

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

contagt



Schlussbericht

Verbundprojekt: Fliegendes Lokalisierungssystem
für die Rettung und Bergung von Verschütteten

Teilvorhaben: FOUNT² Nutzerschnittstelle:
Erforschung und Realisierung einer Benutzeroberfläche
und eines mobilen Einsatzplanungs-Demonstrators

15.10.2016 – 14.10.2019

contagt GmbH, Mittelstraße 42, 68169 Mannheim

Inhalt

Allgemeine Projektdaten.....	3
Kurze Darstellung	4
1. Aufgabenstellung.....	4
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	5
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	8
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	8
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	9
Eingehende Darstellung	10
1. Erzielte Ergebnisse und Erfahrungen.....	10
Arbeitspaket 1, Teilarbeitspaket 2: Technische und funktionelle Anforderungen.....	10
Arbeitspaket 1, Teilarbeitspaket 3: Schnittstellendefinition.....	10
Arbeitspaket 2, Teilarbeitspaket 6: Erprobung und Feldtests.....	11
Arbeitspaket 3, Teilarbeitspaket 4: Integration und Feldtests.....	11
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 1: Szenariooptimiertes User Interface.....	11
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 2: Datenbank und georeferenzierte Datenvisualisierung	13
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 3: OSM Lokalisierung.....	15
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 4: Mission Planning	16
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 5: Programmierung webbasiertes Front-End	16
Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 6: Workshop-Vorbereitung – Dokumentation, Videoproduktion, Tutorials.....	17
Arbeitspaket 6, Teilarbeitspaket 3: Anwenderschulung und Ausbildung.....	17
Arbeitspaket 7, Teilarbeitspaket 1: Planübungen im Labormaßstab.....	17
Arbeitspaket 7, Teilarbeitspaket 2: Realübung und Feldtest	18
2. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses	19
3. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	19
4. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	19
5. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses	20
6. Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte anderer.....	20
7. Erfolgte oder geplante Veröffentlichung des Ergebnisses	20

Allgemeine Projektdaten

Zuwendungsempfänger:

contact GmbH, Mittelstraße 42, 68169 Mannheim

Förderkennzeichen:

13N14166

Verbundprojekt:

Fliegendes Lokalisierungssystem für die Rettung und Bergung von Verschütteten (FOUNT2)

Laufzeit des Vorhabens:

15.10.2016 – 14.10.2019

Berichtszeitraum:

15.10.2016 – 14.10.2019

Kurze Darstellung

1. Aufgabenstellung

Das Projekt FOUNT2 beschäftigte sich mit technischen rettungs- und bergungsunterstützenden Geräten bei Gebäudeschäden. Ziel war es, Konzepte für eine verbesserte Sicherheit von Helfern und Opfern nach Gebäudeeinstürzen jeglicher Schädigungsart bei Katastrophen zu verfolgen sowie höhere Erfolgsraten von Rettungsmaßnahmen zu liefern. Zur Verfolgung dieser Ziele wurde eine Karte des Katastrophenfeldes durch die Verwendung von unbemannten Flugobjekten (UAV) erstellt, mit der Einsatzkräfte einen Überblick über die Situation bekommen ohne sich selbst beim Vordringen in instabile Bereiche in Gefahr zu begeben.

Um den Rettungskräften im Feld die erhobenen Daten bereitstellen zu können, war es essentiell, eine geeignete Darstellungsweise zu schaffen. Bisher wurden durch UAVs gewonnene Daten zumeist via normaler Desktop-Anwendungen bereitgestellt, die sich für Stress- und Outdoor-Situationen wie bei einem Rettungseinsatz nur sehr bedingt eignen. Somit muss eine den Einsatzkontext einbeziehende Lösung mit einer bedienungsfreundlichen Ausgestaltung der Benutzerschnittstelle für die Nutzung des Systems im "echten Leben" gewährleistet werden.

Das Teilvorhaben "FOUNT2 Nutzerschnittstelle" verfolgte drei wesentliche Ziele: 1. Die Entwicklung einer nutzerfreundlichen Benutzeroberfläche; 2. Die Schaffung einer Lösung für die Kartendarstellung und Einsatzplanung; 3. Die Erstellung von Schulungsmaterial. Es wurde ein Funktionsdemonstrator für eine mobile Anwendung entwickelt, der es den Einsatzkräften im Katastrophenfall ermöglicht, einfach mit ihm zu arbeiten. Für die Erstellung der Oberfläche der Anwendung wurde ein dem Usability-Engineering entsprechendes Vorgehen mit geeigneten Methoden verfolgt (u.a. Personas, Prototyping, Thinking Aloud). Die mobile Lösung erlaubt es, das von dem UAV erfasste Trümmerfeld darzustellen und auf einer Umgebungskarte zu verorten. Um den Einsatz planen zu können, wurde die Anwendung so entwickelt, dass sie eine hierauf spezialisierte Bedienungsstruktur aufweist, die ein intuitives Interagieren ermöglicht. Weiterhin wurde Schulungsmaterial entwickelt, das die Rettungskräfte im Vorfeld an die Bedienung der Lösung heranführt. Besondere Herausforderungen bei dem Vorhaben waren unter anderem a) aus konzeptioneller Sicht die korrekte Einbindung von kontextueller Besonderheiten in die Nutzerschnittstelle und b) die technische Herausforderung der Entwicklung eines speziell für Mobilgeräte angepassten Karten-Renderers, der es auch mit vergleichsweise geringer Rechenleistung ermöglicht, komplexe Karten flüssig darzustellen.

Die mobile FOUNT2-Anwendung eignet sich insbesondere für Rettungskräfte bei Katastrophenfällen, also insbesondere Feuerwehr, Notärzte, Katastrophenschutz, Hundestaffeln, Technisches Hilfswerk und ähnliche Institutionen. Darüber hinaus sind die Ergebnisse des Projektes potentiell auch auf weitere Zielgruppen und Anwendungsszenarien übertragbar. Eine georeferenzierte mobile Darstellung von durch UAV erfassten Datenmodellen kann so u.a. für technische Wartungsoperationen (z.B. Hochmasten) oder landwirtschaftlichen Aufgabestellungen (z.B. Beschnitt von Bäumen) von großem Interesse sein.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Hinsichtlich der ambitionierten Ziele wurden die Verbundpartner dieser Kooperation mit Sorgfalt ausgewählt. Am Projekt waren neben contact sowohl weitere Industriepartner als auch Forschungsinstitute beteiligt (s. Tabelle unten). Weiterhin fand eine Zusammenarbeit mit drei Partnern statt. Somit konnten alle Aspekte für die Entwicklung eines marktfähigen Produkts abgedeckt werden.

Tabelle 1: Übersicht Verbundpartner

Nr.	Firma / Institution	Abk.
1	MEDER CommTech GmbH	MED
2	Reco Service Robert Schmidkonz	PIX
3	contact GmbH	CON
4	HerSi Electronic Development GmbH & Co. KG	HER
5	Institut für Mikrosystemtechnik, Lehrstuhl für Elektr. Mess- u. Prüfverfahren, Universität Freiburg	EMP
6	Institut für Informatik, Lehrstuhl für Autonome Intelligente Systeme, Universität Freiburg	AIS
7	Fakultät AM, SappZ - Sensorik-Applikationszentrum, OTH Regensburg	REG
8	Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr, TH Köln	IRG

contact war in dem Projekt der Systemintegrator auf Software-Ebene. Die von den Projektpartnern zu entwickelnde UAV-Datenerhebungslösung wurde von contact in eine mobile Demonstratorplattform integriert und getestet. Dabei war eine enge und durchgehende Zusammenarbeit mit den Projektpartnern erforderlich, um das benutzerfreundliche Zusammenspiel der verschiedenen Bestandteile des Projektes zu gewährleisten.

Für den Meilenstein im AP5.1 (Szenariooptimiertes User Interface) wurde von contact außerdem der UX-Spezialist Christian Hengst in die weitere designtechnische Ausgestaltung der Nutzeroberfläche im Rahmen eines Unterauftrags hinzugezogen.

Das Projekt FOUNT² lieferte einige wichtige Innovationen:

- Ein gewichts- und effizienzoptimiertes, unbemanntes Flugobjekt (Multikopter, UAV), welches mit einem Lokalisierungssystem auf Basis eines Radarsystems zur Suche von Verschütteten ausgestattet ist.
- Ein Radar-Sensor, der an einem mobilen, unbemannten Flugobjekt (UAV) angebracht ist, dient zur Detektion von Atembewegungen. Hierzu ist angedacht, über Langzeit-Frequenzmessung mithilfe des Dopplereffekts die Atembewegungen von lebenden

Personen (im Frequenzbereich von 12-45 Atemzügen pro Minute) zu detektieren. Weiterhin werden die durch die Sensoren gewonnenen Informationen drahtlos an die Empfänger gesendet. Dies hat zum Ziel, dass sowohl die Einsatzkräfte vor Ort als auch die Einsatzleitung aus sicherer Entfernung gefahrlos die Situation einschätzen können.

- Eine grafische Kommandozentrale wird eine 3D-Ansicht der Trümmerhaufen generieren, welche vom UAV aufgenommen wurde. Der Endanwender kann die Such- und Rettungsoperationen sicherer und komfortabler von der Einsatzleitung aus dirigieren.
- Entwicklung von Such- und Rettungsstrategien unter Verwendung der UAVs, welche speziell für diesen Einsatz entwickelt sind. Weiterhin Strategien zur Routenplanung der UAVs um in kurzer Zeit einen möglichst großen Bereich abzudecken und um Zugang zu beschädigten Gebäuden zu erlangen

Insofern war es von Bedeutung, gemeinsam im Team mit allen beteiligten Akteuren auf kreative Weise und unter Beachtung aller technologischen Entwicklungen innovative Konzepte zu entwickeln und an deren Implementierung zu arbeiten.

A) Entwicklung einer nutzerfreundlichen Benutzeroberfläche

Ein Kardinalfehler bei mobilen Anwendungen besteht in der reinen technischen Überführung von stationären Lösungen auf eine mobile Plattform (einfachstes Beispiel: PC Anwendung auf das Notebook). Mobile Anwendungen müssen vielmehr an den mobilen Nutzungskontext angepasst werden, was bedingt, dass der Nutzungskontext im Rahmen des Software Engineering-Prozesses modelliert werden muss. Nur so kann dem Umstand Rechnung getragen werden, dass etwa der Benutzer nicht die gesamte Aufmerksamkeit der mobilen IT-Anwendung schenken kann. Um möglichst gut die Anforderungen der individuellen Nutzer abdecken zu können, müssen die jeweiligen Fähigkeiten der Benutzer in den Entwicklungsprozess einfließen und das Softwaresystem in möglichst enger Abstimmung mit ihm erstellt werden.

Aus diesem Grund wurde der Funktionsdemonstrator unter systematischer Nutzung von "Usability Engineering"-Methoden erstellt, basierend auf dem Grundgerüst des durch das BMWi-Forschungsprojekt "KMUsability" entwickelten Vorgehens. Hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit war die Erforschung einer geeigneten Kartendarstellung wichtig, da diese Thematik in der Wissenschaft noch unzureichend behandelt worden ist. Relevante Fragestellungen finden sich u.a. in den Bereichen Abstraktionsgrad bzw. mögliche visuellen Simplifizierungen sowie in der Nutzung von situationsabhängigen Komponenten (z.B. Anpassungen von Farben und Interaktionselemente) und inwiefern diese von der Zielgruppe als förderlich oder hinderlich erachtet werden.

Die im Zuge des Projektes nach Usability-Methoden entwickelte Oberfläche der Anwendung wurde ferner auch im fortgeschrittenen Projektstadium weiter evaluiert, einerseits unter wirklichkeitsnahen Bedingungen im Rahmen einer Übung, andererseits wurde sie zusätzlich in Labor- und Planübungen in Kooperation mit den beteiligten Endanwendern auf Ihre Tauglichkeit getestet. Auf diese Weise wurde der gesamte Entwicklungsprozess durch Usability-Maßnahmen begleitet und Erfahrungswerte zu diesem Vorgehen für mobile, komplexe Anwendungsszenarien generiert.

B) Schaffung einer Kartendarstellungs- und Einsatzplanungslösung

Ziel war es, ein System zu entwickeln, das es ermöglicht, die erfassten Daten zu sammeln, aufzubereiten und für die Einsatzkräfte nutzbar visuell zu präsentieren. Hierfür wurden im ersten Schritt Schnittstellen zwischen den Systemen identifiziert, um das reibungslose Zusammenarbeiten der einzelnen Komponenten in einer geeigneten Software-Architektur zu gewährleisten. Von zentraler Bedeutung war hierbei die georeferenzierte Daten- und Kartendarstellung. Die Daten des UAV (gefundene Personen, Trümmerhaufen, gefährdete Bereiche) können in das System eingespielt, auf einer Weltkarte verortet und mit weiterführenden Daten (z. B. Feuerwehrstandorte, Apotheken etc.) angereichert werden. Eine intuitive Bedienung der Kartenoberfläche war hierbei von zentraler Bedeutung, weshalb Wert auf eine einfache, der Situation und des Benutzers entsprechende Bedienung gelegt wurde. Das User-Interface basiert auf dem freien Kartenprojekt OpenStreetMap (OSM). Um die Darstellung der Daten möglichst gebrauchstauglich zu gestalten, wurden die mobilen Renderer von OSM so erweitert, dass sie frei bewegbar werden (sowohl zoom- als auch drehbar). Außerdem ist es möglich, 3D-Elemente wie den Trümmerhaufen auf der Karte darzustellen. Die technische Herausforderung hierbei stellte insbesondere die Optimierung der Grafik-Performance dar, die auch bei solch einer komplexen Anwendung auf eher schwachen Mobilgeräten gewährleistet werden muss.

Die Einsatzplanung erfolgt über eine speziell entwickelte Benutzeroberfläche. Diese erlaubt es, mit der Karte zu interagieren und z.B. Datenpunkte manuell zu editieren bzw. mit weiteren Daten zu ergänzen. Darüber hinaus sind Analyse-Funktionen auf der Karte anwählbar, wodurch z.B. abgesuchte Bereiche in Form von Heatmaps gezeigt werden. Neu erfasste Datenpunkte können bei Bedarf auf OSM zurückgespielt werden (z.B. Marker für nicht mehr existente Gebäude). Um die Karte herum stellt eine modular anpassbare Oberfläche verschiedene Funktionen für die Einsatzplanung zur Verfügung. Ein zentrales Modul ist eine Listendarstellung, mit der georeferenzierte Einsatz-To-Dos aus Template-Bausteinen schnell zusammengefügt werden können. Weitere Module sind ein Rechtesystem für verschiedene Anwendergruppen (z.B. Einsatzleitung) und das "Trainer-Spielbuch", das es ermöglicht, freihändig auf der Karte zu malen und Einsätze zu besprechen.

Das Hosting dieser webbasierten Lösung erfolgt in einem Hochsicherheits-Rechenzentrum in Deutschland. Der laufende Betrieb der Lösung während der Projektlaufzeit wurde durch fortwährende Betreuung und Maintenance garantiert. Teil der geplanten Verwertung ist die Weiterentwicklung zu einer vermietbaren Lösung, im Zuge derer der Service nach Vorhabensende weiterhin online zur Verfügung steht.

C) Erstellung von Schulungsmaterial

Die Endnutzer müssen die Bedienung des Systems bereits vor ihrem eigentlichen Einsatz verinnerlicht haben. Aus diesem Grund wurden geeignete Unterrichtsmaterialien erstellt, die Einsatzkräfte an den FOUNT²-Demonstrator heranzuführen. So wurden die Funktionen der Benutzeroberfläche in einer auf die Zielgruppe abgestimmten Anleitung textuell dokumentiert. Weiterhin wurden Tutorials für die Funktionen sowie Erklär-Videos erstellt und in ein qualifiziertes Schulungskonzept integriert. Neben der traditionellen Vermittlung von Inhalten in Form von Unterrichts-Sessions durch Multiplikatoren wurde zudem der Einsatz von E-Learning-Plattformen evaluiert. Besonders Erklär-Videos bieten die neue Möglichkeit, die Zielgruppe kosteneffizient und flexibel – sogar mobil – zu erreichen.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Bereits während der Erstellung des Antrags und in der Vorbereitungsphase fand ein intensiver Ideenaustausch zwischen den Partnern statt.

Beim ersten Projekttreffen wurden für die einzelnen Arbeitspakete Teilprojektleiter festgelegt, die die einzelnen Ergebnisse der Arbeitsbereiche überwacht haben. In den nachfolgenden Projekttreffen und Telefonkonferenzen wurden Schnittstellen definiert und technische Daten ausgetauscht. Es fanden eine Vielzahl kleinerer Projekttreffen zwischen den Industriepartnern und Forschungsinstituten statt. In diesen Projekttreffen wurden hauptsächlich die Schnittstellen immer detaillierter überarbeitet und gemeinsam entwickelt. Zudem fanden fortwährend Verbundtreffen und Meilensteintreffen statt (Treffen insgesamt: 12/2016; 2017/05; 2017/10; 2017/11; 2018/05; 2018/10; 2019/04; 2019/09). Ferner wurden im Zuge des Labortests und des Feldtests mehrtägige Übungen durchgeführt (Köln und Morsbach). Der genaue Reiseverlauf ist dem Verwendungsnachweis zu entnehmen.

Die Zeitplanung des Projektes wurde eingehalten, alle Zwischen- und die Endergebnisse wurden plan- und fristgerecht erreicht. Im Laufe des Projektes wurden einzelne Arbeitspakete zeitlich gestreckt: So liefen Teilarbeiten des AP 5.2 und AP 5.3 drei Monate länger als ursprünglich geplant, da die Arbeiten mehr Abstimmung mit den Projektpartnern erforderten. AP5.4 (Mission Planning) lief zwei Monate länger, da dieses zum Teil auf den Vorarbeiten aufbaute. Die Arbeiten an AP 3.4 (Integration und Feldtest) wurden einen Monat früher gestartet als geplant, um am Projektende auf den finalen Test wie geplant starten zu können. Die anderen Arbeitspakete entsprachen zeitlich der initialen Planung.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Der Stand der Technik war für das Teilvorhaben sowohl für den Bereich OSM-Renderer als auch für den Bereich mobile Einsatzpläne relevant.

Die Daten von OpenStreetMap werden mit Hilfe verschiedener Libraries angezeigt. Die wohl am weitesten verbreitete ist Leaflet, welches auf JavaScript basiert. Mit dem quelloffenen Leaflet können mobil interaktive Karten angezeigt werden, jedoch sind diese nicht frei bewegbar (z.B. können sie nicht gedreht werden). Außerdem bieten sie lediglich eine reine 2D-Vogelperspektive an, die sich nicht zur Integration von 3D-Elementen eignet. Andere kommerzielle Anbieter wie z.B. Mapbox erlauben weiterführende Designanpassungen von Karten, mobile Renderer sind jedoch noch nicht verfügbar bzw. weisen die gleichen Beschränkungen die Leaflet auf. Außerdem wird die Nutzung dieser Dienste schnell sehr kostenintensiv, da nutzungsabhängig abgerechnet wird (pro Auslieferung von Kartenquadraten).

Ein interessanter Ansatz ist OSMbuildings, das in einer frühen Beta-Version und als Open Source vorliegt. Gebäuden werden hierbei Höhen attribuiert, welche auf der Karte stilisiert dargestellt werden können. Die Lösung erlaubt eine einfache 3D-Ansicht und das Drehen bzw. Zoomen der Karte. Jedoch ist die Nutzung nur auf rechenstarken Desktop-Computern möglich, für schwächere Mobilgeräte ist OSMbuildings nicht ausgelegt. Für Mobilgeräte ausgelegt ist das kommerzielle Angebot eeGeo. Es kann interaktive 3D-Karten darstellen, jedoch basieren die Karten nicht auf OSM und die Landschaft muss umständlich mit 3D-Modellierungen erfasst werden. Für die effiziente Nutzung bei Rettungseinsätzen eignen sie sich aufgrund der aufwändigen Einpflegearbeit ebenfalls nicht.

Im Rahmen des Projekts wurde für den mobilen Demonstrator ein webbasierter OSM-Kartenrenderer prototypisch entwickelt, der OSM-Karten mit 3D-Elementen darstellen kann und der frei beweglich ist (Zoom, Drehung, Kippen). Gleichzeitig wurde eine performante Berechnung und Darstellung auf mobilen Endgeräten optimiert.

Hinsichtlich der Einsatzplanung funktioniert ein Großteil der Arbeiten der Rettungskräfte derzeit noch analog. Pläne von Gebäuden sind in Papierform hinterlegt und werden typischerweise von der Leitzentrale an die Einsatzkräfte ausgegeben. Einen ersten Schritt hin zu einem mobilen, digitalen Einsatzplan macht die Anwendung "Mobile Lagekarten". Mit der kommerziellen App können Lagekarten für Feuerwehr, Rettungsdienst, DLRG, Technisches Hilfswerk und Polizei erstellt und verwaltet werden. Basis der App sind auswählbare Szenarien oder realistische Kartenausschnitte. Auf einer 2D-Karte können Pins und Notizen in die Karte eingezeichnet werden, wobei die Lösung eher auf die Dokumentation von Ereignissen (z.B. Unfällen) und Schulungen abzielt. Ein Einbezug von weiteren Daten z.B. von UAVs ist nicht möglich. Problematisch ist weiterhin der Einsatz von datenschutztechnisch bedenklichem Kartenmaterial von US-Anbieter wie Google und Apple Maps.

Bei der Nutzung des entwickelten Demonstrators kann eine Interaktion mit der Karte stattfinden. Auch Analyse-Funktionen sind von der Karte aus wählbar. Neu erfasste Datenpunkte können bei Bedarf auf OSM zurückgespielt werden. Die Einsatzplanung kann über eine modular anpassbare Oberfläche mit verschiedenen Funktionen erfolgen: Zentral ist hier eine Listendarstellung, mit der georeferenzierte Einsatz-To-Dos aus Template-Bausteinen schnell zusammengefügt werden können. Außerdem verfügbar sind ein Rechtesystem für verschiedene Anwendergruppen (z.B. Einsatzleitung) und das "Trainer-Spielbuch", das es ermöglicht, freihändig auf der Karte zu malen und Einsätze zu besprechen.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit zwischen allen beteiligten Partnern verlief reibungslos und es fand ein regelmäßiger Austausch statt.

Eingehende Darstellung

1. Erzielte Ergebnisse und Erfahrungen

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

Arbeitspaket 1, Teilarbeitspaket 2: Technische und funktionelle Anforderungen

Im Zuge des Arbeitspakets hat contact das Requirement Engineering für den Demonstrator durchgeführt. Die technischen und funktionellen Anforderungen wurden strukturiert gesammelt. Zentrale Fragestellungen wurden identifiziert und mögliche Handlungsalternativen in Form von Literaturrecherchen ausgearbeitet. Funktionale Anforderungen drehten sich hierbei insbesondere um die Karten- und UI-Darstellung, um Einstiegshürden der Bedienung (technische Fähigkeiten der Nutzer) und um die Rahmenbedingungen unterschiedlicher Einsatzszenarien. Aus technischer Sicht wurden hieraus Anforderungen insbesondere hinsichtlich Applikationsart (webbasiert vs. nativ), Kartenrendering und der Frameworks für die Nutzeroberfläche abgeleitet.

Um die Anforderungen der User zu erheben, wurden Usability-Engineering-Methoden gesammelt und bewertet. Geeignete Methoden (z.B. Erstellung von Personas, Scribbles) wurden erfasst. Auf dieser Basis wurde ein Fragebogen erstellt, der technische und funktionelle Anforderungen behandelt. Der Fragebogen wurde von den Teilnehmern des gemeinsamen Workshops im Februar 2017 ausgefüllt und hiernach ausgewertet. Die Ergebnisse der Umfrage wurden in einem Leitfaden-Dokument für Karten- und UI-Anforderungen zusammengefasst.

Arbeitspaket 1, Teilarbeitspaket 3: Schnittstellendefinition

contact hat sich mit den Projektpartnern bezüglich Ihrer verwendeten Formate und Standards abgestimmt. Die betreffende Literatur wurde recherchiert und wichtige Fragen gesammelt, um diese gemeinsam beantworten und dokumentieren zu können. Als zentral für die eindeutige Klärung wurde u.a. die Unterscheidung zwischen Kommunikations- und Datenprotokollen identifiziert. Verschiedene Datenkanäle (WiFi, Bluetooth, Zigbee, LTE/3G, USB, 433MHz für Fernbedienungen) wurden betrachtet, Formate (ROS, mavlink, JSON) und Schnittstellen erfasst. Als Ergebnis der gemeinsamen Arbeit wurde ein Dokument mit einer Sammlung verwendeter Formate, Normen und Standards sowie ein Dokument mit Definition der zu verwendeten Schnittstellen angefertigt.

Bei der Integration des Kartenmaterials von OpenStreetMap wurden Vorarbeiten erledigt. Gemeinsam mit der Yellowmap AG wurde ein erster Kompatibilitäts-Testlauf aufgesetzt und die Eignung des Kartenservers mit positivem Ergebnis evaluiert. Im Zuge der technischen Abstimmungen wurde die Yellowmap AG durch einen Unterauftrag mit dem Aufsetzen eines OSM-Tile-Servers mit katastrophrelevanten POI-Daten beauftragt.

Arbeitspaket 2, Teilarbeitspaket 6: Erprobung und Feldtests

contag begleitete die Feldtests auf der Software-Seite. In mehreren iterativ aufeinander folgenden Tests wurden die entwickelten Bestandteile der UAV-Lösung erprobt. Hierbei kam die prototypenhafte mobile Applikation und die in AP 5.2 unter Hilfe des Unterauftrags integrierte OSM-Karte zum Einsatz – das Fluggerät kann anhand der in AP 2.3 erarbeiteten Positionsschätzungen korrekt auf der Weltkarte verortet sowie mögliche Landeplätze erkenntlich gemacht (AP 3.3) und visuell und in Echtzeit auf einem mobilen Endgerät angezeigt werden. Fehler im Zusammenspiel der Komponenten mit der Software wurden erfasst und schrittweise behoben.

Arbeitspaket 3, Teilarbeitspaket 4: Integration und Feldtests

Die Arbeiten der Projektpartner wurden in ein mobiles Gesamtsystem integriert. Die einzelnen Bestandteile wurden über die ausgearbeiteten Schnittstellen verbunden und in einen auf mobilen Endgeräten nutzbaren Prototypen überführt, der die vom UAV erfassten Daten und seine Position anzeigt. Die Benutzerschnittstelle wurde integriert und das Bioradar an den Demonstrator angebunden. Die mobile Lösung wurde anhand von Tests in verschiedenen Einsatzszenarien im Feldtest getestet, bei denen auch die Endnutzer mit einbezogen wurden. Das Feedback wurde genutzt, um das System zu validieren und Verbesserungspotentiale zu erkennen.

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 1: Szenariooptimiertes User Interface

Auf Basis der Ergebnisse des Arbeitspakets 1.1 hinsichtlich Nutzeranforderungen führte contag verschiedene mobile Usability Engineering Methoden durch. Als hilfreich erwiesen sich hierbei insbesondere die Methoden Scribbles (Skizzen zum Aussehen und Abläufen der Nutzeroberfläche, Prototyping (ausgearbeitete Click-Dummies der Oberfläche), Personas (Festhalten typischer User in Profilen), Loud Thinking (Bedienung durch Testnutzer und Festhalten Ihrer Gedanken bei der Bedienung) und User Tests (Beobachtung von Testnutzern, Identifikation von Problemen/Ideen). Die Unterlagen der Usability Engineering Methoden wurden in einem Dokument zusammengefasst.



Abbildung 1: Beispiele frühe Scribbles

Projekt / Persona		FOUNT2 AP 5.1 / Persona #1		Projekt / Persona		FOUNT2 AP 5.1 / Persona #2	
<p>Name Max Hauptmann Alter 48</p> <p>Beruf Feuerwehr Einsatzleiter</p> <p>Funktion, Verantwortlichkeiten, Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Führung von vier Staffeln bei komplexen Einsatzlagen - Koordination der Einsatzkräfte - Entscheidungsträger 				<p>Name Daniel Flieger Alter 26</p> <p>Beruf Brandmeister bei Berufsfeuerwehr</p> <p>Funktion, Verantwortlichkeiten, Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einsatzkraft - Manuelle Steuerung von Erkundungsdrohne - Wartung und Betrieb von Drohne 			
<p>Fachliche Ausbildung, Wissen und Fähigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abgeschlossenes Studium (Diplom) in Ingenieurwissenschaften - höherer feuerwehrtechnischer Dienst - Weiterbildung Brandreferendariat - Bestandene Brandassessor-Prüfung - 20 Jahre Berufserfahrung bei Feuerwehr 		<p>// Ich will jederzeit Herr der Lage sein, Ruhe bewahren und mein Einsatzteam effizient leiten.</p> <p>Hierfür benötige ich schnell alle verfügbaren Daten im Einsatz.</p> <p>IT verwende ich, sofern sie uns auch in Stress-Situationen nutzt - ansonsten lieber bewährte Werkzeuge. //</p>		<p>Fachliche Ausbildung, Wissen und Fähigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausbildung Feuerwehrscheule - Mittlerer feuerwehrtechnischer Dienst - Truppmann - Drohnenführerschein 		<p>// Ich finde neue Technologien sehr spannend. Auch privat interessiere ich mich sehr für IT und RC-Modellbau.</p> <p>In meinem Beruf will ich meine Kenntnisse nutzen, um Menschenleben zu retten und meine Kollegen zu unterstützen. //</p>	
<p>Kenntnisse über Computer und mobile Devices</p> <ul style="list-style-type: none"> - Während des Studiums erstmals im Kontakt mit Computern - Interesse vorhanden, Normalnutzer privat und beruflich - Mobile Endgeräte werden eher rudimentär genutzt (Late Adopter) 		<p>Erwartungen an die neue Lösung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung bei Entscheidungsprozessen - Besseres Bild der Einsatzlage - Erleichterte Koordination der Einsatzkräfte - Entlastung während des Einsatzes - Dokumentation des Einsatzvorgehens - "Kein Spielzeug, sondern Werkzeug" - Vorteile gegenüber Standardvorgehen - Intuitive Bedienbarkeit - Maximale Zuverlässigkeit 		<p>Kenntnisse über Computer und mobile Devices</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Digital Native": Mit IT aufgewachsen - Großes Interesse auch an mobilen Endgeräten, Heavy User - Bereits in RC-Modellbau und mit Drohnen sehr gut bewandert 		<p>Erwartungen an die neue Lösung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausweitung von Funktionalitäten und Erkundungsmöglichkeiten - Aufbereitung der gesammelten Daten - Lösung sollte insgesamt besser geeignet sein als bisherige "China"-Drohnen - Flexibilität bei Entscheidungen, keine "Bewormundung" - Unfallsicherheit muss stets gewährleistet sein 	
<p>Ziele, Bedürfnisse, Wünsche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Optimale Entscheidungen treffen - Vorgehen belegbar machen - Einsatzkräfte schützen - Leben retten 				<p>ziele, Bedürfnisse, Wünsche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Drohnen als integraler Bestandteil von Einsätzen - Aufwertung (nicht Entledigung!) persönlicher Fähigkeiten - "Mehr lernen, mehr nutzen" - Persönliche Spezialisierung in dieser Richtung vorantreiben 			

Abbildung 2: Beispiele erstellte Personas

Mit Hilfe der Methoden wurde die Benutzeroberfläche iterativ ausgearbeitet und ein erster Prototyp des User Interfaces für mobile Endgeräte umgesetzt. Bei dieser Fassung sind einzelne Funktionen bereits einblendbar und in ihrer Grundstruktur bedienbar. Ebenso wurde ein Projekt Wizard konzipiert und umgesetzt, durch das Projekte und Nutzernamen sowie grundlegende Konfigurationsparameter angelegt, gespeichert und verwaltet werden können. Bei der Umsetzung des User Interfaces wird insgesamt ein hybrider Ansatz verfolgt, der zentrale wichtige Ressourcen auf dem Endgerät lokal vorhält, der aber auch Ressourcen via Internet nachladen kann (z.B. Karten-Tiles). Dieses Vorgehen wurde gewählt, da sich bei den User-Befragungen herausstellte, dass bei den allermeisten Einsätzen (87%) eine Internetverbindung in ausreichender Qualität vorliegt. Mit diesen Vorarbeiten als Grundlage involvierte contact den UX-Spezialisten Christian Hengst in die weitere designtechnische Ausgestaltung der Nutzeroberfläche. Er wurde über die zu optimierenden Elemente instruiert und im Zuge eines Unterauftrags mit den entsprechenden Arbeiten beauftragt (Umsetzung erfolgt im Zuge des Arbeitspakets 5.2).

Zentrales Element der Nutzeroberfläche des mobilen Prototyps ist eine Geländekarte, die auf OpenStreetMap basiert und über den Tile-Server von Yellowmap bereitgestellt wird. Als gewünschte Ausgestaltung wurde bei der Nutzerbefragung eine möglichst flexible, frei bewegliche und mit unterschiedlichen einblendbaren Layern versehene Darstellung bzw. Bedienung identifiziert. Diese gilt es in den folgenden Arbeitspaketen prototypisch umzusetzen und in das User Interface zu integrieren.

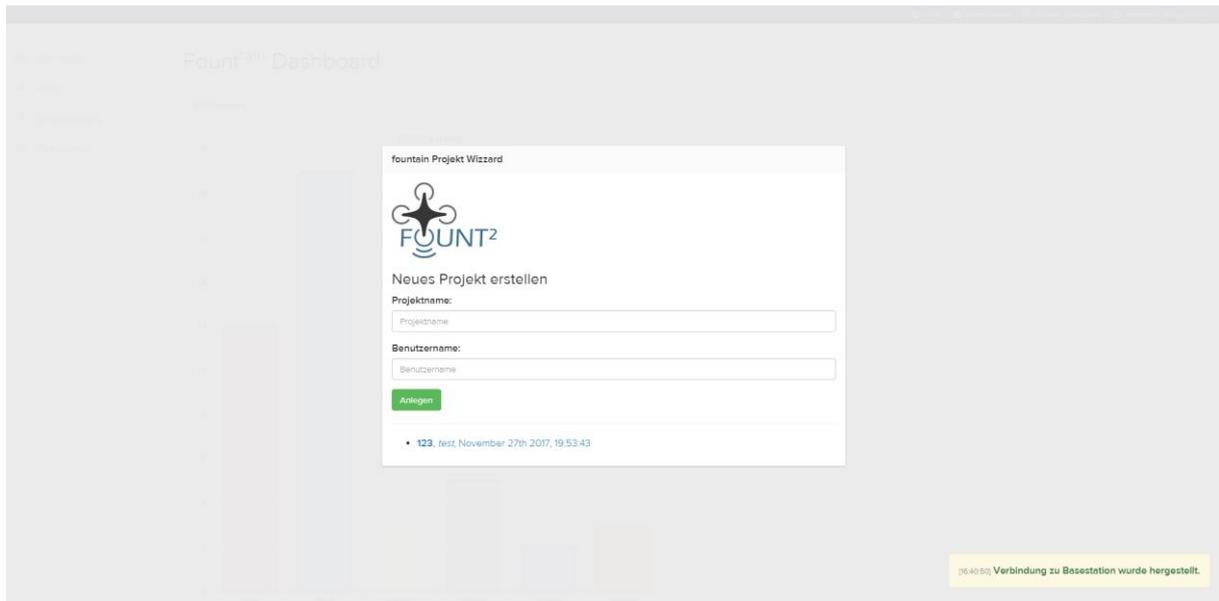


Abbildung 3: Projekt Wizard

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 2: Datenbank und georeferenzierte Datenvisualisierung

Mit der sich in der User-Befragung ergebenden gewünschten georeferenzierten Datenvisualisierung als Basis wurde eine geeignete OSM-Kartendarstellung konzipiert und umgesetzt. Für den mobilen Demonstrator wurde ein webbasierter OSM-Kartenrenderer prototypisch entwickelt, der OSM-Karten mit 3D-Elementen darstellen kann und der frei beweglich ist (Zoom, Drehung, Kippen). Gleichzeitig wurde auf eine performante Berechnung und Darstellung auf mobilen Endgeräten optimiert.

Die Datenanbindung an das UAV mittels des MAVLink Kommunikationsprotokolls wurde realisiert. Die Basisfunktion der Anbindung wurde erfolgreich simuliert, sodass der UAV-Pfad und weitere vom UAV gesendete Daten in dem User Interface auf der OSM-Weltkarte angezeigt werden können. In einer frühen Version bereits umgesetzt wurde die generelle Funktion, dass einzelne Datenpunkte manuell in die Karte eingetragen werden können. Dies kann durch das freihändige Setzen und Benennen von einer Auswahl aus verfügbaren POIs auf der Geländekarte erfolgen.

Ein Demovideo mit dem simulierten UAV ist zu finden unter dem Link:

<https://drive.google.com/file/d/1Mv5CvkspdpbbSSgTcl5IamEwMaGf9bnw/view>

Untenstehend befinden sich Screenshots der Kartenansicht. Basierend auf der Meilensteindefinition wurde der Meilenstein erfüllt.

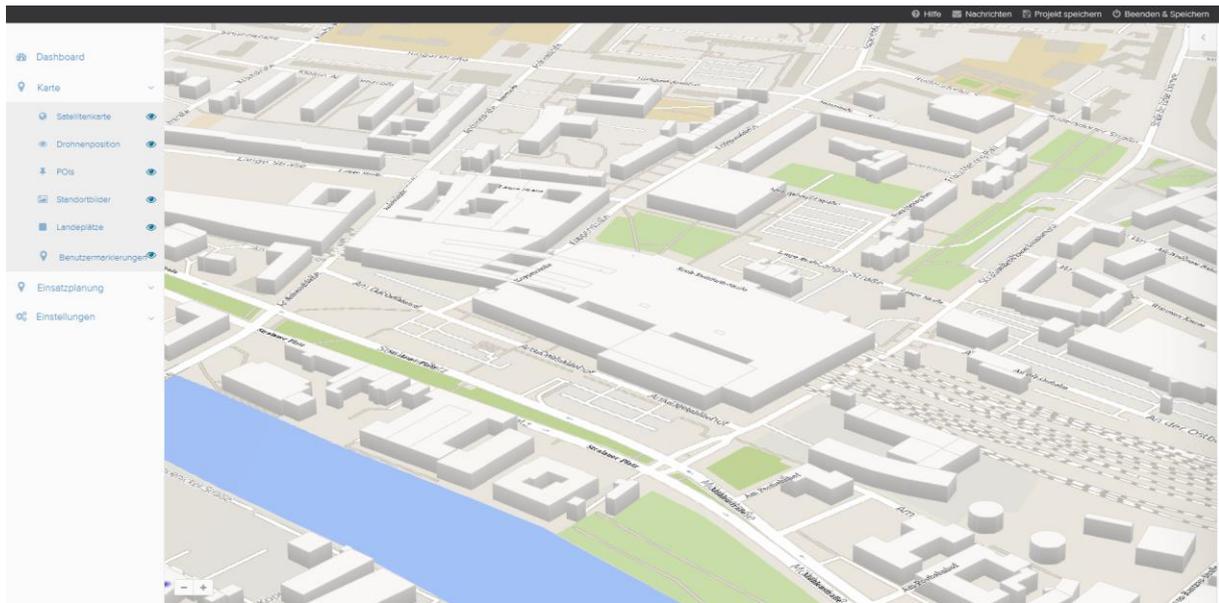


Abbildung 4: OSM-Karte und Georeferenzierung

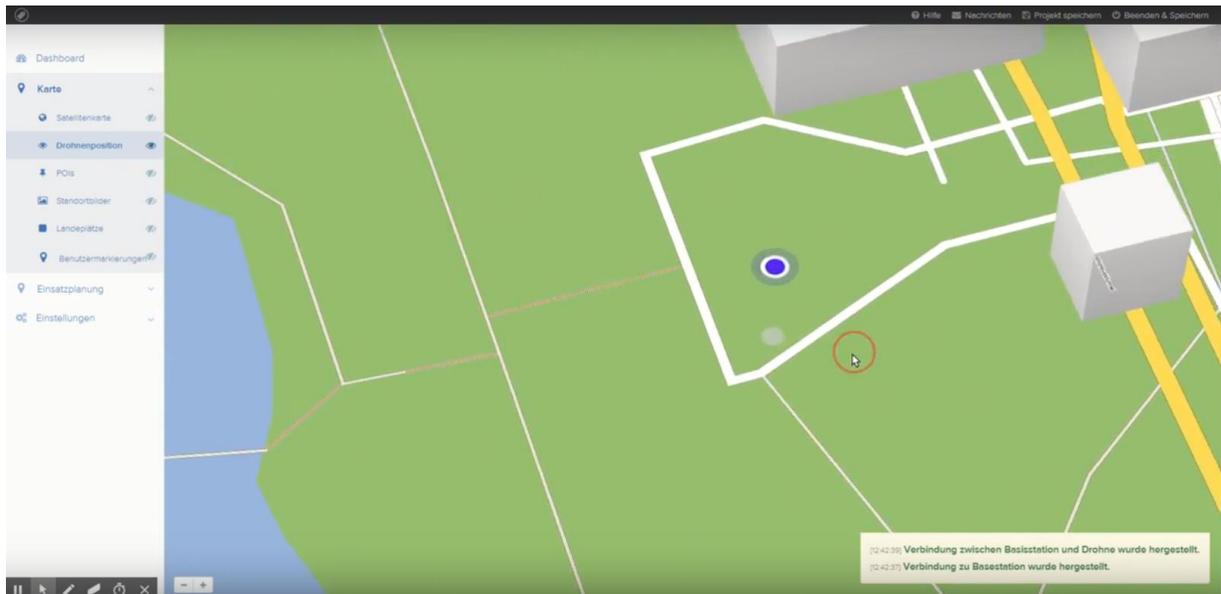


Abbildung 5: Datenvisualisierung des UAV

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 3: OSM Lokalisierung

Es wurde ein OSM Map-Tile-Server aufgesetzt. contact hat ferner eine Meldefunktion umgesetzt, mit der katastrophenrelevante Geodatenpunkte manuell in die Karte eingetragen werden können. Dies kann durch das freihändige Setzen und Benennen von einer Auswahl aus verfügbaren POIs mit Icons auf der Geländekarte erfolgen. Das System wurde so erweitert, dass verschiedene Daten-Ebenen ein- und ausgeblendet werden können. Außerdem wurde eine Statistikfunktion prototypisch implementiert: Die an die Lösung angegliederte Datenbank protokolliert fortlaufend die vorgenommenen Änderungen innerhalb eines Projekts, sodass eine Dokumentation des Einsatzes auch nachträglich noch einsehbar ist.

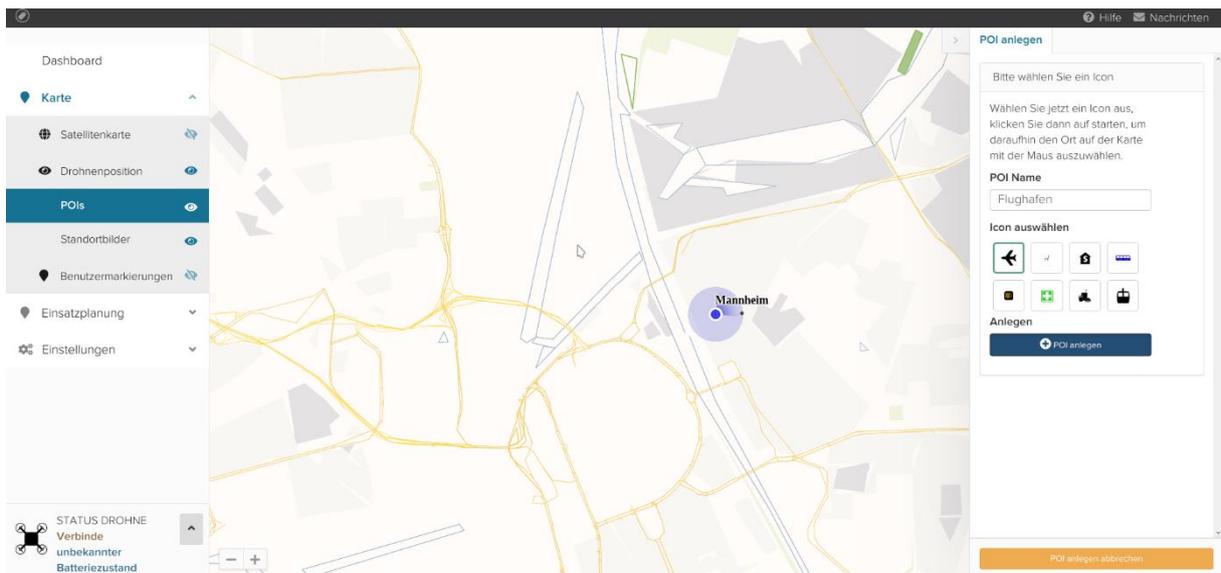


Abbildung 6: OSM-Karte und Georeferenzierung

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 4: Mission Planning

contag hat für die Benutzeroberfläche eine Funktion zur Planung von Einsätzen konzipiert und entwickelt. Zunächst wurde hierbei eine Projekt- und Datenverwaltung erarbeitet und prototypisch umgesetzt: In einem Startbildschirm können verschiedene Einsatzszenarien ausgewählt und in diesen gearbeitet werden. Daneben wurde ein Modul für Projekt-Templates konzipiert, das es erlaubt, typische Templates für Einsätze zum Nachschlagen darzustellen. Weiterhin wurde eine Funktion umgesetzt, mit der Standorte bzw. Aufgaben einfach mit anderen Einsatzteilnehmern geteilt werden können. Schließlich wurde zudem eine Visualisierungsfunktion umgesetzt, mit der Punkte mit dem Finger auf der Karte gemalt und Aufgaben schnell verdeutlicht werden können. Diese Funktion wurde bei Test mit Nutzern sehr positiv aufgenommen.

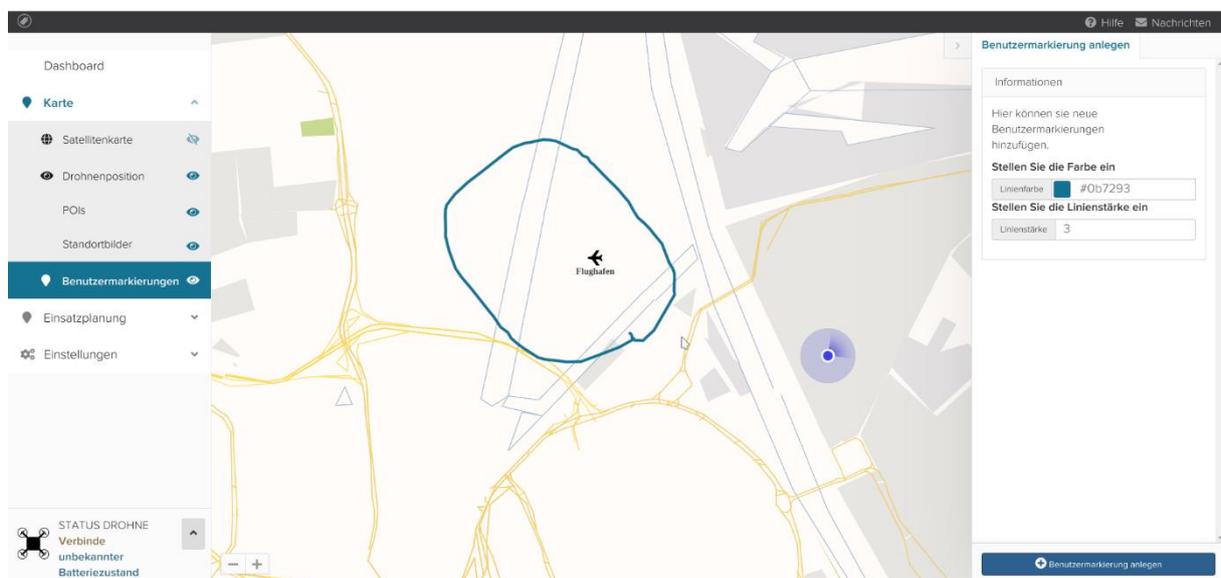


Abbildung 7: Freihand-Malfunktion

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 5: Programmierung webbasiertes Front-End

Die in den vorherigen Arbeitspaketen entwickelten Bedienmuster und Mission Planning Elemente wurden zusammengeführt und in einem funktionalen, webbasierten Front-End umgesetzt. contag hat einen Wizard-Ansatz umgesetzt, der die Einsatzkräfte in mehreren Schritten durch den typischen Projektlauf mit dem UAV führt. In einer Funktion wurde hierbei umgesetzt, dass das Suchfenster des UAV auf der Karte eingezeichnet werden kann. Das Hosting der Lösung wurde eingerichtet. Die Lösung wird in einem Hochsicherheits-Rechenzentrum in Deutschland gehostet. Der laufende Betrieb der Lösung wird durch fortwährende Betreuung der Server sichergestellt.

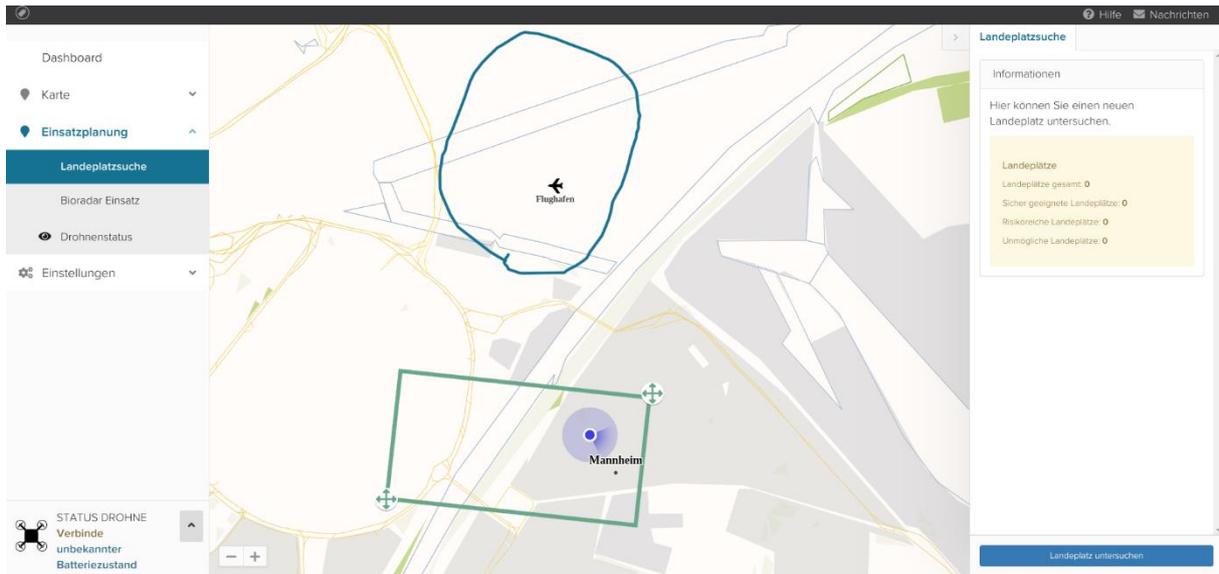


Abbildung 8: Freihand-Malfunktion

Arbeitspaket 5, Teilarbeitspaket 6: Workshop-Vorbereitung – Dokumentation, Videoproduktion, Tutorials

contag dokumentierte die Funktionen der Benutzeroberfläche in einer textuellen Anleitung, die auf die Anforderungen der Zielgruppe eingeht. Dies wurde zudem via Markdown in das Front-End des Prototyps integriert. bei der Dokumentation wurden insbesondere auch die Ergebnisse des AP 6.2 (Gesellschaftliche Akzeptanz) herangezogen. So wurden Tutorials für die Funktionen des Demonstrators in Form von online verfügbaren Erklär-Videos erstellt. Das erstellte Schulungsmaterial basiert auf ersten Erkenntnissen des Arbeitspakets AP6 "Schulungsstrategien", wobei Feedback von den Projektpartnern gesammelt wurde. Die erstellten Videos wurden ebenfalls in das Front-End integriert.

Arbeitspaket 6, Teilarbeitspaket 3: Anwenderschulung und Ausbildung

Es wurde ein Schulungskonzept erstellt, das Anwender lektionsweise an die Bedienung der Oberfläche herangeführt. Verschiedene Vermittlungsstrategien wurden mit Endanwendern evaluiert sowie erste Lerninhalte für ein E-Learning-Angebot, auf das Anwender jederzeit zugreifen können, erstellt und erprobt. Das Feedback der Anwender zu den Testvideos, die in einzelnen Kapiteln Bedienelemente der Lösung zeigen, wurde mit den Projektpartnern für ein gesamtheitliches Schulungskonzept abgestimmt. Die gemeinsam mit den weiteren Projektteilnehmern erstellten Lerninhalte und textuelle Dokumentation der Benutzeroberfläche wurden den Bedienern während der Feldübung zur Verfügung gestellt werden.

Arbeitspaket 7, Teilarbeitspaket 1: Planübungen im Labormaßstab

Im Zuge des Arbeitspakets wurde die mobile Lösung in Testläufen getestet und iterativ verbessert. Hierzu wurden Zwischenstände des User Interfaces durch Testpersonen ausprobiert und kommentiert, wobei das Feedback in die folgenden Verbesserungen der UI einfluss. contag hat den mobilen Prototypen für die Planübung im Labormaßstab vorbereitet

und zur Verfügung gestellt, um die Funktionalität und Gebrauchstauglichkeit zu evaluieren. Während der Übung wurden Loud Thinking mit Anwendern und qualitative Interviews mit Einsatzkräften durchgeführt. Zudem wurde eine Umfrage aufgesetzt, mit der relevante taktische Zeichen erfragt wurden. Generell wurde das User Interface positiv aufgenommen, Farben, Größen, Menüführung wurden gelobt. Die nachfolgende Darstellung zeigt die Ergebnisse der Umfrage zu taktischen Zeichen. Das AP ist abgeschlossen.

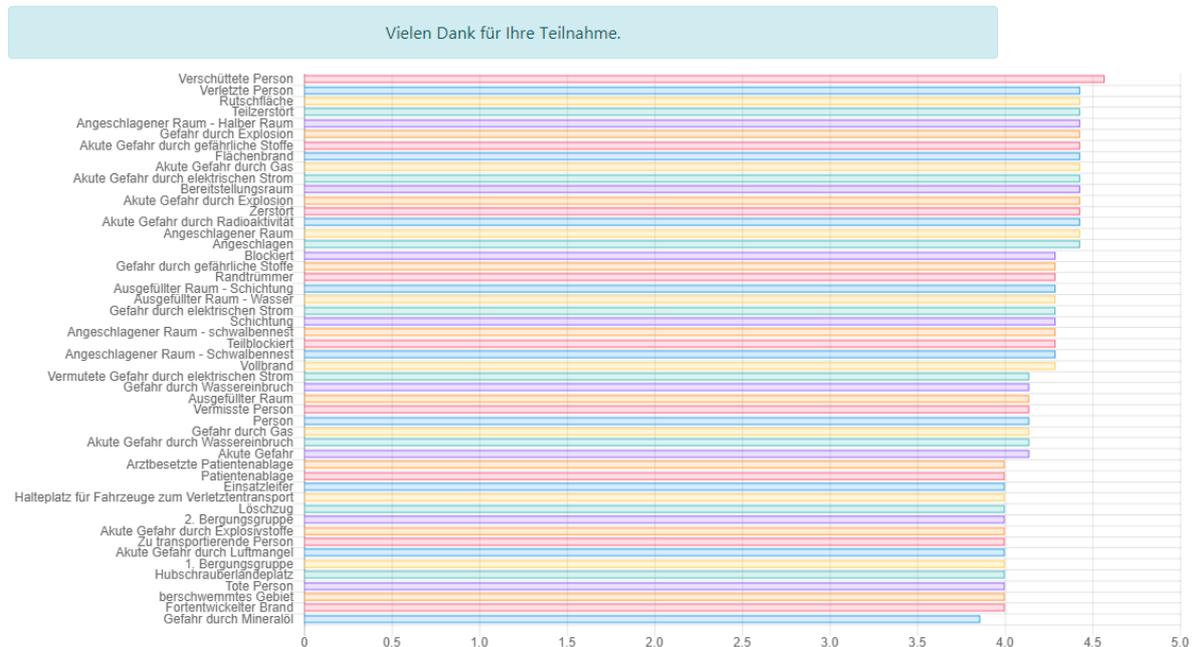


Abbildung 9: Ergebnisse Umfrage zu taktischen Zeichen

Arbeitspaket 7, Teilarbeitspaket 2: Realübung und Feldtest

Im Anschluss an die konzeptionellen Tests im Laborumfeld bereitete contagt den Demonstrator für die Realübungen vor. Hierfür wurde das Testgelände visualisiert und das Übungsszenario dargestellt. Dzu wurden in internen UI-Tests und kontinuierlichen Feedback-Sammlungen die verschiedenen Funktionsbereiche evaluiert. Der Demonstrator wurde für den Einsatz im Feld vorbereitet und konnte die OSM-Karte des Testgeländes anzeigen. Das Front-End wurde für die Realübung und den Feldtest verwendet.

2. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses

Das Projekt verfolgte die drei Hauptziele: a) Die Entwicklung einer nutzerfreundlichen Benutzeroberfläche; b) Die Schaffung einer Lösung für die Kartendarstellung und Einsatzplanung; sowie c) Die Erstellung von Schulungsmaterial. Unter Verwendung der Mittel konnten alle genannten Ziele erreicht werden. Einzelheiten, auch zu den erzielten Ergebnissen, sind den Beschreibungen der einzelnen Arbeitspakete zu entnehmen.

3. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Auch bei den tatsächlichen Mittelaufwänden gab es nur sehr geringe Abweichungen zu der Finanzplanung. Insgesamt lagen die Vorhabenkosten gemäß Nachkalkulation lediglich um 118,24 EUR höher als geplant. Im Laufe des Projekts gab es eine Mittelumwidmung von 17.434 EUR von Personalmitteln hin zu sonstige unmittelbare Vorhabenskosten aufgrund von Personaländerungen. Danach beliefen sich die Abweichungen bei den Personalkosten auf nur 0,2%. Bei den Reisekosten und Abschreibungen auf vorhabensspezifische Anlagen waren die Kosten etwas niedriger als geplant (-19% bzw. -1,6%). Diese Posten waren allerdings im Vergleich zu den Personalkosten sehr gering, sodass diese Abweichungen kaum ins Gewicht fielen. Die Abweichungen erklären sich durch effiziente Reiseplanung. Die sonstigen unmittelbaren Vorhabenskosten entsprachen (nach Umwidmung) mit einer minimalen Überschreitung von 0,65% fast genau der Planung.

4. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie die dafür aufgewandten Ressourcen waren notwendig und angemessen für den erfolgreichen Abschluss des Projekts. Sie entsprachen der Planung, die im Projektantrag definiert wurden. Außerdem wurden alle Aufgaben erfolgreich bearbeitet. Es waren keine zusätzlichen Ressourcen für das Projekt notwendig.

5. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses

Nachdem das Projekt gezeigt hat, dass der entwickelte Demonstrator großes Potential besitzt, bietet sich an, nach Projektabschluss das FOUNT2-System kommerziell zu vermarkten und den Demonstrator zur Serienreife weiterzuentwickeln. Hierzu gehören die kontinuierliche Weiterentwicklung der Anwenderschnittstelle und die Optimierung der Applikation. Der Markteintritt des Systems ist für das Folgejahr nach Projektende geplant. contagt stellt die Software-Lösung hierbei unter Lizenz zur Verfügung und wird so an den Umsatzerlösen für den Service beteiligt. Ferner werden einzelne Komponenten (User Interface, Karten-Renderer, Tracking-Funktion) produktisiert und in hausinterne Lösungen integriert werden.

Nach dem Projekt sollen Kunden z.B. in den Bereichen Feuerwehren und Rettungs-/Schutzkräfte akquiriert werden. Hiervon gibt es europaweit insgesamt ca. 60.000 entsprechende Zielkunden für das Gesamtsystem aus Profikopter und Software-Lösung. Der Deutsche Rettungshundeverein DRV e.V und die Feuerwehr und Katastrophenschutz Mannheim haben im Vorfeld ebenso Interesse an dem System bekundet.

Die Verwertung der Ergebnisse erfolgt überwiegend in Deutschland. Die contagt GmbH plant neue Arbeitsplätze zu schaffen; ebenso weist das Projekt durch seinen hohen Innovationsgrad und die Berücksichtigung von "Datenschutz Made in Germany" eine positive Signalwirkung für den Wirtschaftsstandort Deutschland auf. Bei der Vermarktung wird mit Kooperationspartnern zusammengearbeitet und gemeinsame Lösungen bzw. Beratung angeboten. Ebenso wird der Austausch hinsichtlich eventueller weiterer Forschungsprojekte mit den (assoziierten) Projektpartnern fortgeführt.

6. Während der Durchführung bekannt gewordene Fortschritte anderer

Während der Durchführung wurden keine Fortschritte anderer bekannt, welche für die Durchführung des Projekts wichtig waren.

7. Erfolgte oder geplante Veröffentlichung des Ergebnisses

Während der Projektlaufzeit kam es zu folgender Veröffentlichung:

Projektvorstellung auf der Internetseite von contagt: FOUNT2 wurde mit seiner Thematik und Zielsetzung auf der unternehmenseigenen Internet-Präsenz beschrieben. Zudem wurde ein Verweis auf weiteres externes Informationsmaterial angeführt. Ein Screenshot mit einem Ausschnitt des Artikels ist unten aufgeführt. Der Artikel ist sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch verfügbar (<https://contagt.com/2017/05/3d-vermessung-mit-drohnen/>).

3D-Vermessung mit Drohnen



Nach Erdbeben oder Gasexplosionen müssen Verschüttete innerhalb kürzester Zeit gefunden werden, um Leben zu retten. Bisher wurden hierfür vor allem Spürhunde eingesetzt. Leider stoßen aber auch die Hunde bei großen Katastrophenszenarien an ihre Belastungsgrenzen. Könnten Drohnen eventuell eine nützliche Alternative darstellen?

Dieser Frage beleuchtet contagt mit seinen Partnern in dem Forschungsprojekt FOUNT². Das Konzept sieht mehrere Bestandteile vor, die Rettungskräfte vor Ort effektiv unterstützen sollen: Erstens sorgt eine Drohne (unbemanntes Luftfahrzeug, UAV) für einen schnellen Überblick über das Trümmerfeld und kartographiert das Gelände gleichzeitig in 3D. Zweitens ist an der Drohne ein spezielles Bio-Radar angebracht. Es kann Lebenszeichen anhand leichtester Bewegungen des Brustkorbs von Überlebenden detektieren. Drittens aggregiert eine mobile Software-Lösung die gesammelten Daten und hilft den Rettern so, den Einsatz zu planen und die Bergung zielgerichtet durchzuführen.

Zukunft mitgestalten

Klingt nach Science-Fiction, oder? Man erinnere sich an die Vermessungs sonden im Weltraum-

Suchen

Tags

- 3D
- 360°
- AR
- Architektur
- ASSIST²
- Barrierefrei
- Barrierefreiheit
- Bescons
- Blinde
- Bluetooth
- CEBIT
- Digitale Barrierefreiheit
- Digitale Wegeleitung
- Drohne
- ESA
- FOUNT²
- Galileo
- GPS
- Hackathon
- Indoor-Navigation
- JOSM
- Kartographie
- Nahverkehr
- ODINE
- OpenStreetMap
- Orientierung
- OSM
- Penorems
- Rest API
- Retail
- SDK
- Sehbehinderte
- Tag der Begegnung
- Tourismus
- UAV
- Ultraschall
- Usability
- VR
- WhereCamp