

**Diplomarbeit**

**Ermitteln des optimalen Designs für einen  
Bewegungssensor zur Warnung von Personen mit  
Blindheit oder starker Sehbehinderung vor  
Hindernissen**

eingereicht von

**Irene Susitz**

Geb.Dat.: 10. April 1991

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Institut für Zellbiologie, Histologie und Embryologie**

unter der Anleitung von

**Univ.-Ass.Priv.-Doz.Mag. Dr.rer.nat. Gerd Leitinger**

## *Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, November 2013*

*Irene Susitz*

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit wird in dieser Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Lediglich die allgemein übliche maskuline Form wird angeführt. Sämtliche Personenbezeichnungen, wie Teilnehmer oder Probanden, gelten gleichwohl für beiderlei Geschlechter, auch wenn die feminine Form nicht explizit sprachlich zum Ausdruck kommt.

## Danksagung

Danken möchte ich an dieser Stelle vor allem meiner Mutter, deren Rechtschreib- und Grammatikkenntnisse sowie Formulierungskünste ich auch weiterhin nicht missen möchte, und all jenen Personen, die sämtliche durch die Arbeiten provozierten Verzweiflungsanfälle meinerseits über sich ergehen ließen und deren Zuneigung zu mir trotz allem nicht geschmälert wurde.

Dank gebührt auch den vierundzwanzig Personen, die sich bereitwillig meinen Fragen gestellt und Werbung für mich betrieben haben, sowie dem Odilien-Institut, dem Kärntner Blinden- und Sehbehindertenverband, dem Steirischen Blinden- und Sehbehindertenverband und Frau Ao.Univ.-Prof.<sup>in</sup> Dr.<sup>in</sup>med.univ. Velikay-Parel, welche wesentlich zur Kontaktaufnahme beigetragen haben.

Ebenfalls gedankt sei Frau BA. MA. Eberhard, die mir bei statistischen Problemen mit Rat und Tat zur Seite stand sowie meinem Betreuer Herrn Univ.-Ass. Priv.-Doz. Mag. Dr.rer.nat. Leitinger.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	3
Abkürzungen und deren Erklärung.....	6
Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	12
Abstract.....	13
1. Einleitung .....	14
2. Methoden .....	16
2.1 Probanden.....	18
3. Resultate des empirischen Teils .....	20
3.1 Fragen zur Funktion des Sensors .....	20
3.1.1 Positionierung der Kamera .....	20
3.1.2 Art der Warnung .....	24
3.1.3 Kommunikation mit dem Sensor.....	39
3.1.4 Der zu beobachtende Bereich .....	42
3.1.5 Funktion und Bedienbarkeit.....	48
3.2 Design des Sensors .....	51
3.3 Anwendungsbereiche des Sensors und Bedarf .....	56
3.4 Andere Hilfsmittel .....	70
4. Resultate der Literaturrecherche zu Sehbehinderung und Blindheit .....	73
4.1 Erkrankungen der Retina .....	75
4.1.1 Diabetische Retinopathie.....	76
4.1.2 Fundus hypertonicus und arterioscleroticus .....	78
4.1.3 Altersabhängige Makuladegeneration .....	79
4.2 Glaukom.....	81

4.3	Erkrankungen des Sehnervs .....	82
4.4	Katarakt.....	84
4.5	Uveitis .....	85
5.	Diskussion.....	87
6.	Literaturverzeichnis .....	104
7.	Anhang.....	106
7.1	Fragebogen zum Thema Bewegungssensor .....	106
7.2	Aufklärungsbogen zum Interview.....	111

## **Abkürzungen und deren Erklärung**

AMD: Altersabhängige Makuladegeneration

CMÖ: zystoides Makulaödem

DR: diabetische Retinopathie

PCOG: primär chronisches Offenwinkelglaukom

ZAV: Zentralarterienverschluss

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Altersverteilung der befragten Personen

Abbildung 2: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera in der Gruppe der Späterblindeten

Abbildung 3: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera in der Gesamtgruppe

Abbildung 4: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung

Abbildung 5: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung mit Aufschlüsselung der Antwortmöglichkeit "die Kamera selbst" in der Gruppe der Späterblindeten

Abbildung 6: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung in der Gesamtgruppe

Abbildung 7: Ergebnisse zur Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß

Abbildung 8: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung

Abbildung 9: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät

Abbildung 10: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich

Abbildung 11: Ergebnisse zur Frage nach der zu überwachenden Breite

Abbildung 12: Ergebnisse zu den Fragen nach einfacher Bedienbarkeit sowie optimaler Funktion

Abbildung 13: Ergebnisse zu den Fragen nach Wichtigkeit von Ästhetik beziehungsweise Größe des Sensors

Abbildung 14: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises

Abbildung 15: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors

Abbildung 16: Ergebnisse zu den Fragen nach Vorstellbarkeit einer Nutzung, Eigenbedarf und Bedarf anderer beziehungsweise Eignung für andere

Abbildung 17: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf

Abbildung 18: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?"

Abbildung 19: Angaben der Personen zur Frage nach den derzeit verwendeten Hilfsmitteln

Abbildung 20: Antworten zu den Fragen nach absolviertem Mobilitätstraining, bereits getesteten Hilfsmitteln und Verwendung des Sensors

Abbildung 21: Erblindungsursachen in Industrieländern und ihre Häufigkeit[3]

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera

Tabelle 2: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 4: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Altersklassen

Tabelle 3: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 5: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung

Tabelle 6: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 7: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Art der Warnung

Tabelle 8: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung

Tabelle 9: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung im Hinblick auf gewählte Warnungsart und bevorzugten Anbringungsort

Tabelle 10: Ergebnisse zur Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß

Tabelle 11: Ergebnisse der Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 12: Ergebnisse der Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 13: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung

Tabelle 14: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 15: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät

Tabelle 16: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 17: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Altersklassen

Tabelle 18: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 19: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich in der Gruppe der Späterblindeten

Tabelle 20: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich unter Zusammenfassung der Antwortmöglichkeiten

Tabelle 21: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 21: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich in der Gesamtgruppe

Tabelle 23: Ergebnisse zur Frage nach der zu überwachenden Breite

Tabelle 24: Ergebnisse zu den Fragen nach einfacher Bedienbarkeit sowie optimaler Funktion

Tabelle 25: Ergebnisse zur Frage nach einfacher Bedienbarkeit aufgeschlüsselt nach Altersklassen

Tabelle 26: Ergebnisse zu den Fragen nach Wichtigkeit von Ästhetik beziehungsweise Größe des Sensors

Tabelle 27: Ergebnisse der Frage nach Wichtigkeit der Ästhetik des Sensors aufgeschlüsselt nach Vorstellbarkeit einer Nutzung sowie nach Geschlecht und nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 28: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises

Tabelle 29: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises aufgeschlüsselt nach Status

Tabelle 30: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors in der Gruppe der Späterblindeten

Tabelle 31: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors in der Gesamtgruppe

Tabelle 32: Antworten auf die Frage "Wo fühlen Sie sich sicher?"

Tabelle 33: Antworten auf die Frage "Wo fühlen Sie sich unsicher?"

Tabelle 34: Ergebnisse zu den Fragen nach Vorstellbarkeit einer Nutzung, Eigenbedarf und Bedarf anderer beziehungsweise Eignung für andere

Tabelle 35: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Art der hochgradigen Sehbehinderung

Tabelle 36: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Altersklassen

Tabelle 37: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Tabelle 38: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf in der Gruppe der Späterblindeten

Tabelle 39: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf in der Gesamtgruppe

Tabelle 40: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?"

Tabelle 41: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?" aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung

Tabelle 42: Angaben der Personen zur Frage nach den derzeit verwendeten Hilfsmitteln

Tabelle 43: Ergebnisse zu den Fragen nach absolviertem Mobilitätstraining, bereits getesteten Hilfsmitteln und Verwendung des Sensors

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die Arbeit soll erheben, wie ein mobilitätsförderndes Hilfsmittel für Blinde und Sehbehinderte im Idealfall funktionieren soll und ob Bedarf für ein solches gegeben ist.

**Methoden:** Dazu wurden 24 Personen, deren Sehbehinderung im Laufe des Lebens aufgetreten ist, befragt. Zusätzlich wurde eine Literaturrecherche bezüglich häufiger Erblindungsursachen durchgeführt, um deren Auswirkungen und Komplikationen, die nicht unwesentlich für die Wahl des Hilfsmittels sind, zu kennen.

**Ergebnisse:** Es konnte ein großes Interesse der Befragten festgestellt werden, die zahlreiche Einsatzmöglichkeiten und Personengruppen, die einen Vorteil aus dem Gerät ziehen könnten, wussten. Die meisten Personen stellten sich das Gerät aus einem Anstecker bestehend vor, der durch Vibration warnt, sollte ein Hindernis in den Einflussbereich der Kamera gelangen. Dieser Bereich wurde von den meisten als die gesamte Vorderseite des Körpers in wählbarer Breite definiert. Einfache Bedienbarkeit und optimale Funktion waren für die Befragten äußerst wichtig.

Die Literaturrecherche ergab, dass vor allem ältere Personen von Neuerblindung betroffen sind, weshalb der Sensor dieser Personenklasse zugänglich gemacht werden sollte. Vor allem Ausfälle des peripheren Gesichtsfeldes beeinträchtigen die Orientierung.

**Schlussfolgerung:** Sollte eine Umsetzung des Sensors, wie von den Befragten gewünscht, möglich sein, ist sein Einsatz durchaus vorstellbar. Gegenüber anderen Hilfsmitteln hat er den Vorteil, nicht mit Ultraschall zu arbeiten und auch ohne Restsehen nutzbar zu sein. Die fehlende Warnung vor abwärtsführenden Stufen stellt einen Kritikpunkt dar. Eine Testphase, um die theoretischen Ergebnisse zu überprüfen, ist unumgänglich.

**Schlüsselwörter:** Blindheit, Sehbehinderung, technische Hilfsmittel

## Abstract

**Background:** This thesis aims to assess the demand for a technical device that promotes mobility for blind and visually impaired people and to find out how such an aid could work optimally.

**Methods:** 24 people whose visual impairment occurred during their life were questioned. Additional literature research was conducted to discover common causes for blindness and get information regarding their impact and complications that are important for choosing between available aids.

**Results:** The respondents had great interest in such an aid. They knew many situations in which it could be useful and also knew persons who could profit. Most persons imagined this device as a badge that warns the wearer using vibration as soon as the camera detects an obstacle. The area that should be observed by the camera was mostly defined as the whole front of the body while the width remained variable. Simple operability and optimal function were extremely important for the respondents.

Literature showed that old people especially are affected by blindness. Therefore the aid would have to be useful also for those people. In particular reductions of the peripheral visual field impair orientation.

**Conclusion:** If the respondents' wishes for the implementation of this aid could be fulfilled, it is quite imaginable that such a device would be useful. In comparison with other available aids, the device being planned in this project will have the advantage of not using ultrasound. Additionally, it will be useful for people without residual vision. It has to be noted that steps leading downstairs will not be noticed by this aid. A test phase to verify those theoretical results is essential.

**Keywords:** blindness, visual impairment, technical aids

## 1. Einleitung

Laut „Bericht der Bundesregierung über die Lage von Menschen mit Behinderung in Österreich 2008“ machen Sehbehinderungen das drittgrößte Problem unter den erhobenen Störungen aus. 3,9% der Bevölkerung sind von Beeinträchtigungen des Sehens betroffen[1].

Genau diesen Menschen soll mit der folgenden Arbeit geholfen werden. Es geht darum herauszufinden, wie eine Mobilitätshilfe für Personen mit Blindheit und Sehbehinderung idealerweise aussehen soll.

Zahlreiche am Markt befindliche Hilfsmittel verfolgen den Zweck, Blinden und Sehbehinderten die Chance zu geben, am "normalen" Leben teilzunehmen. Braillezeilen, Screenreader, Sprachsoftwares für Mobiltelefone, sprechende Waagen und Fieberthermometer, vibrierende Uhren sowie Lupenbrillen sind nur einige davon.

Mobilitätsfördernde Hilfsmittel findet man allerdings kaum: eine Sonnenbrille, gegen die Blendungsempfindlichkeit, und der bewährte Langstock, mit dem Stufen, Gehsteigkanten und ähnliche, vor dem Benutzer auftauchende, Hindernisse ertastet werden. Dies sind auch die am häufigsten beobachteten Orientierungshilfen. Und bis auf den Blindenführhund beziehungsweise den menschlichen Begleiter die einzigen, die in Verwendung zu sein scheinen.

Nun gab und gibt es immer wieder zahlreiche Ansätze, eine Orientierungshilfe zu schaffen, die die Mobilität der Betroffenen verbessern kann. Die meisten Hilfen wurden aber kaum angenommen und verschwanden wieder vom Markt. Derzeit zum Kauf angebotene technische Orientierungshilfen sind einzig der Ultracane (ein Stock, der mittels Ultraschall Boden und Luftraum vor dem Benutzer überwacht; Vibrationspads am Griff signalisieren das Auftauchen von Hindernissen) und das Ray Ultraschall-Orientierungssystem (ein kleines, tragbares Gerät, mit dem Hindernisse bis zu einer Distanz von 2,8 m geortet werden können)[2].

Zurzeit wird ein Bewegungssensor entwickelt, der Menschen mit eingeschränkter visueller Wahrnehmungsfähigkeit vor Hindernissen warnen soll. Dieser, hier

beschriebene, Bewegungssensor wird im Rahmen eines vom Land Steiermark dotierten Forschungsprojektes entwickelt und soll auf dem Prinzip eines neuronalen Schaltkreises der Heuschrecken beruhen. Nähert sich ein Hindernis auf direktem Kurs dem Auge des Tieres, sei dies auf Grund der Bewegung des Hindernisses oder auf Grund der Bewegung der Heuschrecke, erfolgt eine Warnung. Dadurch werden Kollisionen mit Hindernissen vermieden. Nach Erforschung der neuronalen Prinzipien, welche jenem natürlichen Sensor der Heuschrecken zugrunde liegen, sollen diese, in modellierter Form, einem technischen Bewegungssensor ihre Eigenschaften verleihen. Anstelle des Heuschreckenauges steht dem Gerät eine Kamera zur Verfügung. Bei drohenden Zusammenstößen soll eine Warnung erfolgen, wodurch auch Hindernisse, die mit dem herkömmlichen Langstock nicht wahrgenommen werden, rechtzeitig erkannt werden könnten.

Behandelt wird hier die Frage, wie das zu entwickelnde Gerät funktionieren soll, um sich zu etablieren. Es gilt zu eruieren, weshalb sich die bisherigen Hilfen nicht durchgesetzt haben, um eventuell hervorkommende Defizite des Sensors bereits im Vorfeld ausräumen zu können. Hierfür wurden zukünftige Nutzer gefragt, welche Vorstellungen sie bezüglich eines solchen Gerätes haben, wie es funktionieren könnte, wo es zum Einsatz kommen kann, für wen es geeignet ist und was an den technischen Orientierungshilfen, die die Befragten bereits testen konnten, zu bemängeln war. Ziel ist es, die Vorstellungen der Betroffenen zusammenzufassen, um den Sensor nach den Bedürfnissen der potenziellen Nutzer zu entwickeln, beziehungsweise einen Grundstein für zukünftige Ideen auf diesem Sektor zu legen.

Da die Wahl und Einsetzbarkeit eines Hilfsmittels nicht nur von den individuellen Bedürfnissen des Benützers abhängig sind, sondern auch ganz massiv von der Art der Sehbehinderung beeinflusst werden, beleuchtet der zweite Teil der Arbeit die häufigsten Ursachen für Sehbehinderungen näher. Es ist jedoch keinesfalls gedacht, eine vollständige Übersicht über Ursachen, Pathomechanismen und therapeutische Optionen von Erkrankungen, die zur Sehbehinderung führen können, darzustellen.

## 2. Methoden

Die Arbeit setzt sich aus einem empirischen sowie einem theoretischen Teil zusammen.

Für ersteren wurden 24 Personen mit hochgradiger Sehbehinderung oder Blindheit, die im Laufe des Lebens aufgetreten war, mittels Fragebogen zum Thema „Bewegungssensor“ interviewt. Die Akquirierung der Teilnehmer erfolgte durch elektronisch versandte Rundschreiben beziehungsweise durch telefonische Kontaktaufnahme mit den vom Kärntner Blinden- und Sehbehindertenverband, vom Odilieninstitut in Graz und von einer Grazer Augenärztin nach Information und Einwilligung namhaft gemachten Personen. Mittels Aufklärungsgespräch wurden die Probanden über Art der Fragen und Zweck sowie Ablauf der Studie informiert und gaben eine schriftliche Einwilligung. Bei Vorhandensein geeigneter Lesehilfen erfolgte die Zumittlung dieser Einwilligungserklärung und eines Informationsblattes einige Tage vor dem Interviewtermin. War das selbstständige Lesen ausgeschlossen, wurden den Aufklärungsgesprächen Zeugen hinzugezogen. Nach der schriftlichen Einwilligung wurden die Probanden in einem zirka einstündigen Interview betreffend Bedarf und Design des Bewegungssensors befragt. Des Weiteren wurden Daten zur Person, wie Alter, Geschlecht, Art und Schwere der Sehbehinderung, ermittelt. (Für den genauen Wortlaut der gestellten Fragen sowie Inhalt des Informationsblattes: siehe Anhang.) Die schriftlich festgehaltenen Antworten der mündlichen Befragung wurden später und in anonymisierter Form mittels IBM SPSS Statistics Version 20, unter Anwendung deskriptiver Statistik und Chi-Quadrat-Tests zur Ermittlung einer möglichen Signifikanz (Signifikanzniveau = 0,05), ausgewertet. Von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz war für diese Vorgehensweise eine befürwortende Stellungnahme abgegeben worden.

Diesen empirischen Teil ergänzend, werden die Ergebnisse der Gesamtgruppe angeführt. Diese ergibt sich aus zwei Gruppen: Die erste Gruppe stellt die in dieser Arbeit näher behandelte Gruppe von 24 späterblindeten Personen dar. Die zweite Gruppe wird von im Zuge einer weiteren Arbeit interviewten 24 geburtsblinden Personen gebildet.

Der zweite Teil befasst sich mit den häufigsten Ursachen für Späterblindung in Industrieländern sowie ihren spezifischen Auswirkungen auf das Sehen. Dazu wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Lehrbücher der Augenheilkunde brachten hierfür die Basis, zahlreiche Übersichtsartikel aus Fachzeitschriften sowie Studien lieferten zusätzliche Informationen.

Natürlich flossen auch persönliche Erfahrungen im Umgang mit Sehbehinderten und Blinden sowie bereits vorhandenes Wissen über derzeit übliche Hilfsmittel und die Probleme bei deren Gebrauch in die Arbeit mit ein.

## 2.1 Probanden

Befragt wurden Personen mit hochgradiger Sehbehinderung oder Blindheit mit der Einschränkung, dass diese erst im Laufe des Lebens aufgetreten war. Es handelt sich also im hier erörterten Fall um sogenannte Späterblindete. Eine bereits erwähnte, weitere Diplomarbeit derselben Arbeitsgruppe beschäftigt sich mit einer Gruppe von Geburt an blinden beziehungsweise sehbehinderten Personen sowie den Unterschieden zwischen den Geburtsblinden sowie Späterblindeten. Die Ergebnisse der insgesamt 48 Personen umfassenden Gesamtgruppe werden in der vorliegenden Arbeit ebenfalls ergänzend angeführt. Das Hauptaugenmerk wird aber auf jene Ergebnisse gelegt, die sich aus den im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Befragungen Späterblindeter ergeben haben.

Laut WHO liegt eine hochgradige Sehbehinderung bei einem Visus von 0,05 bis 0,03 auf dem besseren Auge beziehungsweise eine Blindheit bis zu einer maximalen Sehschärfe von 0,02 auf dem besseren Auge oder einer Gesichtsfeldeinschränkung auf weniger als 5 Grad vor[3].

Faktoren wie Alter, Geschlecht, Ausmaß der Sehbehinderung, Ausbildungsbeziehungsweise sozialer Status waren ebenso wie bestehende weitere physische Einschränkungen für die Auswahl der Probanden unbeachtlich.

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Arbeit 24 Personen interviewt. Der älteste Teilnehmer war 87, die jüngste Teilnehmerin 22. Es nahmen insgesamt 8 weibliche Probandinnen und 16 männliche Probanden teil. Dass besonders viele Männer der höheren Altersklassen an der Umfrage teilnahmen, wird in Abbildung 1 ersichtlich. 15 der Personen waren blind, davon 10 lichtlos und 5 mit Lichtwahrnehmung. 9 der Befragten waren hochgradig sehbehindert, 2 davon mit Tunnelblick, 4 mit zentralem Bildausfall, 8 mit hochgradiger Sehschärfenverminderung, 6 mit verminderter Kontrastwahrnehmung und 7 mit erhöhter Blendungsempfindlichkeit. Bei 2 Personen lag zusätzlich eine Beeinträchtigung des Hörens vor, bei 2 weiteren Befragten zudem eine andere körperliche Behinderung.

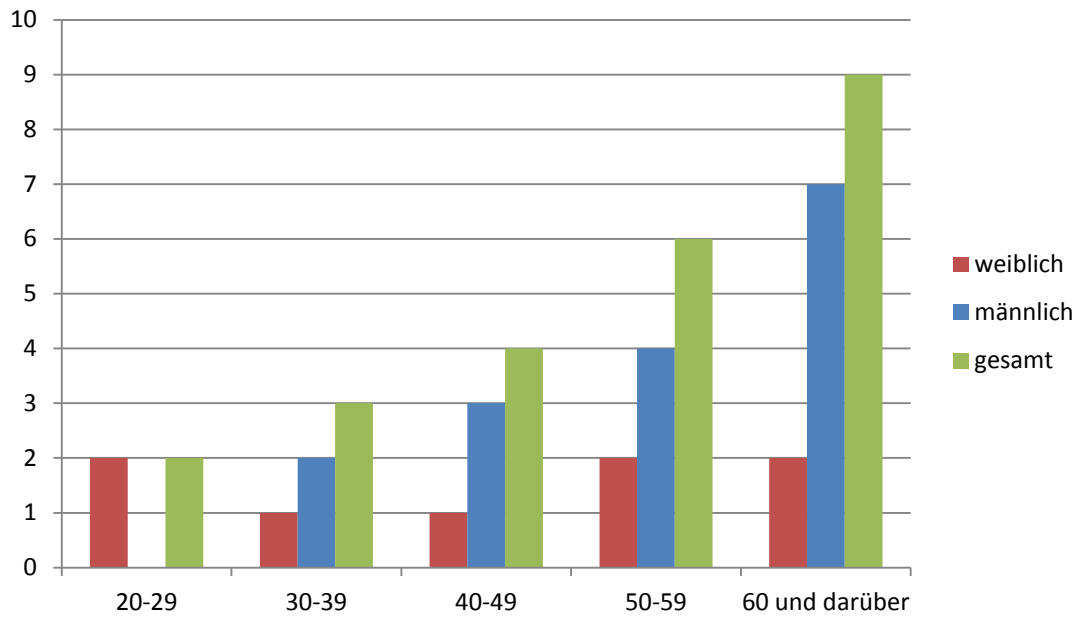


Abbildung 1: Altersverteilung der befragten Personen

### 3. Resultate des empirischen Teils

#### 3.1 Fragen zur Funktion des Sensors

##### 3.1.1 Positionierung der Kamera

Mit der ersten Frage sollte geklärt werden, **wo die benötigte Kamera vorzugsweise zu positionieren sei**. Zur Auswahl standen:

- an einer Brille
- an einem Handschuh
- am Handgelenk in der Form einer Uhr oder eines Armbandes
- an einem Anstecker
- am Langstock
- an einer anderen Stelle
- variabel

Es konnte nur eine Antwort gegeben werden. Die statistische Auswertung (Tabelle 1, Abbildung 2) dieser Frage ergab Folgendes:

Die meisten Probanden entschieden sich entweder für einen Anstecker (8 Personen, also 33,3%), für eine variable Position (7 Personen, also 29,2%), oder für eine Brille (6 Personen, also 25%; 25% der Frauen sowie 25% der Männer; siehe Tabelle 2). Nur 3 Personen (12,5%) würden einen Sensor am Handgelenk bevorzugen. Die Antwortmöglichkeiten „an einem Handschuh“, „am Langstock“ und „an einer anderen Stelle“ wurden von keinem der Probanden genannt. Einer jener Probanden, die die Antwortmöglichkeit "an einem Anstecker" wählten, schlug vor, ihn als Blindenanstecker „zu tarnen“. Von jenen Personen, die eine Brille bevorzugen würden, teilten 4 Personen in weiterer Folge mit, ohnehin eine Sonnenbrille gegen die Blendungsempfindlichkeit oder eine optische Brille zu verwenden. 2 weitere männliche Probanden würden das Tragen einer Brille ohne zwingende Notwendigkeit akzeptieren. Alle sich für die Brille aussprechenden Probanden gaben an, den Sensor in der Mitte der Brille platzieren zu wollen. Unter

den Personen, die das Handgelenk als bevorzugten Anbringungsort nannten, wurde angemerkt, dass die bevorzugte Variante ein Armband sei.

Wesentliche Unterschiede zwischen Frauen und Männern können in den gegebenen Antworten nicht erkannt werden. Der größte prozentuelle Unterschied besteht bei der Antwortmöglichkeit „an einem Anstecker“, die von 37,5% der Männer und 25% der Frauen genannt wurde (Tabelle 2).

Auch in den unterschiedlichen Altersklassen gibt es keine nennenswerten Abweichungen hinsichtlich der Kameraposition. Auffällig ist nur, dass mit steigendem Alter die Wahl vermehrt auf den Anstecker fiel (Tabelle 3).

Betrachtet man die Gruppen „hochgradig sehbehindert“ und „blind“, zeigt sich, dass von den Blinden 40% den Anstecker und 20% die Antwortmöglichkeit „variabel“ wählten. Bei den hochgradig sehbehinderten Personen optierten 22,2% für den Anstecker und 44,4% für „variabel“ (Tabelle 4).

Wie in Abbildung 3 sowie Tabelle 1 ersichtlich, ergeben sich ähnliche Ergebnisse, fasst man die Daten aller 48 Befragten (die hier behandelte Gruppe der Späterblindeten inklusive der von Geburt an Sehbehinderten und Blinden) zusammen.

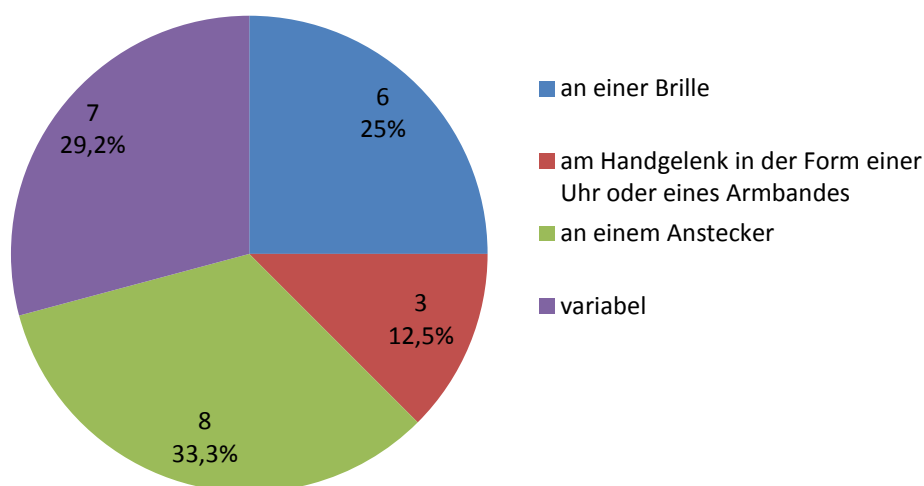


Abbildung 2: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera in der Gruppe der Späterblindeten

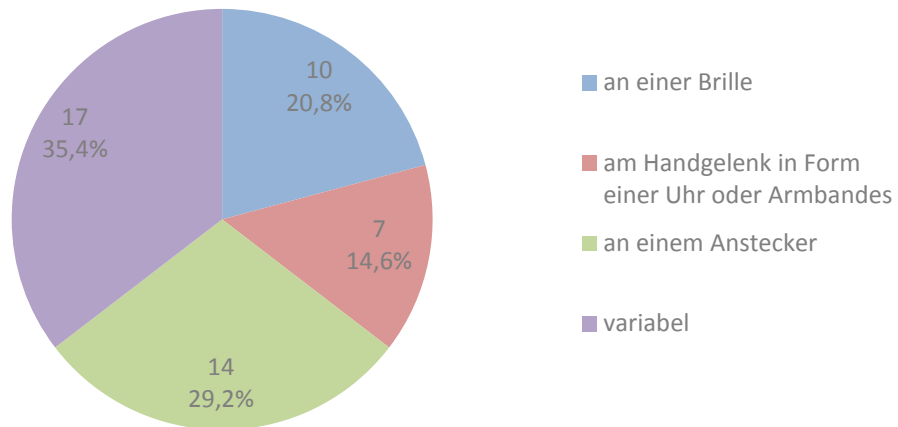


Abbildung 3: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera in der Gesamtgruppe

Anbringungsort	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
an einer Brille	6	25	10	20,8
am Handgelenk als Uhr oder Armband	3	12,5	7	14,6
an einem Anstecker	8	33,3	14	29,2
variabel	7	29,2	17	35,4
Gesamt	24	100	48	100

Tabelle 1: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera

Geschlecht	Anbringungsort der Kamera	Häufigkeit	Prozent
weiblich	an einer Brille	2	25
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	2	25
	an einem Anstecker	2	25
	variabel	2	25
	Gesamt	8	100
männlich	an einer Brille	4	25
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	6,3
	an einem Anstecker	6	37,5
	variabel	5	31,3
	Gesamt	16	100

Tabelle 2: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Geschlecht

Alter	Anbringungsort der Kamera	Häufigkeit	Prozent
20-29	an einer Brille	1	50
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	50
	Gesamt	2	100
30-39	an einer Brille	2	66,7
	variabel	1	33,3
	Gesamt	3	100
40-49	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	25
	an einem Anstecker	1	25
	variabel	2	50
	Gesamt	4	100
50-59	an einer Brille	1	16,7
	an einem Anstecker	3	50
	variabel	2	33,3
	Gesamt	6	100
60 und darüber	an einer Brille	2	22,2
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	11,1
	an einem Anstecker	4	44,4
	variabel	2	22,2
	Gesamt	9	100

**Tabelle 3: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Altersklassen**

	Anbringungsort	Häufigkeit	Prozent
blind	an einer Brille	4	26,7
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	2	13,3
	an einem Anstecker	6	40
	variabel	3	20
	Gesamt	15	100
hochgradig sehbehindert	an einer Brille	2	22,2
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	11,1
	an einem Anstecker	2	22,2
	variabel	4	44,4
	Gesamt	9	100

**Tabelle 4: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung**

### 3.1.2 Art der Warnung

Die zweite Frage diente der Klärung, **auf welche Weise die Probanden gewarnt werden wollen**. Folgende Antworten standen zur Auswahl:

- akustisch durch einen Ton
- akustisch durch eine Stimme oder Melodie
- haptisch, das heißt durch einen Druckreiz
- durch Vibration
- auf eine andere Weise

Eine der Möglichkeiten war zu wählen.

15 (62,5%) Personen gaben an, durch eine Vibration gewarnt werden zu wollen, darunter beide Personen, bei denen zusätzlich eine Beeinträchtigung des Gehörs vorlag. 7 Personen, also 29,2%, zogen eine Warnung durch einen Ton vor. Die Optionen „akustisch durch eine Stimme oder Melodie“ und „haptisch, das heißt durch einen Druckreiz“ wurden von jeweils einer Person, also jeweils 4,2%, genannt. Keiner der Probanden sprach eine andere Möglichkeit der Warnung an. Somit wurde „auf eine andere Weise“ von keinem der Befragten gewählt. Die Vibration wurde somit signifikant öfter gewählt als die Warnung durch eine Stimme oder Melodie sowie durch Druckreiz. (Eine grafische beziehungsweise tabellarische Darstellung findet sich in Abbildung 4 beziehungsweise Tabelle 5.) Fasst man die beiden akustischen sowie die beiden taktilen Optionen zusammen, so folgt, dass 33,3% (8 Personen) für ein akustisches (Ton oder Stimme beziehungsweise Melodie) und 66,7% (16 Personen) für ein taktilen Signal (Vibration oder Druckreiz) stimmten, die Unterschiede waren jedoch nicht statistisch signifikant ( $p=0,152$ ).

Einige jener, die den Ton wählten, gaben als Grund das hohe Maß der Vertrautheit mit Tönen an. Im Gegensatz dazu erklärten manche, ohnehin schon mit akustischen Informationen überflutet zu werden. Sie äußerten die Befürchtung, den Ton des Sensors nicht wahrzunehmen. Eine andere Sorge war, bei voller Konzentration auf das Sensorgeräusch die Umwelt zu vernachlässigen. Einige

Probanden äußerten Bedenken darüber, dass ein Piepsen viel Aufmerksamkeit erregt oder gar an ein Attentat denken lässt.

Unter der Möglichkeit "haptisch, das heißt durch einen Druckreiz" hatten viele der Probanden keine rechte Vorstellung, was zu den wenigen Befürwortungen geführt haben dürfte. Hingegen kennt jeder vom Umgang mit Mobiltelefonen die Vibration. Personen, die diese Möglichkeit wählten, gaben als Motiv die gleichermaßen gegebene Wahrnehmbarkeit einer Vibration in geräuschreicher und geräuscharmer Umgebung an.

Altersadäquate Unterschiede zeigten sich nicht, auch geschlechtsspezifische Vorlieben traten nicht zu Tage.

Nahezu äquivalent verteilten sich die vergebenen Stimmen der hochgradig Sehbehinderten auf die Kategorien „taktil“ und „akustisch“. Die Angaben der Blinden veränderten das Ergebnis allerdings deutlich zugunsten der taktilen Warnung. 73,3% der Gruppe der Blinden sprachen sich hierfür aus. Sowohl 4 hochgradig Sehbehinderte als auch 4 Blinde wählten die akustische Warnung. Dagegen fühlten sich 11 Blinde, aber nur 5 hochgradig Sehbehinderte zur taktilen Warnung hingezogen (Tabelle 6).

Wurde die akustische Warnung favorisiert, fiel die Wahl der Kameraposition geringfügig öfter auf die Brille und seltener auf den Anstecker als in jenen Fällen, in denen eine taktile Warnung bevorzugt wurde. In Bezug auf die übrigen Anbringungsorte („am Handgelenk in der Form einer Uhr oder eines Armbandes“ und „variabel“) äußerten sich Personen, die eine akustische Warnung präferierten und Personen, die eine taktile Warnung befürworteten, ähnlich (Tabelle 7).

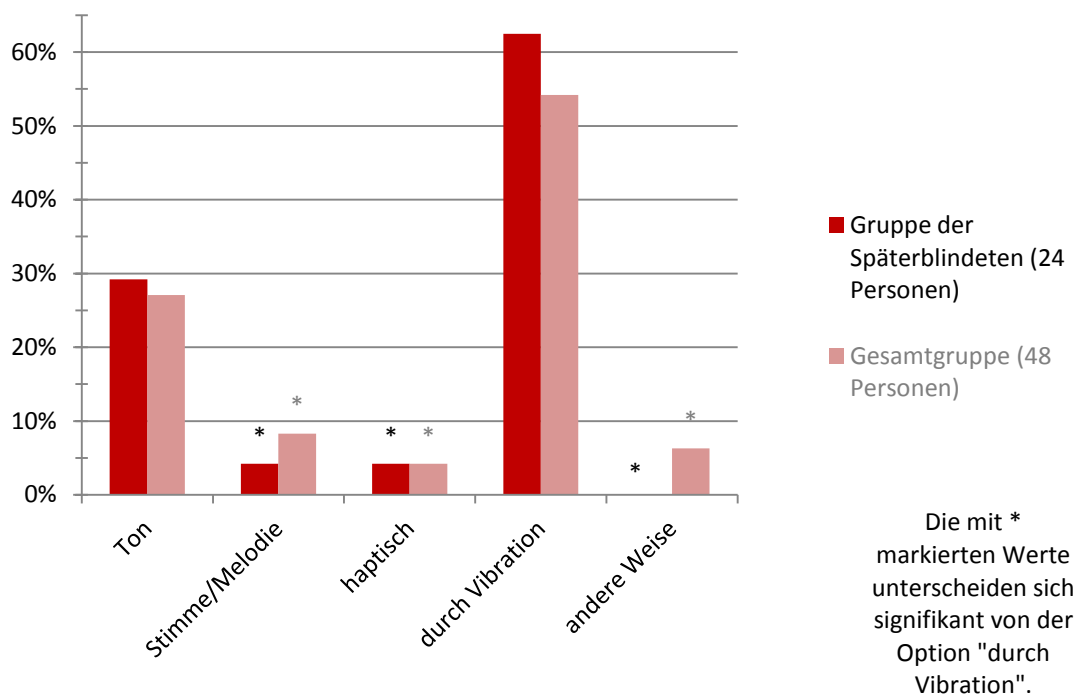
Die Vibration erhielt also die größte Resonanz. Da immerhin 4 Personen (16,7%) von sich aus eine Wahlmöglichkeit zwischen Ton und Vibration beziehungsweise eine Kombination beider Funktionen am Gerät ansprachen, sollte überdacht werden, ob die Wahl der Warnungsart nicht dem Benutzer selbst überlassen werden kann.

Betrachtet man die Gesamtgruppe, erhält man ähnliche Ergebnisse (Tabelle 5 und Abbildung 4). Auch hier wurde die Vibration nicht statistisch signifikant öfter gewählt als der Ton. Es lässt sich jedoch ein Trend erkennen ( $p$ -Wert = 0,053).

Art der Warnung	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
akustisch durch einen Ton	7	29,2	13	27,1
akustisch durch Stimme/Melodie	1	4,2*	4	8,3*
haptisch	1	4,2*	2	4,2*
durch Vibration	15	62,5	26	54,2
anderes	0	0*	3	6,3*
Gesamt	24	100	48	100

Die mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant von der Option "durch Vibration".

**Tabelle 5: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung**



**Abbildung 4: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung**

	Auf welche Weise soll der Sensor warnen?	Häufigkeit	Prozent
blind	akustisch durch einen Ton	3	20
	akustisch durch Stimme/Melodie	1	6,7
	haptisch	1	6,7
	durch Vibration	10	66,7
	Gesamt	15	100
hochgradig sehbehindert	akustisch durch einen Ton	4	44,4
	durch Vibration	5	55,6
	Gesamt	9	100

**Tabelle 6: Ergebnisse zur Frage nach der Art der Warnung aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung**

Warnungsart	Anbringungsort der Kamera	Häufigkeit	Prozent
akustisch	an einer Brille	3	37,5
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	1	12,5
	an einem Anstecker	2	25
	variabel	2	25
	Gesamt	8	100
taktil	an einer Brille	3	18,8
	am Handgelenk als Uhr oder Armband	2	12,5
	an einem Anstecker	6	37,5
	variabel	5	31,3
	Gesamt	16	100

**Tabelle 7: Ergebnisse zur Frage nach dem Anbringungsort der Kamera aufgeschlüsselt nach Art der Warnung**

**Welche Vorrichtung die Signalabgabe übernehmen soll**, wurde mit der dritten Frage geklärt:

- die Kamera selbst
- ein Handschuh
- der Griff des Langstocks
- ein Armband oder eine Uhr
- ein Smartphone
- ein Tablet
- ein anderes Gerät

Davon konnte eine Antwort gegeben werden. Eine grafische Illustration der Ergebnisse findet sich in Abbildung 5. Tabelle 8 liefert eine tabellarische Darstellung.

Besonders viel Anklang fand die Antwortmöglichkeit „die Kamera selbst“. 11 Personen (45,8%) entschieden sich für sie, 6 Personen (25%) für „ein Armband oder eine Uhr“, 4 der Befragten (16,7%) für „ein anderes Gerät“ und nur 3 (12,5%) der Befragten für „der Griff des Langstocks“. Denn ein eventuell notwendiger Stockwechsel wurde von den meisten Befragten kategorisch ausgeschlossen, da der Langstock ein sehr spezielles und individuell an die Person angepasstes Gerät darstellt. Die Antwortmöglichkeiten „ein Handschuh“, „ein Smartphone“ und „ein Tablet“ wurden von keinem der Probanden in Betracht gezogen. Zumeist wurden Smartphone und Tablet auf Grund fehlender Verfügbarkeit abgelehnt.

Unterschiede zwischen Frauen und Männern ließen sich nicht erkennen. Ebenso wenig traten altersabhängige Tendenzen zu Tage. Auch deckt sich die Meinung der hochgradig sehbehinderten weitgehend mit jener der blinden Personen.

Jene 16 Personen, die bei Frage 2 eine taktile Warnung wählten, stellten sich folgende Vorrichtungen zur Signalabgabe vor: 7 Personen dieser Gruppe wählten die Antwort „die Kamera selbst“, 5 Personen die Möglichkeit „ein Armband oder eine Uhr“, 1 Person die Antwort „ein anderes Gerät“, das sie als klein und flach beschrieb. Alle 3 Personen, deren Wahl auf „der Griff des Langstocks“ fiel, wollten durch eine Vibration alarmiert werden (Tabelle 9).

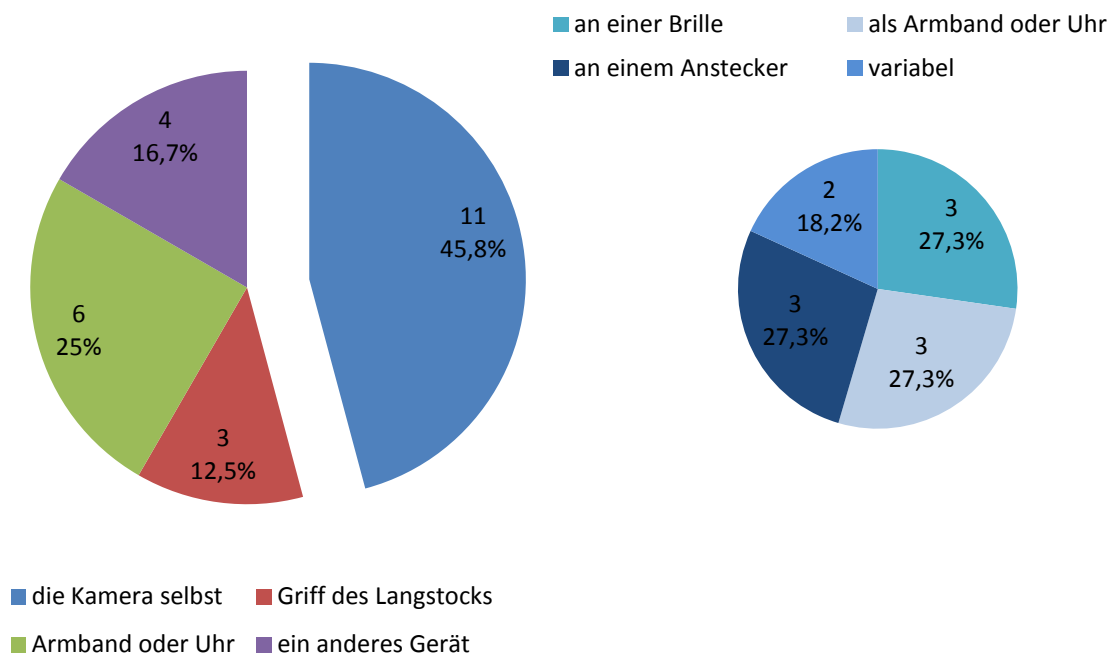
Für jene 8 Personen, die bei der zweiten Frage ein akustisches Signal wählten, gilt Folgendes: 4 Personen dieser Gruppe wollten, dass dieses akustische Signal von der Kamera selbst ausgeht, 3 Personen wünschten sich, dass das Signal von einem zusätzlichen Gerät abgegeben wird, 1 Person stellte sich vor, dass ein Armband oder eine Uhr für die Abgabe des Tons zuständig ist (Tabelle 9). 2 der Personen, die ein zusätzliches Gerät bevorzugten, stellten sich darunter einen Mono-In-Ear Ohrhörer, möglichst ohne Kabelverbindung zur Kamera, vor, um das Geräusch nur für den Nutzer hörbar zu machen. Die dritte Person gab zum Warnsignal bereits an, eine Kombination aus Ton und Vibration für sinnvoll zu halten und beschrieb das zusätzliche Gerät im Hinblick darauf als klein und flach, sodass es problemlos in eine Hosentasche gesteckt werden kann.

Es gilt zu bedenken, dass die Antwort „die Kamera selbst“ keine eindeutige Aussage beinhaltet. Die Antwort muss jener nach dem gewählten Anbringungsort gegenüber gestellt werden. Unter jenen 11 Personen, die "die Kamera selbst" wählten, hatten bei der Frage nach dem Anbringungsort der Kamera 3 Personen Armband oder Uhr, 3 Personen die Brille, 3 Personen den Anstecker und 3 Personen die variable Möglichkeit gewählt. Addiert man diese Zahlen zu den Antworten auf die Frage nach der gewünschten signalabgebenden Vorrichtung, erhält man die tatsächlichen Ergebnisse dieser Kategorie: 9 Personen (37,5%) wollten durch ein Armband oder eine Uhr gewarnt werden. Weitere 4 Personen (16,7%) wünschten sich ein anderes Gerät und 3 Personen (12,5%) nannten den Griff des Langstocks. Durch diese Aufschlüsselung ergeben sich folgende weitere Möglichkeiten der signalabgebenden Vorrichtung: 3 Stimmen (12,5%) wurden zugunsten der Brille abgegeben, an der die Kamera angebracht ist. 3 Personen (12,5%) entschieden sich für den Anstecker, in den die Kamera integriert ist, und weitere 2 Personen (8,3%) für die variable Form der Kamera (Abbildung 5, Tabelle 9).

Somit stellt die Möglichkeit „ein Armband oder eine Uhr“ die meistgenannte Antwort dar.

Der Großteil der Befragten wählte ein taktiles Signal und bei immerhin 5 Personen ergab sich die Antworten-Kombination "taktile" und "Armband". Außerdem kann das Armband körpernahe mitgeführt werden, womit dem Wunsch nach einem

separaten Gerät von 2 Personen ebenfalls entsprochen wäre. Bei 2 weiteren Befürwortern einer taktilen Warnung, die hier "die Kamera selbst" wählten, fand das Armband bereits als Anbringungsort der Kamera Zustimmung.



**Abbildung 5: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung mit Aufschlüsselung der Antwortmöglichkeit "die Kamera selbst" in der Gruppe der Späterblindeten**

Die Ergebnisse der Gesamtgruppe unterscheiden sich, wie in Abbildung 6 und Tabelle 8 ersichtlich, nur unwesentlich von den Ergebnissen der Gruppe der Späterblindeten. Hier wurde jedoch die Antwort "die Kamera selbst" signifikant öfter gewählt als übrige Optionen. Zwischen den Möglichkeiten "die Kamera selbst" und "der Griff des Langstocks" ergibt sich ein p-Wert von 0,050.

Welche Vorrichtung soll Sie warnen?	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
die Kamera selbst	11	45,8	22	45,8*
Griff des Langstocks	3	12,5	10	20,8
Armband oder Uhr	6	25	9	18,8
Smartphone	0	0	2	4,2
ein anderes Gerät	4	16,7	5	10,4
Gesamt	24	100	48	100

Der mit \* markierte Wert unterscheidet sich signifikant von den übrigen Optionen.

**Tabelle 8: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung**

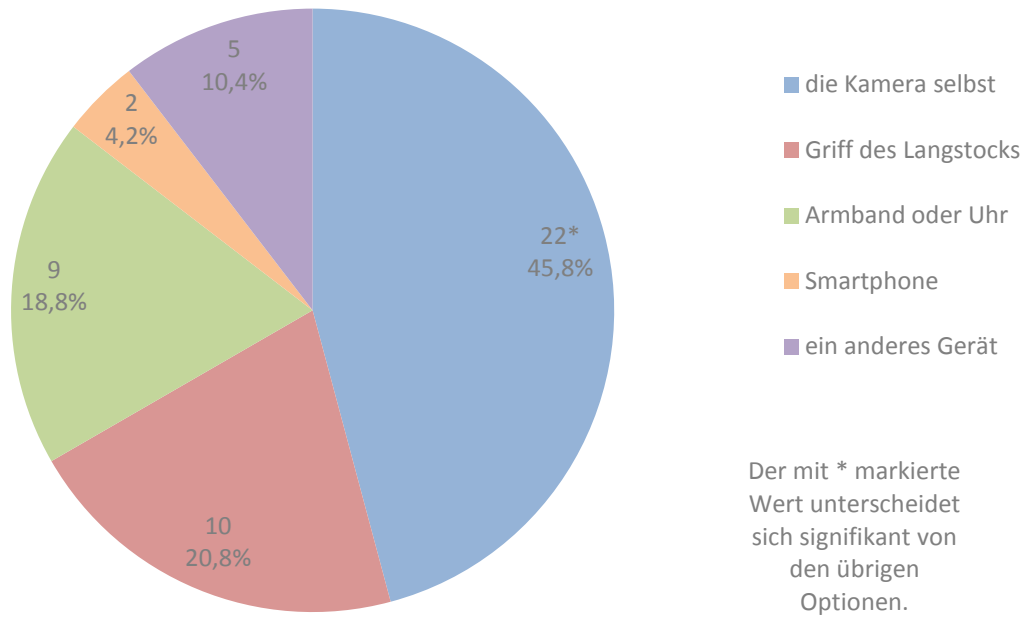


Abbildung 6: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung in der Gesamtgruppe

Welche Vorrichtung soll Sie warnen?	Wie soll die Warnung erfolgen?	Wo könnte die Kamera des Sensors angebracht werden?	Häufigkeit	Prozent
die Kamera selbst	akustisch	an einer Brille	2	50
		am Handgelenk in Form von Uhr oder Armband	1	25
		an einem Anstecker	1	25
		Gesamt	4	100
	taktil	an einer Brille	1	14,3
		am Handgelenk in Form von Uhr oder Armband	2	28,6
		an einem Anstecker	2	28,6
variabel		2	28,6	
Gesamt		7	100	
Griff des Langstocks	taktil	an einer Brille	2	66,7
		an einem Anstecker	1	33,3
		Gesamt	3	100
Armband oder Uhr	akustisch	variabel	1	100
	taktil	an einem Anstecker	2	40
		variabel	3	60
		Gesamt	5	100
ein anderes Gerät	akustisch	an einer Brille	1	33,3
		an einem Anstecker	1	33,3
		variabel	1	33,3
		Gesamt	3	100
	taktil	an einem Anstecker	1	100

**Tabelle 9: Ergebnisse zur Frage nach der warnenden Vorrichtung im Hinblick auf gewählte Warnungsart und bevorzugten Anbringungsort**

Mit der vierten Frage sollte das **Zeitintervall zwischen Warnung und bevorstehender Kollision** bestimmt werden. Die Befragten sahen sich hier mit einer schwer vorstellbaren Situation konfrontiert. Vor allem, weil es nicht um die räumliche Entfernung zweier Objekte voneinander, sondern um den Zeitablauf zwischen Auftauchen des Hindernisses und zu vermeidender Kollision geht. Es fiel teilweise schwer, sich eine konkrete Zeitspanne vorzustellen beziehungsweise die in einer Gefahrenlage benötigte Reaktionszeit einzuschätzen. Eine Probandin half sich mit dem "Durchspielen" aller Möglichkeiten, woraus das Bemühen um eine korrekte Aussage ersichtlich wird.

Zur Auswahl standen:

- länger als 10 Sekunden
- 10 Sekunden
- 5 Sekunden
- 2,5 Sekunden
- kürzer als 2,5 Sekunden
- eine einstellbare Zeit vor dem Zusammenstoß

Es war nur eine Antwort möglich. Ohne die Aussagekraft der hierzu gegebenen Antworten anzweifeln zu wollen, wird sich die ideale Zeitspanne doch erst in der Praxis dokumentieren.

Der überwiegende Teil der Probanden (nämlich 16 Personen, also 66,7%) sprach sich für „eine einstellbare Zeit vor dem Zusammenstoß“ aus. Dieser Wert unterscheidet sich signifikant von den übrigen Optionen (p-Wert beim Vergleich der Antworten "einsetzbar" und "5 Sekunden" = 0,012). 4 Personen (16,7%) fanden "5 Sekunden" als angemessen. Jeweils 2 Personen (je 8,3%) tendierten zu "2,5 Sekunden" und "10 Sekunden". Niemand entschied sich für "über 10 Sekunden" oder "unter 2,5 Sekunden". Mit einem zwischen 2,5 und 5 Sekunden wählbaren Zeitraum deckt man also 91,7% der verlaublichen Vorstellungen ab (siehe Abbildung 7 und Tabelle 10).

Die naheliegende Vermutung, die „10 Sekunden“-Antworten stammten von älteren Teilnehmern, bestätigte sich nicht. Möglicherweise handelt es sich bei jenen 2

Antworten um eine Fehlinterpretation und sie können außer Acht gelassen werden.

Männer wählten gegenüber den Frauen signifikant häufiger „eine einstellbare Zeit vor dem Zusammenstoß“ ( $p=0,004$ ), dagegen fiel die Wahl der Frauen öfter auf „5 Sekunden“ (siehe Tabelle 11). Alle Personen, die die Möglichkeit „5 Sekunden“ wählten, waren blind (siehe Tabelle 12), ansonsten gab es kaum Unterschiede zwischen den nach Geschlechtern beziehungsweise nach Art der Sehbehinderung getrennten Gruppen. Betrachtet man die gegebenen Antworten in Bezug auf die Wahl von taktiler oder akustischer Warnung, liegen ebenfalls ähnliche Ergebnisse vor. 3 Probanden schlugen vor, das Signal dem Abstand zum Hindernis anzupassen.

Ebenfalls keine relevanten Unterschiede zeigen sich im Vergleich zur Gesamtgruppe (Abbildung 7 und Tabelle 10).

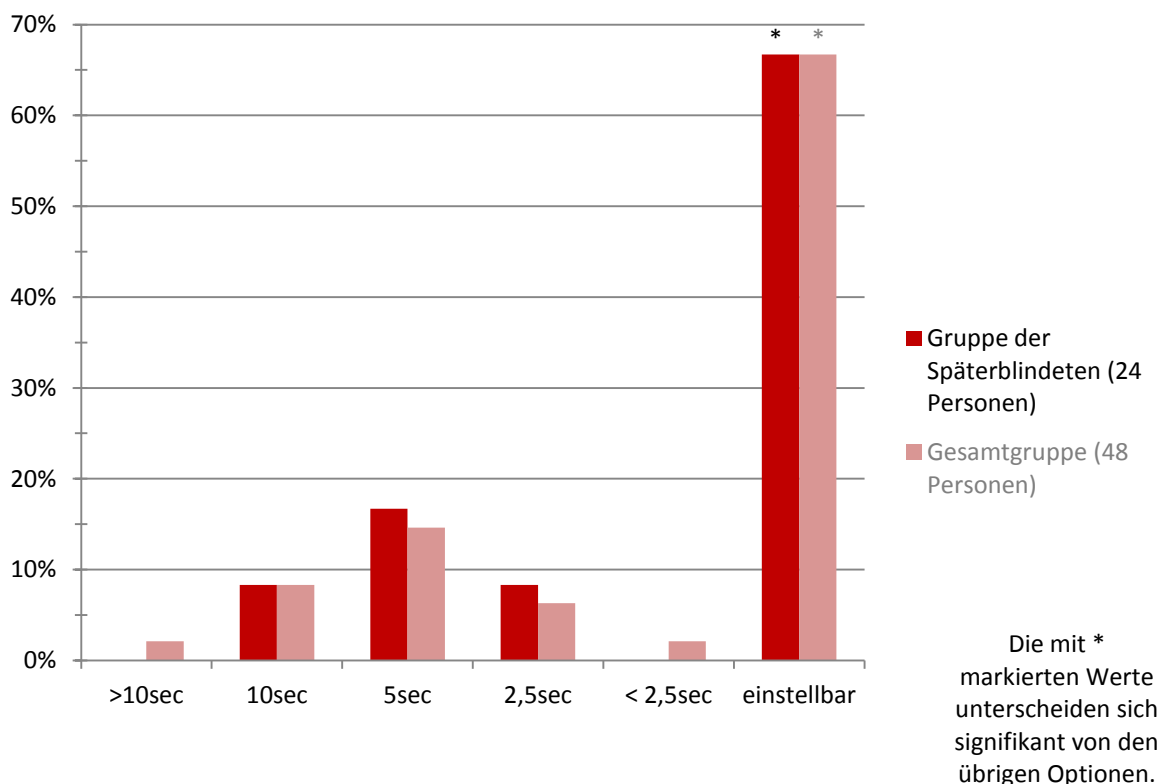


Abbildung 7: Ergebnisse zur Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß

Abstand zwischen Signal und Zusammenstoß	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
länger als 10 Sekunden	0	0	1	2,1
10 Sekunden	2	8,3	4	8,3
5 Sekunden	4	16,7	7	14,6
2,5 Sekunden	2	8,3	3	6,3
kürzer als 2,5 Sekunden	0	0	1	2,1
einstellbar	16	66,7*	32	66,7*
Gesamt	24	100	48	100

Die mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant von den übrigen Optionen.

**Tabelle 10: Ergebnisse zur Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß**

Geschlecht	Wie lange vor dem Zusammenstoß soll gewarnt werden?	Häufigkeit	Prozent
weiblich	10 sec	2	25
	5 sec	3	37,5
	2,5 sec	1	12,5
	einstellbar	2	25*
	Gesamt	8	100
männlich	5 sec	1	6,3
	2,5 sec	1	6,3
	einstellbar	14	87,5*
	Gesamt	16	100

Die beiden mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander ( $p=0,004$ ).

**Tabelle 11: Ergebnisse der Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß aufgeschlüsselt nach Geschlecht**

	Zeit bis zum Zusammenstoß	Häufigkeit	Prozent
blind	10 sec	1	6,7
	5 sec	4	26,7
	2,5 sec	1	6,7
	einstellbar	9	60
	Gesamt	15	100
hochgradig sehbehindert	10 sec	1	11,1
	2,5 sec	1	11,1
	einstellbar	7	77,8
	Gesamt	9	100

**Tabelle 12: Ergebnisse der Frage nach Abstand zwischen Warnung und Zusammenstoß aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung**

Zweck der fünften Frage war die Klärung, ob das **Warnsignal einmal oder konstant**, solange das Hindernis wahrgenommen wird, abzugeben sei. Die Antwortmöglichkeit „wählbar, entweder einmal oder dauerhaft“ stand ebenfalls zur Auswahl.

Von den Probanden kam der Hinweis, dass Vor- und Nachteile der beiden Varianten („einmal“ oder „konstant“) situationsabhängig seien. 11 Personen (45,8%) wollten selbst wählen können, ob das Signal dauerhaft oder nur einmal abgegeben wird. 9 Personen (37,5%) stimmten für eine konstante Warnung, solange das Hindernis wahrgenommen wird. Den restlichen 4 Personen (16,7%) schien es ausreichend, einmal gewarnt zu werden (siehe Abbildung 8 beziehungsweise Tabelle 13).

Personen, die eine taktile Warnung bevorzugten, gaben verglichen mit denjenigen, die eine akustische Warnung wünschten, kaum andere Antworten. Frauen entschieden sich öfter für die Antwort „dauerhaft“ und weniger oft für die Antwort „wählbar“ als Männer (Tabelle 14). Hierbei ergibt sich eine Signifikanz von  $p=0,012$ . Alter oder Ausmaß der Sehbehinderung wirkten sich nicht erkennbar auf die gegebene Antwort aus.

Wie in Abbildung 8 beziehungsweise Tabelle 13 ersichtlich, ergab die Auswertung aller 48 Fragebögen ähnliche Ergebnisse. Die Antwortmöglichkeit "einmal" wurde hier statistisch signifikant seltener gewählt als die beiden anderen Möglichkeiten ("wählbar" zu "einmal":  $p=0,001$ ; "dauerhaft" zu "einmal":  $p=0,007$ ).

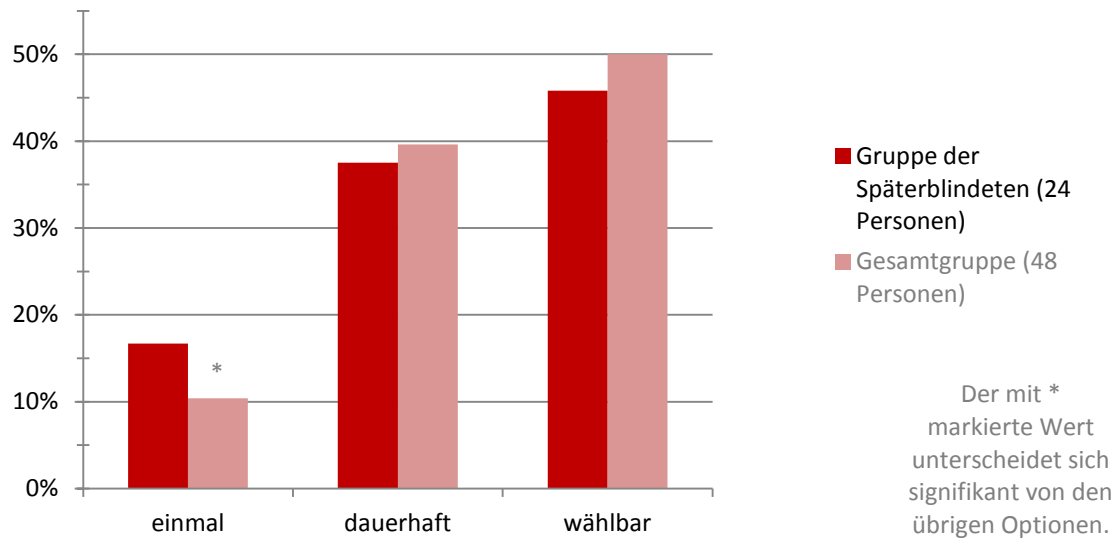


Abbildung 8: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung

Häufigkeit der Warnung	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
einmal	4	16,7	5	10,4*
dauerhaft	9	37,5	19	39,6
wählbar	11	45,8	24	50
Gesamt	24	100	48	100

Der mit \* markierte Wert unterscheidet sich signifikant von den übrigen Optionen.

Tabelle 13: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung

Geschlecht	Wie oft soll die Warnung erfolgen?	Häufigkeit	Prozent
weiblich	einmal	2	25
	dauerhaft	5	62,5
	wählbar	1	12,5*
	Gesamt	8	100
männlich	einmal	2	12,5
	dauerhaft	4	25
	wählbar	10	62,5*
	Gesamt	16	100

Die beiden mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander ( $p=0,012$ ).

Tabelle 14: Ergebnisse zur Frage nach der Häufigkeit der Warnung aufgeschlüsselt nach Geschlecht

### 3.1.3 Kommunikation mit dem Sensor

Die sechste Frage behandelte das Thema, **mit welchem Gerät Einstellungen am Sensor vorgenommen werden** sollen. Eine der zur Auswahl stehenden Antwortmöglichkeiten konnte gewählt werden:

- Sensor selbst
- Smartphone
- Tablet
- anderes zusätzliches Gerät

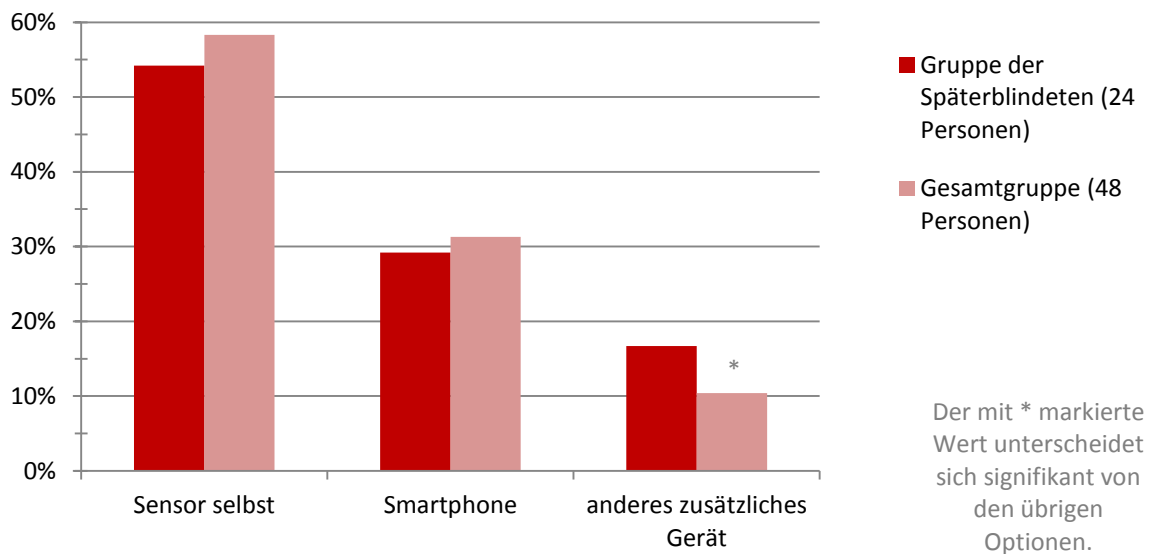
Der Großteil der Personen (nämlich 13; 54,1%) gab an, Einstellungen über den Sensor selbst vornehmen zu wollen, 7 Personen (29,2%) nannten das Smartphone als gute Kommunikationsmöglichkeit mit dem Sensor. 4 Personen (16,7%) hätten gerne ein anderes Gerät, 2 von ihnen nannten den Computer, die beiden anderen ein eigenes, spezielles Gerät. Das Tablet wurde von niemandem gewählt (Tabelle 15, Abbildung 9). Ähnliche Ergebnisse finden sich in der Gesamtgruppe (Tabelle 15, Abbildung 9). Die Möglichkeit "anderes zusätzliches Gerät" wurde in der Gesamtgruppe signifikant seltener genannt als die übrigen Möglichkeiten ("Sensor selbst" zu "anderes zusätzliches Gerät":  $p=0,000$ ; "Smartphone" zu "anderes zusätzliches Gerät":  $p=0,041$ ).

Das Smartphone sprach vorwiegend jüngere Personen an, den Sensor selbst bevorzugten vor allem Personen der Altersgruppen über 40 (Tabelle 17). Wie in Tabelle 16 ersichtlich, wählten ausschließlich Männer ein zusätzliches Gerät zur Kommunikation mit dem Sensor, 3 von ihnen waren blind (Tabelle 18). Setzt man die Angaben der hochgradig sehbehinderten mit jenen der blinden beziehungsweise die Meinungen der männlichen mit jenen der weiblichen Probanden in Relation, lassen sich sonst keine spezifischen Tendenzen erkennen.

Wie sollen Einstellungen am Sensor vorgenommen werden können?	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Sensor selbst	13	54,2	28	58,3
Smartphone	7	29,2	15	31,3
anderes zusätzliches Gerät	4	16,7	5	10,4*
Gesamt	24	100	48	100

Der mit \* markierte Wert unterscheidet sich signifikant von den übrigen Optionen.

**Tabelle 15: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät**



**Abbildung 9: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät**

Geschlecht	Mit welchem Gerät soll man Einstellungen am Sensor vornehmen können?	Häufigkeit	Prozent
weiblich	Sensor selbst	5	62,5
	Smartphone	3	37,5
	Gesamt	8	100
männlich	Sensor selbst	8	50
	Smartphone	4	25
	anderes zusätzliches Gerät	4	25
	Gesamt	16	100

**Tabelle 16: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Geschlecht**

Alter	Mit welchem Gerät soll man Einstellungen am Sensor vornehmen können?	Häufigkeit	Prozent
20-29	Smartphone	2	100
30-39	Sensor selbst	1	33,3
	Smartphone	2	66,7
	Gesamt	3	100
40-49	Sensor selbst	2	50
	anderes zusätzliches Gerät	2	50
	Gesamt	4	100
50-59	Sensor selbst	4	66,7
	Smartphone	2	33,3
	Gesamt	6	100
60 und darüber	Sensor selbst	6	66,7
	Smartphone	1	11,1
	anderes zusätzliches Gerät	2	22,2
	Gesamt	9	100

**Tabelle 17: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Altersklassen**

	Mit welchem Gerät soll man Einstellungen am Sensor vornehmen können?	Häufigkeit	Prozent
blind	Sensor selbst	7	46,7
	Smartphone	5	33,3
	anderes zusätzliches Gerät	3	20
	Gesamt	15	100
hochgradig sehbehindert	Sensor selbst	6	66,7
	Smartphone	2	22,2
	anderes zusätzliches Gerät	1	11,1
	Gesamt	9	100

**Tabelle 18: Ergebnisse zur Frage nach der Vornahme von Einstellungen am Gerät aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung**

### 3.1.4 Der zu beobachtende Bereich

Die Frage sieben richtete sich nach den vom Sensor **zu überwachenden Bereichen**. Bei dieser Frage war das Wählen mehrerer Antworten möglich:

- unter der Körpermitte
- über der Körpermitte
- seitlich
- vorne
- hinten

Alle Befragten stimmten überein, den Bereich über der Körpermitte überwacht haben zu wollen, und ebenso hielten alle die Beobachtung des Bereichs „vorne“ für unentbehrlich. 66,7%, also 16 Probanden, wollten auch den Bereich „unter der Körpermitte“ in die Überwachung des Sensors einbezogen wissen. Nur 3 Personen (12,5%) sahen eine Notwendigkeit in einer seitlichen Kontrolle. Somit wurde diese Möglichkeit statistisch signifikant häufiger ausgeschlossen ( $p=0,000$ ) als befürwortet. Diese 3 Personen stellten sich vor, dadurch zum Beispiel auf von der Seite herannahende Radfahrer oder ähnliches aufmerksam gemacht zu werden. Die Überwachung „hinten“ sah niemand als erforderlich an. (Grafische und tabellarische Darstellungen finden sich in Abbildung 10 beziehungsweise Tabelle 19.)

Da es möglich war, mehrere Antworten zu geben, sollten auch die Kombinationen an Antworten, die von den einzelnen Probanden gewählt wurden, betrachtet werden. Die Meisten, nämlich 16 Personen (66,7%), darunter der Großteil der männlichen Teilnehmer (Es ergibt sich ein signifikanter Unterschied zu den Antworten der Frauen bei einem  $p$ -Wert von 0,013.), forderten eine lückenlose Überwachung der gesamten Vorderseite (sie wählten also die Antwortmöglichkeiten "über der Körpermitte", "unter der Körpermitte" und "vorne"), um auch eine Warnung vor Gegenständen, die dem Stock entgangen sind, zu gewährleisten. 2 dieser 16 Personen wünschten sich ergänzend dazu eine seitliche Überwachung. Ein anderer Standpunkt war, dass der untere Bereich nicht von der Kamera beobachtet werden müsse, da dieser ohnehin durch den Stock abgedeckt wird. Personen, die diese Ansicht teilten, waren der Meinung, dass

hauptsächlich der obere Bereich, der vom Stock nicht ertastet werden kann, überwacht werden müsse. 8 Befragten (33,3%) reichte die Kontrolle der Vorderseite des Oberkörpers. Sie wählten also die Möglichkeiten "über der Körpermitte" und "vorne" aus. In dieser Gruppe wollte 1 Person den seitlichen Bereich inkludiert haben (Tabelle 20). Vor allem den befragten Frauen erschien die Beobachtung lediglich des über der Körpermitte liegenden Bereichs als ausreichend (Tabelle 21).

Für die alleinige Überwachung des Bereichs „unter der Körpermitte“ entschied sich niemand.

Wie in Abbildung 10 beziehungsweise in Tabelle 22 ersichtlich, kam es in der Gesamtgruppe zu ähnlichen Ergebnissen. Die Antwortmöglichkeit "seitlich" wurde zwar öfter bejaht, eine statistische Signifikanz ergibt sich jedoch nicht ( $p=0,665$ ), während innerhalb der Gruppe der Späterblindeten diese Option signifikant öfter mit "nein" beantwortet wurde ( $p=0,000$ ). Außerdem fanden sich in der Gesamtgruppe 6 Personen, die die Möglichkeit "hinten" in Betracht zogen ( $p=0,000$ ). Ebenfalls eine statistische Signifikanz ergibt sich in der Gesamtgruppe für die Option "unter der Körpermitte" ( $p=0,002$ ).

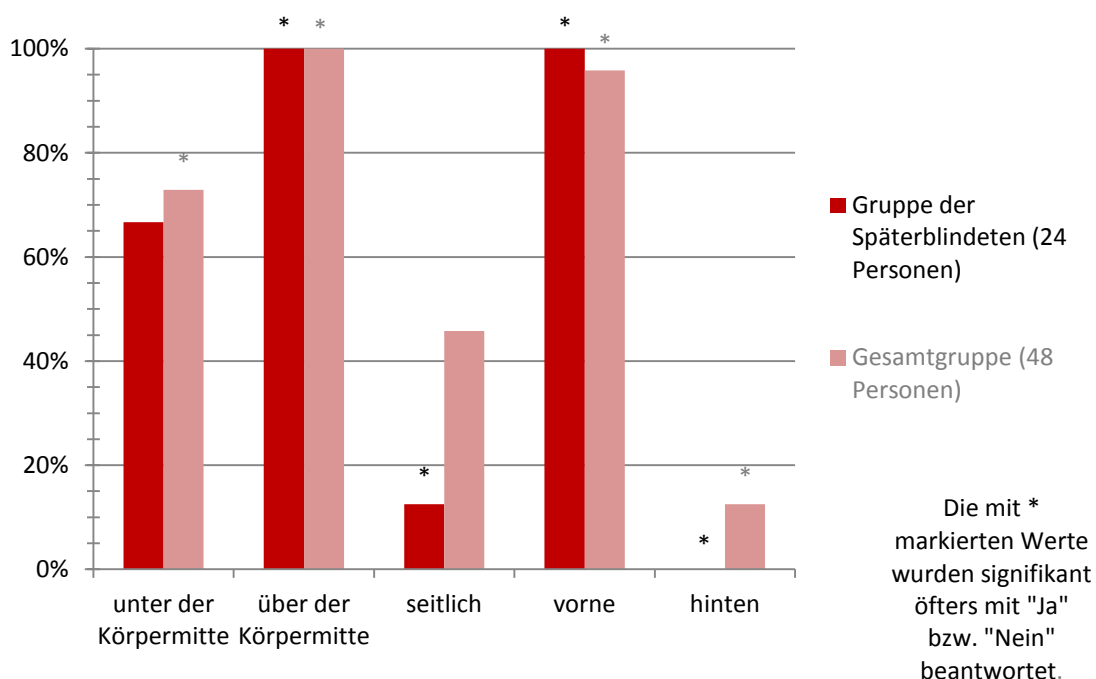


Abbildung 10: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich

Welcher Bereich soll beobachtet werden?	Gruppe der Späterblindeten					p-Wert
	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"			
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent		
unter der Körpermitte	16	66,7	8	33,3	0,152	
über der Körpermitte	24	100	0	0	/	
seitlich	3	12,5	21	87,5	0,000	
vorne	24	100	0	0	/	
hinten	0	0	24	100	/	

**Tabelle 19: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich in der Gruppe der Späterblindeten**

Welcher Bereich soll beobachtet werden?	Häufigkeit	Prozent
nur der vordere Bereich über der Körpermitte	7	29,2
nur die gesamte Vorderseite	14	58,3
nur der vordere Bereich über der Körpermitte und seitlich	1	4,2
die gesamte Vorderseite und seitlich	2	8,3
Gesamt	24	100

**Tabelle 20: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich unter Zusammenfassung der Antwortmöglichkeiten**

Geschlecht	Welcher Bereich soll beobachtet werden?	Häufigkeit	Prozent
weiblich	nur der vordere Bereich über der Körpermitte	4	50
	nur die gesamte Vorderseite	2	25*
	nur der vordere Bereich über der Körpermitte und seitlich	1	12,5
	die gesamte Vorderseite und seitlich	1	12,5
	Gesamt	8	100
männlich	nur der vordere Bereich über der Körpermitte	3	18,8
	nur die gesamte Vorderseite	12	75*
	die gesamte Vorderseite und seitlich	1	6,3
	Gesamt	16	100

Die beiden mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (p=0,013).

**Tabelle 21: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich aufgeschlüsselt nach Geschlecht**

Welcher Bereich soll beobachtet werden?	Gesamtgruppe				
	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"		p-Wert
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
unter der Körpermitte	35	72,9	13	27,1	0,002
über der Körpermitte	48	100	0	0	/
seitlich	22	45,8	26	54,2	0,665
vorne	46	95,8	2	4,2	0,000
hinten	6	12,5	42	87,5	0,000

**Tabelle 22: Ergebnisse zur Frage nach dem zu beobachtenden Bereich in der Gesamtgruppe**

Durch die Antwort auf die nächste Frage sollten die Probanden **die zu überwachende Breite** konkretisieren. Zur Auswahl standen:

- die Breite des eigenen Körpers
- eine kleinere Breite
- eine größere Breite
- eine wählbare Breite

9 Personen (37,5%) entschieden sich für eine wählbare Breite, 8 Personen (33,3%) erachteten eine dem eigenen Körper entsprechende Breite für optimal und 7 Personen (29,2%) tendierten zu einer größeren Breite. „Eine kleinere Breite“ wurde von niemandem gewählt (Abbildung 11 und Tabelle 23). Ähnliche Ergebnisse lieferte die Gesamtgruppe (Abbildung 11 und Tabelle 23).

Die statistische Auswertung dieser Frage liefert also kein eindeutiges Ergebnis, doch muss die Breite ohnehin wählbar sein, denn maßgeblich ist die der jeweiligen Person eigene Körperbreite, weshalb sich die Frage im Nachhinein als entbehrlich herausstellte. "Die Breite des eigenen Körpers" variiert schließlich von Person zu Person. Da "eine kleinere Breite" und "eine größere Breite" nur relative Werte darstellen, sind auch sie von Person zu Person unterschiedlich. Um individuellen Erfordernissen gerecht werden zu können, muss die Breite vom Nutzer frei wählbar sein.

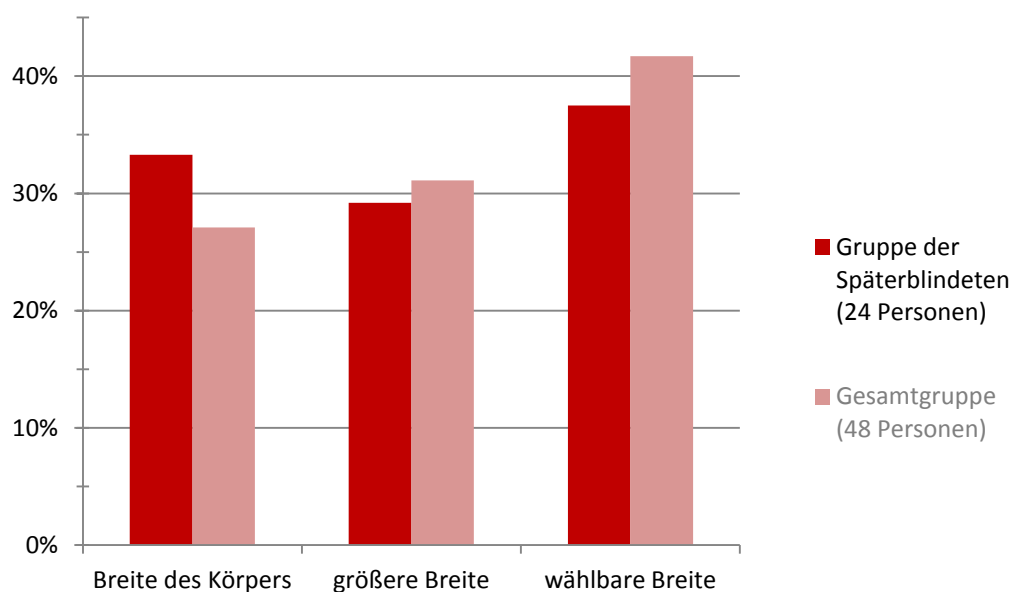


Abbildung 11: Ergebnisse zur Frage nach der zu überwachenden Breite

Welche Breite soll überwacht werden?	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Breite des eigenen Körpers	8	33,3	13	27,1
eine größere Breite	7	29,2	15	31,3
eine wählbare Breite	9	37,5	20	41,7
eine kleinere Breite	0	0	0	0
Gesamt	24	100	48	100

**Tabelle 23: Ergebnisse zur Frage nach der zu überwachenden Breite**

### 3.1.5 Funktion und Bedienbarkeit

Mittels Punktesystem sollten die Probanden die **Wichtigkeit einer optimalen Funktion** des Gerätes bewerten. Hierbei entsprach ein Punkt minimaler Relevanz. Fünf Punkte sollten bei höchster Priorität vergeben werden.

Die Bedeutung eines klaglosen Funktionierens des Sensors beurteilten bis auf einen Befragten alle (95,8%) mit "sehr wichtig". Ein aus der Reihe tanzender Proband (4,2%) vergab lediglich vier Punkte. Der Mittelwert der vergebenen Punkte liegt also bei 4,95, der Median bei 5 Punkten (25. Perzentile bei 5 Punkten, 75. Perzentile bei 5 Punkten) (Abbildung 12, Tabelle 24). Ähnliche Ergebnisse lieferte die Gesamtgruppe (Tabelle 24 und Abbildung 12).

Das vorgenannte Punktesystem fand auch bei der **Bewertung** der Bedienbarkeit Anwendung. Mit einem Punkt konnte die Unwesentlichkeit **einer einfachen Bedienung** zum Ausdruck gebracht werden. Fünf Punkte entsprachen auch hier größter Wichtigkeit.

Der Durchschnittswert der vergebenen Punkte errechnet sich diesfalls mit 4,58, der Median ebenfalls mit 5 (25. Perzentile bei 4 Punkten, 75. Perzentile bei 5 Punkten). 16 Befragte (66,7%) maßen einfacher Bedienbarkeit mit 5 vergebenen Punkten extreme Bedeutung bei. 6 Personen (25%) hielten 4 Punkte für ausreichend, die restlichen 2 Personen (8,3%) vergaben lediglich 3 Punkte (Abbildung 12, Tabelle 24).

Blinde und hochgradig sehbehinderte Personen hatten ähnliche Ansprüche, ebenso Männer und Frauen. In der Gruppe der 40-49 Jährigen trat der Wunsch nach einfacher Bedienbarkeit mit einem Mittelwert sowie einem Median von 5 (25. Perzentile bei 5 und 75. Perzentile bei 5) am deutlichsten zu Tage. Bei den 50-59 Jährigen lag der Mittelwert bei 4,8 (der Median bei 5; 25. Perzentile bei 4,75 und 75. Perzentile bei 5), bei den über 60 Jährigen nur mehr bei 4,5 (der Median bei 5; 25. Perzentile bei 4 und 75. Perzentile bei 5) (Tabelle 25). Wie in Tabelle 24 und Abbildung 12 ersichtlich, ergaben sich in der Gesamtgruppe ähnliche Werte.

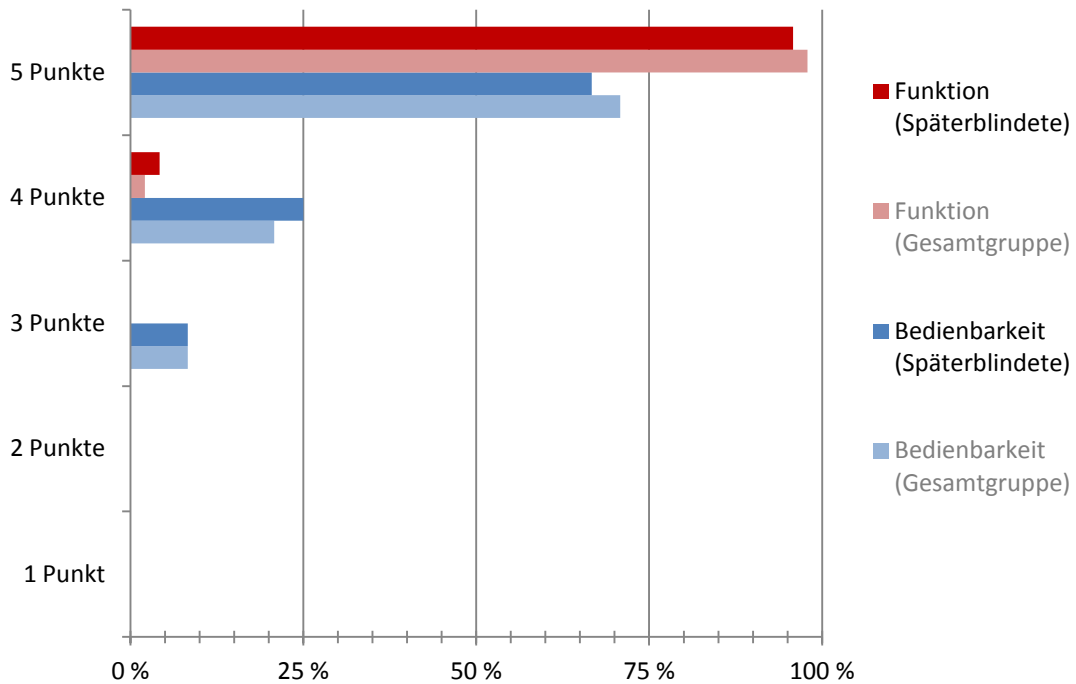


Abbildung 12: Ergebnisse zu den Fragen nach einfacher Bedienbarkeit sowie optimaler Funktion

		einfache Bedienbarkeit				optimale Funktion			
		Späterblindete		Gesamtgruppe		Späterblindete		Gesamtgruppe	
		Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
1 Punkt		0	0	0	0	0	0	0	0
2 Punkte		0	0	0	0	0	0	0	0
3 Punkte		2	8,3	4	8,3	0	0	0	0
4 Punkte		6	25	10	20,8	1	4,2	1	2,1
5 Punkte		16	66,7	34	70,8	23	95,8	47	97,9
Gesamt		24	100	48	100	24	100	48	100
Median		5		5		5		5	
(25 Perz. - 75 Perz.)		(4 - 5)		(4 - 5)		(5 - 5)		(5 - 5)	
Mittelwert		4,58		4,63		4,95		4,98	

Tabelle 24: Ergebnisse zu den Fragen nach einfacher Bedienbarkeit sowie optimaler Funktion

Alter	Relevanz einfacher Bedienbarkeit	
20-29		2 Personen
	Mittelwert	4
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	4 (4 - 4)
30-39		3 Personen
	Mittelwert	4
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	4 (3 - .)
40-49		4 Personen
	Mittelwert	5
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	5 (5 - 5)
50-59		6 Personen
	Mittelwert	4,8
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	5 (4,75 - 5)
60 und darüber		9 Personen
	Mittelwert	4,5
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	5 (4 - 5)

**Tabelle 25: Ergebnisse zur Frage nach einfacher Bedienbarkeit aufgeschlüsselt nach Altersklassen**

### 3.2 Design des Sensors

Die folgenden Fragen sollten Aufschluss über die **Bedeutung ästhetischer Aspekte** geben beziehungsweise erforschen, welchen **Stellenwert** die Befragten **der Größe** des Sensors beimessen. Es konnten wieder bis zu fünf Punkte vergeben werden, wobei fünf Punkte für „sehr wichtig“ standen, und ein Punkt für „nicht wichtig“.

Der Mittelwert der von allen Probanden gegebenen Punkte betreffend die ästhetischen Aspekte des Sensors beträgt 3,12, der Median 3 (25. Perzentile bei 2 und 75. Perzentile bei 4). Es wurden zwischen 1 und 5 Punkte vergeben. Der Großteil der Befragten (jeweils 7 Personen, also je 29,2%) maßen der Frage 3 oder 4 Punkte zu. 4 Personen (16,7%) vergaben 2 Punkte. 1 Punkt und 5 Punkte vergaben jeweils 3 Personen (je 12,5%) (siehe Tabelle 26 und Abbildung 13). Die Ansprüche der Gesamtgruppe sind mit einem Median von 3,5 (25. Perzentile bei 2,25 und 75. Perzentile bei 4) nur gering höher (Tabelle 26; siehe auch Abbildung 13).

Auffallend ist, dass Personen, die sich nicht vorstellen konnten, den Sensor zu verwenden, durchschnittlich nur 1,33 Punkte vergaben (Median bei 1; 25. Perzentile bei 1), womit der Mittelwert jener, denen eine Verwendung vorstellbar schien, auf 3,38 steigt (Median bei 3; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 4) (Tabelle 27). Bei Frauen liegt der durchschnittliche Wert der gegebenen Punkte bei 3,62 (Median bei 3,5; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 4,75) und damit höher als bei den Männern, die durchschnittlich 2,87 Punkte vergaben (Median bei 3; 25. Perzentile bei 2 und 75. Perzentile bei 4) (Tabelle 27). Bemerkenswerterweise bewerteten Blinde die Relevanz der Ästhetik mit durchschnittlich 3,46 Punkten (Median bei 4; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 4) höher als hochgradig Sehbehinderte. Letztere vergaben durchschnittlich nur 2,55 Punkte (Median bei 2; 25. Perzentile bei 1,5 und 75. Perzentile bei 3,5) (Tabelle 27).

Es wurden Zweifel an einer objektiven Beurteilbarkeit von Ästhetik geäußert, da sie etwas ganz Individuelles sei. Der Größe des Sensors wurde teilweise mehr Bedeutung beigemessen.

13 Personen (54,2%) hielten die Größe des Sensors für sehr wichtig, 8 Personen (33,3%) vergaben 4 Punkte, die übrigen 3 Personen (12,5%) nur 3 Punkte (Tabelle 26 und Abbildung 13). Somit errechnet sich ein Mittel von 4,41 Punkten. Der Median liegt bei 5 (25. Perzentile bei 4 und 75. Perzentile bei 5). In der Gesamtgruppe wurden mit einem Median von 4 (25. Perzentile bei 3,25 und 75. Perzentile bei 5) etwas niedrigere Ansprüche gestellt (siehe Tabelle 26). Personen, die eine Nutzung ihrerseits vorstellbar fanden, verhielten sich bei der Punktevergabe weitgehend konform mit jenen, die sich zur eigenen Nutzung eher ablehnend stellten. Setzt man die verschiedenen Gruppen in Relation, zeigen sich keinerlei Auffälligkeiten. Sowohl hochgradig Sehbehinderte und Blinde, Männer und Frauen sowie Teilnehmer jeder beliebigen Altersgruppe verteilten ähnlich viele Punkte.

Ästhetik			Größe					
	Späterblindete		Gesamtgruppe		Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
1 Punkt	3	12,5	6	12,5	0	0	1	2,1
2 Punkte	4	16,7	6	12,5	0	0	2	4,2
3 Punkte	7	29,2	12	25	3	12,5	9	18,8
4 Punkte	7	29,2	14	29,2	8	33,3	13	27,1
5 Punkte	3	12,5	10	20,8	13	54,2	23	47,9
Gesamt	24	100	48	100	24	100	48	100
Median (25 Perz. - 75 Perz.)	3 (2 - 4)		3,5 (2,25 - 4)		5 (4 - 5)		4 (3,25 - 5)	
Mittelwert		3,12		3,4		4,41		4,15

**Tabelle 26: Ergebnisse zu den Fragen nach Wichtigkeit von Ästhetik beziehungsweise Größe des Sensors**

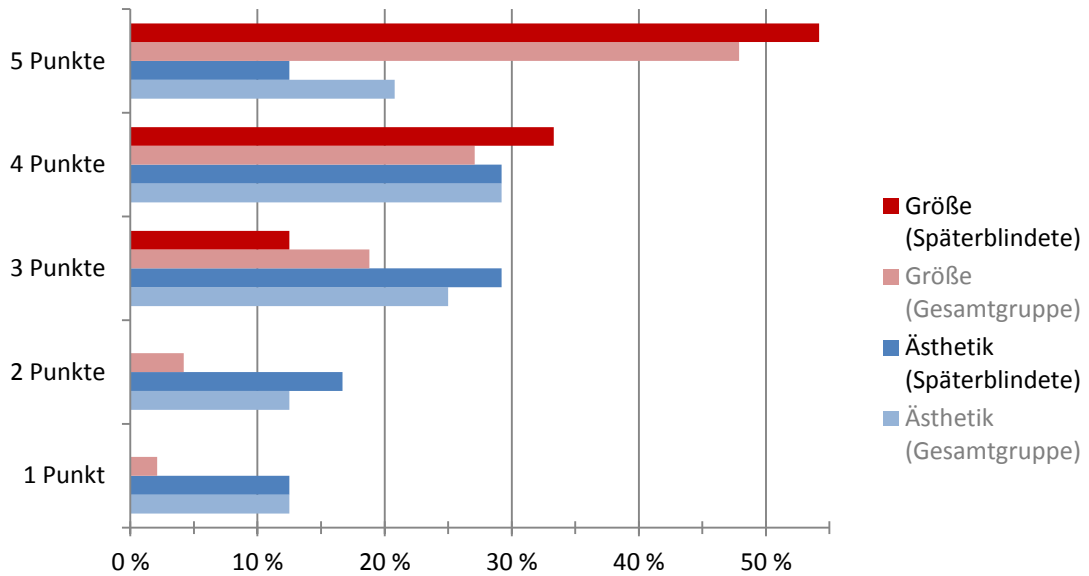


Abbildung 13: Ergebnisse zu den Fragen nach Wichtigkeit von Ästhetik beziehungsweise Größe des Sensors

Können Sie sich vorstellen, das Gerät zu verwenden?	Wichtigkeit von Ästhetik	
nein		3 Personen
	Mittelwert	1,33
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	1 (1 - .)
ja		21 Personen
	Mittelwert	3,381
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	3 (3 - 4)
Geschlecht	Wichtigkeit von Ästhetik	
weiblich		8 Personen
	Mittelwert	3,62
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	3,5 (3 - 4,75)
männlich		16 Personen
	Mittelwert	2,87
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	3 (2 - 4)
Schwere der Sehbehinderung	Wichtigkeit von Ästhetik	
blind		15 Personen
	Mittelwert	3,46
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	4 (3 - 4)
hochgradig sehbehindert		9 Personen
	Mittelwert	2,55
	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	2 (1,5 - 3,5)

Tabelle 27: Ergebnisse der Frage nach Wichtigkeit der Ästhetik des Sensors aufgeschlüsselt nach Vorstellbarkeit einer Nutzung sowie nach Geschlecht und nach Schwere der Sehbehinderung

**Welche Rolle der Preis eines solchen Sensors spielt**, sollten die Probanden ebenfalls in gegebenen Punkten ausdrücken. Es standen auch hier ein bis fünf Punkte zur Verfügung, wobei ein Punkt „nicht wichtig“ und fünf Punkte „sehr wichtig“ bedeuteten.

12 Personen (50%) vergaben bei dieser Frage 3 Punkte, 6 Personen (25%) 4 und 5 Personen (20,8%) 5 Punkte. Eine Person (4,2%) vergab nur 1 Punkt. Damit ergibt sich ein Mittelwert von 3,58 Punkten. Der Median liegt bei 3 Punkten (25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 4) und damit etwas niedriger als in der Gesamtgruppe (Median bei 4; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 5) (Tabelle 28; siehe auch Abbildung 14). Die beiden noch ihre Ausbildung absolvierenden Probanden hielten 3 beziehungsweise 5 Punkte für angemessen (Median bei 4; 25. Perzentile bei 3). Für die 11 berufstätigen Personen errechnet sich der Durchschnitt mit 3,27 (Median bei 3; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 4) und für die 11 Pensionisten mit 3,81 Punkten (Median bei 4; 25. Perzentile bei 3 und 75. Perzentile bei 5) (Tabelle 29).

Relevanz des Preises	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
1 Punkt	1	4,2	1	2,1
2 Punkte	0	0	1	2,1
3 Punkte	12	50	21	43,8
4 Punkte	6	25	11	22,9
5 Punkte	5	20,8	14	29,2
Gesamt	24	100	48	100
Median (25 Perz. - 75 Perz.)	3 (3 - 4)		4 (3 - 5)	
Mittelwert	3,58		3,75	

**Tabelle 28: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises**

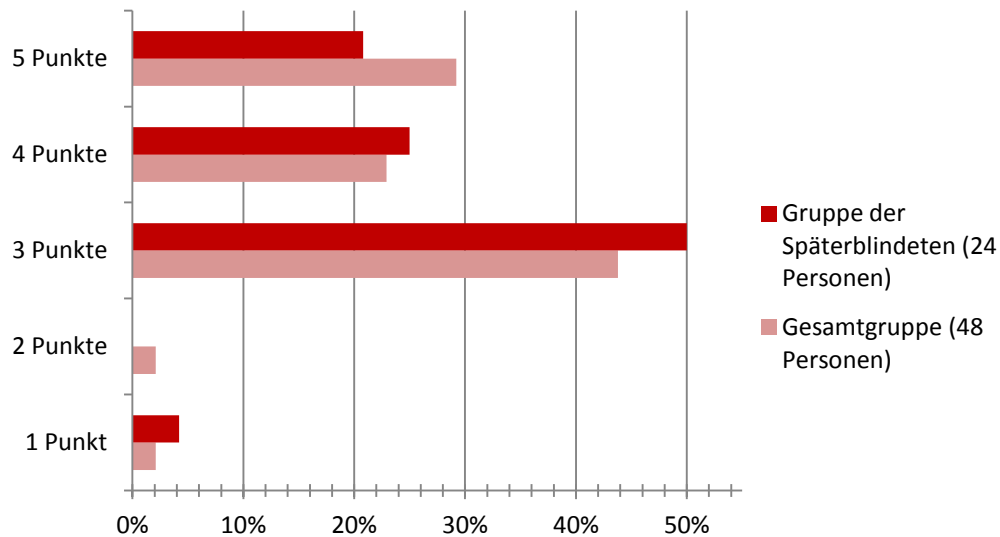


Abbildung 14: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises

	Wichtigkeit des Preises	Häufigkeit	Prozent	Median (25 Perz. - 75 Perz.)	Mittelwert
berufstätig	1 Punkt	1	9,1		
	3 Punkte	6	54,5		
	4 Punkte	3	27,3		
	5 Punkte	1	9,1		
	Gesamt	11	100	3 (3 - 4)	3,27
Ausbildung	3 Punkte	1	50		
	5 Punkte	1	50		
	Gesamt	2	100	4 (3 - .)	4
in Pension	3 Punkte	5	45,5		
	4 Punkte	3	27,3		
	5 Punkte	3	27,3		
	Gesamt	11	100	4 (3 - 5)	4

Tabelle 29: Ergebnisse zur Frage nach der Wichtigkeit des Preises aufgeschlüsselt nach Status

### 3.3 Anwendungsbereiche des Sensors und Bedarf

Den Probanden oblag es hier, sich Gedanken über **die zukünftigen Einsatzorte des Sensors** zu machen. Es durften beliebig viele der zur Verfügung stehenden Antworten ausgewählt werden:

- zu Hause
- an Verkehrsübergängen
- beim Besuch von Veranstaltungen
- bei der Arbeit
- im öffentlichen Raum
- im städtischen Bereich
- im ländlichen Bereich
- in verkehrsreicher Umgebung
- in verkehrsarmer Umgebung
- bei Spaziergängen
- gar nicht

Eine tabellarische Form der Ergebnisse findet sich in Tabelle 30.

Darüber, dass der Sensor „im städtischen Bereich“ hilfreich wäre, waren sich alle 24 Gesprächspartner einig, 17 Personen (70,8%) sahen den Einsatz „im ländlichen Bereich“ als sinnvoll an. Gegen einen Einsatz im ländlichen Bereich wurde mit seltenerem Auftreten von Hindernissen argumentiert. „In verkehrsreicher Umgebung“ bejahten 22 (91,7%;  $p=0,000$ ), dagegen „in verkehrsarmer Umgebung“ nur 15 Personen (62,5%) den Einsatz des Gerätes. 22 der Befragten, also 91,7% ( $p=0,000$ ), vertraten die Meinung, der Sensor könnte „im öffentlichen Raum“ zum Einsatz kommen.

„An Verkehrsübergängen“ empfanden 20 Personen (83,3% der Befragten;  $p=0,002$ ) als sinnvollen Einsatzort des Sensors. Viele nannten als Begründung die gerade an Straßenübergängen vorhandene Flut an Gefahrenquellen. Hinweisschilder, Ampelsäulen und ähnliches erschwerten die Orientierung. 4 Personen (16,7%) fanden den Sensoreinsatz an Verkehrsübergängen nicht zielführend und begründeten dies zumeist mit guter Passierbarkeit solcher

Bereiche durch taktile Leiteinrichtungen und akustische Ampelsignale. Der Sensor trüge eher zur Verwirrung bei.

Immerhin 16 der Befragten (66,7%) würden den Sensor „bei Spaziergängen“ einsetzen.

„Beim Besuch von Veranstaltungen“ würden nach eigenen Angaben nur 9 Personen (37,5%) den Sensor zum Einsatz bringen. Die übrigen Personen waren der Meinung, dass Veranstaltungen meist viele Besucher anlocken und im so entstandenen Gedränge permanent Warnungen abgegeben würden, auf die eine effiziente Reaktion ausgeschlossen sei. Daneben merkten die Probanden an, Veranstaltungen selten ohne Begleitung zu besuchen.

Weshalb es verständlich ist, dass keiner der Befragten die Antwortmöglichkeiten „zu Hause“ und „bei der Arbeit“ wählte, wird in der Diskussion näher erläutert. „Gar nicht“ wurde ebenfalls von niemandem ausgewählt.

Eine grafische Darstellung der Ergebnisse findet sich in Abbildung 15, ebenso eine Gegenüberstellung der Ergebnisse der Gesamtgruppe, welche jenen der Gruppe der Späterblindeten ähnlich sind (siehe auch Tabelle 31).

Stellt man die zu dieser und den beiden folgenden Fragen, nämlich **„Wo fühlen Sie sich sicher?“** und **„Wo fühlen Sie sich unsicher?“**, gegebenen Antworten gegenüber, lassen sich Parallelen erkennen: Überwiegend kam zum Ausdruck, dass sich die Befragten zu Hause, in unmittelbarer Nähe des Wohnortes und auf oft begangenen Wegen sicher fühlen. Gerade für diese Bereiche wurde die Sensornotwendigkeit eher verneint. Unsicher fühlten sich die Befragten vor allem auf stark frequentierten Verkehrsflächen, in unbekannter Umgebung, an Orten ohne verfügbarer Orientierungshilfe, wie zum Beispiel Leitlinien, Gehsteigkanten oder Hauswände, und in lärmbelasteten Bereichen. In solchen Situationen kann ein Blinder schon hin und wieder auf eine Hilfestellung angewiesen sein. Speziell in solchen Fällen hielten die Befragten den Einsatz eines kollisionsverhindernden Hilfsmittels für hilfreich (siehe auch Tabelle 32 und Tabelle 33).

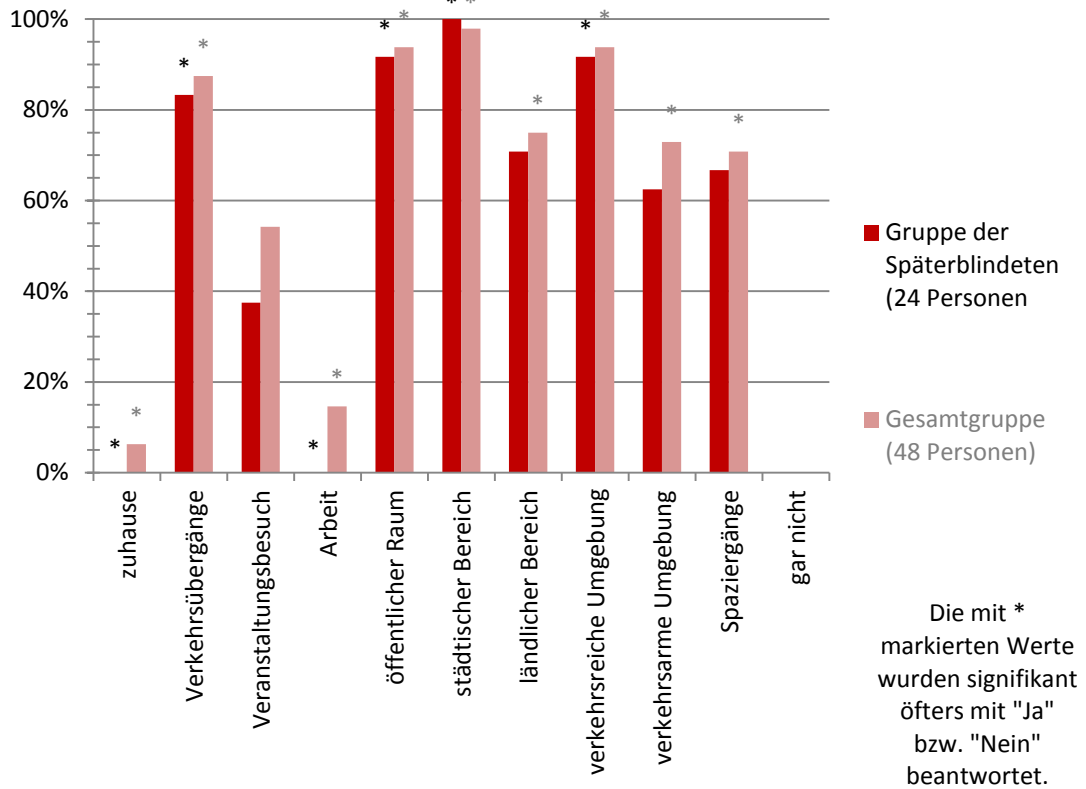


Abbildung 15: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors

Einsatzorte	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"		p-Wert
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
zu Hause	0	0	24	100	/
Verkehrsübergänge	20	83,3	4	16,7	0,002
Veranstaltungsbesuch	9	37,5	15	62,5	0,307
Arbeit	0	0	24	100	/
öffentlicher Raum	22	91,7	2	8,3	0,000
städtischer Bereich	24	100	0	0	/
ländlicher Bereich	17	70,8	7	29,2	0,064
verkehrsreiche Umgebung	22	91,7	2	8,3	0,000
verkehrsarme Umgebung	15	62,5	9	37,5	0,307
Spaziergänge	16	66,7	8	33,3	0,152
gar nicht	0	0	24	100	/

Tabelle 30: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors in der Gruppe der Späterblindeten

Einsatzorte	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"		p-Wert
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
zuhause	3	6,3	45	93,8	0,000
Verkehrsübergänge	42	87,5	6	12,5	0,000
Veranstaltungsbesuch	26	54,2	22	45,8	0,665
Arbeit	7	14,6	41	85,4	0,000
öffentlicher Raum	45	93,8	3	6,3	0,000
städtischer Bereich	47	97,9	1	2,1	0,000
ländlicher Bereich	36	75	12	25	0,001
verkehrsreiche Umgebung	45	93,8	3	6,3	0,000
verkehrsarme Umgebung	35	72,9	13	27,1	0,002
Spaziergänge	34	70,8	14	29,2	0,006
gar nicht	0	0	48	100	/

**Tabelle 31: Ergebnisse zur Frage nach möglichen Einsatzorten des Sensors in der Gesamtgruppe**

Wo fühlen sie sich am sichersten?	Häufigkeit	Prozent
bekannte Umgebung	11	45,8
Wohngegend	1	4,2
zu Hause	7	29,2
überall	3	12,5
solange es hell ist, überall	1	4,2
solange der Hund mit ist, überall	1	4,2
Gesamt	24	100

**Tabelle 32: Antworten auf die Frage "Wo fühlen Sie sich sicher?"**

Wo fühlen sie sich unsicher?	Häufigkeit	Prozent
nirgends	1	4,2
bei Dämmerung und nachts	1	4,2
in der Nähe von Gewässern	1	4,2
in ländlichen Bereichen, ohne Begleitung, wo niemand zum Fragen ist	1	4,2
wenn alleine unterwegs, und wo man sich nicht auskennt	1	4,2
in unbekannter oder fremder Umgebung	7	29,2
in unbekannter Umgebung, bei Lärm	2	8,3
in unbekannter Umgebung, bei Baulärm, in der Nähe von Baustellen	1	4,2
in unbekannter Umgebung, und wenn viel Betrieb ist	1	4,2
unbekannte Umgebung, wo es keine Anhaltspunkte (Leitlinien, signifikante Kreuzungen, Gerüche...) gibt	1	4,2
wenn es keine Anhaltspunkte gibt und bei Schnee	1	4,2
in der Stadt und in fremder Umgebung, vor allem in fremden Städten	1	4,2
in der Stadt	1	4,2
bei starkem Verkehr, in verkehrsreichen Gegenden	4	16,7
Gesamt	24	100

**Tabelle 33: Antworten auf die Frage "Wo fühlen Sie sich unsicher?"**

Orte, an denen der Sensor sinnvoll genutzt werden kann, sind, wenn auch je nach Person sehr individuell, also zahlreich vorhanden. 21 der hier Befragten (87,5%) gefiel der Gedanke, ein solches Gerät zu verwenden, vorausgesetzt es entspricht den eigenen Vorstellungen (Tabelle 34 und Abbildung 16). Hierbei handelt es sich um ein statistisch signifikantes Ergebnis ( $p=0,000$ ). 16 Befragte (66,7%) gaben an, Bedarf daran zu haben (Tabelle 34 und Abbildung 16), darunter 75% der Personen mit hochgradiger Sehschärfenverminderung, 83,3% der Personen mit verminderter Kontrastwahrnehmung und 100% der Personen mit Tunnelblick (Tabelle 35). Einige schränkten den Eigenbedarf auf bestimmte Situationen ein. Genannt wurden unter anderem der Aufenthalt in fremder Umgebung oder das Vorhandensein ungünstiger Lichtverhältnisse, wodurch es zu einer negativen Beeinflussung des Sehrestes kommen kann. 8 Personen (33,3%) bekundeten, keinen Bedarf am Sensor zu haben. Davon gehörten 4 der Altersgruppe über 60, 3 jener zwischen 50 und 59 und 1 zwischen 40 und 49 an (Tabelle 36). 6 davon waren Männer (Tabelle 37). In einem Fall bildete der Besitz eines Führhundes den

Grund der Ablehnung. 2 Personen dieser Gruppe verzichteten auf den Einsatz jeglicher Hilfsmittel. 3 weitere Personen erläuterten zum Nichtbedarf, selten oder nie alleine unterwegs zu sein. 4 Personen, die ebenfalls über eine ständige Begleitung verfügen, meldeten dennoch Bedarf am Sensor an.

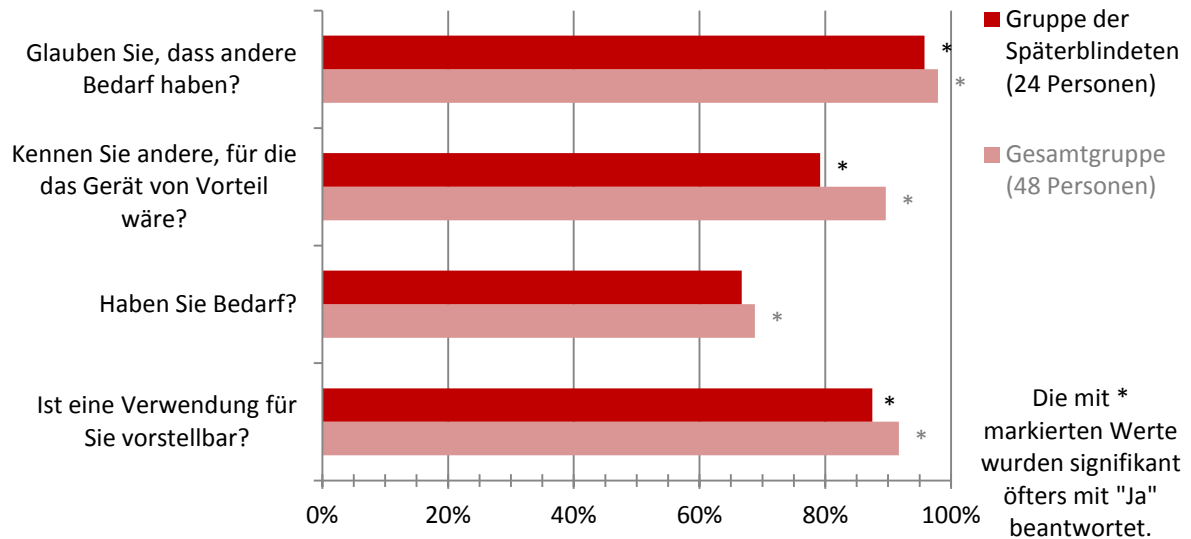
Einige Probanden gaben zu bedenken, dass die Fragen nach dem Bedarf zum jetzigen Zeitpunkt, ohne das Gerät getestet zu haben, nicht verlässlich beantwortbar seien.

19 der Befragten (79,2%) meinten, eventuell in Frage kommende Nutzer zu kennen. 23 (95,8%) nahmen an, dass Personen mit Bedarf am Sensor existierten (Tabelle 34 und Abbildung 16). Auch diese beiden Ergebnisse sind statistisch signifikant ( $p=0,007$  beziehungsweise  $p=0,000$ ).

Wie ebenfalls in Tabelle 34 und Abbildung 16 ersichtlich, kam es in der Gesamtgruppe zu ähnlichen Ergebnissen. Während in der Gruppe der Späterblindeten die Frage nach dem Eigenbedarf nicht signifikant öfter mit "Ja" beantwortet wurde, ist dies in der Gesamtgruppe der Fall ( $p=0,013$ ).

	Späterblindete			Gesamtgruppe		
	Antwort "Ja"	Antwort "Nein"	p-Wert	Antwort "Ja"	Antwort "Nein"	p-Wert
Ist eine Verwendung vorstellbar?	21 (87,5%)	3 (12,5%)	0,000	46 (91,7%)	4 (8,3%)	0,000
Haben Sie Bedarf?	16 (66,7%)	8 (33,3%)	0,152	33 (68,8%)	15 (31,3%)	0,013
Kennen Sie andere, für die das Gerät von Vorteil wäre?	19 (79,2%)	5 (20,8%)	0,007	43 (89,6%)	5 (10,4%)	0,000
Glauben Sie, dass andere Bedarf haben?	23 (95,8%)	1 (4,2%)	0,000	47 (97,9%)	1 (2,1%)	0,000

**Tabelle 34: Ergebnisse zu den Fragen nach Vorstellbarkeit einer Nutzung, Eigenbedarf und Bedarf anderer beziehungsweise Eignung für andere**



**Abbildung 16: Ergebnisse zu den Fragen nach Vorstellbarkeit einer Nutzung, Eigenbedarf und Bedarf anderer beziehungsweise Eignung für andere**

	Bedarf	Häufigkeit	Prozent
Tunnelblick	ja	2	100
	nein	0	0
	Gesamt	2	100
zentraler Bildausfall	ja	3	75
	nein	1	25
	Gesamt	4	100
verminderte Kontrastwahrnehmung	ja	5	83,3
	nein	1	16,7
	Gesamt	6	100
hochgradige Sehschärfenverminderung	ja	6	75
	nein	2	25
	Gesamt	8	100
verstärkte Blendungsempfindlichkeit	ja	5	71,4
	nein	2	28,6
	Gesamt	7	100

**Tabelle 35: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Art der hochgradigen Sehbehinderung**

Alter	Besteht für Sie Bedarf?	Häufigkeit	Prozent
20-29	ja	2	100
30-39	ja	3	100
40-49	nein	1	25
	ja	3	75
	Gesamt	4	100
50-59	nein	3	50
	ja	3	50
	Gesamt	6	100
60 und darüber	nein	4	44,4
	ja	5	55,6
	Gesamt	9	100

**Tabelle 36: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Altersklassen**

Geschlecht	Besteht für Sie Bedarf?	Häufigkeit	Prozent
weiblich	nein	2	25
	ja	6	75
	Gesamt	8	100
männlich	nein	6	37,5
	ja	10	62,5
	Gesamt	16	100

**Tabelle 37: Ergebnisse der Frage nach Eigenbedarf aufgeschlüsselt nach Geschlecht**

Mit einer weiteren Frage sollte ermittelt werden, **für welche Personen oder Personengruppen der Sensor besonders von Vorteil wäre**. Die Probanden konnten wieder mehrere der vorgegebenen Möglichkeiten als Antwort wählen:

- blind
- hochgradig sehbehindert
- jüngere Personen
- ältere Personen
- Personen, bei denen die Sehbehinderung eine besonders hohe Verunsicherung verursacht
- Personen mit Erfahrung im Umgang mit Hilfsmitteln
- Personen, deren Blindheit/Sehbehinderung von Geburt an besteht
- Personen, deren Blindheit/Sehbehinderung zu einem späteren Zeitpunkt aufgetreten ist

Eine grafische Darstellung der gegebenen Antworten findet sich in Abbildung 17, eine tabellarische Zusammenfassung in Tabelle 38. Wie in dieser Tabelle ersichtlich, wurden sämtliche Möglichkeiten statistisch signifikant oft ausgewählt.

Alle Befragten stimmten überein, dass speziell blinde Personen besonders vom zu entwickelnden Gerät profitieren könnten. 19 (79,2%) glaubten, dass auch hochgradig sehbehinderte Personen einen Nutzen davon hätten.

Viel diskutiert wurde, ob Späterblindete eher vom Sensor profitieren könnten als Geburtsblinde. Eine Ansicht war, von Geburt an Sehbehinderte hätten ihr Handicap besser im Griff, eine andere, Späterblindeten käme die Erinnerung an die Zeit des Sehens zu Gute, indem sie über ein konkreteres Vorstellungsvermögen verfügten. Für 23 Befragte (95,8%) machte die Antwortmöglichkeit „Personen, deren Blindheit/Sehbehinderung zu einem späteren Zeitpunkt aufgetreten ist“ Sinn. Geburtsblinde erachteten 19 Personen (79,2%) als geeignete Zielgruppe. Natürlich muss bedacht werden, dass hier nur die Meinungen Späterblindeter betrachtet werden.

21 Personen (87,5%) wählten die Antwortmöglichkeit "jüngere Personen", oftmals mit der Begründung, dass junge Menschen im Umgang mit Technik geübter seien. Ein Gegenargument war, dass junge Leute viel geschickter mit ihrer

Sehbehinderung umgehen und daher auf ein solches Hilfsmittel nicht angewiesen sind. Bezüglich der Nutzung eines solchen Geräts durch ältere Personen, schränkte man ein, dass diese oft vor komplizierter Technik zurückschrecken sowie ihre Lernfähigkeit und Lernwilligkeit mit steigendem Alter abnimmt. Aus einem relativ unkomplizierten Gerät könnten aber durchaus auch ältere Personen einen Nutzen ziehen. 19 Personen (79,2%) wählten die Antwortmöglichkeit „ältere Personen“.

Einige Probanden verliehen der Hoffnung Ausdruck, dass „Personen, bei denen die Sehbehinderung eine besonders hohe Verunsicherung verursacht“ profitieren könnten, indem durch den Gebrauch des Sensors vielleicht Ängste vor dem alleinigen Betreten unbekanntem Terrains überwunden werden. Jeder ohne Unterstützung bewältigte Schritt steigert die Selbstständigkeit und damit das Selbstwertgefühl sowie die Lebensqualität. 20 Personen (83,3%) wählten diese Antwortmöglichkeit. Die übrigen 4 Personen (16,7%) glaubten, dass solchen Personen durch einen Sensor kaum mehr Sicherheit gegeben werden kann.

Was die Erfahrung im Umgang mit anderen Hilfsmitteln anbelangt, merkten die Befragten an, dass ein Mehr an Erfahrung natürlich kein Ausschlusskriterium zur Sensornutzung sei. Einige meinten, es sei von Vorteil, andere wiederum glaubten, dass auch Personen ohne Hilfsmittelerfahrungen gut mit dem Sensor zu Recht kommen würden. Auch die Vermutung, dass Personen mit umfangreichen Hilfsmittelerfahrungen den geplanten Sensor nicht in Betracht ziehen würden, wurde geäußert. 19 Probanden (79,2%) wählten die Antwortmöglichkeit „Personen, mit Erfahrung im Umgang mit Hilfsmitteln“. Es fällt auf, dass jene 5 Probanden, die diese Antwortmöglichkeit nicht wählten, ein Mobilitätstraining absolviert hatten, hingegen all jene 11 Personen ohne ein solches Mobilitätstraining sehr wohl dieser Ansicht waren.

In Personen, deren Sehvermögen kontinuierlich abnimmt oder deren Sehleistung sich nach den gegebenen Lichtverhältnissen richtet, sah man ebenfalls potentielle Nutznießer des Sensors, da sich diese Personen immer wieder aufs Neue an die Gegebenheiten anpassen müssen.

In der folgenden Ansicht stimmten alle Befragten überein: Jede der angeführten Personengruppen kann vom Sensor profitieren. Es liegt im Einflussbereich des Einzelnen, durch seine Lernbereitschaft und sein individuelles Geschick, persönliche Vorteile aus dem Gerät zu ziehen.

Wie in Abbildung 17 und Tabelle 39 ersichtlich, fielen die Ergebnisse in der Gesamtgruppe ähnlich aus.

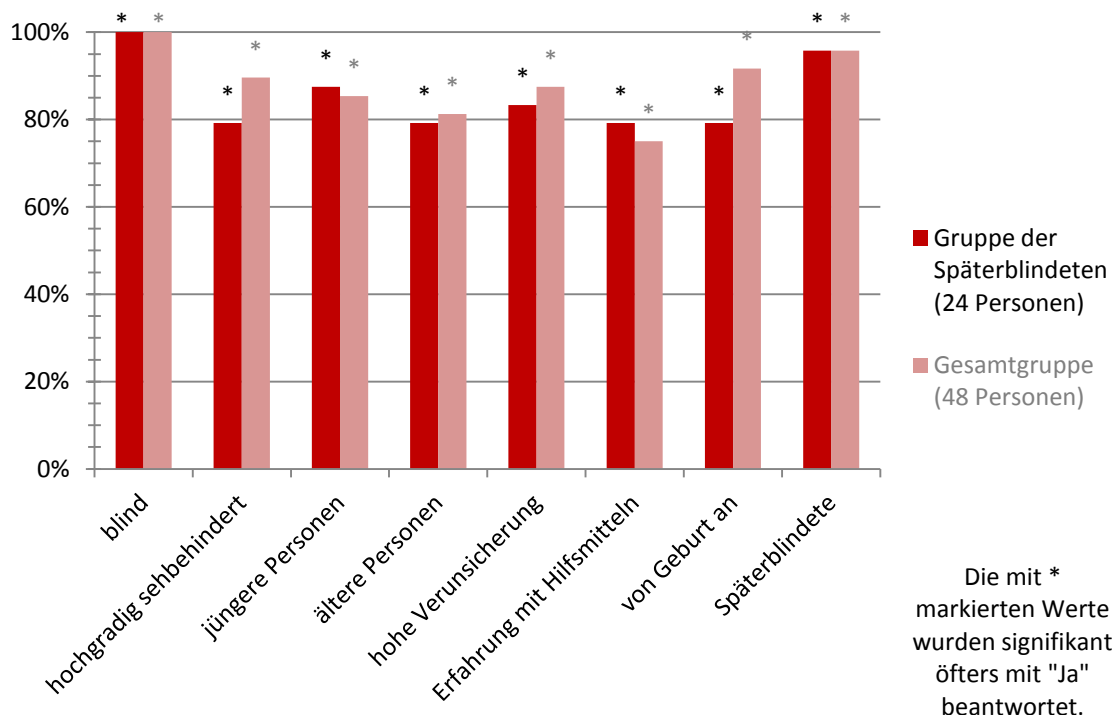


Abbildung 17: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf

Personengruppe	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"		p-Wert
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
blind	24	100	0	0	/
hochgradig sehbehindert	19	79,2	5	20,8	0,007
jüngere Personen	21	87,5	3	12,5	0,000
ältere Personen	19	79,2	5	20,8	0,007
hohe Verunsicherung	20	83,3	4	16,7	0,002
Erfahrung mit Hilfsmitteln	19	79,2	5	20,8	0,007
Sehbehinderung von Geburt an	19	79,2	5	20,8	0,007
Späterblindete	23	95,8	1	4,2	0,000

Tabelle 38: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf in der Gruppe der Späterblindeten

Personengruppe	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"		p-Wert
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	
blind	48	100	0	0	/
hochgradig sehbehindert	43	89,6	5	10,4	0,000
jüngere Personen	41	85,4	7	14,6	0,000
ältere Personen	39	81,3	9	18,8	0,000
hohe Verunsicherung	42	87,5	6	12,5	0,000
Erfahrung mit Hilfsmitteln	36	75	12	25	0,001
Sehbehinderung von Geburt an	44	91,7	4	8,3	0,000
Späterblindete	46	95,8	2	4,2	0,000

**Tabelle 39: Ergebnisse zur Frage nach Personengruppen mit möglichem Bedarf in der Gesamtgruppe**

Schließlich sollten die Probanden mittels Punktwertung beurteilen, **für wie sinnvoll sie das geplante Gerät erachten**. Die Skala reichte von 1 bis 5, wobei ein Punkt für „nicht sinnvoll“ stand und fünf Punkte „sehr sinnvoll“ bedeuteten.

Durchschnittlich vergaben die Befragten 4,33 Punkte, was einen Median von 5 ergibt (25. Perzentile bei 4 und 75. Perzentile bei 5). 5 Punkte wurden von 13 Personen (54,2%), 4 Punkte von 6 Personen (25%) und 3 Punkte von 5 Personen (20,8%) vergeben (Tabelle 40, Abbildung 18). Von zwei Personen wurde erwähnt, dass die Leistbarkeit und Zuverlässigkeit des Sensors als Voraussetzung für die vergebene Punktezahl anzusehen sei. Ein Alterstrend oder eine geschlechtsabhängige Tendenz lässt sich kaum feststellen. Blinde vergaben durchschnittlich um 0,71 Punkte weniger als hochgradig Sehbehinderte. Der Median der Blinden lag bei 4 (25. Perzentile bei 3, 75. bei 5), der Median der hochgradig Sehbehinderten bei 5 (25. Perzentile bei 4,5 und 75. bei 5) (Tabelle 41). Die Wertung der Personen mit Bedarf am Sensor ging weitgehend konform mit jener der Personen ohne solchen.

Die Ergebnisse der Gesamtgruppe unterscheiden sich nur unwesentlich von diesen Ergebnissen (Abbildung 18 und Tabelle 40).

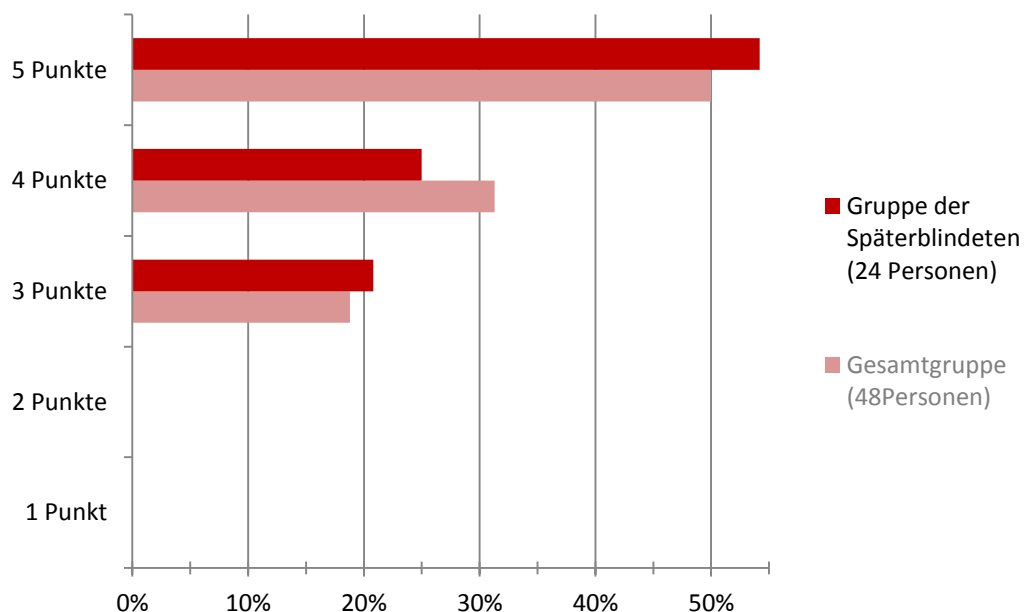


Abbildung 18: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?"

Wie sinnvoll ist der Sensor?	Späterblindete		Gesamtgruppe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
1 Punkt	0	0	0	0
2 Punkte	0	0	0	0
3 Punkte	5	20,8	9	18,8
4 Punkte	6	25	15	31,3
5 Punkte	13	54,2	24	50
Gesamt	24	100	48	100
Median (25 Perz. - 75 Perz.)	5 (4 - 5)		4,5 (4 - 5)	
Mittelwert	4,33		4,31	

**Tabelle 40: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?"**

Sinnhaftigkeit des Geräts	
blind	15 Personen
Mittelwert	4,06
Median (25 Perz. - 75 Perz.)	4 (3 - 5)
hochgradig sehbehindert	9 Personen
Mittelwert	4,77
Median (25 Perz. - 75 Perz.)	5 (4,5 - 5)

**Tabelle 41: Ergebnisse zur Frage "Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor?" aufgeschlüsselt nach Schwere der Sehbehinderung**

### 3.4 Andere Hilfsmittel

Befragt wurden die Probanden des Weiteren, **welche Mobilitätshilfen sie derzeit einsetzen**, ob sich darunter eine dem geplanten Sensor ähnliche technische Orientierungshilfe befindet, oder ob sie ein derartiges Gerät schon einmal getestet haben.

In der Praxis kommen hauptsächlich visuelle und taktile Hilfsmittel zum Einsatz. Zu den visuellen Hilfsmitteln gehören unter anderem Monokulare. Bei vorhandenem Sehrest erleichtern sie das Lesen wichtiger Informationen (z. B. Tafeln an Bushaltestellen oder Hausnummern). Zur Verstärkung von Kontrasten gibt es spezielle Kantenfilterbrillen. Zu den taktilen Hilfen zählt der Langstock. Auch ein Führhund ist befähigt, Hindernisse anzuzeigen. Ultraschallgeräte und akustische Orientierungshilfen haben sich bisher nicht durchgesetzt[4].

Im vorliegenden Fall konzentrierten sich die Fragen nur auf Langstock, Führhund, Brillen und Sonnenbrillen, und zwar mit diesem Ergebnis: An erster Stelle der Orientierungshilfen stand der Langstock. 20 Teilnehmer (83,3%) nannten ihn als permanentes Hilfsmittel. 9 der Befragten (37,5%) halfen sich mit einer Sonnenbrille gegen die Blendungsempfindlichkeit. Unter den Probanden befanden sich überdies 7 Träger einer optischen Brille (29,2%). Einmal (4,2%) fungierte ein Führhund als ständiger Begleiter. Eine technikerunterstützte Hilfe in Form eines Navigationsgerätes nutzte nur ein einziger der Interviewpartner (4,2%) (Tabelle 42 und Abbildung 19). Andererseits erfreut sich das Mobilitätstraining regen Zuspruches, was die 13 Absolventen (54,2%) einer derartigen, mobilitätsfördernden Ausbildung unter den Befragten belegen (Tabelle 43 und Abbildung 20).

Ein Einziger (4,2%) zog es in Betracht, den Sensor ohne zusätzliche Hilfsmittel einzusetzen. Abhängig sei dies allerdings von einem einwandfreien Funktionieren. Alle übrigen Befragten (23, also 95,8%) sprachen sich für eine Kombination mit den bereits bewährten Helfern aus.

Auf regelmäßig veranstalteten Hilfsmittelausstellungen informieren sich Betroffene sehr wohl über angebotene Hilfen. Aber obwohl man durchwegs über technische

Orientierungshilfen Bescheid wusste, hatten nur 7 der Befragten (29,2%) nähere Bekanntschaft in Form von Tests mit ihnen gemacht (Tabelle 43). 2 testeten dabei ein Navigationsgerät, 3 Sonic guide (eine Brille, die mittels Ultraschall Hindernisse ortet) und 2 ein am Langstock fixiertes Orientierungssystem. Positive Aspekte dieser Tests traten in den Hintergrund, da sich die Erinnerung überwiegend auf Nachteiliges beschränkte. Anerkennend vermerkt wurde zu Sonic guide, dass Hindernisse über der Taille geortet werden, welche dem Stock verborgen blieben. Weiters gestand man sowohl Sonic guide als auch dem am Langstock montierten Orientierungssystem das Aufspüren der Hindernisse rechtzeitig vor der Kollision zu. Der geplante Sensor wird diese Vorteile auch aufweisen.

Als gravierender stellten sich die Nachteile dar: Bei Sonic guide bemängelte man die Funktionsweise. Das unaufhörlich vernehmbare Geräusch wurde als irritierend bezeichnet. Des Weiteren wurde kritisiert, dass nicht alle Körperteile abgedeckt und Stufen nicht angezeigt würden. Das am Stock befestigte Orientierungssystem empfand man als bei der Stockhandhabung hinderlich. Darüber hinaus beklagte man die unzuverlässige Arbeitsweise. Das Navigationsgerät soll nur ansatzweise behandelt werden, da es in seiner Funktionsweise dem geplanten Sensor nicht vergleichbar scheint. Hauptkritikpunkt waren die häufigen Empfangsstörungen, mit denen der Benutzer vor allem im städtischen Bereich zu kämpfen hat. Die wenig einfache Bedienbarkeit und unhandliche Größe bildeten weitere Ablehnungsgründe. Zu allen besprochenen Geräten wurde übereinstimmend die Preis-Leistungs-Relation beklagt.

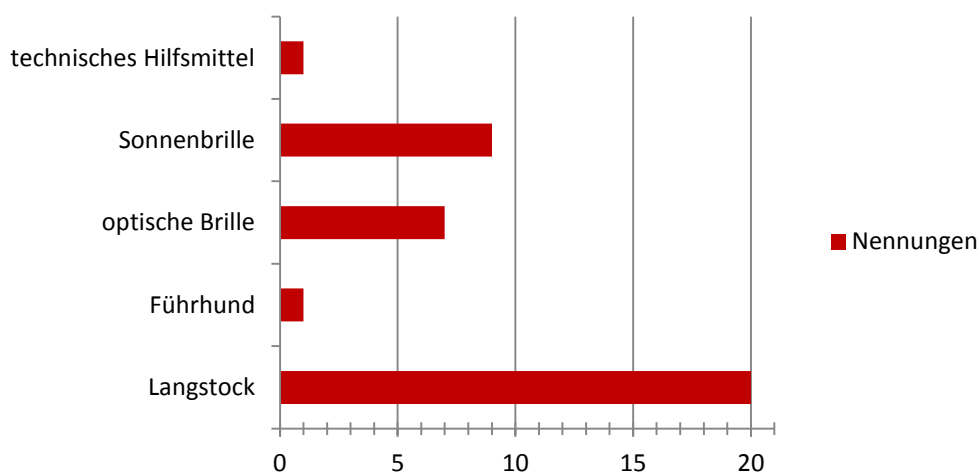
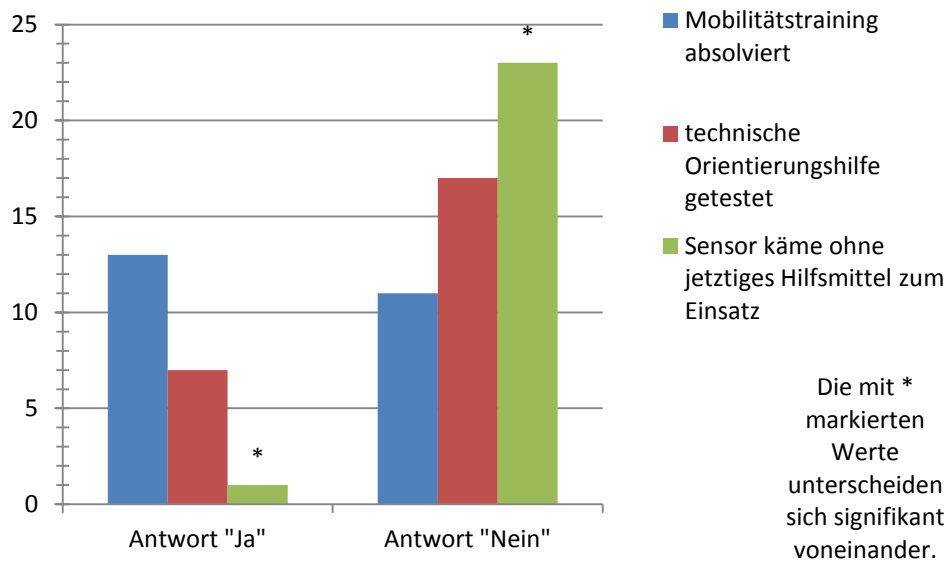


Abbildung 19: Angaben der Personen zur Frage nach den derzeit verwendeten Hilfsmitteln

derzeitiges Hilfsmittel	Nennungen	Prozent
Langstock	20	83,3
Führhund	1	4,2
optische Brille	7	29,2
Sonnenbrille	9	37,5
technisches Hilfsmittel	1	4,2

**Tabelle 42: Angaben der Personen zur Frage nach den derzeit verwendeten Hilfsmitteln**



**Abbildung 20: Antworten zu den Fragen nach absolviertem Mobilitätstraining, bereits getesteten Hilfsmitteln und Verwendung des Sensors**

	Antwort "Ja"		Antwort "Nein"	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Mobilitätstraining absolviert	13	54,2	11	45,8
technische Orientierungshilfe getestet	7	29,2	17	70,8
Sensor käme ohne jetziges Hilfsmittel zum Einsatz	1	4,2*	23	95,8*

Die mit \* markierten Werte unterscheiden sich signifikant voneinander (p=0,000)

**Tabelle 43: Ergebnisse zu den Fragen nach absolviertem Mobilitätstraining, bereits getesteten Hilfsmitteln und Verwendung des Sensors**

## 4. Resultate der Literaturrecherche zu Sehbehinderung und Blindheit

Eine signifikante Rolle bei der Auswahl adäquater Hilfsmittel spielt nicht nur der Grad, sondern auch die Art der bestehenden Sehbehinderung. Die häufigsten Ursachen für eine Sehbehinderung oder Erblindung sollen im Rahmen dieser Arbeit beleuchtet werden (siehe auch Abbildung 21).

In den Industrieländern sind Erkrankungen der Retina mit 30% die häufigste Ursache für eine Erblindung. Diabetes mellitus, arterielle Hypertonie und die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) sind maßgeblich an diesen Erkrankungen beteiligt.

Mit 11% liegt das Glaukom an zweiter Stelle der Erblindungsursachen, gefolgt von Erkrankungen des Sehnervs und der Katarakt mit jeweils 9%. An fünfter Stelle rangiert mit 5% die Uveitis.

Die verbleibenden 36% nehmen Unfälle, Erbkrankheiten und andere Ursachen ein[3].

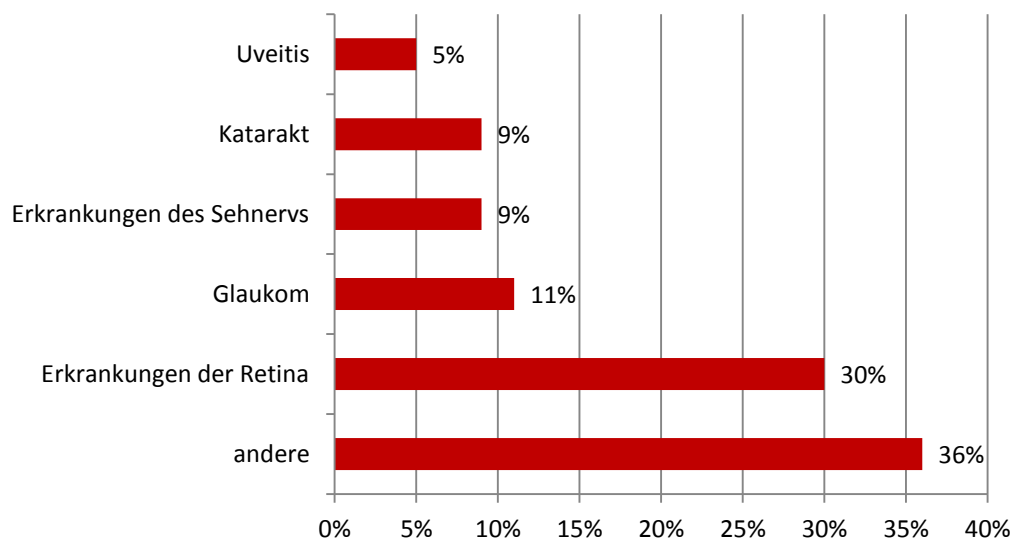


Abbildung 21: Erblindungsursachen in Industrieländern und ihre Häufigkeit[3]

Global gesehen werden die Erblindungsursachen mit 46% von der Katarakt angeführt, gefolgt von Glaukomen mit 12%, AMD mit 9% und diabetischer Retinopathie sowie Hornhauttrübungen mit jeweils 5% [5]. Ein näheres Eingehen darauf erübrigt sich, da das Einsatzgebiet des Sensors wohl überwiegend in Industrieländern zu suchen sein wird.

Die WHO unterteilt Einschränkungen des Sehvermögens in 5 Grade:

1. Größere Funktionseinschränkung auf einem Auge

Das bessere Auge hat eine Sehschärfe von 1,0, das schlechtere 0,3 oder weniger, was das räumliche Sehen beeinträchtigt.

2. Mäßige Funktionseinschränkung beider Augen

Beide Augen haben eine Sehschärfe zwischen 0,7 und 0,4.

3. Sehbehinderung auf beiden Augen

Die Sehschärfe des ersten Auges liegt zwischen 0,3 und 0,06, die des zweiten Auges beträgt 0,3 oder weniger. Das Lenken eines PKWs ist nicht mehr zulässig.

4. Hochgradige Sehbehinderung

Die Sehschärfe des ersten Auges liegt zwischen 0,05 und 0,03, die des zweiten Auges beträgt 0,05 oder weniger.

5. Blindheit oder gleichzustellen mit Blindheit

Das bessere Auge hat eine Sehschärfe von 0,02 oder weniger. Personen mit höherem Visus können bei entsprechenden Gesichtsfeldeinschränkungen trotzdem als blind eingestuft werden[3], [6].

## 4.1 Erkrankungen der Retina

Einen stetig zunehmenden Teil der Erblindungen in den Industrieländern machen Erkrankungen der Retina aus. Die Prävalenz von Wohlstandskrankheiten wie Diabetes mellitus und arterielle Hypertonie steigt kontinuierlich. Diese Erkrankungen verursachen zahlreiche Symptome und sind nebenbei fähig, die Netzhaut zu schädigen und so zu Sehbehinderung oder Erblindung zu führen. Auch die altersabhängige Makuladegeneration greift die Retina an und es kommt zu Sehverschlechterungen[3],[7].

Je nach Lokalisation der retinalen Schäden werden unterschiedliche Bereiche des Alltags beeinträchtigt. Zentrale Ausfälle bedingen eine Störung des Lesens, periphere Ausfälle, wie sie bei degenerativen Netzhauterkrankungen vorkommen, eine Beeinträchtigung der Mobilität. Treten disseminierte Läsionen und damit diffuse Ausfälle des Gesichtsfeldes auf, wie beispielsweise bei der diabetischen Retinopathie oder bei Entzündungen, kann sowohl das Lesen als auch die Orientierung eingeschränkt sein[4].

### 4.1.1 Diabetische Retinopathie

Weltweit leiden etwa 6% der Menschen an Diabetes mellitus, wobei mit einer Zunahme der Prävalenz und somit auch mit einer Zunahme der Komplikationen, wie der diabetischen Retinopathie (DR), gerechnet werden muss.

Nach 25 Jahren Krankheitsdauer leiden 17% der Typ-1-Diabetika an einem klinisch signifikanten Makulaödem. Die Gefahr einer Erblindung liegt bei 7,5%. Man nimmt an, dass die Zahl der an DR Erkrankten steigen wird und folglich die Zahl der Sehbehinderten. In der Gruppe der unter 65-Jährigen sind diabetische Mikroangiopathien die häufigste Ursache für Sehbehinderungen.

Durch die Hyperglykämie werden die Gefäße der Netzhaut geschädigt, was zur Hypoxie führt, wodurch wiederum VEGF ausgeschüttet wird, das Gefäßproliferation und eine Störung der tight junctions auslöst. Die Blut-Retina-Schranke ist gestört. Das daraus resultierende Ödem der Netzhaut verursacht einen Visusverlust[8].

Bei fortgeschrittener DR können Glaskörperblutungen, Rubeosis iridis oder Traktionsamotio als Komplikationen auftreten. Die Rubeosis iridis, also die Gefäßneubildung an der Iris, ist mit dem Verlust des Auges gleichzusetzen, da sie meist eine irreversible Erblindung verursacht. Außerdem kann sie zu einem sekundären Glaukom führen. Ebenso hat die Traktionsamotio ein besonders hohes Erblindungsrisiko. Aber auch ein Ödem kann zur vollständigen Erblindung führen. Diese Erblindung oder Sehverschlechterung bei DR tritt erst im Spätstadium durch Makulabeteiligung oder Blutungen auf und passiert plötzlich. Davor bleibt die DR lange symptomlos[3].

Bei Prüfung eines Hilfsmittels auf seine Eignung ist an die zahlreichen Komorbiditäten, verursacht durch den Diabetes, zu denken:

- koronare Herzkrankheit
- zerebrale Infarkte
- peripher arterielle Verschlusskrankheit
- Nephropathien
- Neuropathien
- diabetisches Fußsyndrom

So geht die Neuropathie mit erhöhter Sturzgefahr einher. Aber auch die weiters angeführten Komorbiditäten bringen eine zusätzliche Mobilitätseinschränkung[7].

#### 4.1.2 Fundus hypertonicus und arterioscleroticus

Hypertonie kann ebenfalls eine Schädigung der Blut-Retina-Schranke oder Gefäßverschlüsse hervorrufen. Man spricht dann von einer hypertensiven Retinopathie. Wenn es im Stadium III zu Blutungen, harten Exsudaten, Axonschwellungen und Netzhautödem oder im Stadium IV zu einem Ödem der Papille und einer Optikusatrophie kommt, können auch Gesichtsfeldausfälle und Visusverminderung auftreten.

Weiters kann es zu Blutungen und Gefäßverschlüssen kommen, die ihrerseits Ausfälle begründen[3].

Da die Lokalisation der Ausfälle Einfluss auf die Beeinträchtigungsart ausübt, muss im Einzelfall evaluiert werden, ob ein Bewegungssensor eine Hilfe darstellt. Denn ob ein Skotom zentral oder peripher auftritt, wirkt sich unterschiedlich auf die Orientierungsfähigkeit aus[4].

### 4.1.3 Altersabhängige Makuladegeneration

Die AMD ist die häufigste Erblindungsursache bei den über 65-Jährigen[3]. Die Prävalenz steigt mit dem Alter. Ab dem 50. Lebensjahr geschieht dies sogar exponentiell: 1-3% der 60-Jährigen leiden an einem Frühstadium der AMD, während es bei den 70-Jährigen bereits 20% und bei den 80-Jährigen 30-40% sind. Mit der steigenden Lebenserwartung steigt auch das Risiko, an AMD zu erkranken. Während die Zahl der Neuerblindungen bei jungen Menschen abnimmt, nehmen, bedingt durch die AMD, die Erblindungen im Alter zu. 80% aller Neuerblindungen betreffen Personen über 60[9].

Der AMD liegen Alterungsprozesse der Netzhaut und des Pigmentepithels, welche nur begrenzt regenerationsfähig sind, zugrunde. Daneben kommt es im Laufe des Lebens zunehmend zu Ablagerungen, die wiederum zu einer Dysfunktion führen. Des Weiteren entstehen Perfusionsstörungen, welche eine VEGF-Expression verursachen, die ihrerseits das späte neovaskuläre Stadium der AMD nach sich zieht.

Es kommt zu einer zunehmenden, langsamen Sehverschlechterung[3]. Das periphere Gesichtsfeld bleibt dabei zumeist erhalten, was zwar für die Orientierung von Vorteil ist, aber das Lesen beeinträchtigt[4]. Bei der neovaskulären Form der AMD kann es zum Makulaödem und somit zum plötzlichen Visusverlust und Metamorphopsien kommen. Auch Kontrast- und Farbsehen können gestört sein. Zirka 20% der Patienten sind von dieser Form betroffen. In 40% der Fälle entsteht auch am zweiten Auge eine neovaskuläre AMD. Bei 90% der Patienten mit der neovaskulären Form kommt es zu irreversiblen, schwerem Visusverlust oder zur Erblindung[3].

Anfänglich setzt man mit großem Erfolg vergrößernde Sehhilfen ein, jedoch nur vorübergehend[3], [10]. Eine Studie der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität hat gezeigt, dass bei der AMD bereits einfache Hilfsmittel große Wirkung zeigen. Die am öftesten eingesetzten Hilfsmittel waren Lupen, da der Wunsch, wieder lesen zu können, bei den meisten Patienten an erster Stelle stand. Aber auch in der Entfernung, beispielsweise in Situationen außer Haus, zeigten diese Sehhilfen einen Benefit, wenn auch keinen so großen. 22 der 105

befragten Patienten gaben an, für unterwegs gerne eine zusätzliche Hilfe zu haben[10].

Es ist bekannt, dass bei AMD-Patienten höhere Raten an Sturzgeschehen auftreten als in einer Vergleichsgruppe von gleichaltrigen Sehenden. Dies wird mit verminderter Kontrastwahrnehmung und verminderter Sehschärfe assoziiert. Die meisten Stürze geschehen außer Haus, Stolpern wird als der häufigste Grund für einen Sturz angegeben. Außerdem konnte gezeigt werden, dass auch die Verletzungsrate bei an AMD-Erkrankten Personen höher ist als in einer Vergleichsgruppe gleichaltriger Sehender. Am häufigsten (nach den Sturzgeschehen) treten Lacerationen auf, gefolgt von Kollisionen. Diese Verletzungen stehen vor allem mit verminderter Kontrastwahrnehmung im Zusammenhang[11].

## 4.2 Glaukom

Das Glaukom nimmt den zweiten Platz in der Rangfolge der Erblindungsursachen in den Industriestaaten ein. Durch unterschiedliche Pathomechanismen kommt es zu einem gestörten Abfluss des Kammerwassers und somit zum Anstieg des Augeninnendrucks. Durch den erhöhten intraokularen Druck gehen zunehmend Nervenfasern, gliales und fibrovaskuläres Gewebe des Sehnervs zugrunde, was zu fortschreitenden Ausfällen des Gesichtsfeldes führt. Diese Ausfälle manifestieren sich zuerst parazentral nasal. Anfänglich handelt es sich um relative Skotome. Das heißt, es ist ein teilweiser Verlust der Sensibilität gegeben. Später werden die Skotome absolut und dehnen sich aus. Es kommt zu einer zunehmenden Einengung des peripheren Gesichtsfeldes, bis nur mehr kleine Gesichtsfeldreste bestehen bleiben, die im weiteren Verlauf ebenfalls verloren gehen können[3]. Diese Schädigung, zuerst des peripheren Gesichtsfeldes, wirkt sich massiv auf die Orientierung aus[4].

Die mit 90% häufigste Glaukomform des Erwachsenen ist das primär chronische Offenwinkelglaukom (PCOG). Zwischen dem 60. und 70. Lebensjahr hat es seinen Häufigkeitsgipfel. Oft treten jahrelang keine Symptome auf und die Betroffenen merken erst in späten Stadien ausgedehnte Gesichtsfelddefekte.

Je früher ein PCOG diagnostiziert wird, umso besser ist die Prognose[3]. Ohne Therapie kommt es nach durchschnittlich 20 Jahren zur vollständigen Erblindung. Informationen älteren Datums zufolge erblinden 10% der Patienten beidseitig.

Beim primären Winkelblockglaukom kommt es meist zu einer rascheren Progression und stärkeren Verminderung der Sehschärfe[12].

Sekundäre Glaukomformen, beispielsweise verursacht durch Entzündungen, Blutungen oder Rubeosis iridis, haben insgesamt eine schlechtere Prognose als primäre Formen[3].

### 4.3 Erkrankungen des Sehnervs

Die Neuritis nervi optici ist ein Beispiel für Erkrankungen des Sehnervs. Sie tritt vor allem in Verbindung mit Multipler Sklerose auf. Aber auch andere Ursachen wie beispielsweise Infektionskrankheiten und fortgeleitete Entzündungen können zu einer Optikusneuritis führen. Meist sind junge Erwachsene, und häufiger Frauen, zwischen dem 20. und 45. Lebensjahr betroffen.

Typische Symptome sind eine plötzliche Verminderung der Sehschärfe und Zentralskotome. Aber auch eine Erblindung ist möglich. Die Symptome können dauerhaft bestehen, sich aber auch von selbst bessern. Leichte Defekte bleiben jedoch immer zurück[3].

Eine Durchblutungsstörung der Papille kann ebenfalls zu einer plötzlichen Erblindung führen.

Der Zentralarterienverschluss (ZAV) ist ein Beispiel dafür. Die Wahrscheinlichkeit einen ZAV zu erleiden, liegt bei 0,85 pro 100.000 Einwohner. Männer leiden häufiger an diesem Krankheitsbild, das seinen Altersgipfel zwischen dem 65. und 70. Lebensjahr hat. Symptom ist eine abrupte starke, aber schmerzlose Sehverschlechterung. Über 90% der Betroffenen weisen eine nur zur Lichtwahrnehmung oder zu Fingerzählen reichende Sehschärfe auf. Im weiteren Verlauf verbessert sich der Visus nur bei 8% der Patienten signifikant. Handelt es sich nur um einen Verschluss eines Arterienastes, ist die Visusprognose deutlich besser. Temporal bleibt meist ein Teil des Gesichtsfeldes bestehen, was die Orientierung erleichtert.

Das Spektrum der Ursachen für einen ZAV ist breit: Emboli, Gefäßspasmen, Thrombosen oder Vaskulitiden sind einige der häufigsten Auslöser. In 90% sind Verschlüsse der retinalen Arterien mit Systemerkrankungen wie Hypertonie, Diabetes mellitus, Hypercholesterinämie oder Nikotinabusus, vergesellschaftet[13].

Liegt ein arteriosklerotisches Geschehen zugrunde, ist meist nur ein Auge von der Sehverschlechterung betroffen. Bei arteriitischen Ursachen klagen die Patienten ebenfalls über eine plötzliche einseitige Sehminderung oder Erblindung. In zirka 75% kommt es jedoch auch zur Schädigung des zweiten Auges [3]. Die Riesenzellarteriitis ist mit bis zu 4% die häufigste entzündliche Ursache für einen ZAV. Bei 3% bis 18% aller Betroffenen entsteht in weiterer Folge die gefürchtete Rubeosis iridis[13].

Ein Sehnervenschwund kann vielerlei Gründe haben: Entzündungen, Durchblutungsstörungen, Traumata, erhöhter intrakranieller Druck, Alkohol- oder Nikotinabusus sowie hereditäre Ursachen.

Der Entstehungsgrund beeinflusst wesentlich die Symptomatik: von kleinen Ausfällen bis hin zu Erblindung. Therapieziel ist es, das Fortschreiten zu verhindern, denn die bereits vorhandene Schädigung ist irreversibel. Aussicht auf Erfolg besteht jedoch nur im Falle therapierbarer Ursachen. Anderenfalls ist die Prognose schlecht[3]. Bei bestimmten Optikusatrophien wird das periphere Gesichtsfeld nicht beschädigt, was die Orientierung erleichtert. Bei zentralen Skotomen ist vor allem das Lesen beeinträchtigt[4].

## 4.4 Katarakt

Bei der Katarakt handelt es sich zu 99% um eine erworbene Trübung der Linse. In 90% ist die Trübung durch einen Alterungsprozess bedingt. Seltener führen Systemerkrankungen wie Diabetes mellitus und Niereninsuffizienz, Hautleiden oder Traumata zu Linsentrübungen. Die angeborene Form der Katarakt macht weniger als 1% aus.

Die Trübung der Linse passiert schleichend. Schleiersehen, unscharfes oder verzerrtes Sehen, verstärkte Kurzsichtigkeit oder erhöhte Blendungsempfindlichkeit sind zentrale Symptome der Katarakt[3]. Beeinträchtigung der Sehschärfe des Kontrastsehens sowie erhöhte Blendungsempfindlichkeit wirken sich sowohl auf die Lesefähigkeiten als auch auf die Orientierung aus[4].

Da es sich um einen Alterungsprozess handelt, steigt mit dem Alter die Wahrscheinlichkeit einer Katarakt: bei 5% der 70-Jährigen und bei bereits 10% der 80-Jährigen liegt eine zu operierende Katarakt vor.

Während weltweit die Katarakt mit 46% die Haupterblindungsursache ist[5], hat die Erkrankung durch die modernen Operationsmethoden in den Industrieländern an Bedeutung verloren. Auch fortgeschrittene Formen der Linsentrübung können heute problemlos operativ therapiert werden. Ebenso die kongenitale Katarakt, deren Therapie möglichst früh erfolgen sollte, um einer Amblyopie vorzubeugen. Bei einer Operation nach dem ersten Lebensjahr sinken die Chancen, ein gutes Sehvermögen zu erlangen, deutlich[3],[12].

Weshalb in Industrieländern trotz guter Therapiemöglichkeiten die Katarakt 5% der Erblindungsursachen ausmacht, erklärt die Literatur nicht.

## 4.5 Uveitis

Die Uveitis ist die entzündliche Veränderung der Uvea. Diese besteht anatomisch aus Iris, Ziliarkörper, Retina und Choroidea. Je nach Lokalisation wird die Uveitis in eine Uveitis anterior (Iris und eventuell Ziliarkörper sind betroffen), eine Uveitis intermedia (die Pars plana der Retina ist betroffen), eine Uveitis posterior (die Retina oder Choroidea hinter dem Glaskörper sind betroffen) und eine Panuveitis (die gesamte Uvea ist betroffen) unterteilt. Je nach Verlauf unterscheidet man akute und chronische Entzündungen[12].

Etwa 38 von 100000 Personen der westlichen Welt leiden an einer Uveitis. Die Inzidenz liegt bei 14 bis 17 zu 100000. Vor allem junge Menschen sind von dieser Erkrankung des Auges betroffen. 70 – 90% der Patienten sind zwischen 20 und 60 Jahre alt. Die Uveitis kann vor allem bei chronisch rezidivierendem Verlauf[3] zu zahlreichen visusgefährdenden Komplikationen führen: Katarakt, Glaukom, zystoides Makulaödem (CMÖ), Hornhautbanddegeneration, Netzhautnarben, Netzhautablösungen, Neovaskularisation, Glaskörpertrübungen oder Optikusatrophie. Da oft eine dieser Folgeerkrankungen als Ursache der Sehbehinderung angegeben wird, dürfte die Uveitis als Erblindungsursache mehr als 5% ausmachen. Bei bis zu 50% der Patienten liegt eine systemische Erkrankung zugrunde.

Die häufigste Form der Uveitis ist die Uveitis anterior, die in drei Viertel der Fälle akut verläuft und eine gute Prognose hat. Lediglich 1% der Betroffenen erleidet eine dauerhafte Sehbehinderung. Im Fall einer durch Toxoplasmose verursachten Uveitis, einem Krankheitsbild, das vor allem bei jungen Erwachsenen auftritt und 10% der Uveitis-Fälle ausmacht, kommt es in mindestens 9% zu schwerer Sehbehinderung oder Erblindung (meist eines Auges [12]). Sarkoidose als Grunderkrankung führt in 10% zur Erblindung von mindestens einem Auge. Die Uveitis posterior und die Panuveitis treten in der westlichen Welt seltener auf, haben aber eine besonders schlechte Prognose[14]. Denn wenn die Entzündungsherde abheilen, entstehen chorioretinale Narben, die zu Skotomen und im Fall einer Makulabeteiligung zum Visusverlust führen[3].

Aniki Rothova et al.[15] haben in einer retrospektiven Studie mit 582 Patienten nach der Häufigkeit von Erblindung bei intraokularen Entzündungen und ihren Ursachen gesucht. 35% ihrer Patienten erlitten eine dauerhafte, signifikante Sehverschlechterung. Bei 4% entwickelte sich eine beidseitige legale Blindheit (in dieser Publikation definiert als Sehschärfe von 0,1 oder weniger), meist verursacht durch eine Uveitis posterior oder eine Panuveitis. 4,5% hatten ein blindes Auge während das zweite sehbehindert (Sehschärfe 0,3 oder weniger) blieb. Diese Fälle waren meist verursacht durch eine Panuveitis oder eine Uveitis intermedia. Bei 1,5% waren beide Augen sehbehindert, bei 11% nur ein Auge betroffen und sehbehindert und bei 14% ebenfalls nur ein Auge betroffen und blind. Als häufigste Ursache für eine Erblindung oder Sehverschlechterung im Zuge einer Uveitis wurde das CMÖ erkannt, das gleichzeitig auch die häufigste beobachtete Komplikation darstellte. 29% der CMÖ führten zur Erblindung, 41% zur Sehbehinderung. Am häufigsten trat ein CMÖ bei der Panuveitis auf (in 53%), gefolgt von der Uveitis intermedia (41%) und der Uveitis posterior (28%). Die Panuveitis stellte mit 9% Erblindungen und 19% Sehbehinderungen die visusgefährdendste Form der Uveitis dar.

Als weitere häufige Komplikationen einer Uveitis konnten die Katarakt und das Glaukom identifiziert werden, die in Bezug auf Sehverschlechterung und Erblindung nur geringen Einfluss hatten[15].

## 5. Diskussion

### Diskussion der empirischen Ergebnisse

Die Umfrage konnte zeigen, dass reges Interesse an neuen Hilfsmitteln unter den blinden und sehbehinderten Personen vorhanden ist. Einfacher Bedienbarkeit wurde ein besonders hoher Stellenwert zugemessen. Ebenso einer optimal funktionierenden Überwachung der gesamten Körpervorderseite.

Der für eine Diplomarbeit vorgesehene Zeitrahmen erlaubte es leider nicht, unzählige Interviews zu führen, und so muss mit den vorhandenen 24 Befragungen Späterblindeter das Auslangen gefunden werden. Doch die Gruppe scheint äußerst repräsentativ, zumal die Altersverteilung jener, die in der Literatur für Personen mit Blindheit und Sehbehinderung im Allgemeinen angegeben wird, entspricht. Weshalb das weibliche Geschlecht in der Stichprobe unterrepräsentiert ist, lässt sich nicht erklären. Da sich jedoch die Antworten der Frauen kaum von denen der Männer unterscheiden, kann davon ausgegangen werden, dass es bei einem Überwiegen der Frauen zu ähnlichen Ergebnissen gekommen wäre. Auch der Vergleich mit der Gesamtgruppe (bestehend aus den hier besprochenen 24 Späterblindeten und weiteren 24 Geburtsblinden) zeigt große Ähnlichkeiten.

Bei den in der Umfrage gestellten Fragen handelte es sich teilweise um sehr komplexe Themen. Es ist denkbar, dass die befragten Personen bei längerer Bedenkzeit, andere Antworten gegeben hätten. Auch Gespräche über dieses Thema der Betroffenen untereinander hätten eventuell zu veränderten Ergebnissen geführt. Auf Grund der erwähnten Komplexität sollen im Folgenden einige Anmerkungen und erläuternde Erklärungen zu den Fragen und ihren Antwortmöglichkeiten angeführt werden, um die zustande gekommenen Ergebnisse besser verstehen zu können. Diese Bemerkungen resultieren aus eigenen Erfahrungen und Überlegungen, die auch maßgeblich durch die Anschauungen der befragten Personen beeinflusst wurden:

Was den Anbringungsort der Kamera betrifft, so hat jede einzelne Antwortmöglichkeit ihre Vor- und Nachteile. Als Vorteil der Kamerapositionierung auf einer Brille erscheint, dass die Auslenkung der Kamera mit der Blickrichtung stets übereinstimmt. So kann sie nach links oder rechts, oben oder unten gerichtet werden, um die verschiedenen Bereiche nach Hindernissen abzusuchen. Allerdings wird nicht von allen Blinden das Tragen einer Brille akzeptiert, was auch aus der geführten Umfrage hervorgeht. Liegt kein durch eine Brille korrigierbarer Sehrest oder keine erhöhte Blendungsempfindlichkeit vor, oder besteht keine Lichtwahrnehmung, wird kein Nutzen aus dem Tragen einer optischen Brille oder Sonnenbrille gezogen. Letztere wird nicht selten als stigmatisierend und auffällig empfunden. Noch dazu müsste die Brille permanent getragen werden. Hinzu kommt das Problem, dass ein allen Geschmäckern gerecht werdendes Modell entworfen werden muss.

Die Vor- und Nachteile des Handschuhs entsprechen im Wesentlichen jenen von Armband und Uhr. Ein intuitives Armschwingen müsste einer unnatürlichen, die Kameraausrichtung berücksichtigende, Armhaltung weichen. Andererseits gewährleistet die Montage am Unterarm maximale Flexibilität. Dadurch wird eine variable Kameraführung und damit nahezu uneingeschränkte Blickauslenkung möglich. Ein nicht zu vernachlässigendes Problem des Handschuhs entsteht in der warmen Jahreszeit. Besonders an heißen Tagen wäre das Tragen eines Handschuhs unangenehm und für uneingeweihte Betrachter auffällig. Gravierende Fragen wirft die Materialwahl auf: Lässt sich in Textilien eine Kamera integrieren? Bietet Kunststoff den nötigen Tragekomfort? Bedacht muss überdies werden, dass nach allgemeiner Lebenserfahrung Blinde ihren Tastsinn ungleich öfter einsetzen als andere Menschen. Durch einen zwingend zu tragenden Handschuh käme es zu einem nicht unbedeutenden Ausfall desselben. Beispielsweise könnten Hinweise in Braille-Schrift, die in öffentlichen Gebäuden oder Aufzügen Personen mit Blindheit und Sehbehinderung die Orientierung erleichtern sollen, mit einem Handschuh nicht gelesen werden. Denn das nötige Fingerspitzengefühl wäre durch diesen beeinträchtigt. Nicht unerwähnt soll die zu befürchtende rasche Verschmutzung und Abnutzung des wohl aus textilen Materialien zu fertigenden Handschuhes bleiben.

Vorgenannte Nachteile fallen bei Armband und Uhr weitgehend weg. Ein Argument gegen die Uhr liegt in den eventuell höheren Produktionskosten. Nebenbei handelt es sich bei einer Uhr um einen der Mode unterworfenen, ganz persönlichen Artikel, den jeder aus einer reichhaltigen Palette wählen können möchte.

Der Anstecker hat den positiven Effekt, dass eine relativ unauffällige Gestaltung möglich ist. Für ihn sprechen die zahllos gegebenen Fixierungsstellen an der Kleidung. Vermutlich schränkt die Funktionsweise des Sensors diese aber ein. Die Körperbreite korrekt zu überwachen, muss von dem zu entwickelnden Gerät erwartet werden. Wird die Kamera am linken Revers positioniert, darf die rechte Schulter bei der Überwachung nicht außer Acht gelassen werden. Als Anstecker an der Oberbekleidung verlief die Kamerablick relativ starr nach vorne, was als Vor- oder Nachteil gelten kann.

Die Kombination aus Kamera und Langstock könnte zwei sich ergänzende Hilfsmittel vereinen. Bodennahe Hindernisse spürt, wie schon bisher, der Stock auf, die Kamera kontrolliert das für sie einsichtige, höher gelegene Areal. Stock ist allerdings nicht gleich Stock: Das gewählte Modell entspricht individuellen Vorlieben des Benutzers und wird dessen Körpergröße und Schrittlänge angepasst. Die Konstruktion nur eines Stocktyps scheidet damit aus. Einzugehen ist zudem auf die Frage, welchen Effekt die zu vollziehenden Pendelbewegungen des Stocks auf die Verlässlichkeit der Gefahrenerkennung des technischen Systems haben, und ob die Benutzerfreundlichkeit durch die Konzentration auf die Kameraausrichtung nach vorne nicht zu sehr leidet.

Die variable Anbringung stellt augenscheinlich die optimale Lösung dar, was auch aus der Umfrage hervorgeht (29,2% wählten diese Möglichkeit). Dem Blinden stünde es frei, die subjektiv ideale Position zu wählen. Folglich fiel eine Ablehnung des Sensors aufgrund divergierender Anbringungswünsche weg. Zur technischen Umsetzbarkeit dieser Variante kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine Stellung bezogen werden.

Es ist nicht weiter verwunderlich, dass nach der Umfrage der Anstecker als bevorzugter Anbringungsort für die Kamera hervorgeht (33,3% wählten diese Antwort). Tatsächlich kommt dem Anstecker der positive Aspekt seiner nahezu

unbegrenzten Variabilität zugute. Neben der Kleidung wäre bei entsprechender Ausgestaltung eine Fixierung an einem Handschuh, einem Armband oder am Stock denkbar. Lediglich die Brille scheint dafür eher ungeeignet. Der Großteil der Befragten wäre aber mit der Umsetzung als Anstecker zufriedengestellt. Die Zustimmung zum Punkt "variabel" fiel allerdings nicht signifikant geringer aus. Daraus resultierend sollte, technische Umsetzbarkeit vorausgesetzt, dennoch eine variable Ausführung angestrebt werden. Denn "variabel" inkludiert sämtliche zur Auswahl gestandenen Anbringungsorte und erfüllt damit alle Wünsche der Befragten.

Zur Art der Warnung muss Folgendes erwähnt werden: Wie Personen, die mit Blinden und Sehbehinderten Kontakt haben bewusst ist, verfügen diese oftmals über gut trainierte auditive Wahrnehmungsfähigkeiten. Sie werden ersatzweise zur Orientierung eingesetzt[4]. Akustische Ampelsignale leisten daher gute Dienste. Dieses hohe Maß an Vertrautheit mit Tönen erklärt vermutlich den hohen Zuspruch zu einer Warnung durch Ton. In lauter oder verkehrsreicher Umgebung könnte der Ton jedoch überhört werden.

In solchen Situationen wäre eine taktile Warnung in Form einer Vibration von Vorteil. Auch für schwerhörige Personen würde dies eine gute Möglichkeit darstellen. Faktum ist, dass eine Warnung durch Vibration relativ unbekannt ist und sich erst etablieren müsste. In der geführten Umfrage fand sie trotzdem große Zustimmung und wurde vom Großteil der Personen (62,5%) bevorzugt. In einer zuzugestehenden Test- beziehungsweise Eingewöhnungsphase könnten sich Interessierte Klarheit darüber verschaffen, welchem Signal der Vorzug gegeben wird oder ob die Kombination aus akustischer und taktiler Warnung eine sinnvolle Alternative bildet. Einige Probanden äußerten den Wunsch, zwischen Ton, Vibration und eventuell einer Kombination beider Funktionen wählen zu können. Würde der Warnton aufgrund hoher Lärmeinwirkung (zum Beispiel Presslufthammer im Bereich von Baustellen) nicht wahrgenommen, übernehme die Vibration die Warnung. Diese Wahlmöglichkeit scheint sehr sinnvoll und sollte auf jeden Fall angestrebt werden.

Unter „haptisch, das heißt durch einen Druckreiz“ konnten sich viele keine konkrete Funktionsweise vorstellen, was das geringe Interesse an dieser Antwortmöglichkeit in der Umfrage erklären könnte. Potentielle Nutzer müssten sohin erst durch den praktischen Umgang überzeugt werden. Durchführbar scheint diese Option lediglich bei Armband, Uhr und Handschuh.

Geht die Warnung direkt von der Kamera aus, reduziert sich der Kollisionssensor auf nur ein Gerät. Limitierende Faktoren stellen Kombinationen von Warnungsart und Anbringungsort, die problematisch werden könnten, dar. Beispielsweise würde ein vibrierender Anstecker (und der Anstecker stellt den meistgewählten Anbringungsort der Kamera dar), auf wärmender Winterkleidung fixiert, seine Aufgabe nicht zur Zufriedenheit erfüllen.

„Ein Handschuh“ bringt vor allem im Fall der Warnung mittels Vibration den Vorteil, dass Hände, wie jedem aus eigener Erfahrung bewusst ist, auf taktile Reize trainiert und für solche besonders empfänglich sind. Dagegen erweisen sich Handschuhe zur Abgabe von Tönen als schwer vorstellbar. Die Nachteile eines signalabgebenden Handschuhs entsprechen jenen, die zum Handschuh als Anbringungsort der Kamera bereits besprochen wurden.

Wie ebenfalls schon zur Wahl der Kameraposition erwähnt, spricht die zu erwartende Kostensteigerung des Sensors gegen die Uhr als warnende Einrichtung. Ein Armband hätte gegenüber dem Handschuh den Vorteil der geringeren Auffälligkeit. Außerdem fallen die im Sommer mit dem Tragen eines Handschuhs verbundenen Unannehmlichkeiten weg. Allerdings ist auch hier mit einem, wenn auch weniger raschen, Materialverschleiß zu rechnen. Die Distanz zwischen Ohr und Handgelenk schmälert eventuell die Qualifikation des Armbandes beziehungsweise der Uhr als Tonsender. Herrscht ein hoher Lärmpegel, kann vom Nutzer nicht erwartet werden, sein Handgelenk ohrnah zu positionieren. Warnsignale müssen verlässlich wahrgenommen werden. Ein vom Handgelenk ausgehendes akustisches Signal könnte dieses Kriterium möglicherweise nicht erfüllen. Anders verhält es sich im Fall einer Vibrationsabgabe. Positiv angemerkt wird, dass der Nutzer ein Armband durchaus in der Hosentasche bei sich führen kann, sollte ihm das Tragen eines Armbandes unpassend erscheinen. Der verfolgten Intention wäre trotzdem Genüge getan,

weshalb das Armband zur Signalabgabe als beste Lösung hervorzugehen scheint. Jenen Personen, die sich ein eigenes zusätzliches Gerät zur Abgabe der Warnung vorstellten, wäre ebenfalls entsprochen.

Trotzdem sollte versucht werden, den Wünschen der meisten, nämlich die Warnung von der Kamera selbst ausgehen zu lassen, zu entsprechen. Da der meist gewählte Anbringungsort der Kamera der Anstecker ist, sollte getestet werden, ob eine Vibration (die ebenfalls vom Großteil als Art der Warnung gewünscht wurde) auch durch dicke Winterbekleidung wahrnehmbar ist. Andernfalls scheint die Abgabe der Vibration durch ein zusätzliches Gerät in Form eines Armbandes unumgänglich. Der Ton, sollte es eine Wahlmöglichkeit zwischen Vibration und Ton geben, könnte dennoch vom Anstecker selbst ausgehen, da dieser wohl näher beim Ohr positioniert werden wird als das Armband.

Auf wenige Gegenargumente stößt "der Griff des Langstocks", gesetztendfalls jedem Nutzer verbliebe sein spezielles Modell, da der Langstock ein ganz individuelles Hilfsmittel darstellt. Ein Stockwechsel wäre ein großer Mehraufwand für die Nutzer, was die geringe Zustimmung erklärt. Vom Griff des Langstocks ausgehende Schwingungen könnte die dafür sehr empfängliche Hand gut registrieren. (Ein Armband könnte hier bei geeigneter Ausführung ebenfalls angebracht werden.) Akustische Signale durch den Langstock auszusenden, bringt verglichen mit "die Kamera selbst" keinerlei Vorteil.

Nicht jeder kann sich Besitzer eines Smartphone nennen. Auch die Befragten gaben dies zu bedenken und wählten auf Grund dessen nicht die Antwortmöglichkeit „ein Smartphone“. Bis der Sensor tatsächlich zum Einsatz kommen kann, könnte sich die Situation natürlich geändert haben. Die Vorteile des Smartphone sind, dass man es meist bei sich trägt und dass es sowohl Ton als auch Vibration abgeben kann. Allerdings kann das Warnsignal fehlinterpretiert und für einen eingehenden Anruf gehalten werden. „Ein Tablet“ wurde von keinem der Befragten gewählt. Zum Einen verfügt nicht jeder über ein Tablet. Zum anderen, weil ein solches nicht immer mitgeführt wird. Erfolgt der Transport desselben in einer Tasche, besteht die Gefahr, dass Ton oder Vibration unbemerkt bleiben.

Was den zeitlichen Abstand zwischen Warnung und Kollision betrifft, gilt es, Folgendes zu bedenken: Besteht eine längere Zeitspanne zwischen Signal und Zusammenstoß, muss die Reaktion nicht unmittelbar erfolgen und es entsteht für den Nutzer ein größerer Spielraum. Andererseits bedingt dies eine häufigere Warnung. Entgegenkommende Fußgänger würden schon lange im Voraus vom Sensor angekündigt werden. Fußgänger verlassen zumeist von sich aus die Gehlinie eines Blinden, sehen aber in großer Entfernung noch keine Veranlassung dazu. Ein kürzeres Intervall ließe den Entgegenkommenden unangekündigt näherkommen und zur Seite treten, bevor er in den Einflussbereich des Sensors gerät. Damit wären unnötige und verwirrende Signalabgaben vermieden. Allerdings erfordert ein kürzeres Intervall eine raschere Reaktion. Laut den Ergebnissen der Umfrage soll diese Zeit individuell einstellbar sein. In dieser Variante kann zwar der Nachteil komplizierter Bedienbarkeit gesehen werden, doch so wird eine Anpassung der Reaktionszeit an individuelle Bedürfnisse gewährleistet. Außerdem erfüllt ein solches Konzept die Wünsche aller Befragten.

Wie oft das Signal abgegeben werden soll, stellt ebenfalls einen Punkt dar, der gut überdacht werden muss. Erfolgt das Signal nur einmal, werden vom Sensor nicht unnötig viele Warnungen abgegeben, was vor allem bei stationären Hindernissen von Vorteil ist. Grundsätzlich reicht eine einmalige Warnung, um den Nutzer in Kenntnis über eine solche Gefahrenquelle zu setzen. Im Fall einer mobilen Bedrohung wird der Nutzer unter extremer Vorsicht und besonderer Aufmerksamkeit auf das angekündigte Hindernis zugehen und möglicherweise nie darauf treffen. Bei kontinuierlich ausgesendetem Signal würde ihm hingegen das Verschwinden eines Hindernisses sofort erkennbar gemacht werden und er müsste keine unnötige Vorsicht walten lassen. Laut Umfrage, und da es sich hierbei um eine stark situationsabhängige Einstellung handelt, soll sie dem Nutzer überlassen werden.

Einige Probanden schlugen vor, das Signal dem Abstand zum Hindernis anzupassen. Eine Intensitätssteigerung bei erfolgreicher Abstandsverkürzung

wurde als hilfreich bezeichnet. Das zu entwickelnde Gerät soll aber mit zeitlichen Abständen arbeiten und wird diesem Ansinnen möglicherweise nicht nachkommen können. Das Signal entsprechend der verbleibenden Zeit bis zur Kollision veränderlich zu gestalten, sollte jedenfalls angestrebt werden. Der Lernaufwand könnte sich dadurch natürlich erhöhen.

Folgendes muss zur Frage betreffend die Kommunikation mit dem Sensor erwähnt werden: Unter anderem stand das "Smartphone" als Gerät, mit dem Einstellungen am Sensor vorgenommen werden können, zur Auswahl. Dieses trägt man meistens bei sich, sodass Einstellungen jederzeit vorgenommen werden können. Für das „Tablet“ gilt dies nur bedingt. Außerdem besitzt nicht jeder ein Tablet, ein Nachteil, den auch das Smartphone teilt. Ein „anderes zusätzliches Gerät“ schlägt sich auf Umfang und Handhabung des Sensors negativ nieder. Namentlich die dadurch komplexere Bedienung fällt ins Auge.

Einstellungen direkt am „Sensor selbst“ vorzunehmen, bedeutet den Wegfall eines zusätzlichen technischen Equipments. Einstellungsänderungen lassen sich also jederzeit auch unterwegs bequem ausführen. Es ist also nicht weiter verwunderlich, dass die meisten Studienteilnehmer diese Möglichkeit wählten. Allerdings würde dies den Sensor dementsprechend vergrößern, was wieder als Negativpunkt angesehen werden kann. Die Ergebnisse der Umfrage sprechen jedoch für sich: Einstellungen sollten direkt am Sensor vorgenommen werden können. Diese Erkenntnis gewinnt unter anderem durch die Tatsache, dass, wie noch besprochen wird, auch älteren Menschen der Zugang zum Sensor ermöglicht werden soll, an Bedeutung.

Welcher Bereich nun vom Sensor überwacht werden soll, ist einige Überlegungen wert. Vor allem die Überwachung des vorderen Bereichs war für die Befragten essentiell. Hingegen zog die Antwortmöglichkeit „hinten“ niemand in Betracht. Auch Menschen ohne Sehbehinderung können nicht beobachten, was sich hinter ihnen abspielt. Niemand, der von hinten auf eine Person zukommt, wird also davon ausgehen, dass diese ihn wahrnimmt und ausweicht. Die Option „seitlich“

fand bei einigen wenigen Personen Anklang. Ein Problem, das, sollte auch eine seitliche Überwachung erfolgen, erwähnt werden muss, liegt in der Differenzierung zwischen vor dem Nutzer und seitlich des Nutzers befindlichen Hindernissen. Denn für die darauf zu setzende Reaktion ist das Wissen, von welcher Seite die Gefahr droht, wesentlich. Außerdem wären zusätzliche Kameras für die Überwachung des seitlichen Bereichs nötig, denn dass eine in einen Anstecker integrierte Kamera auch diesen Bereich überblickt, scheint unmöglich.

Die Ansichten betreffend die Überwachung „über und unter der Körpermitte“ waren konträr. Ein Standpunkt war, dass der untere Bereich nicht von der Kamera beobachtet werden müsse, da dieser ohnehin durch den Stock abgedeckt wird. Hauptsächlich der obere Bereich, der vom Stock nicht ertastet werden kann, müsse überwacht werden. Vom Stock nicht entdeckte Objekte sind beispielsweise Briefkästen oder Blumentröge, die in Schulterhöhe über den Gehweg ragen, von oben über den Weg hängende Äste, LKW-Ladeflächen, unter die der Stock hinein wandert und die erst im Moment des Zusammenstoßes bemerkt werden, oder Baustellen absichernde Trassenbänder, unter denen der Stock ebenfalls ungehindert hindurch gleitet.

Die Meisten forderten eine lückenlose Überwachung der gesamten Vorderseite, um auch eine Warnung vor Gegenständen, die dem Stock entgangen sind, zu gewährleisten. Zu nennen wären hier Schneestangen oder Verkehrstafeln, die vom Sensor allerdings auch bei Beobachtung nur des Bereichs über der Körpermitte erkannt werden würden. Sowohl dem Stock als auch dem Sensor, würde er nur den oberen Bereich überwachen, könnten jedoch Fahrradständer oder Sperrpfosten zur Absicherung von Fußgängerzonen entgehen.

Den Ergebnissen der Umfrage zu Folge sollte der Sensor, unter der Prämisse der technischen Verwirklichbarkeit, seinen zukünftigen Nutzer vom Scheitel bis zu den Zehen überwachen. Dabei ist nur die Ausrichtung nach vorne wichtig.

Was die Breite des zu überwachenden Bereichs angeht, gelten folgende Überlegungen: Für „eine größere Breite“ spricht, dass etwaige Armbewegungen oder eine eventuell mitgeführte Tasche in das Beobachtungsareal vom Sensor mit

einbezogen werden. Ein größerer Radius bringt jedoch ein Mehr an Alarmen und "ständiges Gepiepse", weshalb einige „die Breite des eigenen Körpers“ als ausreichend empfanden. „Eine kleinere Breite“ wählte aus plausiblen Gründen niemand. Beispielsweise die Schultern fielen dabei aus dem geschützten Raum und kollidierten ungewarnt mit Postkästen oder ähnlichem. Der Sensor verfehlte damit seinen Zweck. Da sich die Breite des eigenen Körpers sehr individuell gestaltet, muss es die Möglichkeit zur persönlichen Einstellung geben.

Eine einfache Bedienbarkeit des Sensors wurde von den Probanden stark befürwortet. Andererseits wählten bei einigen Fragen die meisten Studienteilnehmer die Antwortmöglichkeit „wählbar“. Die Breite, die vom Sensor überwacht wird, sollte wählbar sein, ebenso die Zeit zwischen Warnung und Zusammenstoß. Auch ob die Warnung einmal oder dauerhaft erfolgen soll, wollten die meisten Befragten selbst entscheiden können. Außerdem wurde die Möglichkeit der Wahl zwischen akustischer und taktiler Warnung angesprochen.

Einige am Sensor vorzunehmende Einstellungen, wie zum Beispiel die Körperbreite, bleiben von einem Einsatz zum nächsten weitgehend unverändert. Ebenso macht es wenig Sinn, die Zeit bis zum Zusammenstoß laufend neu zu definieren. Um eine möglichst rasche Gewöhnung ans Gerät zu erreichen, sollte eine kontinuierliche Funktionsweise beibehalten werden. Daraus folgt, dass die Möglichkeit zur Speicherung der individuellen Einstellungen unumgänglich notwendig scheint. Die tägliche Inbetriebnahme darf vom Nutzer keinen übermäßigen Aufwand abverlangen. Muss dem Vorgang gar ein Sehender beigezogen werden, reduziert dies zweifellos den Kreis der potentiellen Interessenten. Daneben liefe eine erforderliche Hilfestellung dem angestrebten Ziel des Gerätes, die Selbstständigkeit zu fördern, zuwider.

Was das Aussehen des Sensors anbelangt, sollte dieser möglichst dezent sein, da nach eigener Erfahrung besonders Späterblindete sehr auf gutes Aussehen bedacht sind und viele von ihnen blindentypische oder auffällige Gegenstände an sich als stigmatisierend empfinden. Ein Gerät, das ein Sehender nicht freiwillig bei

sich tragen wollte, würde von Sehbehinderten oder Blinden genauso wenig akzeptiert werden. Denn auch diese verfügen über ein Gespür dafür, was unverhohlene und neugierige Blicke auf sich zieht. Im Zuge der Interviews kam diese Problematik bei der Frage nach Design und Größe des Sensors ebenfalls mehrmals zur Sprache.

Manche Probanden maßen der Größe des Sensors mehr Bedeutung bei als dem Design. Ein zu großes Gerät lenkt ebenfalls Aufmerksamkeit auf sich und ist zudem unhandlich und vielleicht schwer zu transportieren. Allerdings darf nicht unerwähnt bleiben, dass ein allzu kleines Gerät leicht verloren gehen oder schwer ertastbar sein könnte, was der Eigenständigkeit des Nutzers zuwider läuft. Da der Großteil der Befragten Einstellungen direkt an der Kamera selbst vornehmen und auf Hilfe zur Bedienung des Sensors nicht angewiesen sein möchte, wird mit Rücksicht auf gute Tastbarkeit der Bedienungselemente eine gewisse Größe ohnehin unerlässlich sein.

Zu den möglichen Einsatzorten des Sensors sei Folgendes erwähnt: Vor allem Bereiche, in denen sich die Personen verunsichert fühlen, wurden hier genannt. Es überrascht wenig, dass sich niemand vorstellen konnte, den Sensor „zu Hause“ zu verwenden. Der Grund liegt auf der Hand: Die eigene Wohnung und deren unmittelbare Umgebung ist blinden Menschen so vertraut, dass sie einer Mobilitätshilfe nicht bedürfen. Auch Langstock oder Führhund kommen dort nicht zum Einsatz. Annähernd das Gleiche gilt für die Antwort „bei der Arbeit“. Der Arbeitsplatz kann ebenfalls als bekannte Umgebung bezeichnet werden. Obwohl sich niemand für "bei der Arbeit" aussprach, gibt es Situationen, in denen das Gerät hilfreich sein könnte. Zum Beispiel im Fall eines neuen Arbeitsplatzes, dessen Örtlichkeit noch fremd ist, oder bei Ausübung einer ortsunabhängigen Tätigkeit wie jener eines Außendienstmitarbeiters.

Die Bereiche, in denen das hier behandelte Gerät zur Anwendung kommen kann, sind breit gefächert und gestalten sich sehr individuell.

Die Frage nach dem Eigenbedarf am Sensor wurde nicht statistisch signifikant mit "Ja" beantwortet. Vor allem ältere Personen gaben an, keinen Bedarf zu haben.

Der hervorgekommene Alterstrend könnte im jahrelangen Umgang mit der Behinderung liegen. Trotzdem kann diese Arbeit bestätigen, dass der Bedarf an zusätzlichen Hilfsmitteln, die die Mobilität von Personen mit Blindheit oder hochgradiger Sehbehinderung fördern sollen, vorhanden ist. Dieser Bedarf spiegelt sich auch in der verwendeten Literatur wider [10], [4]. Weshalb sich trotzdem ähnliche Orientierungshilfen nicht durchsetzen konnten, hat unterschiedlichste Gründe. Der zu hohe Preis und die unpräzise Arbeitsweise der Geräte sind Schwachstellen, die beim hier behandelten Sensor noch nicht völlig ausgeschlossen werden können. Doch sofern die durch die Umfrage erlangten Ergebnisse beachtet werden, sollte der geplante Sensor diese und einige weitere Mängel, die von den Studienteilnehmern bezüglich anderer technischer Orientierungshilfen genannt wurden, nicht aufweisen: Eine taktile Umsetzung erhielt gegenüber der akustischen, die an Sonic guide kritisiert wurde, den Vorzug. Eine Anbringung am Stock, die ebenfalls im Hilfsmitteltest nicht gefiel, wurde nicht gewünscht. Eine Abdeckung des unteren Körperbereiches, der bei Sonic guide als unzureichend empfunden wurde, erhielt Zustimmung. Auf einfache Bedienbarkeit und handliche Größe wurde Wert gelegt.

Über Preis und zuverlässiges Funktionieren kann im jetzigen Zeitpunkt natürlich noch keine Aussage getroffen werden. Vor allem ein optimales Funktionieren war den Befragten äußerst wichtig, weshalb besonderes Augenmerk darauf gelegt werden sollte. Betont werden muss, dass mit dem Langstock die überwiegende Zahl der Hindernisse entdeckt wird. Für den Großteil der Befragten kam die Nutzung des Sensors nur in Verbindung mit dem jetzigen Hilfsmittel in Frage. Vertrauen in Neues muss erst langsam wachsen. Kommt der Sensor also als Langstockergänzung zum Einsatz, steht dessen minimaler Nutzen sehr schnell in keiner Relation zu den anfallenden Kosten. Daher werden verlässliches Arbeiten und leistbare Anschaffungskosten unumgänglich sein.

An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass technische Hilfsmittel für Blinde auf Grund der enormen Preise privat kaum finanzierbar sind. Das heißt, will man das Gerät einem größeren Kreis von Nutzern zugänglich machen, kommt es entscheidend auf das Verhältnis von Nutzen und Preis an. Im Laufe der Zeit erschienen viele, mit Spannung erwartete Hilfsmittel für Sehbehinderte und Blinde auf dem Markt, auf dem sie sich nicht selten wegen des Missverhältnisses

zwischen minimaler Steigerung der Selbstständigkeit und immensen Kosten nicht behaupten konnten. Bleibt zu hoffen, dass, was ihm zwar nicht zu wünschen wäre aber auf Grund eigener Erfahrungen im Umgang mit sehbehinderten Menschen denkbar scheint, den neuen Sensor dieses Schicksal nicht ereilt. Im Laufe der Gespräche erwähnten Probanden die Möglichkeit zur zumindest teilweisen Kostenübernahme durch öffentliche Stellen. Beziehern geringerer Einkommen könnte vielleicht so unterstützend unter die Arme gegriffen und die Anschaffung des Sensors erleichtert werden. Dass vor allem Pensionisten nicht immer in gut situierten Verhältnissen leben, spiegelte sich auch in den geführten Gesprächen wider.

Für wen der Sensor von Vorteil wäre, machten die Befragten nicht so sehr von der Art der Sehbehinderung, vom Alter oder vom Zeitpunkt der Erblindung abhängig, sondern eher von den individuellen Bedürfnissen der jeweiligen Person. Vor allem im Falle bestehender Restsehleistung ist nicht jeder befähigt, diese optimal einzusetzen. Fakt ist, dass keine Personengruppe vom Bedarf an zusätzlichen mobilitätsfördernden Hilfsmitteln völlig ausgeschlossen werden kann.

### **Diskussion der Literaturrecherche**

Ob der Sensor bei einer speziellen Erkrankung besonders von Vorteil sein könnte, lässt sich auch durch die Literaturrecherche nicht eruieren. Doch auch weiteren Umfragen und Nachforschungen dürfte eine Klärung nicht möglich sein. Denn für wen letztendlich der Sensor geeignet sein kann, lässt sich nicht auf Krankheitsbilder reduzieren, da die Ausprägungen, Symptome und Langzeitfolgen bei den meisten Entitäten breit gefächert sind. Auch die Bedürfnisse der Betroffenen sind unterschiedlich. Eine individuelle, auf die Person abgestimmte Einschätzung ist von Nöten.

Was die Literaturrecherche zeigen konnte, und was für die Entwicklung des Sensors nicht unwesentlich scheint, stellt die Tatsache dar, dass vor allem ältere Menschen von Blindheit und Neuerblindung betroffen sind[9]. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass vor allem bei Ausfällen des peripheren

Gesichtsfeldes, wie es beim Glaukom oder degenerativen Netzhauterkrankungen der Fall ist, die Orientierungsfähigkeit und Mobilität stark beeinträchtigt werden, während sich zentrale Skotome auf das Lesen auswirken. Diffuse Ausfälle wie bei der diabetischen Retinopathie oder einer Uveitis können beide Bereiche beeinflussen, ebenso eine Verminderung der Sehschärfe und Kontrastwahrnehmung wie bei der Katarakt[4]. Daraus könnte der Schluss gezogen werden, dass vor allem Personen mit einer Schädigung des peripheren Gesichtsfeldes oder mit konzentrischen Gesichtsfeldeinengungen vom hier behandelten Sensor profitieren würden.

Aber nicht nur das periphere Gesichtsfeld ist für die Mobilität von Relevanz. Kontrastsehen und Bewegungssehen sind ebenso von Bedeutung wie akustische Wahrnehmungen. Vor allem für die räumliche Orientierung sind diese gemeinsam mit dem vestibulären System von großer Wichtigkeit[4]. Daraus folgt, dass Personen mit Sehbehinderung, die ferner eine Schädigung des Gehörs aufweisen, eine besondere Belastung haben und zusätzlich in ihrer Mobilität und Orientierungsfähigkeit eingeschränkt sind und von dem Sensor besonders profitieren könnten. Dieser soll laut Ergebnis der Umfrage ohnehin mit einer Vibrationsfunktion ausgestattet sein. Er wäre somit auch für Menschen mit Hörbeeinträchtigung geeignet. Da sich das Gehör mit dem Alter verschlechtert und somit viele der zukünftigen Nutzer davon betroffen sind, handelt es sich hierbei um einen sehr essentiellen Punkt.

Auf Grund der typischen Altersgipfel der im Kapitel "4. Resultate der Literaturrecherche zu Sehbehinderung und Blindheit" erwähnten Entitäten ist es verständlich, dass der Hauptanteil der Sehbehinderten auf ältere Menschen entfällt. Dieser Umstand wird sich auf Grund der steigenden Lebenserwartung noch verstärken. Denn mit ihr steigt auch die Wahrscheinlichkeit, eine der hier erwähnten Ursachen für Späterblindungen zu erleben. Bereits heute sind über 60-Jährige von 80% der Neuerblindungs-Fälle betroffen[9]. Im Jahr 2030 rechnen Epidemiologen mit 60% mehr Neuerblindungen und einem Drittel mehr Blinden[6].

Um auch älteren Personen die Möglichkeiten des Sensors zu eröffnen, muss auf ihre Bedürfnisse gezielt eingegangen werden. Vor diesem Hintergrund sollten die Ergebnisse der Befragung neu betrachtet werden. Beispielsweise gewinnt die

einfache Bedienbarkeit an Bedeutung. Großartige technische Vorkenntnisse dürfen für eine pannenlose Bedienung des Sensors nicht erforderlich sein. Einen weiteren essentiellen Punkt in dieser Hinsicht stellt auch der Preis beziehungsweise die Möglichkeit einer Beihilfe dar, die vor allem älteren Personen zugutekommen könnte. Die älteren Teilnehmer wünschten sich vielfach den Anstecker als Anbringungsort und auch, dass Einstellungen direkt am Sensor vorgenommen werden können, fand vor allem in den höheren Altersklassen Anklang. Unter diesem Aspekt gewinnen diese bei der Umfrage erworbenen Ergebnisse besondere Bedeutung.

Auf zusätzliche Einschränkungen der Benutzer, die mit deren Alter oder mit der Erkrankung, die der Sehbehinderung zugrunde liegt, einhergehen, muss geachtet werden. Beispielsweise bei der DR könnte der Bedarf an einem Bewegungssensor durch die zahlreichen Komorbiditäten des Diabetes mellitus mitunter verloren gehen. Ein anderes Exempel wäre, dass viele Personen der höheren Altersklassen an einer Arthrose der Fingergelenke leiden[7], die sie in ihrer Feinmotorik einschränkt. Ein zu kleiner Sensor oder zu kleine Bedienelemente können in solchen Fällen Probleme bereiten.

Bleibt ein Restsehen bestehen, können vergrößernde Hilfsmittel durchaus zielführend sein[4], [9]. Im Falle einer völligen Erblindung machen sie nachvollziehbarerweise keinen Sinn mehr. Dies muss bei der Hilfsmittelwahl seinen Niederschlag finden. Systeme, die die Umgebung vergrößern, kontrastreicher darstellen und näher an das Auge heranbringen, kommen im Falle einer vollständigen Erblindung nicht mehr in Frage. Der hier behandelte Sensor gehört nicht zur Klasse jener Hilfsmittel, deren Nutzung ausschließlich der Personengruppe mit gegebenem Restsehen vorbehalten ist. Dass er nicht auf Vergrößerung basiert, kommt ihm hierbei zugute. Es ist anzunehmen, dass Personen mit Erkrankungen des Auges, die mit Gesichtsfeldausfällen und Skotomen einhergehen, eher und früher auf Hilfsmittel, die nicht auf dem Prinzip der Vergrößerung basieren, angewiesen sind und daher von dem Sensor profitieren würden.

Einen weiteren Vorteil dieses Geräts könnte die Funktionsweise darstellen. Die meisten Geräte spüren Hindernisse mittels Ultraschall auf[2], der jedoch nicht

zwischen sich nähernden und sich entfernenden Objekten unterscheiden kann und somit vor beiden gleichermaßen warnt. Der hier geplante Sensor soll, mit seiner Art, Hindernisse aufzuspüren, nur vor jenen warnen, die tatsächlich eine Kollision verursachen könnten.

Da in Zukunft mit einer Zunahme der Sehbehinderten gerechnet wird[6], halte ich es für sehr wichtig, an der Entwicklung von Geräten, die diese Personen autonom werden lassen, weiterzuarbeiten. Natürlich stellt die Mobilität nicht das einzige Problem dar, von dem mir meine Interviewpartner zu berichten wussten. Oft kommt es zu Situationen, in denen sich Blinde und Sehbehinderte zu Recht entmündigt und diskriminiert fühlen, beispielsweise durch die Tatsache, dass blinde Personen nicht als Trauzeugen fungieren oder nicht in der ersten Reihe eines Flugzeuges sitzen dürfen, aber auch durch die Notwendigkeit eines von der Ethik-Kommission verlangten Zeugen bei den im Rahmen dieser Arbeit geführten Interviews. Nicht nur im Bereich der Mobilität ist die Selbständigkeit der Betroffenen zu fördern.

Sollte dieser Sensor trotz der großen Bemühungen keinen Erfolg haben, hoffe ich dennoch, dass die vorliegende Arbeit mit ihren Anschauungen des Problems Grundstein für neue Ideen auf diesem Sektor sein kann. Dabei sollte besonderes Augenmerk darauf gelegt werden, wie Bodenunebenheiten oder Stufen nach unten durch das Gerät für die Betroffenen erkennbar dargestellt werden können. Denn wie die Literatur[11] und die Befragung zeigen, wäre eine solche Funktion besonders hilfreich. Da Bodenunebenheiten vom Sensor nicht angezeigt werden, wird eine Senkung der erhöhten Sturzraten, wie sie bei AMD-Patienten nachgewiesen werden konnten[11], aber bestimmt auch in anderen Fällen auftreten, nicht möglich sein. Er warnt nur vor körperlichen Hindernissen, die sich dem Nutzer in den Weg stellen. Im Fall des Auftauchens nicht greifbarer Objekte wie steilen Abhängen, Baugruben oder Gehsteigkanten und Treppen nach unten stößt er an seine Grenzen. Dabei sind gerade das die gefahrenträchtigsten Situationen. Stufen nach unten zählen zu den am leichtesten übersehbaren Gefahren. Der Einsatz eines Langstocks dürfte daher weiterhin unerlässlich sein, doch dieser Umstand wurde, wie durch die Ergebnisse der Umfrage ersichtlich,

von den Probanden ebenfalls bereits erkannt. Die Zahl der vermehrten Kollisionen, wie sie etwa bei AMD-Patienten festgestellt wurden, könnte vom Sensor auf 0 reduziert werden. So kann das Gerät vor allem Patienten mit verminderter Kontrastwahrnehmung zugutekommen und Verletzungen, deren Verlauf bei älteren Personen meist schwerwiegender ist, vorbeugen[11].

Weiterführend sollten, wie bereits erwähnt, Tests mit einem Prototyp des Sensors durchgeführt werden, um die theoretischen Ergebnisse dieser Arbeit auf ihre Richtigkeit in der Praxis zu überprüfen, zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen und etwaige Mängel frühzeitig zu beheben. Eine solche weitere Phase, in der blinde und hochgradig sehbehinderte Personen das Gerät testen können, ist unumgänglich. Ob eine signifikante Verbesserung der Mobilität durch den Sensor erreicht werden kann und ob der Sensor Vorteile gegenüber dem üblichen Langstock hat, wird erst in dieser folgenden Phase feststellbar sein.

Des Weiteren muss überlegt werden, wie die rechtliche Situation in Bezug auf solche Geräte aussieht. Wer ist haftbar, sollte das Gerät versagen? Ist der Einsatz solcher Geräte laut StVO erlaubt? Darüber hinaus gilt es zu überdenken, ob für den Sensor ein Mobilitätstraining angeboten werden soll und ob eine finanzielle Unterstützung jene Personen, die das Gerät nutzen wollen, entlasten kann, wobei es sich natürlich noch um ferne Zukunftsmusik handelt.

Fazit ist, dass reges Interesse für eine technische Orientierungshilfe unter Personen mit Blindheit oder Sehbehinderung besteht. Vor allem in Situationen, in denen sich Betroffene unsicher fühlen, könnte der hier behandelte Sensor gute Dienste leisten. Personen, deren peripheres Gesichtsfeld eingeschränkt ist, wie es beim Glaukom oder bei degenerativen Erkrankungen der Netzhaut der Fall ist, könnten von diesem Gerät profitieren, da insbesondere solche Schädigungen die Orientierungsfähigkeit verschlechtern.

## 6. Literaturverzeichnis

- [1] Bericht der Bundesregierung über die Lage von Menschen mit Behinderung in Österreich 2008. Available at: [http://www.bmask.gv.at/cms/site/attachments/7/4/9/CH2092/CMS1359980335644/behindertenbericht\\_09-03-17.pdf](http://www.bmask.gv.at/cms/site/attachments/7/4/9/CH2092/CMS1359980335644/behindertenbericht_09-03-17.pdf). Accessed July 31, 2013.
- [2] Marland. Produkte für Blinde und Sehbehinderte. Available at: <http://www.marland.eu/produkte/c/ultraschallsysteme/>. Accessed July 16, 2013.
- [3] Lang GK. Augenheilkunde. 4th ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG; 2008.
- [4] Trauzettel-Klosinski S. Current methods of visual rehabilitation. Dtsch Arztebl Int 2011;108(51):871–878.
- [5] Schulze Schwernig M. Globale Blindheit. Der Ophthalmologe 2007;104:845-848.
- [6] Knauer C, Pfeiffer N. Erblindung in Deutschland – heute und 2030. Der Ophthalmologe 2006;103:735–741.
- [7] Herold G, editor. Herold: Innere Medizin. Ausgabe 2012. Köln: Verlag; 2012.
- [8] Garweg JG, Wenzel A. Diabetische Makulopathie und Retinopathie: Funktionelle und sozialmedizinische Bedeutung. Der Ophthalmologe 2010;107:628–635.
- [9] Schrader WF. Altersbedingte Makuladegeneration: Sozioökonomische Zeitbombe in der alternden Gesellschaft. Der Ophthalmologe 2006;103:742–748.
- [10] Fröhlich SJ, Lackerbauer CA. Qualitätskontrolle bei der Rehabilitation sehbehinderter Patienten: Evaluation der Nutzung von Sehhilfen. Der Ophthalmologe 2006;103:1038–1043.
- [11] Wood MJ, Lacherez P, Black AA, Cole MH, Boon MY, Kerr GK. Risk of falls, injurious falls, and other injuries resulting from visual impairment among older adults with age-related macular degeneration. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2011;52:5088-5092.
- [12] Kanski JJ, Bowling B. Klinische Ophthalmologie. 7th ed. München: Elsevier GmbH; 2012.
- [13] Feltgen N, Schmidt D, Hansen L. Arterielle retinale Verschlüsse. Der Ophthalmologe 2003;100:651–667.
- [14] Suttorp-Schulten MSA, Rothova A. The possible impact of uveitis in blindness: a literature survey. Br J Ophthalmol 1996;80:844-848.

[15] Rothova A, Suttorp-van Schulten MSA, Frits Treffers W, Kijlstra A. Causes and frequency of blindness in patients with intraocular inflammatory disease. *Br J Ophthalmol* 1996;80:332-336.

## 7. Anhang

### 7.1 Fragebogen zum Thema Bewegungssensor

Bedarfsanalyse Bewegungssensor Version 1.0 vom 14.1.2013

#### **Bedarfsanalyse für einen Bewegungssensor zur Warnung von Personen mit Blindheit oder starker Sehbehinderung vor Hindernissen**

ID: \_\_\_\_\_

#### **Einleitung**

Im Rahmen eines vom Land Steiermark dotierten Forschungsprojektes soll ein Bewegungs-Sensor entwickelt werden, der Personen mit Sehbehinderung oder Blindheit vor Hindernissen oder Gefahren warnen soll. Um mitzuhelfen, Zusammenstöße zu vermeiden, soll die Warnung immer dann erfolgen, wenn ein Objekt sich dem Sensor auf direktem Kurs nähert. Als Grundlage dafür bietet sich ein einfacher Nervenschaltkreis einer Heuschrecke an, der diese Tiere verlässlich immer dann warnt, wenn sich ein Hindernis dem Auge nähert. Dieser Schaltkreis wird von uns derzeit analysiert und soll als Modell für einen technischen Bewegungssensor für Blinde oder Sehbehinderte Verwendung finden. Um optimales Design zu gewährleisten soll eine Bedarfsanalyse für dieses technische Hilfsmittel unter Personen mit Blindheit oder Sehbehinderung durchgeführt werden. Mittels einiger Fragen an Personen mit Blindheit oder Sehbehinderung soll ermittelt werden, wie wichtig, wie hilfreich ein solcher Bewegungssensor sein kann, sowie in welcher Form und in welchen Situationen er zum Einsatz kommen kann.

#### **Fragen zum Sensor**

1) Dieser Sensor benötigt eine winzige Kamera, deren Bilder automatisch ausgewertet werden. Wo könnte diese angebracht werden? (nur eine Antwort möglich)

- an einer Brille (wenn ja: wo – in der Mitte, an den Seitenbügeln, sonstige?)
- an einem Handschuh
- am Handgelenk in der Form einer Uhr oder eines Armbandes
- an einem Anstecker
- am Langstock
- an einer anderen Stelle (wenn ja: an welcher Stelle)
- variabel

Sonstiges: .....

2) Der Sensor ist dazu da, um Sie davor zu warnen, wenn ein Hindernis herannaht. Auf welche Weise soll die Warnung erfolgen? (nur eine Antwort möglich)

- akustisch durch einen Ton
- akustisch durch eine Stimme oder Melodie
- „haptisch“, das heißt durch einen Druckreiz
- durch Vibration
- auf eine andere Weise (wenn ja: welche?)

Sonstiges: .....

3) Was für eine Art von Vorrichtung soll Sie warnen? (nur eine Antwort möglich)

- die Kamera selbst
- ein Handschuh
- der Griff eines Langstocks
- ein Armband oder eine Uhr
- ein Smartphone
- ein Tablet
- ein anderes Gerät (wenn ja: welches?)

Sonstiges: .....

4) Wie lange vor dem Zusammenstoß soll das Signal erfolgen?

- länger als 10 sec
- 10 sec
- 5 sec
- 2.5 sec
- kürzer als 2.5 sec
- eine einstellbare Zeit vor dem Zusammenstoß

Sonstiges: .....

5) Wie oft soll die Warnung erfolgen?

- einmal
- dauerhaft, solange das Hindernis wahrgenommen wird
- wählbar, entweder einmal oder dauerhaft

Sonstiges:.....

6) Welches Gerät bevorzugen Sie zur Kommunikation mit dem Sensor (z.B. wenn Sie Einstellungen vornehmen wollen)? (nur eine Antwort möglich)

- den Sensor selbst
- ein Smartphone
- ein Tablet
- oder ein anderes zusätzliches Gerät? (wenn ja: welches?)

Sonstiges: .....

7) Welcher Bereich soll durch die Kamera beobachtet werden? (mehrere Antworten möglich)

- unter der Körpermitte
- über der Körpermitte
- seitlich
- vorne
- hinten

Sonstiges: .....

8) Welche Breite soll damit abgedeckt werden?

- die Breite Ihres Körpers
- eine kleinere Breite

- eine größere Breite
- eine wählbare Breite

Sonstiges: .....

9) Wo kann der Sensor am besten zum Einsatz kommen? (auch mehrere Antworten möglich)

- zuhause
- an Verkehrsübergängen
- beim Besuch von Veranstaltungen
- bei der Arbeit
- im öffentlichen Raum
- im städtischen Bereich
- im ländlichen Bereich
- in verkehrsreicher Umgebung
- in verkehrsarmer Umgebung
- bei Spaziergängen
- gar nicht

Sonstiges: .....

10) Für wie wichtig halten Sie ästhetische Aspekte, das heißt das Sensordesign?  
(Stufen 1 - 5; 1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig)

Sonstiges: .....

11) Für wie wichtig halten Sie die Größe des Sensors (das heißt, dass das Gerät möglichst klein ist)?

(Stufen 1 - 5; 1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig)

Sonstiges: .....

12) Für wie wichtig halten Sie eine optimale Funktion des Gerätes?

(Stufen 1 - 5; 1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig)

Sonstiges: .....

13) Für wie wichtig halten Sie eine einfache Bedienbarkeit?

(Stufen 1 - 5; 1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig)

Sonstiges: .....

14) Für wie wichtig halten Sie den Preis des Gerätes?

(Stufen 1 - 5; 1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig)

Sonstiges: .....

15) Könnten Sie sich vorstellen, im Alltag einen derartigen Sensor zu verwenden, wenn er Ihren Vorstellungen entspräche?

- ja / nein

Sonstiges: .....

16) Kennen Sie andere Personen, für die im Alltag ein Sensor von Vorteil wäre?  
- ja/nein

Sonstiges: .....

17) Für welche Personengruppen wäre der Sensor, glauben Sie, von Vorteil?  
(mehrere Antworten möglich)

- a. blind
- b. hochgradig sehbehindert
- c. jüngere Personen
- d. ältere Personen
- e. Personen, bei denen die Sehbehinderung eine besonders hohe Verunsicherung verursacht
- f. Personen mit Erfahrung im Umgang mit Hilfsmitteln
- g. Personen, deren Blindheit/Sehbehinderung von Geburt an besteht
- h. Personen, deren Blindheit/Sehbehinderung seit einem späteren Zeitpunkt besteht

Sonstiges:.....

18. Besteht Für Sie Bedarf an einem solchen Sensor? (ja/nein)

Sonstiges: .....

19) Glauben Sie, dass für andere Personen Bedarf an einem solchen Sensor besteht? (j/n)

Sonstiges: .....

20) Für wie sinnvoll halten Sie einen solchen Sensor? (Stufen 1 – 5; 1 = nicht sinnvoll; 5 = sehr sinnvoll)

Sonstiges: .....

### **Fragen zur Person:**

1. Wie alt sind Sie

- unter 20,
- 20-29,
- 30-39
- 40-49,
- 50 – 59,
- 60 und darüber

2. Geschlecht (m/w)

3. Sind Sie

- blind (falls ja: lichtlos oder mit Lichtwahrnehmung?)
- hochgradig sehbehindert (falls ja: Tunnelblick, zentraler Bildausfall, hochgradige Sehschärfenverminderung, verminderte Kontrastwahrnehmung, starke Blendungsempfindlichkeit)?

4. Seit wann besteht Ihre Sehbehinderung oder Blindheit?

- seit der Geburt

-seit einem späteren Zeitpunkt

5. Besteht Hörbeeinträchtigung oder Gehörlosigkeit (j/n)

6. Besteht zusätzlich zur Blindheit oder Sehbehinderung eine körperliche Behinderung? (j/n)

7. Sind Sie:

- berufstätig
- in Ausbildung (Pflichtschule, Berufsschule, Universität)
- in Pension
- sonstiges

8. Sind Sie viel allein unterwegs? (j/n)

9. Sind Sie alleine in der Stadt und im Straßenverkehr unterwegs? (j/n)

10. Sind Sie mehr im städtischen oder mehr im ländlichen Bereich unterwegs?

11. In welcher Umgebung fühlen Sie sich am sichersten?

12. In welcher Umgebung fühlen Sie sich nicht sicher?

13. Welche Hilfsmittel für Ihre Mobilität setzen Sie derzeit ein?

- Langstock
- Führhund
- Brille
- Sonnenbrille (zwecks Blendungsempfindlichkeit)
- ein anderes technisches Hilfsmittel (wenn ja: welches?)

Sonstiges: .....

14. Würden Sie den Sensor zusätzlich zu Ihrem jetzigen Hilfsmittel verwenden oder alleine?

15. Haben Sie schon einmal eine technische Orientierungshilfe getestet? (j/n)

wenn ja: welche

wenn ja: was hat Ihnen dabei am besten gefallen?

wenn ja: was hat Ihnen dabei am wenigsten gefallen?

Sonstiges: .....

16. Haben Sie ein Mobilitätstraining absolviert?

17. Sind sie sportlich aktiv? (j/n)

Sonstiges:.....

## 7.2 Aufklärungsbogen zum Interview

### **ProbandInneninformation und Einwilligungserklärung zur Teilnahme an der Studie**

Bedarfsanalyse für einen Bewegungssensor zur Warnung von Personen mit Blindheit oder starker Sehbehinderung vor Hindernissen

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!

Wir laden Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen. Die Aufklärung darüber erfolgt in einem Gespräch mit der Prüferin. Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit ohne Angabe von Gründen aus der Studie ausscheiden. Zu dieser Studie sowie zur Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

#### **1. Was ist der Zweck der Studie?**

Zweck ist die Entwicklung einer Orientierungshilfe für Personen mit Blindheit oder starker Sehbehinderung. Mittels einer mündlichen Befragung betroffener Personen soll der Bedarf an einer solchen Orientierungshilfe ermittelt werden.

#### **2. Wie läuft die klinische Studie ab?**

Diese klinische Studie wird von der Medizinischen Universität Graz in Kooperation mit dem Odilieninstitut und dem Kärntner Blindenverband durchgeführt und es werden insgesamt ungefähr 50 Personen daran teilnehmen. Ihre Teilnahme an dieser Studie wird voraussichtlich eine Stunde dauern. Während dieser Studie werden Ihnen von einer Prüferin Fragen gestellt und die Antworten schriftlich protokolliert.

#### **3. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?**

Sie können jederzeit auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen und aus der Studie ausscheiden.

#### **4. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme und gibt es Nachteile?**

Die Studie kann dazu beitragen, eine Orientierungshilfe für Personen mit Blindheit oder Sehbehinderung zu entwickeln, sodass in Zukunft die Mobilität der Betroffenen erleichtert werden kann. Durch die Teilnahme an dieser Studie werden für Sie weder Risiken noch zusätzliche Kosten entstehen.

#### **5. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser klinischen Studie gesammelten Daten verwendet?**

Sofern gesetzlich nicht etwas anderes vorgesehen ist, haben nur der Studienleiter und dessen Mitarbeiter Zugang zu den vertraulichen Daten, in denen Sie namentlich genannt werden. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht. Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und Sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten dieser Studie werden Sie nicht namentlich genannt.

#### **6. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen**

Für weitere Fragen im Zusammenhang mit dieser Studie steht Ihnen der Studienleiter und seine Mitarbeiterinnen gerne zur Verfügung. Auch Fragen, die Ihre Rechte als Teilnehmer

an dieser klinischen Studie betreffen, werden Ihnen gerne beantwortet.  
Name der Kontaktperson: Dr. Gerd Leitinger  
Erreichbar unter: ++43 699 1181 4850

### 7. Einwilligungserklärung

Name der Studienteilnehmerin / des Studienteilnehmers in Druckbuchstaben:

---

**Geb.Datum:** \_\_\_\_\_ **Code:** \_\_\_\_\_

Ich erkläre mich bereit, an der Studie Bedarfsanalyse für einen Bewegungssensor teilzunehmen und bin von Frau Susitz Irene ausführlich und verständlich aufgeklärt worden. Aufgetretene Fragen wurden mir von der Prüferin verständlich und genügend beantwortet. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde die Fragen, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, beantworten, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden. Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie ermittelten Daten aufgezeichnet werden.

Um die Richtigkeit der Datenaufzeichnung zu überprüfen, dürfen Beauftragte der zuständigen Behörden beim Studienleiter Einblick in meine personenbezogenen Daten nehmen. Beim Umgang mit den Daten werden die Bestimmungen des Datenschutzgesetzes beachtet.

Eine Kopie dieser Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt beim Studienleiter.

---

(Datum und Unterschrift der Studienteilnehmerin / des Studienteilnehmers)

---

(Datum, Name und Unterschrift der Zeugin / des Zeugen)

---

(Datum, Name und Unterschrift der Prüferin)

*(Die Studienteilnehmerin / der Studienteilnehmer erhält eine unterschriebene Kopie der Patienteninformation und Einwilligungserklärung, das Original verbleibt im Studienordner des Studienleiters.)*