



Schlussbericht

Anwenderintegration und Decision Support - Airborne Remote Sensing for Hazard Inspection by Network-Enabled Lightweight Drones (AirShield)

Förderkennzeichen:

13N9838

Zuwendungsempfänger:

Universität Paderborn
Fakultät für Maschinenbau
Fachbereich C.I.K.
Pohlweg 47-49
33100 Paderborn

Gesamtlaufzeit:

01.07.2008-30.06.2011

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzdarstellung	3
1. Aufgabenstellung	3
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	3
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	3
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand	4
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
II. Eingehende Darstellung	8
1. Verwendung der Zuwendung.....	8
2. Wichtigste Positionen des zahlungsmäßigen Nachweises	39
3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	40
4. Voraussichtlicher Nutzen.....	41
5. Wissenschaftlicher Fortschritt bei anderen Stellen.....	42
6. Veröffentlichungen.....	44
III. Literaturverzeichnis	46

I. Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

Das Einzelvorhaben (EV) der Universität Paderborn (UPB) fokussiert die Entscheidungsunterstützung im Kontext des AirShield-Gesamtprojektes. Ziel ist es, durch intensive Anwenderintegration in Anforderungsanalyse und Validierung ein Werkzeug zur Unterstützung bei Flächenlagen zu entwickeln, das Daten aus dem Kontext (u. a. Geo-, Sensor- und Ressourcendaten) sammelt, aggregiert und daraus nutzbare Vorgehensempfehlungen für die Technische Einsatzleitung ableitet. Diese Empfehlungen werden über eine Datenservice-Schnittstelle bereitgestellt und können im AirShield-Client dargestellt werden. Die Überprüfung der Nutzbarkeit der generierten Informationen sowie der Gebrauchstauglichkeit aufsetzender, darstellender Systeme ist in der Aufgabe der UPB eingeschlossen.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Ein ABC-Einsatz erfordert eine zielgerichtete Detektion und Identifikation des potentiell freigesetzten Stoffes, angemessene Verhaltenshinweise zum Schutz der im Gefahrenbereich befindlichen Personen (Einsatzkräfte, wie zivile Bevölkerung) und Maßnahmen zur Gefahrenbeseitigung. Dieses stellt für die Entscheidungsträger der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr eine zentrale Herausforderung dar und bedarf oftmals der Gefährdung von Einsatzkräften vor Ort, um eine geeignete Erkundung der Situation vorzunehmen.

Dabei spielt die Erfassung und geographische Zuordnung von Messwerten und einsatzrelevanten Objekten eine bedeutende Rolle für die Erstellung und Führung des Lagebildes.

Im Rahmen des Forschungsprojekts AirShield sollen Flugroboter mit leichtgewichtiger Sensorik bei der Erkundung der Lage unterstützen. Aus den aufgenommenen Daten können dann durch das AirShield-System Handlungsempfehlungen und Prognosen für die Entwicklung der Situation abgeleitet und visualisiert werden.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die UPB war in enger Kooperation mit der Feuerwehr Dortmund als Endanwender der geplanten Lösung, verantwortlich für das AP 100, in dem eine detaillierte Anforderungsanalyse für das geplante System erstellt und mit den operativen Partnern auf Machbarkeit erprobt wurde. Danach gliedert sich der Gesamttablauf in einen technischen und einen begleitenden, sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Strang. Dieses EV war im technischen Strang verankert. Hier mussten für das

Decision Support System (DSS) Funktionen und Schnittstellen in eigener Verantwortung definiert werden. Diese Phase ging dann in eine Kette aus Implementierung der Subsysteme (Koordination microdrones), Systemintegration (Koordination GIS Consult) und Feldtest (Koordination Feuerwehr Dortmund) über, um ein stabiles Subsystem bereitstellen zu können. Dies wurde durch eine kontinuierliche Validierung (Koordination Technische Universität Dortmund/CNI) begleitet und wissenschaftlich bewertet.

Die einzelnen Arbeitspakete sind der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen.

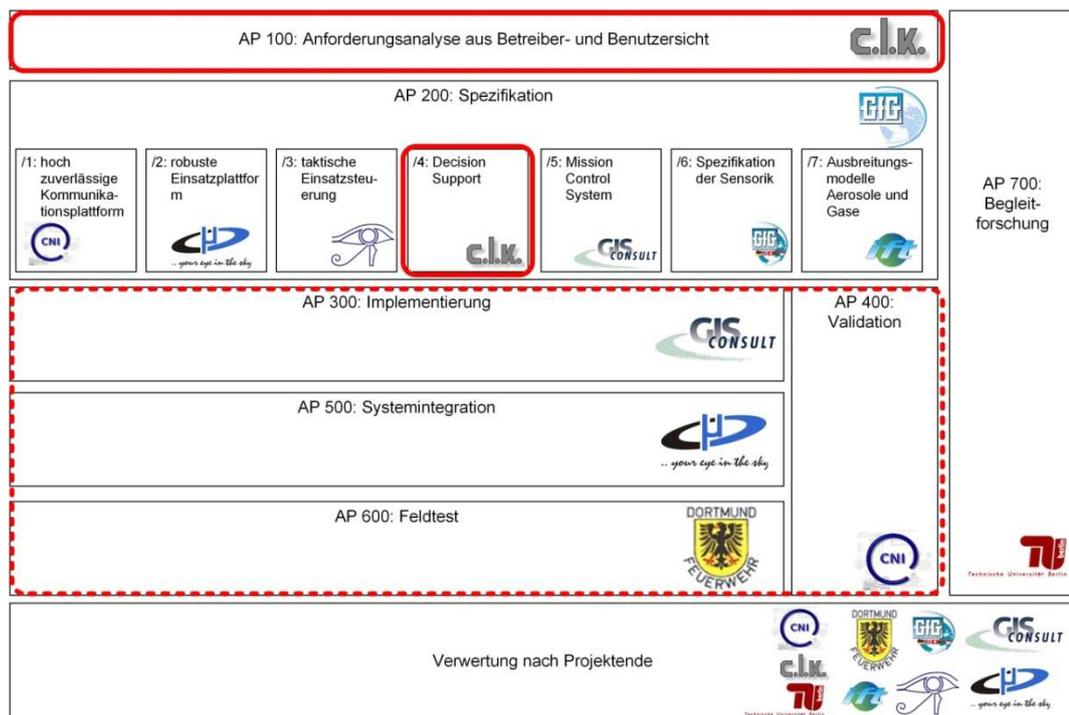


Abbildung 1: Einordnung der Arbeitspakete des EV in das Gesamtvorhaben

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand

Für das hier beschriebene EV ist das Thema „Decision Support für das Krisen-Management in großflächigen Schadenslagen auf Basis von Sensordatenauswertung“ zu betrachten. Der Stand der Wissenschaft muss in diesem Bereich klar vom Stand der Technik in der Anwendungsdomäne abgegrenzt werden.

Das Arbeitsthema ist im Bereich des Wissensmanagement anzusiedeln, das hier selbst als Wissenschaftsdisziplin und nicht als Technik betrachtet wird. Eine kritische Auseinandersetzung mit dieser Frage liefert u. a. [12]. Zahlreiche wissenschaftliche Veröffentlichungen zielen auf die gerichtete Versorgung definierter Benutzergruppen mit entscheidungsrelevanten Informationen. Die semantische An-

notation und Vernetzung von Daten nimmt dabei eine führende Stellung ein (vgl. [5]).

Die aktuelle Versorgung der Anwenderdomäne mit IT-Systemen beschränkt sich in der Regel auf Einsatzleitsysteme, die in ortsgebundenen Leitstellen zur Disposition genutzt werden. Schnittstellen in Verwaltungssysteme sind innerhalb der jeweiligen Organisation zumeist vorhanden, andere Organisationen können jedoch in den wenigsten Fällen angebunden werden. In Form integrierter Leitstellen wird daher ein spezieller Weg der Integration eingeschlagen (z. B. für das Vorgehen in Bayern siehe [13]). Für die Unterstützung der taktisch/operativen Führungsebene mit wissensbasierten Lösungen existieren einerseits Forschungsansätze (siehe Abschnitt 2.1.1), andererseits einige Produkte auf dem Markt für „Führungsunterstützung“. Diese beschränken sich aber auf die Informationsbereitstellung in Erweiterung des Einsatzbereichs des Leitsystems und bieten keine explizite Form der wissensbasierten Entscheidungsunterstützung. Beispiele solcher Führungsunterstützungssysteme sind Drägerware.act! der Fa. Dräger Safety AG & Co. KGaA und ARIGON® PLUS der Fa. Vomatec International GmbH. In weiten Teilen der Anwendungsdomäne ist jedoch die Verwendung papiergebundener Verfahren auf Basis von Formularen, Karten und Plänen Standard (vgl. [18]).

Abgrenzung zu anderen Projekten

Im Rahmen laufender Projekte der UPB haben sich Synergieeffekte ergeben, die in das AirShield-EV eingeflossen sind. Im Einzelnen sind zu nennen:

- Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) fördert ab Februar 2008 das dreijährig geplante Forschungsprojekt Mobis Pro im Rahmen des Technologie-Wettbewerbs SimoBIT. Ziel war es, die Prozesse vom Vorbeugenden zum Abwehrenden Brandschutz zu optimieren. Der Schwerpunkt dieses Projektes liegt in der Prozessmodellierung und –optimierung. Dies soll durch eine Integration heterogener Datenbestände entlang der Prozesskette unterstützt werden. Die Implementierung erfolgt in vorhandenen Systemstrukturen. Die dabei verwendeten Methoden, Regeln und Algorithmen bilden jedoch auch für AirShield eine wichtige Quelle.
- Ebenfalls im Programm "Forschung für die zivile Sicherheit" fördert das BMBF das Forschungsvorhaben ORGAMIR ab Februar 2008. Die UPB koordinierte dieses Projekt und bereitet auf Basis eines Gefahrenszenarios in U-Bahn-Tunneln und -Stationen Informationen für die Leitstellen von Feuerwehr, Rettungsdienst und U-Bahnbetreiber auf. Dieses spezielle Szenario, das technologisch auf die genannten Organisationen und Industriepartner abgestimmt sein muss, enthält Methoden der Informationsaggregation und speziell der Generierung von Vorgehensempfehlungen, die in AirShield eingebracht wurden. Die Übertragbarkeit in beiden Richtungen wurde überprüft, entsprechende Begleitforschung aktiv unterstützt.

- Das Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie des Landes Nordrhein-Westfalen NRW förderte das Großprojekt „Internationale Waldbrand-Bekämpfung“ (iWBB). Die UPB übernahm darin koordinative Aufgaben, die insbesondere anwenderbezogene Prozesse beinhalten. Das Szenario eines Waldbrandes und die entsprechenden Erhebungen bei den beteiligten Akteuren können in die Demonstration der AirShield-Plattform sowie weiterführende Analysen zur Verwertung einfließen.

Neben diesen Forschungsaktivitäten der UPB wurden auch Projekte in entsprechenden Förderprogrammen beobachtet und die TP-Ergebnisse laufend auf ihren Innovationsgehalt überprüft. Mit Blick auf die nationale Forschung baut AirShield auf laufenden Aktivitäten auf, war in seiner Gesamt- und Teilzielsetzung aber einzigartig.

Die europäische Kommission fördert seit der Vorbereitung zum 7. Forschungsrahmenprogramm explizite Sicherheitsforschung. Zuvor wurden Themen der inneren Sicherheit der EU innerhalb Technologie-orientierter Ausschreibungen gefördert. Diese beziehen sich in weiten Teilen auf den Bereich der Kommunikationstechnologie, ohne jedoch eine Lösung für den Bereich der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr in Deutschland anbieten zu können. Demonstratoren bieten in einigen Fällen Führungsunterstützung, fokussieren dabei jedoch die Kommunikation zwischen Einsatzkräften auf taktischer (z. B. RIMSAT) oder operativer Führungsebene (z. B. wearIT@work). Gezielt zu nennen ist das EU-Projekt AMIRA , in dem u. a. ein System entwickelt wurde, das Anfragen von mobilen Endgeräten entgegen nimmt, analysiert und den Zugriff auf die angeschlossenen Informationsquellen steuert (vgl. [4], [11]). Einerseits ist die Einbeziehung von Sensordaten jedoch nur angedacht, andererseits ist die Generierung von Vorgehensempfehlungen nicht im Fokus dieses Projektes. Dies konnte bereits mit dem AMIRA-Anwendungspartner UK Fire Services College in London diskutiert werden.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die projektinternen Schnittstellen variieren im Verlauf des Projektes und sind Arbeitspaket-abhängig zu skizzieren: Die Analyse der Benutzeranforderungen wurde in enger Kooperation mit dem Anwendungspartner Feuerwehr Dortmund durchgeführt. Dabei wurden sowohl Angehörige der Freiwilligen- wie auch der Berufsfeuerwehr befragt. Die in Dortmund angesiedelte Analytische Task Force war darüber hinaus bei der Definition von Anforderungen und Systemspezifikationen eingebunden. Dies dient als Input für die weiteren Aufgabenpakete in AP 100. Zur Aufnahme der Anforderungen für das Subsystem wurden alle beteiligten Entwicklungspartner einbezogen. Die in AP 240 erstellte Subsystem-Spezifikation stellt die Vorgabe für die Arbeiten in AP 340, 350 und 360 dar. Bei der Implementierung erfolgte eine Abstimmung mit den Entwicklungspartnern anderer Subsysteme. Dies betraf insbe-

sondere die Gesellschaft für angewandte Geoinformationssysteme GIS Consult für die Schnittstelle zu Geodaten und zur Client-Anwendung. In den aufbauenden Arbeitspaketen 400, 500 und 600 unterstützte die UPB die jeweiligen Arbeitspaketleiter mit Bezug auf die eigenen Arbeitsergebnisse. Insbesondere bei der Systemintegration und der Validierung von Benutzeranforderungen war eine enge Verzahnung der Vorgehensweisen angestrebt und unterstützt.

Schnittstellen zu Dritten ergeben sich in der Aufnahme der Benutzeranforderungen und der Spezifikation und Implementierung des Subsystems „Geodaten- und Entscheidungsunterstützungssystem“. Die Anforderungsanalyse wurde bedarfsgesteuert durch offene Diskussionen bei weiteren Anwendern – Feuerwehr, Rettungsdienst, THW und Hilfsorganisationen – begleitet. Dabei wurden die Anforderungen auf Allgemeingültigkeit und Übertragbarkeit in der Domäne überprüft.

In der wissenschaftlichen Vorgehensweise und insbesondere bei der Entwicklung innovativer Methoden der Informationsverdichtung beteiligte sich die UPB an der fachlichen Diskussion durch Veröffentlichungen, Konferenz- und Workshopbeiträge.

II. Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung

Im nachfolgenden Bericht werden die Vorgehensweisen und Ergebnisse des Teilvorhabens „Anwenderintegration und Decision Support“ des AirShield-Projekts erläutert.

AP100 Anforderungsanalyse

Szenario-Beschreibung

Das Szenario wurde auf Basis von Vorgaben der Experten der Feuerwehr Dortmund erstellt, durch Anregungen aus dem Projektverbund erweitert sowie vor dem Hintergrund von Anforderungen zur Anwendbarkeit in Anforderungsanalyse und Evaluation beschrieben. Die wichtigsten Anforderungen in diesem Zusammenhang sind die Parametrisierbarkeit zur Ableitung einzelner variabler Testfälle sowie die Möglichkeit der Validierung der Analyseergebnisse in verwandten Szenarien. Wichtige Parameter sind das ursächliche Schadensereignis, beteiligte Schad-/Gefahrstoffe, das Wetter, Randbedingungen für die technischen AirShield-Komponenten (z. B. rechtliche Restriktionen bezüglich der Drohne) sowie Aspekte des Kontextes und der Umwelt.

Die Szenario-Beschreibung wurde in unmittelbarer Folge des Kickoff-Meetings Anfang September 2008 im Verbund zur Diskussion gestellt. Sie liegt als Dokument vor. Inhaltlich stellt sie eine Szenariobeschreibung, notwendige Eingrenzungen des Szenarios im Verbund, Grundzüge des Aufbaus der Rettungskräfte und deren Funktionen sowie den groben Ablauf des Einsatzes in funktionaler und zeitlicher Perspektive dar.

Für AirShield dient im Folgenden das Großfeuer einer Recyclinganlage in Bochum-Riemke als Referenzfall. Der Bezirk Riemke umfasst 3,76qkm mit der Bevölkerungszahl von 7680 Personen in 3980 Haushalten [19].

Die in der Einsatzleitstelle eintreffende Meldung (7.30 Uhr) enthält Informationen über ein Großfeuer einer Recyclinganlage mit Rauchbildung in Stadtteil Bochum-Riemke, Herner Str. / Ecke Rensingstraße [20].

Erste Informationen zum Einsatz erhalten alle Einsatzkräfte bereits bei der Alarmierung, entweder als Durchsage in der Feuerwache oder als Durchsage/Anzeige im Funkmeldeempfänger. Zu diesen Informationen zählen das Alarmstichwort und der Einsatzort. Der Einsatzleiter erhält zusätzlich Informationen über alle alarmierten

Fahrzeuge, alle notwendige zusätzliche Ausrüstung und den genauen Anfahrtsweg. Wenn zum Einsatzobjekt Einsatzpläne vorhanden sind, so erhält diese der Einsatzleiter. In dem Einsatzplan werden die alarmierten Fahrzeuge und Geräte, besondere Gefahren im Objekt, der Anfahrtsweg, Hinweise zur Wasserversorgung, Informationen zu den Zugängen und das Vorhandensein von Schlüsseln aufgelistet [15].

Beim Eintreffen der Einheiten am Einsatzort steht die gesamte Lagerhalle in Brand. Die brennende Lagerhalle des Recyclingunternehmens umfasst 30 mal 70 Meter [20].

In der Lagerhalle werden hochkalorische Gewerbeabfälle (überwiegend Polypropylen-Kunststoffe) gelagert [20], welche zu enormen Rauchbildung führen. Brandrauch stellt eine enorme Gefahr dar. Bei Brandrauch entsteht ein Gemisch aus den unvollständig verbrannten Stoffen. Dieses Gemisch besteht aus festen, flüssigen und gasförmigen Bestandteilen. Der feste Bestandteil ist Ruß. Gasförmig entsteht immer Kohlenstoffmonoxid und je nach verbranntem Stoff andere Pyrolyseprodukte [15].

Es besteht die Möglichkeit neben dem Bochumer ABC-ErkKW weitere 5 Messfahrzeuge im Rahmen der überörtlichen Gefahrenabwehr aus Siegen, Unna und Hagen sowie aus dem Märkischen- und Hochsauerland-Kreis hinzuzuziehen. Die sichtbare Rauchwolke zieht in Richtung Nordosten. Mit dem Absinken der Rauchwolke kann im Norden und Nordosten von Bochum sowie in Herne gerechnet werden [Boch1].

Zu beachten gilt, dass ein Schadenereignis während des Einsatzes im Umfang und im Gefährdungsgrad weiter anwachsen kann und ebenso ursächlich abgeschlossen sein (zum Beispiel durch das Fehlen von Brandsubstanz) [15 ,S.5].

Neben dem Schadstoff liefert das Klima relevante Einflüsse auf die Gefahrensituation. Die Ausbreitung der Wolke wird durch die Temperatur, die Windrichtung, die Windstärke, die Luftfeuchtigkeit und mögliche Niederschläge maßgeblich beeinflusst. Außerdem ist zu untersuchen, inwieweit das Klima die Aktionen und Reaktionen der Betroffenen bzw. Beteiligten beeinflussen. Als Szenario wird ein Großfeuer, am Beispiel eines Brandes einer Recyclinganlage in Bochum-Riemke, betrachtet.

Die Eigenschaften des Schadensereignisses ermöglichen die Erprobung aller AirShield-Technologien, das Szenario bietet Optionen zur Parameteridentifikation und -variation und es hat Bezug zu einem realen Ereignis mit Auswirkungen auf die Stadt Dortmund.

Glossar

Zur Vereinfachung der Kommunikation im Projektverbund wurde ein Glossar angelegt, das Begriffe der Anwenderdomäne identifiziert und beschreibt. Das Glossar ist den Verbundpartnern im gemeinsamen Datei-Repository als MS Excel-Tabelle verfügbar.

Anforderungskatalog

Die Analysetätigkeiten zur Erhebung der Anforderungen haben sich auf die allgemeinen Benutzeranforderungen und die Kommunikationsbedürfnisse zwischen Anwendern und entwickelnden Partnern konzentriert. Der resultierende Anforderungskatalog wurde im Verbund diskutiert und der Anforderungskatalog mit den nachfolgenden wesentlichen Kapiteln zur Verfügung gestellt:

- Gesamtbeschreibung mit einer Beschreibung des Systems, der geforderten Systemfunktionen, einer Liste der relevanten Stakeholder, einer Zusammenfassung wichtiger Randbedingungen für die Projektdurchführung und Annahmen, die im Projektverbund vereinbart wurden.
- Spezifische Anforderungen, die sich auf die Subsysteme Drohnenplattform, Mikrosystemtechnik, Kommunikationstechnik, Geodaten- und Entscheidungsunterstützungssystem (GIS und DSS), Ausbreitungsmodellierung von Aerosolen und Gasen und das Mission Control System beziehen.

Insgesamt wurden 178 Anforderungen aufgenommen, die konsolidiert und vereinheitlicht wurden. Alle Anforderungen folgen dem von der UPB vorgeschlagenen Schema, das in Abbildung 3 dargestellt ist.

<Nr. >	<Titel>	<Muss / Soll>
Beschreibung:		
Begründung:		
Abhängigkeiten:		
Zusätzliche Informationen:		
<optional: Autor>	<optional: Quelle>	<Aktuelle Version>

Abbildung 2: Schema zur Beschreibung einer Anforderung und zugehöriger Eigenschaften

Zudem wird eine in der Literatur vorgeschlagene und hilfreiche Syntax zur Formulierung von Anforderungen verwendet. Diese wird in der nachfolgenden Abbildung erläutert.

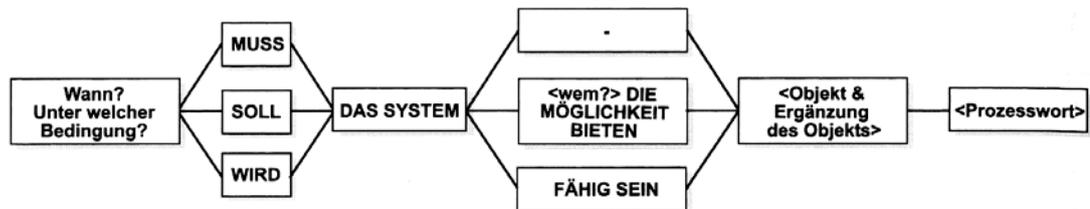


Abbildung 3: Syntax Schema [vgl. [16]]

Nach dieser zielgerechten Vorgehensweise wurden für das AirShield-System im Wesentlichen „Muss“ und „Soll“ Anforderungen definiert.

Die UPB hat hierbei die Rolle der Überprüfung und Konsolidierung der Anforderungen übernommen.

Im Folgenden sind beispielhaft zwei Anforderungen aufgeführt, die sich auf das von der UPB entwickelte Decision Support System beziehen.

Tabelle 1: Zuordnung Zeit

2638	Zuordnung der Zeit	Muss
Beschreibung:	Die Informationsaggregation muss fähig sein jede Maßnahmeempfehlung mit einer Zeit zu versehen, in der die Maßnahme von der Informationsaggregation empfohlen wurde.	
Begründung:	Dadurch wird eine Kontrolle darüber möglich, wie alt eine Maßnahmeempfehlung ist.	
Abhängigkeiten:		
Zusätzliche Informationen	Funktionale Anforderung / detaillierter Inhalt	
UPB (J.K)	Herr Gütschow	<Aktuelle Version>

Tabelle 2: Zuordnung Priorität

2642	Zuordnung der Prioritätsstufe	Soll
Beschreibung:	Die Informationsaggregation soll fähig sein den Maßnahmeempfehlungen eine Prioritätsstufe zuzuordnen.	
Begründung:		
Abhängigkeiten:		
Zusätzliche In- formationen	Funktionale Anforderung / grober Inhalt	
UPB (J.K)	UPB(J.K.)	<Aktuelle Version>

Im weiteren Projektverlauf bearbeitete die UPB das kontinuierliche Anforderungsmanagement. Dieses stellte insbesondere bei einer agilen Vorgehensweise in der Softwareentwicklung, wie sie in diesem Projekt verfolgt wurde, eine Herausforderung dar.

AP 200 und AP 300 Spezifikation und Implementierung

Es wurde die Diskussion einer grundlegenden Architektur in AP 200 unterstützt. Innerhalb der Abstimmungsgespräche wurde dabei insbesondere die Anwendersicht, die aus Analysegesprächen resultierte, eingebracht.

AP 240 Architekturabstimmung bezüglich des Decision Support Systems (DSS)

Für das Modul zur entscheidungsunterstützenden Informationsbereitstellung, das in AP 240 spezifiziert und anschließend implementiert wird, wurde ein erster Entwurf der Spezifikation erstellt. Diese liegt dokumentiert vor und ist im Verbund verfügbar. Sie umfasst die Aspekte der Datenmodellierung (Definition des Objektes „Maßnahme“) und Operationen des zu erstellenden Dienstes. Zudem führt sie in weiteren Abschnitten Informationen zur Unterstützung der Abstimmung im Verbund an: Anwendungsfälle zur Einbindung des Dienstes, mögliche Datenquellen und anzubindende Dienste und benötigte Operationen anderer AirShield-Dienste.

Darüber hinaus musste der Prozess der Feuerwehr in einem ABC-Einsatz analysiert werden, um die Möglichkeit einer Maßnahmeempfehlung abschätzen zu können (siehe nachfolgende Abbildung).

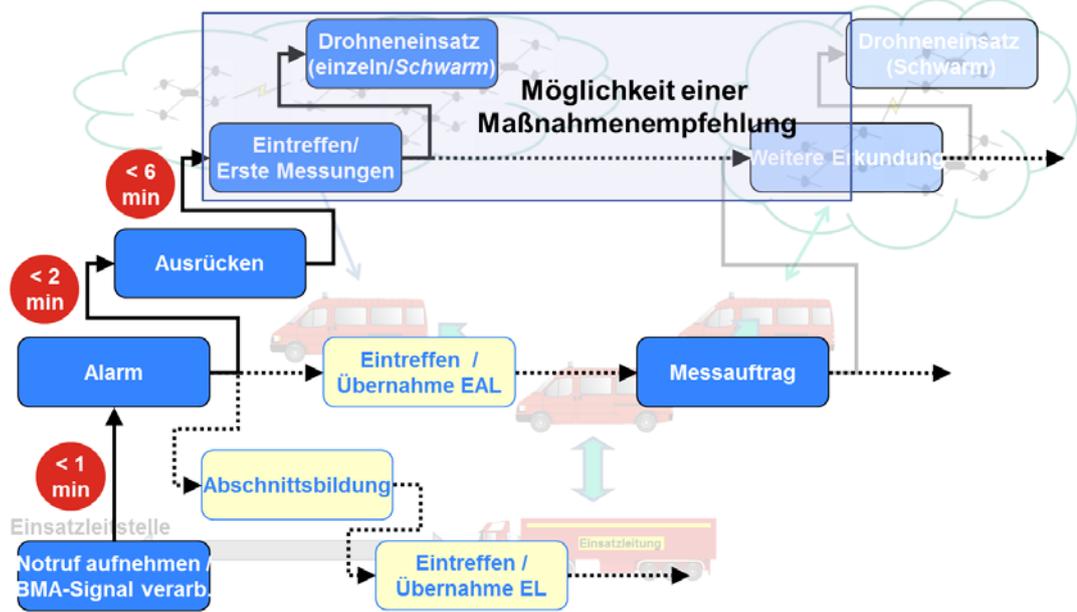


Abbildung 4: Prozess Feuerwehr

Die Architektur des DSS wurde folgendermaßen spezifiziert:

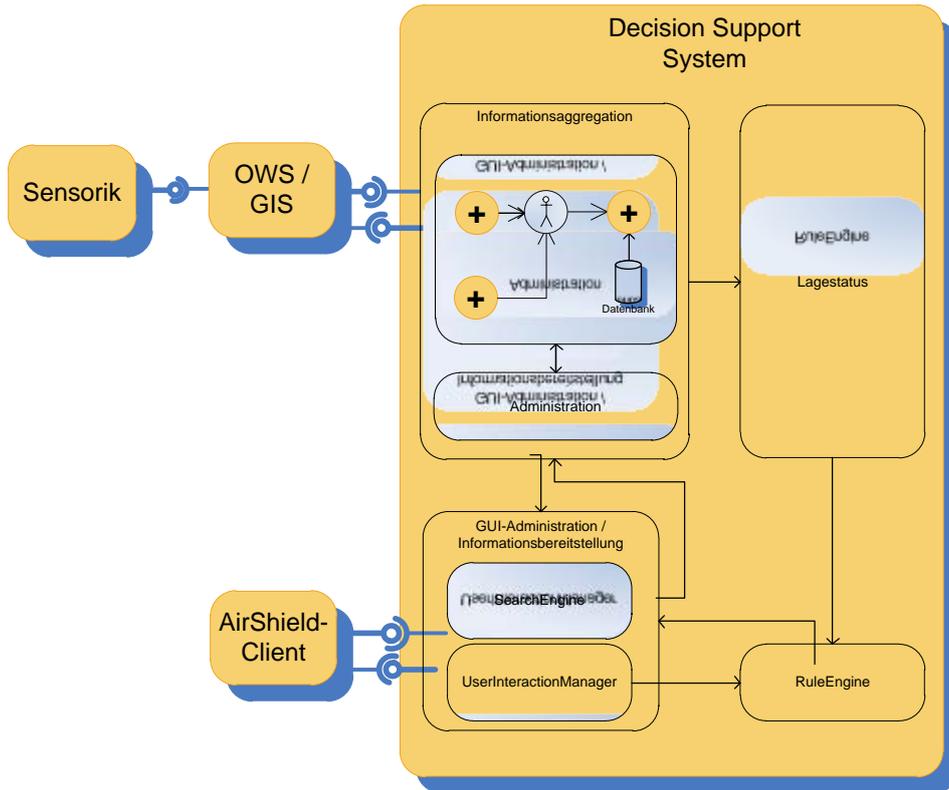


Abbildung 5: Systemarchitektur des DSS

Die Definition von Schnittstellen, insbesondere zum Geoinformationssystem (GIS) des Projektpartners GisConsult wurden implementiert. Dazu wurden zum einen XML-Austauschformate vereinbart, als auch Kommunikationsabläufe zwischen dem DSS und den Web Services des „Sensor Web Enablement“ des Open Geospatial Consortium (OGC), die als Technologie zum Einsatz kommen.

- Sensor Observation Service/SOS
- Sensor Alerting Service/SAS
- Web Notification Service/WNS

Auf diese Weise wird die Kommunikation sinnvoll koordiniert und Sensordaten können abgefragt werden beziehungsweise es kann bei Schwellwertüberschreitungen eine Benachrichtigung erfolgen.

Die erstellte Systemspezifikation im Rahmen des AP240 für das Subsystem „Decision Support System“ wurde während der Entwicklung iterativ erweitert.

Decision Support Systems

Es sind die Komponenten Informationsbereitstellung, Lagestatus und Informationsaggregation hervorzuheben. Die wichtigsten Aspekte der Spezifikation dieser Komponenten werden im Folgenden zusammengefasst.

Informationsbereitstellung

Diese Komponente stellt dem GIS gesammelte Daten und hergeleitete Maßnahmen zur Verfügung. Darüber hinaus nimmt sie Anfragen, die von Seiten des GIS gestellt wurden, entgegen und leitet sie an die entsprechende Komponente weiter. Um den Maßnahmenaustausch zwischen dem DSS und dem Client angemessen zu gestalten, wurde eine XML-Struktur definiert, die im Folgenden dargestellt wird.

```

<MassnahmenVorschlag xmlns="http://www-cik.udp.de" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
  <MnBezeichnung>Bezeichnung</MnBezeichnung>
  <MnBeschreibung>Beschreibung</MnBeschreibung>
  <MnBegrueundung>Begrueundung</MnBegrueundung>
  <MnInformation>Information</MnInformation>
  <MnGeoReferenz>
    <gml:pos>51.531106 7.48562</gml:pos>
  </MnGeoReferenz>
  <MnAdressat>Adressat</MnAdressat>
  <MnAusgabezeit>Zeit</MnAusgabezeit>
  <MnPrioritaet>Prioritaet</MnPrioritaet>
  <MnVisualisierung>Bild</MnVisualisierung>
  <MnBeteiligteListe>
    <BMember>
      <EmId>b1</EmId>
      <EmGeoReferenz>
        <gml:pos>51.531106 7.48562</gml:pos>
      </EmGeoReferenz>
    </BMember>
    <BMember>
      <EmId>b2</EmId>
      <EmGeoReferenz>
        <gml:pos>51.531106 7.48562</gml:pos>
      </EmGeoReferenz>
    </BMember>
    ...
  </MnBeteiligteListe>
  <MnObjektListe>
    <OMember>
      <ObjektId>o1</ObjektId>
      <EmGeoReferenz>
        <gml:pos>51.531106 7.48562</gml:pos>
      </EmGeoReferenz>
    </OMember>
    ...
  </MnObjektListe>
  <MnLinkListe>
    <LMember>
      <Hyperlink>...</Hyperlink>
    </LMember>
    ...
  </MnLinkListe>
  <MnStatus>Vorschlag</MnStatus>
</MassnahmenVorschlag>

```

Abbildung 6: XML-Struktur

Lagestatus-Service

Im Lagestatus-Service werden Daten zum einen vom GIS und zum anderen aus der Informationsaggregation zusammengetragen, um einen Überblick bezüglich der Einsatzsituation zu gewährleisten. Grundlegend werden Klassen von Daten identifiziert, die einen Beitrag zum „Lagebild“ im Sinne der Anwender liefern. Hier werden ebenfalls bereits vorgeschlagene Maßnahmen verwaltet, die als Teil der Lageentwicklung gesehen werden können. Die genannten Daten können wiederum Eingabe für die Komponente der Informationsaggregation sein.

Informationsaggregation

Dieser Teil des DSS soll das Herleiten von Maßnahmen sicherstellen.

Letztlich stehen der Komponente nur Sensordaten, Benutzereingaben oder weitere Informationen aus unterschiedlichen Datenquellen (Gefahrstoffdatenbank, FWDV 100, FWDV 500, ...) zur Verfügung. Aus diesen Eingaben muss eine sinnvolle Maßnahme für den Kontext des Benutzers gewählt werden. Um dieses zu erreichen werden die entsprechenden Daten gekapselt und zu höherwertigen Informationen verdichtet, so dass aufgrund dessen eine Maßnahme für den Benutzer angegeben werden kann. Eine solche Handlungsempfehlung ist damit eine Verknüpfung verschiedener einzelnen Aspekte.

Dazu musste zunächst festgelegt werden, dass die Maßnahmen als Prozesse beschrieben werden. In der realen Welt wird jede Entscheidung eines Benutzers durch die Berücksichtigung vieler Einzelfaktoren gebildet. Dieses muss in das zu entwickelnde System übertragen werden. Nachfolgend wurden Faktoren aufgeführt die sich auf einen Drohneneinsatz auswirken können. Es können Rahmenbedingungen, wie das aktuelle Wetter oder der Einsatzkontext dazu führen, dass eine Drohne insbesondere oder gerade nicht verwendet werden.

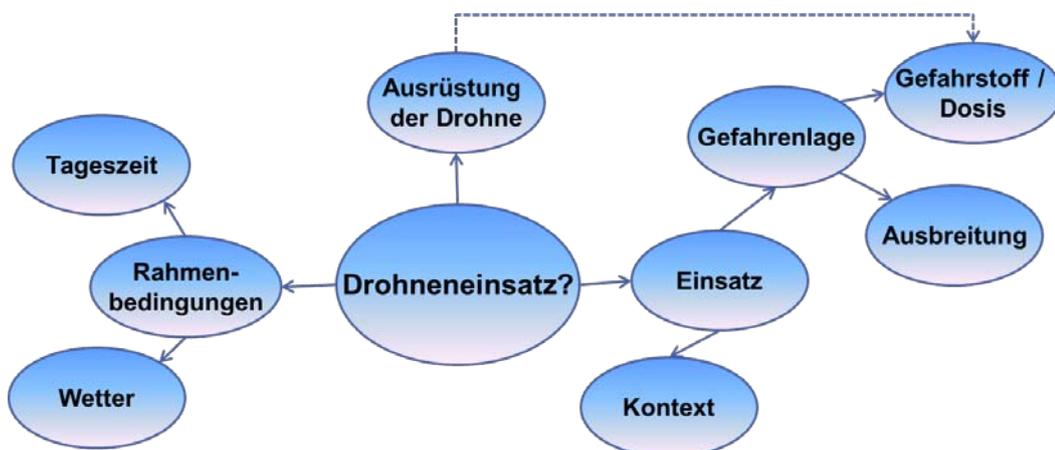


Abbildung 7: Aspekte einer Maßnahme

Daraus wurden UseCases definiert, die genaue Abläufe und Datenquellen zur Ermittlung der Parameter benennen, wie im Folgenden zu sehen ist.

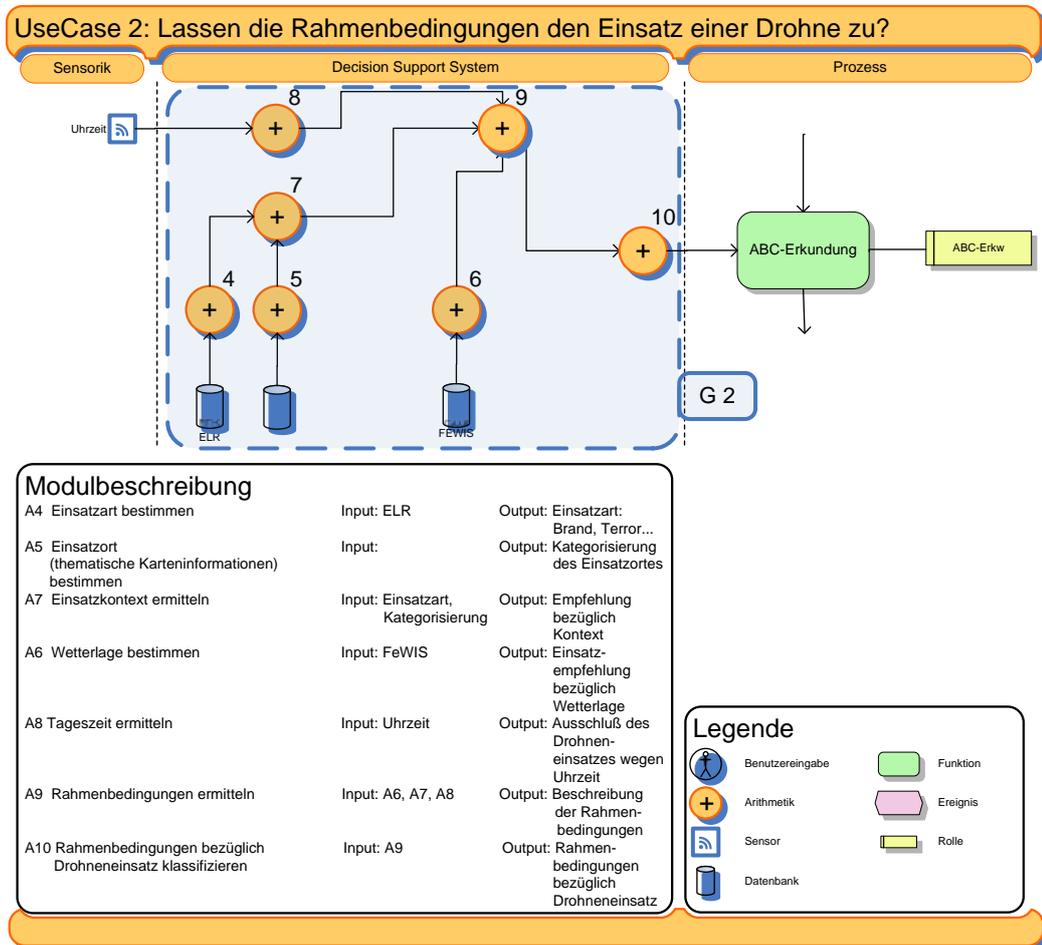


Abbildung 8: UseCase zum Drohneinsatz

Eine Handlungsempfehlung, die das System vorschlägt, enthält daher mehrere Module, die einzelnen Aspekte widerspiegeln. Die Module wurden als Web Services implementiert, um einen globalen Zugang zu den Informationen zu garantieren. Die weitere Realisierung sieht vor, dass ein Modul in mehreren Maßnahmenkonzepten enthalten sein kann. Somit wird eine hohe Wiederverwendung erreicht, die das System effizient gestaltet. Es sind unterschiedliche Arten von Modulen zu klassifizieren, so sind einige für die Aggregation von Informationen wie den Sensordaten oder weitere Daten, die in Datenbanken im Lagestatus-Service vorgehalten werden, zuständig und andere stoßen erforderliche Eingaben durch den Benutzer an.

Um eine sinnvolle Orchestrierung der einzelnen Web Services zu realisieren und den Ablauf eines Maßnahmenkonzepts zu gewährleisten musste eine Komponente geschaffen werden, die die Logik der einzelnen Verbindungen administriert und die Services mit entsprechendem Input versorgt. Hierzu wurden Konzepte der Ser-

vice Orientierten Architektur recherchiert, wie die Business Process Execution Language (BPEL) oder dem Business Process Management (BPM), um für den Entwurf der Komponente eine bestmögliche Wahl treffen zu können. Die Entscheidung wurde hier für jBPM Process Definition Language (JPDL) getroffen. Es bietet die Möglichkeit ein standardisiertes XML-Schema zu verwenden und kann auf einfache Weise komplexe Strukturen abbilden.

Ein erstellter Prozess für die Handlungsempfehlung zur Nutzung einer oder mehrerer Drohnen ist unten dargestellt:

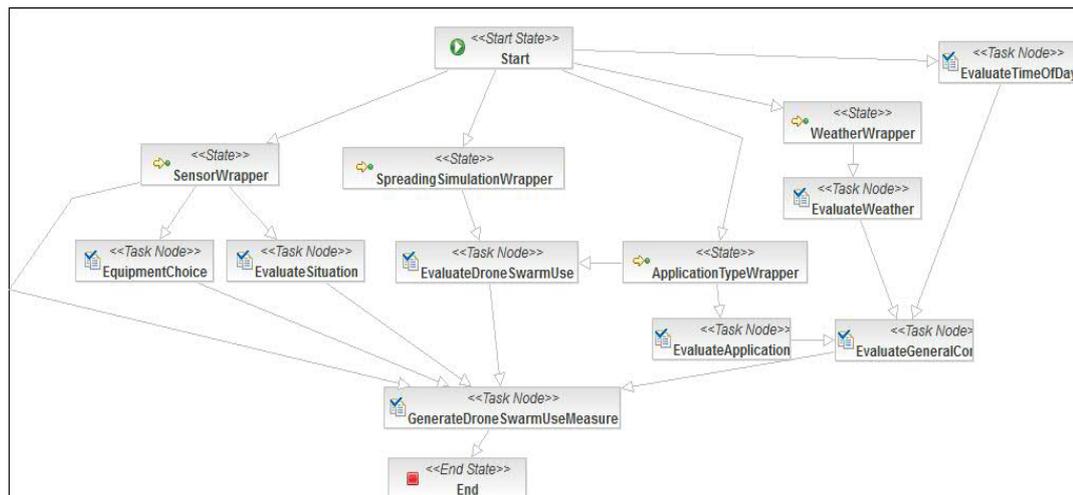


Abbildung 9: Maßnahmenkonzept

Bei der Realisierung der einzelnen Web Services eines Prozesses mussten Schnittstellen etabliert werden zur Abfrage von aktuellen Sensormesswerten und Kartendaten zur Georeferenzierung einer Handlungsempfehlung. Dabei wurden wie zuvor erwähnt standardisierte Schnittstellen zwischen dem DSS und den Web Services des „Sensor Web Enablement“ des Open Geospatial Consortium (OGC) genutzt.

Im Projektverlauf wurde der Maßnahmenkatalog sukzessive ergänzt. So wurden zu Beginn explizit Maßnahmen für den ABC-Erkunder konzipiert, welche dann auf höhere Führungsebenen erweitert wurden.

Grundsätzlich können Maßnahmen durch Eingabe eines Suchstichworts angefordert werden, so dass das System auf Basis der aktuellen Informationslage die Handlungsempfehlung generiert. Zusätzlich wurde ebenfalls das automatische Erzeugen von Maßnahmen realisiert, was im Folgenden beschrieben wird.

RulesEngine

Die RulesEngine wurde konzipiert, um dem jeweiligen Nutzer des Systems auch automatisch Maßnahmeempfehlungen anbieten zu können. Dazu wurden für jede Rolle Regeln definiert, die für den jeweiligen Nutzer relevante Informationen bestimmen und die Generierung der entsprechenden Maßnahme anstoßen. Darüber

hinaus wurden Ereignisse beziehungsweise Bedingungen identifiziert, die das Auslösen einer Regel beeinflussen, wie des Detektierens eines Gefahrstoffs, des Editierens eines Gefahrengebiets durch den Nutzer oder die Änderung eines Status einer bereits vorgeschlagenen Maßnahme.

Um eine standardisierte Verwaltung der Regeln zu gewährleisten wurde ein Drools - Projekt eingerichtet, das diese Aufgabe übernimmt.

Visualisierung des Decision Support Systems

Entwicklung eines GUI-Prototyps

Für die Diskussion von Funktionen der entscheidungsunterstützenden Komponente wurde im Rahmen des AP 100 ein GUI-Prototyp mittels Adobe Flash entwickelt. Dieser ermöglicht dem Anwender, der durch einen Mitarbeiter der Universität Paderborn nach Anforderungen befragt wird, einen schnellen und visuellen Zugang zum geplanten System. Flash bietet die Möglichkeit, innerhalb dieser Oberfläche leicht Änderungen zur Umsetzung von Benutzervorschlägen vornehmen zu können. Den ersten Demonstrator, der zur Diskussion gestellt wurde, zeigt Abbildung 10.

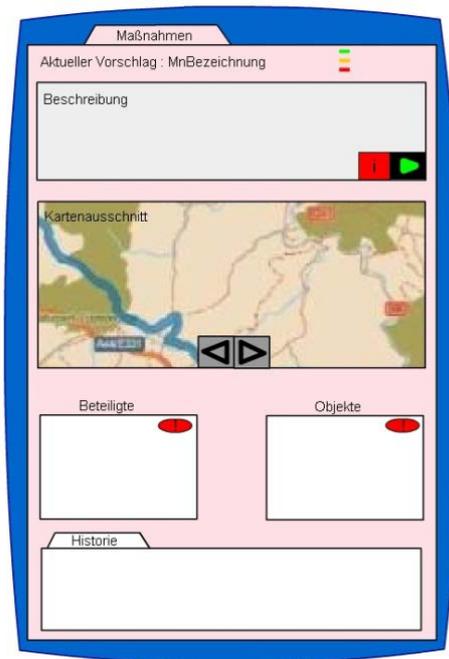


Abbildung 10: Erster GUI-Demonstrator für die Komponente DSS

Durch die Kommunikation mit den Endanwendern der Feuerwehr Dortmund wurde zunächst die Flash-Animation weiter ausgearbeitet, so dass nachfolgende GUI als Grundlage für die tatsächliche Realisierung des Frontends geschaffen wurde.

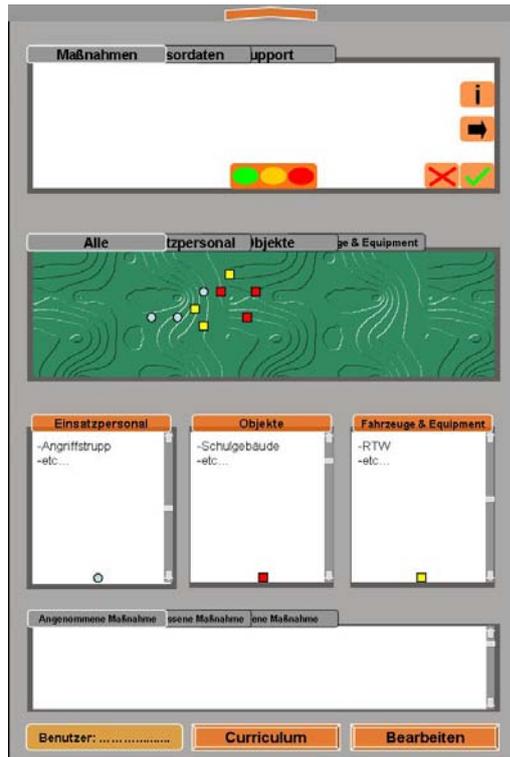


Abbildung 11: GUI-Prototyp

Für das Meilensteintreffen am 03.12.2009 wurde im Rahmen des AP300 ein erster Demonstrator für das DSS erstellt, der die Grundfunktionalität des Systems abbildet.

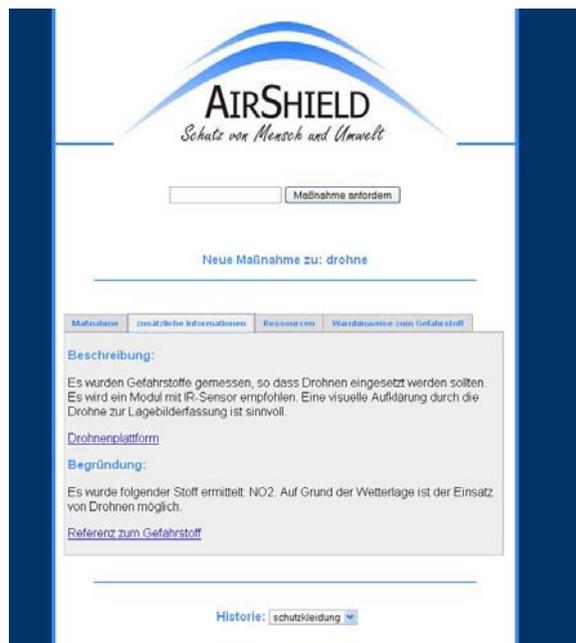


Abbildung 12: Erster Demonstrator des DSS

In diesem Demonstrator wurden noch keine Schnittstellen zum Gesamtsystem berücksichtigt, sondern alleinig die Funktionsweise der Subkomponente DSS und somit das Erzeugen von Maßnahmen stand im Mittelpunkt.

Im weiteren Projektverlauf soll die Benutzungsschnittstelle zum DSS direkt in den AirShield-Client integriert und noch um definierte Funktionen (vgl. Spezifikation des DSS in AP240) erweitert werden, so dass ein funktionierendes Gesamtsystem gewährleistet werden kann.

Dabei wurden folgende Aspekte berücksichtigt: Verwaltung eingehender Empfehlungen und Darstellung der in einer Maßnahme enthaltenen Informationen, um für den Nutzer immer eine übersichtliche und wiedererkennbare Struktur der GUI zu schaffen. Es wurde im linken Bereich der GUI die Option für eine „Maßnahmen-Suche“, „Vorgeschlagene Maßnahmen“, sowie aktuell zu bearbeitende Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Den zentralen Teil der Benutzungsschnittstelle nehmen die zu einer Maßnahme gehörigen Informationen und eine mögliche Georeferenzierung der Empfehlung ein. Darüber hinaus wurde eine Historie der Handlungsempfehlungen integriert, damit der Anwender den Verlauf nachvollziehen kann.

Der aktuelle Entwicklungsstand ist in der nachfolgenden Abbildung zu sehen.

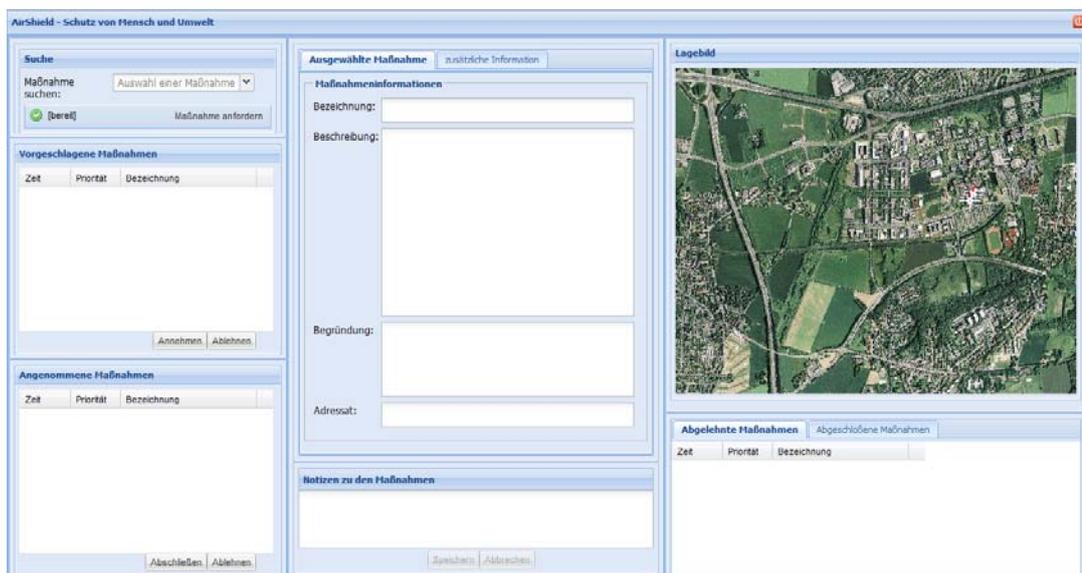


Abbildung 13: DSS-Client

Sollte eine Maßnahme durch ihre Georeferenzierung sich auf ein definiertes Gebiet oder Objekt beziehen, wird es automatisch in der Karte gekennzeichnet. Auf diese Weise können zu einer Maßnahme zugehörige Informationen wie die Lokalisation der Drohnen oder gemessenen Gefahrstoffe in die Visualisierung der Maßnahme übernommen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine solche Georeferenzierung.

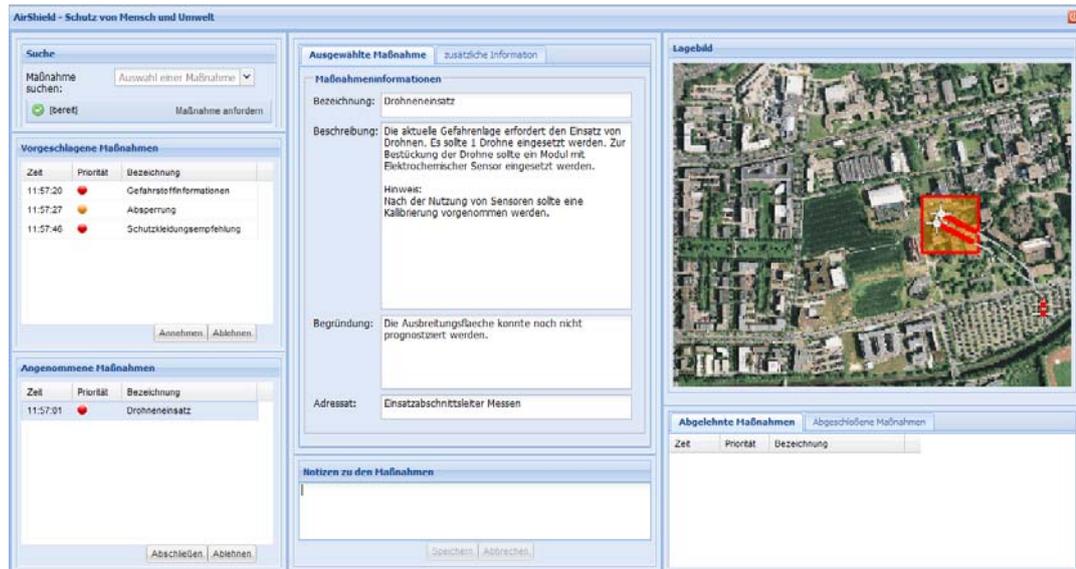


Abbildung 14: Karte mit gekennzeichnetem Gefahrengebiet

Im Rahmen der Validierung festgestellte Mängel in der Benutzung wurden diskutiert und entsprechend der Diskussion behoben. So wurden Einsatzkräften die Möglichkeit eingeräumt eigene Notizen zu einer Maßnahme anlegen zu können. Das Notizfeld wird dynamisch für jede Maßnahme aktualisiert. Darüber hinaus wurden zusätzliche Informationen zu einer Maßnahme erweitert und in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr definiert. Dies ist in Abbildung 15 dargestellt.

Ausgewählte Maßnahme zusätzliche Information

Referenz zum Gefahrstoff

Datum / Zeit	
Witterung:	
Temperatur:	°C
Windgeschwindigkeit:	m/s
Luftfeuchtigkeit:	%

268

1079

Gefahrstoffname(n):	Schwefeldioxid	Summenformel	SO ₂
Synonym	Schwefeloxid, Sulphur dioxide		
CAS-Nummer	7446-09-5	Hommel	
Hazchem-Code		NüBler	

Physikalische - chemische - toxikologische Daten

Zündtemp.	-	Flammpkt.	-	pH-Wert	3,6 bei 100 mg/l
Schmelzpunkt	-75,5 °C	Siedepunkt	-10,2 °C	Dampfdruck	3,3 bar
ETW/AGW	0,5 ppm	Geruch	stechend	Geruchsschwelle	0,3-2,5 ppm
Ex-Bereich	-	Dichte	2,9285 kg/m ³	Molmasse	64,06 g/mol
WGK	1	Farbe	farblos	Absperrbereich	Mind. 50 m
<input type="checkbox"/> Fest	<input type="checkbox"/> Flüssig	<input checked="" type="checkbox"/> Gasförmig	<input type="checkbox"/>		

Abbildung 15: Anzeige zusätzlicher Informationen zum Gefahrstoff

Zum Abschluss des AP300 wurde ein Implementierungsbericht angefertigt, um die Entwicklungsarbeit zu dokumentieren.

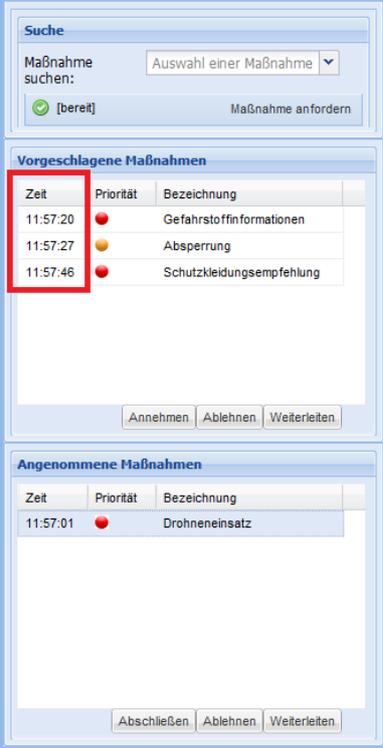
AP400 Validierung

Es sind schon sehr früh erste Überlegungen bezüglich der Validierung der technischen Leistungsdaten sowie der Benutzeranforderungen unternommen worden, um eine zielgerichtete und effektive Evaluation in AP400 durchführen zu können.

Das Dokument zur Validierung der technischen Leistungsdaten wurde den Verbundpartnern vorgestellt und kontinuierlich mit dem Entwicklungsstand des DSS aktualisiert, um eine zuverlässige Aussage bezüglich der Erfüllung von an das DSS gestellte Anforderungen zu erhalten.

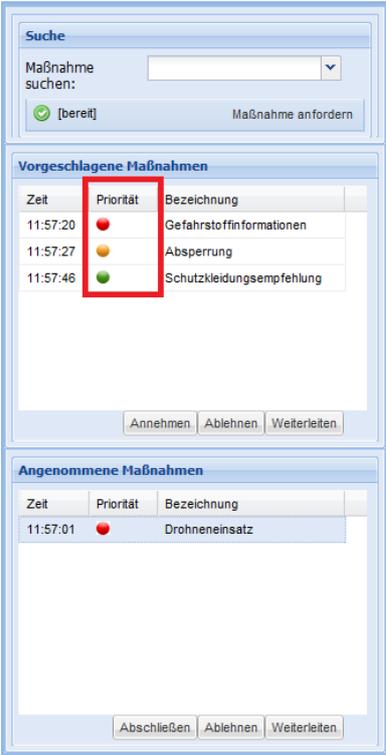
Die Validierung erfolgte nach dem im Konsortium vereinbartem Schema, wie es unten exemplarisch auf zwei Anforderungen angewendet wurde.

Tabelle 3: Validierung Zuordnung Zeit

<p>Nr.</p> <p>2638</p>	<p>Anforderungstitel</p> <p>Die Informationsaggregation muss fähig sein jede Maßnahmeempfehlung mit einer Zeit zu versehen, in der die Maßnahme von der Informationsaggregation empfohlen wurde</p>
<p>Validationsmethode / Werkzeug</p>	<p>Review</p>
<p>Zielwert</p>	<p>Die Zeit der Ausgabe einer Maßnahmeempfehlung muss angegeben sein.</p>
<p>Istwert</p>	 <p>The screenshot shows two sections: 'Vorgeschlagene Maßnahmen' (Suggested Measures) and 'Angenommene Maßnahmen' (Accepted Measures). In the 'Vorgeschlagene Maßnahmen' table, the 'Zeit' (Time) column contains the values 11:57:20, 11:57:27, and 11:57:46, which are highlighted with a red box. The 'Angenommene Maßnahmen' table shows a single entry with the time 11:57:01.</p> <p>Jede Maßnahmeempfehlung enthält die Ausgabezeit.</p>

Erfüllung der Anforderung Ja (95%-100%) Mit Einschränkung (80%-95%) Nein (<80%)	Ja (100%)
Kommentare	

Tabelle 4: Validierung Zuordnung Prioritätsstufen

Nr.	Anforderungstitel
2642	Die Informationsaggregation soll fähig sein den Maßnahmenempfehlungen eine Prioritätsstufe zuzuordnen
Validationsmethode / Werkzeug	Review
Zielwert	Jeder Maßnahmenempfehlung soll die Priorität zugeordnet werden.
Istwert	 <p>Jeder Maßnahmenempfehlung wird eine Priorität zugeordnet und in der GUI entsprechend visualisiert. Damit kann der Benutzer die Bedeutung der Maßnahme einschätzen.</p>

<p>Erfüllung der Anforderung Ja (95%-100%) Mit Einschränkung (80%-95%) Nein (<80%)</p>	<p>Ja (100%)</p>
<p>Kommentare</p>	

Die nachfolgenden Diagramme geben einen Überblick über den Erfüllungsgrad Anforderungen aufgeschlüsselt in Muss- und Sollanforderungen.

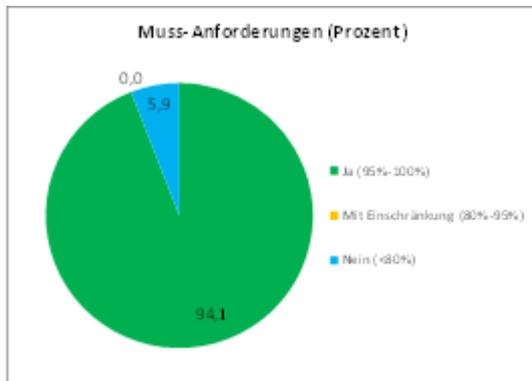


Abbildung 17: Erfüllung der Mussanforderungen

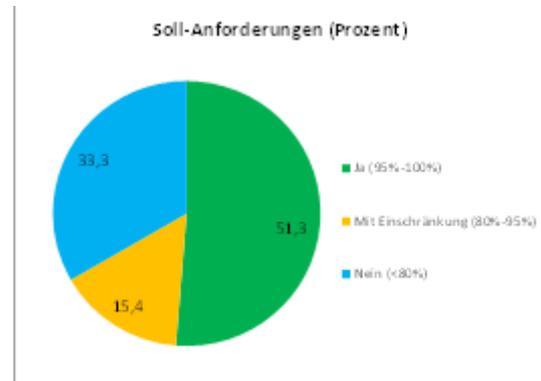


Abbildung 18: Erfüllung der Sollanforderungen

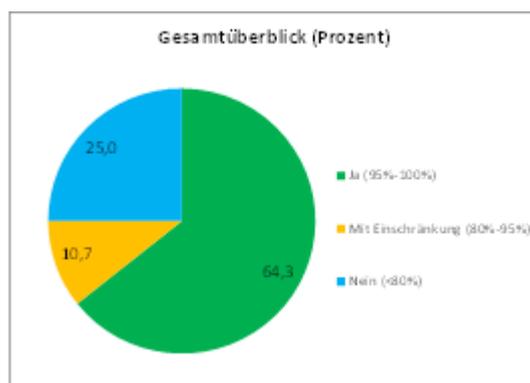


Abbildung 16: Gesamtübersicht

Um die Funktion des DSS und das Zusammenspiel mit anderen AirShield-Komponenten sicherstellen zu können, wurden einzelne Validierungsszenarien entworfen. Dabei hat die UPB die Verantwortung für eines dieser Szenarien übernommen und die Validierung dieses vorangetrieben. Der Schwerpunkt des Szenarios lag in der Verknüpfung des DSS, des AirShield-Clients und der Ausbreitungssimulation. Der genaue Ablauf des Tests ist in der anschließenden Tabelle visualisiert.

Tabelle 5: Testszenario 3

Testszenario Nr.		3		
Übergreifendes Ziel		Ausbreitungssimulation und Entscheidungsunterstützung		
Gesamtverantwortlich		CIK		
Übergreifende Deadline		15.09.2010		
Teilschritt Nr. 1	Simulierte Alarmierung des ABC-ErkW	Zulieferung	Deadline	Status
		CIK		
Last 3.1.1	Anlegen eines fiktiven, definierten Einsatzes in einem simulierten ELR.	CIK		
Teilschritt Nr. 2	Erste Handlungsempfehlung für einen Verantwortlichen der Feuerwehr ist im System sichtbar	Zulieferung	Deadline	Status
		CIK		
Last 3.2.1	Eine Handlungsempfehlung zum Einsatz einer Drohne wird angestoßen.	CIK		
Last 3.2.2	Die Handlungsempfehlung wird visualisiert.	CIK/GISC		
Last 3.2.3	Der Zugriff auf das Kartenmaterial ist realisiert (Bezug zum Einsatzort durch Angaben aus dem ELR).	CIK/GISC		
Teilschritt Nr. 3	Ausbreitungssimulation wird angestoßen und liefert erste Ergebnisse	Zulieferung	Deadline	Status
		IFT		

Last 3.3.1	Basierend auf den eingetragenen Beobachtungen wird eine Ausbreitungsvorhersage berechnet.	IFT		
Last 3.3.2	Die prognostizierte Ausbreitung wird in der Benutzeroberfläche dargestellt.	GISC		
Last 3.3.3	Ergebnisse werden für eine weitere Verwendung aufbereitet (Gefahrenbereich kann markiert werden).	GISC		
Teilschritt Nr. 4	Zweite Handlungsempfehlung wird vom Benutzer angefordert	Zulieferung	Deadline	Status
		CIK		
Last 3.4.1	Handlungsempfehlung bezüglich der im Gefahrenbereich befindlichen Personen wird vom Nutzer des Systems angestoßen.	CIK		
Last 3.4.2	Die entsprechende Handlungsempfehlung wird visualisiert (Gefahrenbereich und darin enthaltene Objekte werden visualisiert).	CIK/GISC		
Teilschritt Nr. 5	Prüfgas wird dem Sensor zugeführt (z.B. Butan)	Zulieferung	Deadline	Status
		GISC		
Last 3.5.1	Der Sensor an der Drohne funktioniert (vergleiche Szenario 2).	GFG		
Last 3.5.2	Messdaten werden aufgenommen und in die entsprechende Datenbank geschrieben.	GISC		
Last 3.5.3	Messdaten können durch das DSS abgefragt werden.	CIK/GISC		
Teilschritt Nr. 6	Nächste Handlungsempfehlung wird vom System automatisch dem Nutzer zur Verfügung gestellt	Zulieferung	Deadline	Status
		CIK		
Last 3.6.1	Eine Handlungsempfehlung bezüglich des Umgangs mit dem gemes-	CIK		

	senen Gefahrstoff wird angestoßen.			
Last 3.6.2	Die Handlungsempfehlung wird visualisiert.	CIK/GISC		

Neben der Evaluation der Funktionalität des Systems, hat die UPB im AP400 auch die Validierung von allgemeinen Benutzeranforderungen in enger Kooperation mit Endanwendern angestrebt. Hier wurde ebenfalls ein szenariobasierter Ansatz gewählt. Die Effizienz eines IT-Systems sowie dessen Akzeptanz bei der späteren Nutzung lassen sich testen, indem die potenziellen Benutzer als Experte bei der Entwicklung des Systems mitwirken. Diese Mitwirkung schließt u.a. die Vorstellungen der späteren Nutzer über die im System implementierten Funktionen mit ein. Anhand dieser Vorstellungen werden Benutzeranforderungen zusammengefasst. Diese dienen dazu, klare Ziele für die Entwickler zu definieren. Auf Basis von vorher definierten Zielen werden bestimmte Szenarios erarbeitet, deren Erfüllung oder Nichterfüllung darüber aussagt, ob das gesetzte Ziel mit im System vorhandenen Funktionen erreicht wird und mit welchem Effizienzgrad das System dabei Unterstützung leistet. Dieses Verfahren unterliegt den in den Normenreihen ISO/IEC 9126 „Qualität von Software-Produkten“ [1], ISO/IEC 25051 „Softwareproduktbewertung – Qualitätsanforderungen an kommerzielle serienmäßig produzierte Softwareprodukte (COTS) und Prüfanweisungen“ [2] sowie DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-Maschine Interaktion“ [3] festgelegten Kriterien.

Die im Rahmen des Projekts AirShield erhobenen Benutzeranforderungen lassen sich in drei Oberkategorien zusammenfassen: Aufgaben, Darstellung und Bedienbarkeit (vgl. Abbildung 19).



Abbildung 19: Clustering der Benutzeranforderungen

Im Anschluss an die Anforderungsspezifikation erfolgt eine Festlegung auf die angewendeten Testverfahren, die in Absprache mit Anwendern und Entwicklungspartnern entstehen und durch entsprechende IT-gestützte Verfahren unterstützt werden. Bei allen Aktivitäten werden die Standards der Evaluation einbezogen [17].

Abgeleitet von den Benutzeranforderungen werden Testszenarios auf Basis von Experten Reviews und Kontextuellen Analysen [14] für den späteren Usability Test entwickelt. Beim Usability Test wird der Umgang der Teilnehmer mit der Benutzeroberfläche einer Anwendung oder eines Prototyps untersucht. Um die Testpersonen dazu aufzufordern, die Benutzeroberfläche nach möglichst verschiedenartigen Funktionen zu untersuchen, werden ihnen Aufgaben gestellt. Versuchspersonen werden veranlasst, typische Aufgaben mit dem Testobjekt zu lösen, die sie später in ähnlicher Form mit diesem Produkt erledigen würden. In Bezug auf die Usability-Methode Explorativer Test werden den Probanden vor dem Test möglichst wenige Vorkenntnisse über das Produkt vermittelt, sie operieren also nur auf Basis der Kenntnisse über ihr typisches Arbeitsumfeld [6].

Die unter diesen Bedingungen entwickelten Szenarien sind für drei operative Benutzerrollen spezifiziert, deren Träger in die spätere Interaktion mit der Entscheidungsunterstützung des Systems einbezogen werden: ABC-Erkundung, EAL-Messen und TEL [11]. Aufgrund der abgesonderten Aufgabenbereiche dieser drei Rollen wurden Szenarien so angepasst, dass der jeweilige Rollenzugehörige exakt auf seinen Aufgabenbereich zugeschnittene Aufträge beim Arbeiten mit dem System erhält.

Entwickeltes Szenario für die nutzerorientierte Evaluation:

I. Allgemeine Einführung in das System.

II. Szenario

1. Anmeldung am System
2. Kartenansicht zoomen, verschieben
3. Strecke und Fläche messen und vergleichen
4. Ausbreitungssimulation starten
5. Route für Drohnen planen, freigeben und Drohne mit entsprechendem Sensor starten
6. Adresse suchen, Gefahrengebiet entsprechend der Gefahrstoffausbreitung anlegen bzw. bearbeiten
7. Maßnahme zum Einsatz von Drohnen anfordern, abschließen, weiterleiten

III. Fragen und Aufgaben bezüglich GIS

Während die Probanden szenariobezogene Aufgaben erledigen, wird das Geschehen von mehreren Protokollanten sowie einer Videokamera mit Mikrophon festgehalten. In Rahmen der Methode des Lauten Denkens werden die Testpersonen dabei aufgefordert, ihre Eindrücke und Kommentare laut vorzutragen, um so unmissverständliche Eindrücke von der Zusammenwirkung mit System zu erzielen [8]. Weiterhin werden die Probanden von einem Testmoderator unterstützt, der über fundierte Systemkenntnisse verfügt und entsprechend im Stande ist, Fragen zur Bedienung oder vorhandene Funktionen zu beantworten.

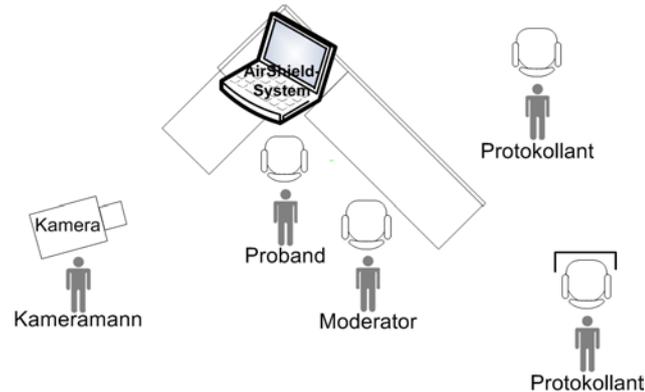


Abbildung 20 Aufbau der Evaluationsumgebung

Die Abbildung 20 zeigt den Aufbau der Evaluationsumgebung im Rahmen des AirShield-Projekts. Beim Testablauf des entwickelten AirShield-Systems verfügte das Usability-Team über drei Protokollanten und einen Kameramann, der neben der Kamerabedienung ebenfalls ein Protokoll führte. Um die optimalen Ergebnisse der **Videobeobachtung** [9] zu erreichen, wurde die Kamera so ausgerichtet, dass sowohl der Proband als auch das Geschehen auf dem Bildschirm aufgenommen werden, aber der Proband wiederum die Kamera in keinem direkten Blickwinkel hat und dadurch nicht eingeschüchtert wird [10].

Im Anschluss der Videobeobachtung werden die Videoaufnahmen begutachtet, Niederschriften von verschiedenen Protokollanten für jede Testperson zusammengeführt und detailliert ausgewertet. Im Folgenden wird das Vorgehen zur Auswertung der Beobachtungen im Rahmen der Evaluations-Methode im Projekt AirShield beschrieben (vgl. dazu auch Abbildung 21). Im Projekt wurden insgesamt 12 Probanden befragt, wobei vier Teilnehmer die Rolle des ABC-Erkunders, drei die des EAL-Messen und fünf die des TEL einnahmen. Die durchschnittliche Berufserfahrung lag bei 16,7 Jahren, was die Expertise der jeweiligen Probanden verdeutlicht.

1. Zusammenfassen sämtlicher Protokolle aller Protokollanten

Durch das Zusammenfassen der Aufzeichnungen sollen zunächst alle Aufzeichnungen in eine digitale Form übertragen werden. Vor allem in Bezug auf die große Menge an Informationen ist dieser Schritt für eine effiziente Auswertung unum-

gänglich. Dazu gehört unter anderem, dass einzelne Stichpunkte komplett ausformuliert werden. *Ziel* dieses ersten Schrittes ist es von jedem Protollanten für jeden Testlauf ein überarbeitetes digitales Protokoll zu erstellen, insgesamt also nur noch 12 Protokolle.

2. Entwickeln „grober“ thematischer Schwerpunkte zur Gliederung der Informationen in jedem Dokument

Die Schwerpunkte dienen der Zuordnung und Aufteilung der gesammelten Informationen zu verschiedenen Themengebieten. Für eine sinnvolle Einteilung können verschiedene Methoden herangezogen werden. Beispielsweise kann eine grundlegende Einteilung anhand der „W-Fragen“, Sinneseindrücken oder auch anhand systemspezifischer Eigenheiten erfolgen. Weiterhin werden positive und negative Anmerkungen der Probanden zum System einander zugeordnet. Dazu kommen Fehler des Systems, welche bereits an dieser Stelle gesammelt werden. Diese Gliederungspunkte der sog. ersten Ebene im Projekt AirShield lauten wie folgt: Darstellung, Interaktion mit System, Information, Verbesserungen und Gesamteindruck. *Ziel* dieses zweiten Schrittes ist es für jeden Testlauf ein Dokument zu erstellen, indem alle Aufzeichnungen aller Protokollanten gesammelt und vorsortiert vorliegen.

3. Verfeinerung der Themenschwerpunkte anhand kontextintensiver Gesichtspunkte

Ebene 1 der Aufzeichnungen wird weiter differenziert. Einzelne Bereiche, wie z.B. Darstellung werden weiter unterteilt in „Ansichten der Karten“ oder „Menüs“ und einander zugeordnet. Dabei werden alle 12 Dokumente aus Schritt 1 in einem Dokument zusammengefasst und in die Ebenen einsortiert. Das Ergebnis ist nun eine Zusammenstellung aller Aussagen aller Probanden in einem Dokument. Von besonderer Relevanz sind außerdem Aussagen, die von mehreren Probanden gemacht wurden. Diese werden bereits in diesem Schritt gruppiert, um das weitere Vorgehen zu erleichtern. Das Dokument, welches aus diesem Schritt hervorgeht, erlaubt einen ersten detaillierten Überblick über die gesamten Themenbereiche der AirShield-Testläufe.

4. Ermittlungen der Häufigkeiten der genannten Aussagen

Werden bestimmte Aussagen von mehreren Probanden gemacht, muss dieser Aussage eine größere Bedeutung beigemessen werden. Die Aussagen können nun schnell und einfach gesichtet und gezählt werden und der Häufigkeit nach gewichtet. Aussagen mit einer Häufigkeit bis 6 werden mit einer Null gewichtet und Aussagen mit einer Häufigkeit von 7-12 werden mit 1 bewertet. Mit Abschluss dieses Schrittes liegt nun jede Aussage lediglich einmal ausformuliert vor und mit der Häufigkeit der Nennung entsprechend gekennzeichnet.

5. Ermittlung von Änderungsempfehlungen

Aus den Aussagen der Probanden werden in diesem Schritt Änderungsempfehlungen abgeleitet, die zur Verbesserung des Systems beitragen sollen. Kriterien sind hierbei Machbarkeit, Sinn und eventuelle eigene Änderungsvorhaben. Es werden jedoch nur Empfehlungen zur Modifikation für negative Äußerungen und Fehler formuliert, da nur diese Aussagen eine Überarbeitung bedürfen. Außerdem wird bei der Definition der Änderungsempfehlung nicht die Realisierbarkeit beachtet, sondern lediglich die sinnvolle Umsetzung.

6. Ermittlung der „Schwere“ aus Nutzersicht

In diesem Schritt kommt es auf die Behinderung des Arbeitsprozesses durch den entstandenen Fehler bzw. Zustand an. Dabei wird versucht lediglich aus Sicht der Nutzer zu urteilen ohne den möglichen Änderungsaufwand zu berücksichtigen. Die Aussagen der Probanden werden anhand eines Punkteschemas bewertet, welches sich von 7 für hohe Relevanz bis 0 für keine Relevanz bewegt. Diese Bewertung ist Teil der Priorisierung der abgeleiteten Änderungsvorschläge.

7. Abschätzung des Änderungsaufwands für ermittelte Änderungsempfehlungen

In diesem Schritt wird das Entwicklerteam mit den ermittelten Änderungsempfehlungen konfrontiert ohne jedoch gleichzeitig eine Bewertung der Relevanz mitzuliefern. Ziel ist eine unabhängige Bewertung einzig beruhend auf der Einschätzung der Entwickler. Hoher Aufwand wird dabei mit „1“ bewertet und ein geringer Aufwand mit „7“.

8. Erstellung einer Prioritätsliste anhand von vollständiger Bewertung

Den Abschluss der Analyse bildet die sog. Prioritätsliste. Anhand der Formel „(#Pkt. + Schwere)*Aufwand“ ist es möglich eine Empfehlung für Änderungen am System auszugeben. Die maximal zu erreichende Zahl an Punkten liegt bei 56 (Bsp.: $(1+7)*7 = 56$). Eine Aussage, welche mit dieser Bewertung belegt wurde, sollte nach der Gewichtung einen hohen Stellenwert bei der Überarbeitung erhalten, da mit „geringem“ Aufwand eine schwerwiegende und häufige Anmerkungen überarbeitet werden kann. Anmerkungen, welche nur eine geringe „Schwere“ für den Nutzer bedeuten, nicht häufig genannt wurden und gleichzeitig einen hohen Änderungsaufwand bedeuten, sind entsprechend farblich gekennzeichnet und erhalten nur eine geringe Priorität. *Ziel* in diesem Schritt ist die Ermittlung von Prioritäten für die 2. Version des Demonstrators.

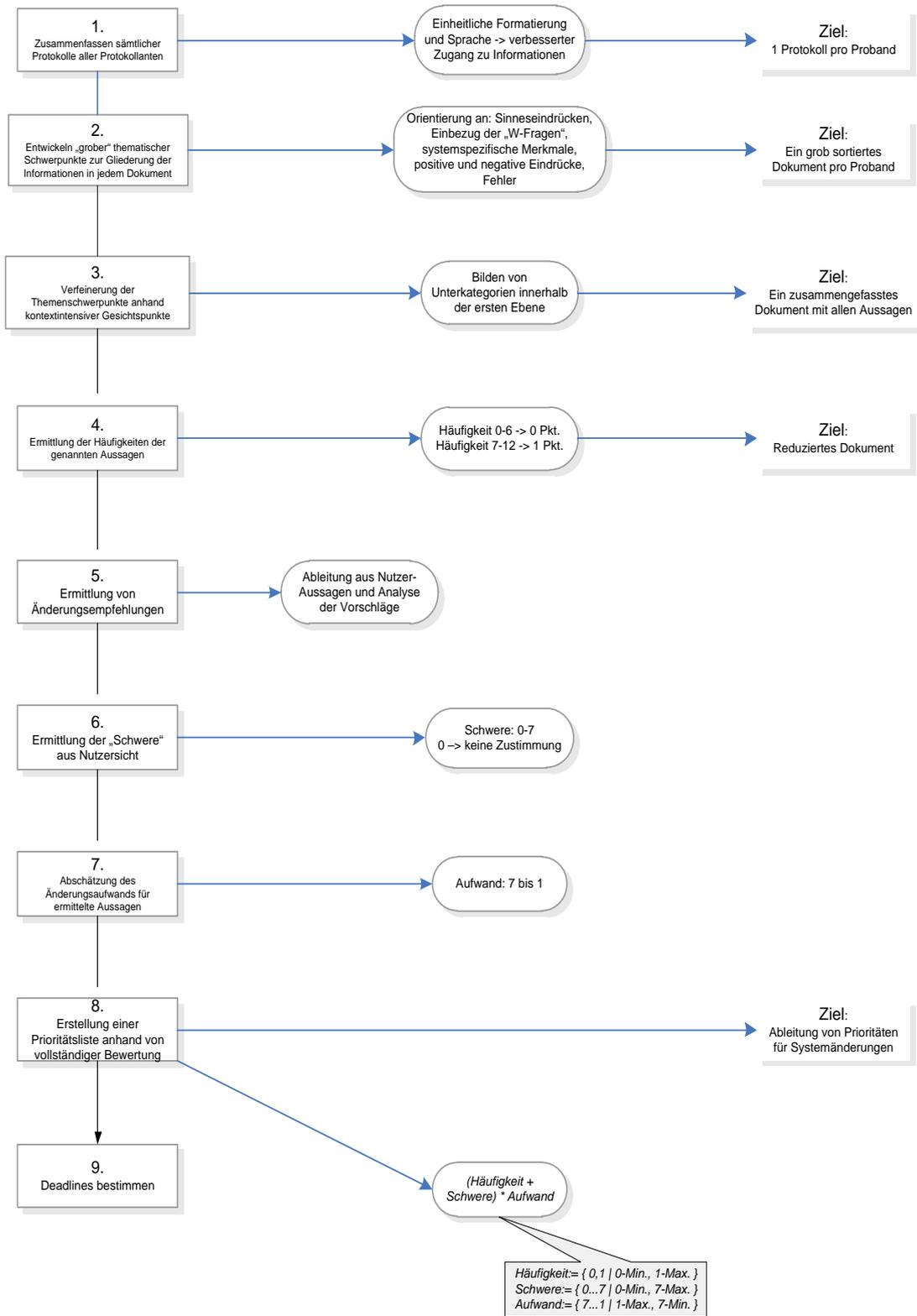


Abbildung 21 – Schematisches Vorgehen zur Auswertung von Ergebnissen im Rahmen der Evaluations-Methode im Projekt AirShield

Nachfolgend werden für die identifizierten thematischen Schwerpunkte (vgl. Schritt 2) die Prioritätslisten dargestellt, die mit dem zuvor beschriebenen Vorge-

hen erreicht wurden und die Basis für die Umsetzungen und Anpassungen der neuen Version des Demonstrators in der kostenneutralen Verlängerung des Projektes AirShield bildeten.

Ergänzend sind Tabellen abgebildet, die allein auf der Häufigkeit der Nennung bestimmter Aussagen basieren. Die darin enthaltenden Aussagen besitzen jedoch keine vollständige Bewertung, da mitunter eine Aufwandseinschätzung für eine Änderung nicht möglich ist. Allein aufgrund der Häufigkeiten der Nennungen sind diese jedoch mitunter nicht ohne Relevanz für die Analyse.

Darstellung:

Tabelle 6: Prioritäten Ebene 1: Darstellung

<u>Aussage:</u>	<u>Gesamtbewertung:</u>
kritische Infrastrukturen vorkennzeichnen	30
Funktionen hinter den „Pfeilen“ werden nicht gefunden	30
Farben von der Kategorisierung der Messergebnisse in Kartenlayer integrieren	24
Stören Größe der Buttons	20
Tabs unten zu klein	20
Kartenlayer sollte ausblendbar werden, damit Karte größer ist	18
Feinere Maßstabeinsicht erwünscht	16
Maßstab anzeigen, sonst unklar	15
Buttons Englisch	6

Tabelle 7: Häufigkeit Nennungen ohne Änderungsempfehlung Ebene 1: Darstellung

<u>Aussage:</u>	<u>Häufigkeit:</u>
3D mehr Möglichkeiten	7
Wie in Google Earth, Google Maps, Windows	5

Interaktion mit dem System:

Tabelle 8: Prioritäten Ebene 1: Interaktion mit System

<u>Aussage:</u>	<u>Gesamtbewertung:</u>
Höhe in Meter (hinterfragt Einheit der Höhe)	36
Drohne in der Karte finden z.B. weiße Karte -> schlecht zu sehen grüne Punkte -> Überfrachtung	30
Stoff Suchen	28
Schwierigkeit mit Klicken und Loslassen des Mauszeigers	24
Symbole bei Route zu klein	24
Abstand lieber in Meter	24

Angabe der restlichen Batterieladung in % nicht präzise genug - zeigen, wie lange die Drohne noch fliegen kann und nicht wie viel restliche Kapazität die Batterie enthält	24
Maßeinheiten angeben	24
Drohnen nicht eindeutig identifizierbar, IDs fehlen – Namen oder ähnliche Bezeichnungen	24
Möglichkeit fehlt, einen Positionspunkt auf der Karte festzulegen und Drohnen mit einem Knopfdruck dahin fliegen zu lassen	20
Nur relevante Informationen gewünscht, zu viele sind überflüssig, wie z.B. Batteriezustand, Gefahr farblich etc.	20

Tabelle 9: Häufigkeit Nennungen ohne Änderungsempfehlung Ebene 1: Interaktion mit System

<u>Aussage:</u>	<u>Häufigkeit:</u>
DSS gut, auch Prozess gut	11
Lob über Funktion, aber Kommunikation undurchsichtig	6
Kapselung gut	4
Prozess sehr starr, Protokoll gut	4
Funktionsmäßig zu viel Gedöns mit weitergeleiteten Maßnahmen	4
DSS (Entscheidungsunterstützungssystem) (alles auf einem Bildschirm -> übersichtlicher)	4
Kein rechter Winkel fliegbar	3
Wünscht sich in Info-Feld auch eine Einstufung	3
Dokumentation der Maßnahmen wichtig	3
Maßnahmen sinnvoll	3

Information:

Tabelle 10: Prioritäten Ebene 1: Information

<u>Aussage:</u>	<u>Gesamtbewertung:</u>
Zahlen gut, auch bei gelben Bubbles	24
Legende wie 14096 FW-Pläne	20
Legende zu GB gewünscht	20
Anzahl der Messwerte die Ausschlagen wegen Verweildauer -> optische Warnung	20
X für jedes Fenster (Pfeil statt X), ein gesamtes X für alle	12
Kommastellen bei Prozent	12

Grüne Bubbles in Karte zur Absicherung	12
Punkt als Trennzeichen beim Datum	12
Klick auf Bubbles -> Informationsausgabe	9
Am Rand: Windrichtung angeben	8
kann man in Messungen zurückgehen	8

Tabelle 11: Häufigkeit Nennungen ohne Änderungsempfehlung Ebene 1: Information

<u>Aussage:</u>	<u>Häufigkeit:</u>
Zahlen in Rot gut	12
Zeitlicher Verlauf sinnvoll bei Sensormesswerten	7
Andere Wörter für ok, kritisch, Gefahr (grün, gelb, rot)	6
Graph mit Ort verbinden -> Zeit nicht sinnvoll	5
Anzahl der Messungen egal	5
Wetterdaten wichtig	3
Taktische Zeichen unnötig, eher für Stab	3
Eine Drohne 5 Messungen?	3
Größe der Bubbles wurde als Messradius interpretiert	2
Farbe für unbekannte Stoffe unklar	2

Vorgeschlagene Verbesserungen:

Tabelle 12: Prioritäten Ebene 1: Verbesserungen

<u>Aussage:</u>	<u>Gesamtbewertung:</u>
Simulation fertig -> anklicken (yes)	12
Landung akustisch signalisieren	9
alle angewählten Leute. Übersicht: Wer ist noch angemeldet	9
klick auf der Karte => Info zurück	9
Chat-Funktion zur Kommunikation wünschenswert	9
Text in die Karte schreiben können wäre gut (Text sollte bleiben!) -> Sperrgebiet	6
Dynamisches Bild über aktuelle Entwicklung erwünscht	2
Personalstärke usw. einbeziehen durchsuchen nach Einsatzzeit des Trupps	2

Im weiteren Verlauf der Analyse der Ergebnisse können nun die Anforderungen an den Demonstrator aus dem Anforderungskatalog miteinbezogen werden, welcher bereits vor Projektbeginn formuliert worden ist. Darin werden Eigenschaften und Kriterien formuliert, denen der Demonstrator nach Möglichkeit gerecht werden

soll. Alle Anforderungen sind nach folgendem Schema tabellarisch gegliedert (vgl. Tabelle 13):

Tabelle 13: Beispiel einer vollständigen Anforderungsformulierung aus dem Anforderungskatalog

Nr.	2438	Anforderungstitel	Bereitstellung aller relevanten Informationen
Validationsmethode / Werkzeug	Beobachtung bei aktiver Nutzung des Systems und teilstrukturierte Befragung von Endanwendern der Feuerwehr.		
Zielwert	Das AirShield-System muss fähig sein allen Benutzern alle für ihre Aufgaben relevanten Informationen zur Verfügung zu stellen.		
Istwert	Das System zeigt alle im System verfügbaren Informationen an, die bei Nutzung benötigt werden.		
Erfüllung der Anforderung Ja (95%-100%) Mit Einschränkung (80%-95%) Nein (<80%)	Ja (95%)		
Kommentare	Die Probanden beschrieben teilweise Erweiterungen des vorhandenen Informationsangebots.		

Nachfolgend sind alle Anforderungen in einer reduzierten Darstellung des Anforderungskatalogs aufgeführt inkl. des Erfüllungsgrades (siehe Tabelle 14). Die detaillierte Darstellung findet sich im Rahmen des Projektes erstellten Validierungsdokuments.

Tabelle 14: Auflistung der Benutzeranforderungen aus Anforderungskatalog

Nummer:	Titel:	Grad Erfüllung:
2438	Bereitstellung aller relevanten Informationen	95%
2509	Ausgabe von Meldungen mit Prioritätsgrad	100%
2684	Klassifizierung der Gefahrenbereiche	100%
2690	GUI Übersicht	100%
2367	Bereitstellung von Funktionen für vier Benutzergruppen	100%
2679	TEL-Sicht, EAL Messen-Sicht, ABC-ErkKW-Sicht und Ausbildung-Sicht	100%
2680		
2681		
2682		
2401	Regelmäßige Aktualisierung der Daten	100%
2425	Aufforderung des Benutzers zur Eingabe	95%
2456	Entdeckung und Vermeidung von Eingabefehlern	80%
2498	Erkennen und Einschätzen der Gefahr	100%
2405	Bereitstellung von Informationen durch das GIS bei kritischen Auswirkungen	80%
2691	GUI Vernetzung	100%
2709	GUI-Fenster "Maßnahmen"	100%
2692	GUI-Fenster "Beschreibung"	100%
2693	GUI-Fenster "Kartenausschnitt"	100%
2706	GUI-Fenster "Objekte", GUI-Fenster "Fahrzeuge & Equipment" und GUI-Fenster "Einsatzpersonal"	0%
2695		
2694		
2696	GUI-Fenster "Historie"	100%
2697		
2698	Vergrößerung des Kartenausschnitts	100%
2699	Bereitstellung eines "Log in"	100%
2700	Rollenspezifische Anpassung der Oberfläche	0%
2701	Look & Feel von MS Windows	100%
2702	Bereitstellung zusätzlicher Informationen zu den Maßnahmeempfehlungen	100%
2703	Verwendung taktischer Zeichen	20%
2704	Anpassung des Kartenausschnitts	100%
2705	Visualisierung der Maßnahmenpriorität	100%
2707	Bereitstellung einer Hilfefunktion	0%
2708	Modifikation der Maßnahmen durch den Benutzer	30%
2388	Routenplanung im ABC-ErkKW	100%

Anteilig stellt sich die Erfüllung der Benutzeranforderungen aus dem Anforderungskatalog grafisch wie folgt dar (siehe Abbildung 22) und erfreulicherweise wird sichtbar, dass ca. 80% der Anforderungen umgesetzt wurden bzw. weitere 10% im Laufe des Projektes abgelehnt wurden. Entsprechend werden diese im folgenden

Schaubild nicht unter „nein“ geführt, sondern separat unter „abgelehnt“ eingeordnet, um hier nochmal in der vorherigen Einteilung von 0% zu differenzieren.

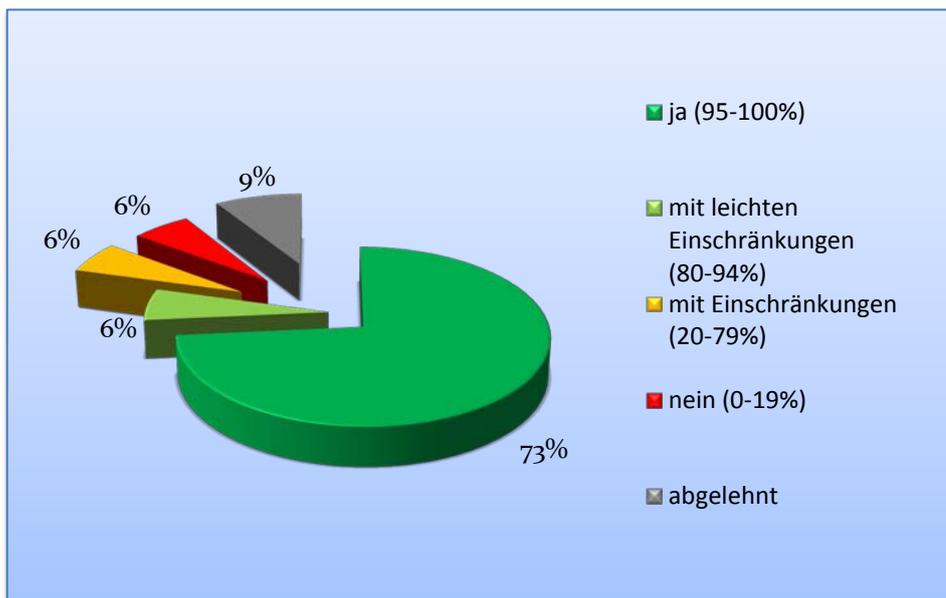


Abbildung 22 - Anteile Erfüllung der Benutzeranforderungen

2. Wichtigste Positionen des zahlungsmäßigen Nachweises

Position	abgerechnete Ausgaben	bewilligte Ausgaben	Bemerkung
0812 Beschäftigte (wiss. Ang.)	167.596,79	162.100,00	Durch diese Positionen wurden wissenschaftliche Mitarbeiter im Rahmen des Forschungsvorhabens finanziert.
0822 Beschäftigungs- entgelte (SHK)	37.582,44	27.300,00	Durch diese Positionen wurden studentische Mitarbeiter im Rahmen des Forschungsvorhabens finanziert. Im Verlauf des Forschungsvorhabens wurden bei der Erforschung und Umsetzung des Decision Support Systems und der Realisierung geeigneter Benutzungsschnittstellen unterstützende Arbeiten in höherem Umfang notwendig.
0846 Dienstreisen	11.912,77	19.000,00	Durch diese Position wurden im Projekt entstandene Reisekosten finanziert. Da verstärkt Reisen im näheren Umfeld (Dortmund Haltern am See und Siegen)

			notwendig waren, wurden weniger Reisekosten benötigt.
0850 Gegenstände (> 410 €)	4.165,00	6.300,00	Mit den Mitteln dieser Position wurde ein Serversystem beschafft. Es hat sich im Projektverlauf herausgestellt, dass insbesondere ein auf zwei leistungsstarken Notebooks verteilten und per Gigabit vernetztes System ebenso effizient ist und einen flexiblen Transport und Betrieb deutlich besser gewährleisten kann als ein klassischer „Rack-Basierter 19“-Server.
0843 Verbrauchsmaterialien	1.280,74	5.600,00	Mit diesen Mitteln wurden für das Projekt AirShield benötigte Verbrauchsmaterialien und Literatur beschafft.
0831 Gegenstände (< 400 €)	0,00	400,00	

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Grundlegend ergab sich die Notwendigkeit der Zuwendung einerseits aus der Beschreibung des Arbeitsplans und der enthaltenen Zuordnung von Ressourcen, andererseits aus der Ausschreibung „Integrierte Schutzsysteme für Rettungs- und Sicherheitskräfte im Rahmen des Programms "Forschung für die zivile Sicherheit" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF).

Das Einzelvorhaben beinhaltet ein erhebliches Umsetzungsrisiko, da es in weiten Teilen der implementierenden Aufgabenpakete wissenschaftliche Ziele verfolgt und somit signifikante technischen wie auch rechtlich/sozial-psychologische Unsicherheiten barg. Die Akzeptanz des Systemkonzeptes in der Anwendung wurde im Rahmen dieses EV untersucht und konnte somit nicht vorweg genommen werden. Entsprechend sind Erfolg und Nutzen der Umsetzung nur risikobehaftet abschätzbar, was die Förderungsnotwendigkeit begründet.

Die Abschätzung führte jedoch aufgrund der allgemeinen Vorkenntnisse, personellen, technischen, und organisatorischen Voraussetzungen, praktischen Erfahrungen sowie persönlichen Kontakte zu einem positiven Ergebnis.

Die Erfolgsaussichten für die Erfüllung der gestellten Aufgaben und Erreichung der Projektziele waren schon im Vorfeld positiv einzuschätzen. Mit Bezug zum Gesamtvorhaben ist zudem zu bemerken, dass das EV der UPB einen wesentlichen Beitrag zur Validierung der Gesamtprojektergebnisse und zur ganzheitlichen Demonstration des Systemkonzeptes beigetragen hat. Damit wird ein Beitrag zur Erhöhung der Marktchancen der Projektergebnisse wie auch der daraus abgeleiteten Verbesserungen in verschiedenen Technologiebereichen geleistet. Die wissenschaftliche Verwertung der TP-Ergebnisse wird durch die UPB im Rahmen der nationalen, aber auch der europäisch ausgerichteten Sicherheitsforschung sichergestellt.

Durch die Validierung in enger Zusammenarbeit mit den Endnutzern sowie Präsentationen des erstellten Demonstrators auf anwenderorientierte Konferenzen konnte eine grundlegende Akzeptanz des Systems und der Vorgehensweise festgestellt werden.

4. Voraussichtlicher Nutzen

In AP100 werden verschiedene Möglichkeiten der Anforderungsanalyse verwendet, die im Hinblick auf weitere Erhebungen systematisiert werden und in einem modularen System zusammengestellt wurden. Dadurch ergibt sich eine schnelle Möglichkeit, angepasste Erhebungsbögen angepasst auf das Problemfeld zu generieren. Hier ist das AirShield-EV ein Punkt der Effizienzstudie. Darüber hinaus wurde die Effizienz von Rapid Prototyping-Verfahren untersucht, die mit dem abschließenden Ergebnis verglichen werden. Die Erkenntnisse vereinfachen die Wahl des richtigen Werkzeugs zur Erhebung der Anwendervorgaben. Dabei war die Verknüpfung zwischen Anforderungsanalyse und Validierung entscheidend. Fokus ist dabei die Anwendbarkeit der AirShield-Plattform. Somit wurde eine Schnittstelle zwischen wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Verwertung angesprochen. Die Erkenntnisse des Requirements Engineering sowie der Evaluation tragen zur Vermarktbarkeit des Systems in zwei Dimensionen bei:

- Die Vermarktbarkeit der AirShield-Plattform kann auf Basis der TP-Ergebnisse begründet werden.
- Die angewandten Methoden und Werkzeuge können genutzt werden, um weitere Produkte und IT-Systeme auf ihren Nutzen zu untersuchen und anhand der vorhandenen Erkenntnisse zu verbessern.

Der Bedarf in diesem Umfeld ist sehr deutlich, da es dahingehend keine Form des „Warentests“ gibt.

Für das Fachgebiet C.I.K., Universität Paderborn ergibt sich nicht nur der Mehrwert durch weitere Veröffentlichungen und Aktualisierung der Lehre (im Sommersemester 2011 wurde beispielsweise eine neue Vorlesung „Gefahrenabwehr und

Havariemanagement“ konzipiert, in die Ergebnisse aus dem Projekt AirShield eingeflossen sind). Vielmehr werden weitere Forschungsbereiche erschlossen. Die hier erforschten Bereiche dienen auch als Grundlage, um die Erkenntnisse zur Verbesserung z. B. auf dem Gebiet der präzisierten Ermittlung und Darstellung von Schadstoffwerten zu nutzen. Dadurch ergibt sich eine Reihe von Forschungsaspekten, die von diesem Projekt profitieren.

Neben den Feuerwehren in Europa bzw. weltweit kommen für das beschriebene System noch andere Hilfsorganisationen (z.B. THW und Polizei) als direkte Nutzer in Betracht. Ausgehend von den Basisfunktionalitäten (Maßnahmenempfehlungen und Drohnen-Integration) ergeben sich vielfältige weitere Anwendungsgebiete. Mögliche weitere Nutzer sind zum Beispiel Rettungsdienste bei Großereignissen, private Sicherheitsdienste und Polizeiermittlungen. Neben öffentlichen Organisationen werden z.B. auch Werksfeuerwehren angehalten sein, ein solches System in den Bestand aufzunehmen. Zudem ist absehbar, dass es möglich ist, für die frühzeitige Detektion von Luftverunreinigungen ein solches System für die schnelle und einfache Luftmessung Umwelteinrichtungen anzubieten. Damit erschließt sich ein großer Anwender- und Kundenkreis mit einer damit verbundenen Schadensprävention.

Die technischen Ergebnisse des beschriebenen Projektes sollen nach Beendigung des Projektes die Entwicklung marktfähiger Produkte ermöglichen. Aktuell ist kein Produkt vergleichbaren Funktionsumfangs bekannt. Neben der Feuerwehr als Hauptkunde kommen noch weitere potentielle Kunden in Betracht (siehe oben).

Die Feuerwehren (Ausnahme Betriebsfeuerwehren) und Rettungsdienste sind in Deutschland nach Kreisen oder kreisfreien Städten organisiert. Bei 323 Kreisen und 118 kreisfreien Städten in der Bundesrepublik Deutschland ergibt sich ein entsprechend hoher Anwenderkreis. Insgesamt werden über 25.000 Feuerwehren mit rund 1,5 Millionen Aktiven adressiert, von denen 100 Berufsfeuerwehren sind. In diesem Segment wird ein Marktpotenzial von 150 AirShield-Systemen identifiziert. Aus den 900 industriellen Werk- und Berufsfeuerwehren, die zu ca. 20% dauerhaft besetzt sind, wird ein Absatz von 160 Systemen abgeleitet.

5. Wissenschaftlicher Fortschritt bei anderen Stellen

Das AirShield Projekt bewegt sich thematisch im Bereich der zivilen Sicherheitsforschung. Hierzu bedient man sich des sogenannten „Remote Sensing“, also der Fernerkundung von sonst nicht oder nur schwer zugänglichen Gebieten. Im Umfeld des „Remote Sensing“ mit Hilfe unbemannter Flugroboter wurde in den letzten Jahren insbesondere in Deutschland und Europa umfangreiche Forschung betrieben. Beispielhaft seien hier die folgenden Projekte genannt:

sFly (<http://projects.asl.ethz.ch/sfly>)

Im sFly Projekt, gefördert von der EU, werden kleine MUAV untersucht, mit deren Hilfe Einsatzkräfte bei Search and Rescue Missionen ebenso unterstützt werden können wie Forscher bei der Umweltüberwachung oder Sicherheitsbehörden bei der optischen Überwachung von kritischen Infrastrukturen. Der Fokus im Projekt liegt hierbei jedoch in erster Linie auf der Entwicklung der fliegenden Plattform selbst und nicht auf Sensorik, Backend oder dem Zuschnitt auf einen speziellen Anwender.

AVIGLE (www.AVIGLE.de)

Im vom Land NRW im Rahmen des Hightech.NRW Programmes geförderten Projektes AVIGLE wird eine universelle, UAV-Schwarm basierte Serviceplattform entwickelt mit deren Hilfe verschiedenartige Aufgaben erfüllt werden können. Beispielfähig wird hier sowohl die 3D Photogrammetrie als auch die temporäre Erweiterung zellulärer Mobilfunknetze betrachtet. Anders als im AirShield Projekt werden bei AVIGLE auch andere Plattformen als Quadkopter wie beispielsweise Blimps und Starrflügler eingesetzt. Zudem spielt Schadstoff Sensorik in diesem Projekt keine Rolle.

AWARE (<http://grvc.us.es/aware/>)

Der Schwerpunkt des ebenfalls bereits im August 2009 abgeschlossenen AWARE Projektes liegt in den Bereichen zivile Sicherheit, Katastrophenmanagement und visuelle Berichterstattung. Hierzu wird ein skalierbares selbstorganisierendes Sensornetzwerk erforscht mit dessen Hilfe sowohl boden- als auch luftgestützte Sensoren miteinander verbunden werden können. Hierzu wird eine neue Middleware entwickelt. Kein Fokus liegt bei AWARE auf den Sensoren selbst und deren Miniaturisierung.

SOGRO (<http://www.sogro.de/>)

Ziel des SOGRO Projektes ist die Optimierung der medizinischen Erstversorgung von Unfallopfern sowie der Aufbau übergreifender Informationsketten zwischen den involvierten Organisationen. Um nach Unfällen schnell einen Überblick über die Situation zu erhalten werden im Rahmen des Projektes MUAV zur Aufnahme von Luftbildern eingesetzt. Messungen von Schadstoffen oder andere Einsatzbereiche der Flugroboter werden hier nicht beleuchtet.

iWBB (http://nts.uni-duisburg-essen.de/research/research_be/iWBB.shtml)

Zu Beginn dieses Jahres 2008 startete das vom Wirtschaftsministerium NRW geförderte Forschungsvorhaben "Internationale Waldbrandbekämpfung, iWBB". An diesem Forschungsprojekt ist das Fachgebiet Nachrichtentechnische Systeme (NTS) neben verschiedenen Firmen sowie anderen Universitäten beteiligt. Ziel ist die Brandfrüherkennung mittels verschiedener auf einem einzelnen UAV montierter Sensoren. Ein Schwarmaspekt ist nicht geplant.

6. Veröffentlichungen

Autor(-en)	Titel	Zusatz	Jahr
Plaß, Marco; Schäfer, Christina; Koch, Rainer	Rahmenbedingungen für Informationssysteme im Kontext der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr	In: Proceedings 160 Software Engineering	Februar 2010
Schäfer, Christina; Pottebaum, Jens; Löken, Oliver ; Koch, Rainer	Geo-Entscheidungsunterstützung für die ABC-Gefahrenabwehr	In: Konferenzband der Geoinformatik 2010	März 2010
Friberg, Therese; Prödel, Stephan; Koch, Rainer	Information Quality Criteria and their Importance for Experts in Crisis Situations	In: Proceedings of the 8 th International Information for Crisis Response and Management Conference (ISCRAM)	Mai 2011
Koch, Rainer; Pottebaum, Jens; Schulz, Armand; Becker, Tobias; Friberg, There-	Informationsmanagement: Chance oder Risiko?	In: Tagungsband der Jahresfachtagung der Vereinigung zur Förde-	Juni 2011

se		rung des deutschen Brandschutzes (vfdb)	
Lindemann, Christian; Schäfer, Christina; Koch, Rainer	Requirements of Knowledge-Management in Industrial Organisations and the sector of Public Safety and Security: same or different?	In: Tagungsband der Jahresfachtagung International Conference on intellectual Capital, knowledge-management and organisational learning	Oktober 2011

III. Literaturverzeichnis

- [1] Normenreihe ISO/IEC 9126 „Software-Engineering - Qualität von Software-Produkten“, 2001
- [2] Norm ISO/IEC 25051 „Software-Engineering - Softwareproduktbewertung - Qualitätsanforderungen an kommerzielle serienmäßig produzierte Softwareprodukte (COTS) und Prüfanweisungen“, 2006
- [3] Normenreihe DIN EN ISO 9241 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ [Der Titel der Teile 1–17 lautet: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“], 2002
- [4] Auriol, E. “AMIRA: Advanced Multi-modal Intelligence for Remote Assistance”, In (Hrsg. Löffler, J., Klann, M.): Tagungsband des “1st International Workshop on Mobile Information Technology for Emergency Response” (Mobile Response 2007). Volume 4458 of Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Berlin/Heidelberg, Springer, 2007
- [5] Decker, S.: "Semantic Web Methods For Knowledge Management", URL <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/cgi-bin/psview?document=/2002/wiwi/3&search=/2002/wiwi/3> – Universität Karlsruhe, 2002
- [6] Freymann, M. (2007). Klassifikation nutzerzentrierter Evaluationsmethoden im User Centered Design Prozess.
- [7] Freßmann, A., Bergmann, R., Taylor, B., Diamond, B., Carr-Smith, G. “Mobile Knowledge Management Support in Fire Service Organisations” In (Hrsg. Oberweis, Weinhardt, Gimpel, Koschmider, Pankratius, and Schnizler), Tagungsband der 8. Internationalen Tagung der Wirtschaftsinformatik, volume 2, pages 557-574, 2007, Universitätsverlag Karlsruhe.
- [8] Hunkirchen, P. (2005). Bitte laut denken. Von Fit für Usability: <http://www.fit-fuer-usability.de/archiv/bitte-laut-denken-thinking-aloud/> abgerufen
- [9] John, L. (2009). Usability testen. Von Hochschule Augsburg: http://www.hs-augs-burg.de/~john/Interaktion+Usability/Material/ID7_UsabilityTesten.pdf abgerufen

- [10] Klante, P. (2000). Universität Oldenburg. Von <http://www-cg-hci.informatik.uni-oldenburg.de/~airweb/Seminarphase/PalleKlante/html/index.html> abgerufen
- [11] Koch, R.; Harnasch, R.; Lee, B.-S.; Pottebaum, J. "Rapid and precise mobile data processing for fire brigades and rescue services (SA-Fer/GÜTER/SHARE)". 12th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI 2007), 22. - 27. Juli 2007, Proceedings Volume 9, LNCS_4558, ISBN: 978-3-540-73353-9
- [12] Mekhilef, M. „Knowledge Management - A Multidisciplinary Survey“, In (Hrsg. Cunningham, P., Cunningham, M.) "Exploiting the Knowledge Economy: Issues, Applications, Case Studies", IOS Press, 2006 Amsterdam, S. 1385-1403
- [13] N. N. „Integrierte Leitstellen in Bayern“, URL <https://www.bayern-ils.de/ILSWebseite/index.php> – Aktualisierungsdatum 08.01.2008 – Landes-Feuerwehr Verband Bayern
- [14] Richter, M. (2010). Effiziente Implementierung von UCD-Methoden in Unternehmen. Von ERGOSIGN: <http://www.slideshare.net/ERGOSIGN/ergosign-vortrag-hh> abgerufen
- [15] Rönfeldt, Jens: Feuerwehr-Handbuch der Organisation, Technik und Ausbildung. Stuttgart: Kohlhammer.
- [16] Rupp, C. „Requirements-Engineering und -Management. Professionelle, iterative Anforderungsanalyse für die Praxis“, 4. Aufl., Hanser Fachbuchverlag, München, 2007
- [17] Sanders, James R. (Hrsg.) "Handbuch der Evaluationsstandards", Joint Committee on Standards for Educational Evaluation, Leske + Budrich, Opladen, 1999
- [18] Führung und Leitung im Einsatz. Führungssystem. Stand: 1999. Stuttgart: Deutscher Gemeindeverlag (Feuerwehr-Dienstvorschrift, 100)
- [19] www.bochum-riemke.de (Stand 29.09.2008)
- [20] [www. Notfallinfo-bochum.de](http://www.Notfallinfo-bochum.de) (Stand 29.09.2008)

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Anwenderintegration und Decision Support - Airborne Remote Sensing for Hazard Inspection by Network-Enabled Lightweight Drones (AirShield)	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch Dipl.- Inf. Christina Schäfer Dipl.- Inf. Therese Friberg Dipl.- Ing. Armand Schulz	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.06.2011
	6. Veröffentlichungsdatum
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Universität Paderborn Fakultät Maschinenbau, C.I.K. Pohlweg 47-49 33098 Paderborn	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 13N9838
	11. Seitenzahl 49
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 20
	14. Tabellen 14
	15. Abbildungen 22
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung Eine Großschadenslage: Flüssige und gasförmige Schadstoffe aller Art können austreten. Anstatt Menschen in dieser Situation mit entsprechender Schutzkleidung, teuren Transport- und Messgeräten in den Gefahrenbereich zu bringen, basiert der neuartige Ansatz des Projektes AirShield darauf, Drohnen mit entsprechender Sensorik einzusetzen bzw. Sensoren schnell und zielgenau im Einsatzgebiet zu platzieren. In einem integrierten Ansatz werden die gewonnenen Daten genutzt, um kostengünstig eine räumliche Darstellung der aktuellen Lage zu erhalten und gleichzeitig Prognosen zum zukünftigen Verlauf der Bedrohung zu erstellen. Das Einzelvorhaben (EV) der Universität Paderborn (UPB) fokussiert die Entscheidungsunterstützung im Kontext des AirShield-Gesamtprojektes. Ziel war es, durch intensive Anwenderintegration in Anforderungsanalyse und Validierung ein Werkzeug zur Unterstützung bei Flächenlagen zu entwickeln, das Daten aus dem Kontext (u. a. Geo-, Sensor- und Ressourcendaten) sammelt, aggregiert und daraus nutzbare Vorgehensempfehlungen für die Einsatzkräfte ableitet. Diese Empfehlungen werden über eine Datenservice-Schnittstelle bereitgestellt und können von benachbarten und darstellenden Systemen abgerufen werden.	
19. Schlagwörter Entscheidungsunterstützung, GIS, Gefahrenabwehr, ABC-Erkundung	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) report
3. title End-user Integration and Decision Support – Airborne Remote Sensing for Hazard Inspection by Network-Enabled Lightweight Drones (AirShield)	
4. author(s) (family name, first name(s)) Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch Dipl.- Inf. Christina Schäfer Dipl.- Inf. Therese Friberg Dipl.- Ing. Armand Schulz	5. end of project 30.06.2011
	6. publication date
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) Universität Paderborn Fakultät Maschinenbau, C.I.K. Pohlweg 47-49 33098 Paderborn	9. originator's report no.
	10. reference no. 13N9838
	11. no. of pages 47
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 20
	14. no. of tables 14
	15. no. of figures 22
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract In case of a large disaster all kinds of liquid and gaseous pollutants could escape. Instead of bringing people with appropriate protecting clothing, expensive transportations and measurements into such an area of risk, the novel basic approach of the project AirShield allows to use drones with appropriate sensors or to place sensors quickly and accurately in the operational area. In an integrated approach the obtained data are used to receive cost-efficiently a spatial visualisation of the current situation and also to forecast the future course of the threat. The University of Paderborn (C.I.K.) focuses on decision support in the context of AirShield overall project. The object is to develop a tool for decision support in case of surface layers by intensive user integration into requirement engineering and validation. The tool is able to collect and aggregate data from the context (including geo, sensor and resource data) and to deduct usable action advice for the technical operational command. These recommendations are provided via a data service interface and are available for neighbouring and delineative systems.	
19. keywords Decision Support System, Geo, GIS, civil defense	
20. publisher	21. price