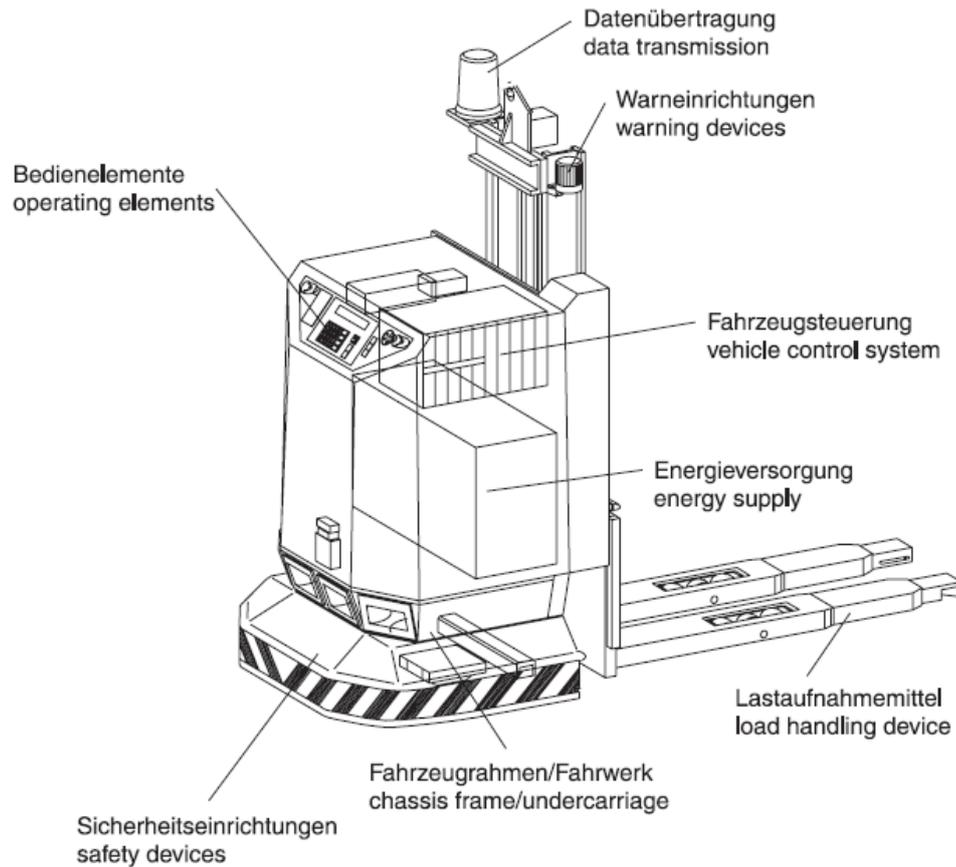


Abbildung 4- Baugruppen eines FTFs [18, S.14]

2.4.2 Warn- und Sicherheitseinrichtungen

Die Ausprägung der Warn- und Sicherheitseinrichtungen ist je nach Anwendungsfall unterschiedlich. Befindet sich das FTF innerhalb eines abgesperrten Bereichs, ist keine Einrichtung zur Erkennung von Personen gefordert. Grundsätzlich sind fahrzeugseitig Einrichtungen zur Erkennung von Personen über die volle Länge und Breite des Fahrzeugs vorgesehen. Dazu gehören beispielsweise eine Blitz- und Blinkanlage, ein Fahrtrichtungsanzeiger, eine akustische Warneinrichtung und ein Auffahrschutz. In der Vergangenheit wurden meist berührende Systeme, wie mechanische Schaltbügel und Schaumstoff-Bumper benutzt. Ein hoher Verschleiß durch Beschädigungen ist bei berührenden Systemen ein gravierender Nachteil. Mit dem technologischen Fortschritt entwickelte sich auch ein berührungsloses System zum Auffahrschutz. Dieses besteht aus Ultraschallsensoren, Infrarot- und Laserscannern. Der Einsatz von Sensoren und Scannern bietet zusätzlich die Möglichkeit einen Warnbereich einzuführen. Befindet sich ein Hindernis im Warnbereich, kann das Fahrzeug mit reduzierter Geschwindigkeit und Warnsignalen reagieren und somit eventuell das Hindernis zu einer Räumung des Bereichs bewegen. Während das Fahrzeug mit einem Hindernis im Schutzbereich mit einem sofortigen Nothalt reagiert. Für die Umsetzung eines Nothalts müssen die Einrichtungen direkt auf das Not-Aus-Modul wirken. Dies gilt ebenfalls für den Not-Aus-Schalter, der beidseitig und gut

erreichbar am Fahrzeug installiert werden muss. Nach einem Halt darf das Fahrzeug sich erst mindestens 2 Sekunden nach Entfernung des Hindernisses fortbewegen. Hierbei sollte ein Signal vorgesehen werden, das die Weiterfahrt für jeden erkenntlich macht. Besonders abgesichert werden sollte die Kurvenfahrt und nicht abgesicherte Bewegungen des Fahrzeugs, zusätzlich sollte in diesem Fall ein Signal zur Warnung ertönen. [19, S.6-7] [18, S.15-23] Für den Einsatz im Außenbereich ist der Einsatz von Laserscannern aufgrund der Wetterbedingungen kompliziert und die Zulassung aufwendig, deswegen werden im Außenbereich meist große mechanische Not-Aus-Bügel eingesetzt. Die Bügel allein sind aber nicht für den Personenschutz ausreichend. [20, S.30-35]

2.4.3 Lageerfassung und Standortbestimmung

Die Gestaltung der Lageerfassung und Standortbestimmung ist vom Einsatz des Systems abhängig. Wichtige Kriterien sind hierfür die Komplexität des Layouts und wie oft sich dieses verändert, die Anzahl der eingesetzten Fahrzeuge, die Länge der Wege, die Genauigkeitsanforderungen, die Bodenbeschaffenheit und sonstige Umgebungsbedingungen.

Die **Lageerfassung** besteht aus den x- und y-Koordinaten und der Drehlage α in der Ebene. Sie bestimmt die exakte Fahrzeuglage und entsteht aus der Kombination der Lagekopplung und der Lagepeilung.

Die Lagekopplung bestimmt mit Hilfe der Koppelsensorik die Position. Beispiel für die Koppelsensorik sind beispielsweise ein Drehwinkelgeber an den Rädern, ein Zeitzähler oder ein Magnetkompass. Durch Schlupf der Räder, Veränderung des Radumfangs oder ähnliches ist die Messung fehlerhaft. Fehler wie diese werden durch zusätzliche Konstruktionen wie Messräder im Fahrwerk, unabhängig von Antrieb- oder Lenkeinflüssen, minimiert. Da jedoch Messfehler vorhanden bleiben und somit das Ergebnis beeinflussen, ist ein zusätzlicher Einsatz der Lagepeilung unumgänglich. [18, S.25-34] [20, S.107-121]

Die Lagepeilung kann auch als Ortung verstanden werden. Hierbei wird in zwei Kategorien unterschieden:

- Ortsfeste passive Marken (z.B. Reflexmarken an Wänden oder Säulen oder Gebäudekonturen)
- Aktive Technologien (z.B. GPS-System oder aktive induktive Spurführung)

Für eine **Standortbestimmung** können mehrere Standorte im Layout gewählt werden. Standorte können bestimmte Positionen im Layout sein, diese besitzen Informationen über bestimmte Aktionen, die an dieser Position erforderlich sind. Dies können zum Beispiel Andockstellen, die Ausgabe von Warn- und Blinksignalen oder die Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit sein. [18, S.25-34] [20, S.107-121]

Für die Navigation eines FTF im Außenbereich kommen drei Verfahren in Frage. Die Lasernavigation, die Transponder-Navigation und die GPS-Navigation. Die Lasernavigation besitzt nur eine geringe Reichweite und wird schnell von Wettereinflüssen wie starke Sonnenstrahlung oder Regen beeinflusst. Die Transponder-Navigation erfordert eine aufwendige Installation der Datenträger entlang der Streckenführung. Zusätzlich muss die Fahrbahnoberfläche frei von metallischen Stoffen sein, da diese zu einer Störung der Signalübertragung führen würden. Sind die Transponder verlegt, fñgt das Verfahren über eine sehr hohe Genauigkeit, da die Datenträger absolut kodiert sind. Die GPS-Navigation hat eine hohe Ungenauigkeit von ca. $\pm 12\text{m}$, daher wird für den Zweck der Navigation das dGPS (differential GPS) genutzt, das die Genauigkeit bis auf $\pm 1\text{m}$ verbessern kann. Beim dGPS wird zusätzlich eine Referenzstation vorgesehen, deren Position exakt bekannt ist und die einen Korrekturwert an das FTF überträgt. Für eine noch höhere Genauigkeit kann durch eine Echtzeit-Auswertung der Trägerphase der empfangenen Satellitensignale erreicht werden. Hiermit beschränken sich die Abweichungen in der Genauigkeit auf einen Zentimeterbereich. Allgemein gilt je genauer, desto höher sind die notwendigen Anwendungen im finanziellen und technischen Bereich. Für den Empfang des GPS-Signals ist ein Sichtkegel von 15 Grad nach oben erforderlich. Dies bedeutet, dass Unterführungen wie Brücken zu einer Positionsungenauigkeit führen können und deshalb vermieden werden sollten. Dies gilt ebenfalls für geschlossene Räume. Für den Einsatz in Gebäuden oder Einsatzorten, in denen der 15 Grad Sichtkegel nicht gegeben ist, kann Indoor-GPS aufgebaut werden. Hierfür werden Funkbaken aufgestellt, bei denen die Genauigkeit bei $\pm 10\text{cm}$ bis $\pm 30\text{cm}$ liegen. [20, S.107-121]

2.4.4 Datenübertragung

Der Kommunikationsbedarf in einem System ist abhängig von der Funktionsverteilung zwischen **Leitsteuerung** und Fahrzeugsteuerung und der Vielfalt der Aufgaben des Fahrzeugs. Der Austausch kann nicht nur zwischen **Leitsteuerung** und FTF stattfinden, sondern ist ebenfalls zwischen

- FTFs
- ortsfesten Stationen und FTFs
- ortsfesten Stationen und der **Leitsteuerung**

denkbar. Bei den Kommunikationsinhalten kann es sich beispielsweise um die Fahrzeugposition, den Fahrzeugstatus, Stör- und Fehlermeldungen oder den Fahrauftrag handeln. Die Reaktionsgeschwindigkeit und Übertragungsdauer sind dabei abhängig von der Übertragungsgeschwindigkeit, der Zuverlässigkeit des Verfahrens und der Prozedur und Protokoll der Datenübertragung. Für die Datenübertragung zwischen der **Leitsteuerung** und stationären Einrichtungen werden meist LAN-Verbindungen genutzt. Zur Übertragung an ein FTF gibt es mehrere Möglichkeiten wie Infrarot, Funk, Induktion oder WLAN. [18, S.35-38] [20, S.165-168]

3 Anforderungsanalyse

Die Anforderungen wurden durch Rechercheergebnissen aus Normen, Projekten, wie das Projekt „innerstädtische Mobilitätsunterstützung für Blinde und Sehbehinderte“ [7] sowie Interviews mit Betreuerinnen und Betreuern und Betroffenen von Seheinschränkungen ermittelt (siehe Anhang A). Die Anforderungen wurden in Form einer Tabelle festgehalten, damit diese übersichtlich und geordnet dargestellt werden.

Anforderungen beschreiben Eigenschaften, Funktionalitäten und Qualitäten, die ein Produkt bekommen soll. Ziel ist, dass ein Produkt mit den gewünschten Funktionalitäten und in der gewünschten Qualität entsteht. Zur Absicherung der Qualität von Anforderungen gibt es fünf Qualitätskriterien: die Struktur, die Eindeutigkeit, die Vollständigkeit, die Erweiterbarkeit und die Verfolgbarkeit [21, S.64-70]. Da das Projekt in den Anfängen steht und diese Arbeit noch weitere Lösungsansätze verfolgt, die in der Zukunft getestet, verändert oder entfallen werden, wird die Anforderungsliste vielen Änderungen unterliegen. Um eine Übersicht der Änderungen bzw. der Version der Anforderungsliste herzustellen, wurde in der oberen rechten Ecke die Versionsangabe aufgenommen.

3.1 Entwicklung

Beim ersten Brainstorming kam die Idee auf, dass sich der Prototyp an einem FTS orientieren kann. Als erstes lag hier der Gedanke eines elektronischen Blindenhundes, in Form eines fahrenden Geräts, nahe, welcher nach Eingabe der wichtigsten Einstellungen die Route selbst berechnet und automatisiert den Weg zum Ziel beschreitet. Dabei führt dieser die Nutzerin oder den Nutzer einhändig, ähnlich wie beim Blindenhund mit Hilfe eines Geschirrs. Zusätzlich wurde über eine Taschenablage nachgedacht. Das Modell wurde als 3D Modell (siehe Abb. 4) ausgedruckt und als Referenz mit zu den Interviews genommen.

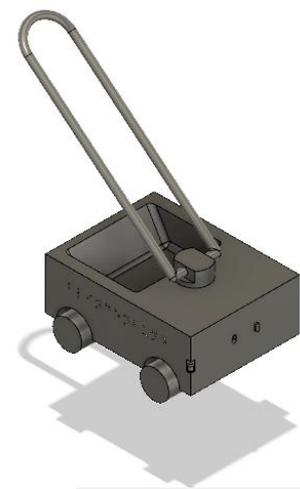


Abbildung 5- 3D Modell vom elektronischen Blindenhund

Durch die Interviews mit den Betreuerinnen und Betreuern im Blindenstift (siehe Anhang A) und der Rechercharbeiten ergab sich ein neues Bild der Nutzerinnen und Nutzer (vgl. Kapitel 2). Daher verfiel der Gedanke vom neu konstruierten Blindenhund und erste Überlegungen zu anderen bekannten Hilfsmitteln, die mit Sensoren und Kameras optimiert werden sollten, ergaben sich. So rückten Gehhilfen immer mehr in den Fokus des Interesses.

Zudem ergaben die Interviews, dass trotz einer Seheinschränkung die visuelle Wahrnehmung immer noch eine Rolle spielen kann und diese nicht zu vernachlässigen ist. Daher spielen hohe Kontraste und gerade eine gute Beleuchtung häufig eine wichtige Rolle in der Orientierung. Der **DIN Fachbericht 124 – Gestaltung barrierefreier Produkte [22]** definiert Leitlinien und konkrete Angaben zur barrierefreien Gestaltung von Produkten (siehe Lfd. 3 in der Anforderungsliste).

3.2 Bewertung

Um einen Prototyp mit größtmöglichem Nutzen für blinde und sehbehinderte Personen zu entwickeln, wurden die Anforderungen nach ihrer Relevanz bewertet. Die Bewertung erfolgte durch die Zuordnung der Anforderungen in Fest- und Wunschanforderungen. Der Begriff Festanforderung bedeutet, dass die Anforderung und ihr Inhalt unbedingt umgesetzt werden müssen. Eine Wunschanforderung bedeutet, dass es wünschenswert wäre, wenn die Anforderung umgesetzt wird, es jedoch kein Ausschluss des Konzeptes bedeutet, wenn die Anforderung nicht zu erfüllen ist. [22, S.64-70]

3.3 Anforderungsliste

Siehe folgende Seiten.

Tabelle 2 - Anforderungsliste

		<h2>Anforderungsliste</h2> <p>Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen Im Rahmen der Bachelorarbeit von Ira Lagerpusch</p>		Datum:16.05.20 Erstellerin: Lagerpusch Ausgabe: A Blatt 1 von 7
F = Festanforderung W = Wunsch				
Genannt in	Lfd.	Beschreibung	F W	
	1.	Konstruktion		
[23] [21]	1.1	Gestaltung eines ergonomischen Produkts unter Einhaltung der Norm EN ISO 6385: 2016 - Daten für Körpermaße gibt der DIN 124 Fachbericht	F	
[24] [24] [24] [24] [24] [24]	1.2 1.2.1 1.2.2 1.2.3 1.2.4 1.2.5	Aus der DIN 18040-1 (Barrierefreies Bauen – Öffentlich zugängliche Gebäude) und DIN 18040-3 (Barrierefreies Bauen – Öffentlicher Verkehr) ergeben sich folgende Werte, die mit dem Gerät eingehalten werden müssen, für - Bei einer Begegnung darf eine Fläche von 180 cm Breite und 180 cm Länge nicht überschritten werden - Die zu benutzende Fläche bei Richtungsänderungen und Rangiervorgänge darf eine Breite von 150 cm und 150 cm Länge nicht überschreiten - Um durch Türöffnungen und Durchgänge zu kommen sollte eine Breite von 90 cm nicht überschritten werden - Das Fahren über eine Längsneigung von bis zu 6% sollte ermöglicht werden - Zur Benutzung von Sanitärobjekten sollte eine Breite von 90 cm und eine Tiefe von 70 cm (gemessen von der rückwertigen Wand) nicht überschritten werden	F F W F W	
[24]	1.2.6	- Höhenunterschiede von bis zu 5 cm sollten überwunden werden	W	
[18] [18] [18] [18] [18] [18]	1.3 1.3.1 1.3.2 1.3.3 1.3.4 1.3.5 1.3.6	Beim Aufbau des Prototyps kann sich an der VDI 2510 (Fahrerlose Transportsysteme) orientiert werden. Diese bietet zu den einzelnen Komponenten einen Überblick und bisherige Umsetzungsbeispiele. Im Folgenden ist bereits eine Vorauswahl der genannten Komponenten: - Fahrwerk kann als Differentialantrieb ausgeführt werden, für optimalere Kurvenfahrten - Radanordnung kann als Rechteckform ausgeführt werden, das führt zu einem Vierrad-Fahrwerk und zu einer höheren Stabilität - Radaufhängung muss gewährleisten, dass alle Räder aufliegen und eine einwandfreie Lastübergabe stattfinden kann - Für FTFs können folgende Antriebsparameter erfolgen: o Gleichstrommotor mit 24 V bis 96 V Spannung o Leistungsbereich von 100 W und mehreren kW o Elektronische Ansteuerung - Lenkung kann ohne geometrischen Lenkeinschlag ausgeführt werden (Differentialantrieb) (siehe auch Lfd. 1.3.1) - Bremsen können selbsttätig ausgeführt werden und können mechanisch, elektrisch und pneumatisch sein	W W F W W W	

Anforderungsanalyse

Anforderungsliste

F = Festanforderung
W = Wunsch

Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen
Im Rahmen der Bachelorarbeit von
Ira Lagerpusch

Genannt in	Lfd.	Beschreibung	F W
[18], [19]	1.3.7	<ul style="list-style-type: none"> - Warn- und Sicherheitseinrichtung: <ul style="list-style-type: none"> o Es sollten Blink- oder Blitzleuchten, insbesondere als Warnsignal für die Umgebung, vorgesehen werden o Fahrtrichtungsanzeigen (Blue Lights), insbesondere als Hinweis für die Umgebung o Akustische Warneinrichtung, insbesondere als Warnsignal für die Nutzerin und den Nutzer o Auffahrschutz für Umgebung und zum Schutz vor einem harten Aufprall für Nutzerinnen & Nutzer, dies können... <ul style="list-style-type: none"> ➢ Berührende Systeme <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mech. Schaltbügel, Schaumstoff-Bumper ➢ Berührungslose Systeme <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ultraschall-Sensoren, Infrarot-/Laser-Scanner ... ausgeführt werden o Not-Aus-Taster an beiden Seiten des Fahrzeugs, gut zugänglich o Weitere Anforderungen zur Sicherheit unter Lfd. 1.4 und in der Norm EN 1525 (Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme) 	F
[18, S15-23]	1.3.8	<ul style="list-style-type: none"> - Energieversorgung sollte mit Elektromotor ausgeführt werden <ul style="list-style-type: none"> o Bei FTFs kommen folgende Parameter für die Batterie vor und können als Vorgabe für den Prototypen gelten: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Nennspannungen von 24 V, 48 V oder 80 V ➢ Nennkapazität von einigen Ah bis über 1000 Ah ➢ Stationäre Ladestation ➢ Vorwiegend aus Blei-Säure-Batterien (PzS-Batterien) und alkalische Batterien (Nickel-Cadmium) o Ladevorgang findet innerhalb des FTS statt <ul style="list-style-type: none"> ➢ Automatische Ladung (Kontaktierung über Batterieladekontakte am Fahrzeug und am Boden) o Energiekonzept: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Taktbetrieb/Taxibetrieb (Batterie wird in relativ kurzen Zeitabständen bei Stillstandzeiten an der Home-Station nachgeladen) ➢ VDI 4451 Blatt 2 gibt weitere Richtlinien für Batteriesysteme und Ladetechniken 	W
[18, S25-34]	1.3.9	<ul style="list-style-type: none"> - Bedienelement kann sich am Fahrzeug befinden oder ein Zusatzgerät sein <ul style="list-style-type: none"> ➢ Erfüllt die Aufgaben der Inbetriebnahme, die Auftragseingabe und -abbruch, die Statusanzeige, das Anzeigen von Störmeldungen und den Bearbeitungshinweis o Weitere Anforderungen unter Lfd. 3 Bedienung 	F
[18]	1.3.10	<ul style="list-style-type: none"> - Zur Lageerfassung wird die Lagekopplung, die Lagepeilung und die Standortbestimmung benötigt 	F
[18]	1.3.11	<ul style="list-style-type: none"> - Die Fahrzeugführung kann durch eine Lasernavigation stattfinden 	W
[18]; [20]	1.3.12	<ul style="list-style-type: none"> - Datenübertragungssystem kann durch WLAN stattfinden 	W

Anforderungsliste

F = Festanforderung W = Wunsch		Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen Im Rahmen der Bachelorarbeit von Ira Lagerpusch	
Genannt in	Lfd.	Beschreibung	F W
[19]	1.4	Aus der Norm EN1525 (Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme) können weitere Anforderungen an das Warn- und Sicherheitssystem (Lfd.1.3.7) abgeleitet werden. Ein Auszug von Anforderungen:	
[19]	1.4.1	- Es sollte ein System zur Sicherung gegen unbefugte Benutzung eingesetzt werden	F
[19]	1.4.2	- Das Bremssystem <ul style="list-style-type: none"> o Wirkt bei Energieunterbrechung o Wirkt bei Verlust der Kontrolle o Bremsweg endet bevor feste Teile des Fahrzeuges auf Hindernis/Person trifft 	F
[19]	1.4.3	- Personenschutzeinrichtung <ul style="list-style-type: none"> o Körperteile von Personen müssen so nah wie möglich am Boden erkannt werden o Betätigung darf nicht zu Verletzungen führen o Fahrzeug hat eine Wartezeit von 2 Sekunden einzuhalten, wenn eine Person im Fahrtweg war und diesen wieder verlassen hat. Vor Weiterfahrt muss ein Signal ertönen o Geschwindigkeitsbegrenzung und Anpassung der Geschwindigkeit an den Nutzer 	F
Interviews	1.5	Der Prototyp muss wetterfest und witterungsbeständig sein. Vorgabe ist das Hamburger Klima	F
Interviews, [24]	1.6	Wiederfindungsfunktion in Form von Signalen oder ähnlich. Damit der Nutzer das Gerät leichter wiederfindet, wenn er es während der Navigation verlassen hat.	
[8]	1.7	Langstock	
Diverse Webseiten	1.7.1	- Niedriges Gewicht max. 300g	F
[8]	1.7.2	- Hochliegender Schwerpunkt	F
[8]	1.7.3	- Kurze Schwungzeit <ul style="list-style-type: none"> o Im Fachbericht DIN 124 werden Stellkräfte und Stellmomente definiert 	W
[8]	1.7.4	- Gute Sichtbarkeit, durch die Farbe Weiß	F
[8]	1.7.5	- Variabilität <ul style="list-style-type: none"> o Länge muss sich auf Anwenderinnen und Anwender anpassen o Für den Transport sollte er sich verkleinern lassen 	F
[8]	1.7.6	- Gute Gleiteigenschaften	F
[8]	1.7.7	- Handgriff kälteisoliert und schweißresistent + Handschlaufe	F
[25]	1.8	In der Norm EN ISO 11199-2 werden Anforderungen und Prüfverfahren für Gehhilfen für beidarmige Handhabung definiert. Teil 2 befasst sich speziell mit Rollatoren .	F
[26]	1.9	Die Norm DIN EN 12184 befasst sich mit Elektrollstühlen . Es werden Anforderungen und Prüfverfahren definiert.	F

Anforderungsliste

Datum: 16.05.20
 Erstellerin:
 Lagerpusch
 Ausgabe: A
 Blatt 4 von 7

F = Festanforderung W = Wunsch		Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen Im Rahmen der Bachelorarbeit von Ira Lagerpusch	
Genannt in	Lfd.	Beschreibung	F W
	2.	Navigation	
	2.1	Funktionen	
[17]	2.1.1	- Setzen von markanten Wegpunkten, die während der Routenführung angesagt werden	W
[17]	2.1.2	- Meide-Funktion, mit der bestimmte Orte umgangen werden können	W
[17]	2.1.3	- ÖPNV-Verbindung (Wissen über Haltestellen mit und ohne barrierefreien Zugang, Abfahrtszeiten und Verbindungsart)	W
[17], Interviews	2.1.4	- „Home“-Funktion, automatische Berechnung der Route nach Hause vom aktuellen Standort	W
[17], Interviews	2.1.5	- „Wo bin ich“-Funktion, Ermittlung des aktuellen Standortes (ggf. Koordinatenausgabe oder Hausnummer und Straßennamen) + Umgebungsinformationen (Points of Interest in der Umgebung mit Abstand und Richtungsangaben durch Uhrzeitangabe)	W
[17], Interviews	2.1.6	- Routenänderungen während der Navigation	W
[17], Interviews	2.1.7	- „Favoriten“-Funktion, Speicherfunktion von Routen	W
[17], Interviews	2.1.8	- Notruf-Funktion, die im Falle einer Notsituation eine vorher bestimmte Person benachrichtigt (z.B. Polizei, Betreuer usw.)	F
[17], Interviews	2.1.9	- Anzeige vom Bordstein	W
Vorgaben Projekt	2.1.10	- Austausch von Routeninformationen mit anderen Geräten über stationäre Infrastruktur	W
[17], Interviews	2.1.11	- Hinderniserkennung (siehe Lfd. 2.4)	F
	2.2	Fahrtweg	
[17], Interviews	2.2.1	- Sicherer Übergang an Kreuzungen	F
[17]	2.2.2	- Barrierefreier Zugang zu Gebäuden und Stationen des ÖPNV ermöglichen	W
[17], Interviews	2.2.3	- Möglichst rechtwinklig gestalten; für die bessere Orientierung der blinden und sehbehinderten Personen	W
	2.3	Ansagen bei der Navigation	
[17], Interviews	2.3.1	- Wegzeit bis zum Erreichen des Ziels	W
[17]	2.3.2	- Markante Wegpunkte, die vorher festgelegt wurden	W
[17]	2.3.3	- Straßennamen	W
[17], Interviews	2.3.4	- Fußgängerfurten und Ausstattung sowie Distanz zur nächsten	W
[17], Interviews	2.3.5	- Ampelphasen	W
[17]	2.3.6	- Knotenpunkte (Kreuzungen, Kreisverkehr usw.)	W
[17], Interviews	2.3.7	- Straßenarten (Einbahnstraße, vierspurige Straße, Fußgängerzone usw.)	W
[17], Interviews	2.3.8	- Ankündigung von Treppen, Stufen und Bordsteinen	F
[17]	2.3.9	- Informationen zum ÖPNV (siehe 2.1.3)	W
[17], Interviews	2.3.10	- Informationen jeglicher Aktionen wie beispielsweise stoppen der Fahrt und fahren einer Umleitung oder die Rückkehr auf die Ausgangsrouten	F
[17], Interviews	2.3.11	- Position bei Bedarf (siehe Lfd. 2.1.5)	W

Anforderungsliste

F = Festanforderung W = Wunsch		Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen Im Rahmen der Bachelorarbeit von Ira Lagerpusch	
Genannt von	Lfd.	Beschreibung	F W
[17], Interviews	2.4 2.4.1	Hindernisse - Erkennung und Umgang mit dynamischen Hindernissen. Hierzu zählen unter anderem: Fußgänger, Radfahrer, Autos, Rollerfahrer, Hundeleinen, Basketbälle, Hunde	W
[17], Interviews	2.4.2	- Erkennung von und Umgang mit statischen Hindernissen. Hierzu zählen unter anderem: Büsche, Bäume, Steine, Mauern, Steintische, Fahrradständer, Straßenpoller, Baumwurzeln, Pfützen, Äste, Laub, Schnee, Hundehaufen, Erdlöcher, Straßenkreuzungen	W
[17], Interviews	2.4.3	- Erkennung von scheinbaren Hindernissen, die keine sind wie zum Beispiel Schnee, Regen und Dreck auf Sensor, hohes Gras	W
	3.	Bedienung	
[21]		Durch den DIN Fachbericht 124 (Gestaltung barrierefreier Produkte) werden Leitlinien und einige Werte festgelegt, die die barrierefreie Nutzung von Produkten ermöglichen soll. Diese sind auf das ganze Produkt anzuwenden, besonders bei der Bedienung, da diese den Schnittpunkt zwischen Menschen und Maschinen darstellt. Im Folgenden ein Auszug:	
[21]	3.1	Gleichberechtigte Nutzbarkeit	F
[21]	3.1.1	- Für alle Nutzerinnen und Nutzer sollte eine gleichartige, mindestens vergleichbare Nutzbarkeit sichergestellt werden	F
[21]	3.1.2	- Ausgrenzung oder Stigmatisierung von Nutzerinnen und Nutzern sollte vermieden werden	F
[21]	3.1.3	- Vorkehrungen zum Schutz der Privatsphäre, Sicherheits- und Schutzmaßnahmen sollten allen Nutzerinnen und Nutzern gleichermaßen offen stehen	F
[21]	3.1.4	- Die Produktgestaltung sollte möglichst alle Nutzerinnen und Nutzer ansprechen	F
[21]	3.1.5	- Flexibler Gebrauch	F
[21]	3.1.6	- Das Produkt sollte unterschiedliche Arten der Nutzung ermöglichen	F
[21]	3.1.7	- Das Produkt sollte für Rechts- und Linkshänder gleichermaßen zugänglich sein und von ihnen gleichermaßen genutzt werden können	F
[21]	3.1.8	- Das Produkt sollte so gestaltet sein, dass mit diesem genau und präzise umgegangen werden kann	F
[21]	3.1.9	- Das Produkt sollte eine Anpassung an das Tempo des Nutzers ermöglichen	F

Anforderungsliste

F = Festanforderung W = Wunsch		Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen Im Rahmen der Bachelorarbeit von Ira Lagerpusch	
Genannt von	Lfd.	Beschreibung	F W
[21]	3.2	Einfache, intuitive Benutzung	F
[21]	3.2.1	- Unnötige Komplexität sollte vermieden werden.	F
[21]	3.2.2	- Die Bedienung sollte den Erwartungen und der Intuition der Nutzerin oder des Nutzers entsprechen.	F
[21]	3.2.3	- Unterschiedliches Bildungsniveau und unterschiedliche Sprachfähigkeiten sollten berücksichtigt werden.	F
[21]	3.2.4	- Informationen sollten entsprechend ihrer Wichtigkeit angeordnet werden.	F
[21]	3.2.5	- Aufforderungen an die Nutzerin oder den Nutzer und Rückmeldungen während und nach Beendigung der Aufgabe sollten wirkungsvoll gestaltet werden.	F
[21]	3.3	Wahrnehmbare Informationen (Zwei-Kanal-Prinzip)	F
[21]	3.3.1	- Für die Darbietung wesentlicher Informationen müssen mindestens zwei der Sinne (Sehen, Hören, Fühlen) genutzt werden	F
[21]	3.3.2	- Die Kontraste zwischen Information und Hintergrund sollten angemessen sein	F
[21]	3.3.3	- Die Erkennbarkeit wesentlicher Informationen sollte maximiert werden	F
[21]	3.3.4	- Informationselemente sollten so gestaltet werden, dass sie sich deutlich unterscheiden und somit leicht zu beschreiben sind	F
[21]	3.3.5	- Produkte sollten mit verschiedenen Techniken oder Hilfsmitteln kompatibel sein, die üblicherweise bei sensorischen Einschränkungen benutzt werden	F
[21]	3.4	Fehlertoleranz	F
[21]	3.4.1	- Elemente sollten so angeordnet werden, dass Gefährdungen und Fehler minimiert werden: Häufig genutzte Elemente sollten am leichtesten zugänglich sein. Gefährliche Elemente müssen vermieden, gesichert oder abgedeckt werden	F
[21]	3.4.2	- Vor Gefährdungen und Fehlern sollte ausreichend und verständlich gewarnt werden	F
[21]	3.4.3	- Leistungsmerkmale sollten fehlertolerant sein	F
[21]	3.4.4	- Bei Aufgaben, die Aufmerksamkeit erfordern, sollte unbeabsichtigten Aktionen vorgebeugt werden	F
[21]	3.5	Belastungsarme Nutzung	F
[21]	3.5.1	- Körperhaltung sollte belastungsarm sein	F
[21]	3.5.2	- Der Kraftaufwand sollte in einem vertretbaren Rahmen gehalten werden	F
[21]	3.5.3	- Sich wiederholende Vorgänge sollten minimiert werden	F
[21]	3.5.4	- Dauerbelastungen sollten minimiert werden	F
[21]	3.6	Erreichbarkeit und Zugänglichkeit	F
[21]	3.6.1	- Wichtige Elemente sollten stehend und sitzend eingesehen werden können	F
[21]	3.6.2	- Alle Elemente sollten stehend und sitzend leicht erreichbar sein	F
[21]	3.6.3	- Unterschiedliche Handgrößen und Greifarten sollten berücksichtigt werden	F
[21]	3.6.4	- Bewegungsräume und -flächen sollten auch für den Gebrauch von Hilfsmitteln oder für persönliche Assistenz ausreichen	F

Anforderungsliste

Prototyp zur Navigation für sehbehinderte und blinde Personen
Im Rahmen der Bachelorarbeit von
Ira Lagerpusch

F = Festanforderung
W = Wunsch

Genannt von	Lfd.	Beschreibung	F W
[21]	3.8	Visuelle Wahrnehmbarkeit	
[21]	3.8.1	- Unterstützung durch Farbgestaltung	F
[21]	3.8.2	- Leicht feststellbar, identifizierbar und unterscheidbar	F
[21]	3.8.3	- Farbe sollte Bedeutung der Aufgabe entsprechen	F
[21]	3.8.4	- Codierungsgrundsätze für Anzeigegeräte und Bedienteile nach DIN EN 60073	F
[21]	3.8.5	- Farbkombinationen blau – rot und grün – rot sind nur bei deutlich ungleicher Sättigung zulässig	F
[21]	3.8.6	- Reflexionen bzw. Spiegelungen sollten weitgehend vermieden werden.	F
[21]	3.8.7	- Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Displays (Kapitel 6.1.2.5 in der Norm)	F
[21]	3.9	Auditive Wahrnehmbarkeit	
[21]	3.9.1	- In ruhiger Umgebung und bei üblicher Entfernung sollte der Schallpegel am Ohr 55 dB(A) bis 65 dB(A) betragen	F
[21]	3.9.2	- In lauter Umgebung sollten sich akustische Signale in Schallpegel und Frequenzspektrum deutlich von den Umgebungsgeräuschen 45) unterscheiden. Das Signal- Rausch-Verhältnis 46) sollte mindestens 10 dB(A) betragen.	F
[21]	3.9.3	- Eine automatische Anpassung an wechselnde Störschallpegel sollte angestrebt werden	F
[21]	3.9.4	- Der Frequenzbereich von Tonsignalen (Einzeltöne und Tongemische bzw. Klänge) sollte zwischen 300 Hz und 2 000 Hz liegen. Bei Sprache sollte der Frequenzbereich auf 300 Hz bis 3 400 Hz erweitert werden 47)	F
[21]	3.9.5	- Die getrennte Einstellung von Schallpegel und Frequenz (von Tönen) sollte angestrebt werden	F
[21]	3.9.6	- Akustische Signale sollten abgeschaltet werden können.	F
[21]	3.9.7	- Akustische Signale (Warn-, Ankündigungs-, Bestätigungs-, Orientierungs- und Freigabesignale) sollten sich an den Vorgaben aus DIN 32974 orientieren, soweit diese auf den Produktbereich übertragbar sind.	F
[21]	3.9.8	- Für akustische Signale sollten unterschiedliche Frequenzen kombiniert werden, damit sie leichter erkannt werden.	F
[21]	3.9.9	- Akustische Signale sollten eindeutig, intuitiv, gebräuchlich und ggf. eindeutig voneinander unterscheidbar sein.	F
[21]	3.9.10	- Das akustische Signal und das signalisierte Ereignis müssen zeitlich zusammengehörend empfunden werden	F
[21]	3.9.11	- Es sollten die Landessprachen verwendet werden. Diese sollten dialektfrei sein.	F
[21]	3.9.12	- Die Sprache sollte einfach und inhaltlich leicht verständlich sein. Ähnlich klingende Begriffe sollten vermieden werden.	F
[21]	3.9.13	- Die Abtastrate digitalisierter akustischer Signale sollte mindestens 7 000 Hz betragen.	F
[21]	3.10	Haptische Fähigkeiten	
[21]	3.10.1	- Die Form sollte so gestaltet werden, dass sie eindeutig der zugewiesenen Funktion entspricht.	F
[21]	3.10.2	- Die Oberfläche sollte so gestaltet werden, dass sie ein Erkennen der Funktion ermöglicht.	F
[21]	3.10.3	- Schriftzeichen, Bildzeichen, Pläne und Ähnliches sollten leicht ertastet werden können. Daher sollten die folgenden Empfehlungen berücksichtigt werden. (Genauer in der Norm)	F
[21]	3.10.4	- Wenn ausreichend Platz vorhanden ist, sollte die Blindenschrift ergänzt werden.	F
[21]	3.10.5	- Durch das taktile Suchen von Stellteilen darf nicht ungewollt eine Funktion ausgelöst werden.	F
[21]	3.10.6	- Funktionen des Produktes können auch über Vibration angezeigt werden.	F
[21]	3.10.7	- Temperaturen sollten nicht zur Vermittlung von Informationen verwendet werden.	F

4 Konzept

Anhand der Zahlen und Fakten aus Kapitel 2 werden zunächst Nutzergruppen auf Basis der Mobilitäteeinschränkungen von Personen erstellt und für diese passende Hilfsmittel identifiziert. Im zweiten Teil des Kapitels wird die Interaktion von Nutzerin oder Nutzer mit dem System in verschiedenen Use Cases beschrieben. Zum Schluss wird mit Hilfe der Anforderungen aus Kapitel 3 eine mögliche barrierefreie Gestaltung und Steuerung der Applikation zu Navigation aufgezeigt. Als Vertriebsart wird zunächst ein Sharing-System vorgesehen, demnach kann das Gerät an festen Standorten oder an einem beliebigen Abstellort ausgeliehen werden.

4.1 Nutzergruppen und Hilfsmittel

Wie in Kapitel 2 näher ausgeführt, zeigt die Statistik der schwerbehinderten Menschen, dass gerade im hohen Alter vermehrt Seheinschränkung eintreten [7]. Die Studie zur Mobilität in Deutschland sagt aus, dass der größere Teil der Personen, die durch gesundheitliche Probleme in ihrer Mobilität eingeschränkt werden, ein hohes Alter aufweisen [17]. Durch diese Resultate liegt der Rückschluss nahe, dass ein großer Teil der Personen mit Seheinschränkungen auch in der Mobilität eingeschränkt ist. Daher erscheint es sinnvoll verschiedene Nutzergruppen zu charakterisieren, die sich in ihrer Mobilität unterscheiden. Geistige Einschränkungen werden im Folgenden nicht weiter betrachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die Nutzer im Stande sind, ohne Hilfe ein Smartphone oder Tablet im Grundlegenden zu bedienen.

4.1.1 Uneingeschränkte Mobilität

Die erste Nutzergruppe „Uneingeschränkte Mobilität“ ist neben der Sehbehinderung uneingeschränkt mobilitätsfähig. Treppen und Stufen steigen, längere Strecken zu Fuß gehen oder joggen sind, abgesehen von der Seheinschränkung, keine Herausforderungen.

Daher ist der Nutzer, abgesehen von einem Langstock (siehe Abb. 6) zum Ausgleich der fehlenden Sehkraft, auf keine weiteren Hilfsmittel angewiesen. Das Joggen erfordert jedoch eine Trainingspartnerin oder Trainingspartner, der die Person mit der Seheinschränkung führt, da ein Langstock hierbei hinderlich ist. Hier wäre eine Konstruktion vorstellbar, die am Körper getragen wird und mittels Sprachausgabe und Vibration den Läufer navigiert.



Abbildung 6- Ein Langstock [27]

4.1.2 Erhöhte Einschränkung der Mobilität

Bei der zweiten Nutzergruppe „Erhöhte Einschränkung der Mobilität“ verspürt die Person nicht mehr ausreichend Kraft in den Beinen oder leidet unter einem verschlechterten Gleichgewichtssinn, der das Zurücklegen von längeren Strecken ohne Unterbrechungen oder Hilfe erschwert. Treppen und Stufen stellen eine Herausforderung dar. Gründe hierfür können Altersschwäche, Krankheiten oder ein Unfall sein, die zu temporären oder permanenten Einschränkungen führen. Häufig benutzte Gehhilfen sind der Gehstock, Unterarmgehstütze, Gehgestell und Rollator.

Der Gehstock (siehe Abb. 7) erfordert eine gute Balance, dafür ist die Handhabung einfach und wird aus ästhetischer Sicht von Betroffenen schneller akzeptiert. Aus medizinischer Sicht ist zu erwähnen, dass eine starke Belastung des Handgelenks vorliegt und die Gefahr einer Schonhaltung besteht. Sinnvoll ist der Gehstock, wenn ein Bein entlastet werden soll und nicht mehr als 20-25 Prozent des Körpergewichts abgestützt wird. Voraussetzung für den Gebrauch eines Gehstocks ist eine ausreichend ausgeprägte Muskulatur in der oberen Körperhälfte. [12]



Abbildung 7- Gehstöcke [28]

Die Unterarmgehstütze (siehe Abb. 8) ist stabiler als ein Gehstock und bietet zwei Stützpunkte am Körper, daher ist die unterstützende Kraft höher. Bei unilateralem Einsatz können bis zu 40 Prozent des Körpergewichts verlagert werden, bei bilateralem Einsatz bis zu 100 Prozent. Voraussetzung für dieses Hilfsmittel sind eine starke Armmuskulatur, sowie kräftige Hand- und Schultergelenke.[12]



Abbildung 8- Unterarmgehstützen [29]

Das Gehgestell (siehe Abb. 9) weist eine hohe Stabilität bei ebenem Boden auf und unterstützt die betroffene Person in ihrer Balance. Die Stützflächen finden sich auf mittlerer Höhe vom Bauch bis zu den Seiten hin. Der Umgang ist leicht erlernbar, sorgt jedoch für einen langsamen Gang und macht das Treppensteigen schwer bis unmöglich, da die Konstruktion viel Platz benötigt. Beim Gehgestell kann das Körpergewicht bis zu 50 Prozent verlagert werden. Voraussetzung für den Gebrauch ist eine kräftige Schulter- und Handmuskulatur.[12]



Abbildung 9- Gehgestell [30]

Der Rollator (siehe Abb.10) besteht ähnlich wie das Gehgestell aus einer Rahmenkonstruktion, die die Nutzerin oder den Nutzer umgibt, lediglich die Rückseite ist frei. Am Rahmen sind Handgriffe angebracht, die für die Unterstützung sorgen und zudem mit Handbremsen versehen sind. Im Gegensatz zum Gestell verfügen Rollatoren über Räder, die eine schnellere und natürlichere Fortbewegung ermöglichen. Zusätzlich bietet ein Rollator eine Sitzmöglichkeit und ermöglicht durch eine zusätzliche Ablage den Transport von Gegenständen. Auf ebenen Flächen bietet der Rollator eine hohe Stabilität. Treppen steigen ist durch den hohen Platzbedarf und das Gewicht schwer bis unmöglich. Auch bei dem Rollator können bis zu 50 Prozent des Körpergewichts verlagert werden. Die Voraussetzung für die Nutzung des Rollators ähneln dem des Gehgestells und erfordern eine gute Koordination.[12]



Abbildung 10- Rollator [31]

4.1.3 Starke Einschränkung der Mobilität

Betroffene können höchstens ein paar Schritte gehen oder sich selbstständig umsetzen. Das Steigen von Treppen oder Stufen ist nicht mehr möglich.

Hilfsmittel für Betroffene sind meist Standard- und Leichtgewichtsrollstühle, Aktiv- oder Adaptivrollstühle sowie Elektrorollstühle.

Standard- und Leichtgewichtsrollstühle (siehe Abb. 11) sind für die Erstversorgung geeignet und platzsparend, da diese zusammenklappbaren und einzelnen Teile abnehmbar sind. Durch die Abnahme einzelner Bestandteile wird eine individuelle Anpassung an den Nutzer ermöglicht. So ist es zum Beispiel möglich, unterschiedliche Sitzbreiten und -höhen zu verbauen oder schwenkbare Fußstützen anzubringen. In Leichtgewichtsrollstühlen werden Leichtmetalle verarbeitet, die zu einem geringeren Gewicht des Rollstuhls - von ca. 18kg - führen. [12]



Abbildung 11- Leichtgewichtsrollstuhl [32]

Aktiv- oder Adaptivrollstühle (siehe Abb. 12) bieten im Gegensatz zu den Standard- und Leichtgewichtsrollstühlen eine weitaus größere Vielfalt an Anpassungsmöglichkeiten und sind ebenfalls zusammenklappbar. Sie werden eingesetzt, wenn die Nutzerin oder der Nutzer schon einige Erfahrungen mit Rollstühlen hat und der Einsatz über die Erstversorgung hinaus



Abbildung 12- Adaptivrollstuhl [33]

geht. Zudem liegt das Gewicht dieser Rollstühle mit ca. 14 kg unter dem von Leichtgewichtsrollstühlen. Genau wie bei den Standard- und Leichtgewichtsrollstühlen handelt es sich bei dieser Sorte um Greifreifen-Rollstühle mit zwei Antriebsrädern und zwei Stützrädern. Diese Arten können mit einem Elektroantrieb nachgerüstet werden. [12]

Elektrorollstühle (siehe Abb. 13) werden genutzt, wenn ein Handgetriebener Rollstuhl aufgrund einer Behinderung nicht genutzt werden kann. Die Nutzung erfolgt eher sporadisch für die Bewältigung langer Distanzen. Der Rollstuhl wird über einen Joystick gesteuert, optional kann dies auch über eine Fuß-, Kopf-, Blas- oder Saugsteuerung geschehen. Durch die Steuerungselemente, den Elektromotor und die Batterie weist der Rollstuhl ein hohes Eigengewicht auf, ist aber auch sehr stabil. Je nach Batterie können Distanzen von bis zu 60 km erreicht und Steigungen bis ca. 20 Prozent bewältigt werden. [12]



Abbildung 13- Elektrorollstuhl [34]

4.1.4 Auswahl der Hilfsmittel

Um die Auswahl des geeigneten Hilfsmittels für die Nutzerin oder den Nutzer zu vereinfachen, wurde ein Entscheidungsbaum erstellt (siehe Abb. 14). Dieser soll grafisch den Ablauf der Entscheidungskette veranschaulichen. Ein Entscheidungsbaum wird im Allgemeinen von links nach rechts dargestellt. Der Baum wird aus Rechtecken als Entscheidungsknoten, Kreisen als Zufallsknoten und liegenden Dreiecken als Endknoten aufgebaut. Bei einem Entscheidungsknoten wird eine Entscheidung getroffen, der Zufallsknoten steht für ein zufälliges Ereignis und der Endknoten steht für das Ende einer Entscheidungskette und somit für ein Ergebnis. [35, S.121-123] In dem folgenden Entscheidungsbaum treten keine zufälligen Ereignisse auf, daher werden keine Zufallsknoten eingesetzt. Da zusätzlich die Entscheidungen einen individuellen Charakter aufweisen, werden in diesem Fall außerdem keine Eintrittswahrscheinlichkeiten der Möglichkeiten angeführt.

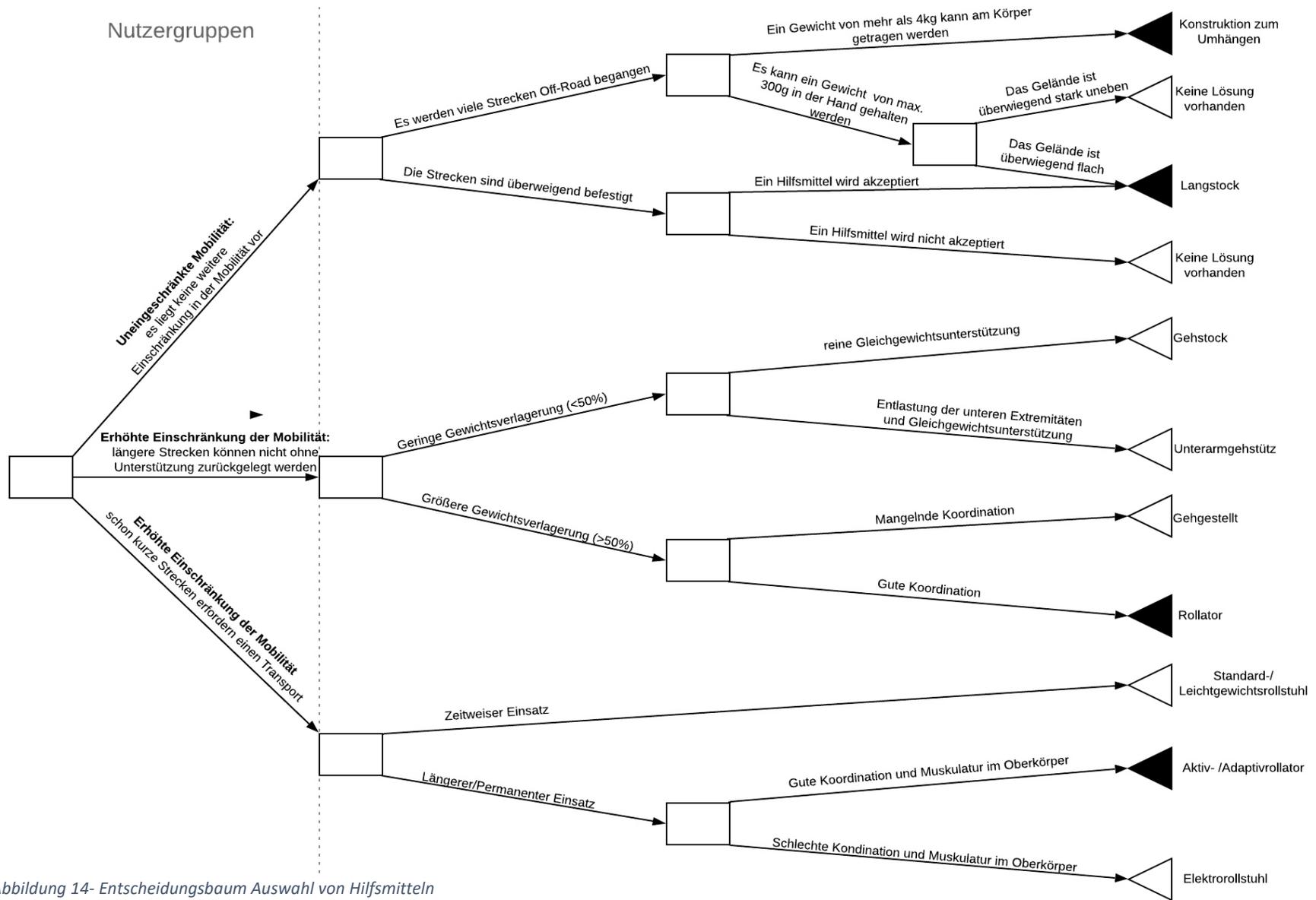


Abbildung 14- Entscheidungsbaum Auswahl von Hilfsmitteln

Wie im Entscheidungsbaum dargestellt, ist die Auswahl eines Hilfsmittels von verschiedenen Kriterien abhängig, sodass für die einzelnen Nutzergruppen nicht zwangsläufig nur ein Hilfsmittel in Betracht kommt. Um den Umfang der Arbeit nicht zu übersteigen, wird sich pro Nutzergruppe auf ein Hilfsmittel konzentriert. Lediglich für die Nutzergruppe „Uneingeschränkte Mobilität“ werden zwei Hilfsmittel in Betracht gezogen.

Für die Nutzergruppe „Uneingeschränkte Mobilität“ wird der Langstock ausgewählt. Der Langstock besitzt eine hohe Akzeptanz bei Betroffenen und in der Gesellschaft. Er dient als Erkennungsmerkmal und ist weit verbreitet. Durch die einhändige und schwingende Führung ist das Gewicht des Langstocks stark begrenzt, da es sonst zu Haltungsschäden kommen kann (vgl. Kapitel 2.3.1 Der Langstock). Eine weitere innovative Möglichkeit ist die Konstruktion zum Umhängen. Diese ermöglicht eine Verbesserung der Mobilität und sorgt dafür, dass die Nutzerin oder der Nutzer beide Hände frei hat. Ausschlaggebend ist jedoch, dass das Knowhow der Idee auf die grundlegendsten Bauteile, Sensorik und Kamera, reduziert wird.

Für die Nutzergruppe „Erhöhte Einschränkung der Mobilität“ wird der Rollator ausgewählt. Neben der Unterstützung in der Mobilität bietet er weitere Funktionen, wie eine Ablage für Transportgüter und eine Sitzmöglichkeit. Durch die Fortbewegungsweise mit dem Rollator wird, anders als bei einem Gehgestell, eine natürlichere Fortbewegung unterstützt. Im gesteigerten Alterssegment ist der Rollator weit verbreitet und als Hilfsmittel akzeptiert. Durch seine stabile Grundkonstruktion ist eine Erweiterung mit einem Motor vorstellbar. Durch die Nutzungsart, dass der Rollator von der Nutzerin oder dem Nutzer vor sich hergeschoben wird, bietet dieser eine zusätzliche Sicherheit durch eine Pufferzone, falls es zu einer Kollision mit einem Hindernis kommen sollte. Auch wenn die Nutzergruppe eines Gehstocks nicht auf einen Rollator angewiesen ist, kann sie diesen nutzen. Die Nutzergruppe des Rollators kann jedoch nicht einen Gehstock nutzen. Als Resultat wird bei dem Rollator eine größere Nutzergruppe angesprochen als bei einem Gehstock. Auch im Gespräch mit den Betreuerinnen und Betreuern wurde eine Navigation durch einen Rollator als sinnvoll betitelt.

Für die Nutzergruppe „Starke Einschränkung der Mobilität“ wird der Adaptivrollstuhl als Hilfsmittel ausgewählt. Ausschlaggebend hierfür ist das geringe Gewicht, die Modularität und der günstigere Preis verglichen mit einem Elektrorollstuhl. Während ein Adaptivrollstuhl schon ab ca. 100€ erworben werden kann, beginnt das Preissegment eines Elektrorollstuhls erst ab mehreren 1000€. Zudem lässt sich ein Adaptivrollstuhl mit einem Motor nachrüsten und inkludiert damit auch die Nutzergruppe des Elektrorollstuhls.

Im Ergebnis von Kapitel 4.1 sind die Nutzergruppen mit ihren Anforderungen identifiziert und jeder Nutzergruppe ist einem bzw. zwei Hilfsmitteln zugeordnet. Die hier fokussierten Hilfsmittel Langstock,

Konstruktion zum Umhängen, Rollator und Adaptivrollstuhl werden in dem folgenden Kapitel als Lösungsansätze weiterverfolgt.

4.2 Use Cases

Use Cases beschreiben die Handlungsfolgen zwischen Akteurinnen oder Akteuren, im weiteren Verlauf als Nutzerin oder Nutzer bezeichnet, und System und führen zu einem Ergebnis. Die Handlung wird stets durch den Nutzer eingeleitet. Der Use Case beschreibt meist eine Haupthandlung, eine Alternativhandlung und eine Ausnahmehandlung. Der Einfachheit halber gibt es im Folgenden nur eine Haupthandlung, die als erstes verwendet wird, um das Ziel zu erreichen. Eine Alternativhandlung beschreibt einen alternativen Weg, der jedoch zum selben Ziel führt. Die Ausnahmehandlung besteht aus einem Ausstieg aus der Handlung. Dies muss aber nicht zwangsläufig ein Abbruch der ganzen Zielführung bedeuten, sondern nur ein Abbruch des genannten Use Cases. [36, S.137]

Für die Darstellung der Use Cases wurden die Elemente eines Flussdiagramms gewählt. Das Oval steht für den Start oder das Ende des Diagramms, das Rechteck steht für ein Tätigkeit innerhalb des Prozesses, die Raute steht für eine Entscheidung die getroffen werden muss und die Pfeile dienen als Verbindung zum nächsten Element und kennzeichnen die Abfolge der Elemente. [37]

In Kapitel 3 wurden die Anforderungen an den Prototypen genannt. Anhand von ausgewählten Use Cases, die in Form von Anforderungen aufgezählt wurden, sollen mögliche Lösungswege für diese beschrieben und die daraus resultierenden Folgeanforderungen dargelegt werden.

Für die folgenden Use Cases wird angenommen, dass die autonome Führung der Nutzerin oder des Nutzers konform zum Regelwerk der Bundesrepublik Deutschland ist. Insbesondere für den Use Case „Dynamisches Hindernis“ kommt die Frage nach dem Handeln in einer Dilemma Situation auf. Für die Entscheidung, ob das Gerät in einer Notsituation von geltenden Regeln abweichen darf, um einen größeren Schaden zu vermeiden, wird ein rechtsgültiger Satz von Metaregeln vorausgesetzt, an denen sich das Gerät orientieren kann. Wie diese Regeln lauten, wird jedoch offengelassen.

4.2.1 Use Case: Navigation starten

Im Use Case „Navigation starten“ (siehe Abb. 15) wird die Haupthandlung durch eine Interaktion zwischen Nutzerin oder Nutzer und System beschrieben, die ohne weitere Ereignisse verläuft. Die Nutzerin oder der Nutzer startet die Navigation und wird nach dem Zielort gefragt. Nachdem dieser eingegeben wurde und das System den Ort gefunden hat, wird die Route berechnet und der Nutzerin oder dem Nutzer mitgeteilt. Entsprechen die Routeninformationen den Vorstellungen, werden diese bestätigt und die Routenführung beginnt.

Die Alternativhandlung beginnt damit, dass das eingegebene Ziel nicht vom System erkannt wird. Das System teilt dies der Nutzerin oder dem Nutzer mit und wiederholt die Eingabe der Nutzerin oder des Nutzers, damit dieser eine Chance hat, einen Eingabefehler zu bemerken. Danach fragt das System, ob die Eingabe wiederholt werden soll und es findet eine Rückführung auf die Haupthandlung statt.

Die Ausnahmehandlung besteht in diesem Fall darin, dass das System beim Abgleich des eingegebenen Zielorts ein Verbindungsfehler auftritt und eine Routenberechnung nicht stattfinden kann. Hierbei soll das System die Nutzerin oder den Nutzer und den Wartungsdienst informieren, damit Folgehandlungen eingeleitet werden können.

Wie bereits aufgeführt, werden im Use Case nur drei Handlungen beschrieben, jedoch sind noch weitere Handlungen plausibel. So wäre zum Beispiel bei der Eingabe des Zielortes eine Abfrage über die körperliche Verfassung der Nutzerin oder des Nutzers sinnvoll, damit eine genauere Routenberechnung stattfinden kann und Hindernisse subjektiv bewertet werden können. Die Eingabe von weiteren Informationen über die Nutzerin oder den Nutzer können bei den nachfolgenden Use Cases eine entscheidende Rolle spielen.

Wie in den Anforderungen aufgeführt, sollte eine Möglichkeit bestehen Zwischenziele zu definieren. Dies könnte auch schon beim Navigationsstart berücksichtigt werden. Das System könnte vor der Zielortabfrage nach der Anzahl der Zwischenstopps fragen. Somit wird der Nutzerin oder dem Nutzer sehr früh diese Möglichkeit aufgezeigt. Ebenfalls kann ein Missverständnis, dass jedes Ziel einen neuen Navigationsstart benötigt, vermieden und somit Zeit gespart werden.

Eine weitere Abwandlung des Use Cases ist, dass das System bei einer falschen Eingabe des Zielortes ähnliche Zielorte vorschlägt und nicht eine komplette Neueingabe getätigt werden muss. Dies könnte die Nutzerinnen und Nutzer entlasten, besonders wenn diese beispielsweise unter einer Sprachstörung leiden und die Eingabe des Zielorts mit einem großen Aufwand verbunden ist. Dabei müsste lediglich festgelegt werden, woran sich Zielvorschläge orientieren und welche der in Frage kommenden Ziele wirklich vorgeschlagen werden. Bei einer zu großen Anzahl von Vorschlägen wird ein zu langer Zeitraum in Anspruch genommen und eine Neueingabe wäre wieder sinnvoller. Hierbei

könnte eine Zielfindung innerhalb eines sinnvollen Radius' in Frage kommen. Hiermit würde nicht beispielsweise eine ganze Stadt abgesucht werden, sondern lediglich die nähere Umgebung des

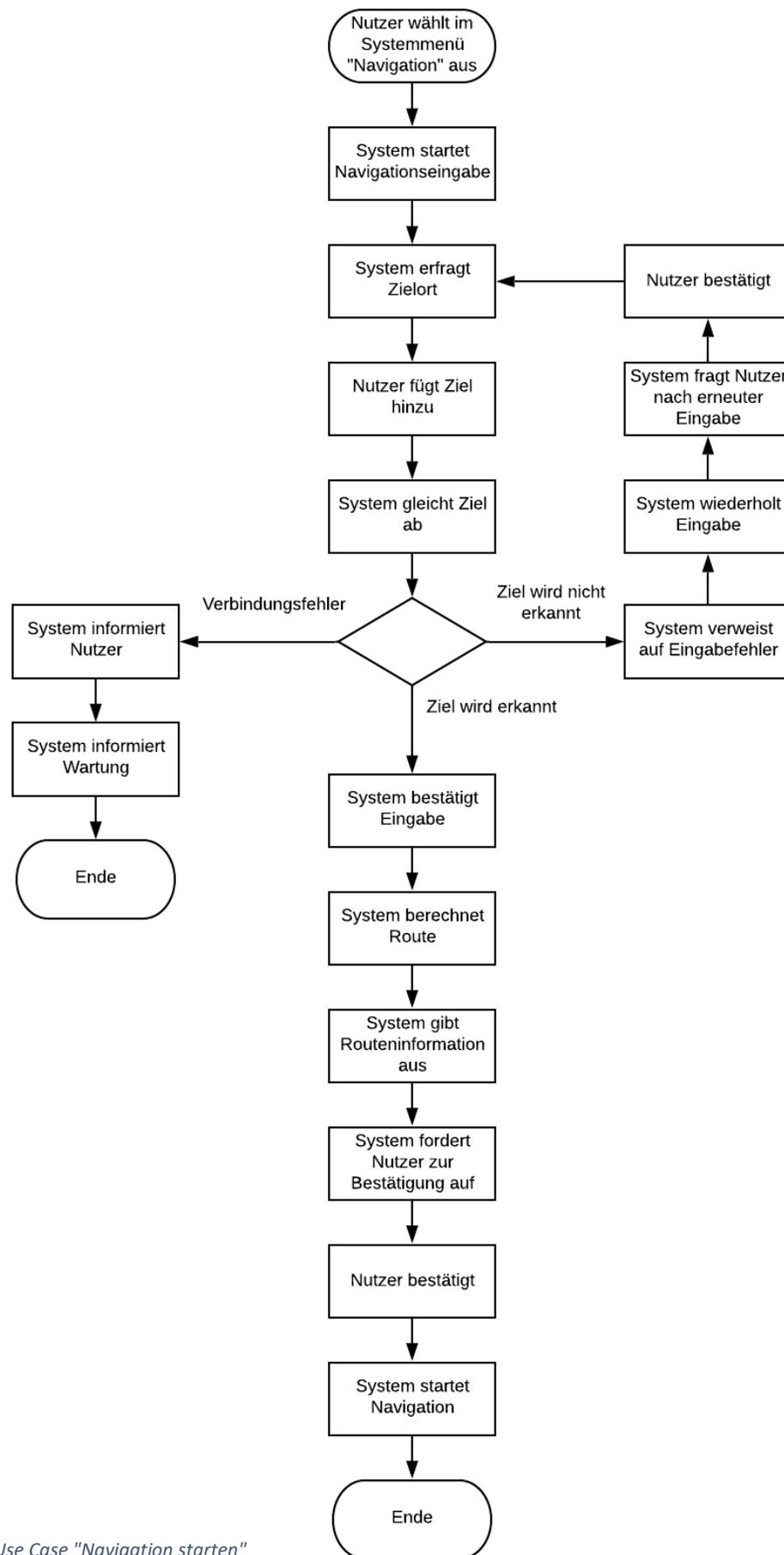


Abbildung 15- Use Case "Navigation starten"

Nutzerstandortes. Zudem sollte eine Unterbrechung der Vorschläge jederzeit möglich sein, falls diese in eine falsche Richtung gehen.

Neben weiteren Handlungen können auch weitere Use Cases abgeleitet werden. Beispiele wären hierfür ein Use Case zur Wartung, in dem die Handlungsabfolge nach dem Informationseingang einer benötigten Wartung beschrieben und wie eine Wartung am System durchgeführt wird. Hierdurch können wichtige Anforderungen an die Konstruktion abgeleitet werden, die zu einer einfacheren Wartungsdurchführung führen.

Ein wichtiger folgender Use Case wäre die Navigation selbst. Diese müsste durch ihre Vielfalt in verschiedene Use Cases aufgeteilt werden. Im Nachfolgenden werden hierzu drei Use Cases definiert.

Zum Schluss jeder Navigation steht das Ende. Auch hier könnte ein weiterer Use Case definiert werden. So müsste das System die Nutzerin oder den Nutzer über das Ende der Route informieren und eventuell weitere Handlungsempfehlungen geben, wie zum Beispiel wo sich der Eingang eines Gebäudes befindet. Außerdem könnte das System fragen, ob und wie lange es auf die Nutzerin oder den Nutzer warten soll. In diesem Fall sollte das System für andere Personen gesperrt werden, sodass dieses nicht entwendet werden kann. Hierfür wäre eine Datenhinterlegung im System notwendig, die eine maximale Wartedauer definieren. Sollte die Wartezeit vergehen ohne dass die Nutzerin oder der Nutzer zurückkehrt oder sofern die Routenführung abgeschlossen ist, kann das Gerät an dem Ort verweilen oder zu seiner Hauptbasis autonom zurückkehren.

4.2.2 Use Case: Statisches Hindernis

Der Use Case „Statisches Hindernis“ (siehe Abb. 16) wurde allgemeingültig gestaltet, damit dieser auf mehrere Hindernisse angewendet werden kann. So kann für den Begriff des Hindernisses beispielsweise eine Stufe, eine Straßensperrung oder ein Hundehaufen eingesetzt werden (siehe Abb. 15). Minimale Abwandlungen des Use Cases ermöglichen eine schnelle Anpassung auf die diversen Hindernisarten. Bei den Hindernissen kann unter anderem zwischen zeitlich begrenzten Hindernissen, wie Straßensperrungen, und zeitlich unbegrenzten Hindernissen, wie Stufen oder Treppen unterschieden werden. Weiterhin sind Hindernisse mit unangenehmen Konsequenzen denkbar, wie Hundehaufen und Pfützen, die nicht zu einem totalen Ausfall der Navigation bei Missachtung führen, jedoch berücksichtigt werden sollten.



Abbildung 16- Blinde Person zwischen statischen Hindernissen, Quellen von links nach rechts [38] [39] [40] [41]

Die Haupthandlung im Use Case „Statisches Hindernis“ (siehe Abb. 17) wird durch das Treffen der Nutzerin oder Nutzer mit System auf ein starres Hindernis eingeleitet, welches die unbeeinträchtigte Weiterfahrt behindert. Das System erkennt das Hindernis, hält die Routenführung an und informiert über die Situation. Anschließend vermisst das System das Hindernis und gleicht die Messdaten mit den im System hinterlegten Metadaten ab. Durch den Abgleich ist das System in der Lage zu entscheiden, ob das Hindernis überwunden werden kann. Ist das Hindernis zu überwinden, informiert das System über die Situation, leitet die Überwindung des Hindernisses ein, sodass die Weiterfahrt fortgeführt werden kann.

Die Alternativhandlung setzt ein, wenn das System nach dem Abgleich der Messdaten mit den Metadaten entschieden hat, dass das Hindernis für die Nutzerin oder den Nutzer nicht überwindbar ist. Darauf folgt eine Routenneuberechnung, in einem vorher definierten Umkreis. Wird eine Ausweichroute gefunden, so wird die Nutzerin oder der Nutzer über die Situation informiert und auf die Haupthandlung zurückgeführt, indem die neue Route nach einer Aufforderung bestätigt werden muss. Die Nutzerin oder der Nutzer kommt so mit Hilfe des Systems am gewünschten Zielort an.

Die Ausnahmehandlung erfolgt, wenn das Hindernis nicht überwunden und keine alternative Route innerhalb des definierten Umkreises gefunden werden kann. Diese Information teilt das System der Nutzerin oder dem Nutzer mit und bricht damit die Routenführung ab. Bei einem Abbruch der Routenführung sollte eine Abfrage starten, ob zum Ausgangspunkt zurückgekehrt werden soll oder die Nutzerin oder der Nutzer den Weg ohne Unterstützung des Geräts zurücklegen möchte.

Neben den beschriebenen Handlungen können noch weitere Handlungen erfolgen. Es kann sinnvoll sein, dass das Hindernis in einem zentralen Server hinterlegt wird. Aus diesem Server könnten weitere Geräte die Informationen beziehen und das Hindernis schon bei der ersten Routenberechnung einbeziehen, sodass es nicht zum Eintritt des Use Case „Statisches Hindernis“ kommt. Hierbei muss entschieden werden, für welchen Zeitraum ein Hindernis im System hinterlegt wird, bis die

Routenführung über diesen Punkt wieder stattfindet und ab wann ein Hindernis als dauerhaftes Hindernis hinterlegt wird. Die Eingabe von vorherigen Personendaten und Informationen ermöglicht es dem System eine genauere Routenführung zu gestalten und in Situationen wie einem Hindernis richtige Entscheidungen zu treffen. Diese wurden bereits unter dem Use Case „Navigation starten“ erwähnt. Sollten solche Daten nicht hinterlegt sein, müssten schon kleine Hindernisse, wie zum Beispiel kleine Stufen, als grundlegend inakzeptabel betrachtet werden, sodass die Alternativhandlung zur Haupthandlung wird. Daher ist es wichtig den Umfang der Datenabfrage in einem angemessenen Rahmen zu halten, um Datenschutzbedenken der Nutzerin oder des Nutzers zu vermeiden. Solche Bedenken könnte möglicherweise zu einer Verweigerung der Nutzung des Systems führen. Dieser Datenschutz bzw. die Datenabfrage muss ebenfalls im Einklang mit den gesetzlichen Datenschutzbestimmungen der Bundesrepublik Deutschland stehen.

Aus diesem Use Case können außerdem weitere Use Cases abgeleitet werden. Hierzu zählen der Use Case „Abbruch“, der beschreiben sollte, welche Handlungsabfolgen stattfinden, nachdem eine Routenführung vollständig abgebrochen wurde. So wäre es zum Beispiel möglich, dass das System die Nutzerin oder den Nutzer wieder zum Startpunkt der Navigation führt oder das System die Navigation am Standort des Abbruchs verbleibt und eine Hilfefunktion in Kraft tritt. Diese könnte eine Kontaktaufnahme zu einem zentralen Kundenservice sein, in der sich um Not- oder Spezialfälle und Wartungen gekümmert wird.

Auch die Vermessung eines Hindernisses kann als eigener Use Case gestaltet werden. Je nach Größe des Hindernisses ist es eventuell nötig, dass die Nutzerin oder der Nutzer aktiv zur Vermessung des Hindernisses beitragen muss, indem dieser mit dem System am Hindernis für eine vollständige Aufnahme entlangfährt.

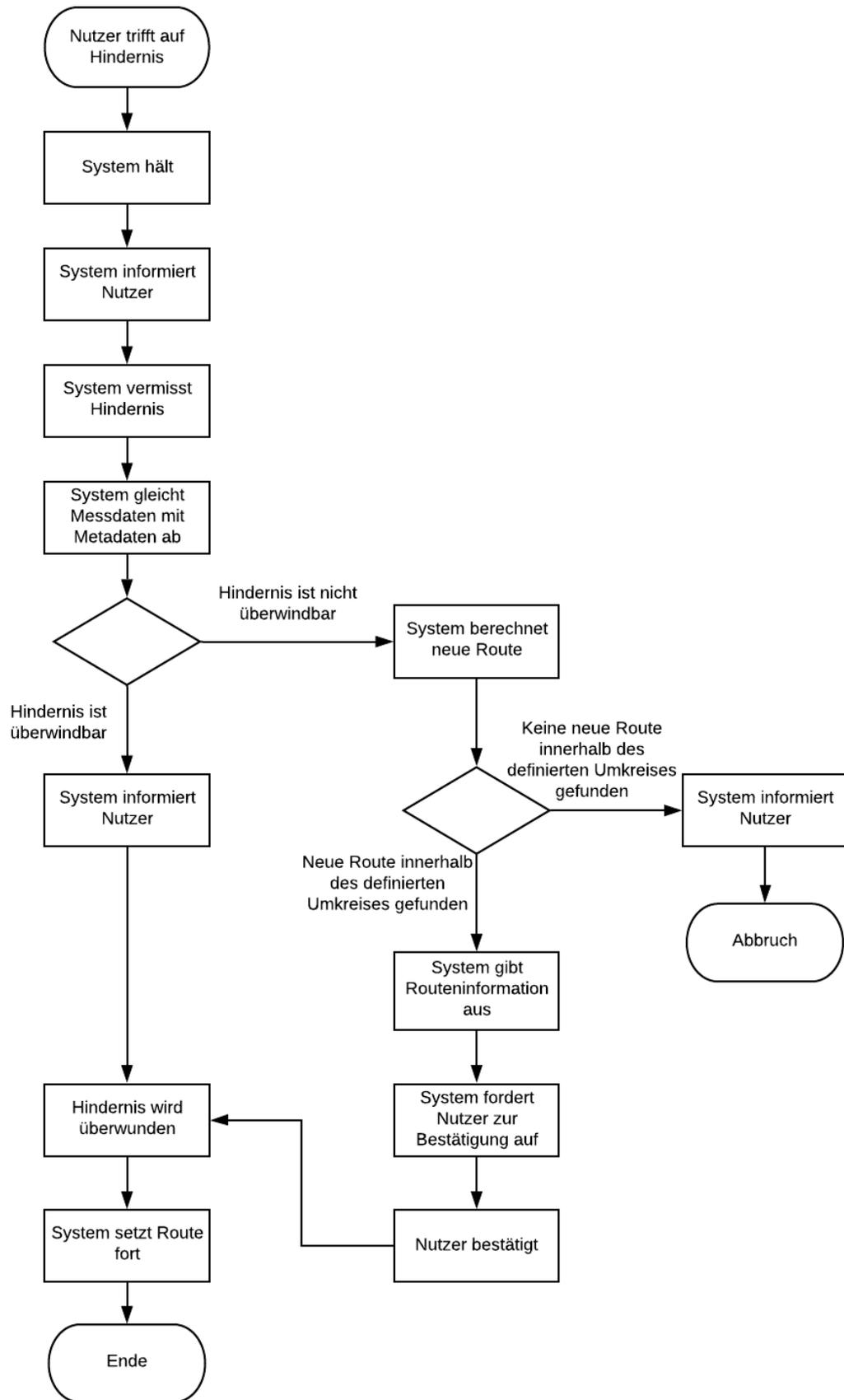


Abbildung 17- Use Case "Statisches Hindernis"

4.2.3 Use Case: Dynamisches Hindernis

Der Use Cases „Dynamisches Hindernis“ (siehe Abb. 19) wurde allgemeingültig geschrieben, damit er durch kleine Änderungen auf mehrere Hindernisse angewendet werden kann (vgl. Kapitel 4.2.2 Use Cases: statisches Hindernis). Beispiele für dynamische Hindernisse sind Fahrrad- und Rollerfahrerinnen und -fahrer, Fußgängerinnen und Fußgänger sowie spielende Kinder (siehe Abb. 18). Voraussetzung für diesen Use Case ist, dass das System genügend Zeit hat, das Hindernis zu analysieren. Wenn diese dynamischen Hindernisse sich zu schnell oder aus einem toten Winkel dem Gerät nähern, kann eine Reaktionshandlung nicht eintreten. Hierfür muss zusätzlich der Sicherheitsbereich des Systems ausreichend definiert sein.



Abbildung 18- Blinde Person zwischen dynamischen Hindernissen, Quelle von links nach rechts [42] [43] [44] [38] [45] [46]

Tritt in den Sicherheitsbereich des Geräts ein Hindernis ein und bewegt sich weiter fort, muss das System dieses erkennen und schnellstmöglich die Situation analysieren. Kommt das System zu dem Schluss, dass das Hindernis die Fahrbahn zwar kreuzt, aber durch ein Ausweichmanöver bei der Weiterfahrt eine Kollision verhindert werden kann, tritt die Haupthandlung ein. Das System weicht dem Hindernis aus und informiert den Nutzer über die Situation. Danach wird automatisch die Route fortgesetzt.

Die Alternativhandlung setzt ein, wenn das System erkennt, dass ein Ausweichmanöver nicht möglich ist und nur ein Halt der Routenführung eine Kollision verhindert. In diesem Fall leitet das System den Halt ein und informiert über das Hindernis. Durch iterative Messungen überprüft das System, ob sich das Hindernis aus der Fahrbahn entfernt. Wenn dies nicht der Fall ist, wird die Messung wiederholt.

Wenn die Fahrbahn frei ist, informiert das System die Nutzerin oder den Nutzer und fordert diesen zur Bestätigung der Weiterfahrt auf. Im Falle einer Bestätigung wird die Routenführung fortgesetzt.

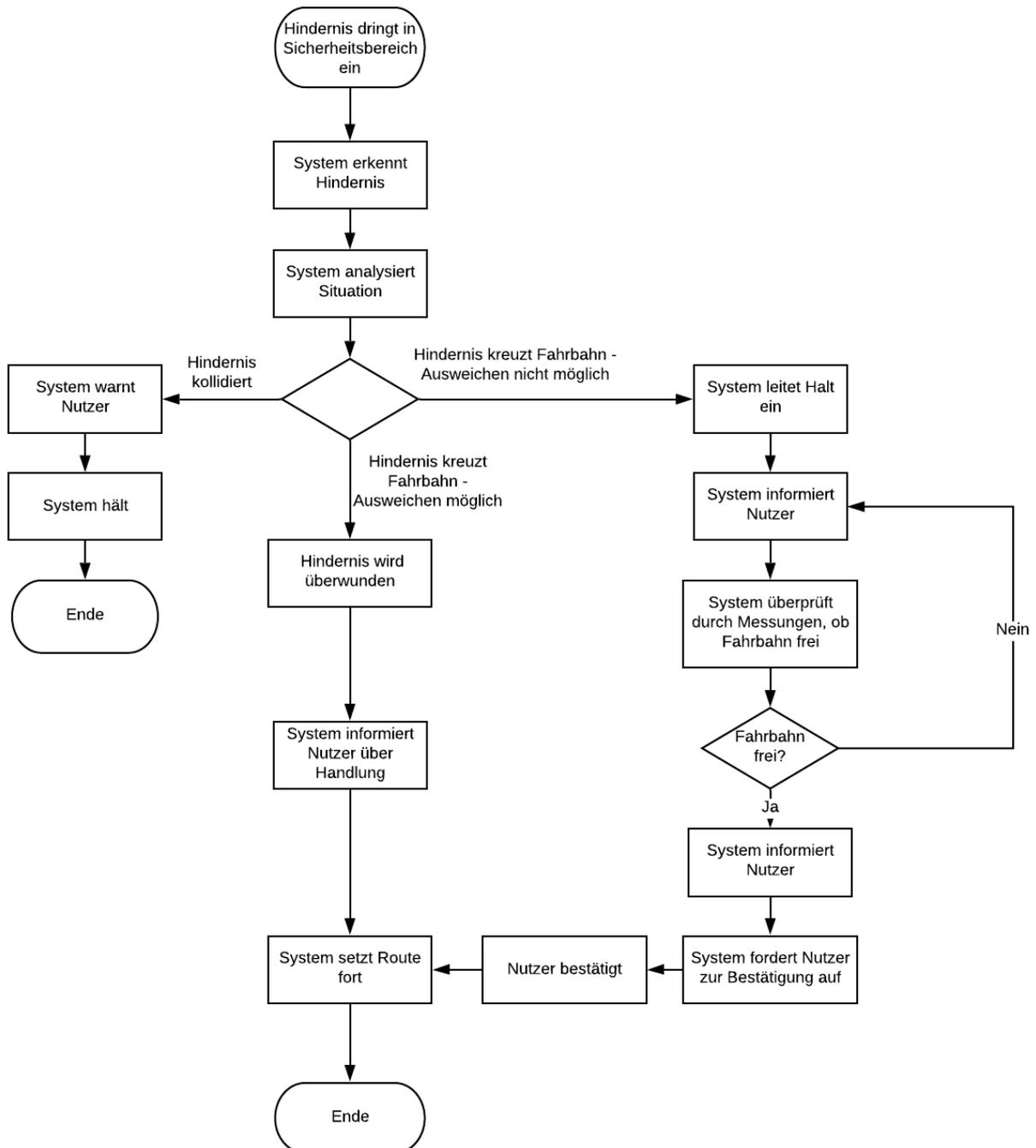


Abbildung 19- Use Case "dynamisches Hindernis"

Die Ausnahmehandlung entsteht, wenn das System erkennt, dass eine Kollision nicht verhindert werden kann. Dies wäre beispielsweise möglich, wenn das Hindernis mit einer höheren Geschwindigkeit direkt auf den Nutzer zusteuert. Tritt dieser Fall auf, warnt das System die Nutzerin oder den Nutzer und das Umfeld durch Signale und hält. Sinnvoll wäre sicherlich auch ein Blockieren der Räder, damit ein größtmöglicher Schutz der Nutzerin oder des Nutzers entsteht, falls das Hindernis frontal aufstößt.

Wie bei autonomen Autos tritt hier ebenfalls eine Dilemma-Situation auf. Sollte das Gerät in der Lage sein Regeln zu missachten, um einen größeren Schaden zu vermeiden? Und wonach wird entschieden, was der größere Schaden ist? Auch wenn dieses Gerät weder die Größe noch die Geschwindigkeit eines Autos besitzt, sodass nur kleinere Unfälle zu erwarten wären, müssen diese Szenarien trotzdem mit einberechnet werden.

Weitere Handlungen sind denkbar. So könnten die Messungen des Systems, ob das Hindernis die Fahrbahn verlassen hat, limitiert werden. Dadurch wird die maximale Wartezeit der Nutzerin oder des Nutzers festgelegt. Sollte nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Messungsvorgängen die Route immer noch nicht freigegeben werden, kann eine Berechnung einer Alternativroute ähnlich der statischen Hindernisse erfolgen.

Eine weitere Möglichkeit wäre, dass zwar ein Hindernis in den Sicherheitsbereich eindringt, aber keine weitere Handlung nötig ist, da das Hindernis von selbst ohne Kollision diesen wieder verlässt.

4.3 Bedienung

Wie in der Anforderungsliste erwähnt, sollte sich die Gestaltung der Bedienung nach dem DIN Fachbericht 124 richten. Dies bedeutet unter anderem, dass die Nutzbarkeit für alle Personen gleichartig oder zu mindestens vergleichbar umgesetzt werden (siehe Anforderungsliste, Lfd. 3.1.1) und dass das Zwei-Kanal-Prinzip angewendet werden sollte (siehe Anforderungsliste, Lfd. 3.3.1). Das Prinzip besagt, dass mindesten zwei Sinne beansprucht werden sollten. Bei blinden Personen sollte demnach der Hör- und Tastsinn angesprochen werden. Da bei manchen Personen mit einer Seheinschränkung noch ein geringes Sichtfeld vorhanden ist, sollte die visuelle Gestaltung nicht vernachlässigt werden. Dies ist besonders bei hohem Umgebungslärm, Dialekten oder Sprachstörungen relevant, da hier der Hörsinn oder die Spracherkennung des Gerätes gestört werden könnten. Eine weitere Anforderung im DIN Fachbericht ist, dass Funktionen den Erwartungen und Intuitionen der Nutzerin oder des Nutzers entsprechen (siehe Anforderungsliste, Lfd. 3.2.2). Daher wird empfohlen ein Smartphone oder ein Tablet zu nutzen, da laut Betreuerinnen und Betreuern (siehe Anhang A) diese bereits von der Zielgruppe genutzt werden. Spezieller sollte sich an der Bedienung des iPhone orientiert werden, da dieses durch seine gut entwickelten Zusatzfunktionen am verbreitetsten unter blinden und sehbehinderten Personen ist. Genauer in den folgenden Kapiteln.

4.3.1 Layoutgestaltung

In Abbildung 20 ist ein möglicher Aufbau der Applikation dargestellt, mit der die Navigation des Prototyps gesteuert werden kann. Bei der Gestaltung wurden die Leitlinien des DIN Fachberichts 124 berücksichtigt. Für einen guten Kontrast zwischen Hintergrund und Informationen (siehe

Anforderungsliste, Lfd. 3.3.2) wurde ein schwarzer Hintergrund und eine weiße Schrift gewählt. Dies wird grade bei selbstleuchtenden Elementen, wie Smartphone Displays empfohlen. Zudem wurden überwiegend kurze, prägnante Worte für die Beschreibung der Funktionen benutzt, die für eine schnellere Erkennung sorgen sollen. Auch die Farbgestaltung der Icons sind kontrastreich und sollen die Aufgaben der Funktionen unterstreichen (siehe Anforderungsliste, Lfd. 3.8.3). Dies wird zusätzlich durch die Icon-Wahl unterstützt. Für die Funktion Navigationsstart wurde ein grüner Startbutton gewählt und orientiert sich an der Farbe Grün als Startsignal bei Ampeln. Die Home-Funktion besitzt einen Pin-Icon, wie es in Navigations-Applikationen für den Standort benutzt wird. Bei dieser Funktion soll der aktuelle Standort und Informationen zu interessanten Standpunkten in der näheren Umgebung, mit Entfernungs- und Richtungsangabe per Uhrzeit, aufgerufen werden (siehe Anforderungsliste, Lfd. 2.1.5) (linke Bilder in Abbildung 20). Für das Icon wurde die Farbe Blau gewählt, das zwar keinen hohen Kontrast zu Schwarz bietet, jedoch durch eine hohe Beleuchtung des Displays ausgeglichen werden kann. Für die Home-Funktion wurde die Farbe Braun/Orange gewählt und das Icon eines Hauses. Die Home-Funktion soll eine Schnell Taste für die Routenführung nach Hause bzw. zu einem vorher definierten Ort vom aktuellen Standort sein (siehe Anforderungsliste, Lfd. 2.1.4). Für die Stopp-Funktion, mit der die Anwendung geschlossen wird (linke Bilder in der Abb. 20) oder im Fall der Navigation diese unterbrochen werden kann (mittlere Bilder der Abb. 19), wurde die Form eines Stoppschildes und die Farbe Rot gewählt. Zudem soll hiermit verdeutlicht werden, dass ähnliche Funktionen mit gleichen Symbolen dargestellt werden sollten, um eine unnötige Komplexität zu vermeiden (vgl. Anforderungsliste Lfd. 3.2.1). Für eine geringe Komplexität sollte auch die Funktionsauswahl auf einem Layout geringgehalten werden. Für eine verbesserte Erkennbarkeit sollte in jedem Layout die Zoom-Funktion möglich sein, damit bei Bedarf Objekte vergrößert werden können.

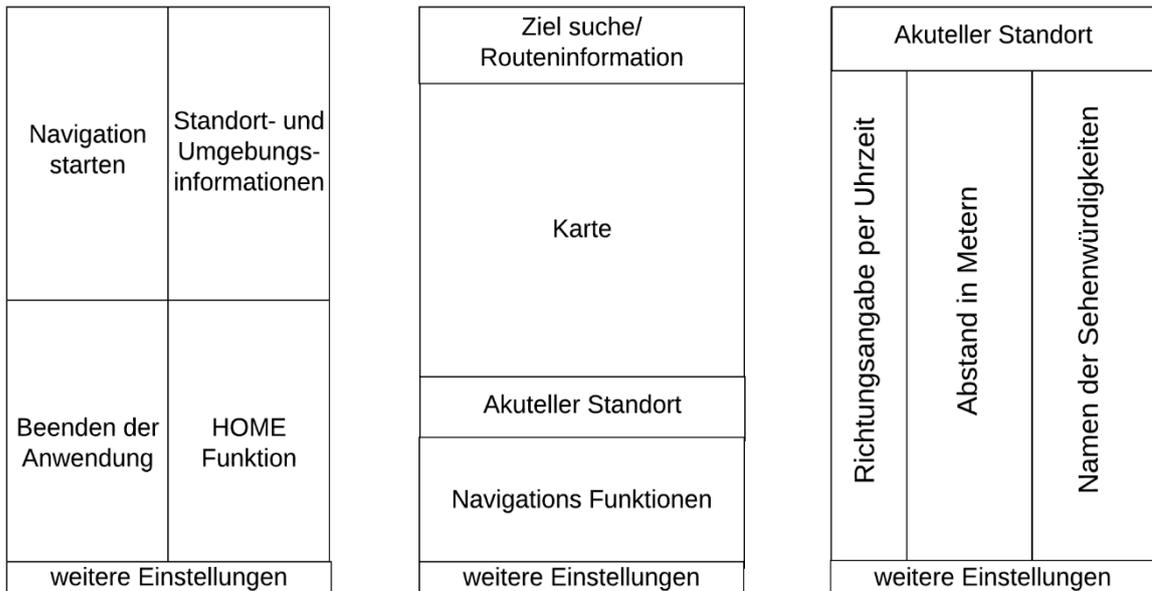


Abbildung 20- Möglicher Aufbau der Applikation (links: Hauptmenü; Mitte: Menü Navigation; rechts: Menü Standort)

4.3.2 Steuerung der Applikation

Die Steuerung der Applikation sollte über mehrere Kanäle ermöglicht werden. Zu erwähnen wären hier die Sprachsteuerung, die Gestensteuerung, sowie die klassische Bedienung per Touchscreen. Bei der Sprachsteuerung sollte darauf geachtet werden, dass das Gerät nicht durchgängig zuhört, sondern durch einen definierten Sprachbefehl, wie „Hallo Navi“ aktiviert wird. Damit wird ausgeschlossen, dass es zu unbeabsichtigten Kommandos kommt und erhöht den Datenschutz des Nutzers. Es sollte

jederzeit möglich sein Sprachausgaben zu unterbrechen, falls irrelevante Informationen ausgegeben oder falsche Funktionen ausgeführt werden. Da die Sprache eine hohe Komplexität und damit eine hohe Anzahl an Sprachkommandos bieten können, die es erschweren die richtigen Kommandos für die gesuchte Funktionen zu finden, sollte ein Tutorial für die wichtigsten Kommandos vorgesehen werden. Zur Bestätigung von Eingaben sollte immer eine Bestätigung in Form von Signalen, Wiederholungen der Eingabe und Vibrationen stattfinden. Neben einer besseren Steuerung kann durch eine Sprachsteuerung auch eine Verbesserung der Orientierung in der Applikation erreicht werden. Dazu wird ein Voice-Over eingesetzt. Ein Voice-Over beschreibt Inhalte, einschließlich Bilder, auf dem Bildschirm. Je nach Einstellung können einzelne Icons oder das ganze Layout beschrieben werden. Bei der Beschreibung einer ganzen Seite sollte die Auswahl ermöglicht werden, ob das Layout von oben nach unten oder von unten nach oben beschrieben wird. Im Folgenden ein Beispiel, wie das Hauptmenü aus Abbildung 20 (linke Bilder) von oben nach unten beschrieben werden könnte.[47]

„Links Navigationsstar, rechts Anwendungsstopp, mittig-links Lokalisierung des Standortes und der Umgebung, mittig-rechts Routenführung zur Home-Station, am unteren Rand befinden sich die Einstellung“

Für eine einfache Sprachführung in der Applikation, sollten einige Funktionen als logische Abfolge stattfinden, anstatt dass die Nutzerin oder der Nutzer diese extra aktivieren muss. So sollte beispielsweise bei der Wahl des Menüpunkts „Navigation“ als logische Abfolge sofort die Abfrage des Standortes erfolgen (vgl. Kapitel 4.2.1 Use Case: Navigation starten).

In manchen Situationen ist eine Sprachsteuerung nicht möglich, das kann an starken Umgebungsgeräuschen liegen oder an starken Akzenten oder Sprachstörungen der Nutzerin oder des Nutzers, die von System nicht erkannt werden können. Für solche Fälle sollte eine weitere Steuerung vorgesehen werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die Gestensteuerung. In Anbetracht der Gestensteuerung des iPhones [48] wird diese mit bis zu vier Fingern ausgeführt. In Tabelle 3 sind die wichtigsten Aktionen mit den dazugehörigen Gesten zusammengefasst.

Tabelle 3- Gestensteuerung, in Anlehnung an [48]

Gestensteuerung	
Ein-Finger-Geste	
Aktion	Geste
Ausgewähltes Objekt aktivieren	Mit einem Finger doppeltippen
Element auswählen	Mit einem Finger auf Objekt tippen oder den Finger drauf legen
Element wechseln	Mit einem Finger nach rechts oder links wischen
Zwei-Finger-Geste	
Gesamten Bildschirm von vorlesen	Mit zwei Fingern nach oben wischen
Gesamten Bildschirm von unten vorlesen	Mit zwei Fingern nach unten wischen
Aktion unterbrechen oder fortsetzen	Mit zwei Fingern tippen
Zurück	Mit zwei Fingern ein Z ausführen
Drei-Finger-Geste	
Voice-Over Stummschalten	Mit drei Fingern doppeltippen
Bildschirm aktivieren/deaktivieren	Mit drei Fingern dreimal tippen
Scrollen	Mit drei Fingern in die entgegengesetzte Richtung, in die gescrollt werden soll, wischen
Vier-Finger-Geste	
Erstes Objekt auf dem Bildschirm auswählen	Mit vier Fingern am oberen Bildschirmrand tippen
Letztes Objekt auf dem Bildschirm auswählen	Mit vier Fingern am unteren Bildschirmrand tippen

Weitere Möglichkeiten zur Ein- und Ausgabe von Informationen kann durch zusätzliche Hardware erreicht werden, die sich über Bluetooth mit dem Smartphone verbindet. Zur reinen Ausgabe von Informationen wäre eine Braillezeile möglich. Diese wandelt Zeichen in Blindenschrift um und gibt diese mit Stößeln zeilenweise aus. Für die Eingabe und Steuerung könnte zusätzlich eine normale Tastatur eingesetzt werden. Durch die Zehn-Finger-Technik ist es auch blinden und sehbehinderten Personen möglich eine Tastatur problemlos zu nutzen.

5 Bewertung

In diesem Kapitel werden die ausgewählten Lösungsansätzen bewertet. Der Langstock, die Konstruktion zum Umhängen, der Rollator und der Adaptivrollstuhl werden auf ihre Konkurrenztauglichkeit und Nutzergruppengröße geprüft. Im Anschluss wird auch der Vertriebsweg als Share-System bewertet.

5.1 Konkurrenzanalyse

Bei der Suche nach einem autonomen Rollstuhl erscheinen mehrere Projekte, die sich mit diesem Thema befassen und auch schon Prototypen hervorgebracht haben.

Eine Projektgruppe aus Indien entwickelte den **Rollstuhl** „Self-E“, dessen Funktionsumfang in einem 2018 erschienene Artikel beschrieben wird. Für die Navigation wird ein LiDAR-Sensor und ein so genanntes roboterbasiertes Operationssystem eingesetzt. Mit Hilfe des Sensors wird eine Umgebungskarte mit den darin enthaltenen statischen und dynamischen Objekten erstellt und per Applikation auf einem Smartphone ausgegeben. Zum Start der autonomen Fahrt wird ein Punkt auf der Karte berührt und der Rollstuhl fährt ohne Kollisionen zu diesem Punkt. Neben den Funktionen ist der Produktionspreis des Prototyps von 1.500\$ bemerkenswert und macht den Rollstuhl für eine große Nutzergruppe erschwinglich. Dem Artikel zufolge wurde lediglich der Einsatz in geschlossenen Räumen wie Flughäfen, Krankenhäusern oder Wohnhäusern erprobt. [49]

Ein weiteres 2012 durchgeführtes Projekt, das sich mit einem autonomen Rollstuhl beschäftigt, stammt von der Freien Universität Berlin. Der Name des Rollstuhls ist „Allein“ und besitzt zur dreidimensionalen Erfassung der Umgebung den von Microsoft entwickelte Sensor Kinect. Für die Hindernis- und Bodenerkennung wurde eine intelligente Stereokamera entwickelt, die eine hochqualitative 3D-Punktwolke mittels des stereoskopischen Effekts berechnet. Die Ansteuerung des Rollstuhls findet über Sprachbefehle, Gesichts- und Augenbewegungen oder dem Brain-Computer-Interface statt. [50] In einem 2014 erschienenen Informationsdokument wurde auch ein Einsatz im Außenbereich geplant. Ob dieses Ziel erreicht wurde, war jedoch im Rahmen der Recherche nicht zweifelsfrei festzustellen. Auch Informationen über die möglichen Herstellungskosten konnte nicht gefunden werden.

Die Konkurrenz im Bereich eines autonomen Rollstuhls ist nicht zu unterschätzen, obwohl im Rahmen dieser Arbeit nur zwei Projekte vorgestellt werden, die in eine ähnliche Richtung des Lösungsansatzes dieser Arbeit gehen. Trotz der Vielzahl an Projekten zu autonomen Rollstühlen wurden nach aktuellem Kenntnisstand bisher in keinem Projekt die autonome Navigation im Außenbereich umgesetzt. Dies könnte das Alleinstellungsmerkmal der in dieser Arbeit entwickelten Lösung sein. Auf der anderen

Seite wirft der derzeitige Entwicklungsstand die Frage auf, wieso bisherige Projekte sich lediglich auf einen Einsatz im Innenbereich beschränken.

Im Bereich der **Rollatoren** ist ein entwickelter Rollator mit dem Namen „smart Walker“ zu nennen, der in dem Projekt „Roboscoop“ entwickelt und 2016 in Zürich vorgestellt wurde. Die Projektgruppe sucht momentan einen Industriepartner, der das Gerät zur Marktreife weiterentwickelt. Der „smart Walker“ soll Personen unterstützen, die fortschreitende Mobilitätsprobleme haben. Zudem ist der Rollator mit einem Korb für Einkäufe und Bremsen für die Geschwindigkeitsminderung bei Gefällen ausgestattet. Weiterhin besitzt dieser einen Antrieb für eine Fortbewegung ohne zusätzlichen Kraftaufwand, wobei sich hierbei die Geschwindigkeit automatisch der Nutzerin oder dem Nutzer anpasst. Ebenfalls besitzt der Rollator Sensoren, die den Untergrund nach Hindernissen abtasten und den Abstand zwischen den Beinen und der Konstruktion messen. Gesteuert wird der Rollator über ein Tablet, mittels dem zwischen zwei Modi entschieden werden kann. Im Assistenzmodus unterstützt der Rollator die Nutzerin oder den Nutzer. Im autonomen Modus agiert der Rollator autonom und reagiert auf Gesten der Nutzerin oder des Nutzers. So ist es dem Rollator beispielsweise möglich autonom zu der Nutzerin oder dem Nutzer zu fahren. [51]

Ein weiterer smarter Rollator ist der Roboter-Rollator RoRo, der zur Unterstützung in Krankenhäusern angedacht ist und die Pflegekräfte entlasten soll. Das Konzept basiert darauf, dass der Rollator das Gangverhalten von Patientinnen und Patienten nach Hüft- oder Knieoperationen analysiert oder die Patientinnen und Patienten bei Krankenhaus-internen Terminen navigiert. [52]

Beide Produkte bieten eine Navigationsunterstützung an, fahren jedoch nicht autonom mit der Nutzerin oder dem Nutzer zu einem gewünschten Ziel. Während der RoRo nur eine Ganganalyse durchführt, kann der „smart Walker“ auch Hindernisse erkennen und wird durch einen Motor angetrieben. Eine Integration einer autonomen Navigation im Innen- und Außenbereich könnte das zu entwickelnde Produkt von den bisherigen Produkten unterscheiden und ein Anreiz zum Kauf bieten.

Ein Konkurrenzprodukt zum **Langstock** ist der Laser-Langstock. Im Griff des Langstocks befindet sich ein Laser-Sender und Empfänger, die Energieversorgung sowie ein Vibrationsgeber. Der ausgestrahlte Laserstrahl erkennt Hindernisse, die sich oberhalb des Stockes im Kopf- und Brustbereiches der Nutzerin oder des Nutzers befindet. Die Reichweite wird so eingestellt, dass sie der Stockreichweite entspricht. Trifft der Laserstrahl auf ein Hindernis gibt der Vibrationsgeber eine Vibration aus bis das Hindernis aus dem Laserbereich austritt. Der Laserstrahl wird vertikal um ca. 30 Grad aufgeweitet und horizontal in einem 90 Grad Winkel zum Stock nach vorne ausgerichtet. Der Griff ist mit den meisten Langstöcken kombinierbar und birgt einen Kostenaufwand von 1.800€ (stand 2010) [53][54]

Die Recherche ergaben keine weiteren Konkurrenzprodukte im Bereich des Langstocks. Das Konkurrenzprodukt bietet weder eine Navigation noch eine angetriebene Fortbewegung. Eine

Integration der Navigation durch den Langstock und ein Antrieb, der den Nutzer autonom zum Ziel führt, wären Alleinstellungsmerkmale, die das zu entwickelnde Produkt von der Konkurrenz abheben würden. Doch die Notwendigkeit einer Integration der Navigation wird nicht als notwendig bewertet. Bisherige Nutzerinnen und Nutzer eines Langstocks verwenden vorwiegend eine übliche Navigationsapplikation für die Navigation auf unbekanntem Wegen. Auch ein Antrieb des Langstocks wäre eher hinderlich, da der Antrieb das Gewicht des Langstocks erhöht und der Schwerpunkt in den unteren Bereich verlagert. Dies könnte zu Haltungsschäden im Handgelenk führen und sich negativ auf den Transport des Langstocks auswirken.

Das Projekt TERRAIN [15] beschäftigte sich mit der Entwicklung eines tragbaren Assistenzsystems zur Unterstützung der Mobilität blinder und sehbehinderter Personen im innerstädtischen Umfeld und entspricht damit teilweise dem Forschungsziel dieser Arbeit. Das tragbare Assistenzsystem ist stark vergleichbar mit der **Konstruktion zum Umhängen**, die als Lösungsansatz in dieser Arbeit ausgewählt wurde und ist vollkommen von einem Antrieb befreit. Das folgende Produkt, das die Ergebnisse aus TERRAIN anwendet ist die Navigationsapplikation „Routago“. [14]

Die Überschneidungen zwischen dem Lösungsansatz dieser Arbeit und Routago sind ausgesprochen hoch und verringern die Erfolgswahrscheinlichkeit des Lösungsansatzes stark. Denkbar wäre eine Abwandlung des Konzeptes zu einem Modul, das verschiedene Hilfsmittel wie dem Rollstuhl oder Rollator angebracht werden kann und somit eine Funktionserweiterung bietet.

5.2 Größe der Nutzergruppen

Die Lösungsansätze des Rollstuhls und die Konstruktion zum Umhängen, die als Modul beliebig auf andere Hilfsmittel übertragbar ist, könnten nach erfolgter Konkurrenzanalyse die größte Nutzergruppe generieren.

Der Rollstuhl kann von allen definierten Nutzergruppen genutzt werden, da auch eine Person mit einer uneingeschränkten Mobilität oder mit einer erhöhten Mobilität einen Rollstuhl nutzen kann. Fraglich ist jedoch, ob eine sehbehinderte, aber mobile Person sich durch einen Rollstuhl in ihrer Mobilität einschränken lassen möchte. Der Rollstuhl bietet zwar die Möglichkeit sich auf unbekanntem Wegen zu orientieren jedoch sind Wege die Treppen oder Stufen besitzen durch das Hilfsmittel ausgeschlossen. Auch Spaziergänge auf unbefestigten Wegen sind nur eingeschränkt möglich.

Die Konstruktion zum Umhängen, die als Modul auf andere Hilfsmittel übertragbar ist, bietet einen hohen Anpassungsgrad auf die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer und schränkt diese nicht zusätzlich in ihrer Mobilität ein. Ist die Nutzerin oder der Nutzer zum Beispiel auf einen Rollator

angewiesen, könnte die Konstruktion an den Rollator angebracht werden. Ebenfalls ist eine umzuhängende Konstruktion für Personen mit uneingeschränkter Mobilität realistisch.

Ein Rollator kann hingegen nur von Personen mit uneingeschränkter Mobilität oder erhöhter Einschränkung der Mobilität genutzt werden, sodass die Nutzergruppe mit einer stark eingeschränkten Mobilität entfällt.

Der Langstock deckt die Bedürfnisse der kleinsten Nutzergruppe ab, da lediglich mobile Personen — also mit keiner weiteren Einschränkung außer ihrer Seheinschränkung — diesen nutzen können. Zudem bietet der Langstock keinen zusätzlichen Nutzen, wie etwa eine Transportmöglichkeit für Einkäufe beim Rollator oder die beidseitige Handfreiheit bei einem Rollstuhl an.

5.3 Vertriebsform

Die bisherige Überlegung zum Vertrieb ist ein Share-System, über das das benötigte Hilfsmittel von einer blinden oder sehbehinderten Person ausgeliehen werden kann. Ähnlich wie beim Stadtrad-Hamburg wären Stationen an wichtigen Knotenpunkten wie U- und S-Bahnstationen denkbar. Gerade bezüglich blinder und sehbehinderter Personen wären ÖPNV-Stationen in der Nähe von Blindenstiften und Einrichtungen, die ein hohes Aufkommen von Personen mit Seheinschränkungen erwirken, naheliegend.

Sollte der Rollstuhl, der Rollator oder der Langstock als Hilfsmittel im Projekt weiterverfolgt werden, würde sich beim Share-System die Frage stellen, ob es sinnvoll ist ein solches Hilfsmittel zum Verleih anzubieten. Nutzerinnen und Nutzer, die auf ein Hilfsmittel — wie zum Beispiel Rollstühle — angewiesen sind, besitzen diesen mit hoher Wahrscheinlichkeit schon und werden diesen auch nutzen, um zum Share-Standort zu gelangen. Am Share-Standort könnte natürlich auf den autonomen Rollstuhl gewechselt werden, jedoch müsste in diesem Fall die Möglichkeit gegeben sein das eigene Hilfsmittel zu sichern. Das gleiche gilt für den Rollator und den Langstock. In diesem Zusammenhang rückt die Konstruktion zum Umhängen in den Fokus, da diese modular an andere Hilfsmittel montiert werden kann. Die Konstruktion kann an das eigene Hilfsmittel angebracht werden und zusätzlich erfordert die Produktion keine Entscheidung für ein festgelegtes Hilfsmittel. Zu bedenken ist jedoch, wie bei einer Montierung der Konstruktion auch ein Antrieb umgesetzt werden kann, der sich zusätzlich leicht wieder demontieren lässt. Des Weiteren müssten bei jeder Montierung die Sensoren und Kameras kalibriert werden, was einen großen Zeitaufwand bedeutet und nicht zu vernachlässigen ist, da die Anbringung des Moduls allein durch die blinde oder sehbehinderte Person erfolgen muss.

5.4 Produktionskosten

Bei der Betrachtung der Kosten zur Herstellung eines Prototyps bei den einzelnen Hilfsmitteln, können die Kosten für die Sensorik und Kameras vernachlässigt werden, da diese bei jeder Konstruktion eingebaut werden müssen. Daher konzentriert sich der entscheidende Kostenpunkt auf die Grundkonstruktion des Prototyps. Hierbei schneidet der Rollstuhl durch einen hohen Anschaffungspreis am schlechtesten ab, danach kommt der Rollator und am günstigen ist die Konstruktion zum Umhängen, da sie keine Grundkonstruktion voraussetzt.

Der Langstock kann für eine faire Betrachtung nicht berücksichtigt werden. Durch die Montierung eines Antriebes, den Sensoren und der Kameras wäre das Gewicht nicht mehr handhabbar. Daher muss bei der Konstruktion auf den Antrieb verzichtet werden, sodass der Langstock folglich weniger Funktionen als die anderen Hilfsmittel besitzt und zudem billiger wird.

5.5 Zusammenfassung der Bewertung

Fasst man die Argumente der vorangegangenen Kapitel zusammen, erscheint die Konstruktion zum Umhängen mit der Abwandlung, dass man diese auch auf andere Hilfsmittel montieren kann, als sinnvollster zu verfolgendem Prototyp (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4- Zusammenfassung der Bewertung

		Zusammenfassung der Bewertung			
		Konstruktionen			
		Rollstuhl	Rollator	Konstruktion zum Umhängen mit Modul zur Anbringung an verschiedene Hilfsmittel	Langstock
Bewertungskriterien	Konkurrenzfähigkeit	0	+	+	-
	größe der potenziellen Nutzergruppe	+	0	+	-
	Vertrieb durch Share-System	-	-	+	-
	Kosten	-	-	+	0

6 Ergebnis

In diesem Kapitel werden die erarbeiteten Erkenntnisse mit dem Forschungsziel abgeglichen und ein Ausblick auf Folgeprojekte gegeben, die das Projekt sinnvoll weiterführen.

6.1 Zusammenfassung

Forschungsziel dieser Arbeit war die Erstellung einer Anforderungsanalyse für einen Prototyp zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld. Durch Recherchen und Interviews mit Betroffenen sowie Betreuerinnen und Betreuern sollten spezifische Anforderungen an das Gerät aufgenommen werden. Das Ergebnis der Arbeit sollte ein Katalog mit Anforderungen an die Mechanik, die Navigation und die Bedienung sein.

In Kapitel 3 wurde eine Anforderungsliste unter den Gesichtspunkten der Mechanik, der Navigation und Bedienung erstellt. Zur Erstellung der Anforderung an die Mechanik wurden fahrerlose Transportsysteme und die entsprechenden Transportfahrzeuge, die bereits in der Industrie zur autonomen Förderung von Lasten eingesetzt werden, als Referenz genommen. Für eine fundierte Anforderungsaufnahme wurden hierbei die VDI 2510 und die Norm EN 1525 herangezogen. Für die Maßvorgaben wurde sich an der DIN-Norm 18040-1: Barrierefreies Bauen – Öffentlich zugängliche Gebäude – orientiert. In dieser DIN-Norm werden Abmaße für Flächen, Durchgänge und Absätze definiert, die bei einer barrierefreien Bauweise zu berücksichtigen sind und somit bei der Konstruktion eines Prototypens berücksichtigt werden sollten. Durch die Interviews mit den Betreuerinnen und Betreuern von blinden und sehbehinderten Personen (Anhang A) und den Rechercheergebnissen aus Kapitel 2 wurden Gehhilfen und Rollstühle als sinnvolle Hilfsmittel für blinde und sehbehinderte Personen identifiziert. In Kapitel 4 wurden Nutzergruppen definiert und ihnen geeignete Hilfsmittel zugeordnet, damit eine bestmögliche Versorgung sichergestellt wird.

Die Anforderungen für die Navigation wurden durch Interviews mit Betreuerinnen und Betreuern sowie Betroffenen von Sehbehinderungen aufgenommen (siehe Anhang A). Zusätzlich wurde die Anforderungsanalyse des Projektes InMoBS verwendet [17], in dessen Rahmen Tiefeninterviews mit Betroffenen durchgeführt und Anforderungen aufgenommen wurden. In Kapitel 4 wurden Anforderungen aus der Anforderungsliste entnommen, drei Anforderungen formuliert und in einem Ablaufdiagramm dargestellt:

- Navigationsstart
- Erkennung von statischen Hindernissen
- Erkennung von dynamischen Hindernissen

Hierbei konnten weitere Anforderungen und Folgeanforderungen für die Navigation bestimmt werden.

Die Anforderungen an die Bedienung wurden durch den DIN Fachbericht 124 definiert. Durch die Interviews mit den Betroffenen und Betreuern wurde die Steuerung des iPhones als Referenz genommen, da es das meist genutzte Smartphone unter den blinden und sehbehinderten Personen ist.

6.2 Ausblick

Das Projekt „Shared Guide Dog“, in dessen Rahmen diese Arbeit entstanden ist, wurde 2019 bewilligt und wird in einem Zeitraum von vier Jahren an der HAW Hamburg bearbeitet. Diese Arbeit bildet den Grundstein des Projektes. Als Folgeprojekte sollten die erarbeiteten Konstruktionen als Mockups mit Sensor- und Kamera-Attrappen erstellt werden und mit Betroffenen getestet und diskutiert werden. Die neuen Erkenntnisse sollten in überarbeiteten Konzepten umgesetzt werden. Eventuell können Konzeptideen auch verworfen und neue aufgestellt werden. Während die geeignete Konstruktion für den Prototypen entwickelt wird, kann die Programmierung der Funktionen, der Steuerung und die Gestaltung einer Applikation durchgeführt werden. In jedem Arbeitspaket, ob Steuerung oder Gestaltung der App, sollte ein ausgiebiger und regelmäßiger Austausch mit den blinden und sehbehinderten Personen stattfinden, damit das Endprodukt des Projektes einen größtmöglichen Nutzen bietet.

Quellenverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Arbeit und Soziales: Versorgungsmedizinverordnung, Versorgungsmedizinische Grundsätze zu der Verordnung zur Durchführung des § 1 Abs.1 und 3, des § 30 Abs.1 und des § 35 Abs.1 des Bundesversorgungsgesetzes (Versorgungsmedizin-Verordnung–VersMedV). Vom 10. Dezember 2008.
- [2] Statistisches Bundesamt: Statistik der schwerbehinderten Menschen 2017 – Kurzbericht, 2017.
- [3] Prof. Bertram, B.: Blindheit und Sehbehinderung in Deutschland: Ursachen und Häufigkeit. „Der Augenarzt“, Dezember 2005.
- [4] Finger RP.; Bertram B.; Wolfram C.; Holz FG: Blindness and visual impairment in Germany—a slight fall in prevalence. Dtsch Arztebl Int 2012
DOI: 10.3238/arztebl.2012.0484.
- [5] Robert Koch Institut: GBE-Themenheft Blindheit und Sehbehinderung, 2017.
- [6] Resnikoff, S.; Pascolini, D.; Etya'ale, D.; Kocur, I.; Pararajasegaram, R.; Pokharel, G.P.; Mariotti S.P.: Global data on visual impairment in the year 2002, Bull World Health Organ. 2004.
- [7] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Mobilität in Deutschland – MiD – Ergebnisbericht, 2018.
- [8] DBSV e. V: Broschüre: Hilfsmittel und Alltagshilfen - für Menschen mit Sehbeeinträchtigungen, 2016.
- [9] Fleck C.; Papke U.: Unverzichtbare Geh(h)ilfen: Vom Umgang mit den Blindenstöcken, „<https://www.sehhelfer.de/Der-Umgang-mit-dem-Blindenstock/>“, Abruf am 11.05.2020.
- [10] DBSV e.V.: Broschüre: Der Blindenführhund – als Mobilitätshilfe für blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen, 2006.
- [11] Sozialgericht Aachen: Urteil vom 29.05.2007 – S 13 KR 99/06, „<https://openjur.de/u/123765.html>“, Abruf am 11.05.2020.
- [12] Deutscher Verkehrssicherheitsrat: Menschen mit (Mobilitäts-) Behinderung Teilhabe und Verkehrssicherheit - Handbuch für Fachkräfte zur Förderung der Mobilitätskompetenzen von Menschen mit Behinderungen, 2015.
- [13] Straßer, T.: „<http://www.ampel-pilot.de/>“, Abruf am 11.05.2020.
- [14] Güldenpfennig, G.; Siebert S.: „<https://routago.de/>“, Abruf am 11.05.2020.
- [15] Ritterbusch, S.: „<https://terrain-projekt.de/>“, Abruf am 11.05.2020.
- [16] Dipl.Ing. Kipke, S.; Züfle M.: „<https://orcarn.de/de/willkommen>“, Abruf am 12.05.2020.
- [17] Prof. Friedrich, B.; Axer, S. et al.: Innerstädtische Mobilitätsunterstützung für Blinde und Sehbehinderte – Abschlussbericht, 2015.
- [18] VDI-Richtlinie 2510: Fahrerlose Transportsysteme (FTS), 2005.
- [19] EN-Norm 1525: Fahrerlose Flurförderzeuge und ihre Systeme, 1997.
- [20] Ullrich, G.: Fahrerlose Transportsysteme – Eine Fibel mit Praxisanwendungen zur Technik – für die Planung, 2. Auflage, Springer Vieweg, 2014.
- [21] DIN Fachbericht 124: Gestaltung barrierefreier Produkte, 2009.

Quellenverzeichnis

- [22] Grande, M.: 100 Minuten für Anforderungsmanagement – kompaktes Wissen nicht nur für Projektleiter und Entwickler, 2. Auflage, Springer Vieweg, 2014.
- [23] EN ISO Norm 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen, 2016.
- [24] DIN Norm 18040-1: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude, 2010.
- [25] EN ISO Norm 11199-2: Gehhilfen für beidarmige Handhabung - Anforderungen und Prüfverfahren - Teil 2: Rollatoren, 2005.
- [26] DIN EN Norm 12184: Elektrorollstühle und -mobile und zugehörige Ladegeräte - Anforderungen und Prüfverfahren, 2014.
- [27] Timago International Group: „<https://www.timago.com/en/product/blind-cane>“, Abruf am 12.05.2020.
- [28] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/2643/full/Rebotec-Fischerstock-1.png>“, Abruf am 12.05.2020.
- [29] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/2654/full/Magic-Soft-0.png>“; Abruf am 12.05.2020.
- [30] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/1242/full/INV-P409-201601-0.jpg>“, Abruf am 12.05.2020.
- [31] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/1453/full/Gemino60-neu1-0.jpg>“, Abruf am 12.05.2020.
- [32] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/3037/full/Pyro-Start-01-1184x908-1024x785-1-.jpg>“, Abruf am 12.05.2020.
- [33] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/3484/full/Revolution-R2-01-1184x908-1024x785-1-.jpg>“, Abruf am 12.05.2020.
- [34] Burbach+Goetz Deutsche Sanitätshaus GmbH:
„<https://cdn03.plentymarkets.com/h40v7rmp41f7/item/images/13940/full/neo-01-1184x908-1024x785-1-.jpg>“, Abruf am 12.05.2020.
- [35] Schwabel, C.; Billing, F.: Top 100 Management Tools – das wichtigste Buch eines Managers, 6. Auflage, Springer Gabler, 2018.
- [36] Pohl, K.: Requirements Engineering, 2. Auflage, dpunkt Verlag, 2016.
- [37] DIN-Norm 66001: Sinnbilder für Datenfluss- und Programmabläufe, 1966.
- [38] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/baustelle-abspernung-helm-2606359/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [39] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/blind-sehen-sehschw%C3%A4che-1027860/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [40] Ckcr-Free-Vector-Images: „<https://pixabay.com/de/vectors/kot-riechen-exkremete-geruch-38199/>“, Abruf am 12.05.2020.

Quellenverzeichnis

- [41] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/treppen-steigen-treppenstufen-1013993/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [42] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/sport-trainieren-aktiv-fitness-1013903/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [43] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/sport-roller-roller-fahren-2065224/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [44] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/m%C3%A4nnchen-3d-model-freigestellt-3d-2373730/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [45] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/hund-gassi-gehen-ausf%C3%BChren-leine-1015660/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [46] Lachmann-Anke, P.: „<https://pixabay.com/de/illustrations/kurier-rucksack-fahrrad-rad-1816281/>“, Abruf am 12.05.2020.
- [47] Apple Inc.: „<https://www.apple.com/de/accessibility/iphone/vision/>“, Abruf am 12.05.2020
- [48] Apple Inc.: „<https://support.apple.com/de-at/guide/iphone/iph3e2e2281/ios>“, Abruf am 12.05.2020.
- [49] EMBRACING THE WORLD:
„<http://de.embracingtheworld.org/news/revolutionaerer-selbstfahrender-rollstuhl-nun-erschwinglich/>“, Abruf am 14.05.2020
- [50] Dr. Llarena Adalberto: „Alleine“ Der autonome Rollstuhl, 2014
- [51] Rüegg Peter: „<https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2016/02/smart-walker.html>“, Abruf am 14.05.2020
- [52] Fraunhofer IGD: „<https://www.igd.fraunhofer.de/projekte/autonomer-roboter-rollator>“, Abruf am 14.05.2020
- [53] Vistac GmbH: „<https://www.vistac.de/lala.shtml>“, Abruf am 14.05.2020
- [54] DIAS GmbH:
„http://archiv.incobs.de/incobs.de/produktinfos/navigationssysteme/praxistest_laserlangstock.html“, Abruf am 14.05.2020

Anhang

A Interviews mit Betreuern und Betroffenen

Anhang A

18.09.2019 Gespräch mit Herrn Jalass und Frau Harbordt – Betreuer im Blindenstift

- Bewohner im Blindenstift haben meist weitere Beeinträchtigungen neben einer Seheinschränkung wie zum Beispiel Lähmungen oder geistige Einschränkungen
 - Eine Abstufung in der Mobilität erscheint sinnvoll
- Alltagsprobleme sind E-Scooter, Einkaufswagen oder Räder die unvorhersehbar im Weg stehen
- Der Umgang mit mobilen Endgeräten ist nicht jedem Bewohner möglich, meist durch weitere Behinderungen bedingt
- Die Bewohnerinnen und Bewohner bevorzugen meist die taktile Wahrnehmung, trotzdem ist eine Sprachsteuerung wichtig. Dabei sollte beachtet werden, dass auch Sprachprobleme die Kommunikation nicht stören -> Alexa kann zum Beispiel auch Sätze trotz starken Stotterns erkennen
- Einige Bewohnerinnen und Bewohner können sich allein mit einer Wegbeschreibung als Sprachnachricht orientieren, die gilt jedoch als Ausnahme (ca. 2 von 100)
- Meistens werden Wege eintrainiert, hierfür gibt es dann Mobilitätstrainerinnen und -trainer. Der Weg wird mit den Betroffenen abgegangen und besondere Wegmerkmale festgelegt, die als Orientierungspunkte dienen.
- Erfahrungen mit Blindenhunden zeigt, dass diese nur schwer mit zusätzlichen Beeinträchtigungen zu manövrieren sind. Zudem wird der Hund meist nicht mehr als Tier wahrgenommen und es benötigt eine sehende Person, um alle Bedürfnisse des Hundes zu erkennen.
- Es sind bereits andere Projekte bekannt, die sich mit Hilfemaßnahmen für Blinde beschäftigen. Dazu zählt der Ampel-Pilot (App) und ein modifizierter Blindenstock
 - Bisherige Unterstützungen werden als zu kompliziert oder ineffektiv bezeichnet.
- Hilfsmittel die auch unterstützend für Rollstuhlfahrerinnen und -fahrer sind, werden als eine nicht vorhandene und gute Idee genannt. Auch Hilfsmittel für Nutzerinnen und Nutzern von Rollatoren sind nicht bekannt.
- Eitelkeit kann auch eine Rolle bei der Wahl des Hilfsmittels spielen.
- Als wichtige Funktionen werden genannt: die Ansage von Umleitungen, ein Notfall-Knopf, Zeitangabe für Routenlänge und Ansagen bei Änderungen, Routen sollten möglichst rechtwinklig ausgeführt werden (dies erleichtert den Nutzern die eigene Orientierung beizubehalten), das Gerät muss sich der Geschwindigkeit der Nutzerinnen und Nutzer anpassen
- Blinde und sehbehinderte Menschen nutzen häufig ein iPhone, da bei diesen die Bedienung für Blinde und sehbehinderte Menschen am nutzerfreundlichsten gestaltet ist.
- Bei einem Teil der betroffenen Personen ist ein Sichtfeld mit geringer Sehkraft vorhanden. Hohe Kontraste und helles Licht helfen den Personen Dinge in diesem Feld zu erkennen.

6.11.2019 Gespräch mit Frau Hopp, 28– Hat eine Augenerkrankung, verliert ihr Augenlicht und ist zusätzlich schwerhörig

- Alltägliche Probleme treten im Haushalt und bei Fortbildungen von der Arbeit auf
- Die Nutzung eines mobilen Endgerätes ist kein Problem, es wird täglich des Öfteren genutzt
 - Apps wie Google Maps werden genutzt, zusätzlich wäre jedoch eine Hinderniserkennung förderlich
- Ein Blindenhund scheint interessant zu sein. Zurzeit kann Sie sich noch selbstständig fortbewegen, daher möchte sie momentan auf einen Blindenhund verzichten, da ein Blindenhund gewisse Einschränkungen darstellt. Zum Beispiel im Urlaub. Später kommt ein Hund aber auf jeden Fall in Frage.
- Als jemand, der erst lernen muss mit einem Hilfsmittel klarzukommen, hat sie noch Probleme den Blindenstock zu akzeptieren, daher erscheinen Geräte, die noch mehr Aufmerksamkeit erwecken als bedenklich, trotzdem erscheint zum Beispiel ein modifizierter Rollator nicht vollkommen abwegig.
- Das Projekt erscheint als eine gute Idee und es werden einige Vorteile gesehen. Wie die Mitnahme in den Urlaub und die Unabhängigkeit
- Bedenken bestehen bezüglich eines Ausfalls des Gerätes und der damit einhergehende Verlust der Orientierung
 - Eigene Lösungen: Kontaktaufnahme zu einer Notfall-Person oder das eigene Smartphone zur Positionsbestimmung
- Bekannte Projekte: Modifizierter Blindenstock mit Infrarot
- Taktile sowie akustische Signale werden als sinnvoll erachtet – „Google Maps arbeitet ja ähnlich“
- Gegenüber einem elektronischen Gerät, werden die Bedenken geäußert, dass dieses niemals so gut wie ein Blindenhund sein kann.
- Als nützliche Funktionen werden genannt: Eine Funktion, die einen von jedem Ort nach Hause führt, Informationsaustausch mit dem ÖPNV, reisetauglich, Berechnung von Umleitungen

3.12.2019 Treffen mit Herrn Jalass und Frau Harbordt und weiteren Betreuerinnen und Betreuern eines Blindenstifts

- Bordstein muss angezeigt und von einer blinden Person freigegeben werden
- Individuelles Mobilitätstraining erforderlich
- Sicherheitsprüfung: in Straße reingehen, dann erst kreuzen
- Wenn ich den Hund losgelassen und mich gedreht habe, brummt der Hund dann? Wie finde ich ihn wieder?
- Was wenn Hund rückwärts muss?
- Neue Route, weil ich mir das neu überlegt habe.
- Anforderung: geht rechtwinklig (= Level1), den kürzesten Weg zu gehen (=Level2, optional)
- Wenn abrupter Stopp, dann bitte kommunizieren
- Unwägbarkeiten: Pfütze, Hundehaufen, Äste nach Herbststurm
- Viele Blinde tragen Rucksack, weil sie dann die Hand frei haben.
- Use Cases definieren: wer U-Bahn fahren kann, braucht auch keinen Hund mehr.
- Lampen, um mit wenig Sehstärke noch etwas zu sehen, dafür auch
- Leuchtstarker Bildschirm
- Hilfsmittel: Orcam, Einkaufsfuchs
- Durch den Blindenstock hat man einen Sicherheitsbereich von einer Schrittlänge, Dieser erkennt nur Hindernisse auf dem Boden.
- Hindernisse ab Hüftaufwärts sind schwer zu erkennen, dies wird meist durch die Akustik versucht



Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Lagerpusch

Vorname: Ira

dass ich die vorliegende Bachelorarbeit bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

Anforderungsanalyse für einen Prototyp zur barrierefreien Navigation für sehbehinderte und blinde Personen im urbanen Nahfeld

ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Agethorst

Ort

15.05.2020

Datum

Unterschrift im Original