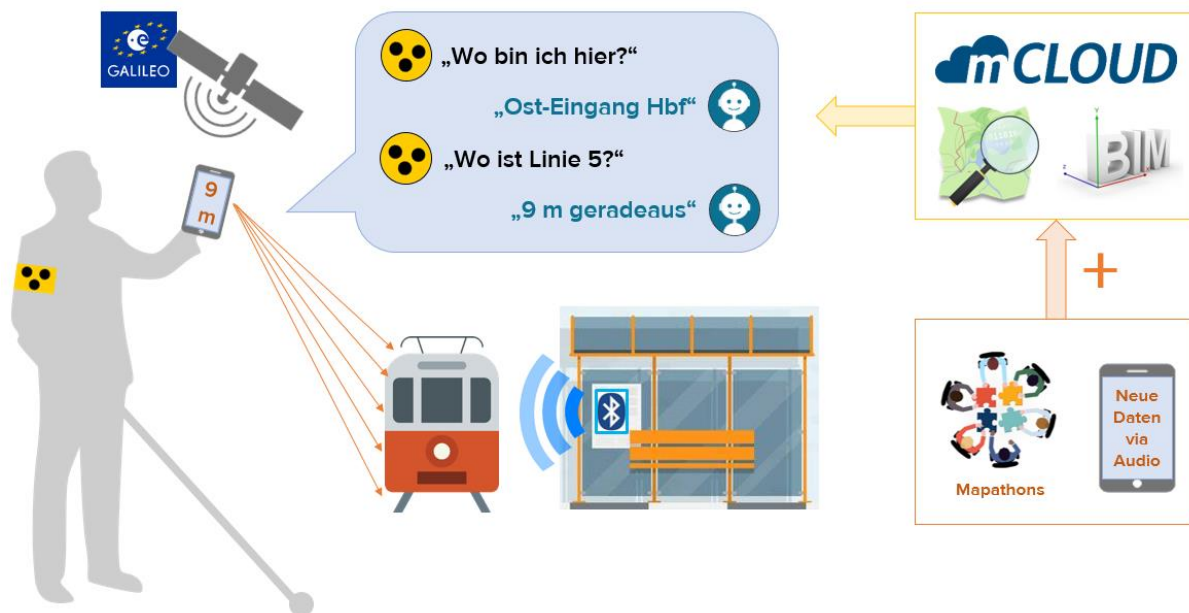


# OpenData2Guide ScaleUp

## Schlussbericht zum Verbundprojekt

**OpenData2Guide ScaleUp:** Skalierbare Plattform für Wayfinding-Hinweise für Blinde mittels Audio-Chatbot, smarterer Lokalisierung und offenen Daten für einen barrierefreien, inklusiven Personen-Nahverkehr



01.01.2021 - 31.07.2024

contagt GmbH, Langstraße 83, 68169 Mannheim (19F2135A)

Informationstechnik Meng GmbH, Am Bahnhof 8, 55765 Birkenfeld (19F2135B)

# Inhalt

1. Kurze Darstellung .....	2
1.1 Aufgabenstellung .....	2
1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	3
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
1.4 Wissenschaftlicher und Technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	7
1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	8
2. Eingehende Darstellung .....	9
2.1 Erzielte Ergebnisse .....	9
2.1.1 AP1.1, Anforderungsanalyse aus Anwender- und Kundensicht .....	9
2.1.2 AP1.2, Evaluation von Vorarbeiten .....	9
2.1.3 AP1.3, Szenario-Entwicklung .....	9
2.1.4 AP1.4, Systemarchitektur.....	9
2.1.5 AP2.1, Barrierefreies User Interface .....	10
2.1.6 AP2.2, Audio-Chatbot mit AI-Komponente .....	10
2.1.7 AP2.3, System zur Datenverwaltung.....	11
2.1.8 AP2.4, Audiobasierter Feedback-Kanal .....	11
2.1.9 AP3.1, Beacon Retrofit-Modul.....	12
2.1.10 AP3.2, Smartphone-Tiefensensorik.....	13
2.1.11 AP3.3, Fusion von Galileo, Bluetooth und Tiefensensorik.....	13
2.1.12 AP4.1, Integration vorhandener Datensätze .....	13
2.1.13 AP4.2, Inklusive, kollaborative Datenerfassung .....	14
2.1.14 AP4.3, Integration Feedback-Kanal-Daten.....	14
2.1.15 AP5.1, Vorbereitung Testumgebung .....	14
2.1.16 AP5.2, Systemtests für Skalierung .....	15
2.1.17 AP5.3, Halbzeit-Demo (Funktions-Test).....	15
2.1.18 AP5.4, Abschluss-Demo und Evaluation .....	15
2.1.19 AP5.5, Öffentlichkeitsarbeit.....	16
2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	16
2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	16
2.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses .....	17
2.5 Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte anderer .....	18
2.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichung des Ergebnisses .....	18
Literaturverzeichnis .....	20

# 1. Kurze Darstellung

## 1.1 Aufgabenstellung

Im Alltag fehlen Blinden/Sehbehinderten in Reise-Situationen oft Basis-Informationen, was ihnen eine selbständige Orientierung erschwert. Die Neureglung in § 8 Abs. 3 Personenbeförderungsgesetzes (2014) legt fest, dass der ÖPNV bis 2022 "vollständig barrierefrei" ausgestattet sein muss. Für eine entsprechende Skalierbarkeit müssen in Frage kommende Lösungen kosteneffizient und zeitnah bundesweit realisierbar sein.

Im Projekt "OpenData2Guide" wurde die technische und wirtschaftliche Machbarkeit von standortbasierten Audio-Wayfinding-Hinweisen erfolgreich demonstriert. Eine blinde Testperson äußerte sich wie folgt:

*In erster Linie ist es hilfreich zu wissen, welche Linie vor mir steht. Die Straßenbahn-Fahrer machen meist keine Außenansage. Ich muss andere Leute fragen, dann gibt es Sprachbarrieren oder die Leute verstehen nicht, was ich will. Es ist immer ein Rätselraten, ob mir überhaupt jemand hilft. Durch die Fragerei hält man alles auf. Das ist hinderlich, es ist nervig und es graut mir teilweise echt davor, die Bahn zu nehmen.*

*Mit der App stelle ich mich dagegen einfach an die Haltestelle und lasse mir die eingefahrene Linie auf meinem Smartphone ansagen. Ich kann gemütlich stehen bleiben, mit meinem Hund bequem einsteigen. Fertig. Wenn das Projekt ausgebaut wird, wäre das eine große Hilfe in meinem Alltag und würde mich viel unabhängiger machen.*

Hinsichtlich des Ziels eines weitflächigen Roll-Outs wurde festgestellt, dass die weitere Erforschung und Ergänzung von drei zentralen Komponenten für die Skalierbarkeit unabdingbar sind. Diese wurden in dem vorliegenden Folgeprojekt erforscht:



1. **Kosteneffiziente Ortungs-Infrastruktur:** Einfach installierbare Bluetooth-Beacons; kombinierte Nutzung der Smartphone-Tiefensensorik und der neuen europäischen Galileo-Satellitenortung
2. **Smarte Datenerhebung:** Integration von offenen Daten anderer Projekte (OSM, mCLOUD, BIM); Öffentlichkeitsarbeit und "Mapathon"-Veranstaltungen zur kollaborativen Datenerfassung
3. **Barrierefreie Nutzerschnittstelle:** AI-basierter Audio-Chatbot, der Wege/Verbindungen interaktiv erklären kann; und ein Feedback-Kanal für Nutzer, um Daten zu ergänzen ("Hilfe zur Selbsthilfe")

Die übergeordneten Ziele des Projekts stellten die Verbesserung der Selbstbestimmung, Barrierefreiheit und gesellschaftliche Teilhabe von Menschen mit Behinderung dar. Davon ausgehend leitete sich die Aufgabenstellung ab, einen Demonstrator zu entwickeln, der folgende Kernelemente beinhaltet:

**Open Data:** Vorhandene relevante Daten aus den Bereichen Barrierefreiheit, BIM und OSM sollten kombiniert werden. Open Data sollte aufbereitet werden, sodass sie akustisch für Betroffene bereitgestellt werden können und durch sie selbst angereichert werden können. Es sollte eine neuartige Karten-Plattform für Open Data Audio-Hinweise zur Wegeleitung entstehen. Bei der kollaborativen Datenerhebung sollte der Fokus auf Partizipation und Inklusion liegen. Die Datenerfassung sollte gemeinsam mit Betroffenen erfolgen im Rahmen von "Mapathon"-Veranstaltungen, bei denen neue und erfahrene "Mapper" gemeinsam Daten zu OSM hinzufügen. Über einen Feedback-Kanal sollten Sehbehinderte neue Daten anlegen können.

**Datenschutzkonformer Sprachassistent mit AI:** Durch eine möglichst natürliche Interaktion sollten komplexe Problemstellungen abgebildet werden, zum Beispiel Wegeleitung und Preisinformationen. Der Audio-Assistent sollte auf einem Open Source Framework aufbauen, in Deutschland gehostet sein und der DSGVO entsprechen. Die Dialog-Engine sollte einen AI-Ansatz umfassen, durch den die Gesprächsverläufe mittels Machine Learning durch Beispieldialoge trainiert werden, was im ÖPNV neue Möglichkeiten beim Kundenservice erschließt und auf weitere Anwendungsfälle übertragbar sein sollte.

**Tiefensensorik für genauere Ortung:** Neue mobile Endgeräte weisen eine Tiefensensorik auf. Bisher ist diese Funktion primär für AR-Anwendungen und Kamera-Effekte vorgesehen, im Vorgängerprojekt konnten wir jedoch demonstrieren, dass die Sensorik auch zur Detektion von Hindernissen oder Wänden verwendet werden kann. Diese optischen Sensordaten sollten als zusätzliche Datenquelle in die Ortungsalgorithmen der App integriert werden und so die Ortungsgenauigkeit in Gebäuden verbessert werden.

**Kombinierte analog-digitale Beschilderung:** Eine umweltschonende und kosteneffiziente Erweiterung (reduzierter Installations- und Wartungsaufwand) resultiert aus der digitalen Erweiterung der bestehenden Beschilderung. Mit neuartigen Retrofit-Modulen sollten Bluetooth-Beacons als Positionsquellen hinter Schildern ergänzt werden, sodass keine Decken- bzw. Strominstallation mehr vorgenommen werden müssen.

## 1.2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Hinsichtlich der ambitionierten Ziele wurden die Verbundpartner dieser Kooperation mit Sorgfalt ausgewählt. Am Projekt waren Partner aus dem Software- und aus dem Hardware-Bereich beteiligt. Die Kompetenzen der Partner ergänzten sich optimal:

contagt brachte Erfahrung im Bereich Smartphone-Indoor-Navigation und bei der Gestaltung von audiobasierten Mensch-Maschine-Schnittstellen für Blinde ein. Als Koordinator nahm contagt die nach außen gerichtete Rolle des Projektes ein. contagt forschte an der Ortungstechnologie, dem Audio-Chatbot mit AI-Komponente, und der App-Plattform mit System zur Datenverwaltung. Zum anderen führte contagt eine Anforderungsanalyse und Erprobung sowie die wissenschaftliche Begleitung inklusiver Open-Data-Erstellungsstrategien durch.

Die Informationstechnik meng GmbH ist eine der führenden Spezialisten für analoge Leitsysteme und entwickelte einen Prototyp für ein Retrofit-Modul zu Integration von Beacons in vorhandene Beschilderung. Im Zuge der Anforderungsanalyse, der Ausarbeitung der Systemarchitektur sowie der Installation des Prototyps und der User-Tests arbeiteten die Partner eng zusammen.

Die assoziierte Praxispartnerin RNV stellte ihre Fahrzeuge und Haltestellen als Living-Lab zur Verfügung. Die assoziierten Testpartner Badischer Blinden- und Sehbehindertenverein (BBSV) sowie Stadt Mannheim begleiteten das Projekt in Form von Tests mit Betroffenen.

Das Projekt ist eine Weiterentwicklung des erfolgreich durchgeführten Projekts "OpenData2Guide" der Förderlinie 1. Für die einleitend erwähnte, angestrebte skalierbare Lösung des Folgeprojekts waren folgende in der Praxis vorhandene Fallstricke zu lösen: Die primäre Nutzungsgruppe, Menschen mit Blindheit, hat besondere Anforderungen und sind von Anfang an in die Entwicklung mit einzubeziehen. Bisher waren wurden Maßnahmen nach dem Prinzip "Hilfe zur Selbsthilfe" unterstützt, noch vorhandene offene Daten barrierefrei angeboten. Zudem wurde bisher für die In-/Outdoor-Ortung, die für standortbasierte Audio-Hinweise notwendig ist, eine aufwändige Infrastruktur verwendet. Hauptanliegen des Projekts waren schließlich die Integration und Neuerstellung von offenen Daten mit Wegeleit-Hinweisen für Sehbehinderte im ÖPNV:

Hinsichtlich der Erzeugung neuer offener Daten (in-/outdoor-georeferenzierte Text- und Audiodaten) bestand mit dem offenen Projekt WheelMap.org ein teilweises Vorbild: Wie das Projekt WheelMap.org für Gehbehinderte sollte auf dem OSM-Kartenformat aufgesetzt werden, jedoch arbeitete die zu entwickelnde Plattform sowohl mit Indoor-Karten als auch mit mobilen Entitäten wie Bussen und Bahnen. Die Outdoor-Karten, wie sie bei WheelMap verwendet werden, dienen lediglich als Umgebungskarten zur groben Orientierung. Ferner verfolgt WheelMap eine andere Zielsetzung: Die Karte dient in der zu entwickelnden Web-Plattform lediglich als Administrationsoberfläche, nicht als Basis für das Ausspielen der Inhalte bzw. Hinweise. Da die WheelMap auf die Nutzergruppe Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen abzielt, werden Ziele auf der Karte kategorisiert in ihrer Ausprägung, wie rollstuhlgerecht sie sind. Bei dem vorliegenden Demonstrator des Projekts unterscheiden sich die Nutzerbedingungen jedoch sehr stark, da Menschen mit Blindheit und Sehbeeinträchtigungen insbesondere von einer audio-basierten Präsentation der Hinweise profitieren. Diese sollten dem Nutzer auf der mobilen App über den Audio-Chatbot präsentiert werden. Alternativ sollten Nutzer unterwegs mit dem Smartphone Hinweise erzeugen und über die Ortung des Geräts automatisch georeferenzieren.

Hinsichtlich der Nutzung vorhandener Daten auf der Plattform sollten mehrere Datenquellen aggregiert werden: Indoor-Grundrissdaten (z.B. von Bahnhöfen) sollten – wie im Vorgängerprojekt demonstriert – von vorhandenen CAD-Daten aus BIM-Projekten und von OSM-Projekten (u.a. OpenStationMap) in einem Indoor-OSM-Dialekt übernommen werden. Weitere relevante Hinweisdaten wie z.B. ÖPNV-Verbindungsdaten (z.B. von der RNV) sollten aus Projekten von der mCLOUD über eine REST-API an die Plattform angebunden werden. Vor der Anbindung an die Plattform sollte eine Prüfung vorgenommen werden, ob bzw. inwiefern die Datensätze geeignet sind und einen echten Mehrwert für die spezifische Nutzergruppe bieten. Die Daten mussten so aufbereitet werden, dass sie möglichst barrierefrei und in leicht verständlicher Weise an den Nutzer ausgespielt werden können.

### 1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Jeder Partner ist Experte seines Schwerpunkt-Bereichs und brachte Wissen und Kenntnisse mit, von denen das Projekt profitierte. Durch den gemeinsamen Austausch und den frühen Einbezug von Nutzergruppen wurde sichergestellt, dass alle erforderlichen Perspektiven mit einfließen. Bezüglich Ortungs-Infrastruktur arbeiteten meng und contactt eng zusammen. Für die Weiterentwicklung der Nutzerschnittstelle primär durch contactt waren die Erkenntnisse aus der Anforderungsanalyse notwendig. RNV sowie contactt ermöglichten in Zusammenarbeit mit meng die iterative Erprobung der Lösung. Die Zusammenarbeit erfolgt auf Basis der agilen Entwicklungsmethodik SCRUM.

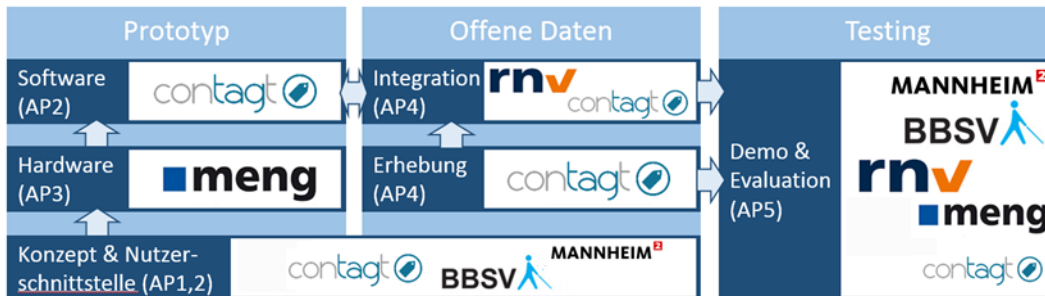


Abbildung 1: Übersicht über Konsortium und assoziierte Partner mit Arbeitspaketen

Beim Kick-Off-Treffen zu Beginn wurden für die einzelnen Arbeitspakete Teilprojektleiter festgelegt, die die einzelnen Ergebnisse der Arbeitsbereiche überwacht haben. In den nachfolgenden Projekttreffen und Telefonkonferenzen wurden jeweils der aktuelle Projektstand, einzelne Projektschritte und Aktivitäten der Arbeitspakete besprochen und diskutiert. Neben regelmäßigen Konsortial-Treffen, fanden eine Vielzahl kleinerer Remote-Projekttreffen zwischen meng und contactt statt.

Im Zuge des Projektes sollten die folgenden Forschungsfragen systematisch untersucht werden:

- Kann die Ortungsgenauigkeit und -reliabilität durch Hinzunahme von Galileo und Tiefensensorik verbessert werden? (Wissenschaftlicher Ansatz: Erarbeitung von Algorithmen zur Nutzung und Integration von Positionsquellen, iterative Tests der Lösung mit realen Anwendern in Living Lab)
- Welche Anforderungen haben Blinde an einen Audio-Chatbot? Wie ist er zu konzipieren, dass er sich "natürlich" verhält? (Wissenschaftlicher Ansatz: Usability Engineering von Audio-Chatbots für Blinde (u.a. Loud-Thinking), qualitative und quantitative Erhebungen, Experimente mit Betroffenen)
- Wie kann die Beacon-Installation und Wartung möglichst kosteneffizient gestaltet werden und wie ist eine nachträgliche Integration in die analoge Beschilderung möglich? (Wissenschaftlicher Ansatz: Materialerprobung und Experimente mit Prototypen, Haltbarkeitstests, Usability Engineering für Facility Management (u.a. Rapid Prototyping))
- Kann den Nutzungsanforderungen von Blinden durch einen standortbasierten Audio-Chatbot mit AI-Komponente entsprochen werden? (Wissenschaftlicher Ansatz: Erarbeitung von Algorithmen für Audio-Chatbot und AI-Komponente mit Machine Learning, Usability Engineering, Experimentelle Entwicklung und Integration von Datenquellen)

- Wie können Blinde mittels akustischen Feedback-Kanal neue Daten erzeugen und in das System einspeisen? (Wissenschaftlicher Ansatz: Usability Engineering, Experimentelle Entwicklung, Iterative Tests der Lösung mit realen Anwendern im Living Lab)
- Mit welchen Strategien und Verfahren ist eine hohe Motivation bei der inklusiven, kollaborativen Datenerfassung zu erreichen? (Wissenschaftlicher Ansatz: Konzeption & Durchführung von Mapathon-Events, im Zuge derer quantitative und qualitative Analyse von Inklusionsaspekten bei der Erstellung von offenen Daten (Motivation, Strategien, Verfahren))

Während der Projektlaufzeit fanden diverse Tests statt. Hierfür waren besonders viele Absprachen zwischen den beiden Konsortialpartnern notwendig. Ein reibungsloser Austausch und eine gelungene Zusammenarbeit zwischen den beiden Konsortialpartnern waren gewährleistet. Im Verlauf des Projekts wurden so kontinuierlich Usability-Tests durchgeführt, um Nutzer-Feedback in die Entwicklung mit einzubeziehen.

Neben internen Systemtests für die Skalierung fand in der Mitte der Projektlaufzeit eine Halbzeit-Demo statt. Diese diente als Funktions-Test und war in die Vorbereitung der Testumgebung eingebettet. Die Halbzeit-Demo wurde von contact organisiert und schloss potentielle Nutzer als Testpersonen mit ein. Als Demo-Setting für die Living-Lab-Studie dienten zwei Fahrzeuge der RNV sowie eine Haltestelle. An der Halbzeit-Demo haben 3 Testpersonen teilgenommen.

Zur abschließenden Evaluation des Systems wurde eine Abschluss-Demo in Form einer Living-Lab-Studie durchgeführt. Es wurden ca. 350 Fahrzeuge durch die RNV und 50 Haltestellen durch uns mit Beacons bzw. Geofences ausgestattet und entsprechende Hinweisdaten erhoben. Im Rahmen dessen wurden die Beacon-Retrofit-Module von meng getestet. Zur Erreichung von Repräsentativität haben 28 Testpersonen an der Living-Lab-Studie teilgenommen, wobei die Daten teilautomatisiert erfasst werden. Die Probanden wurden von contact, über den BBSV und über Behindertenbeauftragte rekrutiert.

Die Erhebung von neuen Open Data erfolgte im Zuge von 4 Mapathon- und 6 Mapwalk-Veranstaltungen in verschiedenen Städten (Mannheim, Würzburg, München, Birkenfeld, Rhein-Neckar). Insgesamt haben bei den Veranstaltungen ca. 60 Teilnehmer ca. 400 Datensätze zu Barrieren und Hilfsangeboten erfasst, welche als Open Data veröffentlicht werden. Zudem wurde eine quantitative Studie zum Motivationsverhalten bei der Erstellung von Open Data für Barrierefreiheit durchgeführt (n = 45).

Das Projekt wurde durch eine initiale Umstrukturierung des Konsortiums um 6 Monate und im Verlauf des Projekts durch unvorhersehbare Unwegsamkeiten beim finalen Test um einen weiteren Monat kostenneutral verlängert. In der Folge konnten alle Zwischen- und die Endergebnisse erreicht werden.

## 1.4 Wissenschaftlicher und Technischer Stand, an den angeknüpft wurde

**Barrierefreiheit:** Für Blinde und Sehbehinderte werden Schilder in Braille-/Profilschrift, Bodenleitlinien, taktile Karten und stationäre Audio-Abspielsäulen in Gebäuden und an Haltestellen angeboten. Erste Hinweis-Apps sind grobmaschig für Außenbereiche und GPS-Ortung ausgelegt (BlindSquare [6]) bzw. zielen auf zugeschaltete menschliche Hilfe ab (BeMyEyes [7]). Bei einem Projekt in Kanada werden Bluetooth-Beacons im Einzelhandel angebracht, um Sehbehinderten Grundinformationen im Geschäft zu übermitteln [8]. Die Wayfindr-Community in England arbeitet an Standards zur Indoor-Navigation von Blinden [9].

**Nutzerschnittstellen für Blinde und Sehbehinderte:** Generell nutzen Blinde und Sehbehinderte Smartphones ähnlich wie Sehende. Die Bildschirminhalte werden ihnen von den mobilen Betriebssystemen vorgelesen. Weitere Ansätze basieren auf separater Hardware, wie zum Beispiel haptisches Feedback mittels taktiler Gürtel [10] oder Tiefenerkennung mittels Ultraschall-Handscanner [11].

**Audio-Chatbots mit AI-Komponente:** Die am häufigsten mobil genutzten Assistenten sind Siri für iOS, Google Assistant/ Home und Amazon Alexa. Sie erlauben die Bedienung von Apps bzw. Smartphones via Sprachbefehlen ("Zero UI"-Interaktionsprinzip [12]). Jedoch ist ein Datenschutz der Interaktion bei diesen Systemen nicht gegeben, die Eingaben werden zu kommerziellen Zwecken ausgewertet.

**Indoor-Ortung:** Indoor-Ortungssysteme für Smartphones nutzen primär WLAN bzw. Bluetooth-Beacons, deren Installation und Wartung bisher sehr kostenintensiv und aufwändig ist. Ansätze, die auf der Erfassung des Magnetfelds der Erde beruhen [13], erfordern eine Einmessung und sind wenig robust. Die Positionsgenauigkeit beträgt max. 5m – leicht verbessert bei hybriden Lösungen. Die Tiefensensorik von Smartphones wird bisher v.a. für Augmented Reality-Anwendungen verwendet, jedoch kaum zur Wegeleitung [14].

**Outdoor-Ortung:** Bisher erfolgt die Ortung außerhalb von Gebäuden v.a. über das Global Positioning System (GPS). GALILEO, das neue europäische globale Satellitennavigationssystem, kann in Kombination mit GPS eine höhere Ortungsgenauigkeit herstellen. Kombinierte Lösungen mit nahtlosen Übergängen Indoor-Outdoor und in Kombination mit OpenStreetMap sind bisher noch selten vorhanden.

**Bisherige eigene Arbeiten:** contagt befasst sich seit ca. zehn Jahren mit Indoor-Navigation und hat eine Lösung für digitale Wegeleitung entwickelt. Sie umfasst Touchscreen-Terminals, Smartphone-Apps und ein Backend. Die Ortung basiert hauptsächlich auf Bluetooth-Beacons und Satellitenortung.

In dem Vorprojekt OpenData2Guide wurden bereits erste Experimente zur Ortung mittels Tiefensensorik durchgeführt. So deuteten erste Erkenntnisse darauf hin, dass sich Tiefensensorik nicht für komplexe Sachverhalte eignet. Beispielsweise ließ sich die Distanz nicht durch Glasscheiben hindurch messen. Eine komplette Verortung im 3D-Raum, lediglich unter Verwendung von Tiefensensorik der Smartphones, war unseren Tests zufolge nicht komplett möglich. Basierend auf diesen ersten Erkenntnissen sollten die Anwendungsfälle in dem vorliegenden Projekt genauer untersucht werden und getestet werden, ob sich in abgesteckten Use Cases durch eine Ergänzung zu anderen Ortungstechnologien ein Mehrwert ergibt. So sollte

die Nutzung von Smartphone-Tiefensensorik in gewissen Kontexten erprobt werden und diese Technologie neben Galileo und Bluetooth in die Ortungsalgorithmen integriert werden, um eine Positionsbestimmung sowohl indoor als auch outdoor und deren Übergänge mit minimaler Infrastruktur zu ermöglichen.

Das frühere Forschungsprojekt ASSIST ALL der contact GmbH war in Hinblick auf die Entwicklung des KI-basierten Audio-Chatbots von Relevanz. Bei diesem Projekt wurde ein Prototyp für eine Virtuelle-Assistent-App für Smartphones entwickelt, die Besucher der öffentlichen Verwaltung unterstützen sollte.

**Daten- und Patentlage:** Die erforderlichen offenen Daten stammten v.a. aus Datensätzen der mCLOUD. Die in dem Vorhaben verwendeten Kartendaten stammten von dem offenen Projekt OSM (globale Außenkarte, zahlreiche bundesweite Indoor-Karten z.B. von Bahnhöfen aus dem Projekt OpenStationMap verfügbar). Eine Recherche zu Schutzrechten Dritter hatte keine das Projekt einschränkenden Patente ergeben.

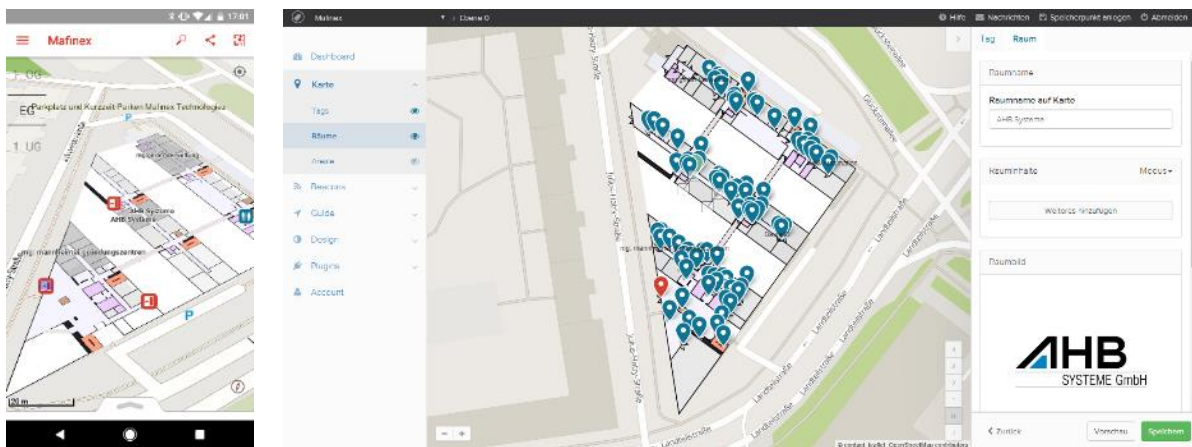


Abbildung 2: Screenshots contact Indoor-Navi-App (links) und Backend (rechts)

## 1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Mindestens 1,2 Mio. Menschen in Deutschland sind blind oder sehbehindert und bei der Nutzung des ÖPNV mit Herausforderungen konfrontiert. So sind sie sich oft unsicher, welche Tramlinie gerade an der Haltestelle steht und sind auf fremde Hilfe angewiesen. Aufgrund der Forderung nach Barrierefreiheit bis 2022 beschäftigen sich Stakeholder des ÖPNV intensiv mit der Frage, wie diese erreicht werden kann.

Gemäß des inklusiven Forschungsansatzes fand eine enge Zusammenarbeit mit Betroffenen statt, eine Sensibilisierung der Öffentlichkeit und kollektive Datenerhebung. Als assoziierte Praxispartnerin stellte die Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (RNV) Fahrzeuge und Haltestellen als Living Lab zur Verfügung. Die assoziierten Testpartner Badischen Blinden- und Sehbehindertenverein sowie Stadt Mannheim begleiten das Projekt durch Tests mit Betroffenen. Der Prototyp wurde im Laufe des Projekts in Summe von ca. 80 Testern erprobt. Der Austausch mit Behindertenbeauftragten und mit dem Berufsförderungswerk Würzburg hat sich dabei als besonders wertvoll herausgestellt.

Die beteiligten Partner kooperierten insgesamt sehr eng miteinander. Zwischen contagt und meng fand ein regelmäßiger Austausch statt. Darüber hinaus waren die Konsortial- und Testpartner an den Halbzeit- und Abschlussdemos beteiligt. Ebenso tauschten sich die Beteiligten mit anderen Forschungsprojekten des mFUND aus und stellten das Projekt bei entsprechenden Veranstaltungen vor (z.B. mFUND Kongress, mFUND Fachaustausch, ITF 2023 Leipzig).

## 2. Eingehende Darstellung

### 2.1 Erzielte Ergebnisse

Die einzelnen wissenschaftlichen und technischen Arbeitsergebnisse der einzelnen Arbeitspakete sind im Nachfolgenden aufgeführt:

#### 2.1.1 AP1.1, Anforderungsanalyse aus Anwender- und Kundensicht

contagt analysierte die Anforderungen von sehbehinderten Anwendern an die Nutzerschnittstelle und Datenerhebungen. Ein Interview-Leitfaden wurde erstellt und qualitative Interviews mit verschiedenen Personengruppen geführt. contagt und meng erfassten die Anforderungen an effiziente Ortungstechnologien und die Hardware-Infrastruktur aus Sicht bisheriger Kunden. Im Vordergrund stand der zu erreichende Mehrwert, der über die Anwendungsfälle klar definiert wurde. Die Ergebnisse flossen in das Systemkonzept ein.

#### 2.1.2 AP1.2, Evaluation von Vorarbeiten

contagt und meng analysierten vorhandene Ansätze auf dem Markt (contagt: Barrierefreie UI, Software und Ortungsmethodik; meng: Analoge Beschilderung und Kompatibilität mit Beacon-Integration). Die Ergebnisse flossen ebenfalls in das Systemkonzept ein.

#### 2.1.3 AP1.3, Szenario-Entwicklung

contagt entwickelte Personas und Szenarien, die demonstrierbare, exemplarische Fälle herausstellen. Sie dienten als Basis für die im Projekt angesetzten Living-Lab-Studien und unterstützten die Entwickler dabei, sich die Anwendungsfälle und potentielle User besser vorstellen zu können und bei der Entwicklung zu berücksichtigen.

<b>Persona # 1</b>
Name: Tim
Alter: 27
Merkmal: blind
Beruf: Kaufmann für Büromanagement
Fachliche Ausbildung: Dreijährige Ausbildung
„In Umsteigesituationen fällt mir die Orientierung sehr schwer. So bin ich oft auf fremde Hilfe angewiesen, um zum Beispiel die richtige Buslinie zu finden. Das stört mich - denn ich handle gerne selbstständig.“
<u>Kenntnisse über Computer und mobile Devices</u>
Da Tim täglich beruflich sowie privat Computer und Smartphones nutzt, verfügt er über gute Kenntnisse. Tim hat Freude daran, neue Apps auszuprobieren, die ihm im Alltag unterstützen und seine Selbstständigkeit und Autonomie unterstützen. Er bringt besonderes Interesse für Technik und neue Innovationen mit.
<u>Ziele, Bedürfnisse, Wünsche</u>

Abbildung 3: Beispiel für erstellte Personas

#### 2.1.4 AP1.4, Systemarchitektur

contagt erstellte mit meng aus den Anforderungen, dem Stand der Technik und den ausgewählten Szenarien die dafür notwendige Architektur des Gesamtsystems, die als Referenz galt. Daraus wurden vor allem Software-Architektur sowie IT-System und Schnittstellen-Konzepte entworfen, die es im Projektverlauf zu verifizieren galt. Alle Inhalte wurden in einem Systemkonzept dokumentiert.

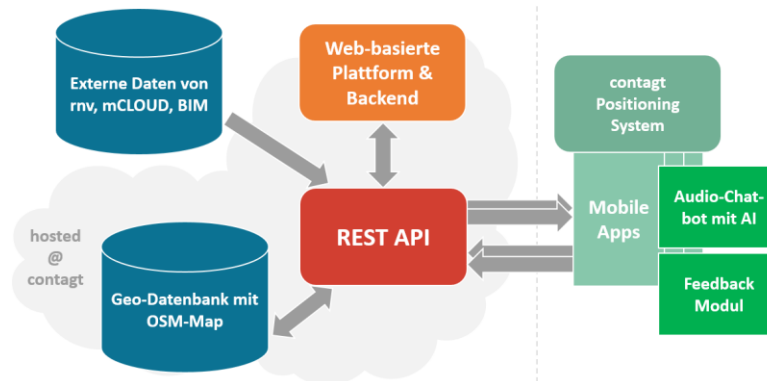


Abbildung 4: Grobarchitektur der prototypischen Plattform

#### 2.1.5 AP2.1, Barrierefreies User Interface

contagt erarbeitete mit Hilfe von Usability-Engineering-Methoden (z.B. Personas, Prototyping, Thinking-Aloud) eine auf Audiosteuerung basierende Nutzerschnittstelle. Schwerpunkte hierbei waren das UI des App-Prototyps mit Chatbot und der Feedback-Kanal-Funktion sowie das UI des Systems zur Datenverwaltung. contagt bezog hierbei insbesondere Nutzer mit Blindheit und Sehbehinderung mit ein. contagt konzipierte die Schnittstelle mit Fokus auf der Erklärung von Wegen/Verbindungen und evaluierte, wie Erklärungen anwendergerecht gestaltet werden kann. Die UI wurde vollständig für Audio-Steuerung erweitert und automatische Vorlese-Funktionen für Texte integriert.

#### 2.1.6 AP2.2, Audio-Chatbot mit AI-Komponente

Auf Basis der Arbeiten von AP1 konzipierte und entwickelte contagt prototypisch eine in eine mobile Smartphone-App integrierte Audio-Chatbot-Funktion. Der Chatbot wird standortbasiert gestartet und erlaubt blinden Nutzern eine natürliche Dialog-Interaktion bzw. Fragen und Antworten zu Verbindungen und Wegen. Er ist datenschutzkompatibel (basierend auf Open Source) ausgerichtet und umfasst eine AI-Komponente, mit dem abhängig vom Nutzerkontext und Gesprächsverlauf Hilfestellungen angeboten werden. Insgesamt verlief die UX/Interface-Erstellung in mehreren Iterationen. Im Zuge einer Bachelorarbeit wurde der Ansatz von AP2.1 und AP2.2 mit Testern mit verschiedenen Einschränkungen erprobt. Das Feedback der Testreihen wurde systematisch dokumentiert und eingearbeitet. Die AI des Chatbot wurde trainiert, wobei der Fokus auf der zuverlässigen Erkennung von Start- und Zielnamen lag.

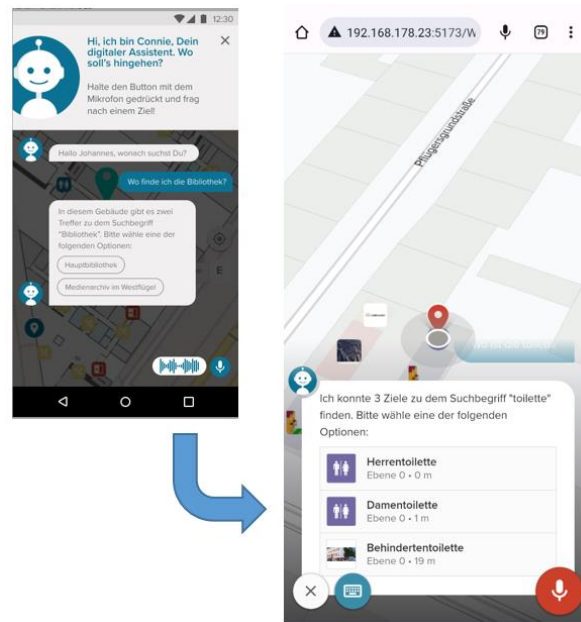


Abbildung 5: UI des Chatbots vom frühen Entwurf zum letzten Stand

### 2.1.7 AP2.3, System zur Datenverwaltung

contagt konzipierte und entwickelte eine webbasierte Karten-Komponente, mit der die für die Wegeleitung und zur Ortung erforderlichen Daten verwaltet und angereichert werden können. Das System baut auf OSM auf. Außerdem bereitete contagt erste verfügbare Wege-/Verbindungsdaten so auf, dass sie über die Datenverwaltung an den Audio-Chatbot angebunden werden können. Ferner entwickelte contagt ein Template für einen geeigneten Gesprächsleitfaden für den Chatbot und überführte diesen in das System. Das System des Chatbots wurde dabei basierend auf dem Open-Source-Projekt Rasa AI aufgebaut. Für die Datenverwaltung wurde zudem eine Komponente konzipiert, welche die Anzeige von Kartendaten, Moderation und Freigabe von crowd-sourced Inhalten erlaubt (Implementierung in AP4.3).

### 2.1.8 AP2.4, Audiobasierter Feedback-Kanal

contagt konzipierte einen Audio-Feedback-Kanal, wobei eng mit der Nutzergruppe zusammengearbeitet wurde, sodass diese selbst neue Informationen in das System hinzufügen können („Hilfe zur Selbsthilfe“). contagt setzte den Feedback-Kanal als Funktion für die mobile App prototypisch um. Hierbei wurden vorhandene Ansätze evaluiert und es erfolgte eine grobe konzeptionelle Orientierung an den Kriterien der Accessibility.cloud und Reisen für Alle / DELFI e.V. Die Funktionen und die Nutzeroberfläche wurden in mehreren Iterationen konzipiert und mit Betroffenen getestet. Das Feedback wurde eingearbeitet. Gleichzeitig erfolgte die Implementierung in der mobilen Prototyp einer Web-App. Im Einzelnen umfassen die Funktionen die Eingabe von Barrieren/Gefahrenstellen, die Eingabe von Unterstützungsangeboten und die Eingabe von Audio-Orientierungstipps (inklusive einer automatischen Audio-Transkription).

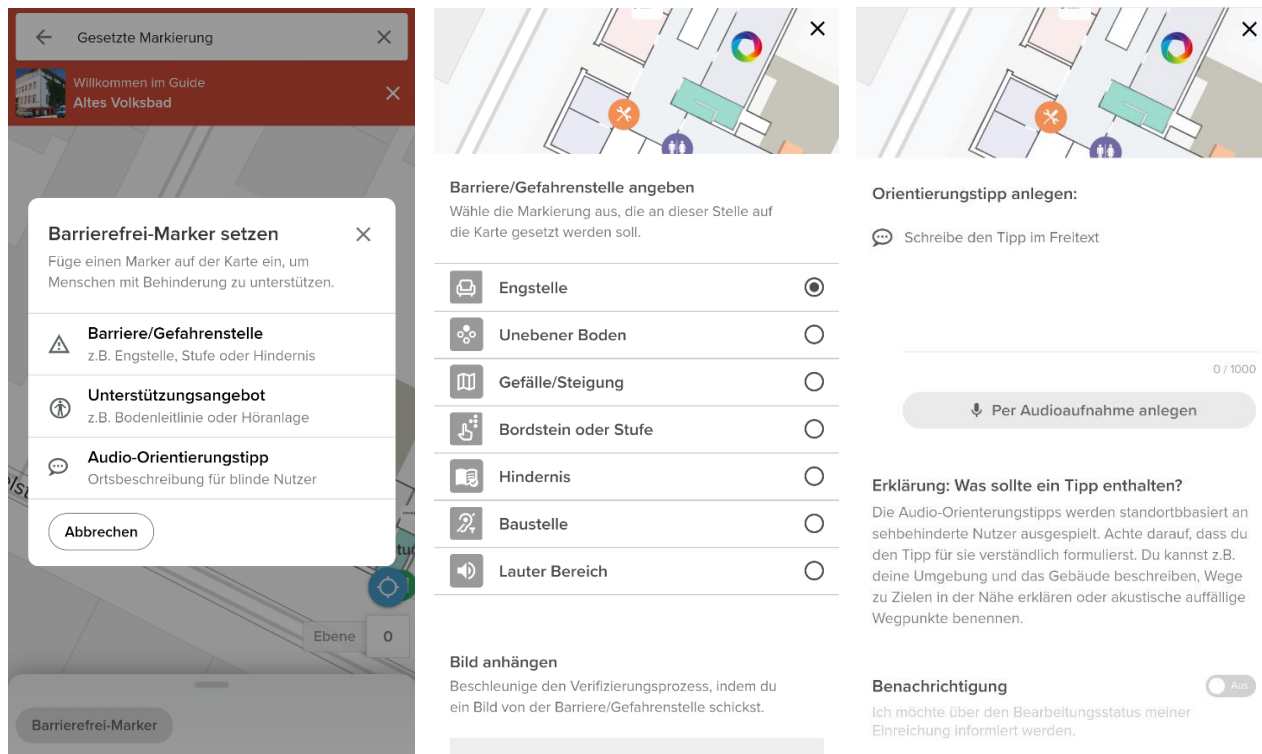


Abbildung 6: Funktionen des Feedback-Kanals

### 2.1.9 AP3.1, Beacon Retrofit-Modul

Auf Basis von AP1 entwickelte meng ein Konzept zur Integration von Beacon-Hardware über ein Retrofit-Modul in bestehende analoge Beschilderung. Das Konzept berücksichtigte Fragen des Materials und Nachhaltigkeit, sowie Installation/Wartung und deren Aufwand mit dem Fokus auf Skalierbarkeit. meng entwickelte einen entsprechenden Hardware-Prototyp, integrierte gemeinsam mit contact Beacons in das Retrofit-Modul und erprobte den Einsatz in der Praxis. Hierfür wurden zunächst Marktanalysen durchgeführt sowie Planungs- und Fertigungskonzepte erstellt. Hiernach erfolgten die Materialauswahl und Werkzeichnungen. Auf dieser Grundlagen wurden zunächst Handmuster und danach Prototypen produziert. Das Testing der Prototypen wurde in verschiedenen Indoor-/Outdoor-Settings, u.a. auch an RNV-Haltestellen durchgeführt. Schließlich erfolgten Anpassungen für verschiedene Schilder, Beacon-Typen und Umgebungen.

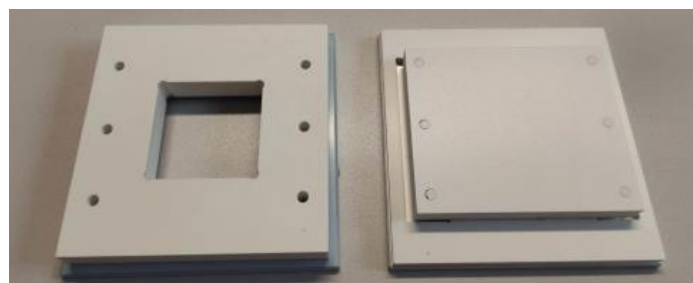


Abbildung 7: Frühe Version des Retrofit-Moduls

### 2.1.10 AP3.2, Smartphone-Tiefensensorik

contagt erprobte die Tiefensensorik von neuen mobilen Endgeräten und entwickelte Algorithmen zur zuverlässigen Distanzmessung zwischen dem Gerät und der Umgebung und deren geeigneten Aufbereitung in einer mobilen App. Die erfassten Daten wurden hierzu in eine geeignete Form zur Verortung im Raum und zu standortbasierten Informationen überführt. Ziel war es, über eine Funktion die Orientierung im Raum für blinde Nutzer zu erleichtern. Hierzu wurden zunächst Experimente mit Apple AR Kit und Google AR Core durchgeführt. Die AR-basierten Ortungsfunktionen wurden in eine Experimental-App für Google Android integriert und die Performance der Raumabschätzung in Test-Settings erprobt.

### 2.1.11 AP3.3, Fusion von Galileo, Bluetooth und Tiefensensorik

contagt integrierte das europäische Satelliten-System Galileo als weitere Ortungsquelle in die die Ortungsalgorithmen. Es wurden Algorithmen entwickelt, die die verschiedenen Positionsquellen (auch Bluetooth und AR-Ortung) miteinander so kombinieren, dass eine Positionsbestimmung sowohl indoor als auch outdoor (und die Übergänge) mit minimaler Infrastruktur ermöglicht wird. Insgesamt konnte durch die Kombination eine Verbesserung der Erkennung von Übergängen und Wegpunkten beobachtet werden. Unter Hinzuziehung von Bild- und Tiefenerkennung konnten Genauigkeiten von unter 1 m erreicht werden.

### 2.1.12 AP4.1, Integration vorhandener Datensätze

contagt evaluierte vorhandene Datensätze und -Formate von OSM, BIM, mCLOUD (u.a. Projekte im Anhang, Datendrehscheibe der RNV aus Vorprojekt) und weiteren offenen Projekten (z.B. OpenStationMap). contagt erarbeitete Strategien zur Anbindung dieser Daten und entwickelte Schnittstellen zur Integration von vorhandenen Daten an das System zur Datenverwaltung und importierte relevante offene Datensätze in die Plattform. In diesem Zuge wurde die Anbindung an contagt OSM-Daten (Erfragung von Zielen und Wegeleitung in lokalen Guides) und die Anbindung an RNV Open Data realisiert. Folglich wurde die Erfragung von Fahrplandaten und z.B. Preisen für ÖPNV im Rhein-Neckar-Kreis über den audiobasierten Chatbot möglich, wobei auch der Kontext der Nutzung (Standort, Zeit) berücksichtigt wird.

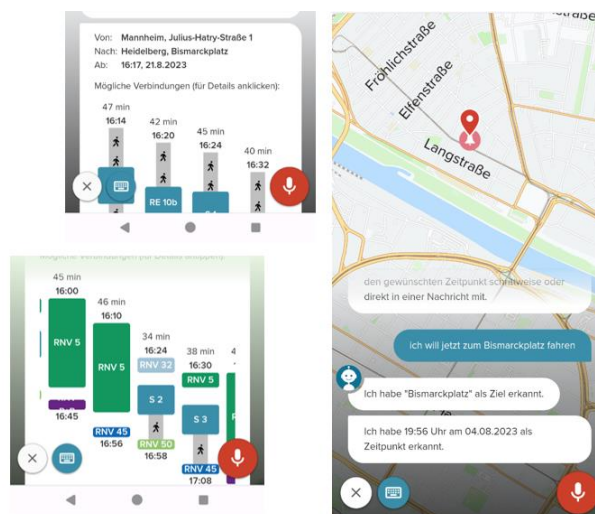


Abbildung 8: Fahrplan- und Verbindungsinformationen der RNV im Chatbot

### 2.1.13 AP4.2, Inklusive, kollaborative Datenerfassung

Im Rahmen spezieller Event-Formate ("Mapathons") erfasste contagt gemeinsam mit Freiwilligen und Betroffenen offene Daten für die Audio-Wegeleitung, die in die Plattform integriert wurden. Hierzu wurden 4 Mapathons und 6 Mapwalks geplant, hierzu eingeladen und veranstaltet. Die Events fanden in Mannheim, Würzburg, München, Birkenfeld und im Rhein-Neckar-Gebiet statt. Insgesamt wurden von 60 Teilnehmern mit und ohne Behinderung ca. 400 Barrieren und Hilfsangebote erfasst. Ferner untersuchte contagt im Zuge eines inklusiven und partizipativen Forschungsansatzes, welche Motivationen zur Erfassung von offenen Daten vorliegen und wie diese durch Maßnahmen gezielt unterstützt werden können. Insbesondere wurde die Frage erforscht, ob bzw. inwiefern der Einbezug von betroffenen Nutzern Auswirkungen auf die Datenerfassungs-Aktivitäten hat. Dazu wurde eine quantitative Studie angefertigt und ausgewertet (n = 45). Ein zentrales Ergebnis war ein von Teilnehmern als optimal eingeschätzter Zeitaufwand für Open-Data-Erstellung, der mit 16 Minuten / Monat relativ hoch lag.



Abbildung 9: Mapathon in Würzburg

### 2.1.14 AP4.3, Integration Feedback-Kanal-Daten

Die in AP2.4 entwickelte Funktion Audio-Feedback-Kanal der mobilen App wurde von contagt an das System zur Datenverwaltung angebunden. Weiterhin wurde ein Administrations-Prozess umgesetzt, der die Sichtung und Verifizierung von neuen nutzergenerierten Daten ermöglicht. Die in den Mapathons erstellten Daten wurden mit dem Tool gesammelt und verifiziert. Eine Exporter-Funktion wurde implementiert und die erzeugten Feedback-Kanal-Daten zur Veröffentlichung als Open Data vorbereitet.

### 2.1.15 AP5.1, Vorbereitung Testumgebung

Anhand der in AP1.3 entwickelten Szenarien erstellten die Partner contagt und meng ein Konzept zur Testung. Die Projektpartner definierten die abzudeckende Use Cases. meng produzierte die erforderlichen Retrofit-Module, beschaffte die Beacon-Hardware und installierte diese zusammen in Abstimmung mit der RNV. contagt programmierte die Beacons und erstellte die erforderlichen Wegeleit-Daten für die Testumgebung.

### 2.1.16 AP5.2, Systemtests für Skalierung

contagt bereitete das System vor, dass im Test Nutzungsdaten zur Auswertung erfasst werden können. Mit meng wurden die Installationsprozesse und das Abstrahlverhalten der Retrofit-Beacons erfasst und analysiert, indem diese an Haltestellen der RNV angebracht wurden.



Abbildung 10: Retrofit-Module in der Erprobung

### 2.1.17 AP5.3, Halbzeit-Demo (Funktions-Test)

contagt organisierte gemeinsam mit den anderen Beteiligten und Nutzern eine Halbzeit-Demo. contagt und meng erprobten mit Nutzern den Stand der entwickelten Plattform. RNV stellte das Demo-Setting, das zwei Fahrzeuge der RNV und eine assoziierte Haltestelle beinhaltete. Die Stichprobe bestand aus 3 Testpersonen, wobei zwei blinde Tester vom assoziierten Partner BBSV kamen.

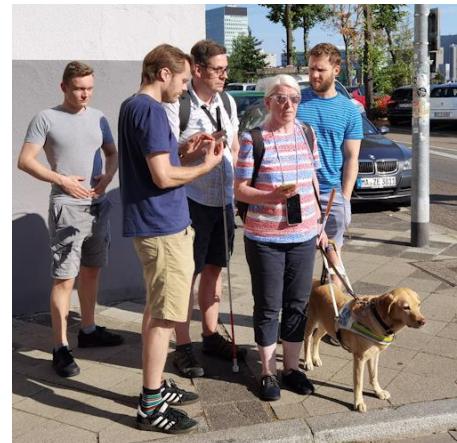
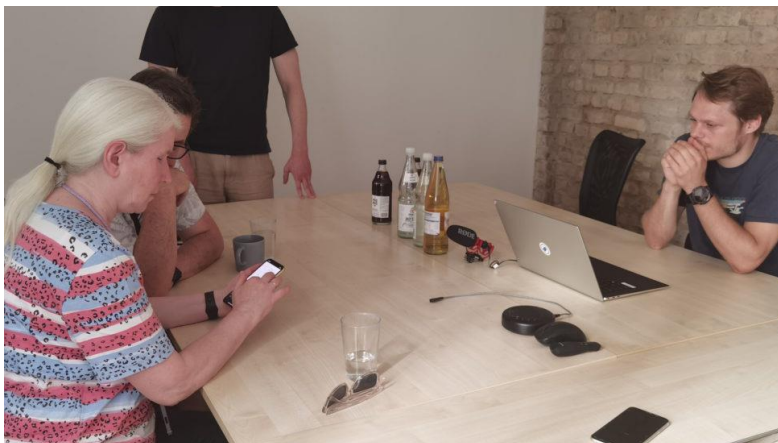


Abbildung 11: Halbzeit-Demo mit Funktionstest

### 2.1.18 AP5.4, Abschluss-Demo und Evaluation

Die beiden Partner führten eine Analyse unter realitätsnahen Bedingungen durch. Durch den Partner RNV wurden in ca. 350 Fahrzeuge Beacon-Funksender integriert. contagt installierte an 50 Haltestellen der RNV Beacons bzw. Geofences. Da die RNV aus Datenschutzgründen nicht die Beacon-Daten der Fahrzeuge für die Demo bereitstellen konnte, hat contagt die Daten der Fahrzeug-Beacons an verschiedenen Haltestellen manuell ausgelesen, sodass der Prototyp jeweils die entsprechende Fahrzeugnummer ansagen konnte, welche sich in der Nähe befand. contagt stellte die App-Plattform bereit und meng die Retrofit-Module. contagt führte gemeinsam mit dem Projektpartner Testreihen zu allen Funktionsmodulen (Barrierefreier Chatbot, Barrieremelder-Modul und standortbasierte Audio-Informationen) durch und erfasste das Feedback von An-

wendern systematisch. Insgesamt handelte es sich um fünf Testsessions mit insgesamt 28 Testern mit verschiedenen Behinderungen. Die Ergebnisse der quantitativen Studie wurden aufbereitet und in ein entsprechendes Forschungspapier verfasst.



Abbildung 12: Abschluss-Demo und Evaluation

### 2.1.19 AP5.5, Öffentlichkeitsarbeit

contagt koordinierte die Vermittlung der Projektinhalten, -Fortschritten und der Rekrutierung von Freiwilligen für die inklusiven Mapathon-Veranstaltungen. Hierzu setzte contagt eine Webseite auf. meng bereitete Marketing-Material auf und steuerte Inhalte zur praxisnahen Außendarstellung des Projekts bei. Ferner wurden die Ergebnisse öffentlichkeitswirksam für die Begleitforschung aufbereitet. So erfolgten Präsentationen des Projekts in verschiedenen mFUND-Formaten sowie bei Verbänden und Behindertenbeauftragten. Zudem erstellten die Partner eine Reihe von Veröffentlichungen, welche in Kapitel 2.6 dargestellt sind. Neben einer Bachelor-Arbeit entstanden eine Master-Arbeit und ein wissenschaftliches Paper im Projekt. Das Projekt wurde auf der mFUND-Konferenz und auf der ITF 2023 Messe in Leipzig präsentiert.

## 2.2 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Insgesamt blieb das Projekt weitestgehend innerhalb der Planung; es kam nur zu leichten Abweichungen der Projektgesamtkosten bzw. Verschiebungen innerhalb der Arbeitspakete. Bei den tatsächlichen Mittelaufwänden gab es innerhalb der Kostenpositionen ebenfalls nur leichte Abweichungen zu der Finanzplanung, welche innerhalb der Toleranz der Förderlinie lagen. So konnten Reisekosten sowie Kosten für Test-Hardware eingespart werden. Gleichzeitig wurden aufgrund aufwändiger Testreihen mit viel Feedback mehr Ressourcen für normales Personal und Hilfskräfte benötigt als ursprünglich vorgesehen.

## 2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die in dem Projekt durchgeführten Arbeiten waren angemessen und notwendig, um die formulierten Forschungsziele zu erreichen und die Forschungsfragen mit den geplanten Methoden zu beantworten. Durch die Arbeiten konnte das Projekt die nachfolgenden förderpolitischen Ziele adressieren:

- Effizienzsteigerungen in der Alltagsmobilität: Durch das Vorhaben kann die Effizienz der Wegeleitung von Behinderten im öffentlichen Nahverkehr gesteigert werden, z.B. können durch zuverlässiges Auffinden von Bus und Bahn potentielle Gefahren reduziert werden.
- Datenbasierte Geschäftsmodelle in der digitalen Wirtschaft: Durch die crowdbasierte Ermittlung von Barrieren und Hilfsangeboten können sich neue Möglichkeiten für Services ergeben, z.B. Dienste für von Betroffenen überprüfte barrierefreie Fahrplanverbindungen.
- Bessere Datengrundlage für die Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben: Durch das Projekt können aktuelle und transparente Datensätze (Open Data) an Kommunen oder Auftraggeber bereitgestellt werden zur Analyse und Verbesserung der Verkehrsführung (z.B. standortbasierte Audiohinweise).
- Digitaler Wirtschaftsstandort Deutschland: Durch das Projekt wird die Digitalisierung im öffentlichen Nahverkehr sowie in der Wegeleitung vorangetrieben und neue Möglichkeiten der Datennutzung und -veredelung erschlossen, z.B. indem Fahrplandaten über einen AI-Chatbot erfragt werden können.

## 2.4 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses

Die im Projekt erzielten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse fließen nach Projektende direkt in ein zu vermarktendes Produkt. Hierzu wird nach Ende der Projektlaufzeit das System zu einem Serienprodukt weiterentwickelt. Hierzu gehören die Implementierung der Algorithmen auf der Zielplattform und die Optimierung der Visualisierung. Ein erstes serienreifes Produkt und der Markteintritt des Systems ist von contact für Frühjahr 2025 geplant. Bei meng werden die Beacon-Retrofit-Module zur Serienreife weiterentwickelt und gehen im gleichen Zeitrahmen in die Vermarktung.

Potentielle Kunden sind neben Unternehmen vor allem öffentliche Einrichtungen mit Publikumsverkehr (z.B. Nahverkehr, Behörden, Schulen, Museen). Mit dem System sind die Träger in der Lage, DIN 18040-1 (Barrierefreiheit) zu erfüllen und Behinderten (ca. 7,6 Mio. Schwerbehinderte, ca. 1,2 Mio. Sehbehinderte in D.) eine kostenfreie digitale Hilfe anzubieten. Mittel-/langfristig lautet das Ziel, das Standardsystem und Marktführer in DACH zu werden.

Die durch das Forschungsprojekt entwickelte Technologie kann nicht nur bei der Navigation von sehbehinderten Personen eingesetzt werden, sondern auch für die Navigation von Personen ohne Handicap. Hier wurde mit barrierefreiem User Interface, Datenschutz und AI ein entscheidender Marktvorteil und ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber Mitbewerbern erreicht.

Die Umsetzungsstrategie bei der Vermarktung besteht darin, dass contact den Vertrieb der Software übernimmt und alleinig sowie gemeinsam mit Konsortialpartner meng (Anbieter von analogen Beschilderungssystemen) gegenüber dem Kunden auftritt, der dort die komplette Lösung erwerben kann. contact beabsichtigt außerdem, die Forschungserkenntnisse in nachfolgende Forschungsaktivitäten einfließen zu lassen.

Im Projekt wurde ein Ansatz konzipiert, der auf offenen Daten aufbaut und neue offene Daten generiert. Die Barrierefrei-Daten (ca. 400 Datensätze), welche von den Nutzern im Zuge der Mapathons angelegt wurden, wurden inhaltlich überprüft. Im Folgenden werden sie in Q3/2024 als Datenpaket über die mCLOUD offen zur Verfügung gestellt werden. Die Hinweise können so in andere offene Projekte integriert und so Barrierefreiheit unterstützt werden. Durch die Daten kann ein gesellschaftlicher Mehrwert erzeugt werden: Sie können dazu beitragen, den ÖPNV entsprechend der Neuregelung des PBefG barrierefrei auszustatten. Andere Bestandteile des Prototyps, wie der Audio-Chatbot und die verbesserte Ortungsalgorithmik, können – im späteren Produkt vermarktet – zur verbesserter Sicherheit und Unfallprävention und höherer Selbständigkeit von Blinden und Sehbehinderten beitragen.

## **2.5 Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte anderer**

Während der Durchführung wurden keine Fortschritte anderer bekannt, die im Wettbewerb zu dem Forschungsvorhaben stehen oder dessen Verwertung beeinträchtigen würden.

## **2.6 Erfolgte und geplante Veröffentlichung des Ergebnisses**

contagt hat das Projekt auf mehreren Mapathons und Mapwalks vorgestellt. Teilnehmer waren hier sowohl Menschen mit als auch ohne Behinderung. Außerdem haben wir den Ansatz bei Blinden- und Sehbehindertenverbänden, sozialen Vereinen, Städten und Kommunen vorgestellt. Im Zuge des Projektes wurden Nutzerinterviews, Erprobungen sowie gemeinsame Datenerstellungen mit Betroffenen durchgeführt. Der Austausch mit Betroffenenverbänden und Behindertenbeauftragten wird auch nach Projektende fortgesetzt und vertieft.

Im Projekt sind eine Bachelorarbeit und eine Masterarbeit entstanden. Zudem haben wir auf Basis der quantitativen Studie ein wissenschaftliches Paper verfasst, welches die Nutzermotivation bei der Erhebung offener Daten zur Barrierefreiheit analysiert. Wir haben mehrere deutsche und englische Online-Artikel zum Projektverlauf und Erkenntnissen veröffentlicht. Weiterhin haben wir das Projekt auf im mFUND-Podcast, im mFUND-Fachaustausch Barrierefreiheit, auf der mFUND-Konferenz 2022, in Artikeln der Begleitforschung, im mPACT-PluseTalk September 2024 „Mobil trotz Seheinschränkung“ und auf der ITF 2023 Messe in Leipzig präsentiert.

- „Startschuss für das BMVI-Projekt “OpenData2Guide ScaleUp““ (Blogartikel auf contagt.com, April 2021)
- „OpenData2Guide ScaleUp“ (Präsentation Flora Kawohl) im Emmett-Fachaustausch „Wie können Daten inklusive Mobilität und Barrierefreiheit fördern?“ (12.05.2021)
- „Offene Daten für mehr Barrierefreiheit beim Bus- und Bahnfahren“ (Emmett-Artikel von Kirsten Lange, September 2021)

- „OpenData2Guide ScaleUp“ (Präsentation Jonas Plesch) auf der mFUND Konferenz (September 2022)
- „mFUND Konferenz 2022“ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), September 2022)
- „Barrierefreies Testen von Webseiten anhand einer webbasierten Navigationsanwendung mit künstlicher Intelligenz“ (Bachelorarbeit Joel Staubach, HS Mannheim, 31.05.2022)
- „Mannheim Mapathon: Mapping für alle“ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), November 2022)
- „AI im ÖPNV“, Poster auf der ITF 2023 Leipzig (Niklas Bartz, 2023)
- „Erfolgreiche Halbzeit-Demo “OpenData2Guide ScaleUp““ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), Juli 2023)
- „Was bringt Feedback von Menschen mit Handicap bei der App-Entwicklung?“ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), August 2023)
- „Mapathon geht in die nächste Runde“ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), August 2023)
- „Auf ein Neues: Mapathon Nummer 3“ (Blogartikel auf [contagt.com](https://contagt.com), November 2023)
- „OpenData2Guide ScaleUp“ (Präsentation Johannes Britsch) im mPACT PulseTalk „Mobil trotz Sehheinschränkung“ (11.09.2024)
- „Nutzer motivation bei der Erhebung offener Daten zur Barrierefreiheit“ (Jonas Plesch und Johannes Britsch, 2024, Veröffentlichung tba)
- Masterarbeit zu visueller Ortung, finaler Titel tba (Joel Staubach, HS Mannheim, 2024)

Die Projektpartner sind in vielen Arbeitsgruppen (z.B. BITMI, fair.digital) vertreten und planen die Ergebnisse in Form von Vorträgen zugänglich zu machen. Außerdem tragen die involvierten Betroffenenverbände wie der Badische Blinden- und Sehbehindertenverein dazu bei, die Ergebnisse innerhalb der Nutzerzielgruppe publik zu machen.

## Literaturverzeichnis

- [1] OpenWheelMap. <https://wheelmap.org/map#/?zoom=14>, April 2018.
- [2] ASSIST<sup>2</sup>, Förderkennzeichen: V4KMU15/123
- [3] FOUNT<sup>2</sup>, Förderkennzeichen: 13N14166
- [4] Scheiber, F., Wruk, D., Oberg, A., Britsch, J., Woywode, M., Mädche, A., Kahrau, F., Meth, H., Wallach, D., Plach, M. (2012). Abschlussbericht des Forschungsprojekts Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware als Wettbewerbsfaktor für kleine und mittlere Unternehmen (KMU).
- [5] Scheiber, F., Wruk, D., Oberg, A., Britsch, J., Woywode, M., Mädche, A., Kahrau, F., Meth, H., Wallach, D., Plach, M. (2012). Software Usability in Small and Medium Sized Enterprises in Germany: An Empirical Study. In: Maedche, A., Botzenhardt, A., Neer, L. (eds.). Software for People: 39-52, Springer, Berlin.
- [6] Blindsquare, <http://www.blindsquare.com/de>, April 2018.
- [7] BeMyEyes, <https://www.bemyeyes.com>, April 2018.
- [8] CBC News. New smart beacons open doors for the blind in Toronto neighbourhood. <http://www.cbc.ca/news/technology/blind-ibeacon-iphone-app-stores-1.4294970>, April 2018.
- [9] Wayfindr, <https://www.wayfindr.net>, April 2018.
- [10] Sensovo, <https://www.sensovo.de>, April 2018.
- [11] Miniguide, <https://www.miniguide.de/>, April 2020
- [12] Bedford-Strohm, J. (2017). Voice First? Eine Analyse des Potentials von intelligenten Sprachassistenten am Beispiel Amazon Alexa. In: Communicatio Socialis 50.4: 485-494.
- [13] IndoorAtlas, <http://www.indooratlas.com>, April 2018.
- [14] Blippar, <https://blippar.com/en/resources/blog/2017/11/06/welcome-ar-city-future-maps-and-navigation>