Department of Community Health
Studiengang Gesundheit und Sozialraum
Wintersemester 2022/23

Bachelorarbeit

Der Nutzwert einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte aus der Perspektive von blinden und sehbehinderten Menschen

The use value of a mobile 3D-printed tactile map
from the perspective of blind and visually impaired people

1. Prüfer: Prof. Dr. Wolfgang Deiters
2. Prüfer: Prof. Dr. Christian Walter-Klose

Vorgelegt von:	Frances Wenzel
Matrikelnummer:	3382
E-Mail:	frances.wenzel@web.de
Bearbeitungszeitraum:	12 Wochen
Abgabedatum:	09.11.2022

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Fragestellung 1
2 Theoretischer Hintergrund 3
2.1 Menschen mit Blindheit oder Sehbehinderung 3
2.1.1 Ursachen von Blindheit und hochgradiger Sehbehinderung 3
2.1.2 Abgrenzung von Blindheit und Sehbehinderung 4
2.1.3 Wahrnehmungen durch die Sinne 5
2.1.4 Entwicklung eines Raumverständnisses 5
2.1.5 Individuelle mobilitätsunterstützende Hilfen außerhalb von Gebäuden 6
2.1.6 Barrierefreiheit 7
2.2 Taktile Karten 8
2.2.1 Ziel taktiler Karten 8
2.2.2 Lesen taktiler Karten 9
2.2.3 Kartenarten nach Anwendungszweck 10
2.2.4 Normen und Richtlinien 10
2.2.5 Kartenarten nach Herstellungsart 11
2.3 3D-Druck 13
2.3.1 Entwicklung verschiedener 3D-Druckverfahren 13
2.3.2 Datenaufbereitung für den 3D-Druck im FDM-Verfahren 13
2.3.3 Vorteile des 3D-Druckverfahrens in der Kartenproduktion 15
3 Methodik 15
3.1 Material und Vorbereitungen 15
3.2 Ansprache und Gewinn potenzieller Studienteilnehmer 18
3.3 Setting und Auswahl der Stichprobe 19
3.4 Datenerhebung und Datenauswertung 21
4 Darstellung der Ergebnisse 22
4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens je Interviewpartner 22
4.1.1 Ergebnisse des Interviews mit der spät erblindeten hochaltrigen Person 22
4.1.2 Ergebnisse des Interviews mit der spät erblindeten Person im mittleren Alter 23

4.1.3 Ergebnisse des Interviews mit der geburtsblinden Person im mittleren Alter 24
4.1.4 Ergebnisse des Interviews mit der hochgradig sehbehinderten Person im mittleren Alter 25
4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks nach Themen 25
4.2.1 Kategorien des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte 25
4.2.2 Limitationen und Grenzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte 28
4.2.3 Wünsche nach Veränderung der 3D-gedruckten taktilen Karte 29
4.3 Zusammenfassung der Nebenergebnisse hinsichtlich des Nutzens von 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen 30
5 Diskussion 32
5.1 Betrachtung der Stichprobe 32
5.2 Diskussion der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal 33
5.3 Beantwortung der Forschungsfrage 37
5.4 Diskussion der Nebenergebnisse zum Nutzen von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen 39
5.5 Methodenreflexion 40
6 Fazit 42
6.1 Zusammenfassung der Arbeit 42
6.2 Handlungsempfehlungen 43
6.3 Ausblick 45
Literaturverzeichnis 46
Anhangsverzeichnis 50

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Seheindrücke bei AMD, Glaukom und Diabetischer Retinopathie 3
Abb. 2 Piaf Schwellkopierer 11
Abb. 3 Taktile Schwellpapierkarte 11
Abb. 4 Brailon Duplicator 12
Abb. 5 Im Thermoform-Verfahren hergestellte Karte 12
Abb. 6 FDM-Drucker Sidewinder X2 12
Abb. 7 Taktile Karte im 3D-Druck 12
Abb. 8 Luftaufnahme des Parks in Witten mit Bergerdenkmal 16
Abb. 9 Erster Prototyp der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks 17
Abb. 10 Zweiter Prototyp der 3D-gedruckten taktilen Karte für die Anwendertestung 18
Abb. 11 Draufsicht auf die mobile 3D-gedruckte taktile Karte mit Beschriftung der Inhalte 20
Abb. 12 Verschiedene Kartenlesetechniken 29
Abb. 13 Wortwolke zu empfundenem Nutzen einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte 30
Abb. 14 Visualisierung der Nutzwerte der 3D-gedruckten Karte pro Studienteilnehmer 37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Teilnehmende der Führung zum Bergerdenkmal 19
Tabelle 2 Studienteilnehmende unterteilt nach Alter und Visus 21
Tabelle 3 Kategorien zum Themenfeld ‚Bildung eines Raumverständnisses' 26
Tabelle 4 Ermittelter Nutzen der 3D-gedruckten Karte je Kategorie und Person 27
Tabelle 5 Vergleichende Gegenüberstellung der Studienteilnehmenden 32
Tabelle 6 Nutzenbewertung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks 34

Gender-Hinweis:

Im Folgenden wird versucht, möglichst eine geschlechterneutrale Formulierung zu verwenden. Nicht immer ist dies im Sinne einer guten Lesbarkeit möglich. In solchen Fällen wird auf die männliche Form zurückgegriffen. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten jedoch gleichermaßen für alle Geschlechter und stellen keine Wertung dar.

1 Einleitung und Fragestellung

Im Jahr 2002 lebten in Deutschland Schätzungen zufolge rund 1,2 Millionen Menschen mit Blindheit oder einer Sehbehinderung. Genaue Zahlen existieren nicht, da die Gesamtzahl blinder und sehbehinderter Menschen in Deutschland nicht explizit erfasst wird. Die Berechnung beruht auf Zahlen aus der ehemaligen DDR und der Entwicklung der Fallzahlen in anderen europäischen Staaten. Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) kam es in Ländern wie Niederlande, Dänemark und Italien zwischen 1990 und 2002 zu einer Zunahme von Erblindungen um 9 %. Die Zahl der Menschen mit Sehbehinderung stieg dort in der gleichen Zeit um 80 %. Diese Entwicklung wurde auch für Deutschland angenommen. (Bertram, 2005)
Unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung wird von 2010 bis 2030 mit einem weiteren Anstieg der jährlichen Neuerblindungen und schweren Sehbehinderungen um 25 % gerechnet (Finger et al., 2011).

Im Jahr 2020 waren in Deutschland mehr als zwei Drittel (66,9 %) der blinden Menschen älter als 60 Jahre, etwa 40% waren 80 Jahre und älter. Betrachtet man die Geschlechtsstruktur lässt sich sagen, dass in der Altersgruppe der über 74-jährigen Menschen, Frauen häufiger von Blindheit bzw. einer Sehbehinderung betroffen sind als Männer. (Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband (DBSV), o. J. a)
Der Grund hierfür könnte eine Kombination aus zwei Faktoren sein. Zum einen steigt mit zunehmendem Lebensalter die Wahrscheinlichkeit von einer Sehbehinderung betroffen zu sein. Zum anderen haben Frauen eine höhere Lebenserwartung als Männer. (Robert Koch-Institut, 2017)

Menschen mit Blindheit oder einer Sehbehinderung perzipieren die Welt anders als Menschen ohne Seheinschränkungen. Sie sind in ihrer Fähigkeit beeinträchtigt, die sich auf die visuelle Wahrnehmung der Wirklichkeit und damit auf die Vorstellungen von räumlichen Situationen auswirkt. Dadurch sind ihre Orientierungsmöglichkeiten, Bewegungsfreiheit, Mobilität und Selbstständigkeit erheblich eingeschränkt. (Maritzen & Kamps, 2013)
Betroffene Personen können verschiedene Technologien, Hilfsmittel und Strategien anwenden, um sich in ihrer bebauten Umgebung zurecht zu finden und zu bewegen. Taktile Karten, auch Blinden- oder Tastkarten genannt, können Orientierungshilfen in unbekannten Umgebungen sein (Agentur Barrierefrei NRW, o. J.). Durch sie kann ein Gebiet, welches größer als der Tastraum einer Person ist, mithilfe der Hände erfasst werden. Die Herstellung geeigneter Tastkarten ist aufwändig und ein Spezialgebiet der Kartografie (Cole, 2021).

Es existieren jedoch Methoden, die es Nicht-Professionellen ermöglicht, taktile Karten zu erstellen. Beispielsweise kann Open Source Software genutzt werden, um von einem Gebiet eine digitale Karte zu konstruieren, die dann als taktile Karte im 3D-Druck gefertigt werden kann. Das Verfahren des 3D-Druckes ist eine vergleichsweise junge Herstellungsmethode, die viele Gestaltungsmöglichkeiten bietet.

Bisherige Forschungen zu taktilen 3D-gedruckten Karten befassten sich größtenteils mit dem graphischen Darstellungspotenzial sowie der Les- und Abrufbarkeit von Karteninhalten (Brittell et al., 2018; Holloway et al., 2018). Die kartografisch dargestellten Umgebungen waren meist fiktiv und die Untersuchungen laborbasiert. Rowell und Ungar (2005) erforschten die Nutzungsanforderungen von blinden und sehbehinderten Menschen an taktile Karten im Allgemeinen. Blades et al. (1999) untersuchten auf welche Weise taktile Karten unabhängig der Produktionstechnik genutzt werden. Lebensweltliche Aspekte sowie der soziale Kontext des Nutzens einer 3D-gedruckten taktilen Karte für blinde und sehbehinderte Menschen fanden in bisherigen Forschungen wenig Berücksichtigung.

Aus diesen Gründen ist die Zielsetzung dieser Arbeit, den Nutzen einer im 3D-Druckverfahren hergestellten taktilen Karte für blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen zu untersuchen. Dafür wird ein solcher Kartenprototyp, der einen öffentlichen Platz in Witten im Kleinformat mit tastbaren Wegen abbildet, von der Zielgruppe in der realen Umweltsituation getestet und anschließend die Personen in Einzelinterviews zum erlebten Nutzen befragt. Die erhobenen qualitativen Daten werden analysiert und der Nutzwert der taktilen Karte aus der Perspektive der Zielgruppe evaluiert, um folgende Forschungsfrage beantworten zu können:
Profitieren blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen von einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte, die den öffentlichen Park am Bergerdenkmal in Witten abbildet?

Um sich dem Forschungsthema zu nähern und relevante Aspekte besser zu verstehen, wird in der vorliegenden Arbeit im Kapitel 2 der theoretische Hintergrund beleuchtet. Es wird ein Einblick über das Leben mit Blindheit oder einer Seheinschränkung gegeben, welche Rolle taktile Karten spielen und wie sie im 3D-Druck hergestellt werden können.
Nachdem im Kapitel 3 das methodische Vorgehen innerhalb der Forschungsarbeit erläutert wird, werden die Ergebnisse der Datenerhebung im vierten Kapitel dargestellt. Innerhalb des fünften Kapitels werden die Forschungsergebnisse diskutiert und Schlüsse gezogen, um die Fragestellung zu beantworten. Zudem werden die gewählten Methoden reflektiert.
Die Forschungsarbeit wird im sechsten Kapitel kurz zusammengefasst, bevor abschließend Handlungsempfehlungen und ein Ausblick in die Zukunft gegeben werden.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Menschen mit Blindheit oder Sehbehinderung

Zunächst wird sich der Frage gewidmet, was es bedeutet, blind oder sehbehindert zu sein. Ein Einblick in die Thematik hilft zu verstehen, mit welchen Barrieren diese Menschen konfrontiert sind, aber auch welche Potenziale und Ressourcen sie besitzen.

2.1.1 Ursachen von Blindheit und hochgradiger Sehbehinderung

In Deutschland ist die Hauptursache für Erblindung oder eine hochgradige Sehbehinderung die Altersabhängige Makula-Degeneration (AMD). 2006 lag der Anteil bei 40 %. Der zweithäufigste Auslöser ist das Glaukom, auch als Grüner Star bekannt (15 %), gefolgt von der Diabetischen Retinopathie (10 %) als dritthäufigste Ursache. (Mauschitz, Li & Larsen, 2019) Ebenso können Schlaganfälle Blindheit oder eine Sehbehinderung verursachen. Unfälle sind hingegen selten der Grund. (Blickpunkt Auge, 2016) Im Jahr 2019 waren etwa 4,6 % der hochgradig sehbehinderten oder blinden Menschen von Geburt an von der Behinderung betroffen (Destatis, 2020).
Die AMD ist eine langsam fortschreitende Schädigung der Netzhaut. Die Sehzellen der Netzhautmitte sterben ab und das zentrale farbige und scharfe Sehen geht verloren. Anvisierte Objekte werden zuerst in der Bildmitte nicht mehr gesehen. Der blinde Fleck vergrößert sich mit der Zeit bis nur noch ein geringes Restsehvermögen an den Bildrändern bleibt. Beim Glaukom sterben die Fasern des Sehnervs allmählich ab. Zuerst ist das Sehen an den Bildrändern betroffen. Die Sehminderung betrifft später auch das zentrale Sehen und führt unbehandelt zur Erblindung. Die Diabetische Retinopathie beginnt ebenfalls mit einem Ausfall des Sehens an den Bildrändern bis im fortgeschrittenen Stadium das zentrale scharfe Sehen nicht mehr möglich ist. Verursacht wird dies durch eine Diabeteserkrankung, welche die Blutgefäße der Netzhaut und der Gefäßwände verändert und zerstört. (Christoffel-Blindenmission e.V., o. J. a)
Abbildung 1 verdeutlicht die verschiedenen Seheindrücke bei den drei häufigsten Augenerkrankungen.

Abb.1 Seheindrücke bei AMD (li.), Glaukom (Mitte) und Diabetischer Retinopathie (re.) (Christoffel-Blindenmission e.V., o. J. b)

2.1.2 Abgrenzung von Blindheit und Sehbehinderung

Zunächst soll auf den Begriff ‚Behinderung' eingegangen werden. Dieser wurde 2018 durch das Bundesteilhabegesetz (BTHG) im Sozialgesetzbuch (SGB) neu definiert. Laut SGB IX § 2 Begriffsbestimmungen Absatz 1 sind behinderte Menschen:
„(…) Menschen, die körperliche, seelische, geistige oder Sinnesbeeinträchtigungen haben, die sie in Wechselwirkung mit einstellungs- und umweltbedingten Barrieren an der gleichberechtigten Teilhabe an der Gesellschaft mit hoher Wahrscheinlichkeit länger als sechs Monate hindern können." Damit orientiert sich die Definition an der internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) der Weltgesundheitsorganisation in der deutschen Version aus dem Jahr 2005. Demnach ist eine Person durch die dauerhafte fehlende oder eingeschränkte Sehfähigkeit beeinträchtigt und wird durch Umweltbarrieren gehindert, am gesellschaftlichen Leben vollständig teilzuhaben. (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), 2005)
Der Gesetzgeber grenzt zudem klar zwischen Blindheit und Sehbehinderung ab. Für die Einteilung sind die Sehschärfe, auch Visus genannt, sowie das Gesichtsfeld ausschlaggebend. Das Gesichtsfeld entspricht dem Bild, welches das unbewegte Auge beim Geradeausschauen erfasst (Hofer, 2008). Verschiedene Ausmaße von Gesichtsfeldausfällen durch Augenkrankheiten können der Abbildung 1 entnommen werden.
Eine Sehbehinderung liegt vor, wenn eine maximale Sehschärfe von 30 % der normalen Sehkraft vorhanden ist (DBSV, 2021). Im Sinne des Schwerbehindertenrechts Teil A.6.d) der Anlage zu § 2 Versorgungsmedizin-Verordnung (VersMedV) besitzt eine Person eine hochgradige Sehbehinderung, wenn ihr Visus zwischen 2 und 5 % eines normalsichtigen Menschen liegt.
Blind ist, wer über höchstens 2 % der normalen Sehschärfe verfügt. Die Sehkraft kann auch größer sein, wenn zusätzlich eine Einschränkung des Gesichtsfeldes vorliegt. Gemessen wird immer das bessere, korrigierte Auge. (Teil A.6.a) der Anlage zu § 2 VersMedV)
Gesetzlich blinde Menschen können demzufolge unter Umständen noch etwas sehen.
Die Gruppe der blinden und sehbehinderten Menschen kann noch weiter differenziert werden. Es kann eine große Rolle spielen, ob ein Mensch blind oder sehbehindert geboren wurde oder im Laufe seines Lebens die Sehfähigkeit gesunken ist oder verloren ging. Besonders deutlich wird dies am Beispiel eines geburtsblinden Menschen, der ohne visuelle Erfahrungen aufwächst. Er kennt keine Farben und zweidimensionalen Bilder. Er kann sich nur schwer vorstellen, was perspektivisches Sehen ist. Im Gegensatz dazu kann ein spät erblindeter Mensch aufgrund seines Gedächtnisses häufig auf visuelle Erinnerungen zurückgreifen. Er kann gute Vorstellungen von Farben, Objekten, räumlichen Beziehungen und Perspektiven haben, die jedoch mangels fehlenden Abgleichs mit der Realität mit der Zeit verblassen können. (Böhme, 2018)

2.1.3 Wahrnehmungen durch die Sinne

Der Sehsinn gilt als zentraler Wahrnehmungssinn. Es können Licht, Größe, Gestalt und Form wahrgenommen werden. Durch das normale Sehen werden geschätzt 80 % der Informationen aufgenommen. (Hofer, 2008)
Fehlen visuelle Wahrnehmungen können alternative Fähigkeiten genutzt werden. Informationen aus der Umwelt können über das Gehör, den Tastsinn, die Sinne der Haut, den Geruchs- und den Geschmackssinn aufgenommen werden, soweit das möglich ist. Der gezielte Gebrauch vorhandener Sinne kann bei blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen zu einer sehr differenzierten Wahrnehmungsfähigkeit führen. Gegenüber sehenden Menschen sind ihre Sinne nicht besser ausgebildet, sie gelten nur als trainierter. (Schweizerischer Blinden- und Sehbehindertenverband, o. J.)
Für die räumliche Wahrnehmung sind der Hör- und der Geruchssinn in Bezug auf die Genauigkeit der Lokalisierung von Objekten langsamer und unpräziser als der Sehsinn, denn das Sehen ermöglicht die gezielte Aufnahme von Entfernungs- und Richtungsinformationen (Ungar, 2000). Der Tastsinn ist so weit nützlich, als dass Objekte direkt lokalisiert werden können, die sich im Tastraum, also in Reichweite der Arme und Hände befinden.
Sehbehinderte Menschen können durch ihr Restsehvermögen räumliche Umgebungsinformationen im begrenzten Maße zusätzlich visuell aufnehmen. Dadurch sind sie in der Lage, Objekte, die sich außerhalb des Tastraums befinden, besser zu orten als blinde Menschen (Voigt & Martens, 2006). Demzufolge gibt es in Bezug auf die Wahrnehmungswelt Unterschiede zwischen blinden und sehbehinderten Menschen.

2.1.4 Entwicklung eines Raumverständnisses

Wenn sich ein Mensch in einem Gebiet bewegt, kann er durch seine vorhandenen Sinne die Umgebung und darin befindliche Wege wahrnehmen. Ergänzt durch räumliche Informationen aus anderen Quellen, wie beispielsweise Beschreibungen oder Karten kann er ein Paket an Informationen über diesen Ort sammeln. Durch die bewusste Verarbeitung dieses Raumwissens entwickelt sich im Kopf eine komplexe räumliche Vorstellung von dem Gebiet und somit ein Raumverständnis. Dieser gesamte Prozess wird als kognitive Kartierung bezeichnet. (Jacobson, 1998)
Durch permanente Informationsaufnahme wird die kognitive Karte, auch Mental Map genannt, sukzessive aufgebaut und repräsentiert das individuelle räumliche Wissen über ein Gebiet. Sie kann sich als subjektive Landkarte vorgestellt werden, auf der sowohl Wege als auch Objekte verortet und in räumliche Beziehungen zueinander gesetzt sind. Dabei kann die kognitive Karte von der Realität abweichen und verzerrt sein. (Haas et al., 2018)

Beim Durchschreiten eines Gebietes können sich sehende Menschen entsprechend ihren visuellen Fähigkeiten einen Überblick über räumliche Verhältnisse verschaffen.
Blinde Menschen können dies nicht. Sie müssen ein unbekanntes Gebiet immer wieder auf verschiedene Weise ablaufen, um räumliche Informationen zu sammeln. Diese können im Kopf zusammengesetzt werden, um sich ein Bild vom Gebiet gedanklich aufzubauen. Informationslücken und Fehlinterpretationen von Informationen führen zur Entstehung einer kognitiven Karte, die nicht der realen Wirklichkeit entspricht. (Voigt & Martens, 2006)
Zudem neigen blinde Menschen dazu, gekrümmte Wege zu linearisieren (Ungar, 2000).
Ebenso ist es möglich, dass ein Ort indirekt durch die Verwendung einer taktilen Karte kognitiv kartiert wird. Eine Tastkarte kann blinden und sehbehinderten Menschen stellvertretend für den Besuch des Ortes räumliche Informationen liefern, die ausreichend sind, die dargestellte Umgebung zu begreifen und eine Raumvorstellung von dem Ort zu erhalten. (ebd.)
Mehrere kleinräumige kognitive Karten können mit größerer Erfahrung miteinander verbunden werden, um Routenwissen zu bilden und Wegebeziehungen zu verstehen. (Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, o. J.) Das gewonnene Raumverständnis ist sowohl für die Orientierung als auch die Navigation in einem Gebiet hilfreich (Blades et al.,1999).

2.1.5 Individuelle mobilitätsunterstützende Hilfen außerhalb von Gebäuden

Selbstständige Mobilität ist für blinde und sehbehinderte Menschen herausfordernd. Es müssen sowohl motorische Fertigkeiten als auch die Fähigkeit zur Orientierung vorhanden sein, um eigenständig einen Zielpunkt erreichen zu können. Nur das Zusammenspiel beider Kompetenzen führt zu einer zielgerichteten Fortbewegung. (Bambring, 2002)
Verschiedene Hilfsmittel und assistive Technologien können blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen die Orientierung und Navigation erleichtern. Deshalb soll an dieser Stelle ein kurzer Überblick über häufig verwendete Hilfen gegeben werden, wobei die Aufzählung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.
Als wichtigstes Hilfsmittel zur taktilen Orientierung und Mobilität dient blinden Menschen der weiße Langstock (Maritzen & Kamps, 2013). Er wird oft Blindenstock genannt, obwohl ihn auch hochgradig sehbehinderte Menschen benutzen. Mit dem Langstock werden der Boden, Orientierungspunkte und etwaige Hindernisse, etwa ein- bis eineinhalb Schritte voraus durch Pendelbewegungen ertastet. Durch die Verwendung vergrößert sich der Tastraum der Person. Der Langstock dient sowohl der Warnung vor Hindernissen als auch zusätzlich dem Körperschutz (ebd.).
Des Weiteren können verschiedene elektronische Hilfen zum Einsatz kommen, beispielsweise ein Laserlangstock mit integriertem Hindernismelder oder Schuhe mit Hinderniserkennung. Die

Informationen, die sie vermitteln, werden dabei über alternative Sinneseindrücke, wie Vibrationen und akustische Signale ausgegeben.

Damit sich blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen in einem unbekannten Gebiet zurechtfinden, ist oft sehende Hilfe notwendig. Helfende Personen können vorab einen bestimmten Weg und Orientierungspunkte beschreiben oder unterwegs begleiten. GPS (Global Positioning System)-gestützte Navigationssysteme stellen eine geeignete Technologie dar, um die selbstständige Orientierung im öffentlichen Raum zu ermöglichen (Maritzen & Kamps, 2013). Sie helfen sowohl die aktuelle geografische Position als auch die Gehrichtung zu bestimmen und werden zur Auffindung von gesetzten Zielpunkten verwendet.

Im Allgemeinen kann das Smartphone für blinde und sehbehinderte Menschen eine Unterstützung im Alltag sein. Die Kamera und Zoomfunktion bei einer vorhandenen Restsehkraft, die Sprachausgabe und viele weitere Funktionen und installierbare Apps bieten Möglichkeiten, die zur Mobilität und Unabhängigkeit von blinden und sehbehinderten Menschen beitragen können. Das Smartphone gilt dabei nicht als Hilfsmittel und ist daher keine Leistung der gesetzlichen Krankenkassen. (DBSV, o. J. b)

Der Blindenführhund hingegen gilt nach dem Sozialgesetzbuch (SGB) rein rechtlich als Hilfsmittel. Laut § 33 Hilfsmittel Absatz1 im SGB V haben gesetzlich Versicherte einen Anspruch auf eine „Versorgung mit (…) Hilfsmitteln, die im Einzelfall erforderlich sind, um (…) eine Behinderung auszugleichen, soweit die Hilfsmittel nicht als allgemeine Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens anzusehen (…) sind“. Da ein ausgebildeter Blindenführhund sowohl in der Lage ist, Nahziele wie Briefkästen, Ampeln, Fußgängerüberwege, Treppen, Türen sowie Gefahren und Hindernisse anzuzeigen als auch sicher durch den allgemeinen Verkehr zu führen, ermöglicht er blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen ein hohes Maß an selbstständiger Fortbewegung (GKV-Spitzenverband, 2018).

2.1.6 Barrierefreiheit

Eine alleinige Ausstattung der blinden und sehbehinderten Menschen mit erforderlichen Hilfsmitteln ist für die Realisierung von Barrierefreiheit nicht ausreichend. (Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), 2016)

Aus gesetzlicher Perspektive wird Barrierefreiheit bereits durch das Grundgesetz Artikel 3 Absatz 1 geregelt: „Niemand darf wegen seiner Behinderung benachteiligt werden.“ Im Behindertengleichstellungsgesetz NRW (BGG NRW) wird in § 4 - Barrierefreiheit, Agentur Barrierefrei Nordrhein-Westfalen Absatz 1 weiter konkretisiert: „Die Auffindbarkeit, der Zugang und die Nutzung [gestalteter Lebensbereiche] müssen für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe möglich sein.“

Für blinde und sehbehinderte Menschen ist ein Ort barrierefrei auffindbar, zugänglich und nutzbar, wenn das Umfeld den Einsatz des Tast- und/oder Hörsinns zulässt (Metlitzky & Engelhardt, 2008).
Da Blindheit bzw. eine Sehbehinderung die Ausgestaltung der Freizeit erschweren kann, spielt die Barrierefreiheit bei der Zugänglichkeit zu Erholungs- und Freizeitangeboten eine wesentliche Rolle. Sie ist die Voraussetzung für eine selbstbestimmten Gestaltung dieses Lebensbereiches und ermöglicht eine gleichberechtigte Teilhabe (BMAS, 2016).
Die Verwirklichung von Barrierefreiheit im öffentlichen Raum führt häufig zu baulichen Umweltveränderungen. Gemäß § 72 Absatz 7 der Landesbauordnung NRW (BauO NRW 2018) sollen örtliche Interessenvertretungen für Menschen mit Behinderungen bei der Errichtung, Änderung oder Nutzungsänderung öffentlicher baulicher Anlagen zu Aspekten der Barrierefreiheit einbezogen werden.
Die Ausstattung von öffentlichen Verkehrs- und Freiflächen mit bodengebundenen, visuell kontrastreichen und taktilen Orientierungs- und Leitsystemen nach DIN-Normen wird empfohlen. Besonders die DIN 18040- 3: Barrierefreies Bauen - Planungsgrundlagen - Teil 3: Öffentlicher Verkehrs- und Freiraum sowie die DIN 32984: Bodenindikatoren im öffentlichen Raum sind hier von Bedeutung. Bisher sind die Orientierungs- und Leitsysteme meist Einzelelemente und bilden in der bebauten Umwelt kein funktionales Gesamtsystem für eine ununterbrochene Orientierung und Wegekette (Metlitzky & Engelhardt, 2008).
Die Bereitstellung von taktilen Karten und Übersichtsplänen zur Umsetzung von Barrierefreiheit auf öffentlichen Flächen ist keine Pflicht, sondern eine Empfehlung (Agentur Barrierefrei NRW, o. J.).
In Witten wurde 2020 der Inklusionsplan als kommunales Handlungskonzept für ein inklusives Gemeinwesen beschlossen. Darin wird inter alia eine Teilhabe an Freizeitmöglichkeiten für Menschen mit Behinderungen durch die barrierefreie Gestaltung von Sport- und Freizeitstätten angestrebt. Technische Maßnahmen sollen diesbezüglich zur Umsetzung von Barrierefreiheit realisiert werden. (Stadt Witten, 2020)

2.2 Taktile Karten

2.2.1 Ziel taktiler Karten

Eine taktile Karte kann maßstäblich verkleinerte räumliche Daten von einem Gebiet bzw. einer Umgebung veranschaulichen. Die dargestellten Inhalte werden durch erhöhte oder vertiefte Punkte, Linien und Oberflächen fühlbar und können mithilfe des Tastsinns erkundet werden. Die taktile Karte soll so aufbereitet sein, dass sie einem blinden oder sehbehinderten Menschen eine

barrierefreie Zugangsmöglichkeit zu räumlichen Informationen und komplexen Zusammenhängen bietet. (DIN e.V., 2021)
Der Kartennutzer kann sich mittels einer taktilen Karte einen Eindruck und Überblick von einer Umgebung oder einer Wegeführung verschaffen (Ungar, 2000).
Zudem vermittelt eine taktile Karte ein ganzheitlicheres Bild und Verständnis des Gebietes als es Beschreibungen liefern können (Blades et al., 1999) und hilft das Gebiet kognitiv zu kartieren (Ungar, 2000).
Gleichwohl kann eine taktile Karte zum Erlernen einer Route durch ein unbekanntes Gebiet nützlich sein sowie die eigenständige Orientierung und Navigation in einer Umgebung unterstützen (Blades et al., 1999).
Somit kann eine taktile Karte ein praktisches Instrument sein, um einem blinden oder sehbehinderten Menschen die individuelle Mobilität und soziale Teilhabe zu erleichtern (DIN e.V., 2021).

2.2.2 Lesen taktiler Karten

Durch das Lesen einer taktilen Karte kann sich ein blinder oder sehbehinderter Nutzer die benötigten Informationen für den jeweiligen Anwendungszweck entnehmen.
In Anlehnung an Hake et al. (2002) wird das Kartenlesen in dieser Arbeit als das Wahrnehmen, Verstehen und Interpretieren von Einzelheiten des Karteninhalts im Hinblick auf die Art und Menge der Objekte und ihren Raumbezug definiert.
Wenn ein sehender Mensch eine taktile Karte betrachtet, kann er sofort einen Gesamteindruck von ihr gewinnen. Ein blinder Kartennutzer kann das nicht unmittelbar. (Blades et al., 1999)
Deshalb kann ihm ein strukturiertes Vorgehen bei der Erkundung einer taktilen Karte helfen, den dargestellten Inhalt gezielt zu erfassen (Bornschein & Engel, 2020).
Für den Erhalt eines ersten Überblicks werden beide Hände gleichzeitig eingesetzt, um die Karte systematisch abzutasten. Zur Erkundung von Details kann eine Hand als Referenz an einer festen Position verbleiben und die Finger der anderen Hand werden flach über die Karte bewegt. Eine Linie wird mit den Zeigefingern beider Hände verfolgt. Dies erleichtert den Verlauf der Linie zu verstehen. Um räumliche Informationen zu entnehmen, müssen markante Orientierungspunkte gefunden und ihre Lage im Gedächtnis behalten werden. So dienen beispielsweise Gebäude als Bezugspunkte, auf die beim Erkunden schnell zurückgekehrt werden kann. Die Karte wird auf diese Weise sequenziell gescannt. Aufbauend auf den gemerkten Einzelobjekten und ihren relativen Lagen zueinander, wird das Gesamtbild der Karte erarbeitet. (ebd.)
Je besser die Erkundungstechnik und die Strategie zum Lesen einer taktilen Karte ist, desto besser sind die Leistungen zur Informationsentnahme sowie kognitiven Konstruktion des dargestellten Gebietes (Ungar, 2000).

Doch blinde und sehbehinderte Menschen besitzen nicht automatisch die Fähigkeit, eine taktile Karte lesen zu können (Edman, 1992).

2.2.3 Kartenarten nach Anwendungszweck

Es lässt sich zwischen drei taktilen Kartentypen unterscheiden. Dies sind laut Edman (1992) Orientierungs-, Mobilitäts- und geografische Karten.
Eine Orientierungskarte deckt ein großes Gebiet ab und gibt einen allgemeinen Überblick darüber. Sie stellt Beziehungen zwischen verschiedenen Umgebungen dar und liefert Informationen für eine unabhängige Fortbewegung. In der Karte können beispielsweise Einkaufszentren, Verkehrsnetze, Wälder und Parks verzeichnet sein.
Die Mobilitätskarte ist detaillierter als die Orientierungskarte und enthält Informationen, die ein blinder oder sehbehinderter Mensch benötigt, um seinen aktuellen Standpunkt auf der Karte zu bestimmen. Dazu sind abgebildete Gebäude, Straßen und Orientierungspunkte hilfreich. Damit kann er sich selbstständig und sicher zu einem gewünschten Ziel bewegen. Die Darstellung von Gefahren und Hindernissen gewährt Sicherheit während der Fortbewegung. Als topografische Karte bildet sie zusätzlich das Gelände ab. Für eine bessere Lesbarkeit einer Mobilitätskarte können die Abstände zwischen den dargestellten Punkten von den tatsächlichen Gegebenheiten abweichen. (ebd.)
Eine geografische Karte wird beispielsweise für den Bereich der geografischen Bildung eingesetzt. Sie kann als politische oder physische Themenkarte beispielsweise Landkreise, Länder, Kontinente oder die ganze Welt abbilden. Wenn eine Karte dreidimensional Auskunft über Höheninformationen der natürlichen Erdoberfläche gibt, wird sie auch als Geländemodell bezeichnet (Hake et al., 2002).
Demnach kann eine taktile Karte dem Zweck der Orientierung, der selbstständigen Fortbewegung oder der geografischen Bildung dienen.

2.2.4 Normen und Richtlinien

Zur Erstellung einer taktilen Karte existieren informelle Leitlinien. Damit der Anwender eine mobile taktile Karte korrekt ausrichten kann, sollte ein Orientierungshinweis oder ein Nordindikator vorhanden sein. Ein an den Kartenmaßstab angepasster Informationsgehalt erleichtert die Verständlichkeit. Die taktile Karte sollte übersichtlich und einfach, mit leicht zu unterscheidenden Symbolen gestaltet sein. Dabei ist ein Mindestabstand von 3 mm zwischen Linien und Symbolen einzuhalten, um eine optimale Lesbarkeit zu ermöglichen. (Wabinski et al., 2022; The Braille Authority of North America, 2012)

Soll eine immobile Tastkarte, beispielsweise als Pultinstallation aufgestellt werden, sollte diese nach der DIN-Norm 32989: Barrierefreie Gestaltung- Informationsgehalt, Gestaltung und Darstellungsmethoden von taktilen Karten gestaltet sein. Seit dem Jahr 2021 definiert die Norm unter anderem Mindestmaße der Karte, Gestaltungsmöglichkeiten und Standortbestimmungen. Eine fest installierte Karte sollte optisch und taktil leicht auffindbar sein und der Vermittlung von Standortinformationen dienen. Sie kann entweder Wegeführungen anzeigen oder eine Übersicht darstellen. (DIN e.V., 2021)

2.2.5 Kartenarten nach Herstellungsart

Um eine mobile Tastkarte herzustellen, gibt es verschiedene Produktionsverfahren. An dieser Stelle werden drei ausgewählte Methoden aufgezeigt, welche die Herstellung einer taktilen Karte durch Nicht-Professionelle erlaubt, vorausgesetzt die entsprechenden Produktionsmittel sind verfügbar.

Mittels des Schwellpapierverfahrens können einfache taktile Karten hergestellt werden. Als Vorlage dient eine Schwarz-Weiß-Grafik. Diese kann beispielsweise mit einer Software für digitales Malen und Zeichnen konstruiert werden. Danach wird die Grafik auf spezielles Papier mit einem herkömmlichen Tintenstrahldrucker mit schwarzer kohlenstoffbasierter Tinte aufgedruckt. Anschließend wird das bedruckte Schwellpapier in ein spezielles Heizgerät, einem Schwellkopierer (Abbildung 2) gegeben. Durch die Wärmezufuhr quillt das Papier, welches sich genau unter der Tinte befindet auf und es entsteht eine tastbare Erhebung an dieser Stelle.

Mit dieser Methode können taktile und kontrastreiche schematische Darstellungen von Umgebungen erzeugt werden (Abbildung 3). Eine Höhenvariation der Erhebungen ist bei dieser Produktionsmethode nicht möglich. Die digitale Vorlage kann schnell abgeändert, erneut auf Schwellpapier ausgedruckt und aufgequollen werden.

Abb. 2 Piaf Schwellkopierer
(IPD Infosystem Produktion and Distribution GmbH, o. J.)

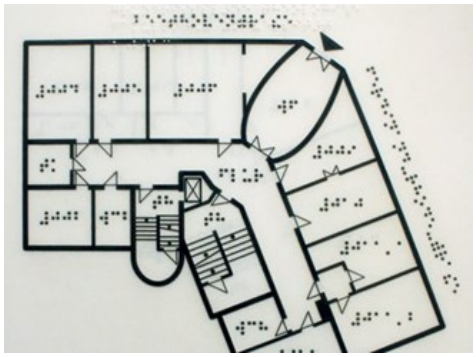

Abb. 3 Taktile Schwellpapierkarte
(Deutsches Zentrum für barrierefreies Lesen , o. J.)

Ein weiteres Herstellungsverfahren ist das Thermoform-Verfahren. Dafür wird eine feste, dreidimensionale und hitzebeständige Kartenvorlage benötigt, beispielsweise aus Holz, Gips oder Metall. Diese muss im Vorfeld angefertigt werden, um sie in eine Vakuum-Verformungsmaschine (Abbildung 4) einzulegen. Eine dünne Kunststofffolie wird danach in einen Rahmen gespannt und durch Hitze und Vakuum an die Vorlage angeformt. Das Ergebnis ist eine Kopie der Kartenvorlage aus stabiler Folie (Abbildung 5). Bei diesem Verfahren kann eine taktile Karte mit verschiedenen Höhenebenen hergestellt werden. Eine Veränderung der Karte erfordert eine mechanische Änderung der Vorlage.

Abb. 4 Brailon Duplicator (Blista-Brailletec gGmbH, 2018)

Abb. 5 Im Thermoform-Verfahren hergestellte Karte (Editoriale Domus Spa, 2010)

Der Produktionsprozess des 3D-Drucks ist umfangreicher als beim Schwellpapier- oder Thermoform-Verfahren (Brittell et al., 2018). Beim 3D-Druckverfahren ist als Kartenvorlage ein digital konstruiertes dreidimensionales Modell in Form einer Datei notwendig. Auf Grundlage der 3D-Datei erfolgt die Fertigung der taktilen Karte durch schichtweisen Aufbau von Kunststoff im 3D-Drucker (Abbildungen 6 und 7). Diese Methode der Herstellung bietet dreidimensionale Gestaltungsmöglichkeiten von Karteninhalten.

Abb. 6 FDM-Drucker Sidewinder X2 (Shenzhen Yuntuchuangzhi Technology Co., o. J.)

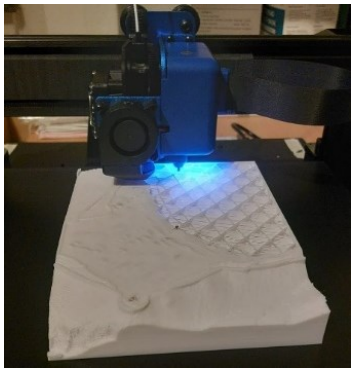

Abb. 7 Taktile Karte im 3D-Druck (Eigene Darstellung)

2.3 3D-Druck

2.3.1 Entwicklung verschiedener 3D-Druckverfahren

In den 1980er Jahren begann die Geschichte des 3D-Druckes. Chuck Hull, der heute als Erfinder des 3D-Druckes gilt, gelang es erstmalig 3D-Konstruktionsdaten automatisch in Maschinendaten umzuwandeln, um in einem automatisierten Prozess lichtempfindliches Harz Schicht für Schicht unter UV-Licht aushärten zu lassen, sodass ein dreidimensionales Bauteil entstand. Dieses Verfahren nennt sich Stereolithographie (SLA). Die ersten SLA-Drucker wurden 1988 auf den Markt gebracht (Schilling & Bliedtner, 2017).
Die Technologie des 3D-Druckes war eine neue Produktionsmethode. Objekte werden durch den Aufbau von Material geschaffen, was deshalb als additive oder generative Fertigung bezeichnet wird. Im Gegensatz dazu entstehen bei subtraktiven Fertigungsverfahren Objekte durch Abtragen von Material, zum Beispiel durch Fräsen oder Schleifen.
Ende der 80er Jahre begann die Entwicklung einer weiteren 3D-Drucktechnik, dem Selektiven Lasersintern (SLS) (Klahn et al., 2018). Beim SLS-Verfahren sorgt ein Laserstrahl für das schichtweise Verschmelzen eines feinen Kunststoffpulvers in einem Pulverbett.
Im Jahr 1988 wurde ein weiteres 3D-Druckverfahren erfunden, das Fused Deposition Modelling (FDM) (Schilling & Bliedtner, 2017). Beim FDM-Verfahren wird ein thermoplastischer Kunststoff-Faden, Filament genannt, durch hohe Temperaturen geschmolzen und der flüssige bis zähe Kunststoff mittels einer Düse in dünnen Bahnen auf der Oberfläche einer Bauplattform automatisiert abgelegt. Im Druckprozess verbindet sich die obere Kunststoffbahn mit der darunterliegenden und es entsteht von unten nach oben aufbauend das Druckobjekt. Gegebenenfalls ist innerhalb des Prozesses der Aufbau von Stützstrukturen notwendig, um große Überhänge drucken zu können. Ab Mitte der 1990er Jahre führte die Etablierung von ersten CAD (Computer Aided Design)-Systemen zur Erstellung von digitalen 3D-Modellen sowie ihre zunehmende Verfügbarkeit dazu, dass sich der FDM-Druck nicht nur in der Industrie verbreitete, sondern auch unter Privatanwendern. Das FDM ist, gemessen an der Anzahl der verkauften Geräte, das bislang erfolgreichste 3D-Druckverfahren. (ebd.)

2.3.2 Datenaufbereitung für den 3D-Druck im FDM-Verfahren

Durch die Vorbereitung auf diese Bachelorarbeit konnten im Vorfeld Erfahrungen in Bezug auf die Kartengenerierung für den FDM-Druck gesammelt werden.
Wie bereits in Abschnitt 2.2.5 erwähnt, bildet die Vorlage für eine 3D-gedruckte taktile Karte immer eine digitale dreidimensionale Beschreibung der Karte in Form einer 3D-Datei.

Für nicht-professionelle Kartografen gibt es zur Erzeugung dieser Datei verschiedene Herangehensweisen, von denen drei Methoden im Folgenden kurz beschrieben werden.
CAD-Programme wie *SketchUp* oder *Autodesk Fusion 360* ermöglichen die Erzeugung eines digitalen geometrischen Modells und sind für die Gestaltung flacher 3D-Karten ohne Geländedarstellung geeignet. Die Konstruktion eines 3D-Modells erfordert Fachwissen und Erfahrungen im Umgang mit dieser Software.
Um automatisiert eine digitale 3D-Karte von einem gewünschten Gebiet zu generieren, kann ein Webdienst genutzt werden. Als Anbieter sind zum Beispiel *Touch Mapper* und *Cadmapper* bekannt. Die Daten für die Kartenerstellung basieren jeweils auf der Open Source Geodatenbank von *OpenStreetMap*.
Die generierte digitale 3D-Karte von *Touch Mapper* ist flach und ermöglicht keine dreidimensionale Darstellung der Topografie eines Gebietes. Wege werden erhöht dargestellt und die Gebäude im 3D-Effekt angezeigt. Unabhängig der tatsächlichen Höhe ist jedes Gebäude auf der digitalen Karte gleich hoch. Eine digitale Nachbearbeitung von einzelnen Karteninhalten ist nur begrenzt möglich. *Cadmapper* erlaubt zusätzlich eine Integration der Topografie des Geländes in die Karte. Ansonsten ist sie im Aufbau der digitalen Karte von *Touchmapper* ähnlich. Beide Webdienste ermöglichen ein Exportieren der 3D-Datei, um eine physische Karte selbst ausdrucken zu können.
Als weitere Methode zur Kartenerzeugung kann auf Geoinformationssysteme (GIS) zurückgegriffen werden. Zum Beispiel *QGIS*, eine kostenfreie Software zum Entwerfen, Bearbeiten und Auswerten von Geodaten, ermöglicht eine individuelle Konstruktion einer digitalen 3D-Karte auf der Grundlage von importierbaren Daten mit Raumbezug.
Verschiedene Themenkarten, Layer genannt, wie beispielsweise Wege-, Flächen-, und Gebäudekarten, können mit Koordinatenbezug aus *OpenStreetMap* ins Programm geladen werden. Jedem Layer kann eine gewünschte Höhe zugewiesen werden, sodass die einzelnen 2D-Kartenelemente dreidimensional werden. Topografische Daten von nordrheinwestfälischen Gebieten können vom Geodatendienst *Geobasis NRW* importiert werden. So kann aus verschiedenen Layern zusammengesetzt eine digitale 3D-Karte nach dem Baukastenprinzip konstruiert und innerhalb des Programms wieder verändert werden. Nach dem Verschmelzen der einzelnen Layer zu einem digitalen 3D-Kartenmodell ist die Kartenkonstruktion abgeschlossen.

Der nachfolgende Schritt des Slicings dient der Druckvorbereitung. Die mittels Webdienst, CAD- oder GIS-Programms erstellte 3D-Datei, muss mit einer druckerspezifischen Slicer-Software in Druckerbefehle für den jeweiligen FDM-Drucker konvertiert werden, bevor die physische taktile Karte im 3D-Druck produziert werden kann.

2.3.3 Vorteile des 3D-Druckverfahrens in der Kartenproduktion

Die technologischen Fortschritte der letzten Jahre förderten das Experimentieren mit digitalen räumlichen Modellen (Klahn et al., 2018). Auch nicht-professionellen Kartografen ist es möglich, eine digitale taktile Karte selbst zu generieren. Dreidimensionale Modelle können bei einer großen Flexibilität an volumetrischen Geometrien mittels Software erzeugt werden.
Ein einmal generiertes digitales 3D-Modell muss dabei kein Einzelstück sein. Die vorhandene Datei kann schnell und unkompliziert über das Internet verbreitet werden.
Bei geringen kalkulierbaren Kosten kann die Karte überall und jederzeit gedruckt werden, wenn ein FDM-Drucker vorhanden ist.
Zudem kann eine digitale Karte ein Ausgangspunkt für Weiterentwicklungen sein. Bei der Verwendung von CAD- oder GIS-Software ist es realisierbar, die Karte durch digitale Nachmodellierungen auf individuelle Bedürfnisse einzelner Nutzer anzupassen. Das bedeutet, dass die digitale Karte personalisiert und anschließend erneut ausgedruckt werden kann.
Ein weiterer Vorteil ist die direkte Erzeugung der physischen Karte im 3D-Drucker. Es fallen keine Abfallprodukte wie beispielsweise Materialspäne beim Fräsen an. Deshalb ist das 3D-Druckverfahren wirtschaftlich und schont Ressourcen (Auer, 2019).
Aufgrund des großen Potenzials dieser Produktionsmethode wurde für die Herstellung des Forschungsgegenstands das Verfahren des 3D-Drucks gewählt.

3 Methodik

3.1 Material und Vorbereitungen

Um die mobile 3D-gedruckte taktile Karte für die vorliegende Arbeit zu erstellen, wurde mit einer hochgradig sehbehinderten Person erörtert, welches Gebiet in Witten von besonderem Interesse ist, um dreidimensional und taktil kartografiert zu werden. Es wurde von Seiten der sehbehinderten Person die bereits erwähnte Parkanlage am Hohenstein in Witten vorgeschlagen.
Ein sehender Mensch kann die offen gestaltete Parkanlage visuell schnell erfassen. Er kann sich einen Überblick über das Gelände verschaffen und verstehen, wie das Wegenetz aufgebaut ist. Ein blinder oder sehbehinderter Mensch kann dies nicht unmittelbar.
Die Wege im Park am Bergerdenkmal verlaufen nicht geradlinig, sondern geschwungen und zum Teil elliptisch. Diese Wegeführung ist für einen blinden Menschen beim Laufen schwer wahrnehmbar.
Da von diesem Gebiet bis dahin noch keine taktile Karte existierte und es ein öffentlicher Ort der Erholung und Freizeitgestaltung ist, wurde es als Zielgebiet für die Forschungsarbeit ausgewählt.

Am südlichen Ende des Parks befindet sich auf der Abbruchkante des Ardeygebirges das etwa 20 Meter hohe Bergerdenkmal. Das turmartige Bauwerk steht auf einem Podest und ist über eine Freitreppe zu erreichen.
Abbildung 8 zeigt ein Luftbild des Zielgebietes aus der Vogelperspektive. Gut zu sehen sind im linken unteren Bildausschnitt das Bergerdenkmal und mittig im Bild große Grünflächen. Der elliptische Rundweg um die Grünfläche nahe dem Denkmal lässt sich erahnen. Auf der nächsten großen Wiese ist mit der hellen Fläche der Spielplatz erkennbar. Rechts dahinter liegt der Parkplatz. Am rechten oberen Bildrand ist umschlossen von Bäumen das Haus Hohenstein zu sehen.

Abb. 8 Luftaufnahme des Parks in Witten mit Bergerdenkmal (Blossey, 2022)

Unzureichende CAD-Softwarekenntnisse der Autorin dieser Arbeit führten im ersten Schritt dazu, dass mithilfe der Webdienste *Touchmapper* und *Cadmapper* jeweils eine digitale 3D-Karte vom Zielgebiet am Computer generiert wurde. Nach Begutachtung dieser Karten und Begehung des Parks am Bergerdenkmal durch die Autorin wurden beide digitalen 3D-Karten als ungeeignet eingestuft, da sie die Umgebung nicht ausreichend realitätsnah wiedergaben. Deshalb wurde die Notwendigkeit gesehen, die digitale Karte des Parks am Bergerdenkmal über das Geoinformationssystem *QGIS* zu erstellen. Nach Einarbeitung in das Programm konnte erfolgreich eine digitale 3D-Karte generiert werden. Dabei wurde sich an den informellen Leitlinien zur Gestaltung taktiler Karten orientiert. Der erste Prototyp der taktilen 3D-Karte des Parks am Bergerdenkmal wurde anschließend auf einem FDM-Drucker produziert. Dieses etwa 6 cm hohe Modell, das auf

Abbildung 9 zu sehen ist, wurde von einer blinden Person auf die Lesbarkeit getestet und bewertet.

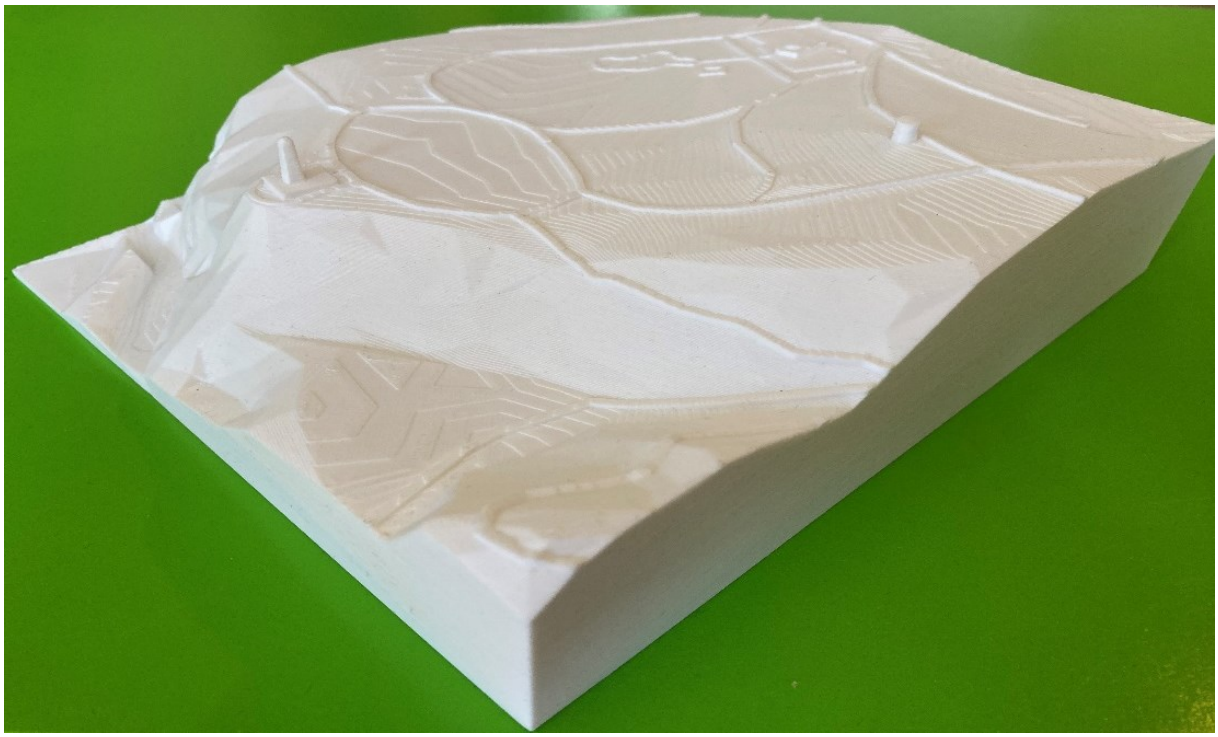

Abb. 9 Erster Prototyp der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks

Basierend auf den Rückmeldungen dieser Person wurden einige digitale Karteninhalte in *QGIS* verändert, angepasst, hinzugefügt bzw. reduziert. So wurde beispielsweise das Podest, auf dem das Bergerdenkmal auf der Karte steht, entfernt, damit der Weg, der um das Denkmal führt, besser ertastet werden kann. Für ein besseres Handling und zur Gewichtsreduzierung wurde die Höhe der Karte um die Hälfte gemindert, indem der zweite Prototyp nur noch die obere Schicht des Geländes abbildete. Die digitale Karte wurde um das Symbol des Nordpfeils sowie um das Symbol des Spielplatzes ergänzt.

Eine zweite taktile Karte wurde gedruckt und wiederum von einer hochgradig sehbehinderten Person getestet und bewertet. Es waren keine weiteren Änderungen notwendig.

Die taktile 3D-gedruckte Karte in dieser Ausführung ist der Forschungsgegenstand der vorliegenden Arbeit und auf Abbildung 10 zu sehen. Sie ist komplett einfarbig weiß und hat ein Gewicht von etwa 130 Gramm. In der Fläche misst sie ca. 180 mm x 180 mm und etwa 30 mm am höchsten Punkt. Damit stellt sie im Maßstab 1:2000 einen ca. 360 m x 360 m großen Ausschnitt des Parks am Hohenstein dar, der vom Parkplatz im Norden bis zum Bergerdenkmal im Süden reicht. Die Topografie des Geländes mit seinen Höhen und Tiefen ist im 3D-Effekt nachgebildet, ebenso wie die Gebäude Haus Hohenstein, Haarmanntempel und das Bergerdenkmal. Auch die Wege, die Parkplatz- und die Spielplatzfläche sind erhöht dargestellt,

sodass sie ertastet werden können. Es gibt drei Wegearten, die sich durch ihre Breite auf der taktilen Karte voneinander unterscheiden. Die Pfade messen 0,75 mm, die Fußwege 2 mm und die Straße 4 mm in der Breite. Die Höhen aller Wege betragen 4 mm.
Die Karte kann als eine Mobilitätskarte verstanden werden.

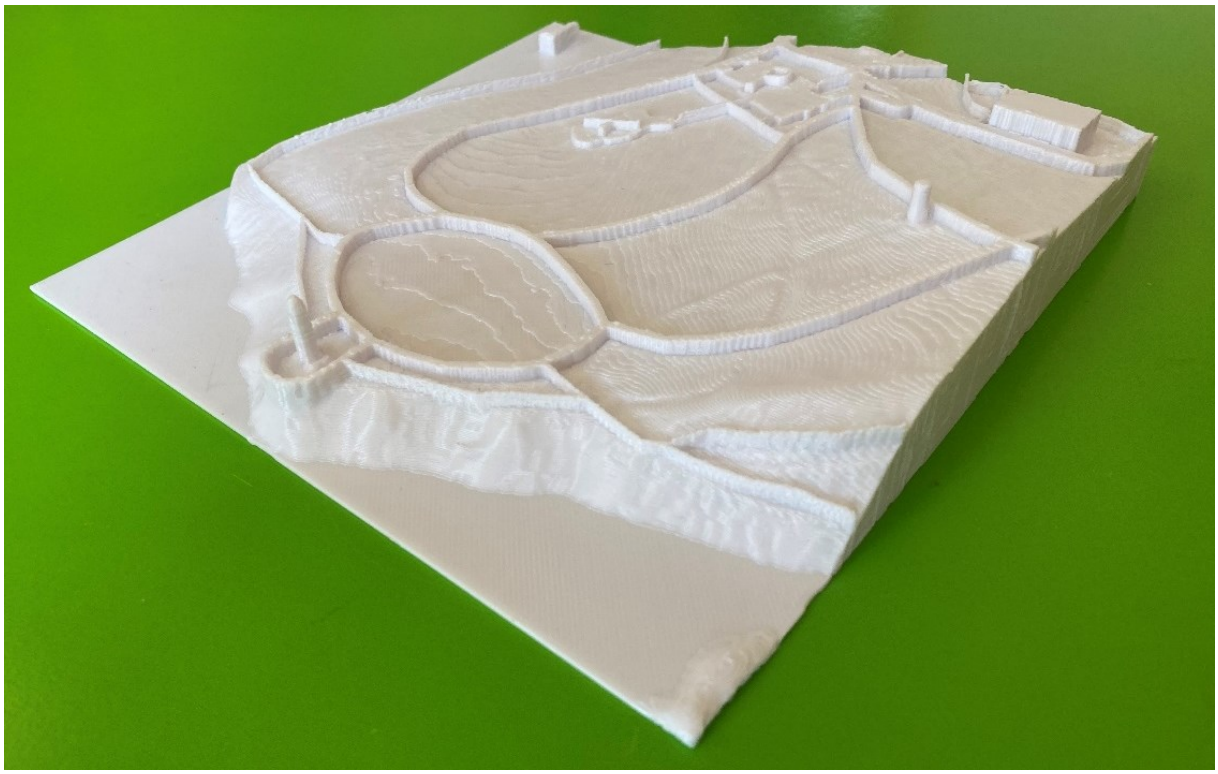

Abb. 10 Zweiter Prototyp der 3D-gedruckten taktilen Karte für die Anwendertestung

3.2 Ansprache und Gewinn potenzieller Studienteilnehmer

Um Teilnehmende für die Studie zu gewinnen, wurde in Kooperation mit dem Stadtarchiv Witten und dem Verein für Orts- und Heimatkunde in der Grafschaft Mark mit Sitz in Witten eine Führung für blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen zu dem Bergerdenkmal geplant und organisiert. Über die Leitung des Blinden- und Sehbehindertenverein Witten e.V. wurde eine Einladung zur Veranstaltung an die Vereinsmitglieder versendet. Sie enthielt den Hinweis auf das Forschungsprojekt für diese Bachelorarbeit. Des Weiteren konnten Teilnehmende über die direkte Ansprache durch Multiplikatoren aus dem Verein akquiriert werden. Sieben Anmeldungen wurden verzeichnet. Den zur Veranstaltung angemeldeten Personen wurde rechtzeitig barrierefrei per Mail über den Blinden- und Sehbehindertenverein Witten e.V. die Teilnahmeinformationen übermittelt, die im Anhang 1 dieser Arbeit nachzulesen sind. Im Schreiben wurde die Erhebung nicht personenbezogener Daten im Laufe der Führung angekündigt. Diese Erhebung sollte die Grundlage zur Auswahl der Studienteilnehmenden vor Ort bilden.

Alle sieben angemeldeten Personen erschienen zur Führung und bestätigten mündlich ihr Einverständnis zu Fotoaufnahmen und zur anschließenden anonymen Befragung.
Tabelle 1 zeigt eine Auflistung der Personen, unterteilt nach ihren persönlichen Merkmalen. Zwei der Teilnehmenden waren männlich und fünf weiblich.

Tabelle 1: Teilnehmende der Führung zum Bergerdenkmal

Altersgruppe	Sehbehinderung liegt vor	Hochgradige Sehbehinderung liegt vor …		Blindheit liegt vor …	
		seit Geburt	seit Erwachsenenalter	seit Geburt	seit Erwachsenenalter
20-39 Jahre	-	1	-	-	-
40-65 Jahre	1	-	1	1	2
über 80 Jahre	-	-	-	-	1

3.3 Setting und Auswahl der Stichprobe

Die Führung zur Geschichte des Hohenstein und des Bergerdenkmals startete am Fußweg in unmittelbarer Nähe des Parkplatzes im Park in Witten. Während des geführten Spaziergangs bis zum Bergerdenkmal wurde den Teilnehmenden von einem Experten des Wittener Heimatvereins die Geschichte des Ortes sowie des Denkmals nähergebracht. Dabei wurde auf vorhandene Orientierungspunkte wie dem Parkplatz und die große Wiesenfläche mit dem Spielplatz hingewiesen.
Am Bergerdenkmal angekommen, wurde die geschichtliche Führung beendet und das Experiment in Form der Testung der taktilen Karte begann. Es wurde an jeden blinden und sehbehinderten Teilnehmenden eine mobile 3D-gedruckte taktile Karte ausgegeben. Nach der Kartenausgabe wurden die dargestellten Rauminformationen, wie sie in Abbildung 11 beschriftet sind, als eine Art mündliche Kartenlegende vermittelt. Weitere Angaben bezogen sich auf die Farbe, die Größe und den Maßstab der 3D-gedruckten Karte.

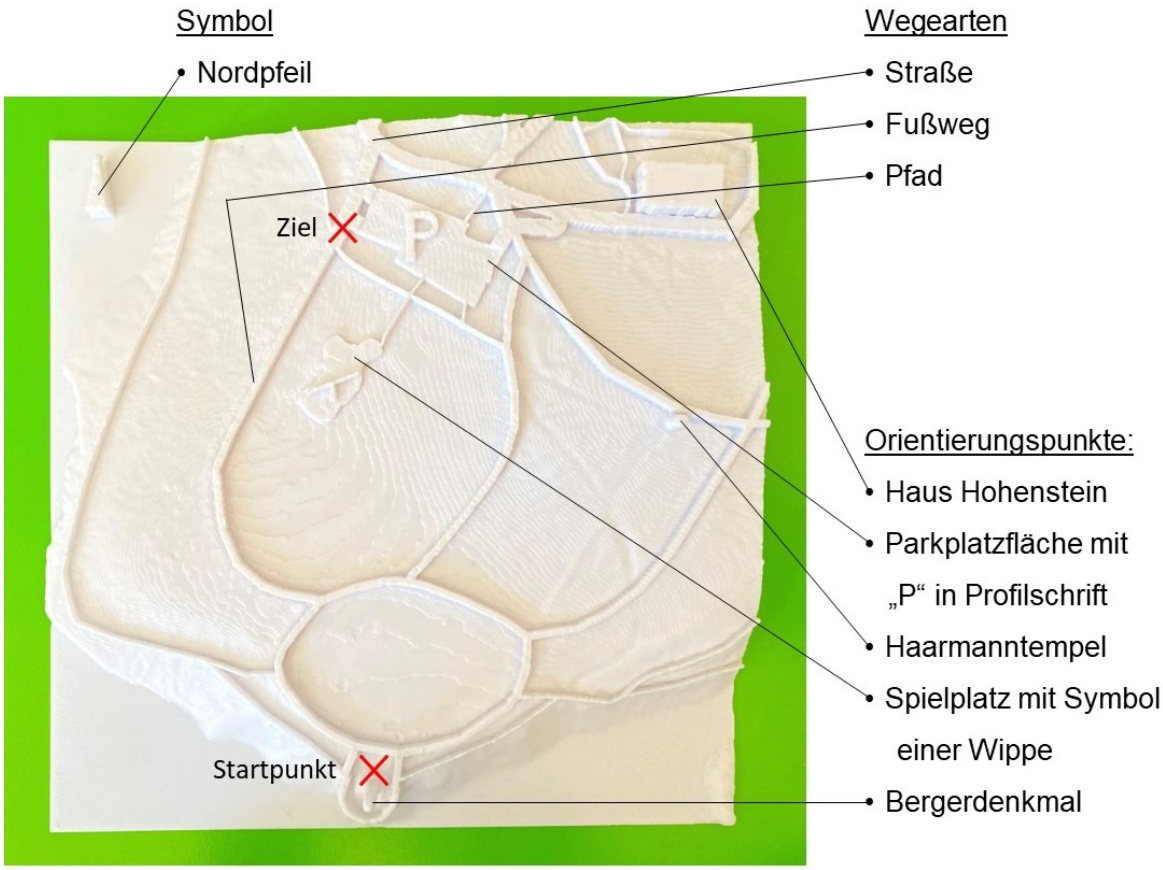

Abb. 11 Draufsicht auf die mobile 3D-gedruckte taktile Karte mit Beschriftung der Inhalte

Nach den Erklärungen zu dieser Karte wurde allen Teilnehmenden die gleiche Aufgabe gestellt. Sie lautete, ausgehend vom Bergerdenkmal, unter individueller Nutzung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte zum Ziel, dem ursprünglichen Startpunkt der Führung in Nähe des Parkplatzes zu laufen. Sowohl Start- als auch Zielpunkt waren nicht auf der Karte markiert. Aufgrund der Wegeführungen im Park konnten verschiedene Routen zum Zielpunkt gewählt werden.

Alle Teilnehmenden bekamen die Gelegenheit sowie ausreichend Zeit, die taktile Karte zu lesen und Fragen sowohl zur Karte als auch zur Aufgabe zu stellen. Danach traten sie einzeln den Weg zum vereinbarten Ziel an, jeweils unter Begleitung einer sehenden Person. In einer Zeitspanne von 10 bis 22 Minuten erreichten alle blinden und sehbehinderten Personen den Zielpunkt. Jeder von ihnen nahm anschließend das Angebot an, die zuvor genutzte mobile 3D-gedruckte Karte zu behalten.

Die Auswahlkriterien für die Teilnahme an der Studie waren der Visus, die Dauer der bestehenden Sehbehinderung oder Blindheit sowie das Alter. Eine Sehschärfe von mehr als 5 % war ein Ausschlusskriterium, so dass sechs Personen für die Studienteilnahme infrage kamen. Vier Personen der Zielgruppe wurden von der Autorin um die Teilnahme an der Studie gebeten.

Ausgewählt wurden drei Personen im mittleren Lebensalter zwischen 40 und 65 Jahren mit jeweils unterschiedlichen Merkmalen bezüglich Visus und Dauer der vorliegenden Behinderung. Ebenso wurde die einzige hochaltrige blinde Person, die die Führung besuchte, ausgesucht. Sie steht stellvertretend für die Alterskohorte der über 80-Jährigen, der etwa 40 % der blinden Menschen in Deutschland angehören. Von den Teilnehmenden waren drei Personen weiblich und eine Person männlich. Alle vier ausgewählten Personen willigten in die Teilnahme an der Studie ein. Tabelle 2 zeigt eine Auflistung der Stichprobe nach Merkmalen und Alter.

Tabelle 2: Studienteilnehmende unterteilt nach Alter und Visus

Merkmale der Studienteilnehmenden	Geburtsblind	Spät erworbene Blindheit	Spät erworbene hochgradige Sehbehinderung
Mittleres Erwachsenenalter (40-65 Jahre)	1	1	1
Hohes Erwachsenenalter (über 80 Jahre)	-	1	-

3.4 Datenerhebung und Datenauswertung

Für die Studie wurde die Methode der qualitativen Datenerhebung durch Einzelinterviews gewählt, da diese Art der Datenerhebung für einen Menschen mit Blindheit oder einer Sehbehinderung barrierefrei zugänglich ist. Zudem kann bei diesem Vorgehen die persönliche Beurteilung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte hinsichtlich des individuellen Nutzens mit jedem Anwender ausführlich erörtert werden. Dabei sind besonders die Meinung und subjektive Sichtweise des Teilnehmers für die Studie von Interesse.

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wurde ein Leitfaden für die Interviewführung erstellt. Er wurde im Vorfeld von drei verschiedenen Personen mit und ohne Sehbehinderung getestet.

Vor den jeweiligen Interviews wurden den vier Studienteilnehmenden die Einverständniserklärungen zum Interview schriftlich übermittelt, die jeder Einzelne von ihnen unterschrieb. Sie wurden darin über das Ziel und den Verlauf der Forschungsarbeit informiert und auf die Freiwilligkeit der Teilnahme hingewiesen. Zudem wurden sie darüber aufgeklärt, dass das Gespräch jederzeit abgebrochen werden und eine Löschung der Daten verlangt werden kann.

Alle vier Interviews wurden in der Woche nach der Führung am Bergerdenkmal geführt. Auf Bitte eines Studienteilnehmers fand ein Interview online in einem virtuellen Raum statt. Ein Gespräch wurde am Telefon gewünscht. Zwei Befragungen wurden bei den Interviewpartnern persönlich zu Hause durchgeführt. Die Zustimmung zur Tonaufzeichnung und Verwendung der Angaben für die Bachelorarbeit wurde zu Beginn jeder Befragung vom jeweiligen Interviewpartner zusätzlich mündlich eingeholt und als Audio aufgezeichnet.
In den Interviews wurden keine personenbezogenen Fragen gestellt. Ethische Bedenken im Rahmen der Datenerhebungen bestanden nicht.
Die Gespräche dauerten zwischen 13 und 25 Minuten. Angaben der interviewten Personen, die Rückschlüsse auf die eigene oder eine andere Person ermöglicht hätten, wurden nach den Interviews anonymisiert. Die Aussagen je Interviewpartner wurden tabellarisch in Stichpunkten notiert und analysiert. Anschließend wurden sie in strukturierten Themenprotokollen zusammengefasst und die Nutzenaspekte im Kontext des Forschungsthemas kategorisiert und bewertet.

Sowohl der Interviewleitfaden, der Vordruck der Einverständniserklärung als auch die gesamte Dokumentation der Auswertung befinden sich im Anhang dieser Arbeit (Anhänge 2 bis 4). Die Tonmitschnitte der Interviews sind auf einem separaten Datenträger gespeichert, der dieser Arbeit angeheftet ist (Anhang 5). Die unterschriebenen Einwilligungen liegen bei der Autorin unter Verschluss und können auf Verlangen zur Einsichtnahme bereitgestellt werden.

4 Darstellung der Ergebnisse

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens je Interviewpartner

In den Interviews wurden drei blinde Personen und eine hochgradig sehbehinderte Person zu ihren Erfahrungen mit der mobilen 3D-gedrukten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal einzeln befragt. Die Ergebnisse der Datenerhebungen im Hinblick auf den Nutzen der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks zur Beantwortung der Forschungsfrage werden zunächst pro Interviewpartner aggregiert.

4.1.1 Ergebnisse des Interviews mit der spät erblindeten hochaltrigen Person

Interviewpartner 1 (IP 1) gilt mit 89 Jahren als hochaltrig und ist im höheren Erwachsenenalter, ergo zwischen dem 65. und 80. Lebensjahr erblindet. Die Person kannte den Park am Bergerdenkmal aus der Zeit, als sie noch sehen konnte. Sie erinnerte sich aber nur sehr wenig daran. Erfahrungen im Lesen taktiler Karten hatte sie nicht. Das Ertasten der 3D-gedruckten Karte des Parks beschrieb sie als schwierig, aufgrund eines schlechten Tastsinns. Dennoch war es ihr

möglich, auf der Karte Orientierungspunkte, wie den Parkplatz und das Bergerdenkmal zu ertasten und die Zielroute zum Parkplatz zu bestimmen. Für sie eignete sich die Karte vor Ort für eine grobe Orientierung im Park, um beispielsweise sagen zu können, wo sich der Spielplatz und die große Wiese befinden. Die Navigation zum vorgegebenen Zielpunkt war für die Person in dem Sinne ausführbar, als dass sie ermitteln konnte, ob sie sich in Richtung Parkplatz bewegt oder nicht. Die Person wünschte sich die Darstellung des Karteninhaltes in einem größeren Format mit einer Erhöhung der Wege. Sie konnte sich vorstellen, mobile 3D-gedruckte Karten zukünftig zu nutzen, wenn sie zur Verfügung stünden, wobei besonders Karten von Parks im eigenen Wohnort interessant wären.

4.1.2 Ergebnisse des Interviews mit der spät erblindeten Person im mittleren Alter

Bei dem Interviewpartner 2 (IP 2) handelt es sich um einen Menschen, der sich mit 55 Jahren im mittleren Alter befindet. Die Erblindung erfolgte einige Jahre zuvor, ebenfalls im mittleren Erwachsenenalter. Diese Person besaß von früher, als sie noch Sehkraft hatte, Erinnerungen an den Park und einigen Wegen darin. Ihre Erfahrungen beim Lesen taktiler Karten schätzte sie als gering ein. Sie hatte beim Verstehen der 3D-gedruckten Karte keine Probleme. Durch den 3D-Effekt konnte sie die Karte schnell erfassen. Vor Ort konnte die befragte Person ihren Standort an Abbiegungen ermitteln und es gelang ihr, sich im Park zu orientieren. Direkt am Bergerdenkmal wurde die Orientierung als problematisch beschrieben, aufgrund zu weniger Anhaltspunkte auf der Karte. Die Navigation war mithilfe der Karte zum Zielpunkt dahingehend möglich, dass die Gehrichtung bestimmt werden konnte. Die Zuwegung zum Parkplatz zu finden, gestaltete sich jedoch als schwierig. Vor der Kartenanwendung war der Person nicht bewusst, wie viele Zugänge tatsächlich zum Parkplatz existieren. Zusätzlich wurde durch die 3D-gedruckte Karte ein weiterer Weg im Park wieder in Erinnerung gerufen, der in Vergessenheit geraten war. Für diese Person war die Darstellung der Wege besonders interessant. Erkennen zu können, wie die Wege verlaufen und zueinander liegen, beschrieb sie als wertvoll. Auf der getesteten Karte konnte sie sowohl den Start- als auch den Zielpunkt finden und einen gangbaren Weg für sich zwischen diesen beiden Punkten bestimmen. Für gewöhnlich lässt sich die Person von einer Begleitperson führen, weil sie sich beim Gehen mit dem Langstock unsicher fühlt. Nach der Testung der Karte vor Ort hat sie sich vorgenommen, den Park am Bergerdenkmal mithilfe der 3D-gedruckten Karte und ohne Hilfe einer Führperson noch einmal abzugehen, obwohl ihr im Park taktile bodengebundene Leitlinien fehlten. Die blinde Person wünschte sich eine Anpassung der Karte auf die persönlichen Bedürfnisse. Detailliertere Hinweise wie beispielsweise vor Ort vorhandene Bänke, könnten ihr helfen, sich besser zu orientieren. Sie würden eine genauere Standortbestimmung auf der Karte und die eigene Ausrichtung in unmittelbarer Nähe des

Bergerdenkmals erleichtern. Aus Angst vor Stürzen sollten für sie zudem immer Stufen und Treppen auf Karten abgebildet sein. Um wichtige Bereiche besser ertasten zu können, müsste ihrer Meinung nach die Karte größer sein. Die Person würde mobile 3D-gedruckte taktile Karten nutzen, wobei bekannte Innenstädte und Parks besonders von Interesse für sie wären.

4.1.3 Ergebnisse des Interviews mit der geburtsblinden Person im mittleren Alter

Die interviewte Person 3 (IP 3) ist von Geburt an blind und mit 40 Jahren im mittleren Alter. Das Lesen taktiler Karten lernte sie in der Schule. Das Ertasten und Verstehen der 3D-gedruckten taktilen Karte war für sie unproblematisch. Die Abbildung des Parkplatzes, der großen Wiese, des Spielplatzes und des Bergerdenkmals auf der Karte waren wichtige Anhaltspunkte für sie. Die 3D-gedruckte Karte eignete sich für diese Person, um den Weg zum Ziel auf der Karte zu finden und sich mit der Karte vor Ort zu orientieren. Die genaue Standortbestimmung und Navigation gelangen ihr mithilfe der Karte, wobei ihr die Nutzung eine hohe Aufmerksamkeit und Konzentration abverlangten. Um ein Raumverständnis vom Ort zu erlangen, war laut ihrer Aussage die Karte optimal. Sie kannte den kartografierten Ort zwar gut, aber die Wegeführung im Park als Rundweg wurde ihr erst mit der Karte bewusst. Die 3D-gedruckte Karte hatte ihr erstmalig einen Überblick vermittelt, wie das Gelände im Park aussieht und ihre Landkarte im Kopf erweitert. Sie wünschte sich eine Karte, die einen noch größeren Ausschnitt des Gebietes dort darstellt und schätzte die Möglichkeit, die vorliegende Karte nach ihren Vorstellungen nachträglich anpassen zu können. Um das Ertasten und Verstehen zu erleichtern, sollten ihrer Meinung nach, die Fußwege und Pfade besser voneinander unterscheidbar sein. Wenn vorhandene Mülleimer und Bänke auf der Karte verzeichnet wären, die im Park mit dem Langstock ertastet werden können, wären die Warnungen vor Hindernissen. Mithilfe der Blindenschrift ließen sich diese Gegenstände auf der Karte kennzeichnen. Eine separate Detailkarte des Bergerdenkmals wäre für eine bessere Vorstellbarkeit des eigentlichen Denkmals sehr vorteilhaft für sie. Die interviewte Person zeigte Bereitschaft, mobile 3D-gedruckte taktile Karten zu nutzen, wenn sie verfügbar wären. Von besonderem Interesse wäre für sie eine taktile Karte von ihrem eigenen Wohnumfeld, da ihr das Verständnis für den genauen Verlauf der umliegenden Straßen in seiner Gesamtheit bislang fehlt. Sie erklärte dies damit, dass sie beim Laufen die Kurven nur schlecht wahrnehmen kann. Vom Hohenstein wünschte sie sich ein taktiles Modell zum Ertasten, welches den Panoramablick vom Bergerdenkmal ins Ruhrtal zeigt. Zusätzlich fände die Person die Darstellung der Veltins-Arena in Gelsenkirchen und anderer Fußballstadien auf einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte persönlich sehr interessant.
Sie betonte im Interview, dass es für einen geburtsblinden Menschen wichtig sei, etwas anfassen zu können, um es richtig zu begreifen.

4.1.4 Ergebnisse des Interviews mit der hochgradig sehbehinderten Person im mittleren Alter

Anders als die drei blinden Personen besitzt die vierte interviewte Person (IP 4) eine 4%ige Sehstärke und gilt damit laut Gesetz als hochgradig sehbehindert. Diese Person ist 54 Jahre alt und damit im mittleren Erwachsenenalter. Bis ins frühe Erwachsenenalter war sie normalsichtig. Ihre Kenntnisse vom Park am Bergerdenkmal waren ihrer Aussage nach sehr gut. Erfahrungen im Lesen taktiler Karte besaß sie nicht.
Sie berichtete, dass sie keine Schwierigkeiten beim Lesen der getesteten 3D-gedruckten taktilen Karte hatte. Der 3D-Effekt der vorliegenden Karte war wichtig für sie, sodass sie in der Lage war, die Umgebung in der Vollständigkeit zu erfassen und dabei ein besseres Raumgefühl zu bekommen. Die Karte empfand sie als hilfreich, da durch sie ihr bestehendes Wissen vom Ort in Relation gesetzt und die Größe und Proportionen der Wiesenflächen verdeutlicht wurden. Darüber hinaus war ihr die Karte vor Ort zur Orientierung nützlich.
Zudem empfand sie die Karte in Bezug auf die Größe passend, um sie unterwegs in einer Tasche mitzuführen.
Nach ihren Angaben im Interview war die Karte für sie weder notwendig, um die Zielroute zu bestimmen noch um zum Ziel zu navigieren. Dies konnte ohne Kartennutzung bewältigt werden. Die befragte Person hob jedoch hervor, dass die 3D-gedruckte Karte für sie im Nachhinein ein schönes taktiles Erinnerungsstück an die Veranstaltung am Bergerdenkmal ist. Insgesamt bewertete sie den Nutzen von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten hoch, sodass es Ihrer Ansicht nach von jedem Ort eine solche Karte geben sollte.
Von persönlichem Interesse wäre für sie eine 3D-gedruckte Karte, die den Blick ins Ruhrtal am Hohenstein abbildet. Eine Veränderung der getesteten 3D-gedruckten Karte des Parks am Bergerdenkmal empfand sie als unbedeutend.

4.2 Zusammenfassung der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks nach Themen

4.2.1 Kategorien des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte

Alle Aussagen der Interviewpartner im Hinblick auf den Nutzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal wurden analysiert und kategorisiert.
Insgesamt wurden acht Kategorien in diesem Zusammenhang definiert. Ausgehend von der Aufgabenstellung, der Anwendung der Karte im Park am Bergerdenkmal zur Erreichung eines

vorgegebenen Ziels, wurde das Themenfeld (A) ‚Unterstützung der zielgerichteten Fortbewegung im Park' festgelegt und die ersten vier Kategorien (Nr. 1 bis 4) deduktiv gebildet:

(1) Bestimmung der Zielroute auf der Karte

(2) Bestimmung des eigenen Standortes im Park auf der Karte

(3) Orientierung im Park

(4) Navigation im Park.

Das zweite Themenfeld (B) ‚Bildung eines Raumverständnisses', wurde ebenfalls vor dem Kodieren bestimmt und aufgrund der Aussagen der interviewten Personen induktiv in zwei Kategorien (Nr. 5 und 6) ausdifferenziert. Da allen Studienteilnehmenden der Park mehr oder weniger bekannt war, wurden die Kategorien folgendermaßen benannt:

(5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park

(6) Kognitive Rekonstruktion des Parks.

Aus welchen Aussagen die Kategorien gebildet wurden, kann der Tabelle 3 entnommen werden.

Tabelle 3: Kategorien zum Themenfeld ‚Bildung eines Raumverständnisses'

Aussagen der Interviewpartner (IP)	Zuordnung zu Nutzenkategorien
- Weg wurde wieder bewusst, der vorher nicht mehr erinnert wurde (IP 2) - Wusste nicht, dass Parkplatz so viele Zugänge hat (IP 2) - Wegeführung als Rundweg war vorher nicht bewusst (IP 3) - Erweiterung der Landkarte im Kopf (IP 3) - Größe und Proportionen der Wiesenflächen konnten erfasst werden (IP 4) - Bestehendes Wissen in Relation zum Ort gesetzt (IP 4)	(5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park
- Um zu wissen, wie Wege verlaufen und zueinander liegen (IP 2) - Überblick über Aussehen des Geländes bekommen (IP 3) - Umgebung in der Vollständigkeit erfassen (IP 4)	(6) Kognitive Rekonstruktion des Parks

Die spät erblindete Person im mittleren Alter formulierte einen weiteren Nutzenaspekt der 3D-gedruckten taktilen Karte, der eine eigene Kategorie bildet:

(7) Absichtsbildung, sich mithilfe der Karte selbstständig im Park zu bewegen.

Hinzu kommt ein Aspekt, welcher von der hochgradig sehbehinderten Person geäußert wurde und unter der letzten Kategorie geführt wird:

(8) 3D-gedruckte Karte als taktiles Erinnerungsstück an die Veranstaltung am Bergerdenkmal.

Nachdem die Kategorien gebildet wurden, konnte für jeden einzelnen Interviewpartner der persönliche Nutzen der 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal je Kategorie (Nr.1 bis 6) definiert werden. In Tabelle 4 wird dies für die Personen vergleichend gegenübergestellt.

Tabelle 4: Ermittelter Nutzen der 3D-gedruckten Karte je Kategorie und Person

Nutzenkategorie	Spät erblindete hochaltrige Person	Spät erblindete Person im mittleren Alter	Geburtsblinde Person im mittleren Alter	Person mit spät erworbener hochgradiger Sehbehinderung im mittleren Alter
Themenfeld (A): Unterstützung der zielgerichteten Fortbewegung im Park				
(1) Bestimmung der Zielroute zum Parkplatz auf der Karte	Ja	Ja	Ja	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
(2) Bestimmung des eigenen Standortes im Park auf der Karte	Frage nicht beantwortet	Ja, an Abbiegungen	Ja	Ja
(3) Orientierung im Park	Ja, grobe Orientierung	Ja, schwierig am Denkmal	Ja	Ja
(4) Navigation im Park	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Ja, erfordert hohe Konzentration und Aufmerksamkeit	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
Themenfeld (B): Bildung eines Raumverständnisses				
(5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park	Nein	Ja	Ja	Ja
(6) Kognitive Rekonstruktion des Parks	Frage nicht beantwortet	Ja	Ja	Ja

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass alle blinden Teilnehmenden in der Lage waren, die Zielroute auf der Karte zu bestimmen. Den eigenen Standort auf der Karte zu ermitteln, gelang allen Kartennutzenden im mittleren Alter, wobei es der spät erblindeten Person nur an Abbiegungen möglich war.
Des Weiteren war allen Studienteilnehmenden (100 %) die taktile Karte hilfreich zur Orientierung. Das bedeutet, sie wussten, wo sich was um sie herum befand.
Die geburtsblinde Person konnte mittels der Karte erfolgreich navigieren. Den beiden anderen blinden Personen gelang die Navigation in dem Sinne, dass zumindest die Gehrichtung zum Ziel bestimmt werden konnte.
Im Kontext des Raumverständnisses half die taktile Karte allen Befragten im mittleren Alter zur Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte vor Ort sowie zur kognitiven Rekonstruktion des Parks.

4.2.2 Limitationen und Grenzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte

Neben den verschiedenen Nutzen, welche die blinden Menschen und die hochgradig sehbehinderte Person in den Interviews beschrieben, gaben sie auch limitierende Faktoren und Grenzen der 3D-gedruckten taktile Karte an.
Insgesamt konnten anhand der Angaben der interviewten Personen induktiv fünf verschiedene Kategorien zum Thema gebildet werden.
So wurde beschrieben, dass (1) die Navigation mithilfe der Karte ungenau und herausfordernd war. Das Navigieren erforderte Mitdenken und Konzentration.
Ebenso wurde (2) die fehlende Detailgenauigkeit der Karteninhalte angegeben. Auf der 3D-gedruckten Karte konnten die Feinheiten der Gelände- und Wegbeschaffenheiten nicht abgelesen werden. Es war nicht erkennbar, ob etwa auf den Wegen Schotter, Matsch oder Löcher vorhanden waren. Auch bestehende Hindernisse, wie Pfosten oder eine im Park vorhandene Wegesperre für Radfahrende waren auf der Karte nicht verzeichnet.
Darüber hinaus gab (3) die taktile Karte keine kurzfristigen Änderungen im Gebiet in Echtzeit wieder. Sie war nicht in der Lage, Ad-hoc-Ereignisse wie beispielsweise Menschenansammlungen anzuzeigen.
Es wurde (4) das unpraktische Handling der Karte benannt. Zum einen war sie unterwegs nicht gut in der Hand zu tragen. Zum anderen musste für die aktive Nutzung der Karte zur Standortbestimmung, Orientierung und Navigation die Fortbewegung unterbrochen werden. Das Stehenbleiben war erforderlich, da zum Ertasten der Karteninhalten beide Hände benötigt wurden und damit das Pendeln mit dem Langstock nicht möglich war.

Neben alldem wurde festgestellt, dass (5) die Größe und der Maßstab der 3D-gedruckten Karte mit dem Nutzen sowie dem Handling korrelieren. Die Karte wurde als zu klein für die Abbildung des Gebietes empfunden. Des Weiteren konnte sie nicht alle wichtigen Details darstellen. Die getestete Karte ließe sich jedoch generell unterwegs gut in eine Handtasche einstecken und mitnehmen. Eine größere Karte könnte genauer sein, wäre aber umso unhandlicher. Zudem wurde in diese Kategorie der limitierende Faktor der Ertastbarkeit der Inhalte der 3D-gedruckten Karte eingeordnet. Die hochaltrige blinde Person beschrieb insgesamt Schwierigkeiten beim Lesen der Karte durch einen schlechten Tastsinn.

Abbildung 12 zeigt zwei unterschiedlich angewandte Lesetechniken bei der erstmaligen Erschließung der taktilen Karte während des Experiments am Bergerdenkmal. Auf der linken Bildhälfte ist die Erkundungstechnik mit einer Hand und auf der rechten Bildhälfte mit zwei Händen zu sehen.

Abb. 12 Verschiedene Kartenlesetechniken (Eigene Darstellung)

4.2.3 Wünsche nach Veränderung der 3D-gedruckten taktilen Karte

Im Kontext der Kartennutzung konnten alle blinden Personen diverse Punkte benennen, die sie durch ihre Erfahrungen nach der Kartenanwendung im Nachhinein an der Karte verändern würden. Alle drei blinden Personen äußerten den Wunsch nach einer größeren Karte. Die Gründe hierfür waren verschieden. Zum einen hätte man auf einer größeren Karte die kleinen Wege besser ertasten können, vor allem im Bereich des Parkplatzes mit seinen vielen Zuwegungen. Zum anderen hätte man die verschiedenen Wegearten eindeutiger voneinander unterscheiden können. Auch böte eine größere Karte die Möglichkeit, ein größeres Gebiet am Hohenstein abzubilden. Des Weiteren sollte der Bereich um das Bergerdenkmal detailliertere Orientierungspunkte enthalten, um den eigenen Standort und die Ausrichtung im Raum für die Navigation

besser bestimmen zu können. Es wurde vorgeschlagen, eine separate Detailkarte vom Bergerdenkmal, als dem Bauwerk an sich, zu erstellen oder den Bereich um das Denkmal innerhalb der Karte vergrößert darzustellen. Zudem sollten die Treppen am Denkmal kenntlich gemacht werden. Dies wurde mit der Angst vor Treppenstürzen begründet.
Einzig die hochgradig sehbehinderte Person gab an, dass eine Veränderung der 3D-gedruckten Karte und damit eine Personalisierung nicht wichtig für sie sei.

4.3 Zusammenfassung der Nebenergebnisse hinsichtlich des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen

In den Interviews wurden von den Studienteilnehmenden weitere interessante Aspekte genannt, die an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben sollen, auch wenn sie nicht der Beantwortung der Forschungsfrage dienen.

So thematisierten die Interviewpartner die Eignungen einer 3D-gedruckten Karte im Allgemeinen für persönliche Belange und vorstellbare Einsatzszenarien.
Die Aussagen wurden auf Schlagworte und Begrifflichkeiten reduziert und daraus eine Wortwolke erzeugt (Abbildung 13). Je häufiger ein Begriff genannt wurde, desto größer ist er geschrieben. Am prominentesten sind die Worte „Überblick“, „erschließen“ und „verstehen“. Ebenso wurden die Worte „Orientierung“, „hilfreich“, „mitreden“ und „Vorbereitung“ besonders häufig genannt.

Abb. 13 Wortwolke zu empfundenem Nutzen einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte

Um diese Angaben genauer analysieren zu können, wurden neben der Visualisierung in der Wortwolke die Aussagen der befragten Personen in Kategorien zusammengefasst.
Daraus ging hervor, dass sowohl für die blinden Personen als auch für die sehbehinderte Person ein wichtiger Aspekt der Kartennutzung die Vorbereitung auf ein unbekanntes Gebiet vor dem Ortsbesuch sein könne. Wissen über räumliche Sachverhalte könne sich mithilfe der Karte zu Hause angeeignet und sich der Ort vorgestellt und erschlossen werden. Zudem wurde begründet, warum dies für den Einzelnen von Bedeutung sei. Sie hätten bereits vor dem Ortsbesuch die Möglichkeit einen Überblick über die Umgebung zu erhalten und könnten beispielsweise die eigene Neugier auf den Urlaubsort befriedigen. Wenn sie vorher wüssten und verstünden, wie Straßen und bauliche Gegebenheiten zueinander liegen, müssten sie vor Ort nicht nur den anderen hinterherlaufen.

So benannten alle Studienteilnehmenden Orte, von denen es 3D-gedruckte taktile Karte geben sollte. Die Wünsche bezogen sich auf öffentliche Räume, wie Parks und bekannte Innenstädte. Die geburtsblinde Person äußerte das Bedürfnis nach dem Erhalt eines Überblicks über einen ihr bekannten Ort: ihr direktes Wohnumfeld. Eine taktile Karte würde ihr helfen, die Straßenverläufe besser zu begreifen.
Der Zielgruppe könne eine mobile 3D-gedruckte taktile Karte überdies von Nutzen sein, wenn es darum ginge, einen bisher bekannten Ort nach Umbaumaßnahmen mit Änderungen der Wegeführung zu verstehen.
Des Weiteren unterstütze eine mobile 3D-gedruckte Karte unterwegs sowohl die Orientierung als auch die kognitive Kartierung. Denn ergänzend zum Abschreiten, könne der Ort nachgefühlt werden. Die Karte ermögliche das Erschließen von neuen Wegen und das Verstehen des realen Ortes, als Alternative zu Beschreibungen und Navigations-Apps.
Außerdem würden blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen nach dem Lesen der Karte mitreden können, wenn es beispielsweise darum ginge, einen anderen Weg zu laufen oder zu fahren.
Die Karte könne zudem hilfreich sein, wenn Sehende über Räume sprechen. Beschreibungen von komplexen räumlichen Sachverhalten werden meist aus Sicht der Zielgruppe als nicht ausreichend empfunden. So könne in diesen Situationen eine Karte helfen, sich bauliche Planungsvorhaben besser verstellen zu können. Damit wären Menschen mit Blindheit oder einer hochgradigen Sehbehinderung in der Lage, sich an Diskussionen innerhalb von Raumgestaltungsprozessen aktiv zu beteiligen.
Zudem sei eine taktile Karte bedarfsgerecht und für den eigenen Besitz auf einem 3D-Drucker produzierbar.

5 Diskussion

5.1 Betrachtung der Stichprobe

Um mögliche Einflüsse auf den Nutzwert der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte erörtern zu können, wird ein Überblick über die gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der spezifischen Merkmale und persönlichen Voraussetzungen der Studienteilnehmenden in Tabelle 5 gegeben.

Tabelle 5: Vergleichende Gegenüberstellung der Studienteilnehmenden

	Spät erblindete hochaltrige Person	Spät erblindete Person im mittleren Alter	Geburtsblinde Person im mittleren Alter	Person mit spät erworbener hochgradiger Sehbehinderung im mittleren Alter
Vorhandene Orts-kenntnisse vom Park vor Studienteil-nahme	Sehr gering	Gut	Gut	Sehr gut
Probleme beim Lesen der taktilen Karte	Ja	Nein	Nein	Nein
Erfahrungen im Lesen taktiler Karten	Keine	Gering	Gut	Keine

Die Tabelle zeigt, dass nur die hochaltrige Person Probleme beim Lesen der taktilen Karte hatte. Als Grund wurde der schlechte Tastsinn angegeben. Die drei Personen mittleren Alters gaben keine Schwierigkeiten an. Dabei half der spät erblindeten Person im mittleren Alter der 3D-Effekt der taktilen Karte, um diese schnell zu erfassen. Dieses Ergebnis gleicht den Erkenntnissen von Brittell et al. (2018) sowie Holloway et al. (2018), die in ihren Forschungsarbeiten eine leichte Lesbarkeit taktiler Karten für blinde (und sehbehinderte) Menschen auf die dreidimensionalen Darstellungspotenziale der 3D-Drucktechnik zurückführen.

Da alle drei Personen im mittleren Alter über die besseren Ortskenntnisse als die hochaltrige Person verfügten, ist es möglich, dass dieses Wissen das Verstehen der 3D-gedruckten Karte zusätzlich erleichtert hat, was in dieser Arbeit jedoch nicht abschließend beurteilt werden kann.

Ob das jüngere Alter der Personen in einem Zusammenhang mit der problemlosen Erfassung der taktilen Karte steht, kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden. Erwiesen ist jedoch, dass beim Lesen einer taktilen Karte andere Faktoren eine wichtige Rolle spielen. Laut Edman (1992) ist die Fähigkeit des Kartenlesens sowohl von der Ausprägung des Tastsinns als auch von der Erfahrung des Kartenlesers abhängig. Da die hochaltrige blinde Person Schwierigkeiten beim Lesen und Verstehen der 3D-gedruckten Karte angab und keine Erfahrungen im Lesen taktiler Karten hatte, wird ihr die geringste Kartenlesekompetenz unter den Studienteilnehmenden zugeschrieben. Hingegen hat die geburtsblinde Person aufgrund ihrer Kenntnisse und Erfahrungen die beste Fähigkeit des Kartenlesens innerhalb der Stichprobe. Die spät erblindete Person im mittleren Alter wird in der Reihenfolge zwischen der hochaltrigen und der geburtsblinden Person eingeordnet. Da Edman (1992) die Kartenlesefähigkeit zudem von der Stärke der Sehbehinderung abhängig macht, kann bei der hochgradig sehbehinderten Person aufgrund ihrer vorhandenen Restsehkraft der Grad der Kompetenz des Kartenlesens weder beurteilt noch mit denen der anderen Studienteilnehmenden verglichen werden.

5.2 Diskussion der Ergebnisse hinsichtlich des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Im Hinblick auf den Nutzen der 3D-gedruckten taktilen Karte wurden zuvor acht Kategorien aus verschiedenen Themenfeldern ermittelt. Um die Forschungsfrage zu beantworten, ist es jedoch nicht nur erforderlich die Nutzenkategorien, sondern auch den Nutzwert der 3D-gedruckten Karte des Parks für jede einzelne Person zu ermitteln.

Als Nutzwert wird in dieser Arbeit die Gesamtheit der Eignungseigenschaften der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte definiert, um für den blinden oder hochgradig sehbehinderten Anwender von Nutzen zu sein.

Zur einheitlichen Bestimmung der Nutzwerte erfolgt eine dreiteilige Einstufung des Nutzens in hoch, mittel und niedrig. Eine feinere Unterteilung ist an dieser Stelle nicht möglich, da die Anzahl der Studienteilnehmenden zu niedrig ist, um eine komplexere Gewichtung festlegen zu können. Der Wertigkeit werden zur Visualisierung Farben zugeordnet. Die Farbe Rot steht für einen niedrigen bzw. keinen Nutzen, Gelb für eine mittlere und Grün für eine hohe Nutzenbewertung. Zur Nutzwertermittlung wird die Tabelle 4 aus dem Ergebnisteil aufgegriffen. Die Ergebnisse werden entsprechend der Einstufung (Rot, Gelb, Grün) gewertet und je Kategorie und Interviewpartner in der Tabelle 6 farblich hinterlegt. Ist die 3D-gedruckte Karte für eine Nutzenkategorie nicht erforderlich, wird sie der Farbe Rot zugeordnet, da davon ausgegangen wird, dass der Nutzen der 3D-gedruckten Karte an dieser Stelle niedrig bzw. nicht vorhanden ist. Wurde eine

Frage zu einem Nutzenaspekt nicht beantwortet, wird diese Nutzenkategorie von der Bewertung ausgeschlossen und die entsprechende Zelle in der Tabelle bleibt weiß.

Tabelle 6: Nutzenbewertung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks

Nutzenkategorie	Spät erblindete hochaltrige Person	Spät erblindete Person im mittleren Alter	Geburtsblinde Person im mittleren Alter	Person mit spät erworbener hochgradiger Sehbehinderung im mittleren Alter
Themenfeld (A): Unterstützung der zielgerichteten Fortbewegung im Park				
(1) Bestimmung der Zielroute zum Parkplatz auf der Karte	Ja	Ja	Ja	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
(2) Bestimmung des eigenen Standortes im Park auf der Karte	Frage nicht beantwortet	Ja, an Abbiegungen	Ja	Ja
(3) Orientierung im Park	Ja, grobe Orientierung	Ja, schwierig am Denkmal	Ja	Ja
(4) Navigation im Park	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Ja, erfordert hohe Konzentration und Aufmerksamkeit	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
Themenfeld (B): Bildung eines Raumverständnisses				
(5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park	Nein	Ja	Ja	Ja
(6) Kognitive Rekonstruktion des Parks	Frage nicht beantwortet	Ja	Ja	Ja

Die Tabelle macht deutlich, dass die 3D-gedruckte Karte für die geburtsblinde Person hinsichtlich aller vier Kategorien, die eine zielgerichtete Fortbewegung unterstützen, einen hohen Nutzen hat. Der spät erblindeten Person im mittleren Alter ist die taktile Karte in dieser Hinsicht eher von mittlerem Nutzen und der hochaltrigen blinden Person ist sie eine noch geringere Hilfe.
Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen darauf schließen, dass die blinden Personen der taktilen Karte in unterschiedlich hohem Maße räumliche Informationen entnehmen konnten, die zur Mobilität im Park beitrugen. Laut Ungar (2000) ist die Leistung zur Informationsentnahme abhängig von der Fähigkeit des Kartenlesens. So ist es schlüssig, dass bei den blinden Personen die Grade der Kartenlesekompetenzen mit den Ausmaßen des ermittelten Nutzens in Zusammenhang stehen. Gestützt wird diese Erkenntnis von Blades et al. (1999), welche in ihrer Forschungsarbeit feststellen, dass die ungenügende Lesefähigkeit des blinden Kartennutzers den Wert taktiler Karten reduziert.

Die hochgradig sehbehinderte Person verzichtete auf die Verwendung der Karte zur Zielroutenbestimmung und Navigation. Dies begründete sie mit ihren sehr guten Ortskenntnissen vom Park. Bei der Festlegung der Zielroute erscheint dies nachvollziehbar und lässt eine gute kognitive Karte vermuten. Die Navigationsfähigkeit ohne Hilfsmittel könnte auf ihr vorhandenes Sehvermögen zurückgeführt werden. Denn Voigt und Martens (2006) zufolge besitzen sehbehinderte Menschen durch den geringen vorhandenen Sehsinn die Fähigkeit, Umgebungsinformationen umfassender aufzunehmen als blinde Menschen. Für die Navigation im Park könnte dies hilfreich gewesen sein. Abschließend lässt sich der Sachverhalt an dieser Stelle jedoch nicht klären.

Im Hinblick auf die Bildung eines Raumverständnisses erfahren die drei Personen im mittleren Alter, unabhängig von den Merkmalen hinsichtlich des Visus oder den vorhandenen Ortskenntnissen einen hohen Nutzen durch die Verwendung der taktilen Karte. Ihre Vorstellungen vom Park werden verbessert sowie das Wissen über räumliche Sachverhalte gesteigert.
Die hochgradig sehbehinderte Person begründete dies mit der Dreidimensionalität der Karte. Diese sei wichtig, um die Umgebung in der Vollständigkeit zu erfassen. Der 3D-Effekt der taktilen Karte hilft demzufolge nicht nur beim Verstehen der Karte, sondern auch beim Verstehen des Ortes. Bereits Rowell und Ungar (2005) stellten fest, dass die Dreidimensionalität einer taktilen Karte zur Verbesserung der mentalen Raumkonstruktion beiträgt. Vor allem der geburtsblinden Person hilft die Karte in dieser Hinsicht. Laut ihrer Aussage kann sie Dinge, die sie nicht anfassen kann, nur schwer begreifen. Deshalb ist eine reale Umgebung, die größer als ihr eigener Tastraum ist, für sie schwierig zu verstehen. Die 3D-gedruckte Karte hat ihr einen Eindruck der räumlichen Anordnung des Parks vermittelt und ihr die Wegeführung im Park als Rundweg bewusst gemacht. Ein ähnliches Ergebnis ermittelten Blades et al. (1999), welches besagt, dass

die Verwendung einer taktilen Karte am Ort bei blinden Menschen die Entwicklung einer kognitiven Karte fördert.
Der Nutzen der 3D-gedruckte Karte zur Unterstützung der zielgerichteten Bewegung von blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen im Park als auch der Nutzen zur Bildung eines Raumverständnisses wird in dieser Arbeit zusammengefasst und als funktionaler Grundnutzen der taktilen Karte bezeichnet.
Des Weiteren gibt es zwei weitere Nutzenaspekte, die in dieser Arbeit unter Zusatznutzen subsumiert werden. Nach der Erfahrung der ersten Anwendung der Karte während des Experiments hat die spät erblindete Person im mittleren Alter den Entschluss gefasst, den Park nochmals aufzusuchen. Sie beabsichtigt sich dort selbstständig ohne Hilfe einer Führperson aber unter Nutzung der 3D-gedruckten Karte zu bewegen, obwohl sie zuvor fehlende taktile Leitlinien im Park bemängelte. Erwiesen ist bereits, dass eine taktile Karte blinde Kinder ermutigen kann, die Umwelt zu erkunden (Gilson et al., 1965). Nach der sozial-kognitiven Theorie von Albert Bandura lässt sich darüber hinaus ableiten, dass die Anwendung der taktilen Karte im Park positiven Einfluss auf die Selbstwirksamkeits- sowie Ergebniserwartung der blinden Person hatte, sich trotz fehlender Bodenleitlinien zukünftig im Park selbstständiger bewegen zu können.
Des Weiteren kann das Ergebnis der Intentionsbildung dahingehend interpretiert werden, dass die taktile Karte das Problem der fehlenden taktilen Leitlinien im Park zu einem gewissen Maße kompensiert und somit den Zugang und die Nutzung des Parkes, als Voraussetzung für Teilhabe in diesem Lebensbereich, erleichtert.
Der Person mit der erworbenen hochgradigen Sehbehinderung dient die 3D-gedruckte Karte im Nachhinein als taktiles Erinnerungsstück. Aus diesem und dem vorgenannten Nutzenaspekt der Karte lässt sich schließen, dass die Karte mehr als einmal Anwendung finden kann und somit kein Einmalprodukt sein muss.

Für alle vier Studienteilnehmenden werden im Folgenden die mittleren und hohen Nutzenbewertungen aller Kategorien zusammengeführt. Kategorien, die entweder einen niedrigen bzw. keinen Nutzen aufweisen oder nicht gewertet werden können, werden nicht einbezogen. Die von zwei Personen zusätzlich formulierten Zusatznutzen werden jeweils als hoher Nutzen mit der Farbe Grün eingestuft und bei der Nutzwertermittlung der entsprechenden Person berücksichtigt.

Welchen Nutzwert die mobile 3D-gedruckte taktile Karte für jede einzelnen Person hat, visualisiert das Säulendiagramm in Abbildung 14. Es gibt einen Überblick über die Gesamtheit der Eignungseigenschaften, um für den blinden bzw. hochgradig sehbehinderten Menschen von Nutzen zu sein.

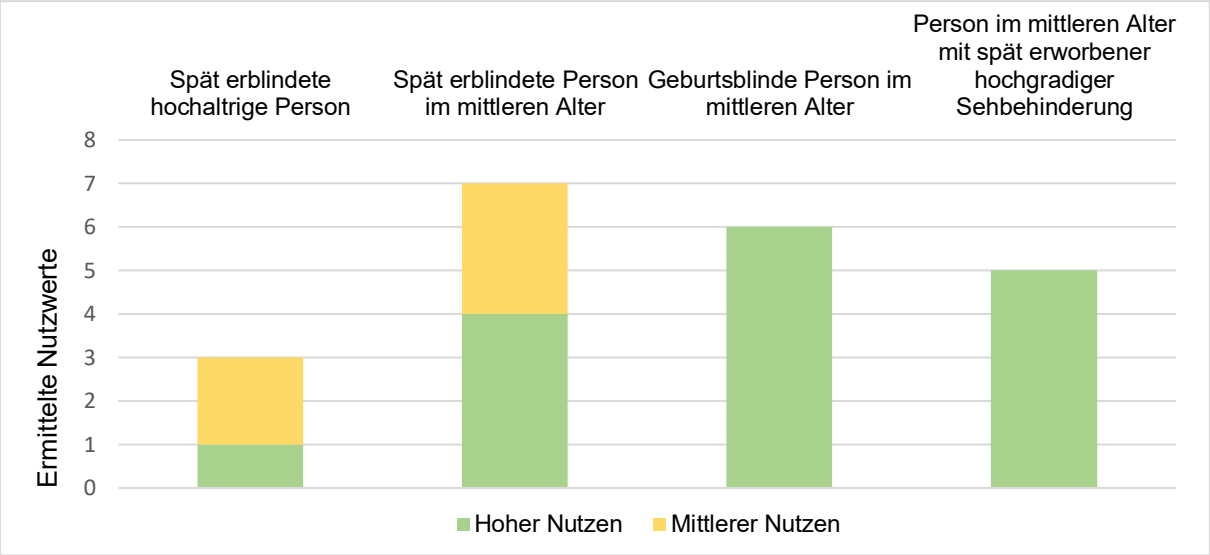

Abb. 14 Visualisierung der Nutzwerte der 3D-gedruckten Karte pro Studienteilnehmer

5.3 Beantwortung der Forschungsfrage

Beruhend auf den ausgewerteten Ergebnissen wird nachfolgend die Forschungsfrage, ob blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen von einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal in Witten profitieren, beantwortet.

Dazu werden die Studienergebnisse zunächst verallgemeinert und dann auf die gesamte Kohorte übertragen.

Es wird festgestellt, dass sowohl blinde als auch hochgradig sehbehinderte Menschen von der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal profitieren. Relativ unabhängig vom Visus und dem Umstand, ob eine Person über normale visuelle Erfahrungen verfügt oder von Geburt an blind ist, besteht ein Benefit. Die mobile 3D-gedruckte taktile Karte erfüllt für jeden blinden oder hochgradig sehbehinderten Menschen durch den dargestellten Inhalt einen funktionalen Grundnutzen.

Zum einen erweist sie bei der Anwendung im Park einen mittleren bis hohen Nutzen im Hinblick auf die Unterstützung der zielgerichteten Bewegung. Das bedeutet im Einzelnen, dass die taktile Karte für jede Person aus der Zielgruppe hilfreich zur Orientierung ist. Sie ist überwiegend nützlich zur Zielrouten- und Standortbestimmung. Die Navigation mithilfe der Karte ist möglich, erfordert jedoch eine hohe Aufmerksamkeit und Konzentration des Kartennutzers.

Zum anderen ergibt sich ein Nutzen in Bezug auf die Bildung eines Raumverständnisses des Parks am Bergerdenkmal. Der Erhalt eines Überblicks über das dargestellte Gelände mit den darin befindlichen Wegen wird ermöglicht, sodass dieser Teil des Parks kognitiv rekonstruiert werden kann. Zudem wird das Wissen über räumliche Sachverhalte bei der Anwendung der Karte

vor Ort gesteigert. Selbst Personen, denen der Ort bereits gut bekannt ist, vermittelt die Karte neue räumliche Zusammenhänge.
Aufgrund der Diversität der Menschen erfüllt die Karte individuelle Zusatznutzen. Beispielsweise kann die erfolgreiche Kartenutzung im Park mit sehender Begleitung bei einem spät erblindeten Menschen die Selbstwirksamkeits- und Ergebniserwartung stärken, sich zukünftig mithilfe der Karte selbstständig und ohne Begleitperson im Park fortbewegen zu können. Für einen anderen Nutzer kann die 3D-gedruckte Karte als taktiles Medium der Erinnerung von Wert sein.

Bei näherer Betrachtung der Eignungseigenschaften der 3D-gedruckten Karte zeigen sich unterschiedlich hohe Nutzwerte für verschiedene Personen innerhalb der Kohorte der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen.
Eine geburtsblinde Person profitiert sowohl hinsichtlich der zielgerichteten Mobilität im Park, vor allem der Navigation, als auch in Bezug auf die Bildung eines Raumverständnisses, indem wichtige Informationslücken geschlossen werden, mehr als eine Person, die später erblindet bzw. hochgradig sehbehindert ist. Einer spät erblindeten Person und auch einer hochgradig sehbehinderten Person, jeweils im mittleren Alter, ist die Karte eher zur Bildung eines Raumverständnisses als zur zielgerichteten Bewegung im Park nützlich. Eine blinde hochaltrige Person mit einer schwachen Kartenlesekompetenz, profitiert in geringerem Maße von der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte als eine blinde oder hochgradig sehbehinderte Person im mittleren Alter, vor allem im Hinblick auf die Bildung eines Raumverständnisses vom Park.

Schlussfolgernd existiert kein einheitlich hoher Benefit der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte vom Park, der für jeden blinden oder hochgradig sehbehinderten Menschen gleichermaßen gilt. Alle Personen profitieren im unterschiedlichen Umfang, denn ihre individuellen und spezifischen Merkmale, Kenntnisse, Kompetenzen und Bedürfnisse sind zu verschieden. Besonders wenn die Karte vom Nutzer nicht gelesen werden kann, ist sie weniger nützlich. Dabei erleichtert die Dreidimensionalität der Karte sowohl das Lesen und Verstehen der Karteninhalte als auch das mentale Vorstellen der dargestellten Umgebung in seiner Gesamtheit.
Im Hinblick auf weitere Karteneigenschaften existieren Zusammenhänge zwischen der Größe, der Detailgenauigkeit und dem Handling. So hat die vorhandene taktile Karte des Parks am Bergerdenkmal die passende Größe, um sie einzustecken und zum Ort mitzunehmen. Sie ist jedoch zu klein, um alle Karteninhalte, die wichtig für die Mobilität vor Ort sind, detailliert abzubilden. Auf der Karte wird weder vor Hindernissen im Park gewarnt noch auf die Treppe am Bergerdenkmal hingewiesen. Ebenso werden die Beschaffenheiten der Wege nicht angezeigt.
Digitale Gestaltungsoptionen und die Art der Produktion im 3D-Druck ermöglichen die Anpassung der vorhandenen Karte auf die individuellen Bedürfnisse eines Nutzers. Es ist demzufolge möglich, festgestellte nutzenlimitierenden Faktoren zu reduzieren.

Aus der Perspektive blinder Nutzer ist ein größeres Kartenformat wünschenswert. Auf der einen Seite erleichtert das die Lesbarkeit der Karte, auf der anderen Seite kann die taktile Karte mit mehr Informationen angereichert werden. Eine detailliertere Darstellung von Karteninhalten, besonders direkt am Bergerdenkmal, ermöglicht eine bessere Standortbestimmung und Orientierung. Unabhängig davon ist bei einer Vergrößerung des Kartenformats die Abbildung eines größeren Gebietes der Parkanlage realisierbar.
Die Karte kann mittels Geoinformationssoftware bedarfsgerecht neu generiert und anschließend ausgedruckt werden, so dass eine Steigerung des persönlichen Nutzens der 3D-gedruckten Karte für den Einzelnen erreicht wird. Die Personalisierung der taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal ist deshalb entscheidend für ihren Nutzwert.

5.4 Diskussion der Nebenergebnisse zum Nutzen von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen

Nach der Anwendung der taktilen Karte des Parks schreiben die Studienteilnehmenden einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen ein hohes Nutzenpotenzial zu. Anhand dieser Nebenergebnisse der Studie lassen sich Mehrwerte einer solchen Karte ermitteln, die von der Zielgruppe empfunden werden.
So lässt sich von den Aussagen der Interviewpartner ableiten, dass blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen die Nutzenkategorien einer 3D-gedruckten Karte im Allgemeinen unterschiedlich gewichten. Für beide Personengruppen ist es von großer Bedeutung mithilfe der taktilen Karte einen Überblick und eine Vorstellung von einem Ort zu erhalten. Zudem möchten sie die Karte für die Orientierung unterwegs nutzen. Damit wird das Ergebnis von Rowell und Ungar (2005) bestätigt, dass blinde und sehbehinderte Menschen taktile Karten bevorzugt zur Vermittlung eines Eindrucks vom Ort sowie zur allgemeinen Orientierung verwenden.
Die Navigationsfunktion einer 3D-gedruckten Karte scheint bei den Studienteilnehmenden keine Rolle zu spielen.
Aus den ermittelten Ergebnissen geht ebenfalls hervor, dass sowohl die blinden Personen als auch die hochgradig sehbehinderte Person eine mobile 3D-gedruckte taktile Karte zu unterschiedlichen Zeitpunkten verwenden würden. Alle Studienteilnehmenden gaben an, dass sie eine derartige Karte sowohl vor als auch nach einem Ortsbesuch zu Hause verwenden möchten. So können sie sich bereits vorher mit der Karte sowie mit dem Gebiet aktiv befassen und sich Orientierungspunkte einprägen. Nach dem Aufsuchen des Ortes kann die Karte verwendet werden, um den kartografierten Ort nachzuspüren und im Gedächtnis zu verankern.

Die Mobilität der 3D-gedruckten Karte im Zusammenhang mit dem persönlichen Besitz erlauben dabei die zeitlich flexible und ortsunabhängige Nutzung. Somit sind die Personen der Zielgruppe jederzeit in der Lage, sich die Karte gezielt und selbstbestimmt zunutze zu machen.
Rowell und Ungar (2005) ermittelten in ihrer Studie, dass etwa 74 % der blinden und sehbehinderten Menschen zu Hause eine taktile Karte nutzen würden. In der vorliegenden Studie wurde ein Anteil von 100% ermittelt. Die Inkonsistenz der Ergebnisse lässt sich möglicherweise auf das unterschiedliche Alter der Teilnehmenden in den Studien zurückführen. In der Studie von Rowell und Ungar war die Hälfte der Stichprobe unter 45 Jahre alt. In dieser Untersuchung war nur ein Viertel (25%) der Teilnehmenden jünger als 45 Jahre.
Unabhängig von einem tatsächlichen Aufsuchen des Ortes ist eine mobile 3D-gedruckte taktile Karte bei Gesprächen über diesen Ort von Nutzen. Die Personen der Zielgruppe empfinden es als wertvoll, mittels der Karte Kenntnisse erwerben zu können, die sie befähigen, sich an Gesprächen zu diesem Thema mit sehenden Menschen aktiv zu beteiligen. Sei es bei einem verbalen Austausch über einen Ort oder bei der Diskussion innerhalb von Entscheidungsprozessen zur Umsetzung von Barrierefreiheit im öffentlichen Raum. In verschiedenen Einsatzszenarien ist die Karte damit für die Zielgruppe ein bedeutsames Medium der Kommunikation und könnte für die angestrebte soziale Teilhabe in unterschiedlichen Lebensbereichen sorgen.

5.5 Methodenreflexion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde festgestellt, dass blinde und sehbehinderte Menschen von der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal profitieren. Dabei bedarf im Besonderen die Vorgehensweise innerhalb dieser Studie einer Reflexion.

Die mobile 3D-gedruckte taktile Karte des Parks am Bergerdenkmal in Witten ist der Forschungsgegenstand in dieser Arbeit. Die Kartengenerierung erfolgte nicht nach einem standardisierten Verfahren, sondern ging aus einer nicht-professionellen, jedoch partizipativen Kartenentwicklung hervor. Eine taktile Kartografie des gleichen Zielgebietes durch andere Personen wird vermutlich im Ergebnis zu einer anderen Karte als der vorliegenden führen. Deshalb ist der ermittelte Nutzwert nur auf diese mobile 3D-gedruckte taktile Karte des Parks zutreffend und kann nicht für andere Karten, die mit dieser Produktionstechnik erstellt werden, gleichermaßen gelten.
Zudem wird in dieser Studie nicht darauf eingegangen, welchen Einfluss die verbale Beschreibung der Karte vor der Anwendertestung auf den Nutzwert hat. Es ist möglich, dass die mobile 3D-gedruckte taktile Karte des Parks ohne eine Deskription, wie sie im Experiment stattfand, von geringerem Nutzwert ist. Dies sollte untersucht werden.

In Bezug auf die Stichprobe erfolgte die Auswahl der Studienteilnehmenden nach drei Kriterien: Alter, Visus und die bestehende Dauer der Blindheit bzw. der hochgradigen Sehbehinderung. Es ist nicht auszuschließen, dass dadurch Selektionsbias vorliegen. Zudem ist die Stichprobe mit vier befragten Personen sehr klein. Darüber hinaus waren drei der Studienteilnehmenden blind, aber nur eine Person hochgradig sehbehindert. Die Ergebnisse werden jedoch auf die Gesamtheit der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen übertragen. Diese Sachverhalte sowie die Wahrscheinlichkeit der Selektionsbias führen möglicherweise zu Ergebnisverzerrungen.
Im Zuge der Auswertungen der Ergebnisse wurden die Personen im Hinblick auf ihr Alter differenziert betrachtet. Auf die Frage, ob es tatsächlich eine Korrelation zwischen der Höhe des Nutzwertes und dem Alter des Kartennutzenden gibt, kann die Studie keine abschließende Antwort geben, da die Stichprobe in Bezug auf die Altersverteilung nicht gleichmäßig ist, um sie in zwei gleich große Gruppen (mittleres und hohes Alter) zu unterteilen und dann miteinander vergleichen zu können. Außerdem fehlen Vergleichsgruppen mit Personen im höheren Erwachsenenalter (66 - 80 Jahre). Insgesamt ist die Stichprobe der Studie mit drei Personen zwischen 40 und 55 Jahren und einer Person über 80 Jahre zu jung und damit nicht repräsentativ für die Gemeinschaft der blinden und sehbehinderten Menschen in Deutschland.
Weitere Merkmale und Fähigkeiten der Studienteilnehmenden können Auswirkungen auf den Nutzwert der vorliegenden taktilen Karte haben. Es wird angenommen, dass zusätzlich zu den drei vorgenommenen Auswahlkriterien, die Ausprägung des Tastsinns und die Erfahrungen im Kartenlesen eine Rolle spielen. Es wird nicht ausgeschlossen, dass bestehende Ortskenntnisse einen Einfluss auf das Lesen und Verstehen der taktilen Karte haben. Um diese Variablen auf ihren Effekt hinsichtlich des Kartennutzens untersuchen zu können, ist eine Wiederholung des Experiments mit einer größeren Stichprobe erforderlich.

Die qualitative Methode der Interviewbefragung eignete sich, um neue Erkenntnisse über den persönlichen Nutzen der taktilen 3D-gedruckten Karte bei der Anwendung am realen Ort aus der Perspektive von blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen hervorzubringen. Im Zuge dessen wurden acht verschiedene Nutzenkategorien identifiziert. Mit einer größeren Anzahl an Studienteilnehmenden in Kombination mit einer qualitativen Datenerhebung ließen sich die Kategorien vermutlich weiter ausdifferenzieren und zusätzliche Nutzenaspekte ermitteln. Durch quantitative Untersuchungen wäre es anschließend möglich, für ganze Personengruppen die Höhe des Nutzens der taktilen Karte in den ermittelten Kategorien zu definieren. Auf diese Weise können die Forschungsergebnisse validiert oder falsifiziert werden und zusätzlich das tatsächliche Potenzial der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks in vollerem Umfang beschreiben.

6 Fazit

6.1 Zusammenfassung der Arbeit

Die Nutzung von kostenfreier Geoinformationssoftware durch nicht-professionelle Kartografen macht die Erstellung einer mobilen 3D-gedruckten taktile Karte des Wittener Parks möglich. Durch eine partizipative Kartenentwicklung entstand ein Kartenprototyp, dessen Nutzwert in dieser Arbeit erforscht wurde.

Die Untersuchung zeigt, dass blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen von der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal in unterschiedlicher Form profitieren. Der Benefit der getesteten Karte ist die unterstützende Funktion der selbstständigen Bewegung in dem öffentlichen Park sowie die Wissenserweiterung in Bezug auf räumliche Sachverhalte zur Bildung eines Raumverständnisses.

Die taktile Karte kann bedingt durch die Diversität der Kartennutzer persönliche Zusatznutzen erfüllen. Aufgrund der verschiedenen Merkmale, Voraussetzungen und spezifischen Bedürfnisse der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen, erfährt jede einzelne Person einen individuellen Nutzen, sowohl durch die Verwendung als auch den persönlichen Besitz der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks.

Aus der Perspektive der blinden und sehbehinderten Menschen betrachtet, kann die 3D-gedruckte Karte ein barrierefreies Medium zur Reduzierung von Einschränkungen hinsichtlich der Mobilität in diesem Teil des Wittener Parks sein. Wenn diese Menschen die taktile Karte besitzen, können sie jederzeit und überall Zugang zu räumlichen Informationen erhalten, die einen Überblick über die Gesamtheit des Ortes geben. Blinde und hochgradig sehbehinderte Menschen haben durch die Nutzung der Karte eine Option mehr, sich an die Gegebenheiten im Park anzupassen und am sozialen Miteinander teilzuhaben.

Aus gesellschaftlicher Perspektive könnte die Zurverfügungstellung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks eine Intervention zur Umsetzung von Barrierefreiheit auf der Ebene des einzelnen blinden oder hochgradig sehbehinderten Menschen sein, indem sie dieser Person den Zugang und die Nutzung des Parks erleichtert und damit zur Teilhabe beiträgt.

Die Zielgruppe spricht einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen einen hohen Wert für die Kommunikation mit sehenden Mitmenschen zu.

6.2 Handlungsempfehlungen

Welchen Beitrag kann die mobile 3D-gedruckte taktile Karte zukünftig für die Gestaltung von Lebensbereichen blinder und hochgradig sehbehinderter Menschen leisten und welche Aufgaben sollten beteiligte Akteure übernehmen? Beruhend auf den Erkenntnissen der Forschungsarbeit werden vier Handlungsempfehlungen gegeben.

Die erste Handlungsempfehlung bezieht sich auf die zukünftige Erstellung taktiler Karten in Witten. Bei der Generierung einer digitalen Karte, als Vorlage für den 3D-Druck, sollten generell die informellen Leitfäden zur Erstellung taktiler Karten berücksichtigt werden. Zudem ist es grundsätzlich erforderlich, blinde und hochgradig sehbehinderte Kartennutzende in die Kartenerstellung einzubeziehen. Nur sie sind in der Lage, ihre Bedürfnisse zu benennen, um nutzenlimitierende Faktoren einer taktilen Karte zu vermeiden bzw. zu minimieren.
Die digitale Karte des Parks am Bergerdenkmal sollte in Zusammenarbeit mit der Zielgruppe überarbeitet werden, um ihren Nutzwert zu steigern. Dabei ist es denkbar, dass verschiedene Kartenmodelle entsprechend den Bedürfnissen entstehen. Beispielsweise ist eine Kombination der Karte mit einer Legende in Brailleschrift möglich.
Darüber hinaus sollte die partizipative Entwicklung weiterer taktiler Karten öffentlicher Plätze in Witten vorangetrieben werden, um schrittweise eine digitale und kostenfrei zugängliche Datenbank taktiler Karten in der Kommune aufzubauen. Dabei ist es wichtig, den Zugriff auf diese Datenbank barrierefrei zu gestalten. Audiodeskriptionen sind geeignet, der Zielgruppe vorhandenes Kartenmaterial zu beschreiben und gleichzeitig als Kartenlegende zu fungieren. Zusätzlich zur Kartendatenbank sollte die Stadt Witten ihren blinden und sehbehinderten Einwohnern sowohl einen FDM-Drucker als auch das Fachpersonal zur Verfügung stellen, das beim Kartendruck behilflich ist. So wird allen blinden und sehbehinderten Menschen der gleichberechtigte Zugang zu taktilen 3D-gedruckten Karten im Sinne der Chancengerechtigkeit ermöglicht. Die Veröffentlichung des Angebots hat dabei oberste Priorität, denn vorhandene Daten und Karten können von der Zielgruppe nur verwendet werden, wenn sie ihnen bekannt sind. Die genannten Punkte sollten als Maßnahmen zur technischen Umsetzung von Barrierefreiheit im öffentlichen Raum gemäß dem Inklusionsplan Witten in Angriff genommen werden.

Die zweite Handlungsempfehlung befasst sich ebenfalls mit der Verwirklichung von Barrierefreiheit. Laut Landesbauordnung NRW sollen Menschen mit Behinderungen innerhalb von Raumgestaltungsprozessen zur Realisierung von Barrierefreiheit im öffentlichen Raum einbezogen werden. Vom Planungsentwurf sollten blinden und sehbehinderten Menschen deshalb große 3D-gedruckte taktile Modelle zur Verfügung gestellt werden. So sind sie in der Lage, das geplante Vorhaben besser zu erfassen, zu verstehen und sich vorzustellen, da deskriptive Beschreibungen

zu baulichen Planungsvorhaben meist unzulänglich sind. Damit werden die Voraussetzungen geschaffen, dass diese Personen ihre Bedürfnisse in Bezug auf die Umsetzung von Barrierefreiheit innerhalb des Bauvorhabens ausreichend vorbringen, vertreten und diskutieren können. Es ist ein Schritt in Richtung gleichberechtigter Teilhabe von blinden und sehbehinderten Menschen innerhalb kommunalpolitischer Entscheidungsprozesse in diesem Bereich.
Nach erfolgter Umsetzung des Planungsentwurfs sollte das digitale Modell in die Kartendatenbank eingepflegt werden. Jeder blinde oder sehbehinderte Mensch hat dann die Möglichkeit, einen Zugang zu der taktilen Karte zu erhalten. Er kann sich damit beispielsweise einen Überblick über die bauliche Veränderung verschaffen und sich den Ort neu einprägen.

Die dritte Handlungsempfehlung bezieht sich auf das Potenzial einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte. In der vorliegenden Arbeit wurde festgestellt, dass ein geburtsblinder Mensch mehr von der taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal profitiert als eine Person, die spät erblindet ist bzw. eine hochgradige Sehbehinderung im Laufe ihres Lebens erworben hat.
Es sollte erforscht werden, ob eine eigene mobile 3D-gedruckte taktile Karte einem Menschen, der von Geburt an blind ist, helfen kann, die Einschränkungen durch die fehlenden visuellen Erfahrungen in gewissen Umfang auszugleichen. Wenn nachgewiesen werden kann, dass eine personalisierte mobile 3D-gedruckte taktile Karte als mittelbarer Behinderungsausgleich die Behinderung im täglichen Leben mildern kann, beispielsweise durch den zusätzlichen Gewinn an Orientierung, Selbstständigkeit und/oder Mobilität im direkten Wohn- und/oder Arbeitsumfeld, dann ist die Anerkennung diese Karte als Hilfsmittel nach SGB V § 33 bzw. § 47 SGB IX angezeigt. Da eine taktile Karte nicht als allgemeiner Gebrauchsgegenstand des täglichen Lebens anzusehen ist, sollte sie demzufolge zur Leistung der gesetzlichen Krankenkassen oder eines anderen Rehabilitationsträgers werden.

Bei der vierten Handlungsempfehlung wird das Einsatzszenario einer taktilen Karte in den Fokus gerückt. Die gezielte Verwendung einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte als barrierefreies taktiles Medium der Erinnerung sollte in Betracht gezogen werden, da das Raumvorstellungsvermögen eine kognitive Leistung ist und diese mit dem Alter naturgemäß nachlässt. Blinde und hochgradig sehbehinderte ältere Menschen könnten mit ihren Fingerspitzen auf der taktilen Karte bekannte oder persönlich wichtige Orte aufsuchen und sich diese so wieder ins Gedächtnis zurückrufen. Dann könnte die 3D-gedruckte Karte helfen, früher erlerntes aber wieder vergessenes räumliche Wissen von einem Ort zu erinnern.

6.3 Ausblick

In dieser Arbeit wird der Mehrwert einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte für die Zielgruppe der blinden und hochgradig sehbehinderten Menschen deutlich. Wenn die Zielgruppe in die Kartenentwicklung aktiv einbezogen wird, kann die Kartenerstellung zusammen mit nicht-professionellen Kartografen im Ergebnis zu nützlichen taktilen Karten führen.

Durch die Bereitstellung von digitalen und 3D-gedruckten taktilen Karten von öffentlichen Plätzen könnte ein wichtiger Beitrag für den Zugang und die Nutzung gestalteter Lebensbereiche im Sinne der Umsetzung von Barrierefreiheit nach dem Behindertengleichstellungsgesetz geleistet werden. Ein vielfältiger Einsatz mobiler 3D-gedruckter taktiler Karten für die Ermöglichung von gesellschaftlicher Teilhabe von blinden und hochgradig sehbehinderten Personen ist vorstellbar. Die Nutzenpotenziale taktiler Karten aus dem 3D-Drucker sollten weiter erforscht werden.

Angesichts des weiterhin wachsenden Anteils der blinden und sehbehinderten Menschen in Deutschland sollte auch ohne wissenschaftliche Belege der Ansatz der nicht-professionellen Erstellung taktiler Karten im 3D-Druck von öffentlichen Räumen weiterverfolgt werden, um den Sozialraum mit wenig Aufwand inklusiver gestalten zu können. Das hohe Innovationspotenzial einer mobilen 3D-gedruckte taktilen Karte könnte dafür sorgen, blinden und (hochgradig) sehbehinderten Menschen das Leben in der Mitte unserer Gesellschaft zu erleichtern.

Literaturverzeichnis

Agentur Barrierefrei NRW (Hrsg.). (o.J.). *Ausstattungselemente auf dem Grundstück*. Abgerufen am 11. Oktober 2022 von https://www.ab-nrw.de/umsetzungstipp/ausstattungselemente-auf-dem-grundstueck.html#umsetzung-tab

Auer, J. (2019). 3D-Druck. *3D-Druck: Starkes Wachstum in der Nische*. Abgerufen am 12. Oktober 2022 von http://hdl.handle.net/11159/4257

Bambring, M. (2002). *Fachgutachten zum Unterrichtsbedarf für eine Schulung in Orientierung und Mobilität mit dem Langstock für sehgeschädigte Personen.* Abgerufen am 12. Oktober 2022 von https://www.rehalehrer.de/public/doc/Orientierung_und_Mobilitaet/gutachten_dr_michael_brambring_2002.pdf

Bertram, B. (2005). Blindheit und Sehbehinderung in Deutschland: Ursachen und Häufigkeit, *Der Augenarzt*. *39*(6), S. 267-268.

Blades, M., Ungar, S. & Spencer, C. (1999). Map Use by Adults with Visual Impairments. *The Professional Geographer. 51*(4), S. 539-553. doi:10.1111/0033-0124.00191

Blickpunkt Auge (Hrsg.). (2016). *Ich sehe so, wie du nicht siehst*. Abgerufen am 05. Oktober 2022 von https://www.dbsv.org/broschueren.html?file=files/ueber-dbsv/publikationen/broschueren/Blickpunkt%20Auge%20Ich%20sehe%20so%202016.pdf&cid=5649

Blossey, H. (2022). *Luftbild 553838 Forstgebiete in einem Waldgebiet Hohenstein in Witten im Bundesland Nordrhein-Westfalen, Deutschland*. (Euroluftbild.de, Hrsg.) Abgerufen am 27. Oktober 2022 von https://www.luftbildsuche.de/info/luftbilder/forstgebiete-einem-waldgebiet-hohenstein-witten-nordrhein-westfalen-deutschland-553838.html

Böhme, C. (2018). *Vortrag über die Situation blinder und sehbehinderter Menschen*. (Stadt München, Hrsg.) Abgerufen am 17. Oktober 2022 von https://stadt.muenchen.de/dam/jcr:03e91079-52ca-4d8d-8c31-4d1f429c1830/Vortrag-Boehme-blinde-und-sehbehinderte-Menschen.pdf

Bornschein, D. & Engel, C. (2020). *Erkundung taktiler Grafiken. Schulungsunterlagen für blinde und sehbehinderte Menschen*. (T. U. Dresden & Technische Universität Dresden, Hrsg.) Abgerufen am 08. Oktober 2022 von https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-708013

Brittell, M. E., Lobben, A. K. & Lawrence, M. M. (2018). Usability Evaluation of Tactile Map Symbols across Three Production Technologies. *Journal of Visual Impairment & Blindness. 112*(6), S. 745-758. doi:10.1177/0145482x1811200609

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). (2016). *Zweiter Teilhabebericht der Bundesregierung über die Lebenslagen von Menschen mit Beeinträchtigungen.* Bonn.

Christoffel-Blindenmission e.V. (Hrsg.). (o. J. b). *Augenerkrankungen*. Abgerufen am 05. Oktober 2022 von https://www.woche-des-sehens.de/infothek/presse/pressetexte-und-bilder-augenerkrankungen/

Christoffel-Blindenmission e.V. (Hrsg.). (o. J. a). *Sehen und Sehverlust in Deutschland*. Abgerufen am 05. Oktober 2022 von https://www.woche-des-sehens.de/fileadmin/Redaktion/Materialien/allgemein/Broschu%CC%88re_Sehen_Sehverlust_barrierefrei.pdf

Cole, H. (2021). Tactile cartography in the digital age: A review and research agenda. *Progress in Human Geography. 45*(4), S. 834-854.

Destatis (Hrsg.). (2020). *Statistik der schwerbehinderten Menschen. Kurzbericht 2019*. Wiesbaden.

Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V. (DBSV). (Hrsg.). (2021). *Ratgeber Recht für blinde und sehbehinderte Menschen*. Berlin.

Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V. (Hrsg.). (o. J. a). *Zahlen & Fakten*. Abgerufen am 27. Oktober 2022 von https://www.dbsv.org/zahlen-fakten.html

Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V. (Hrsg.). (o. J. b). *Computer, Smartphone und Internet*. Abgerufen am 27. Oktober 2022 von https://www.dbsv.org/computer-smartphone-internet.html

Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (Hrsg.): ICF. Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit. Neu-Isenburg: Verlag MMI.

Deutsches Zentrum für barrierefreies Lesen (Hrsg.). (o. J.). *Reliefs-tastbare Bilder*. Abgerufen am 17. Oktober 2022 von https://www.dzblesen.de/auftraege/relief

DIN e.V. (Hrsg.). (2021). *DIN 32989:2021-08 Barrierefreie Gestaltung - Informationsgehalt, Gestaltung und Darstellungsmethoden von taktilen Karten.* Berlin: Beuth Verlag.

Editoriale Domus Spa (Hrsg.). (2010). *Aurelio Sartorio. Touch and learn*. Abgerufen am 17. Oktober 2022 von https://www.domusweb.it/en/design/2010/04/27/aurelio-sartorio-touch-and-learn.html

Edman, P. K. (1992). *Tactile Graphics*. New York: AFB.

Finger, R. P., Fimmers, R., Holz, F. G. & Scholl, H. P. (2011). Incidence of blindness and severe visual impairment in Germany: projections for 2030. *Investigative ophthalmology & visual science*. *52*(7), S. 4381-4389.

Gilson, C., Wurzburger, B. & Johnson, D. E. (1965). The Use of the Raised Map in Teaching Mobility to Blind Children. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. *59*(2), S. 59–62.

GKV-Spitzenverband (Hrsg.). (2018). Bekanntmachung des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen. *Fortschreibung der Produktgruppe 07 "Blindenhilfsmittel" des Hilfsmittelverzeichnisses nach § 139 SGB V vom 07.02.2018*. Abgerufen am 27. Oktober 2022 von https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/hilfsmittel/fortschreibungen_aktuell/2018_2/PG_07_komplett_13.04.2018.pdf

Haas, H.-D., Neumair, S.-M. & Schlesinger, D. (2018). *Mental Map*. Abgerufen am 10. Oktober 2022 von https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/mental-map-37207/version-260650

Hake, G., Grünreich, D. & Meng, L. (2002). *Kartographie: Visualisierung raum-zeitlicher Informationen*. Berlin, Boston: De Gruyter.

Hofer, U. (2008) Sehen oder Nicht sehen: Bedeutung für Lernen und aktive Teilhabe in verschiedenen Bereichen des Lernens und Lebens. In: Lang, M., Hofer, U. & Beyer, F. (Hrsg.): *Unterricht mit blinden und hochgradig sehbehinderten Schülerinnen und Schülern*. Bd. 1: Grundlagen. S. 17-67. Stuttgart.

Holloway, L., Marriott, K. & Butler, M. (2018). *Accessible Maps for the Blind: Comparing 3D Printed Models with Tactile Graphics*. Paper presented at the Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Montreal QC, Canada.

IPD Infosystem Produktion and Distribution GmbH (Hrsg.). (o. J.). *Piaf Heizgeräte*. Abgerufen am 14. Oktober 2022 von https://www.ipd.gmbh/benchmark-cms/piaf-heizgert

Jacobson, D. (1998). Cognitive Mapping Without Sight: four preliminary studies of spatial learning. *Journal of Environmental Psychology*. (18), S. 289-305.

Klahn, C., Meboldt, M., Fontana, F., Leutenecker-Twelsiek, B. & Jansen, J. (2018). *Entwicklung und Konstruktion für die Additive Fertigung*. Würzburg: Vogel Business Media.

Maritzen, A. & Kamps, N. (2013). *Rehabilitation bei Sehbehinderung und Blindheit*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Mauschitz, M. M., Li, J. Q., Larsen, P. P., Köberlein-Neu, J., Holz, F. G., Breteler, M. & Finger, R. P. (2019). Epidemiologie hochgradiger Sehbehinderung und Blindheit älterer Menschen in Deutschland. *Ophthalmologe. 116*(2), S. 201-212.

Metlitzky, N. & Engelhardt, L. (2008). *Barrierefrei Städte bauen.* Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Robert Koch-Institut (Hrsg). (2017). *GBE-Themenheft Blindheit und Sehbehinderung. Gesundheitsberichterstattung des Bundes*. Berlin.

Rowell, J. & Ungar, S. (2005). Feeling our way: tactile map user requirements-a survey. In *International Cartographic Conference. La Coruna*.

Schilling, M. & Bliedtner, J. (2017). Hochproduktiver fertigungsangepasster 3D-Druck. *wt Werkstatttechnik online.* (107). Abgerufen am 10. Oktober 2022 von https://www.3d-bigprint.de/images/download/WBK_17_07_HP3D_Schilling.pdf

Schweizerischer Blinden- und Sehbehindertenverband (Hrsg.). (o. J.). *Sehbehinderung*. Abgerufen am 06. Oktober 2022 von https://sbv-fsa.ch/dienstleistungen/faq#Lebensehbehinderung

Shenzhen Yuntuchuangzhi Technology Co. (Hrsg.). (o. J.). *Artillery Sidewinder X2*. Abgerufen am 17. Oktober 2022 von 3D Printer: https://artillery3d.com/products/artillery%C2%AE-sidewinder-x1-3d-printer-300x300x400mm-large-plus-size-high-precision-dual-z-axis-sw-x1-tft-touch-screen-v4-version-36

Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH (Hrsg.). (o. J.). *Kognitive Karte*. Abgerufen am 16. September 2022 von https://www.spektrum.de/lexikon/kartographie-geomatik/kognitive-karte/2849

Stadt Witten (Hrsg.). (2020). *Inklusionsplan- Wir in Witten.*

The Braille Authority of North America (BANA) (Hrsg.). (2012). *Guidelines and Standards for Tactile Graphics, 2010*. (Web Version). Abgerufen am 22. Oktober 2022 von https://www.brailleauthority.org/tg/web-manual/index.html

Ungar, S. (2000). Cognitive Mapping without Visual Experience. In Kitchin, R. & Freundschuh, S. (Hrsg.), *Cognitive Mapping: Past Present and Future*. S. 221-248. Oxon, UK: Routledge.

Voigt, A. & Martens, B. (2006). Development of 3D tactile models for the partially sighted to facilitate spatial orientation. In: *Proceedings of the 24th Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe*, S. 366–370.

Wabinski, J., Mościcka, A. & Touya, G. (2022). Guidelines for Standardizing the Design of Tactile Maps: A Review of Research and Best Practice. *The Cartographic Journal (Online)*. doi:10.1080/00087041.2022.2097760

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 Teilnahmeinformationen 51
Anhang 2 Interviewleitfaden 52
Anhang 3 Einverständniserklärung zur Teilnahme am Interview (Vordruck) 54
Anhang 4 Auswertung der qualitativen Datenerhebung 55
Anhang 4.1 Aussagen der Interviewpartner 55
Anhang 4.2 Themenprotokolle im Kontext der Lesbarkeit und des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal 67
Anhang 4.3 Kategorisierung des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal 69
Anhang 4.4 Nutzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal 71
Anhang 4.5 Limitierende Faktoren und Grenzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks (Themenprotokoll und Nutzenkategorisierung) 73
Anhang 4.6 Wünsche nach Veränderung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal (Themenprotokoll und Nutzenkategorisierung) 76
Anhang 4.7 Themenprotokoll der Nebenergebnisse der Interviews hinsichtlich des Nutzens von 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen 78
Anhang 4.8 Genannte Schlagworte und Begrifflichkeiten im Kontext des Nutzens einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte zur Bildung einer Wortwolke 81
Anhang 4.9 Kategorisierung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen 83
Anhang 4.10 Themenprotokoll zum Nutzen einer mobilen 3D-gedruckten Karte im Allgemeinen 85
Anhang 5 Audios der Interviews ..... Datenträger

Anhang 1

Hochschule für Gesundheit Bochum
Studiengang Gesundheit und Sozialraum
Bachelorarbeit von Frances Wenzel

Forschungsprojekt im Rahmen der Bachelorarbeit „Der Nutzwert einer mobilen 3D-gedruckten Karte aus der Perspektive von blinden und sehbehinderten Menschen“

Teilnahmeinformationen

Liebe Teilnehmende der Führung zum Bergerdenkmal in Witten,

mit Ihrer Hilfe möchte ich den Nutzwert einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte erforschen. Im Rahmen meiner Bachelorarbeit im Studiengang „Gesundheit und Sozialraum” der Hochschule für Gesundheit in Bochum möchte ich herausfinden, ob blinde und sehbehinderte Menschen von einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte vom Park am Bergerdenkmal in Witten profitieren können. Zu diesem Zweck werden Sie eine 3D-gedruckte Karte innerhalb einer Führung zum Bergerdenkmal in Witten testen.

Durch Befragungen im Rahmen der Führung werden Daten von Ihnen zum Zweck der Auswahl der InterviewpartnerInnen für die Studie erhoben. Es werden keine personenbezogenen Daten erhoben. Erfragt werden lediglich Ihre Sehschärfe (Visus) und die Dauer der bestehenden Seheinschränkung bzw. der Blindheit. Des Weiteren werden Fotoaufnahmen gemacht, die beispielsweise Ihre Hände beim Ertasten der Karte zeigen und keinen Rückschluss auf Ihre Person ermöglichen. Die Fotoaufnahmen und die Teilnahme an der Befragung sind freiwillig.

Alle Studienteilnehmende, die in Einzelinterviews befragt werden, müssen vor dem Interview ihre Einwilligung zu dem Interview schriftlich erteilen. Sie erhalten dafür separat eine Einverständniserklärung. Sämtliche Daten, die im Rahmen des Interviews erhoben werden und einen Rückschluss auf Ihre Person ermöglichen, werden unkenntlich gemacht (anonymisiert). Die Teilnahme an dem Interview ist freiwillig.

Ich freue mich über Ihre Teilnahme an meinem Forschungsprojekt und stehe Ihnen bei Fragen gerne zur Verfügung.

Bochum, 18.08.2022

Frances Wenzel
fwenzel@hs-gesundheit.de

Anhang 2

Interviewleitfaden

Tabelle 7: Interviewfragen

Leitfadenfragen	Mögliche Nachfragen
1. Wie alt sind Sie?	
2. Wie hoch ist Ihr Visus in Prozent oder als Zahl ausgedrückt?	
3. Seit wann besteht die Blindheit/ Sehbeeinträchtigung?	
4. a) Wie schätzen Sie Ihre Erfahrungen beim Lesen taktiler Karten ein? b) Hatten Sie Probleme beim Lesen und Verstehen der 3D-gedruckten Karte?	
5. Welche Inhalte und Darstellungen der Karte sind für Sie interessant und warum?	• Wie wichtig ist der 3D-Effekt für Sie? (Gelände mit Höhen und Tiefen, Objekte in 3D)?
6. Wie wichtig ist es für Sie, dass Sie die Karte an jedem beliebigen Ort, ob zu Hause oder unterwegs nutzen können?	
7. Sie haben die 3D-gedruckte taktile Karte getestet. Wie bewerten Sie die Nützlichkeit einer 3D-gedruckten Karte für Sie persönlich? Ist sie hilfreich? Wofür?	• Warum ist sie nicht nützlich? (Eigenschaften, Nutzungs-anforderungen, Bedürfnisse)
8. Zu welchem Zeitpunkt ist für Sie die 3D-gedruckte Karte am nützlichsten? Bevor man den Ort besucht, am Ort selbst oder nach dem Besuch des Ortes?	
9. Sie haben am Bergerdenkmal die Aufgabe bekommen mithilfe der Karte zu einem bestimmten Zielpunkt zu laufen. Inwieweit eignete sich die getestete Karte… a) um auf der Karte einen Weg zum Ziel zu finden? b) zur Bestimmung, wo man steht/ Standortbestimmung? c) zur Orientierung und Navigation? d) zur Entwicklung eines Raumverständnisses/ -gefühls?	• Hatten Sie bereits ein Raumgefühl vom Ort? • Kennen Sie den Park am Bergerdenkmal? • Gab es Unklarheiten, die die Karte beseitigen konnte?

Leitfadenfragen	Mögliche Nachfragen
10. Diese Art von Karte lässt sich beliebig verändern, z.B. die Größe, den Maßstab, spezielle Inhalte, Gestaltung usw. bei relativ geringen Kosten. Wie bewerten Sie die Möglichkeit, dass sich die Karte auf Ihre persönlichen Bedürfnisse anpassen ließe?	(Wenn Frage 10 negativ beantwortet wird, weiter mit Frage 12.)
11. Wie sollte die Karte für Ihre persönlichen Bedürfnisse gestaltet sein?	• Welche Inhalte und Darstellungen sollten vorhanden sein? (Größe, Realitätstreue) • Sollte die Karte um zusätzliche Informationen ergänzt werden? (z.B. Orientierungspunkte, Gefahrenpunkte, Sitzgelegenheiten)
12. Inwieweit würde die Personalisierung der Karte etwas am Nutzen für Sie ändern oder verbessern?	
13. Wenn Sie nun ein Gesamturteil über mobile 3D-gedruckte taktile Karte fällen, wie bewerten Sie im Allgemeinen den Nutzen einer 3D-gedruckter Karte? (eher positiv oder eher negativ?)	• Bieten taktile Karten für Sie einen Mehrwert? (Autonomie, Mobilität)?
14. Wo sind Ihrer Meinung nach die Grenzen von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten? Was kann die Karte nicht, z.B. verglichen mit fest installierten Tastkarten?	• Welche Bedürfnisse kann die Karte nicht erfüllen? • Verglichen mit anderen Hilfsmitteln?
15. Inwieweit könnte die 3D-gedruckte Karte fest installierte Tastkarten ergänzen oder ersetzen?	• Nutzen Sie für gewöhnlich fest installierteTastkarten?
16. Würden Sie in Zukunft mobile 3D-gedruckte taktile Karten von anderen Orten nutzen, wenn Sie zur Verfügung stehen würden?	• Welche Orte wären interessant für Sie?
17. Nun sind wir am Ende des Interviews angelangt. Gibt es von Ihrer Seite noch Punkte oder Anmerkungen zum Nutzen der 3D-gedruckten taktilen Karte, die noch nicht angesprochen wurden?	

Anhang 3

Hochschule für Gesundheit Bochum
Studiengang Gesundheit und Sozialraum
Bachelorarbeit von Frances Wenzel

Einverständniserklärung zur Teilnahme am Interview

Interview im Rahmen der Bachelorarbeit mit dem Thema:
„Der Nutzwert einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte aus der Perspektive von blinden und sehbehinderten Menschen“

Interviewerin: Frances Wenzel Interviewdatum:

Die Teilnahme an dem Interview erfolgt freiwillig. Es werden keine personenbezogenen Daten erhoben. Das Interview wird als Tonspur aufgezeichnet und aufbewahrt. Sämtliche Angaben, die im Interview gemacht werden und Rückschlüsse auf Personen ermöglichen, werden unkenntlich gemacht (anonymisiert).
Aus Dokumentationsgründen wird die Audiodatei den Gutachtern der Bachelorarbeit zur Verfügung gestellt. Die unterschriebene Einverständniserklärung wird unzugänglich für Dritte bei Frances Wenzel sicher abgelegt und nur auf Verlangen den Gutachtern zu Dokumentationszwecken vorgelegt. Die Löschung der Audiodatei und die Vernichtung der Einverständniserklärung erfolgen spätestens nach 10 Jahren. Es wird sich vorbehalten, die Ergebnisse der Befragung sowie die Bachelorarbeit zu veröffentlichen. Rückschlüsse auf die interviewte Person sind dabei ausgeschlossen.

Vorname Name: _____

Ich wurde über das Ziel und den Verlauf der Forschungsarbeit informiert. Ich weiß, dass ich das Interview jederzeit abbrechen kann. Unmittelbar nach Gesprächsende bzw. bis zur Anonymisierung meiner Daten kann ich ohne Angabe von Gründen verlangen, dass meine Daten gelöscht werden.
Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich freiwillig bereit dazu bin, am oben angegebenen Interview unter den genannten Bedingungen teilzunehmen. Ich bin damit einverstanden, dass das Interview mit einem Aufnahmegerät aufgezeichnet wird und erkläre mein Einverständnis zur Nutzung meiner Angaben.

_____
Ort, Datum, Unterschrift des/r Interviewten

Anhang 4

Auswertung der qualitativen Datenerhebung

Anhang 4.1 Aussagen der Interviewpartner

Tabelle 8: Aussagen Interviewpartner 1

Thema	Aussagen von Interviewpartner (IP) 1
1.Alter	• 89 Jahre
2. Visus	• 2%, d.h. gesetzlich blind
3. Dauer der Blindheit	• Blindheit besteht seit ca. 16 Jahren
4.a) Erfahrungen im Lesen taktiler Karten	• Keine
4.b) Probleme beim Verstehen der 3D-gedruckten Karte vom Park	• Ertasten war schwierig
5. Interessante Inhalte und Darstellungen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks mit Begründung	• Orientierungspunkte: Parkplatz, Gebäude
6. Bedeutung der Mobilität einer 3D-gedruckten taktilen Karte	• Beschäftigung mit der Karte zu Hause, bevor man unterwegs ist
7. Nützlichkeit der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal	• Orientierung
8. Zeitpunkt der Nützlichkeit einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen	• Vor dem Ortsbesuch zum Üben und Finden von Anhaltspunkten • Am Ort zur Orientierung • Nach dem Ortsbesuch zum Ertasten, wo man überall war
9. Nützlichkeit der getesteten Karte vor Ort …	
9.a) um einen Weg zum Ziel auf der Karte zu finden	• Ja
9.b) Standortbestimmung	• Antwort nicht relevant für Fragestellung

Thema	Aussagen von Interviewpartner (IP) 1
9.c) Orientierung Navigation	• Ja, Wissen da ist Spielplatz, dort ist große Wiese • Zum Gehen in Richtung Parkplatz
9.d) Raumgefühl/ -verständnis Kenntnisse vom Park am Bergerdenkmal	• Antwort nicht relevant für Fragestellung • Kennt den Park, als noch gesehen wurde, aber sehr wenig Erinnerung daran
10. Bewertung der Möglichkeit zur Personalisierung der vorliegenden Karte des Parks	• Wird als gut empfunden
11. Gestaltungswünsche der persönlichen 3D-gedruckten Karte des Parks	• Wege müssten mehr herausgehoben werden • Alles müsste größer sein
12. Vermutete Nutzenänderung durch Personalisierung	• Frage nicht beantwortet
13. Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• Positive Bewertung • Wenn man irgendwo hinwill, ist es ein Hilfsmittel
14. Grenzen und Limitationen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte	• Frage nicht beantwortet
15. Eignung einer 3D-gedruckten Karte als Ergänzung zu fest installierten Tastkarten Vergleich mit fest installierten Tastkarten	• Keine Antwort möglich, kennt keine fest installierten Tastkarten
16. Bereitschaft, mobile 3D-gedruckte Karten zu nutzen Interessante Orte für 3D-Karten	• Ja • Parks im Wohnort

Tabelle 9: Aussagen Interviewpartner 2

Thema	Aussagen von Interviewpartner 2
1. Alter	• 55 Jahre
2. Visus	• Blind
3. Dauer der Blindheit	• Schleichender Prozess, Blindheit im mittleren Erwachsenenalter erworben
4.a). Erfahrungen im Lesen taktiler Karten	• Gering
4.b) Probleme beim Verstehen der 3D-gedruckten Karte vom Park	• Nein • Schnelles Erfassen durch 3D-Effekt
5. Interessante Inhalte und Darstellungen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks mit Begründung	• Wege → wertvoll zu wissen, wie Wege verlaufen und zueinander liegen • Geländedarstellung weniger interessant
6. Bedeutung der Mobilität einer 3D-gedruckten taktilen Karte	• Karte zu haben ist schön für Gegenden, die man nicht kennt, um Überblick zu bekommen • Karte kann an Ort mitgenommen werden • Möglichkeit der Vorbereitung vor Besuch eines unbekannten Ortes z.B. Urlaubsort
7. Nützlichkeit der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal	• Wertvoll zu wissen, wie Wege verlaufen und zueinander liegen • Um zu wissen, wie man laufen muss • Wie Ziel und Start zueinander liegen, um nicht nur den anderen hinterher zu laufen • Wissen, in welche Richtung man läuft • Hat sich vorgenommen, nochmal den Park am Bergerdenkmal mit der Karte ohne Hilfe vom Partner abzugehen (beschreibt sich selbst als unsicher beim Gehen und lässt sich oft von Begleitpersonen führen)
8. Zeitpunkt der Nützlichkeit einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen	• Vorher, um zu wissen was auf einen zukommt • Während des Ortsbesuches • Nach dem Ortsbesuch, um alles nochmal nachzuvollziehen

Thema	Aussagen von Interviewpartner 2
9. Nützlichkeit der getesteten Karte vor Ort …	
9.a) um einen Weg zum Ziel auf der Karte zu finden	• Ja
9.b) Standortbestimmung	• Ja, an Abbiegungen
9.c) Orientierung Navigation	• Ja, war direkt am Bergerdenkmal schwierig, zu wenige Orientierungshinweise auf der Karte • Gehrichtung zum Parkplatz konnte bestimmt werden, Zuwege zum Parkplatz zu finden war schwierig
9.d) Raumgefühl/ -verständnis Kenntnisse vom Park am Bergerdenkmal	• Vorher vage vorhanden, mit Karte wurde ein Weg wieder bewusst, der vorher nicht mehr erinnert wurde • Wusste nicht, dass Parkplatz so viele Zugänge hat • Hat den Park und einige Wege am Bergerdenkmal von früher, als noch gesehen wurde, in Erinnerung
10. Bewertung der Möglichkeit zur Personalisierung der vorliegenden Karte des Parks	• Personalisierung wäre schön
11. Gestaltungswünsche der persönlichen 3D-gedruckten Karte des Parks und vermutete Nutzenänderung durch Personalisierung	• Karte müsste etwas größer sein, um Zugänge zum Parkplatz besser fühlen zu können, • Bereich um das Denkmal sollte größer dargestellt sein und detaillierte Orientierungspunkte wie Bänke aufweisen für genauere Standortbestimmung und Ausrichtung im Raum, damit man in die richtige Richtung läuft • Bessere Orientierung • Stufen und Treppen sollten auf Plänen gekennzeichnet sein, wegen der Angst, eine Treppe hinunterzustürzen
12. Vermutete Nutzenänderung durch Personalisierung	• Siehe 11.

Thema	Aussagen von Interviewpartner 2
13. Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• Wertvoll • Überblick über eine Umgebung erhalten, • Wissen was auf einen zukommt und nicht mehr nur den anderen hinterherlaufen zu müssen • Neugier befriedigen und verstehen, wie z.B. an unbekannten Urlaubsorten Straßen zueinander liegen und bauliche Gegebenheiten zusammen-hängen, da Beschreibungen oft nicht ausreichend sind, so dass einfach hinterhergelaufen wird • Um mit anderen über einen Ort mitreden zu können • Um sagen zu können, dass man auch einen anderen Weg laufen oder fahren kann
14. Grenzen und Limitationen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte	• Einschränkungen aufgrund der Größe, Karte kann nicht alle Details genau erfassen • Wäre Karte größer, kann sie nicht gut transportiert werden • Karte müsste besser tragbar sein, dass man sie nicht in der Hand halten müsste
15. Eignung einer 3D-gedruckten Karte als Ergänzung zu fest installierten Tastkarten Vergleich mit fest installierten Tastkarten	• Fest installierte und tragbare Karten könnten gut kombiniert werden • Bei der mobilen Karte kann man unterwegs nochmal nachfühlen
16. Bereitschaft, mobile 3D-gedruckte Karten zu nutzen	• Ja
16. Interessante Orte für 3D-Karten	• Parks, bekannte Innenstädte
17. Neue Themen Ad-hoc:	• Erstellen von Modellen wie Sehenswürdigkeiten z.B. Eiffelturm, Schiffe • Taktile Leitlinien fehlen im Park

Tabelle 10: Aussagen Interviewpartner 3

Thema	Aussagen von Interviewpartner 3
1. Alter	• 40 Jahre
2. Visus	• Blind
3. Dauer der Blindheit	• Seit Geburt
4.a) Erfahrungen im Lesen taktiler Karten	• Ja • Wurde in der Schule erlernt
4.b) Probleme beim Verstehen der 3D-gedruckten Karte vom Park	• Nein
5. Interessante Inhalte und Darstellungen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks mit Begründung	• Orientierungspunkte: Parkplatz, große Wiese, Spielplatz, Turm • Darstellung der Steigungen helfen am Ort bei Orientierung
6. Bedeutung der Mobilität einer 3D-gedruckten taktilen Karte	• Wichtig • Ort kann sich zu Hause eingeprägt werden • Karte kann an unbekannte Orte mit genommen werden
7. Nützlichkeit der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal	• Überblick, wie das Gelände aussieht • Erweiterung der Landkarte im Kopf
8. Zeitpunkt der Nützlichkeit einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen	• Am wichtigsten vor dem Ortsbesuch für Überblick und Vorstellung • Am Ort wird es wahrscheinlich unwichtiger, je besser man sich auskennt • Nach dem Ortbesuch, um zu vergleichen
9. Nützlichkeit der getesteten Karte vor Ort …	
9.a) um einen Weg zum Ziel auf der Karte zu finden	• Geeignet
9.b) Standortbestimmung	• Ja, Wissen wo man genau steht, erfordert hohe Aufmerksamkeit und Konzentration
9.c) Orientierung Navigation	• Ja • Ja, man muss mitdenken und sich konzentrieren

Thema	Aussagen von Interviewpartner 3
9d) Raumgefühl/ -verständnis Kenntnisse vom Park am Berger-denkmal	• Optimal • Gut, kennt den Ort etwas, aber Wegeführung als Rundweg im Park war vorher nicht bewusst
10. Bewertung der Möglichkeit zur Personalisierung der vorliegenden Karte des Parks	• Wird als sehr gut empfunden
11. Gestaltungswünsche der persönlichen 3D-gedruckten Karte des Parks	• Bessere Unterscheidbarkeit der Wege für erleichtertes Ertasten und Verstehen • Karte sollte größeres Gebiet am Hohenstein darstellen • Treppen am Bergerdenkmal kenntlich machen, vielleicht extra Detailkarte vom Bergerdenkmal erstellen (bessere Vorstellbarkeit) • Darstellung von Mülleimern, Bänken, die mit dem Langstock ertastet werden können als Warnung vor Hindernissen • Beschriftung der Karte mit Blindenschrift
12.Vermutete Nutzenänderung durch Personalisierung	• Erleichtertes Ertasten und Verstehen • Warnung vor Hindernissen • Bessere Vorstellbarkeit des Bergerdenkmals
13. Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• Überblick und Vorstellung über persönlich wichtige Gegend bekommen, die man aber nicht gut kennt • Straßenführungen verstehen, Kurven werden beim Laufen schlecht wahrgenommen • Bild vom Ort wird im Kopf durch Laufen aufgebaut, durch Karte wird Ort wird anders bewusst und Bild im Kopf vervollständigt • Ermöglicht Erschließen von neuen Wegen, als Alternative zu Beschreibungen und Navigations-Apps • Anhand der Karte kann anderen Menschen der Ort erklärt werden

Thema	Aussagen von Interviewpartner 3
Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• Verstehen eines bisher bekannten Ortes nach Umbaumaßnahmen, wenn sich Wegeführungen ändern
14. Grenzen und Limitationen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte	• Vermutete schnelle Überforderung in der Navigation bei blinden Menschen mit schlechtem Orientierungssinn • Gegebenheiten des Geländes z.B. Löcher und Beschaffenheit der Wege z.B. Schotter, Matsch, Waldweg werden nicht angezeigt • fehlende Anzeige von Hindernissen z.B. Pfosten und Wegesperre für Radfahrende • Nutzen der Karte ist abhängig von Größe und Maßstab der Karte: je größer die Karte ist, umso genauer, aber auch unhandlicher und je kleiner die Karte ist, umso besser kann man sie mitnehmen, hat aber auch weniger Nutzen • Zum Fühlen der Karte muss man stehenbleiben, weil man beide Hände braucht.
15. Eignung einer 3D-gedruckten Karte als Ergänzung zu fest installierten Tastkarten Vergleich mit fest installierten Tastkarten	• Wenn man den Ort nicht kennt, kann man sich die Karte einstecken und mitnehmen • Fest installierte Karten geben Orientierung über ein größeres Gebiet
16. Bereitschaft, mobile 3D-gedruckte Karten zu nutzen Interessante Orte für 3D-Karten	• Ja • Eigenes Wohnumfeld, da eigene Straße mit anderer Straße einen Kreis beschreibt und sie sich deshalb zweimal kreuzen, aber bis jetzt nicht der genaue Straßenverlauf verstanden wurde • Arena auf Schalke und andere Stadien
17. Neues Thema Ad-hoc : weiterer vorstellbarer Nutzen taktiler Karten	• Vorstellung über ein spezielles Gebäude, Sehenswürdigkeiten bekommen, z.B. Bergerdenkmal

Thema	Aussagen von Interviewpartner 3
Neues Thema Ad-hoc	• GPS-System in Karte einbauen, welches eigenen Standort und eigene Fortbewegung auf der Karte taktil anzeigt • Einsatz der 3D-Karte für Beratungsarbeit mit blinden und sehbehinderten Menschen, um Ort zu erklären • 3D-Modelle von Sachen erstellen, die man nicht anfassen kann, z.B. Sehenswürdigkeiten, Vorstellung über ein spezielles Gebäude oder Sehenswürdigkeiten bekommen • Zur Vorstellung von Geländen, Panoramablick vom Bergerdenkmal ins Ruhrtal zum Fühlen • Was ein geburtsblinder Mensch nicht anfassen kann, kann er sich nur schwer vorstellen

Tabelle 11: Aussagen Interviewpartner 4

Thema	Aussagen von Interviewpartner 4
1. Alter	• 54 Jahre
2. Visus	• 4%
3. Dauer der bestehenden Sehbehinderung	• Hochgradige Sehbehinderung im Erwachsenen-alter erworben
4.a). Erfahrungen im Lesen taktiler Karten	• Nein
4.b) Probleme beim Verstehen der 3D-gedruckten Karte vom Park	• Nein
5. Interessante Inhalte und Darstellungen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks mit Begründung	• Ganze Umgebung interessant, um Raumgefühl zu bekommen • 3D-Effekt ist wichtig, Umgebung kann in der Vollständigkeit erfasst werden
6. Bedeutung der Mobilität einer 3D-gedruckten taktilen Karte	• Wichtig: Nachspüren der Karte zu Hause möglich
7. Nützlichkeit der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal	• Verstehen des Raumes • Karte als schönes taktiles Erinnerungsstück an die Aktion am Bergerdenkmal
8. Zeitpunkt der Nützlichkeit einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte im Allgemeinen	• Vor dem Ortsbesuch, um den Ort zu begreifen • Immer hilfreich bei Gesprächen über den Ort • Abgleich von Erinnerung an Ort mit der Karte, kann in Gedächtnis anders verankert werden • Am Ort weniger wichtig: Feinheiten der Wege sind auf Karte nicht dargestellt
9. Nützlichkeit der getesteten Karte vor Ort …	
9.a) um einen Weg zum Ziel auf der Karte zu finden	• Karte wurde dafür nicht verwendet aufgrund der sehr guten Ortskenntnisse
9.b) Standortbestimmung	• Ja
9.c) Orientierung Navigation	• Ja, Wissen, was wo ist und wie es dort drumherum aussieht • Karte nicht zum Navigieren verwendet, da nicht erforderlich wegen sehr guter Ortskenntnisse • Vorstellbar an weniger bekannten Orten

Thema	Aussagen von Interviewpartner 4
9d) Raumgefühl/ -verständnis	• Vorher schon vorhanden, ist mit Karte deutlicher geworden • Karte hat bestehendes Wissen vom Ort in Relation gesetzt • Größe und Proportionen der Wiesenflächen konnten erfasst werden
Kenntnisse vom Park am Berger-denkmal	• Sehr gut
10. Bewertung der Möglichkeit zur Personalisierung der vorliegenden Karte des Parks Personalisierungsmöglichkeit im Allgemeinen	• Personalisierung nicht wichtig • Wenn es ein unbekannter Ort ist, wahrscheinlich hilfreich
11. Gestaltung der persönlichen 3D-gedruckten Karte des Parks	• Frage entfällt
12. Vermutete Nutzenänderung durch Personalisierung	• Frage entfällt
13. Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• Sehr hoch empfundener Nutzen, hohes Potenzial des 3D-Druckes wird gesehen <u>Empfundene Mehrwerte</u>: • Orientierung im Raum • Verständnis von unbekannten, nicht begreifbaren Räumen z.B. Blick über das Ruhrtal • Unbekannte Räume können in Vorbereitung vor dem Betreten erschlossen werden • Hilfreich den Ort fühlen zu können, ergänzend zum Abschreiten eines Ortes • Übersicht über unbekannte Räume und Verstehen können, in welche Richtung man geht z.B. Gehen in Richtung Ausgang und dadurch sichereres Bewegen in fremden Räumen • Ort kann zu Hause nachgefühlt werden, zur Verankerung im Gedächtnis

Thema	Aussagen von Interviewpartner 4
Persönliche Bewertung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen	• 3D-Karte kann bedarfsgerecht ausgedruckt werden • 3D-Karte wäre hilfreich bei Gesprächen mit Sehenden über einen Ort oder komplexe Sachverhalte Bsp. Freibad →für gleichberechtigte Diskussion mit Sehenden, die normale Karte nutzen, innerhalb von Raumgestaltungsprozessen, da Deskriptionen meist nicht ausreichend sind, um sich das bauliche Planungsvorhaben vorstellen zu können
14. Grenzen und Limitationen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte	• Keine Hinweise auf Ad-hoc-Ereignisse wie Baustellen oder Menschenansammlungen • In der Navigation im Nachteil gegenüber GPS • 3D-gedruckte Karte zu klein für Abbildung eines großen Gebietes
15. Eignung einer 3D-gedruckten Karte als Ergänzung zu fest installierten Tastkarten Vergleich mit fest installierten Tastkarten	• Fest installierte Karten zeigen große Gebiete, bei taktiler Karte kann Kartenausschnitt, in dem man sich bewegt, herangezoomt werden. • 3D-gedruckte Karte ist die eigene und wird nicht von anderen angefasst • Fest installierte Karten sind Wind und Wetter ausgesetzt und werden häufig beschädigt. • 3D-Karte passt in Handtasche
16. Interessante Orte für 3D-Karten	• Jeder Ort • Am Hohenstein: Blick ins Ruhrtal
17. Neues Thema Ad-hoc	• Potenziale des 3D-Druckes um Dinge, die man nicht anfassen kann, begreifbar zu machen z.B. Hochzeitstorte

Anhang 4.2 Themenprotokolle im Kontext der Lesbarkeit und des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Tabelle 12: Themenprotokoll zur Lesbarkeit der 3D-gedruckten Karte des Parks

Thema	Interview-partner	Aussagen
Probleme beim Lesen und Verstehen der 3D-gedruckten Karte	1	• Ja, Ertasten war schwierig
	2	• Nein, schnelles Erfassen durch 3D-Effekt
	3	• Nein
	4	• Nein

Tabelle 13: Themenprotokoll hinsichtlich des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Thema	Interview-partner	Aussagen
Zielroute (Weg) zum Parkplatz kann auf der Karte bestimmt werden	1	• Ja
	2	• Ja
	3	• Ja
	4	• Keine Aussage möglich, Karte wurde aufgrund sehr guter Ortskenntnisse hierfür nicht verwendet
Standort-bestimmung vor Ort	1	• Antwort nicht relevant für Fragestellung
	2	• Ja, an Abbiegungen
	3	• Ja, erfordert hohe Konzentration und Aufmerksamkeit
	4	• Ja
Orientierung vor Ort	1	• Ja, grobe Orientierung
	2	• Ja, direkt am Bergerdenkmal schwierig
	3	• Ja
	4	• Ja

Thema	Interview-partner	Aussagen
Navigation vor Ort	1	• Zum Gehen in Richtung Parkplatz
	2	• Um zu wissen, wie man laufen muss und in welche Richtung • Zur Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz • Zuwege zum Parkplatz zu finden war schwierig
	3	• Ja, erfordert Mitdenken und Konzentration
	4	• Keine Aussage, Karte wurde nicht zur Navigation verwendet
Raumgefühl/-verständnis	1	• Keine Aussage
	2	• Ja • Wie Wege verlaufen und zueinander liegen • Mit Karte wurde Weg wieder bewusst, der vorher nicht mehr erinnert wurden • Wusste nicht, dass Parkplatz so viele Zugänge hat
	3	• Ja • Wegeführung als Rundweg im Park war vorher nicht bewusst • Überblick, wie das Gelände aussieht • Erweiterung der Landkarte im Kopf
	4	• Ja, mit Karte deutlicher geworden • Proportionen der Wiesenflächen erfasst • Wissen in Relation zum Ort gesetzt
Weitere Aspekte des Nutzens der Karte vom Park am Berger-denkmal	1	• Keine Nennung
	2	• Wissen, wie Ziel und Start zueinander liegen, um nicht nur den anderen hinterher zu laufen • Hat sich vorgenommen, nochmal den Park am Bergerdenkmal mit der Karte ohne Hilfe vom Partner abzugehen (beschreibt sich selbst als unsicher beim Gehen und lässt sich oft von Begleitpersonen führen)
	3	• Keine Nennung
	4	• Karte als taktiles Erinnerungsstück an Aktion am Bergerdenkmal

Anhang 4.3 Kategorisierung des Nutzens der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Tabelle 14: Empfundener Nutzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal und Zuordnung zu Kategorien und Themenfeldern

Von Interviewten verwendete Umschreibungen des subjektiv empfundenen Nutzens ⇨	Vereinheitlichen der Umschreibungen zu Nutzenkategorien ⇨	Zuordnen der Nutzenkategorien zu einem Themenfeld
• Wissen, wie man laufen muss • Weg zum Ziel auf der Karte finden	• Bestimmung der Zielroute zum Parkplatz auf der Karte	• Unterstützung der zielgerichteten Fortbewegung im Park am Berger-denkmal
• Wissen, wo man genau steht	• Bestimmung des eigenen Standortes im Park	
• Wissen, was wo ist und wie es dort drumherum aussieht • Wissen, da ist Spielplatz, dort ist große Wiese	• Orientierung im Park	
• Wissen in welche Richtung man läuft • Gehrichtung zum Parkplatz konnte bestimmt werden • Gehen in Richtung Parkplatz	• Navigation im Park	
• Wissen wie Wege verlaufen und zueinander liegen (IP 2) • Überblick über Aussehen des Geländes (IP 3) • Erweiterung der Landkarte im Kopf (IP 3) • Verstehen des Raumes (IP 4) • Umgebung in der Vollständigkeit erfassen (IP4)	• Kognitive Rekonstruktion des Parks	• Bildung eines Raumverständ-nisses des Parks

Von Interviewten verwendete Umschreibungen des subjektiv empfundenen Nutzens ⇨	Vereinheitlichen der Umschreibungen zu Nutzenkategorien ⇨	Zuordnen der Nutzenkategorien zu einem Themenfeld
• Ein Weg wurde wieder bewusst, der vorher nicht mehr erinnert wurde (IP 2) • Wusste nicht, dass Parkplatz so viele Zugänge hat (IP 2) • Wegeführung als Rundweg war vorher nicht bewusst (IP 3) • Bestehendes Wissen in Relation zum Ort gesetzt (IP 4) • Größe und Proportionen der Wiesenflächen konnten erfasst werden (IP 4)	• Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park	• Bildung eines Raumverständ-nisses des Parks
• Hat sich vorgenommen, nochmal den Park am Bergerdenkmal mit der Karte ohne Hilfe vom Partner abzugehen (beschreibt sich selbst als unsicher beim Gehen und lässt sich oft von Begleitpersonen führen) (IP 2)	• Absichtsbildung, sich selbstständig im Park zu bewegen	• Stärkung der Selbstwirksamkeits- und Ergebnis-erwartung sich selbstständig im Park bewegen zu können
• Schönes taktiles Erinnerungsstück an Aktion am Bergerdenkmal (IP 4)	• Taktiles Erinnerungsstück an Veranstaltung am Bergerdenkmal	• Barrierefreies Medium der Erinnerung

Anhang 4.4 Nutzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Tabelle 15: Ermittelter Nutzen der 3D-gedruckten Karte des Parks für die jeweiligen Personen mit ihren spezifischen Merkmalen in Bezug auf den Anwendungszweck

Nutzenkategorie	Spät erblindete hochaltrige Person	Spät erblindete Person im mittleren Alter	Geburtsblinde Person im mittleren Alter	Hochgradig sehbehinderte Person im mittleren Alter
	Sehr geringe Ortskenntnisse	Gute Ortskenntnisse	Gute Ortskenntnisse	Sehr gute Ortskenntnisse
(1) Bestimmung der Zielroute zum Parkplatz auf der Karte	Ja	Ja	Ja	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
(2) Bestimmung des eigenen Standortes im Park	Frage nicht beantwortet	Ja, an Abbiegungen	Ja, erfordert hohe Konzentration und Aufmerksamkeit	Ja
(3) Orientierung im Park	Ja, grobe Orientierung	Ja, schwierig am Denkmal	Ja	Ja
(4) Navigation im Park	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Bestimmung der Gehrichtung zum Parkplatz	Ja, erfordert Mitdenken und Konzentration	Nicht erforderlich, aufgrund sehr guter Ortskenntnisse
(5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte im Park	Nein	Ja, die Anzahl der Wege betreffend	Ja, die Wegeführung als Rundweg betreffend sowie Erweiterung der Landkarte im Kopf	Ja, die Größe und Proportionen der Wiesenflächen betreffend
(6) Kognitive Rekonstruktion des Parks	Frage nicht beantwortet	Ja, Erkenntnis über die Wegeverläufe	Ja, Erhalt eines Überblicks über das Gelände	Ja, vollständige Erfassung des Geländes

Tabelle 16: Bestimmung Nutzenarten der 3D-gedruckten taktilen Karte

Kategorie	Nutzenart
(1) Bestimmung der Zielroute zum Parkplatz auf der Karte (2) Bestimmung des eigenen Standortes im Park (3) Orientierung im Park (4) Navigation im Park zum vorgegebenen Zielpunkt (5) Steigerung des Wissens über räumliche Sachverhalte (6) Kognitive Rekonstruktion des Parks	Funktionaler Grundnutzen der Karte
(7) Absichtsbildung, sich selbstständig im Park zu bewegen (8) Taktiles Erinnerungsstück an Veranstaltung am Bergerdenkmal	Zusatznutzen der Karte

Anhang 4.5 Limitierende Faktoren und Grenzen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks

Tabelle 17: Themenprotokoll zu Grenzen und Limitationen der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks

Thema	Interview-partner	Aussagen
Limitationen und Grenzen der mobilen 3D-ge-druckten taktilen Karte	1	• Frage wurde nicht beantwortet
	2	• Einschränkungen aufgrund der Größe, Karte kann nicht alle Details genau erfassen • Wäre Karte größer, kann sie nicht gut transportiert werden • Karte müsste besser tragbar sein, dass man sie nicht in der Hand halten müsste
	3	• Gegebenheiten des Geländes z.B. Löcher und Beschaffenheit der Wege z.B. Schotter, Matsch, Waldweg werden nicht angezeigt • Fehlende Anzeige von Hindernissen • Nutzen der Karte ist abhängig von Größe und Maßstab der Karte • Je größer die Karte ist, umso genauer, aber auch unhandlicher • Je kleiner die Karte ist, umso besser kann man sie mitnehmen, hat aber auch weniger Nutzen • Fest installierte Karten geben Orientierung über ein größeres Gebiet • Zum Fühlen der Karte muss man stehen bleiben, weil man beide Hände braucht
	4	• Keine Hinweise auf Ad-hoc-Ereignisse wie Baustellen oder Menschenansammlungen • Feinheiten der Wege sind nicht auf Karte dargestellt • In der Navigation im Nachteil gegenüber GPS • 3D-gedruckte Karte zu klein für Abbildung eines großen Gebietes

Tabelle 18: Kodierung der nutzenlimitierenden Faktoren der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte und Zuordnung zu Kategorien

Von Interviewten verwendete Umschreibungen der Limitationen und Grenzen von 3D-gedruckten taktilen Karten ⇨	Vereinheitlichen der Umschreibungen der Limitationen und Grenzen ⇨	Kategorien der Limitationen und Grenzen
• Um zu navigieren, muss man mitdenken und sich konzentrieren (IP 3) • In der Navigation im Nachteil gegenüber GPS (IP 4)	Navigation erfordert Mitdenken und Konzentration	(1) Ungenaue und herausfordernde Navigation
• Fehlende Anzeige von Hindernissen z.B. Pfosten und Wegesperre für Radfahrende (IP 3)	Fehlende Hindernisanzeige	(2) Fehlende Detailgenauigkeit der Karteninhalte
• Gegebenheiten des Geländes z.B. Löcher, Beschaffenheit der Wege z.B. Schotter, Matsch, Waldweg werden nicht angezeigt (IP3) • Feinheiten der Wege sind auf Karte nicht dargestellt (IP 4)	Keine Darstellung der Gelände- und Wegbeschaffenheiten	
• Keine Hinweise auf Ad-hoc-Ereignisse wie Baustellen oder Menschenansammlungen (IP 4)	Keine Darstellung kurzfristiger Änderungen im Gebiet	(3) Keine Darstellung in Echtzeit
• Zum Fühlen der Karte muss man stehen bleiben, weil man beide Hände braucht (IP 3)	Ertasten unterbricht Fortbewegung	(4) Unpraktisch im Handling
• Karte müsste besser tragbar sein, dass man sie nicht in der Hand halten müsste (IP 2)	Unpraktischer Transport der Karte unterwegs in der Hand	

Von Interviewten verwendete Umschreibungen der Limitationen und Grenzen von 3D-gedruckten taktilen Karten ⇨	Vereinheitlichen der Umschreibungen der Limitationen und Grenzen ⇨	Kategorien der Limitationen und Grenzen
• Ertasten war schwierig (IP 1) • Einschränkungen aufgrund der Größe, Karte kann nicht alle Details genau erfassen (IP 2) • Wäre Karte größer, kann sie nicht gut transportiert werden (IP 2) • Fest installierte Karten geben Orientierung über ein größeres Gebiet (IP 3) • Je größer die Karte ist, umso genauer, aber auch unhandlicher (IP 3) • Je kleiner die Karte ist, umso besser kann man sie einstecken und mitnehmen, hat aber auch weniger Nutzen (IP 3) • 3D-gedruckte Karte zu klein für Abbildung eines großen Gebietes (IP 4)	Detailgenaue Darstellungen eines größeren Gebietes erfordert Vergrößerung der Karte zu Lasten der Tragbarkeit	(5) Größe und Maßstab der 3D-gedruckten Karte korrelieren mit Nutzen sowie Handling

Anhang 4.6 Wünsche nach Veränderung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal

Tabelle 19: Themenprotokolle im Kontext der Personalisierbarkeit der 3D-gedruckten Karte

Thema	IP	Aussagen
Wünsche nach Veränderung der mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte des Parks am Bergerdenkmal und dadurch erwartete Nutzenänderung	1	• Ja • Ertasten war schwierig • Wege müssten mehr herausgehoben werden • Alles müsste größer sein
	2	• Ja • Karte müsste etwas größer sein, um Zugänge zum Parkplatz besser fühlen zu können • Bereich um das Denkmal sollte größer dargestellt sein und detaillierte Orientierungspunkte wie Bänke aufweisen für genauere Standortbestimmung und Ausrichtung im Raum, damit man in die richtige Richtung läuft • Stufen und Treppen sollten auf Plänen gekennzeichnet sein, wegen der Angst, eine Treppe hinunterzustürzen
	3	• Ja • Bessere Unterscheidbarkeit der Wege für erleichtertes Ertasten und Verstehen • Karte sollte größeres Gebiet am Hohenstein darstellen • Treppen am Bergerdenkmal kenntlich machen, vielleicht extra Detailkarte vom Bergerdenkmal erstellen (bessere Vorstellbarkeit) • Darstellung von Mülleimern, Bänken, die mit dem Langstock ertastet werden können als Warnung vor Hindernissen • Beschriftung der Karte mit Blindenschrift
	4	• Nicht wichtig

Tabelle 20: Kodierung der Personalisierungswünsche und Zuordnung zu Nutzenkategorie

Aussagen der Interviewpartner	Kodierung der Personalisierungs-wünsche	Nutzenkategorie
• Stufen und Treppen sollten auf Plänen gekennzeichnet sein wegen der Angst, eine Treppe hinunterzustürzen (IP 2) • Treppen am Bergerdenkmal kenntlich machen (IP 3) • Darstellung von Mülleimern, Bänken, die mit dem Langstock ertastet werden können als Warnung vor Hindernissen (IP 3)	Abbildung der Treppen am Bergerdenkmal und Hindernissen im Park	Warnung von Hindernissen und Anzeige der Treppen am Bergerdenkmal
• Alles müsste größer sein (IP1) • Wege müssten mehr herausgehoben werden (IP1) • Karte müsste etwas größer sein, um Zugänge zum Parkplatz besser fühlen zu können (IP2) • Bereich um das Denkmal sollte größer dargestellt sein und detaillierte Orientierungspunkte wie Bänke aufweisen für genauere Standortbestimmung und Ausrichtung im Raum, damit man in die richtige Richtung läuft (IP2) • Separate Detailkarte vom Bergerdenkmal erstellen (IP 3) • Bessere Unterscheidbarkeit der Wege (IP 3) • Karte sollte größeres Gebiet am Hohenstein darstellen (IP3)	Größeres Format der Karte für detailliertere Darstellung von Karteninhalten bzw. zur Abbildung eines größeren Gebietes	Erleichterung der Lesbarkeit der Karte und Erhöhung des Informationsgehalts

Anhang 4.7 Themenprotokoll der Nebenergebnisse der Interviews hinsichtlich des Nutzens von 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen

Tabelle 21: Themenprotokoll zu vorstellbaren Nutzenaspekten von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen (Inhalt, Eigenschaften, Einsatzszenario)

Thema	IP	Aussage
Persönliche Einschätzung, wofür mobile 3D-gedruckten taktile Karten im Allgemeinen von Nutzen sein könnten	1	• Karte als Hilfsmittel, wenn man irgendwo hinwill • Beschäftigung mit der Karte zu Hause, bevor man unterwegs ist, zum Üben und Finden von Anhaltspunkten • Am Ort zur Orientierung • Nach dem Ortsbesuch zum Ertasten, wo man überall war
	2	• Karte zu haben ist schön für Gegenden, die man nicht kennt, um Überblick zu bekommen • Möglichkeit der Vorbereitung vor Besuch eines unbekannten Ortes z.B. Urlaubsort Überblick über eine Umgebung erhalten, nicht mehr nur den anderen hinterherlaufen • Karte zu haben ist schön für Gegenden, die man nicht kennt, um Überblick zu bekommen • Wissen, was auf einen zukommt • Wissen, wie Ziel und Start zueinander liegen, um nicht nur den andern hinterher zu laufen • Neugier befriedigen und verstehen, wie z.B. an unbekannten Urlaubsorten Straßen zueinander liegen und bauliche Gegebenheiten zusammenhängen, da Beschreibungen oft nicht ausreichend sind, so dass einfach hinterhergelaufen wird • Um mit anderen über einen Ort mitreden zu können • Um sagen zu können, dass man auch einen anderen Weg laufen oder fahren kann • Karte kann an Ort mitgenommen werden • Man kann unterwegs nochmal nachfühlen • Nach dem Ortsbesuch, um alles nochmal nachzuvollziehen

Thema	IP	Aussage
Persönliche Eischätzung, wofür mobile 3D-gedruckte taktile Karten im Allgemeinen von Nutzen sein könnten	3	• Ort kann sich zu Hause eingeprägt werden • Überblick und Vorstellung über persönlich wichtige Gegend bekommen, die man nicht gut kennt • Karte kann an unbekannte Orte mitgenommen werden • Nach dem Ortbesuch, um zu vergleichen • Straßenführungen verstehen, Kurven werden beim Laufen schlecht wahrgenommen ermöglicht Erschließen von neuen Wegen, als Alternative zu Beschreibungen und Navigations-Apps • Bild vom Ort wird im Kopf durch Laufen aufgebaut, durch Karte wird Ort anders bewusst und Bild im Kopf vervollständigt • Anhand der Karte kann anderen Menschen der Ort in erklärt werden • Verstehen eines bisher bekannten Ortes nach Umbaumaßnahmen, wenn sich Wegeführungen ändern
	4	• Abgleich von Erinnerung an Ort mit der Karte, kann in Gedächtnis anders verankert werden • Orientierung im Raum • Verständnis von unbekannten, nicht begreifbaren Räumen z.B. Blick über das Ruhrtal • Navigation vorstellbar an weniger bekannten Orten • Unbekannte Räume können in Vorbereitung vor dem Betreten erschlossen werden • Übersicht über unbekannte Räume • Hilfreich den Ort fühlen zu können, ergänzend zum Abschreiten eines Ortes • Verstehen, in welche Richtung man geht z.B. Gehen in Richtung Ausgang und dadurch sichereres Bewegen in fremden Räumen • Nachspüren der Karte zu Hause möglich, zur Verankerung im Gedächtnis

Thema	IP	Aussage
Persönliche Eischätzung, wofür mobile 3D-gedruckte taktile Karten im Allgemeinen von Nutzen sein könnten	4	• 3D-Karte kann bedarfsgerecht ausgedruckt werden • 3D-Karte wäre hilfreich bei Gesprächen mit Sehenden über einen Ort oder komplexe Sachverhalte Bsp. Freibad • →Für gleichberechtigte Diskussion mit Sehenden, die normale Karte nutzen, innerhalb von Raumgestaltungsprozessen, da Deskriptionen meist nicht ausreichend sind, um sich das bauliche Planungsvorhaben vorstellen zu können

Anhang 4.8 Genannte Schlagworte und Begrifflichkeiten im Kontext des Nutzens einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte zur Bildung einer Wortwolke

Interviewpartner 1:

- Hilfsmittel
- Üben und Finden von Anhaltspunkten
- Orientierung

Interviewpartner 2:

- Überblick
- Möglichkeit
- Vorbereitung Überblick über eine Umgebung
- selbstbestimmt gehen
- Überblick bekommen
- Neugier befriedigen
- verstehen
- Zusammenhänge von Straßen
- mitreden können
- sagen
- mitnehmen
- unterwegs nachfühlen
- nachvollziehen

Interviewpartner 3

- Ort einprägen
- Überblick
- Vorstellung
- mitnehmen
- vergleichen
- Straßenführungen verstehen
- neue Wege erschließen
- Alternative
- Bild im Kopf vervollständigen
- Ort erklären
- verstehen

Interviewpartner 4:

- Abgleich
- im Gedächtnis verankern
- Orientierung
- Raumverständnis
- Navigation
- Vorbereitung
- Räume erschließen
- Übersicht
- hilfreich
- Ergänzung
- verstehen
- sicheres Bewegen
- nachspüren
- Verankerung im Gedächtnis
- bedarfsgerecht
- hilfreich bei Gesprächen über komplexe Sachverhalte
- gleichberechtigte Diskussion bei Raumgestaltungsprozessen
- bauliche Planungsvorhaben vorstellen

Anhang 4.9 Kategorisierung des Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen

Tabelle 22: Kodierung des empfundenen Nutzens von mobilen 3D-gedruckten taktilen Karten im Allgemeinen und Zuordnung zu Nutzenkategorien

Aussagen der Interviewpartner ⇨	Kodierung des empfundenen Nutzens ⇨	Nutzen-kategorie
• Vor dem Ortsbesuch zum Üben und Finden von Anhaltspunkten (IP 1) • Möglichkeit der Vorbereitung vor Besuch eines unbekannten Ortes z.B. Urlaubsort (IP 2) • Ort kann sich zu Hause eingeprägt werden (IP 3)	• Erwerb von Wissen über räumliche Sachverhalte eines Ortes vor dem Ortsbesuch	Vorbereitung auf Orts-besuch
• Überblick über eine Umgebung erhalten, nicht mehr nur den anderen hinterherlaufen (IP 2) • Karte zu haben ist schön für Gegenden, die man nicht kennt, um Überblick zu bekommen (IP 2) • Neugier befriedigen und verstehen, wie z.B. an unbekannten Urlaubsorten Straßen zueinander liegen und bauliche Gegebenheiten zusammenhängen, da Beschreibungen oft nicht ausreichend sind, so dass einfach hinterhergelaufen wird (IP 2)	• Überblick • Neugier befriedigen	Überblick über den Ort
• Karte vor Ortsbesuch nützlich, um zu wissen was auf einen zukommt (IP 2) • Verstehen eines bisher bekannten Ortes nach Umbaumaßnahmen, wenn sich Wegeführungen ändern (IP 3) • Karte nützlich vor dem Ortsbesuch, um den Ort zu begreifen (IP 4)	• Vorstellen des Ortes vor dem Ortsbesuch • Begreifen • Verstehen	Verstehen des Ortes
• Erschließen von neuen Wegen, als Alternative zu Beschreibungen und Navigations-Apps (IP 3) • Unbekannte Räume können vor dem Betreten erschlossen werden (IP 4)	• Erschließen	Erschließen des Ortes

Aussagen der Interviewpartner	Kodierung des empfundenen Nutzens	Nutzen-kategorie
• Karte kann an unbekannte Orte mitgenommen werden (IP 2) • Man kann unterwegs nochmal nachfühlen (IP 2) • Straßenführungen verstehen, Kurven werden beim Laufen schlecht wahrgenommen (IP 3) • Bild vom Ort wird im Kopf durch Laufen aufgebaut, durch Karte wird Ort anders bewusst und Bild im Kopf vervollständigt (IP 3) • Hilfreich den Ort fühlen zu können, ergänzend zum Abschreiten eines Ortes (IP 4) • Verstehen, in welche Richtung man geht z.B. Gehen in Richtung Ausgang und dadurch sichereres Bewegen in fremden Räumen (IP 4) • Am Ort zur Orientierung (IP 4)	• Orientierung am Ort • Kognitive Karte vom Ort vervollständigen • Erkennen der Bewegungsrich-tung • Hilfreich	Orientierung am Ort und kognitive Kartierung
• Um über einen Ort mitreden zu können (IP 2) • Um sagen zu können, dass man auch einen anderen Weg laufen oder fahren kann (IP 2) • Anhand der Karte kann anderen Menschen der Ort erklärt werden (IP 3) • Einsatz der 3D-Karte für Beratungsarbeit mit blinden und sehbehinderten Menschen • Hilfreich bei Gesprächen mit Sehenden über einen Ort oder komplexe Sachverhalte Bsp. Freibad (IP 4) • Für gleichberechtigte Diskussion mit Sehenden, die normale Karte nutzen, Deskriptionen sind meist nicht ausreichend (IP 4) • Innerhalb von Raumgestaltungsprozessen, um sich das bauliche Planungsvorhaben vorstellen zu können für gleichberechtigte Diskussion mit Sehenden (IP 4)	• Mitreden • Diskussion • Erklärungen • Gespräche • Hilfreich	Kommuni-kation

Anhang 4.10 Themenprotokoll zum Nutzen einer mobilen 3D-gedruckten Karte im Allgemeinen

Tabelle 23: Themenprotokoll zu Zeitpunkten des Nutzens, Nutzen der Mobilität einer mobilen 3D-gedruckten taktilen Karte, Zusatznutzen und Zuordnung zu Kartenmerkmalen

Thema	Interview-partner	Aussage	Zuordnung zu Kartenmerkmal
Zeitpunkte, wann mobile 3D-gedruckte taktile Karte von Nutzen ist	1	• Vor, während und nach dem Ortsbesuch	Mobile 3D-gedruckte taktile Karte ist zeitlich flexibel einsetzbar
	2	• Vor, während und nach dem Ortsbesuch	
	3	• Vor, während und nach dem Ortsbesuch • Am nützlichsten vor dem Ortbesuch	
	4	• Vor und nach dem Ortsbesuch	
Nutzen der Mobilität der 3D-gedruckten taktilen Karte	1	• Beschäftigung mit der Karte zu Hause, bevor man unterwegs ist • Vor Ort zur Orientierung • Nach dem Ortsbesuch zum Ertasten, wo man war	Mobile 3D-gedruckte taktile Karte ist ortsunabhängig einsetzbar
	2	• Karte zu haben ist schön für Gegenden, die man nicht kennt, um Überblick zu bekommen • Karte kann an Ort mitgenommen werden • Möglichkeit der Vorbereitung vor Besuch eines unbekannten Ortes z.B. Urlaubsort • Nach dem Ortsbesuch, um alles nochmal nachzuvollziehen	
	3	• Ort kann sich zu Hause eingeprägt werden • Karte kann an unbekannte Orte mitgenommen werden • Darstellung der Steigungen helfen am Ort bei Orientierung • Am Ort wird es wahrscheinlich unwichtiger, je besser man sich auskennt • Nach dem Ortbesuch, um zu vergleichen	

Nutzen der Mobilität der 3D-gedruckten taktilen Karte	4	• Ort vor dem Besuch zum Begreifen • Nachspüren der Karte zu Hause möglich • Ort kann zu Hause nachgefühlt werden, zur Verankerung im Gedächtnis • Bei Gesprächen über den Ort	Mobile 3D-gedruckte taktile Karte ist ortsunabhängig einsetzbar
Zusatznutzen	4	• 3D-Karte kann bedarfsgerecht ausgedruckt werden • 3D-gedruckte Karte ist eigene Karte und wird nicht von anderen angefasst	Kartenproduktion nach eigenem Bedarf und für den eigenen Besitz