



# Request a Rescue Robot (R-CUBED)

Wissenschaftlicher Endbericht

Technische Universität Graz  
Landesfeuerwehrverband Steiermark

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Ziele .....	3
2	Methodik .....	4
3	Relevante Arbeiten und Projekte .....	6
4	Informationsbeschaffung .....	9
4.1	Technologieübersicht .....	9
4.1.1	Roboter-Trägersysteme .....	10
4.1.2	Roboterarme - Manipulatoren .....	12
4.1.3	Sensoren .....	13
4.1.4	Operator Station .....	15
4.2	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	16
4.2.1	Datenschutz .....	16
4.2.2	Luftfahrtgesetz Drohnen .....	18
4.3	Situation Robotik im Echteininsatz .....	20
4.4	Identifikation der Einsatzszenarien .....	22
4.4.1	Tätigkeitsprofile von Robotern .....	22
4.4.2	Identifizierte Einsatzszenarien und Zuordnung zu Tätigkeitsprofile .....	22
4.4.3	Zeitliche Aspekte .....	24
4.5	Detaillierte Analyse der Szenarien .....	24
4.5.1	Manipulation .....	24
4.5.2	Personensuche .....	24
4.5.3	Unterwasser Suche/Bergung .....	24
4.5.4	Lagebild .....	25
4.5.5	Detektieren .....	25
4.5.6	Datenaufbereitung .....	25
4.6	Abklärung der Rahmenbedingungen .....	26
4.7	Informationsquellen .....	28
5	Use-Cases und Zielkatalog .....	34
5.1	Use-Cases .....	34
5.2	Zielkatalog .....	35
5.3	Informationsquellen .....	37
6	Modellentwicklung .....	38
6.1	Variation der Modellparameter .....	39
6.1.1	Organisationsform und rechtliche Grundlage .....	39
6.1.2	Zeitlichen Verfügbarkeit und Organisationsform .....	40
6.1.3	Zeitlichen Verfügbarkeit, Anwendungsfälle und technische Voraussetzung ...	40
6.1.4	Zeitlichen Verfügbarkeit und Alarmierung .....	41
6.1.5	Dokumentation, Organisationsform und Anwendungsfällen .....	42
6.1.6	Anwendungsfall, Logistik und Infrastruktur .....	42
6.1.7	Anwendungsfälle und Teamstruktur .....	43
6.1.8	Anwendungsfälle und Datenaufbereitung .....	44
6.1.9	Anwendungsfälle, Organisationsform, Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung .....	44
6.1.10	Weitgehend Variantenunabhängige Parameter .....	46
6.2	Referenzmodellvarianten .....	48
6.2.1	Einsatzorganisation mit Einsatzbereitschaft in unter einer Stunde .....	48
6.2.2	Verein/Unternehmen mit Einsatzbereitschaft in ein bis drei Stunden .....	50
6.2.3	Einsatzorganisation für Zeit-unkritische Einsätze .....	53
6.2.4	Verein/Unternehmen für Zeit-unkritische Einsätze .....	57
6.3	Informationsquellen .....	61
7	Bewertung Modellvarianten .....	61
7.1	Validierung Modellparameter .....	61

7.1.1	Expertenworkshop mit Einsatzkräften .....	61
7.1.2	Rückmeldung zu Tätigkeitsprofile und zeitliche Aspekte .....	62
7.1.3	Rückmeldungen zur Generation von Modellvarianten.....	62
7.1.4	Grundlegende Diskussion der Referenzmodelle .....	63
7.2	Auswahl bevorzugter Modellvarianten .....	65
7.3	Informationsquellen.....	66
8	Zusammenfassung und Fazit .....	67
9	Literaturverzeichnis.....	68

Autoren: DI Johannes Maurer, Institut für Softwaretechnologie, Technische Universität Graz  
Dr. Gerald Lichtenegger, Landesfeuerwehrverband Steiermark  
Dr. Gerald Steinbauer, Institut für Softwaretechnologie, Technische Universität Graz

Das Projekt „R-Cubed - Request a Rescue Robot“ wurde im Rahmen des KIRAS Sicherheitsforschungsprogramms der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) gefördert.

# 1 Einleitung und Ziele

Einsatzkräfte stehen heute vermehrt vor der Situation, in denen der direkte Zugang zu Regionen selbst für diese Spezialisten nicht immer möglich ist. Solche Situationen sind zum Beispiel behördliche Sperren von Regionen bei Muren oder der Austritt von gefährlichen Stoffen. Diese Situation treten durch kritische Wetterphänomene und die fortschreitende Technisierung immer häufiger auf. Robotertechnologie kann hier die Bedarfslücke der Einsatzkräfte schließen, da sie es ermöglicht, gesperrte Bereiche gefahrlos zu erkunden oder aus sicherer Entfernung mit gefährlichen Objekten zu hantieren. Das Ziel des Projektes ist es ein direkt umsetzbares Modell zu entwickeln, dass es Einsatzorganisationen einfach, schnell und unbürokratisch ermöglicht, moderne Robotertechnologie (die nur bedingt bei den Einsatzkräften vorgehalten werden kann) und entsprechende Expertinnen im Bedarfsfall zur Unterstützung anzufordern. Um das Modell direkt umsetzbar zu gestalten, müssen im Zuge der Modelentwicklung umfassend alle Fragen in Bezug auf zum Beispiel mögliche Einsatzszenarien, Einsatztaktik, verfügbare Robotertechnologie, rechtliche Rahmenbedingungen, Training, Wartung, Dokumentation und Datenschutz bearbeitet werden.

Unter dem Begriff Roboter verstehen wir die Kombination aus einem Trägersystem (Land, Luft, Wasser, Unterwasser), der Sensorik, Schnittstellen zur Steuerung, Datenaufbereitung und Visualisierung und der Möglichkeit der Manipulation von Objekten. Diese kombinierte Technologie bietet eine Vielzahl unterschiedlicher Möglichkeiten, um durch schnelleres und sicheres Agieren zur Steigerung der Sicherheit beizutragen.

Durch das geplante Modell wird es möglich, moderne Robotertechnologie im Einsatzalltag zu etablieren. Dieser Einsatz trägt zur Erhöhung der Sicherheit bei, da kritische Situation schneller und sicherer bearbeitet werden können und diese Situationen durch den präventiven Einsatz der Technologie (z.B. präventive regelmäßige Inspektion kritischer Infrastrukturen oder potentieller Gefahrenstellen) in ihrer Häufigkeit und Intensität verringert werden. Ferner trägt das geplante Modell zum Wachstum der heimischen Sicherheitswirtschaft bei. Durch den vermehrten praktischen Einsatz der Robotertechnologie wird der Bedarf an der Technologie gesteigert und auch neue Geschäftsfelder (z.B. Serviceprovider für Robotertechnologie) ermöglicht. Der praktische Einsatz der Technologie trägt ebenfalls zum Aufbau von Exzellenz im Bereich der Sicherheitsforschung bei, da es zu einem intensiven Austausch zwischen den Einsatzkräfte als Bedarfsträger und Forschungseinrichtungen und Unternehmen als Technologielieferanten kommt.

Zu den operativen Zielen des Kiras Programms trägt das vorgeschlagene Projekt im Zeitpunkt der Reaktion auf einen Schadenseintritt und der Vorbeugung des Schadenseintritts bei. Im Falle des Schadenseintritts kann Robotertechnologie beim Risiko- und Krisenmanagement durch das Liefern von Daten für ein Lagebild unterstützen. Hier seien als Beispiele die schnelle Übersicht durch fliegende Roboter (Drohnen) oder Sichtung unzugänglicher oder gefährlicher Bereiche wie kollabierte Gebäude und die Überwachung des Austritts gefährlicher Stoffe durch fahrende Roboter genannt. Robotertechnologie trägt auch zur Effizienzsteigerung von Einsatzorganisationen bei. Die bereits erwähnte schnelle Übersicht zur Lage ermöglicht es den Einsatzorganisationen, den Schadensfall schneller und effizienter abzuarbeiten. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Robotertechnologie ist, dass sie die persönliche Sicherheit der Einsatzkräfte im Einsatz erhöhen. Durch Robotertechnologie ist es unter Umständen nicht nötig, dass sich Einsatzkräfte in

Gefahrenbereiche begeben, um dort entweder Informationen zu sammeln oder Aktionen zu setzen. Beispiele sind hier das Messen von Schadstoffen und die Handhabung gefährlicher Stoffe.

Moderne Robotertechnologien können aber auch zur Durchführung präventiver Inspektions- und Wartungsaufgaben in kritischen Infrastrukturen eingesetzt werden. Sie ermöglichen somit die frühzeitige Erkennung von Fehlerquellen und helfen dadurch das Auftreten von Ausfällen oder Schadensfällen zu verringern. Robotertechnologie kann zum Beispiel eingesetzt werden, um regelmäßig, schnell und kostengünstig kritische Infrastrukturen wie Versorgungsnetze (Strom, Wasser) zu inspizieren. Ferner ist auch eine Inspektion von unzugänglichen oder unangenehmen Bereichen wie Kanälen oder Flussläufen möglich.

Ausgangspunkt zur Entwicklung eines ganzheitlichen Modells zur Verfügungstellung von Robotertechnologie zur Unterstützung von Einsatzkräften waren die Beobachtungen und Rückmeldungen, dass Robotertechnologie im Grunde reif wäre, um eine signifikante Unterstützung von Einsatzkräften zu ermöglichen jedoch die Technik und Handhabung sehr komplex und kostspielig ist und es noch einige taktische wie rechtliche Bedenken gibt. Daher ist momentan eine direkte Integration von Robotertechnologie bei Einsatzkräften eher unwahrscheinlich. Daher wurden in dieser Studie Modelle entwickelt, die sowohl die Verfügbarkeit der Technologie erlauben als auch die offenen rechtlichen, taktischen und technologischen Fragen erschöpfend berücksichtigen.

## 2 Methodik

Im Rahmen des Projekts wurden Modelle entwickelt, die Einsatzkräften ein einfaches und unbürokratisches Anfordern externer Expertinnen und Robotertechnologien für Einsätze ermöglichen sollen. Dabei wurden folgende drei Hauptfragestellungen bearbeitet:

- Welche realistische Use-Cases für Robotertechnologien zur Unterstützung von Einsatzkräften gibt es?
- Welche technischen, taktischen und juristischen Rahmenbedingungen müssen dabei beachtet werden?
- Wie sehen tragfähige und unmittelbar umsetzbare Modelle aus, die Einsatzkräften eine einfache interne Nutzung von Robotertechnologien für Einsätze oder das unbürokratische Anfordern externer technischer Ressourcen und Expertinnen ermöglichen?

Die Bearbeitung dieser Fragestellungen erfolgte durch Anwendung des interdisziplinären System Engineering (SI) Ansatzes (Haberfellner, et al., 2012). Das Projekt stellte dabei eine Entwicklungsphase des SI-Phasenmodells dar, dessen Ergebnis eine Auswahl an bevorzugten Modellvarianten zur internen Nutzung oder Integration von Robotertechnologie und ExpertInnen in reale Einsätze ist. Die Vorgehensweise im Projekt orientierte sich dabei an der Logik des Problemlösungszyklus (PLZ). Die Realisierung des Projekts erfolge dabei wie in Abbildung 1 dargestellt in folgenden Teilschritten: (1) Informationsbeschaffung, (2) Use-Cases und Zielkatalog, (3) Modellentwicklung und (4) Bewertung der Modellvarianten. Die Gliederung des Ablaufes ist jedoch nicht als lineares Vorgehensmodell zu betrachten, da im Laufe der Umsetzung des Projekts Vor- und Rückgriffe zwischen den einzelnen Schritten nötig waren.

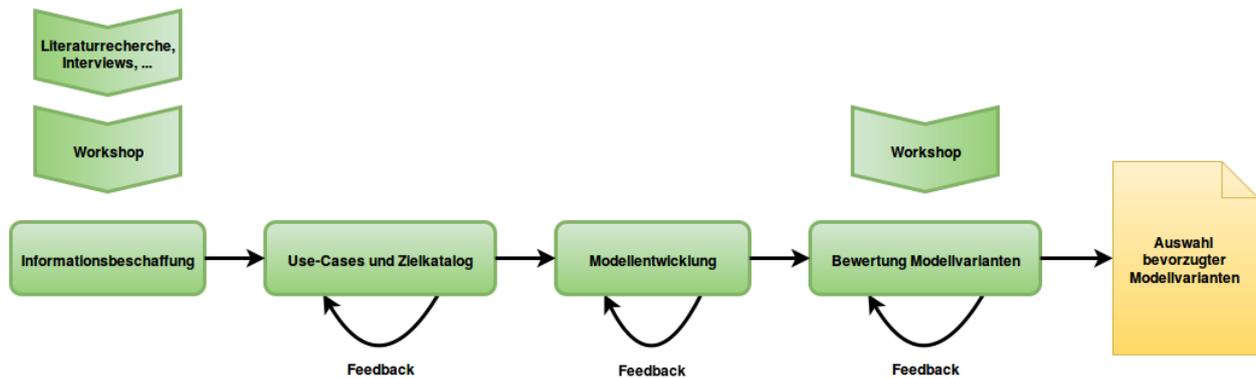


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Projektlaufes.

Die Informationsbeschaffung diente der systematischen Untersuchung und Darstellung des Problems und des Anwendungsfelds aus unterschiedlichen Betrachtungsweisen. Dafür wurde eine gemeinsame Informationsbasis für nachfolgende Schritte geschaffen und wichtige Rahmenbedingungen für die spätere Modellentwicklung identifiziert. Im Rahmen dieser Phase wurden folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Eine Literaturrecherche zur Schaffung einer Informationsbasis zu verfügbaren Technologien, rechtliche Rahmenbedingungen, relevanten Projekten und Themengebieten wurde durchgeführt.
- Interviews mit ExpertInnen aus den Bereichen Einsatz, Robotertechnologie und Recht wurden durchgeführt.
- Eine Schulung für Einsatzkräfte zu Taktik, Einsatzdokumentation, Messgeräte, Geräte im Feuerwehrdienst und rechtliche Grundlagen wurde besucht.
- Workshops mit ExpertInnen aus den Blaulichtorganisationen, der Industrie und der Forschung wurden durchgeführt.

Dabei wurden folgende Methoden angewendet:

- Interviews zum Erfassen der gegenwärtigen Situation und der Erwartungen wurden durchgeführt.
- Die Bestimmung der Anwendungsfälle und der Rahmenbedingungen wurde Anhand der Methode Design Patterns für Informationssysteme (Lichtenegger, 2015) durchgeführt.
- Die gewonnenen Informationen wurden systematisch in Mindmaps, ABC-Analyse und, Blackbox-Darstellung aufgearbeitet und dargestellt.

In der Projektphase Use-Cases und Zielkatalog wurden die Referenzanwendungsfälle und der Zielkatalog erarbeitet. Die Referenzanwendungsfälle wurden dabei aus den Erkenntnissen der Informationsbeschaffung abgeleitet und durch ein geeignetes Bewertungsschema beurteilt. Der Zielkatalog stellt eine systematische Zusammenfassung aller relevanten Steuergrößen und Rahmenbedingungen der Modellvarianten dar. Die Erstellung des Zielkataloges wurde unter Berücksichtigung der erarbeiteten Referenzanwendungsfälle und unter der Zuhilfenahme der methodischen Hilfsmittel des Brainstormings und des Standardzielkatalogend durchgeführt. Der Zielkatalog bildet die Basis für die nachfolgende Modellentwicklung und für die Bewertung der erarbeiteten Modellvarianten. Zudem ist der Zielkatalog eine essentielle Unterstützung bei einer späteren praktischen Umsetzung einer der erarbeiteten Modellvarianten.

Die Modellentwicklung ist der zentrale Teil der Entwicklungsphase und besteht aus der kreativ-

konstruktiven Synthese von Lösungen und der kritisch-analytischen Analyse von Lösungen. Bei der Synthese wurden, basierend auf den Ergebnissen der Situationsanalyse und der Zielformulierung, Konzepte zur Lösung des Problems erarbeitet. Dabei wurden die Kreativtechniken Brainstorming und Morphologie (Haberfellner, et al., 2012) eingesetzt. In der anschließenden Analyse wurden die erarbeiteten Konzepte durch die Analogiemethode und Diskussionen mit den Einsatzkräften untersucht.

In der letzten Projektphase Bewertung der Modellvarianten erfolgte eine systematische Beurteilung der erarbeiteten Lösungskonzepte. Die Bewertung erfolgte dabei mit Hilfe einer Argumentenbilanz, die unter Einbeziehung von Expertenfeedbacks erstellt wurde. Die erarbeitete Bewertung diente als Basis der Erstellung der Auswahl bevorzugter Lösungsvarianten. Die Auswahl bevorzugter Lösungsvarianten stellt eine Auflistung von Modellvarianten dar, die weiter ausgearbeitet und umgesetzt werden sollten.

### 3 Relevante Arbeiten und Projekte

Im Zuge der Vorbereitung des Hauptteils dieser Studie wurde vorab eine Literaturrecherche in folgenden Bereichen durchgeführt: (1) Referenzmodelle für die Zurverfügungstellung von Robotertechnologie, (2) aktuelle Stand der Technologieentwicklung und (3) Referenzbeispiele für den realen Einsatz von Robotertechnologie.

Als ein Referenzmodell für die Zurverfügungstellung von Robotertechnologie und externen Experten kann die, von Prof. Robin Murphy vom Center for Robot-Assisted Search and Rescue (CRASAR) der Texas A&M University in den USA gegründete, Initiative „Roboticists Without Borders“ gesehen werden (Center for Robot-Assisted Search and Rescue). Diese Initiative ist deshalb interessant, da sie ein ähnliches Konzept verfolgt und Roboter und Expertinnen im Katastrophenfall zeitnah zur Verfügung zu stellen. Wobei die Idee hier ist, dass sich Unternehmen und Forschergruppen hier registrieren und bei Bedarf bis zu 10 Tagen Ausrüstung und Experten international kostenlos zur Verfügung stellen. Eine ähnliche Idee wie in dieser Studie angedacht verfolgt das belgische B-FAST Team (B-FAST). B-FAST ist eine belgische Organisation die in Zusammenarbeit mit belgischen Ministerien Ressourcen für internationale Katastropheneinsätze zur Verfügung stellt. B-FAST stellt im Rahmen des European Civil Protection Mechanism (EUCP) verschiedene Module wie High Capacity Pumping oder Feldspitäler zur Verfügung. Momentan wird am Aufbau eines Moduls für Aufklärungsdrohnen gearbeitet.

In den letzten Jahren wurden eine Reihe Europäischer und nationaler Forschungsprojekte durchgeführt, die sich mit der Entwicklung von Robotertechnologie zur Unterstützung von Einsatzkräften beschäftigen. Das EU FP7 (7. Rahmenprogramm) Projekt ICARUS beschäftigt sich mit der Entwicklung von Roboter-Assistenz-Systemen für Such- und Berge-Einsätze. Ziel ist es kombinierte Land-, Luft- und See-Roboter zu entwickeln, die bei größeren und komplexeren Missionen eingesetzt werden können [1]. Neben der Entwicklung von Roboterplattformen für das Land (sowohl große Plattformen für hohe Zuladung als auch kleine für die Suche in eingestürzten Gebäuden), die Luft (sowohl flexible Quadrotorer als auch ausdauernde Flächenflugzeuge) und die See (sowohl automatische Rettungsinseln wie auch Aufklärungsboote) stehen die Entwicklung moderner Sensoren für die Personensuche (leichte und spezialisierte IR Kameras) und die Einbindung in C4I Systeme und Infrastruktur im Fokus. Ferner wurde ein von anderer Infrastruktur unabhängiges (z.B. Strom, Telekommunikation) Data Center entwickelt, das es erlaubt, die

gesammelten Daten zu speichern und in komplexere Lagebilder zu integrieren. Das Projekt SHERPA (EU FP7) widmet sich der Entwicklung von Robotertechnologie zur Unterstützung von Sucheinsätzen in alpinem Gelände. Dabei werden drei Arten von Robotern eingesetzt. Ein schwerer fahrender Roboter fungiert sowohl als Träger für Lasten und Ausrüstung zur Unterstützung der Einsatzkräfte als auch als Basis- und Ladestation für leichte fliegende Roboter (Quadcopter). Ferner werden noch große hochfliegende Roboter (RMax Hubschrauber, Flächenflugzeug) mit großer Zuladung verwendet. Neben der Entwicklung von automatischen Techniken zur Suche nach Personen liegt der Schwerpunkt des Projektes in der Zusammenarbeit Mensch-Roboter. Hier soll die zusätzliche mentale Belastung für die Einsatzkraft in der Zusammenarbeit mit den Robotern und deren Benutzung minimiert werden. Hier stellt sich auch die Frage der Autonomie. Wie selbständig soll ein Roboter agieren. Während hier in der Forschung viel passiert, werden wir uns im vorliegenden Projekt auf teleoperierte und semi-autonome Roboter beschränken, da diese momentan noch besser für den realen Einsatz geeignet sind. Das EU FP7 Projekt NIFTI beschäftigt sich mit der Zusammenarbeit von Einsatzkräften und Robotern. Ziel ist es neben der Arbeit an der Sensorik und Steuerung für fahrende und fliegende Roboter, Methoden zu entwickeln, die es einem autonomen Roboter erlauben, als Mitglied eines Teams zu agieren und gemeinsame Aufgaben zu erledigen. Hierzu ist ein verbessertes Verständnis der Umgebung und der Tätigkeiten anderer Teammitglieder durch den Roboter und innovative Interaktionsmöglichkeiten nötig. Neben großen integrierten Projekten, gibt es auch Forschung in individuellen Bereichen. Hier ist neben der Entwicklung von Trägersystemen (z.B. kleinere robustere Roboter für eingestürzte Gebäude oder längere Flugzeiten) die Sensorik zu nennen. Hier geht es zum einen um die Entwicklung spezialisierte Sensoren wie zum Beispiel das BioRadar des nationalen deutschen I-LOV Projektes, das mittels Radar in der Lage ist, den Herzschlag verschütteter Personen zu messen [2]. Zum anderen geht es um den Einsatz bestehender Sensortechnologie und die Interpretation und Darstellung der gesammelten Daten. Entsprechend der Tragkraft der Plattform kommen hier Kameras (normal oder IR, auch auf leichten fliegenden Robotern möglich) oder Laser Scanner (2D oder 3D, verschiedenste Auflösungen, verschiedene Reichweite von einigen Metern bis zu einigen Kilometern) als Sensoren zum Einsatz. Die Daten können mittels entsprechender Registrierungsalgorithmen (2D/3D Laserscans) [3], [4] oder Structure from Motion (2D Kameras) [5] zu dreidimensionalen Karten verarbeitet werden. Je nach Typ und Auflösung des Sensors erfolgt die Berechnung in Echtzeit [5] oder benötigt ein Post-Processing von einigen Minuten bis Stunden. Interessant sind auch Forschungen zur automatischen Klassifikation von Daten, um die mentale Belastung für Einsatzkräfte zu minimieren. Zum Beispiel können große 3D Punktmengen aus zum Beispiel einem Tunnel automatisch nach Mustern von Fahrzeugen durchsucht werden [6]. Die Einsatzkraft erhält eine mit abstrahierter Information angereicherte Darstellung. National sollen hier noch Projekte der KIRAS-Programmschiene erwähnt werden. Das Projekt UDS9 beschäftigt sich mit der Entwicklung eines ultra-leichten Fluggeräts (Drohne), das eine längere Flugzeit erlaubt. Die limitierte Flugzeit von Drohnen ist momentan eines der vorrangigen Probleme. Beim Projekt SkyObserver wurde an einem autonomen Schwarm von Drohnen gearbeitet, der die Erstellung eines Lagebildes zur Abschätzung von Risiken erlaubt. Entsprechend der verwendeten Sensorik können zum Beispiel Schadstoffe oder Personen detektiert werden. Im Rahmen des Projektes Airwatch wurde die Sensorplattform ARGUS (Airborne Realtime Ground Unit Support) entwickelt. Die Sensorplattform kann mit verschiedenen Sensoren optische, thermale oder infrarote Daten liefern. Ferner ist die

Plattform zertifiziert und kann schnell an diversen Flugzeugen montiert werden. Damit ist es möglich mit dem Sensoren größere Flächen zu befliegen und Daten sowohl in Echtzeit zum Boden zu funken oder in besserer Auflösung für spätere Auswertungen abzuspeichern.

Es gibt zahlreiche Beispiele für Einsätze von Robotertechnologie in realen Katastrophen-, Krisen- und Schadensfälle. Zwei Anwendungsfälle von CRASAR beziehen sich auf die Untersuchung von Folgen von Hurrikans. 2005 wurden nach dem Hurrikan Wilma fliegender Roboter mit Kameras und schwimmender Roboter mit Echolot eingesetzt, um Schäden an unzugänglichen Häusern und Schäden an Brücken, Piers und Dämmen zu untersuchen [7]. Dieser Einsatz zeigte, dass Robotertechnologie zusätzliche Informationen über eine Katastrophe liefern können. Es zeigte sich aber auch, dass für den effizienten Einsatz von Robotern stets ein Team bestehend aus Flight Director, Mission Specialist und Pilot nötig ist. Während der Flight Director für den sicheren Gesamteinsatz zuständig ist, hat die Pilotin als Einzige direkten Zugriff auf den Roboter und der Mission Specialist ist für das Sammeln und Aufbereiten der Daten zuständig [8]. Diese Aufteilung des Teams ist mittlerweile Standard beim Einsatz von Robotern in Katastrophenfällen. Weitere erfolgreiche Einsätze der Gruppe aus Texas umfassen Brückeninspektionen nach Hurrikan Ike im Jahre 2008 [9] und die Inspektion der Strukturen einer öffentlichen Garage nach deren Einsturz im Jahre 2007 [10]. Ein weniger erfolgreiches Beispiel für den Einsatz von Robotern war der Einsturz des Kölner Stadtarchives im Jahre 2009 [11]. Auf Grund der speziellen dichten Struktur des Schuttes und einsetzenden Regens war es nicht möglich, Roboter bei der Suche nach Verschütteten einzusetzen. Dies lag zum einen an der ungeeigneten Geometrie und Größe der Roboter (große Betonbrocken vor und kleine Hohlräume in der Ruine) und Sicherheitsbedenken der Einsatzleitung (rutschiger Schutt). Auch wenn Roboter nicht direkt eingesetzt werden konnten, wurden Erkenntnisse für zukünftige Einsätze gewonnen. In [12] wurde über zwei Einsätze von Robotertechnologie nach dem großen Erdbeben in Japan im Jahre 2011 berichtet. Experten vom japanischen International Rescue Institute (IRI) und CRASAR wurden zur Unterstützung an Aufräumarbeiten aktiviert. Die Aufgabe war es Häfen nach Beschädigungen der Unterwasserstrukturen, Trümmern und versunkenen Autos abzusuchen, die eventuell den Schiffsverkehr behindern. Die Hauptaufgabe war, die Aufräumarbeiten mit Informationen zu unterstützen, damit die Hafenaktivitäten wie die lokale Fischereiindustrie schnell wieder hergestellt werden kann. Diese Aktivitäten wurden jedoch nicht direkt im Zuge der ersten Reaktion auf die Katastrophe durchgeführt. Die erste Mission wurde sechs Wochen nach der Katastrophe durchgeführt. Die zweite Mission wurde einige Monate später durchgeführt. In beiden Einsätzen wurden professionelle Unterwasserroboter eingesetzt. Auf Grund der kurzen Vorbereitungsphase wurden während des ersten Einsatzes nur einfache Sensoren und Visualisierungen verwendet. Im zweiten Einsatz wurden wesentlich verbesserte Geo-Informationssysteme zur Aufbereitung verwendet. Dies verbesserte die Nutzbarkeit der gesammelten Informationen durch die Einsatzkräfte erheblich. Ein interessanter Einsatz von Robotertechnologie (Aufklärungsdrohnen) erfolgte 2011 bei der Zerstörung eines Kraftwerkes durch die Explosion eines Munitionslagers auf Zypern [13]. Dieser Einsatz ist auf Grund dreier Faktoren interessant. Zum ersten wurden die Roboter über EUCP angefordert, der es ähnlich der Idee für das vorliegende Projekt erlaubt, externe Expertise im Krisenfall anzufordern. Zweitens wurden vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) neben Satellitenaufnahmen des zerstörten Bereichs fliegende Roboter zur Verfügung gestellt, die mit Kameras sowohl Bilder als auch 3D Karten des zerstörten Kraftwerkes lieferten. Drittens wurde die Struktur des Einsatzteams verfeinert, um einerseits den erhöhten

Sicherheitsanforderungen vor Ort (versprengte Munition, Öl-Lecks) Rechnung zu tragen und um weitere ExpertInnen (Bau und Elektrotechnik) als Mission Spezialist einbinden zu können. Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von fliegenden und fahrenden Robotern (die im Rahmen des EU FP7 Projekts NIFTI entwickelt wurden) zur Inspektion von Schäden an Kulturgütern nach dem Erdbeben in der italienischen Region Emilia-Romagna im Jahr 2012 [14]. Die Roboter wurden eingesetzt, um Videoaufnahmen und 3D Karten von unzugänglichen Bereichen einer eingestürzten Kirche zu machen, die eine Einschätzung der Schäden ermöglichte und die weitere Planung unterstützte. Neben dem technischen Fortschritt (präzise 3D Karten) ist hier auch die weitere Verfeinerung der Zusammenarbeit des Robotik-Teams mit den Einsatzkräften zu nennen. Ein sehr aktueller und interessanter Einsatz von Robotertechnologie fand 2014 im Zuge der Flut in Bosnien-Herzegowina statt. Ein ExpertInnen-Team des EU-Projektes Icarus nahm mit Aufklärungsdrohnen und spezieller Hardware und Software zur Erstellung von 3D Karten zur Unterstützung des belgischen B-FAST Team an dem internationalen Einsatz teil [15]. Ziel der Mission war es mittels Aufklärungsdrohnen schnell einen Überblick der Lage zu liefern. Hier waren speziell Überflutungen, der Zustand von Infrastruktur wie Dämmen aber auch das Wegschwemmen von Landminen interessant. Interessant war der Einsatz neben den Nutzen für die Einsatzkräfte (schnellerer und detaillierter Überblick der Lage) auch als Test für die Rahmenbedingungen und Prozeduren zum Einsatz von Drohnen in internationalen Katastropheneinsätzen. Wichtig für den Erfolg des Einsatzes war es, dass die beteiligten ExpertInnen schnell und umfangreich Fluggenehmigungen für die Drohnen über dem betroffenen Gebiet bekamen. Dazu war neben der guten Zusammenarbeit mit den lokalen Behörden auch eine gut Vorbereitung der Unterlagen und der Prozeduren wichtig. Mit einem fundierten Nachweis über die technischen Details, die Wartung der Drohnen, der Ausbildung der Piloten und der geplanten Prozeduren konnten die Fluggenehmigungen rasch erteilt werden.

All diese Beispiele zeigen, dass die Technik so weit entwickelt ist, dass sie sinnvoll zur Unterstützung von Einsatzkräften eingesetzt werden kann. Allerdings bedingt die Komplexität der Technik stets die Anwesenheit eines Teams von ExpertInnen vor Ort.

## **4 Informationsbeschaffung**

Die Situationsanalyse beruht auf der Sammlung, Sichtung und Interpretation von technischen und wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Gesetzestexten, Schulungsunterlagen und Einsatzvorgaben. Die relevanten Quellen sind im Text referenziert. Ferner wurde eine Reihe von Interviews mit ExpertInnen geführt. Eine Liste der Interviews findet sich am Ende des Kapitels. Ebenfalls wurde an einem Führungslehrgang des Landesfeuerwehrverbandes Steiermark teilgenommen, um einen Überblick über Einsatzorganisation und Taktik zu erhalten. Abschließend wurde in nationalen wie internationalen Präsentationen bzw. Workshops die aktuelle Situation von Robotik im Echteinsatz diskutiert. Eine Liste der Präsentationen und Workshops findet sich am Ende des Kapitels.

### **4.1 Technologieübersicht**

Eine Teilaufgabe der Situationsanalyse war eine umfassende Technologieanalyse aktueller Robotersysteme. Als Roboter wird die Kombination aus einem Trägersystem (Land, Luft, Wasser, Unterwasser), der Sensorik, Schnittstellen zur Steuerung, Datenaufbereitung und der Möglichkeit

der Manipulation von Objekten bezeichnet. In der folgenden Technologieübersicht werden die einzelnen Teilsysteme nacheinander beschrieben.

#### **4.1.1 Roboter-Trägersysteme**

Die mobile Trägerplattform ist die Hauptkomponente jedes unbemannten Fahrzeuges. Auf dieser Plattform wird jegliche Zusatzausrüstung montiert. Ein Hauptmerkmal einer Trägerplattform ist die Fähigkeit sich in unterschiedlichen Umgebungen bewegen zu können. Man kann die mobilen Plattformen grob in die folgenden vier Umgebungen einteilen: (1) Land, (2) Luft, (3) Wasser und (4) Unterwasser. Dieser Unterteilung wird im Folgenden zur übersichtlicheren Beschreibung der Roboterträgersysteme verwendet. Wobei erwähnt werden muss, dass auch hybride Modelle existieren.

##### ***Unbemannte-Land-Fahrzeuge (engl. Unmanned Ground Vehicles – UGV)***

Unbemannte Land-Fahrzeuge sind technisch konzipiert um über mehr oder wenige befestigten Grund zu fahren. Die Fortbewegungskonzepte sind dabei vorwiegend Räder, Ketten oder Schlangen-ähnlich. Auch menschenähnliche Plattformen, die sich auf zwei Beinen fortbewegen werden aktuell vermehrt entwickelt. Aktuell verfügbare Roboter-Trägersysteme setzen jedoch hauptsächlich auf Räder- und Kettenantriebe. Die Plattformen sind ausgelegt, komplexe Strukturen zu überwinden, wie sie häufig nach Katastrophen (z.B Erdbeben, ...) zu finden sind. Einige dieser Plattformen finden schon seit einigen Jahren Anwendung im militärischen Bereich. Nachfolgend werden einige Beispiele für kommerziell verfügbare unbemannte Land-Fahrzeuge beschrieben.

Der Cobham NBC MAX, wurde entwickelt, um mit einer Vielzahl an gefährlichen Situationen zurechtzukommen, mit denen Einsatzkräfte konfrontiert werden können. Die Plattform baut auf den Bombenentschärfungsroboter Telemax auf und wurde für Einsätze mit Gefahrstoffe adaptiert. Die mobile Trägerplattform ermöglicht es Hindernisse zu überfahren. Mit Hilfe des Roboterarms auf der Plattform können Gegenstände in der Umgebung des Roboters manipuliert werden und Proben genommen werden. Die Steuerung erfolgt über ein spezielles Bedienpult. Die Plattform kann mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet werden, mit denen verschiedenste Gefahrstoffe detektiert werden können. Alle Messungen können dem Operator angezeigt werden. Die Kommunikation mit der Plattform erfolgt über eine Funkverbindung.

Der Taurob Tracker ist ein weiteres Beispiel für eine kommerziell verfügbare Roboterplattform für Einsatzkräfte. Der Taurob Tracker wurde speziell für Anwendungsfälle der Feuerwehr entwickelt. Die Plattform ist konzipiert, um in explosiveren Umgebungen operieren zu können (ATEX Zertifizierung). Zudem ist die Plattform wasserfest nach IP67. Der verstellbare Kettenantrieb ermöglicht es dem Roboter über Hindernisse zu navigieren. Mit dem montierten Roboterarm können Gegenstände in der Umgebung des Roboters manipuliert werden. Der Roboter ist mit unterschiedlichen Kameras ausgestattet und kann mit zusätzlichen Sensoren ausgerüstet werden. Die Steuerung erfolgt über ein spezielles Tablett Interface, auf dem auch der aktuelle Status des Roboters und alles Sensordaten dargestellt werden.

##### ***Unbemannte Luft-Fahrzeuge (engl. Unmanned Aerial Vehicles – UAV)***

Unbemannte Luft-Fahrzeuge besitzen die Fähigkeit zu fliegen und haben dadurch mehr Bewegungsfreiheitsgrade als bodengestützte Systeme. Am häufigsten versteht man unter einem

unbemannte-Luft-Fahrzeuge ein Helikopter-ähnliches Fluggerät, das vier oder mehr Propeller besitzt, sogenannte Multikopter. Neben den Multikoptern zählen jedoch auch unbemannte Flächenflugzeuge und Zeppeline zu dieser Gruppe.

Unbemannte Luft-Fahrzeuge besitzen im Gegenzug zu Bodengestützten Systemen eine begrenzte Einsatzdauer, da sie um in der Luft zu bleiben dauerhaft Energie aufbringen müssen. Zudem besitzen diese eine viel geringere Möglichkeit zusätzliches Equipment mit sich zu führen.

Unbemannte Luft-Fahrzeuge bieten Vorteile vor allem bei Inspektionen und Aufklärungsaufgaben aus der Luft. Unbemannte Luft-Fahrzeuge bieten mittlerweile eine hohe Flugsicherheit und Stabilität in der Luft. Nachfolgend werden einige Beispiele für kommerziell verfügbare Unbemannte-Luft-Fahrzeuge beschrieben.

Der Falcon 8 der Firma Ascending (AscTec) Technologies ist ein Niedrig-Gewicht Octocopter (acht Propeller) mit einer Einsatzdauer von 12-22 Minuten. Durch die redundante Kontrollelektronik und Flugkomponenten erreicht das Gerät auch in schwierigen Umgebungen eine hohe Zuverlässigkeit. Die Plattform kann mit verschiedenen Kamerasystemen und Sensoren ausgestattet werden. Der AscTec Falcon 8 bietet zudem das autonome Abfliegen eines vorgegebenen Weges und automatisches Aufzeichnen von Bildern.

Der Honeywell T-Hawk ist ein militärischer Mikrokopter. Dieser Plattform kann in Regen, Nebel, Sand und staubigen Umgebungen betrieben werden. Die Plattform kann senkrecht gestartet und gelandet werden. Die Einsatzdauer beträgt 45 Minuten. Das Fahrzeug wird von einem gasbetriebenen Verbrennungsmotor angetrieben und hat ein Gewicht von 8 kg. Die Plattform kann mit verschiedenen Kamerasystemen und Sensoren ausgestattet werden. Zudem besitzt das UAV die Möglichkeit autonom einen vorgegeben Weg abzufliegen. Die Wegpunkte können dabei während der Durchführung geändert werden.

Der Survey Copter Tracker 120 ist ein autonomes Flächenflugzeug. Die Plattform kann innerhalb von 10 Minuten gestartet werden und besitzt eine Einsatzdauer von 90 Minuten. Das Fahrzeug wird von zwei Elektromotoren betrieben, kann eine Distanz von 25 km zurücklegen und ist mit verschiedenen Kameras ausgestattet. Nach dem Start fliegt das Gerät einen vorgegebenen Weg ab und liefert Daten.

### ***Unbemannte Wasser-Fahrzeuge (engl. Unmanned Surface Vehicles – USV)***

Unbemannte Wasser-Fahrzeuge sind Roboter, die sich auf der Wasseroberfläche bewegen können. Die Formbewegung ähnelt einem Boots oder einem Luftkissenfahrzeugs. Von den Bewegungsmöglichkeiten kann die Fortbewegung mit den oben beschriebenen unbemannten Land-Fahrzeugen verglichen werden. USV werden zurzeit in Ozeanografie, Forschung und beim Militär eingesetzt. Ausgerüstet mit Solarzellen können solche Fahrzeuge über Monate betrieben werden. Nachfolgend wird ein Beispiel eines kommerziell verfügbare unbemannte Wasser-Fahrzeuge beschrieben.

Der Kingfisher von Clearpath Robotics ist ein kleines agiles unbemanntes Wasser-Fahrzeug, das leicht transportiert werden kann. Das Fahrzeug ist als flexible Trägerplattform für verschiedenste Anwendungen designt. Mögliche Einsatzgebiete sind Forschung, Überwachung und Feldstudien. Je nach Bedarf kann die Plattform mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet werden. Die Plattform kann über eine Funkverbindung ferngesteuert werden oder einen vorgegebenen Weg

folgen.

### ***unbemannte Unterwasser-Fahrzeuge (engl. Unmanned Underwater Vehicles – UUV)***

Unbemannte Unterwasser-Fahrzeuge operieren unter Wasser. UUVs werden heute hauptsächlich für Einsätze in sehr großen Tiefen eingesetzt, wo Menschen nur unter sehr hohem Risiko oder gar nicht gelangen können. Zu den typischen Anwendungen zählen Such und Bergoperationen, Untergrunduntersuchungen und Vermessungen. Da im Wasser nur sehr schwer Funkverbindungen ausgebaut werden können, müssen Missionen autonom oder mit Hilfe einer Kabelverbindung durchgeführt werden. Nachfolgend werden einige Beispiele von kommerziell verfügbaren unbemannten Unterwasser-Fahrzeugen beschrieben.

Der Sparus II AUV ist ein Torpedo-ähnliches Unterwasser-Fahrzeug. Der Sparus II AUV ist eine günstige, flexible, leicht zu transportierende und einfach zu bedienende Plattform. Die Plattform ist für längere autonome Einsätze entwickelt worden. Abhängig von der Aufgabe kann die Plattform mit verschiedenen Sensoren ausgestattet werden. Das Fahrzeug hat keine Kabelverbindung zum Steuergerät, daher müssen Einsätze Unterwasser autonom durchgeführt werden.

Der Seabotix SARbot MiniROV ist ein weiteres Beispiel für ein Unbemanntes-Unterwasser-Fahrzeug. Es ist speziell für Unterwasser-Such- und Rettungseinsätze entwickelt. Die Bedienung erfolgt dabei über eine Kabelverbindung. Die Plattform ist mit verschiedenen hochauflösenden Kameras und einem bildgebendem Sonar für schlechte Sichtverhältnisse ausgestattet. Zudem besitzt das Fahrzeug einen Roboterarm, um Proben zu nehmen oder Objekte zu manipulieren.

#### **4.1.2 Roboterarme - Manipulatoren**

In der Robotik werden mechanische Roboterarme eingesetzt, um Objekte in der Umgebung des Roboters zu manipulieren. Roboterarme dienen hauptsächlich dazu, die physische Präsenz des Operators im Gefahrenbereich unnötig zu machen. Gefahrstoffe und andere Gegenstände können dadurch aus einer sicheren Entfernung bearbeitet werden. Roboterarme sind bei Rettungsroboter häufig im Einsatz, um mit der Umgebung zu interagieren. Der Arm kann dabei eingesetzt werden, um unzugängliche Bereiche zu untersuchen, Hindernisse aus dem Weg zu räumen, Türen zu öffnen, Ventile zu öffnen/schließen, Hohlräume zu untersuchen oder mit gefährlichen Stoffen zu hantieren. Die Bewegungsfreiheit eines Armes wird in Anzahl der Freiheitsgrade (engl. degrees of freedom, DOF) angegeben. Durch das Anbringen eines Manipulators an eine Roboterplattform erweitert sich dadurch sein Bewegungsraum - der Manipulator wird mobil. Roboterarme werden für diese Anwendungen meist aus leichten, aber robusten Materialien gefertigt und werden meist von Elektromotoren bewegt. Für größere oder stärkere Manipulatoren werden auch hydraulische Antriebe benutzt. Der Roboterarm kann mit zusätzlichen Sensoren und verschiedenen Greifern ausgerüstet werden. Ein Greifer kann dabei aus nur zwei Fingern bestehen oder einer menschlichen Hand nachempfunden sein. Mehr Finger ermöglichen komplexere Manipulationen.

Greifer mit zwei und drei Fingern werden zum Beispiel von der Firma ROBOTIQ angeboten. Diese Greifer sind mit einem Großteil der verfügbaren Roboterarmen verschiedener Hersteller kompatibel.

Im vorhergehenden Kapitel Roboter Trägersysteme wurden bereits drei Plattformen mit Roboterarm vorgestellt. Nachfolgend werden diese noch detaillierter beschrieben.

Der Cobham NBC MAX ist mit einem 7-DOF Greifarm ausgerüstet, der einen großen Arbeitsbereich ermöglicht. Der Roboterarm hat mehrere Montagemöglichkeiten für zusätzliche Sensoren. Der Arm ist mit einem Greifer mit zwei Fingern ausgerüstet. Der Greifer erlaubt das automatische Aufnehmen von verschiedenen Messgeräten zur Durchführung von gezielten Messungen aus sicherer Entfernung. Ein speziell entwickeltes Probeentnahmeset erlaubt es mit Hilfe des Manipulators Proben von Materialien zu entnehmen. Der Arm verfügt über vorprogrammierte und frei programmierbare Positionen, um das Arbeiten für den Operator zu erleichtern.

Der Taurob Tracker ist mit einem 5-DOF Roboterarm ausgestattet. Der Arm ist mit verschiedenen Kameras und einem Parallelgreifer mit zwei Fingern ausgestattet. Verschiedene Messinstrumente können am Manipulator angebracht werden. Durch vorprogrammierte Ruhepositionen für den Arm wird das Fahrverhalten des Roboters für verschiedene Untergründe zusätzlich optimiert.

Der Seabotix SARbot MiniROV kann mit einem Zangen-ähnlichen Greifer ausgestattet werden. Der Greifer selbst kann nur geöffnet und geschlossen werden, besitzt jedoch keine zusätzlichen Freiheitsgrade. Durch die größere Bewegungsfreiheit der Trägerplattform im Wasser ist dies jedoch keine große Einschränkung. Der Manipulator kann dazu verwendet werden, um Personen und Gegenstände Unterwasser zu greifen und zu bergen.

### **4.1.3 Sensoren**

Im Folgenden werden verschiedene Sensoren für unterschiedliche Anwendungen beschrieben. Jegliche Wahrnehmung der Umgebung des Roboters wird mit Hilfe von Sensoren aufgenommen. Die gelieferten Informationen der Sensoren sind für Roboter und den Operator zur Durchführung von Missionen essentiell. Nachfolgend werden verschiedene Sensoren beschrieben, die bei der Unterstützung von Einsätzen eingesetzt werden können.

#### ***Wärmebildkamera***

Wärmebildkameras werden auf Robotern häufig eingesetzt und werden vor allem für Anwendungen, in denen das Aufspüren von Temperaturunterschieden in der Umgebung nötig ist, eingesetzt. Zu diesen Anwendungen zählen das Detektieren von Hitzequellen und das Aufspüren von Personen an Hand der Körperwärme. Abhängig von der Konfiguration und des Funktionsumfangs liefern Wärmebildkameras exakte Temperaturwerte oder einfache Bilder mit Temperaturverläufen. Wärmebildkameras zählen bei Einsatzkräften schon zur Standardausrüstung und werden eingesetzt, um Hot-Spots bei Feuer oder Personen in verschiedenen Szenarien zu finden. Professionelle Wärmebildkameras ermöglichen das Aufspüren von Personen auch bei Dunkelheit, Nebel und Rauch.

#### ***Gas Sensoren***

Gasmessungen finden heutzutage in einer Vielzahl von Applikationen in der Gebäudeautomatisierung und Medizin Anwendung. Bei diesen Anwendungen werden verschiedenste Methoden zur Bestimmung der Gaskonzentration eingesetzt. Ganz allgemein können die Methoden zur Bestimmung der Gaskonzentration in chemische und physikalische Techniken eingeteilt werden.

Chemische Techniken basieren auf chemischen Reaktionen des zu untersuchenden Gases und dienen vor allem dem Nachweis von hohen Konzentrationen eines Gases in einer Umgebung.

Diese Art von Messmethoden ist nicht dazu geeignet, kontinuierlich Messungen einer Gaskonzentration durchzuführen.

Physikalische Messung von Gaskonzentrationen basieren häufig auf spektrografischen Methoden. Die häufigsten Technologien zur spektrografischen Bestimmung von Gasen sind Molekular Korrelation Spektrografie, Quarz Verbessertes Photo-akustischer Spektrografie und Infrarot Spektrografie .

Gängige Messgeräte für Gase, die bereits von Einsatzkräften genutzt werden, können üblicherweise mechanisch und elektrisch einfach mit Roboter-Trägersystemen verbunden werden.

### ***Laserscanner***

Laserscanner sind Sensoren zur Bestimmung von Distanzen zu Objekten unter Zuhilfenahme der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Laserlicht. Es existieren verschiedenste Versionen von Laserscannern. In der Robotik werden häufig 2D Laserscanner verwendet. Diese erstellen eine Messung einer Ebene mit diskreten Messungen in bestimmten Winkel in wenigen Millisekunden. Diese Sensoren werden häufig zur Erstellung von 2D Karten von Gebäuden verwendet.

3D Laserscanner erstellen mit einer Messung ein komplettes 3D Modell der Umgebung. Dabei stellen 3D Laserscanner Millionen von Messpunkten im Raum in wenigen Sekunden bereit. Die Verarbeitung dieser großen Anzahl an Messungen stellt jedoch eine Herausforderung für die weiterverarbeitenden Algorithmen und Rechner dar. Mit diesen Sensoren lassen sich sehr detailreiche 3D Karten von Gebäuden und anderen Umgebungen erstellen.

Übliche Entfernungen, die mit Laserscannern gemessen werden können, reichen von einigen bis einigen Dutzend Metern. Speziellere Scanner können auch bis zu hunderte Meter oder sogar Kilometer messen.

### ***Tiefenbildkameras***

Die Messungen von Tiefenbildkameras können mit denen von 3D Laserscanner verglichen werden. Tiefenbildkameras verwenden unterschiedliche Technologien um 2D Tiefenbilder zu erstellen. Der Sensor stellt dabei die Distanzen in einzelnen Bildpunkten dar. Tiefenbildkameras werden häufig dazu eingesetzt, um Boden- und Gebäudestrukturen zu bestimmen und um Umgebungen digital zu rekonstruieren. In Kombination mit einem anderen Typen von Kamera können zusätzliche Informationen wie Farbe und Temperatur in die 3D Umgebungsmodelle eingebunden werden.

### ***Farbbildkameras***

Farbbildkameras liefern 2D Farbbilder der beobachteten Szene. Farbbilder beinhalten eine Vielzahl von Informationen zu Farben und Farbspektren. Unter Zuhilfenahme der Kameraparameter können darauf zudem Größenrelationen gemessen werden. Unter Zuhilfenahme von Algorithmen können in Kamerabildern automatisiert interessante Objekte erkannt oder die Orientierung oder Bewegung des Roboters bestimmt werden.

### ***Inertialmesssysteme (IMU)***

Inertialmesssysteme sind elektromechanische Sensoren zur Erfassung von Geschwindigkeit, Orientierungen und Beschleunigung. Messungen werden durch die Kombination von

Beschleunigungssensoren, Gyroskopen und Magnetometer erstellt. IMUs werden zur Steuerung von Flugzeugen, wie UAVs, und zur Positionsbestimmung von bodengestützten Robotern eingesetzt. In Kombination mit GPS kann die Lokalisierung von unbemannten Systemen erheblich verbessert werden. Bei mobilen Robotern werden IMU Messungen eingesetzt um die Orientierung des Roboters im Raum zu erfassen und dadurch die Bewegungen besser steuern zu können.

### ***Globales Positionierungs-System (GPS)***

Das Globale Positionierungs-System (GPS) ist ein auf Satelliten basierendes System, das es ermöglicht, nahezu überall auf der Welt und bei jeglichen Wetterverhältnissen seine Position zu bestimmen. Dafür wird jedoch eine Sichtverbindung zu mindestens vier Satelliten benötigt. Dadurch kann es nicht in Gebäuden und Schluchten eingesetzt werden. Das System wird bei militärischen, zivilen und kommerziellen Anwendung eingesetzt. Es existieren aktuell zwei Satelliten-Positionierungs-Systeme. GPS wird von den Vereinigten Staaten von Amerika betrieben. GLONASS wird von Russland betrieben. In Roboterapplikationen wird GPS zur Positionsbestimmung im Freien und zur georeferenzierten Darstellung von Daten und Messungen genutzt.

### ***Ground Penetrating Radar (GPR)***

Ground Penetrating Radar ist eine zerstörungsfreie Methode, um den Untergrund zu vermessen. Es basiert auf Elektromagnetischen Wellen, die von den Schichten im Untergrund unterschiedlich stark reflektiert werden. Es kann dazu verwendet werden um Strukturen und Hohlräume im Untergrund zu detektieren. Ein Beispiel für ein spezialisiertes Ground Penetrating Radar ist das BioRadar des deutschen I-LOV Projekts. Der Sensor ermöglicht es, den Herzschlag von verschütteten Personen zu detektieren.

## **4.1.4 Operator Station**

Als Operator Station wird die Hauptsteuerkonsole eines Robotersystems bezeichnet. Darüber wird das System gesteuert und der aktuelle Status des Systems dargestellt. Zudem können auch alle Messungen, die am Roboter mit Hilfe von Sensoren erfasst werden, angezeigt und ausgewertet werden. Die Verbindung zwischen Roboter und Operator Station wird über eine Funkverbindung oder über eine Kabelverbindung hergestellt. Mit Hilfe spezieller Antennen kann ein unbemanntes Fahrzeug über mehrere Kilometer hinweg ferngesteuert werden. Kabelverbindungen kommen vor allem bei Unterwasserfahrzeugen zum Einsatz, da dabei keine Funkverbindung aufgebaut werden kann, oder in Strukturen mit vielen Hindernissen, die Funkverbindungen stören.

Zur Visualisierung werden häufig spezielle staub- und wasserresistente Laptops eingesetzt, da diese auch unter sehr widrigen Bedingungen betrieben werden und aufwendige Software betreiben können.

Zur zuverlässigen Durchführung von Missionen wird üblicherweise die Rolle der Robotersteuerung und der Sensorauswertung auf zwei Operatoren aufgeteilt. Dadurch können Interfaces speziell auf die Aufgaben des jeweiligen Operators angepasst werden.

Neben kommerziell verfügbaren Laptops werden auch speziell entwickelte Operator Stationen eingesetzt.

## 4.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

### 4.2.1 Datenschutz

#### Definitionen (§ 4 DSGVO 2000)

- "Daten" ("personenbezogene Daten"): Angaben über Betroffene (Z 3), deren Identität bestimmt oder bestimmbar ist; "nur indirekt personenbezogen" sind Daten für einen Auftraggeber (Z 4), Dienstleister (Z 5) oder Empfänger einer Übermittlung (Z 12) dann, wenn der Personenbezug der Daten derart ist, dass dieser Auftraggeber, Dienstleister oder Übermittlungsempfänger die Identität des Betroffenen mit rechtlich zulässigen Mitteln nicht bestimmen kann
- "sensiblen Daten" ("besonders schutzwürdige Daten"): Daten natürlicher Personen über ihre rassische und ethnische Herkunft, politische Meinung, Gewerkschaftszugehörigkeit, religiöse oder philosophische Überzeugung, Gesundheit oder ihr Sexualleben;

#### Grundsätze (§ 6 DSGVO 2000)

- Daten dürfen nur
  - nach Treu und Glauben und auf rechtmäßige Weise verwendet werden
  - für festgelegte, eindeutige und rechtmäßige Zwecke ermittelt und nicht in einer mit diesen Zwecken unvereinbaren Weise weiterverwendet werden
  - soweit sie für den Zweck der Datenanwendung wesentlich sind, verwendet werden und über diesen Zweck nicht hinausgehen
  - so verwendet werden, dass sie im Hinblick auf den Verwendungszweck im Ergebnis sachlich richtig und, wenn nötig, auf den neuesten Stand gebracht sind
- Der Auftraggeber trägt bei jeder seiner Datenanwendungen die Verantwortung für die Einhaltung der in Abs. 1 genannten Grundsätze; dies gilt auch dann, wenn er für die Datenanwendung Dienstleister heranzieht.

#### Zulässigkeit der Verwendung von Daten (§ 7 DSGVO 2000)

- Daten dürfen nur verarbeitet werden, soweit Zweck und Inhalt der Datenanwendung von den gesetzlichen Zuständigkeiten oder rechtlichen Befugnissen des jeweiligen Auftraggebers gedeckt sind und die schutzwürdigen Geheimhaltungsinteressen der Betroffenen nicht verletzen.
- Die Zulässigkeit einer Datenverwendung setzt voraus, dass die dadurch verursachten Eingriffe in das Grundrecht auf Datenschutz nur im erforderlichen Ausmaß und mit den gelindesten zur Verfügung stehenden Mitteln erfolgen und dass die Grundsätze des § 6 eingehalten werden.

#### Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen bei Verwendung nicht-sensibler Daten (§ 8 DSGVO 2000)

- Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen sind bei Verwendung nicht-sensibler Daten dann nicht verletzt, wenn lebenswichtige Interessen des Betroffenen die Verwendung erfordern.
- Bei der Verwendung von zulässigerweise veröffentlichten Daten oder von nur indirekt personenbezogenen Daten gelten schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen als nicht verletzt.
- Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen sind aus dem Grunde des Abs. 1 Z 4

insbesondere dann nicht verletzt, wenn die Verwendung der Daten

- für einen Auftraggeber des öffentlichen Bereichs eine wesentliche Voraussetzung für die Wahrnehmung einer ihm gesetzlich übertragenen Aufgabe ist oder
- durch Auftraggeber des öffentlichen Bereichs in Erfüllung der Verpflichtung zur Amtshilfe geschieht oder
- zur Wahrung lebenswichtiger Interessen eines Dritten erforderlich ist oder
- im Katastrophenfall, soweit dies zur Hilfeleistung für die von der Katastrophe unmittelbar betroffenen Personen, zur Auffindung und Identifizierung von Abgängigen und Verstorbenen und zur Information von Angehörigen notwendig ist

## Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen bei Verwendung sensibler Daten (§ 9 DSG 2000)

- Schutzwürdige Geheimhaltungsinteressen werden bei der Verwendung sensibler Daten ausschließlich dann nicht verletzt, wenn
  - sich die Ermächtigung oder Verpflichtung zur Verwendung aus gesetzlichen Vorschriften ergibt, soweit diese der Wahrung eines wichtigen öffentlichen Interesses dienen, oder
  - Daten verwendet werden, die ausschließlich die Ausübung einer öffentlichen Funktion durch den Betroffenen zum Gegenstand haben, oder
  - die Verarbeitung oder Übermittlung zur Wahrung lebenswichtiger Interessen des Betroffenen notwendig ist und seine Zustimmung nicht rechtzeitig eingeholt werden kann oder
  - die Verwendung der Daten zur Wahrung lebenswichtiger Interessen eines anderen notwendig ist oder
  - Daten für private Zwecke im Katastrophenfall gemäß § 48a verwendet werden

## Datensicherheit (§14 DSG 2000)

- Maßnahmen zur Gewährleistung der Datensicherheit sind zu treffen, um Daten vor zufälliger oder unrechtmäßiger Zerstörung und vor Verlust zu geschützt.
- Insbesondere:
  - Genaue Regelung der Zugriffsberechtigungen / Rollen
  - Bindung jeder Datenverwendung an gültige Aufträge
  - Belehrungspflicht für Mitarbeiter
  - Schutz gegen unbefugten Zutritt zu Räumlichkeiten
  - Schutz gegen unbefugten Zugriff auf Datenverarbeitungen
  - Protokollierung sämtlicher Verwendungsschritte
  - Dokumentation sämtlicher Datensicherheitsmaßnahmen
  - Keine Protokollierungspflicht für Standard- u. Musteranwendung
  - Strikte Zweckbindung für Dokumentations- bzw. Protokolldaten
  - Aufbewahrung der Dokumentations- bzw. Protokolldaten für 3 Jahre
  - Sicherheitsmaßnahmen müssen f. Mitarbeiter ersichtlich sein

## Verwendung von Daten im Katastrophenfall (§ 48a DSG 2000)

Auftraggeber des öffentlichen Bereiches sind im Katastrophenfall ermächtigt, Daten zu verwenden, soweit dies zur Hilfeleistung für die von der Katastrophe unmittelbar betroffenen Personen, zur Auffindung und Identifizierung von Abgängigen und

Verstorbenen und zur Information von Angehörigen notwendig ist. Zu diesem Zweck sind auch Hilfsorganisationen nach Maßgabe der ihnen zukommenden Aufgaben und rechtlichen Befugnis ermächtigt, Daten zu verwenden.

Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden.

## Videüberwachung Allgemeines (§ 50a DSGVO 2000)

- Videüberwachung im Sinne dieses Abschnittes bezeichnet die systematische, insbesondere fortlaufende Feststellung von Ereignissen, die ein bestimmtes Objekt (überwachtes Objekt) oder eine bestimmte Person (überwachte Person) betreffen, durch technische Bildaufnahme- oder Bildübertragungsgeräte.
- Ein Betroffener ist durch eine Videüberwachung dann nicht in seinen schutzwürdigen Geheimhaltungsinteressen (§ 7 Abs. 2 Z 3) verletzt, wenn diese im lebenswichtigen Interesse einer Person erfolgt

### 4.2.2 Luftfahrtgesetz Drogen

Die folgende Zusammenstellung an Informationen ist aus den Quellen (Institut für Österreichisches und Internationales Luftfahrtrecht), (Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt) und (Bundeskanzleramt der Republik Österreich).

Bei unbemannten Luftfahrzeugen (uLFZ) ist in erster Linie das Gewicht des Fahrzeuges ausschlaggebend.

- uLFZ mit einem Gewicht > 150kg unterliegen europäischen Regelungen und benötigen eine Zulassung durch die EASA, (EC) 216/2008.
- uLFZ mit einem Gewicht ≤ 150kg unterliegen nationalen Regelungen.
- In Österreich werden diese in zwei Klassen eingeteilt:
  - Klasse 1
    - Bewilligung durch AustroControl LBTH67
    - Nutzung:
      - Entgeltlich
      - Gewerblich
      - Flug nicht Selbstzweck
      - max. 150Kg
      - nicht Freizeit
      - Sichtverbindung
  - Klasse 2
    - Bewilligung durch AustroControl LBH UAV
    - Nutzung:
      - Entgeltlich
      - Gewerblich
      - Flug nicht Selbstzweck
      - max. 150kg
      - nicht für Freizeit
      - keine Sichtverbindung
      - Zertifizierung und Zulassung wie Zivilluftfahrzeuge
      - Pilotenschein erforderlich
- Abhängig vom Einsatzgebiet und der Gewichtsklasse wird bei der Bewilligung zwischen vier Kategorien unterschieden.
  - Einsatzgebiet

- Einsatzgebiet I - Unbebautes Gebiet
  - keine Gebäude Vorhanden
  - Personen
    - Pilot
    - Personen, die zum Zweck des Fluges erforderlichen sind
- Einsatzgebiet II - Unbesiedeltes Gebiet
  - sekundäre Bebauung (Lagerhallen, Silos, ...)
  - Zerstörte oder Verfallene Gebäude
  - Personen
    - Pilot
    - Personen, die zum Zweck des Fluges erforderlichen sind
    - nur vereinzelt Menschen temporär (Wanderer, ...)
- Einsatzgebiet III - Besiedeltes Gebiet
  - mit primären Gebäuden (Wohnhäuser, Schulen, Geschäfte, Büro, ...)
- Einsatzgebiet IV - Dichtbesiedeltes Gebiet
  - räumlich geschlossenes Besiedelungsgebiet (Ortskern, ...)
- Ein Betrieb über Menschenansammlungen bedarf einer gesonderten Genehmigung im Einzelfall der AustroControl.
- Gewichtsklassen
  - ≤ 5kg
  - ≤ 25kg
  - ≤ 150kg
- Kategorien
  - A
    - Beschreibung uLFZ inkl. Steuerung, Foto (Dreiseitenansicht)
    - Deklaration der Betriebssicherheit
    - Versicherungsbestätigung
    - Amtlicher Lichtbildausweis Piloten
  - B
    - Nachweis bzw. Feststellung der Übereinstimmung mit der Bauvorschrift, Prüfdokumente
    - Lärmmessbericht
    - Betriebssicherheitsanalyse (kann selbst erstellt werden)
    - Deklaration der Befähigung Piloten
      - Mustersatz: "Der Betreiber bestätigt, dass das unbemannte Luftfahrzeug der oben genannten Bezeichnung den Bestimmungen des §24(f)LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 entspricht und im beantragten Einsatzbereich und dem vorgesehenen Einsatzzweck betriebssicher ist. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der Luftfahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 wird angebracht. Das unbemannte Luftfahrzeug ist betriebssicher. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges."
  - C und D:
    - Technische Beschreibung des uLFZ und seiner Komponenten
    - Lärmmessbericht
    - Betriebssicherheitsanalyse
    - Versicherungsbestätigung
    - Pilotenschein
    - alternativ amtlicher Lichtbildausweis sowie Nachweis der medizinischen

### Tauglichkeit luftfahrtrechtliche Kenntnisse (bestandene Prüfung im Gegenstand Luftrecht)

- Die Zuordnung erfolgt wie in nachfolgender Tabelle dargestellt:

*Tabelle 1: Zuordnung der Drohnenkategorie nach Einsatzort und Gewichtsklasse.*

	unbebaut	unbesiedelt	besiedelt	dicht besiedelt
<= 5 kg	A	A	B	C
<= 25 kg	A	B	C	D
<= 150 kg	B	C	D	D

## 4.3 Situation Robotik im Echteinsatz

Im Rahmen des IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics 2014 (SSRR 2014) vom 27. bis zum 30. Oktober 2014 in Toyako-cho, Hokkaido, Japan wurde der Workshop „Obstacles on the way to a broad deployment of robot technology in disaster response“ veranstaltet. Im Rahmen des Workshops trafen sich Forscher und Hersteller aus aller Welt, um die aktuelle Situation der Robotik für Katastropheneinsätze zu diskutieren. Interessant waren hier speziell die Diskussionsbeiträge von Prof. Satoshi Tadokoro (Tohoku University), Prof. Robin Murphy (Texas A&M University) und Dr. Geert De Cubber (Königliche Belgische Militäarakademie), die über die verschiedenen Herausforderungen bei Echteinsätzen in Japan, den USA und Europa vortrugen. Dabei wurden reale Einsätze von Robotern, die Anforderungen an das Bedienpersonal und die aktuelle Entwicklungen im Bereich Hardware betrachtet. Auch der Einsatz von Drohnen und die verschiedenen nationalen Situationen wurden besprochen.

Alle Diskutanten waren darüber einig, dass den Operatoren der Roboter eine zentrale Rolle für den Erfolg beim Einsatz von Robotern in Echteinsätzen zukommt und ein seriöses Training und eine klar geregelte Zertifizierung unabdingbar sind. Dabei wurde vor allem auf das Beispiel der Ausbildung von Flugzeugpiloten verwiesen. Hier gibt es eine Trennung der Ausbildung in genereller Theorie und Praxis und Spezialtraining am spezifischen Gerät (Typentraining). Die generelle Theorie umfasst unter anderen die Einschätzung der Wetterlage, rechtliche Grundlagen, Einsatztaktik, und Grundlagen der Physik. Das Spezialtraining am Gerät ist die Ausbildung am spezifische Einsatzgerät und den typischen Anwendungsfällen. Ebenfalls wird die regelmäßige Weiterbildung und ständige Training als besonders wichtig erachtet. Als Beispiel wurde wieder die Lizenzierung von Piloten genannt. Nach sechs Monaten ohne Praxiserfahrung erlischt die Lizenz. Hier unterscheiden sich die Anforderungen klar vom privaten oder semi-professionellen Bereich. Aus diesen Gründen ist die Standardisierung des Trainings und der Lizenzierung der Operatoren sinnvoll und muss die Basis für eine breite Anwendung der hier entwickelten Modelle dienen.

Mögliche Einsatzszenarien können im Training in spezifische Aufgaben aufgeteilt werden, die unabhängig voneinander trainiert und geprüft werden können. Es wurde jedoch auch darauf verwiesen, dass der Schwierigkeitsgrad der Bedienung sehr stark von den aktuellen Begebenheiten vor Ort (speziell während Katastrophen) abhängt. Sollten auch für internationale Einsätze geplant sein, sollte im Training auch auf das mentale und physische Training des Bedienpersonals geachtet werden, da solche Missionen in der Regel länger dauern. Zudem sollte

das Personal durch entsprechende Impfungen und Ausrüstung für längere und unabhängige Einsätze vorbereitet sein. Generell sollte das nötige Equipment kompakt verpackbar (z.B. Flugkisten oder Paletten) und alle Zolldokumente stets vollständig und aktuell vorhanden sein, um eine schnelle Logistik während eines Einsatzes gewährleisten zu können.

Die Entwicklung kommerziell verfügbarer Roboter für den Katastropheneinsatz befindet sich derzeit noch in einer Aufbauphase. Es kristallisieren sich besonders Roboter-Spezialentwicklungen für spezielle Aufgaben heraus. Generellen Roboter-Systemen, die für viele Aufgaben geeignet sind, werden momentan weniger Potential zugeschrieben. Durch die dadurch entstehenden kleinen Nischenmärkte ergibt sich nur geringe Nachfrage. Durch die geringe Nachfrage ist auch das Interesse der Hersteller zur Durchführung des finalen Engineering von Produkten mit entsprechender Sicherheitszertifizierung noch sehr gering. Vor allem bei unbemannten Luftfahrzeugen gibt es zwar eine Vielzahl von Unternehmen. Diese operieren jedoch noch häufig sehr unprofessionell und die Produkte entsprechen nicht den Anforderungen für einen Echteinsatz. Auch in die Usability der Benutzeroberflächen sollte in Hinblick auf die speziellen Anforderungen bei Echteinsätzen noch Entwicklungszeit investiert werden.

Der Einsatz von unbemannten Luftfahrzeugen (UAVs) wird aktuell als der vielversprechendste Anwendungsfall für Roboter gewertet. Diese Anwendung wurde getrennt diskutiert. Beim Einsatz von UAVs spielen vor allem rechtliche Aspekte eine große Rolle. Durch die unterschiedlichen länderspezifischen Regelungen für den Einsatz von Drohnen ist es sehr aufwendig, die Fluggenehmigungen für verschiedene Länder zu erhalten. Zudem ist auch der Datenschutz ein wichtiges Thema, da aufgenommene Bilder keine sensiblen und privaten Daten enthalten sollten. Auch militärisch zugangsbeschränkte Areale müssen berücksichtigt werden. Aktuell ist vor allem ein Einsatz von UAVs im Sichtbereich des Piloten möglich. Einsätze außerhalb des Sichtbereichs sowie der autonomer Betrieb sind derzeit kaum zulässig. Auch der Einsatz von unbemannten Tragflächenfluggeräten ist rechtlich problematisch. Diese bieten zwar eine wesentlich längere Einsatzdauer, durch ihre höhere Flughöhe ist deren Einsatz nicht gestattet.

Zuletzt wurde noch die nationale/regionale Situation in Japan, den USA und Europa diskutiert. In Japan wird von politischer Seite die Entwicklung von Robotern für den Katastropheneinsatz stark gefördert. Der Vorfall 2011 im Atomkraftwerk Fukushima hat die Anstrengungen in diesem Bereich sehr gefördert (Project Impact der japanischen Regierung). Vor allem die Entwicklung robusten und feldtauglichen Robotik-Lösungen wird stark gefördert. Auch in der EU werden Robotik Projekte speziell durch die EU Rahmenprogramme (FP7, Horizon 2020) gefördert. Vor allem die unterschiedliche rechtliche Situation in den einzelnen Mitgliedsländern stellt jedoch bei einem flächendeckenden Einsatz ein großes Hindernis. Eine geeignete Kommission zur Harmonisierung der Regulatoren wäre sinnvoll. Im European Civil Protection Mechanism (ECPM) wird zurzeit ein Einsatzteam für Drohneneinsätze vom Belgischen B-Fast Team aufgebaut. In den USA stellen vor allem die unklaren Bestimmungen der der Regulierungsbehörde FAA zurzeit die größten Behinderungen dar. Zudem sind die Einsatzkräfte noch nicht auf die Vorteile der neuen Technologien aufmerksam geworden. Die Anzahl der Startups in diesem Bereich in den USA ist sogar bereits leicht am Sinken. Auf der internationaler Ebene der UN sind Roboter für den Katastropheneinsatz zurzeit noch gar kein Thema. Dies wird momentan versucht zu ändern, indem Robotik-Technologie als Ressource zur Vorbeugung und Bewältigung von Katastrophen in den Zehnjahresplan des United Nations Office for Disaster Risk Reduction integriert wird.

## 4.4 Identifikation der Einsatzszenarien

Um die Akzeptanz der entwickelten Modelle bei den Einsatzorganisationen und damit die Wahrscheinlichkeit einer realen Umsetzung, war es wichtig die relevanten und interessanten Einsatzszenarien in enger Zusammenarbeit mit den Einsatzkräften zu identifizieren. Dabei wurden ausgehend von grundsätzlichen Tätigkeiten, wo Roboter sinnvoll eingesetzt werden können, in einem Workshop mit Einsatzkräften detailliertere Szenarien entwickelt. Eine interessante Erkenntnis dieser Entwicklung war, dass die zeitliche Komponente (Zeitspanne nach Eintritt des Schadenereignisses) massiv die Anforderungen an einen Roboter verändern.

### 4.4.1 Tätigkeitsprofile von Robotern

Folgende grundsätzlichen Tätigkeitsprofile wurden schon im Vorfeld des Workshops erarbeiten.

- Wo ich nicht hin komme  
z.B.: Lagebild aus der Luft, kleine Hohlräume
- Wo ich nicht hin möchte  
z.B.: Gefahrstoffe, Einsturzgefahr
- Wo intensiver Ressourceneinsatz erforderlich ist  
z.B.: großflächige Suchaktion
- Wo wiederholende Einsatz Tätigkeiten nötig sind  
z.B.: Großschadensereignisse, Monitoren von Glutnester
- Wo präventive Inspektionen hilfreich sind  
z.B.: vorbeugender Brandschutz
- Wo zusätzliche/andere Informationen nötig sind  
z.B.: spezielle Messungen, zusätzliche Sensoren

### 4.4.2 Identifizierte Einsatzszenarien und Zuordnung zu Tätigkeitsprofile

Während des Workshops mit den Einsatzkräften wurde mittels Brainstorming eine Zuordnung von Einsatzszenarien zu Tätigkeitsprofilen erarbeitet.

Tabelle 2: Zuordnung der identifizierten Einsatzszenarien zu den Tätigkeitsprofilen.

	Wo ich nicht hin möchte	Wo ich nicht hin kann	Hoher Ressourceneinsatz	Wiederkehrende Tätigkeiten	Vorbeugender Brandschutz	Zusätz. / andere Informationen / Sensoren
<b>Manipulation</b> - Leckagen dichten (Chemie) - Gasflaschen bergen (Brand) - Dächer öffnen (Brand) - Gasflaschen sprengen (Hohlladung)	•					
<b>Personensuche</b> - Suche vermisster Personen in Gewässern - Personensuche alpines Gelände - Personensuche mit Infrarotkamera		•	•			•
<b>Unterwasser Suche/Bergung</b> - Tauchtiefe > 40m - großen Strömungen		•				•
<b>Lagebild</b> - Lawinen, Erdbeben, Vermurung - Feuerstellen Beobachten - Hochwassergefährdete Dammbauten - Lagenübersicht Gebäude (3D)	•	•	•	•		•
<b>Detektieren</b> - Messwerte erheben (Schadstoffwolke) - Temperaturmessung - Ermittlung von Hot-Spots - Ölschadensereignisse am Wasser		•	•	•		•
<b>Erkunden</b> - Erkundung von Gefahren - Erkundung im unzugänglichen Gebiet - Blick in unterirdische Anlagen (Tunnel) - Wassereinbruch in Bauwerke	•	•				•
<b>Datenaufbereitung</b> - Ermittlung von Pumpenstandorten - Georeferenziertes Kartenmaterials 2D/3D - Einbindung des aktuellen Wegenetzes - Berechnung der Brandausbreitung		•		•		•
<b>Dokumentation des Schadensgebiets</b>		•				•
<b>Hochwasserschutzpläne</b>					•	•
<b>Lotsen von FF-KFZs</b>		•				
<b>Katastrophenhilfsdienst (KHD)</b> - Waldbrand - Vermurung - Erdbeben		•	•	•		•

### 4.4.3 Zeitliche Aspekte

Auf Grund der Erfahrungen der Einsatzkräfte wurde 3 verschiedenen Zeitfenster für den Einsatz von Robotern identifiziert. Auf Grund des Zeitfensters ergeben sich verschiedene Erwartungen an die Fähigkeiten der Roboter. Klar vermittelt wurde von den Einsatzkräften, dass für das erste kurze Zeitfenster von unter einer Stunde, Roboter nur eingeschränkt zur Unterstützung bei der Erfassung der Lage eingesetzt werden. In folgender Tabelle werden die zeitlichen Fenster für die unterschiedlichen Einsatzszenarien aufgelistet.

*Tabelle 3: Zuordnung der erwarteten Fähigkeiten des Robotersystems zu den identifizierten zeitlichen Aspekten eines Einsatzes.*

< 1h	< 3h	Zeit unkritisch
Lage erfassen	Objekte Manipulieren	KHD
	Detektieren	Prävention/Inspektion
	Lagebild	Dokumentation
	Personensuche	Unterwasser Suche/Bergung

## 4.5 Detaillierte Analyse der Szenarien

Zu folgenden Einsatzszenarien wurden ergänzende Anmerkungen und zusätzliche Details erarbeiten.

### 4.5.1 Manipulation

- Arbeiten an Gasflaschen
  - Vor allem das Arbeiten an Gasflaschen, im speziellen Acetylen, im Brandfall stellt ein hohes Risiko für Einsatzkräfte dar.
  - Das Anbringen von Sprengladung zur Entschärfung der Gefahr ist das Standartvorgehen.
  - Dies kann durch einen Roboter erledigt werden und wird schon zum Teil durch den Entminungsdienst erledigt.
- Öffnen von Dächern bei Gebäudebrand
  - Das Arbeiten auf Dächern bei einem Gebäudebrand und im Speziellen das Öffnen der Dächer ist äußerst gefährlich.
  - Die Vorgehensweise ist aktuell in einer Grauzone, da die Sicherungsvorrichtung für Kaminkehrer nicht für Brände ausgelegt ist.
  - Diese Tätigkeit könnte durch einen Roboter, der am Dach abgesetzt wird, erledigt werden.
  - Diese Spezialanwendung sollte im Zusammenspiel Feldeinsatz – Industrie als mögliche Technologieentwicklung angestoßen werden.

### 4.5.2 Personensuche

- Die Suche nach verschütteten in Lawinen
  - Eine Automatische Suche von Lawinenkegeln nach Lawinenverschüttetensuchgeräten mittels Drohne könnte die Rettung von Verschütteten beschleunigen

### 4.5.3 Unterwasser Suche/Bergung

- Bei Tauchtiefen größer 40 Meter sind Tauchroboter sinnvoll.
- Nur in der Obersteiermark existieren Seen mit solchen Tiefen.
- Tauchstützpunkt Weyregg am Attersee besitzt bereits Tauchroboter.
- Können über oberösterreichischen Landes-Feuerwehrverbandes angefordert werden (gutes Referenzmodell bzw. Möglichkeit die angebotenen Fähigkeiten zu erweitern).

- vorhandene Geräte:
  - hochauflösende Unterwasserkamera die hinter einem Feuerwehrboot über den abzusuchenden Gewässerbereich gezogen wird
  - Sonargerät zum Erstellen eines detaillierten Grundprofils
  - Tauchroboter mit Greifarm sowie Schwarzweiß- und Farbkameras

#### 4.5.4 Lagebild

- Bei Großschadenereignissen (Waldbrand, Hochwasser) ist die Lageerfassung aus der Luft sehr gebräuchlich.
- Die FLIR Hubschrauber des BMI sind dafür auf Abruf an mehreren Standorten in Österreich verfügbar.
  - interessante bzw. limitierende Faktoren sind Anflugzeit (Routen) und Verfügbarkeit (Wetter).
- Drohnen zur Lageerfassung
  - Drohnen für großflächige Lageerfassung wird als nicht sehr zweckmäßig gesehen. Grund dafür sind die kurze Einsatzdauer und die Verfügbarkeit des FLIR Hubschrauber des BMI.
  - Ein Einsatz zur lokalen Lagebestimmung für die Einsatzleitung vor Ort ist jedoch durchwegs sinnvoll. Z.B.: zur Ermittlung von Glutnestern bei Waldbrand.
  - Bei Hochwasser könnten Drohnen auch zur Inspektion von Dämmen verwendet werden.

#### 4.5.5 Detektieren

- Vor allem zusätzliche Sensorik würde einen großen Nutzen für die Einsatzkräfte bringen.
  - Sensoren zur Detektion von Ölfilm auf Gewässer
  - Bestimmung der Zusammensetzung von Schadstoffwolken.
  - Vermessung der Ausbreitung von Schadstoffwolken.

#### 4.5.6 Datenaufbereitung

- Eine sehr wichtige Rolle wird der Datenaufbereitung zugeschrieben. Das alleinige Generieren von neue Informationen und Messwerten stellt keinen nennenswerten Mehrwert für die Einsatzkräfte dar.
- Je später Daten verfügbar, desto intelligenter und umfangreicher muss die Datenaufbereitung sein. (siehe Abbildung 2)
- Eine große Hilfe würde eine Software zur Ermittlung von Pumpenstandorte unter Berücksichtigung des Wegenetz und des Höhenprofil bei Waldbränden im steilen und unwegsamen Gelände darstellen.
  - Zudem wäre hierbei das Erfassen und Einbeziehen des aktuellen Wegenetzes (z.B. neue Forststraßen, die noch nicht in aktuellen Karten verfügbar sind) sinnvoll.
  - Die Rosenbauer liefert bereits Gerät zum Ermitteln der Pumpenstandorte.
- Die erstellten Daten sollten georeferenziert auf einer Karte dargestellt werden.
  - Die Interpretation und Darstellung muss leicht und nachvollziehbar sein.
- Hilfreich wäre auch Software zur Bestimmung von Brandausbreitung oder der Ausbreitung von Schadstoffwolken.
  - Dazu gehören:
    - Simulation der Auswirkungen (Was, Wann, Wo)
    - konkrete Daten: Worst Case, Best Case
- Als Beispiel wurde die Firma UBIMET genannt:
  - punktgenaue Prognosen für Sportveranstalter
  - UBIMET versorgte Veranstalter und Athleten mit präzisen Daten über Wetter und Wind

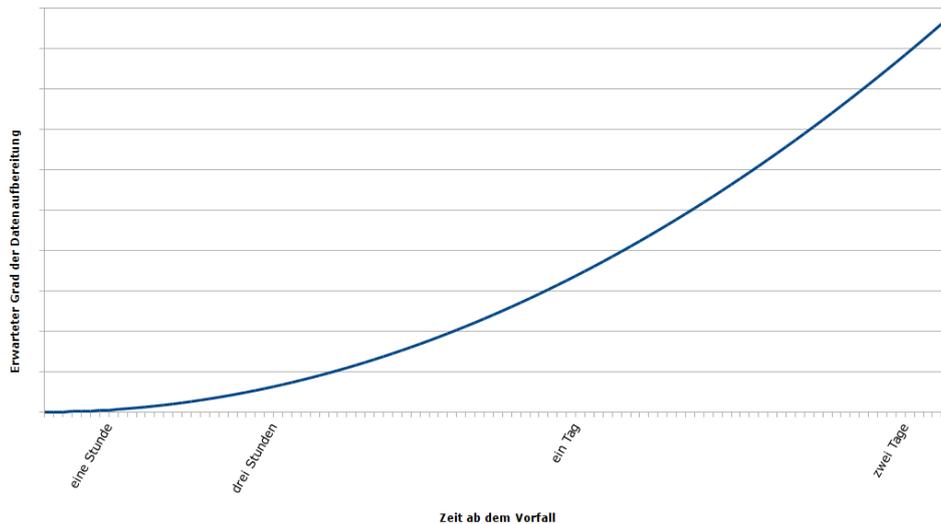


Abbildung 2: Erwarteter Grad der Datenaufbereitung abhängig von der Zeit seit dem Vorfall.

## 4.6 Abklärung der Rahmenbedingungen

Um die Rahmenbedingungen gemeinsam mit den Einsatzkräften abzuklären wurde das gesuchte System als Black-Box mit allen bisher identifizierten Input und Output Faktoren dargestellt (siehe Abbildung 3).

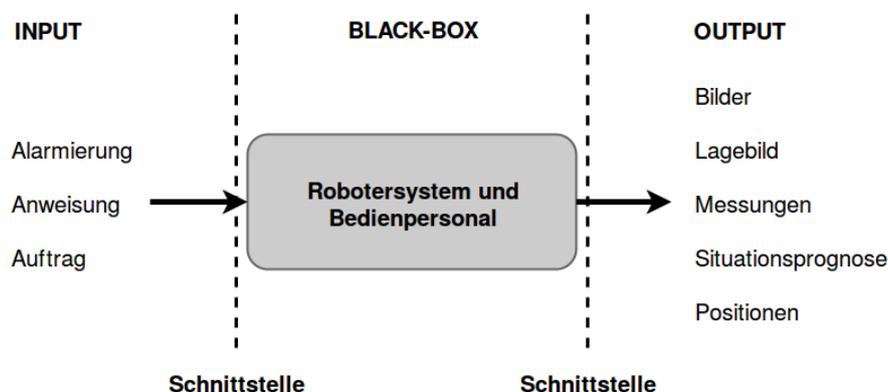


Abbildung 3: Black-Box Darstellung zur Erarbeitung der Rahmenbedingungen.

Folgende fünf Faktoren für den erfolgreichen Einsatz eines Modells wurden ausfindig gemacht: (1) Kosten, (2) Akzeptanz, (3) Mehrwert der Daten, (4) Erfahrung und Ausbildung des Bedienpersonals und (5) rechtliche Rahmenbedingungen

### Kosten

- Die Kostenfrage muss klar geklärt sein.
- Wer trägt die Kosten?
- Wie hoch sind die Kosten?
- Wenn ein Service zu teuer ist, wird es durch die Einsatzkräfte nicht genutzt.

### Akzeptanz

- Ein öffentlicher Charakter (z.B. Stabsstelle, anerkannter Institution öffentlichen Rechtes) wurde im Sinne der Akzeptanz als besser eingeschätzt als eine Firma.
  - Zumindest sollte die Einheit behördlich anerkannt sein (Beispiel: Kartographie Service, Firma, GB)

- Eine geeignete Zertifizierung der Service wird auch als sehr empfehlenswert eingestuft.
- Die Akzeptanz eines solchen Service und die Bereitschaft diesen zu nutzen, hängt auch maßgeblich von den Kosten ab.
- Als Essentiell werden eine klare Kommunikation gegenüber den Feuerwehren und die Bereitstellung klare Fakten gesehen.
- Um die eine gute Akzeptanz zu schaffen, muss das Service über Übungen eingeführt und der Mehrwert erfolgreich gezeigt werden.

#### Mehrwert der Daten

- Ein klarer Mehrwert der Daten muss gegeben sein.
  - Das reine Liefern von Kamerabildern ist nur in der ersten Stunde eines Einsatzes akzeptabel.
  - Je später die Informationen verfügbar sind, desto umfangreicher muss die Aufbereitung (inklusive Verknüpfung von Informationen) und die Darstellung der Daten sein.
- Datenschutz muss klar geregelt sein
  - Rechte an Bildern
  - Verbreitung/Weitergabe muss klar geregelt sein
- Die Daten müssen gegen nachträgliche Manipulation geschützt werden. Die Authentizität der Daten muss gewährleistet sein. Der Aufnahmezeitpunkt muss klar nachvollziehbar sein.
- Die erfassten Daten sind auch für die Einsatzdokumentation wichtig.

#### Erfahrung und Ausbildung des Bedienpersonals

- Die verwendete Ausrüstung und die gelieferten Daten müssen auf das Einsatzszenario anpasst sein.
  - Das bedeutet, dass die angeforderten Experten ein solides Verständnis des und einen guten Einblick in das Einsatzszenario besitzen.

#### Rechtliche Rahmenbedingungen

- Im Einsatz (Gefahr in Verzug) sollte der Einsatz von Robotertechnologie kein Problem sein.
- Die rechtlichen Rahmenbedingungen bei Übungen müssen jedoch geklärt werden

Zudem wurde eine Abschätzung der Einsatzhäufigkeit für die identifizierten Use-Cases erstellt und als ABC-Analyse ausgearbeitet (siehe Abbildung 4). Darin ist klar ersichtlich, dass Einsätze von unbemannten Systemen zur Prävention und Inspektion, sowie zur Gewinnung eines schnellen Lageüberblickes als sehr häufig (Kategorie A) eingeschätzt werden. Speziellere Fähigkeiten wie Messen/Erfassen, Detektieren und das erstellen eines Lagebildes werden als häufig (Kategorie B) eingeschätzt. Alle anderen Use-Cases werden nach Einschätzung der Befragten nur in sehr speziellen Fällen benötigt.

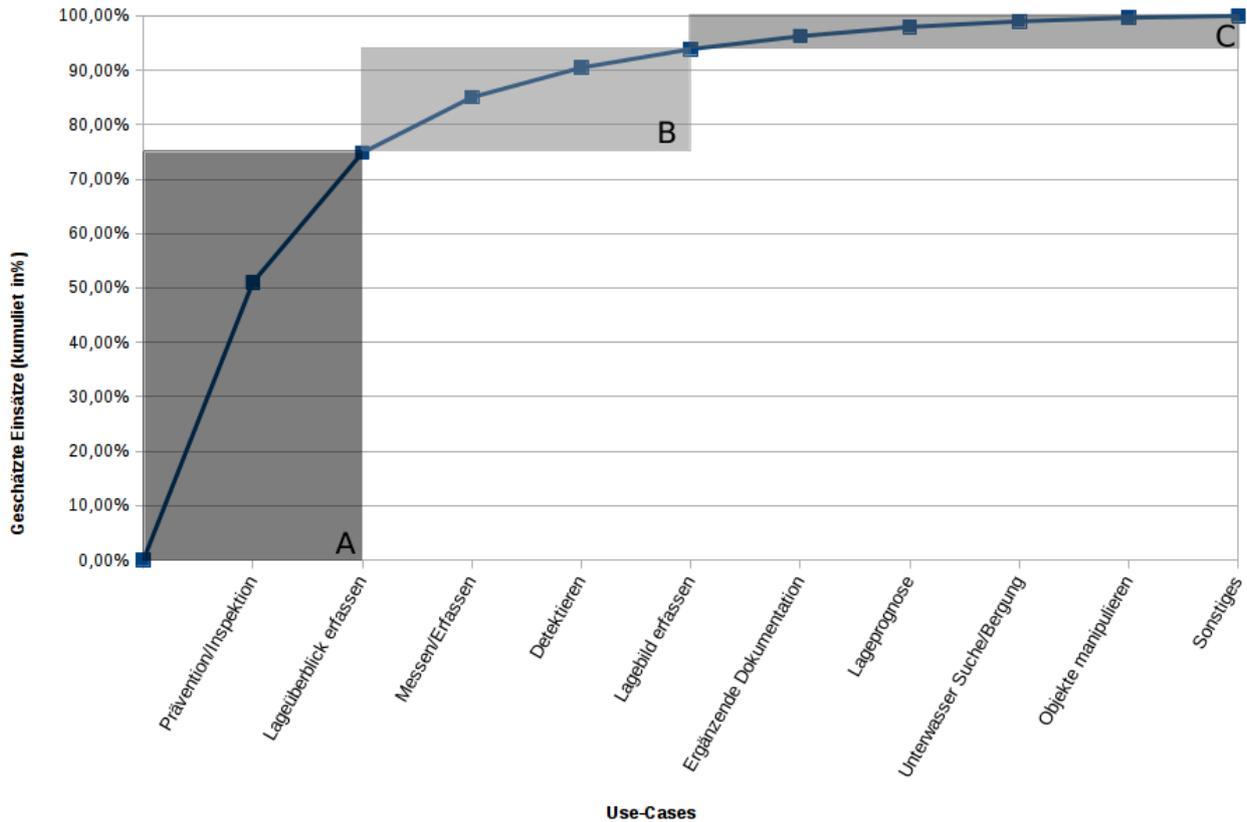


Abbildung 4: ABC-Analyse der identifizierten Use-Cases und deren geschätzte Einsatzhäufigkeit.

## 4.7 Informationsquellen

Typ: Meeting	Datum: 29.09.2014	Ort: Lebring
Titel: Kick-Off-Meeting		
Teilnehmer: Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Martin Roschker, Michael Jost, Johannes Maurer		
Inhalt: Schaffung der Akzeptanz bei den Einsatzkräften erste Diskussion der Rahmenbedingungen		

Typ: Meeting	Datum: 14.10.2014	Ort: Graz
Titel: 1. Koordinationsmeeting		
Teilnehmer: Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Martin Roschker, Johannes Maurer		
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besprechung des Feuerwehrgesetzes</li> <li>• Besprechung der Richtlinien für den Katastrophenhilfsdienst</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 03.11.2014	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Interview Landeswarnzentrale Steiermark		
<i>Teilnehmer:</i> Johannes Maurer, Günter Hohenberger		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzmöglichkeiten für unbemannte Fahrzeuge</li> <li>• Alarmierungspläne</li> <li>• staatlichen Krisen- und Katastrophenschutzmanagement</li> <li>• European Civil Protection Mechanism</li> <li>• Alarmierung von Hilfsorganisationen</li> <li>• Ablauf Einsatz</li> <li>• Behördliche Prüfung von Organisation zur Katastrophenhilfe</li> <li>• Einsatzkosten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 18.11.2014	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 2. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion der Bedarfserhebung und Anforderungsprofil</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 12.01.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 3. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Martin Roschker, Michael Jost, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Feuerwehrgesetz und Einsatzleitung</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Lehrgang	<i>Datum:</i> 19. – 22.01.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> Feuerwehrlehrgang Führen I		
<i>Teilnehmer:</i> Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Einsatztaktik</li> <li>• Gefahrgüter und Handhabung</li> <li>• Einsatzdokumentation</li> <li>• Geräte im Feuerwehreinsatz</li> <li>• Rechtliche Einsatzgrundlagen</li> <li>• Vorbeugender Brandschutz</li> <li>• Grundlagen der Brandbekämpfung</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 22.01.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> 4. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Michael Jost, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen Einsatztaktik und Einsatz von Spezialgerät</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 03.02.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> Interview Feuerwehr Landesleitzentrale		
<i>Teilnehmer:</i> Heinz Reinbacher, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Nachforderung von Spezialgerät</li> <li>• Einschätzung zur Einbindung von Roboter und ExpertInnen</li> <li>• Alarmierungspläne</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 03.02.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> Interview Feuerwehr Recht		
<i>Teilnehmer:</i> Martin Roschker, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Wasserrecht</li> <li>• Einsatz von Robotern im Feld</li> <li>• Rechtliche Rahmenbedingungen für Drohnen</li> <li>• Rechtliche Fragen zu externen Organisationen im Einsatz</li> <li>• Rechtliche Grundlage der Katastrophenhilfe</li> <li>• Haftungs- und Versicherungsfragen</li> <li>• Journaldienst</li> <li>• Einsatzkosten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Präsentation	<i>Datum:</i> 19.02.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> Präsentation auf der halbjährlichen Dienstbesprechung des LFV		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Steinbauer, Gerald Lichtenegger, Bereichsfeuerwehrkommandanten der Steiermark		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung des Projekts</li> <li>• Abklärung der Erwartungen von Seiten der Bereichsfeuerwehrkommandanten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 09.03.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Interview Markus Quaritsch (Institut für Technische Informatik, TU Graz)		

<i>Teilnehmer:</i> Markus Quaritsch, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Projekt C-Drones des Lake Side Parks in Klagenfurt</li> <li>• Aktueller Stand der Entwicklung von Drohnensystemen</li> <li>• Erfahrungsbericht zu Drohneneinsätzen</li> </ul>

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 16.03.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 5. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Martin Roschker, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung der Tätigkeitsprofile</li> <li>• Ausarbeitung eines Bewertungsschemas für Referenzanwendungsfälle.</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 20.03.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Interview Alexander Almer (Joanneum Research)		
<i>Teilnehmer:</i> Alexander Almer, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu KIRAS Projekt „Airwatch“</li> <li>• Erfahrungsbericht zu Aufklärung aus der Luft und Lagebild</li> <li>• aktueller Stand der luftgestützten Unterstützung im Katastrophenfall</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Workshop	<i>Datum:</i> 30.03.2015	<i>Ort:</i> Lebring
<i>Titel:</i> Workshop mit Fachgruppen der Feuerwehr		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Steinbauer, Johannes Maurer, Gerald Lichtenegger, Harald Schaden, Erwin Grangl, Ingo Mayer, Hannes Mayerl, Bernd Miklautsch, Gerhard Grain, Martin Roschker		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung der Referenzanwendungsfällen</li> <li>• Bestimmung der Anforderungen an das System von Seiten der Einsatzkräfte</li> <li>• Abklärung der Erwartungen</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 26.05.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Interview Johannes Scholz (Instituts für Geodäsie, TU Graz)		
<i>Teilnehmer:</i> Johannes Scholz, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Grundlagen von Georeferenzierter Datenaufarbeitung</li> <li>• Standards und Schnittstellen für die Integration von Sensordaten des Roboters</li> <li>• Visualisierung und Speicherung von GEO-Daten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 08.06.2015	<i>Ort:</i> Wien
<i>Titel:</i> Interview Mortimer Müller (Institut für Waldbau, BOKU Wien)		
<i>Teilnehmer:</i> Mortimer Müller, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Waldbrandforschung und Waldbrandmodellierung in Österreich</li> <li>• Waldbranddatenbank</li> <li>• Waldbrände in Österreich</li> <li>• Simulation von Waldbränden</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 08.06.2015	<i>Ort:</i> Wien
<i>Titel:</i> Interview Franz Suppan (Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, BOKU Wien)		
<i>Teilnehmer:</i> Franz Suppan, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Geographische Informationssysteme (GIS)</li> <li>• Verortung von Messdaten</li> <li>• GIS Systemen zur Einsatzunterstützung</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Fachmesse	<i>Datum:</i> 11.06.2015	<i>Ort:</i> Hannover
<i>Titel:</i> Interschutz Hannover		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Roboter- und Drohnenhersteller</li> <li>• Gespräche mit andere relevante Projekte und Initiativen</li> <li>• Informationen zu GIS-Systeme und Herstellern</li> <li>• Simulation von Katastrophen</li> <li>• Internationale Katastrophenhilfe</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 06.07.2015	<i>Ort:</i> TelKo
<i>Titel:</i> Interview Philipp Bachmann (Landeswarnzentrale Vorarlberg)		
<i>Teilnehmer:</i> Philipp Bachmann, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivitäten im Bereich Drohnen der LWZ Vorarlberg</li> <li>• Einschätzung zum Einsatz von unbemannten Systemen für die Katastrophenhilfe</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 27.07.2015	<i>Ort:</i> Eisenerz
<i>Titel:</i> Interview Projekt Air-Control		

<i>Teilnehmer:</i> Jörg Vaczulik, Erich Hubinger, Johannes Maurer
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zu Air-Control Drohen Projekt</li> <li>• Erfahrungsbericht zum Einsatz von Drohnen</li> <li>• Einschätzung zu Rahmenbedingungen</li> </ul>

<i>Typ:</i> Podiumsdiskussion	<i>Datum:</i> 19.10.2015	<i>Ort:</i> Wien
<i>Titel:</i> Science Talk "Invasion der Drohnen.. Nutzen und Grenzen ziviler Drohnen in Österreich" des BMFWF		
<i>Teilnehmer:</i> Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zur aktuellen Situation für Drohnenanwendungen in Österreich</li> <li>• Podiumsdiskussion zur rechtlichen Situation in Österreich und der EU</li> </ul>		

## 5 Use-Cases und Zielkatalog

### 5.1 Use-Cases

In nachfolgender Tabelle werden die erarbeiteten Anwendungsfälle für unbemannter Fahrzeugen und die Anforderungen an die Fähigkeiten unbemannter Fahrzeuge aufgeführt. Die Tabelle stellt eine Zusammenführung der gesammelten Informationen aus den Interviews und dem Workshop im Rahmen der Situationsanalyse dar. Mit Hilfe von fachlichen Feedbacks von Seiten der Einsatzkräfte wurde ein Bewertungsschema erarbeitet. Die Bewertung findet dabei an Hand der drei identifizierten zeitlichen Bereiche von unter einer Stunde, ein bis drei Stunden und über drei Stunden (Zeit-unkritisch) statt.

Tabelle 4: Aufstellung der Anwendungsfälle und Anforderungen

<b>Anwendungsfälle und Anforderungen</b>				
Anwendungsfälle für unbemannter Fahrzeugen und Anforderungen an die Fähigkeiten unbemannter Fahrzeuge in Abhängigkeit vom der zeitlichen Verfügbarkeit im Einsatz. Diese Aufstellung und Bewertung wurde gemeinsam mit den Einsatzkräften erarbeitet.				
Use-Case	Beschreibung	Einsatzbereitschaft		
		unter einer Stunde	ein bis drei Stunden	Zeit-unkritisch
<b>Lageüberblick erfassen</b>	Unbemannte Fahrzeuge werden dazu eingesetzt einen anderen Blickwinkel zu erlangen, um die Lage besser und schneller einschätzen zu können.	•	•	•
<b>Lagebild erfassen</b>	Unbemannte Fahrzeuge werden eingesetzt, um Messungen/Daten zu erfassen. Diese werden in einem zentralen Lagebild geo-referenziert zusammengefasst dargestellt und unterstützen bei der Leitung des Einsatzes.		•	•
<b>Lageprognose</b>	Unbemannte Fahrzeuge werden eingesetzt, um Messungen/Daten zu erfassen. Die erfassten Daten werden genutzt, um durch geeignete Simulationen und Ausbreitungsmodelle die zukünftige Entwicklung der Lage abzuschätzen und entsprechend darzustellen. Dadurch kann der Einsatz besser koordiniert werden.			○
<b>Messen/Erfassen</b>	Das Fahrzeug ist mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet um Gefahrstoffe, usw. Messen/Erfassen zu können.		•	•
<b>Detektieren</b>	Das unbemannte Fahrzeug ist mit geeigneten Sensoren und Algorithmen ausgestattet um Gefahrstoffe, Hotspots, vermisste Personen, usw. automatisch detektieren und lokalisieren zu können.		○	•
<b>Objekte Manipulieren</b>	Das Fahrzeug ist mit einem Roboterarm ausgestattet, der dazu eingesetzt werden		○	○

	kann, um aus sicherer Entfernung Leckagen abzudichten, Gasflaschen zu bergen, Ventile zu schließen, usw.			
<b>Unterwasser Suche/Bergung</b>	Unbemannte Unterwasser Fahrzeuge werden bei Tauchtiefe größer 40m und großen Strömungen eingesetzt, um Suchen und Bergungen durchzuführen.			○
<b>Prävention/Inspektion</b>	Unbemannter Fahrzeuge werden eingesetzt, um Präventive Maßnahmen und Inspektionen schneller und effizienter durchzuführen.			●
<b>Ergänzende Dokumentation</b>	Unbemannter Fahrzeuge werden eingesetzt, einen anderen Blickwinkel zu erlangen um das Schadensgebiet besser dokumentieren zu können.		○	○

## 5.2 Zielkatalog

Im nachfolgenden Zielkatalog werden die Parameter festgelegt, die bei der Ausarbeitung des gesuchten Modells bedacht werden müssen. Der Zielkatalog dient zudem als systematische Aufstellung aller relevanten Aspekte, die auch bei einer eventuellen späteren Umsetzung zu beachten sind. Der nachfolgende Katalog der Modellparameter wurde auf Basis des Standardzielkatalogs des System Engineerings unter Zuhilfenahme von Kreativtechniken erarbeitet. Zudem wurden die einzelnen Parameter mit Prioritäten bewertet. Der Zielkatalog dient auch als Basis zur Bewertung der erarbeiteten Modellvarianten.

*Tabelle 5:Zielkatalog der Parameter für die Modellvarianten*

<b>Parameter für Modellvarianten</b>			
Diese Parameter stellen Eigenschaften und Anforderungen dar, die bei der Erarbeitung und Umsetzung der gesuchten Modellvarianten berücksichtigt werden müssen.			
<b>Zielklassen</b>	<b>Zielunterklassen</b>	<b>Zielformulierung</b>	<b>Priorität</b> M ... Mussziele S ... Sollziele W ... Wunschziele
<b>Funktionsziele</b>	Organisationsform	Die Organisationsform muss klar geregelt sein.	M
	Verfügbarkeit	Eine Erreichbarkeit 7/24 muss sichergestellt werden. Die Einsatzbereitschaft vor Ort muss gewährleistet sein.	M
	Anwendungsfälle	Es muss klar geregelt sein, welche Einsatzbereitschaft und welche Anwendungsfälle bereitgestellt werden können.	M
	Technische Voraussetzungen	Die technischen Voraussetzungen zur Bereitstellung der geplanten Anwendungsfälle müssen klar spezifiziert sein.	M
	Alarmierung	Alarmierungspläne müssen ausgearbeitet werden. Es kann verschiedene Pläne für verschiedene Schadensfälle geben.	M

	Datenaufbereitung	Eine intelligente und umfangreiche Aufbereitung und Darstellung von Daten muss bereitgestellt werden.	M
	Logistik und Infrastruktur	Ein Konzept für den Transport zum Einsatzort muss erarbeitet werden. Die Operabilität ohne Zugriff auf lokale Infrastruktur muss für eine geeignete Zeitspanne gewährleistet sein.	M
	Dokumentation	Eine Richtlinie zur Dokumentation von Wartung, Ausbildung und Einsätzen muss vorhanden sein.	M
	Teamstruktur	Eine geeignete Teamstruktur muss ausgearbeitet sein. Die Verantwortlichkeiten und Rollen im Team müssen klar geregelt sein.	M
	Einbindung und Schnittstellen	Einer einfachen Integration in den Einsatzablauf und die Einsatzstrategie muss gewährleistet sein. Die Schnittstellen zum einfachen und praktikablen Austausch von Daten müssen definiert werden.	M
	Wartung	Pläne für die Wartung von Gerätschaften müssen bereitgestellt werden.	M
	Ausbaubarkeit	Möglichkeit zur Einbindung in den EU Civil Protection Mechanism sollte gegeben sein.	W
<b>Personalziele</b>	Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung	Die entsprechende Qualifikation des Personals muss gewährleistet sein. Auch die mentale und physische Stärke der Personen muss sichergestellt werden. Die Qualität der Ausbildung sollte mit geeigneten Zertifizierungen sichergestellt werden. z.B.: zertifizierter Drohen-Pilot, ...	M
	Training	Regelmäßige Übungen und Nachschulungen müssen durchgeführt werden.	M
<b>Rechtliche Ziele</b>	Datenschutz und Datenauthenzizität	Richtlinien zur Einhaltung der Datenschutzregelungen im Einsatz und im Trainingsfall müssen erarbeitet werden. Die Authentizität der Daten sowie der Schutz vor nachträglicher Manipulation muss gewährleistet sein.	M
	Rechtliche Grundlage	Die rechtliche Grundlage auf deren Basis Einsätze durchgeführt werden können, muss klar geregelt sein. Eine behördliche Anerkennung der Organisation ist durchzuführen. Aperiodische Überprüfungen der Einsatztauglichkeit, der vorhandene Infrastruktur, der Richtlinien und der Ausbildung sollten von den zuständigen Behörden durchgeführt werden.	M
	Haftung	Die Haftungsfrage im Schadensfall muss geklärt sein. Eine geeignete Haftpflichtversicherung muss abgeschlossen werden.	M
	Betriebsbewilligung	Betriebsbewilligungen für die eingesetzten Fahrzeuge müssen vorliegen.	M

<b>Finanzziele</b>	Investitionskosten	Schätzungen der Anschaffungskosten, Installation, etc. müssen vorliegen.	M
	Betriebskosten	Schätzungen der laufenden Kosten für Betriebsmittel, Wartung, Unterhalt, Training, etc. müssen vorliegen.	M
	Einsatzkosten	Eine Abschätzung der Einsatzkosten und eine Regelung der Kostenübernahme im Einsatzfall müssen vorhanden sein.	M

### 5.3 Informationsquellen

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 30.06.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 6. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion des Zielkataloges</li> <li>• Besprechung der Modellvarianten, Tätigkeitsprofile und Referenzanwendungsfälle</li> <li>• Genehmigung des Zielkataloges</li> </ul>		

## 6 Modellentwicklung

Basierend auf den erarbeiteten Anwendungsfällen und dem Zielkatalog wurden Modellparameter identifiziert. Unter Modell verstehen wir hier ein geschlossenes Konzept, das unter Berücksichtigung spezieller Rahmenbedingungen die Bereitstellung und Verwendung von Robotern und ExpertInnen im Einsatzfall ermöglichen. Für die einzelnen Modellparameter wurden noch die Bereiche der möglichen Realisierungen oder Werte erarbeitet. Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ergeben sich durch Variation der Parameter der Lösungsraum aller Modellvarianten. Einige dieser Modellvarianten lassen sich jedoch praktisch technisch oder organisatorisch nicht realisieren. Daraus ergibt sich der Raum der möglichen Varianten. Innerhalb dieses Raumes wurden dann 4 Referenzmodelle mit verschiedenen Ausrichtungen abgeleitet.

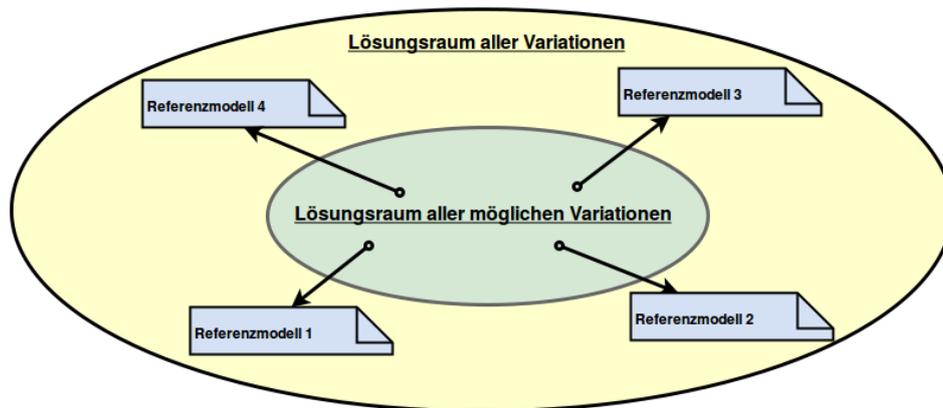


Abbildung 5: Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Lösungsräumen und den erarbeiteten Referenzmodellen.

Beim Entwurf der verschiedenen Modellvarianten wurden gewisse Abhängigkeiten festgestellt. Die Abbildung 6 versucht diese visuell darzustellen. Im Detail wurden folgende Abhängigkeiten festgestellt:

- Durch die Wahl der Organisationsform ergibt sich die rechtliche Grundlage.
- Durch die Wahl der Organisationsform können nur bestimmte zeitliche Verfügbarkeiten abgedeckt werden.
- Abhängig von der zeitlichen Verfügbarkeit ergeben sich definitive Alarmierung und Anwendungsfälle, die abgebildet werden müssen.
- Die Anwendungsfälle bestimmen die technischen Voraussetzungen.
- Teamstruktur und Schnittstellen ergeben sich aus den Anwendungsfälle und der technischen Ausrüstung.
- Die nötige Dokumentation ergibt sich aus den Anwendungsfällen und der technischen Ausrüstung sowie der Organisationsform.
- Anwendungsfälle und technische Ausrüstung beeinflussen zudem die benötigte Logistik und Infrastruktur.
- Die Wahl der Organisationsform, der Anwendungsfälle und der technischen Ausrüstung bestimmt den Umfang und die Form der Ausbildung.
- Investitionskosten und Betriebskosten stehen in direktem Zusammenhang mit Ausbildung und Ausrüstung.

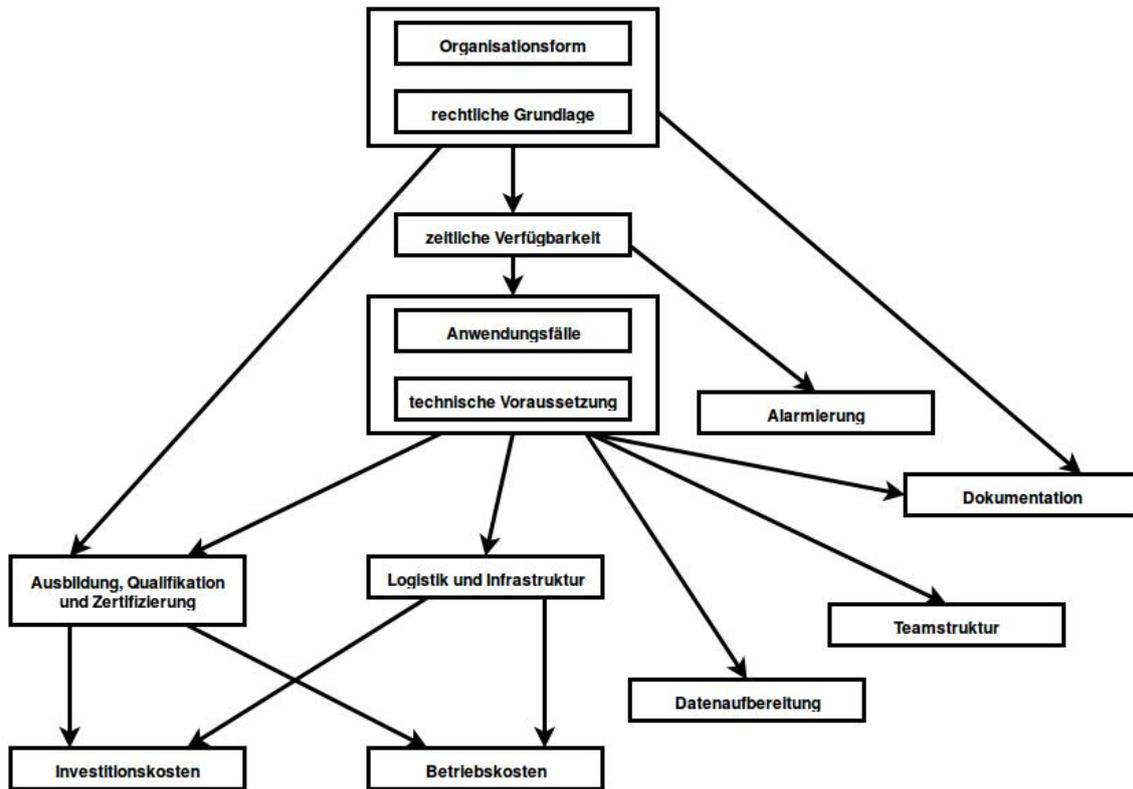


Abbildung 6: Abbildung der identifizierten Abhängigkeiten bei der Modellvariation.

## 6.1 Variation der Modellparameter

Im den folgenden Kapiteln werden einzelne Modellparameter, deren Domäne und deren Abhängigkeit zu anderen Parametern im Detail beschrieben.

### 6.1.1 Organisationsform und rechtliche Grundlage

Vier mögliche Organisationsformen und deren Auswirkung auf die rechtlichen Grundlagen des Modells wurden identifiziert.

Tabelle 6: Zusammenhang zwischen Organisationsform und rechtlicher Grundlage.

Organisationsform	Rechtliche Grundlage
Einsatzorganisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil einer Einsatzorganisation (z.B.: Polizei, Rotes Kreuz, Feuerwehr).</li> <li>Einsätze finden in dieser Variante auf rechtlicher Grundlage der jeweiligen Einsatzorganisation statt.</li> </ul>
Behörde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil des behördlichen Katastrophenschutzes (z.B.: Landesverwaltung).</li> <li>Die Einsätze finden in dieser Variante auf rechtlicher Grundlage der Behörde statt.</li> </ul>

Verein oder Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil eines Vereins oder Unternehmens. Bei der Einrichtung sollte nach Festlegung des Einsatzumfanges und anhand steuerlicher Gesichtspunkte eine passende Rechtsform gewählt werden. Als geeignetsten Rechtsformen werden gemeinnütziger Verein und gemeinnützige GmbH als sinnvoll erachtet.</li> <li>• Um die rechtliche Grundlage für Einsätze zu schaffen, sind Verträge mit dem jeweiligen Bundesland nötig. Die Organisation verpflichtet sich dabei zur Unterstützung am Katastrophenhilfsdienst. Dabei kann auch der Blaulichteinsatz geregelt werden. Auch die Vergütung der Einsätze wird darin geregelt. Behördliche Prüfungen der Organisation werden durchgeführt, um die Einsatztauglichkeit sicherzustellen.</li> </ul>
Forschungseinrichtung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil einer Forschungseinrichtung (z.B Universität).</li> <li>• Um die rechtliche Grundlage für Einsätze zu schaffen, sind Verträge mit dem jeweiligen Bundesland nötig. Die Organisation verpflichtet sich dabei zur Unterstützung am Katastrophenhilfsdienst. Dabei kann auch der Blaulichteinsatz geregelt werden. Auch die Vergütung der Einsätze wird darin geregelt. Behördliche Prüfungen der Organisation werden durchgeführt um die Einsatztauglichkeit sicherzustellen.</li> </ul>

### 6.1.2 Zeitlichen Verfügbarkeit und Organisationsform

Abhängig von der Organisationsform werden folgende Einschätzungen zur zeitlichen Verfügbarkeiten gemacht. (○ ... möglich; ● ... möglich und realistisch)

*Tabelle 7: Bewertung der zeitlichen Verfügbarkeit für die verschiedenen Organisationsformen.*

Einsatzbereitschaft	Einsatzorganisation	Behörde	Verein / Unternehmen	Forschungseinrichtung
unter 1 Stunde	●	○	○	
1 bis 3 Stunden	●	●	●	○
Zeit unkritisch	●	●	●	●

### 6.1.3 Zeitlichen Verfügbarkeit, Anwendungsfälle und technische Voraussetzung

Abhängig von der zeitlichen Verfügbarkeit müssen zusätzliche Anwendungsbereiche abgedeckt werden. Daraus ergeben sich unterschiedliche technische Voraussetzungen.

*Tabelle 8: Zusammenhang zwischen Einsatzbereitschaft, Anwendungsfälle und technischer Voraussetzung.*

<b>Einsatzbereitschaft</b>	<b>Anwendungsfälle</b>	<b>Technische Voraussetzung</b>
unter 1 Stunde	Bereitstellen von Bildern (Foto oder Video) aus für Menschen nicht erreichbaren Perspektiven (z.B. Bilder aus der Luft). Durch das Bereitstellen von Bildern aus unzugänglichen Positionen, wird die Einsatzleitung vor Ort bei der Koordination des Einsatzes unterstützt.	Diese regelmäßigen Einsatzfälle sind ideale Einsatzbereiche für ein UAV (Drohne). Eine wichtige technische Voraussetzung ist eine einfache Bedienbarkeit der eingesetzten Technologie sowie eine einfache Schnittstelle zum Betrachten der Aufnahmen.
1 bis 3 Stunden	Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser Phase des Einsatzes auf Spezialtätigkeiten. Anwendungsfälle: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hotspots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> </ul>	Zur Bereitstellung der Anwendungsfälle wird sowohl ein bodengestütztes (UGV) als auch ein luftgestütztes (UAV) Robotersystem benötigt. Das UGV sollte für Manipulationsaufgaben mit einem Roboterarm ausgestattet sein. Die ausführlichere Datenverarbeitung erfordert zudem eine umfangreiche Rechnerinfrastruktur zur Auswertung und Visualisierung von Messdaten.
zeit unkritisch	Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser Phase des Einsatzes auf längerfristige oder zeitunkritische Spezialtätigkeiten. Anwendungsfälle: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hotspots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>• Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>• Dokumentationen</li> </ul>	

#### 6.1.4 Zeitlichen Verfügbarkeit und Alarmierung

Abhängig von der zeitlichen Verfügbarkeit müssen/können verschiedene Varianten der Alarmierung möglich sein.

*Tabelle 9: Zusammenhang zwischen Einsatzbereitschaft und Alarmierung.*

<b>Einsatzbereitschaft</b>	<b>Alarmierung</b>
unter 1 Stunde	Die Alarmierung erfolgt nach Alarmstufe und wird in Alarmpläne der Einsatzorganisation aufgenommen. Je nach Einsatz wird somit ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug inklusive Mannschaft zum Einsatzort gerufen.
1 bis 3 Stunden	Die Alarmierung erfolgt im Bedarfsfall durch Nachforderung von Seiten der Einsatzleitung vor Ort über eine Leitzentrale. Im Einsatzfall wird somit ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug inklusive Mannschaft nachträglich zum Einsatzort gerufen.
zeit unkritisch	Für spezielle Schadensereignisse könnte eine standardmäßige Mitalarmierung des Einsatztrupps in den Alarmierungsplänen vorgesehen werden.

### 6.1.5 Dokumentation, Organisationsform und Anwendungsfällen

Die Wahl der Organisationsform hat unmittelbare Auswirkung auf die Dokumentation vor, während und nach Einsätzen. Hier ist zu beachten, dass die Form und Qualität der Dokumentation für eine mögliche spätere Verwendung bei der Ausbildung oder bei behördlichen oder gerichtlichen Verfahren geeignet ist.

*Tabelle 10: Zusammenhang zwischen Organisationsform, Dokumentation und Anwendungsfällen.*

Organisationsform	Dokumentation
Einsatzorganisation	Die Dokumentation erfolgt nach den vorhandenen Richtlinien der Einsatzorganisation/Behörde für Einsatzdokumentationen.  Für Spezialtätigkeiten: Für Spezialtätigkeiten mit spezialisierter Ausrüstung sollte die Dokumentation durch Log-Dateien der Geräte, wie Hardware Status Steuerbefehle/Kommandos erweitert werden.
Behörde	Die Richtlinien der Dokumentation sollte an bereits existierende Regelungen (z.B. Einsatzorganisation) anlehnt sein. Die Dokumentation sollte den Informationsfluss (eingehende Informationen/Anweisungen, ausgehende Informationen) beinhalten.  Für Spezialtätigkeiten: Für Spezialtätigkeiten mit spezialisierter Ausrüstung sollte die Dokumentation durch Log-Dateien der Geräte, wie Hardware Status Steuerbefehle/Kommandos erweitert werden.
Verein / Unternehmen	
Forschungseinrichtung	

### 6.1.6 Anwendungsfall, Logistik und Infrastruktur

Abhängig von den Anwendungsfällen, die abgedeckt werden, ändert sich die logistische Umsetzung. Dabei ergeben sich für den Anwendungsfall „Spezialtätigkeiten“ zwei mögliche Varianten.

*Tabelle 11: Zusammenhang zwischen Anwendungsfälle, Logistik und Infrastruktur.*

Anwendungsfälle	Logistik und Infrastruktur
Bereitstellen von Bildern	Das UAV wird in dieser Modellvariante als Teil der Ausrüstung der Einsatzorganisation zur Verfügung gehalten. Die Geräte werden in die vorhandenen Einsatzfahrzeuge integriert und durch speziell geschulte Personen bedient. Durch die Integration des Teams in die vorhandene Infrastruktur, sind neben der Nachrüstung der Fahrzeuge keine gesonderten Vorkehrungen zu treffen.

<p>Spezialtätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>• Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>• Dokumentationen</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausrüstung und Robotersysteme werden in dieser Variante in ein eigen dafür vorgesehenes Einsatzfahrzeug integriert. Das Fahrzeug muss eine eigenständige Stromversorgung aufweisen, um den unabhängigen Betrieb der Ausrüstung für eine geeignete Zeitspanne zu gewährleisten.</li> <li>2. Ausrüstung und Robotersysteme werden in dieser Variante transportbereit gelagert. Dies kann entweder in Form eines Containers, der von einem geeigneten Fahrzeug aufgenommen werden kann, oder in Form von geeigneten Transportboxen erfolgen. Gerät und Bedienmannschaft wird von einem geeigneten Fahrzeug einer Einsatzorganisation im Bedarfsfall abgeholt und zum Einsatzort transportiert. Die Ausrüstung muss eine eigenständige Stromversorgung beinhalten, um den Betrieb der Ausrüstung für eine geeignete Zeitspanne zu gewährleisten.</li> </ol>
--	---

### 6.1.7 Anwendungsfälle und Teamstruktur

Abhängig von den Anwendungsfällen und der technischen Ausrüstung sind folgende Teamstrukturen umzusetzen.

*Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Anwendungsfälle und Teamstruktur.*

Anwendungsfälle	Teamstruktur
Bereitstellen von Bildern	<p>Die Teamgröße sollte 2 Personen betragen. Die Rollen im Team sind dabei:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piloten: Steuerung und Überwachung des Robotersystem im Einsatz</li> <li>• Co-Piloten: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Weitergabe von Informationen nach außen und Entgegennahme von Befehlen von außen.</li> </ul> <p>Diese Konstellation ermöglicht eine sichere und störungsfreie Bedienung des Robotersystems.</p>

<p>Spezialtätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>• Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>• Dokumentationen</li> </ul>	<p>Die Teamgröße zur Durchführung von Spezialeinsätzen mit UGV und UAV sollte bei 3-5 Personen liegen. Folgende Rollen sollten im Team umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilot: Steuerung und Überwachung des Robotersystems im Einsatz als letzte Kontrollinstanz.</li> <li>▪ Co-Pilot/Bordingenieur: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Planung und Programmierung von autonomen Einsatzverläufen.</li> <li>▪ Gruppenleiter (Mission Direktor): Koordination des Teams. Weitergabe von Informationen nach außen und Entgegennahme von Befehlen oder Aufträgen von außen. Fungiert als einzige und dezidierte Ansprechperson des Teams.</li> <li>▪ Techniker: Sicherstellung der Einsatzbereitschaft der Gerätschaften. Überwachung der Infrastruktur am Kontrollzentrum.</li> <li>▪ Melder: Durchführung jeglicher Funkkommunikation zwischen Einsatzteam und Außenwelt.</li> </ul>
--	--

### 6.1.8 Anwendungsfälle und Datenaufbereitung

Abhängig von den Anwendungsfällen und der technischen Ausrüstung sind folgende Anforderungen an die Datenaufbereitung gegeben.

*Tabelle 13: Zusammenhang zwischen Anwendungsfälle und Datenaufbereitung.*

Anwendungsfälle	Datenaufbereitung
Bereitstellen von Bildern	Die Anwendung beschränkt sich in dieser Variante auf die Bereitstellung von Bild und Videomaterial. Die Auswertung und Interpretation der Bilder wird von den Einsatzkräften übernommen.
<p>Spezialtätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>• Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>• Dokumentationen</li> </ul>	In diesen Varianten ist eine umfangreiche Datenaufbereitung vorgesehen. Die, dafür nötige, Ausstattung, wie Rechner und Software, muss im Einsatzfahrzeug integriert werden. Das Bedienpersonal muss für den Einsatz der Spezialsoftware trainiert sein. Die Datenaufbereitung umfasst eine automatisierte Detektion (Hot-Spots, Personen, Gaskonzentrationen, ...) und eine umfangreiche Darstellung der Informationen in einen GIS-System.

### 6.1.9 Anwendungsfälle, Organisationsform, Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung

Abhängig von den Anwendungsfällen und der technischen Ausrüstung, sowie der

Organisationsform sind folgende Varianten für Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung des Bedienpersonals möglich.

*Tabelle 14: Zusammenhang zwischen Anwendungsfälle, Organisationsform, Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung.*

Anwendungsfälle	Ausbildung, Qualifikation und Zertifizierung
Bereitstellen von Bildern	<p><b><u>Einsatzorganisation:</u></b>  Auf Grund der große Verfügbarkeit und der hohen Anzahl an Bedienpersonal ist eine eigens eingeführte Ausbildung einzuführen. Die Ausbildung erfolgt durch spezielle Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen (z.B. Feuerweherschule) sowie in interne Weiterbildungen. Die Bedienung der Geräte ist ausschließlich den Personen mit entsprechender Ausbildung vorbehalten. Es müssen regelmäßige Übungen und Weiterbildungen und Nachschulungen durchgeführt werden. Die Ausbildung besteht aus Bedienung des Geräts und Interpretation der Daten, sowie taktische Einbindung in den Einsatz. Zudem müssen spezielle Kurse für Wartung und Instandhaltung angeboten werden.  Die Zertifizierung erfolgt durch den Besuch der speziellen Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen.</p>

<p>Spezialtätigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>• Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>• Manipulation von Objekten</li> <li>• Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>• Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>• Dokumentationen</li> </ul>	<p><b><u>Einsatzorganisation:</u></b>                  Die grundlegende Ausbildung erfolgt durch spezielle Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen (z.B. Feuerweherschule) und wird durch interne Weiterbildungen ergänzt. Spezialausbildungen inklusive Zertifizierungen werden extern durchgeführt. Kurse zu Flugrecht können z.B. über die AustroControl, Ausbildungen zu Wartung und Bedienung beim Gerätehersteller und Kurse zu Datenaufbereitung und Interpretation beim jeweiligen Softwarehersteller durchgeführt werden. Die Zertifizierung erfolgt durch den Besuch der speziellen Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen, durch externe Einrichtungen und die Gerätehersteller. Zudem könnten auch spezielle Ausbildungsprogramme an Hochschulen angeboten werden.</p> <p><b><u>Behörde, Verein / Unternehmen und Forschungseinrichtung:</u></b>                  Bei den eingesetzten Personen wird eine entsprechende Grundausbildung bei einer Einsatzorganisation vorausgesetzt. Ausbildungen, die den Einsatz des unbemannten Systems betreffen werden intern durchgeführt. Spezialausbildungen inklusive Zertifizierungen werden zudem extern durchgeführt. Kurse zu Flugrecht könnten z.B. über die AustroControl, Ausbildungen zu Wartung und Bedienung beim Gerätehersteller und Kurse zu Datenaufbereitung und Interpretation beim jeweiligen Softwarehersteller durchgeführt werden. Die Bedienung der Geräte ist ausschließlich den Personen mit entsprechender Ausbildung vorbehalten. Es müssen regelmäßige Übungen, Weiterbildungen und Nachschulungen durchgeführt werden. Die Ausbildung besteht aus der sicheren Bedienung des Geräts und Interpretation der Daten. Zudem werden spezielle Kurse für Wartung und Instandhaltung Angeboten. Die Zertifizierung erfolgt durch externe Einrichtungen und die Gerätehersteller.</p>
--	--

### 6.1.10 Weitgehend Variantenunabhängige Parameter

Folgende Parameter sind für alle möglichen Varianten generell gültig und müssen daher nicht speziell variiert werden.

*Tabelle 15: Weitgehend variantenunabhängige Parameter.*

Parameter	Beschreibung
Wartung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine routinemäßige Wartung der Gerätschaften entsprechend der Vorgaben der Behörden und des Herstellers muss durchgeführt werden.</li> <li>• Ein Beauftragter am jeweiligen Stützpunkt ist zu bestimmen. Dieser ist für die regelmäßigen Wartungen der Geräte verantwortlich. Dieser muss eine entsprechende Ausbildung besitzen.</li> <li>• Zudem werden Wartungsverträge mit den Herstellern vereinbart.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die entsprechenden Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsbuch zu dokumentieren.</li> </ul>
Training	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es müssen regelmäßige Übungen mit den Geräten durchgeführt werden.</li> <li>Ein Beauftragter am jeweiligen Stützpunkt ist zu bestimmen. Dieser ist dafür verantwortlich regelmäßige Übungen zu organisieren und den Weiterbildungsstand der Personen sicherzustellen.</li> <li>Das regelmäßige Training dient dem Erhalt der Einsatztauglichkeit. Es ist darauf zu achten, dass das Bedienpersonal über die entsprechenden nötigen Zertifizierungen verfügt. Unter Umständen sind regelmäßige Re-Zertifizierungen nötig.</li> </ul>
Einbindung und Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Einbindung erfolgt als sogenanntes Modul. Das Team untersteht dem zuständigen Einsatzleiter vor Ort und übernimmt auf Anweisung des Einsatzleiters spezielle Aufgaben und erfüllt diese in Eigenverantwortung.</li> <li>Als Schnittstelle für Daten ist immer eine Person mit entsprechender Schulung für Datenauswertung und Interpretation vor Ort. Für die Schnittstelle gilt, dass die Fähigkeiten, die gelieferte Informationen und die Art der Darstellung von vorneherein klar kommuniziert werden.</li> <li>In einer einfachen Variante kann als Schnittstelle ein Display zur Darstellung der Aufnahmen dienen.</li> <li>In einer umfangreicheren Variante ist die Schnittstelle ein GIS-System, in dem die aufgenommenen Informationen georeferenziert abgerufen und dargestellt werden können.</li> <li>Die Anbindung an eine eventuell bereits vorhandene GIS Software-Infrastruktur der Einsatzkräfte/Behörden sollte durchgeführt werden.</li> </ul>
Haftung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eine Haftpflichtversicherung ist abzuschließen.</li> <li>Falls bereits eine Haftpflichtversicherung besteht, ist abzuklären ob auch Schäden durch unbemannte Fahrzeuge abgedeckt sind.</li> <li>Zur Abdeckung von Schäden am eigenen Gerät ist zudem eine Geräteversicherung (Vollkasko) in Betracht zu ziehen.</li> </ul>
Datenschutz und Datenauthentizität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Im Einsatzfall erfolgt die Verwendung von Daten anhand § 48a DSGVO 2018 - „Verwendung von Daten im Katastrophenfall“. Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden.</li> <li>Für das Training sollten spezielle Anlagen verwendet werden oder die entsprechenden Genehmigungen eingeholt werden.</li> <li>Es ist alles Notwendige zu unternehmen, um die Herkunft von Daten ohne Zweifel authentifizieren zu können.</li> <li>Die Integrität der Daten, Programme, Hardware und alle sonstigen für die Verarbeitung notwendigen Mittel ist zu gewährleisten. Es ist alles Notwendige zu unternehmen, um zu verhindern dass Daten verfälscht werden und falsche Daten verarbeitet werden.</li> </ul>
Betriebsbewilligung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmungen des §24(f) LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 müssen eingehandelt werden. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der luftfahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 muss am Gerät angebracht sein. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges.</li> </ul>

Ausbaubarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Einbindung des Teams in den „EU Civil Protection Mechanism“ kann nach erfolgreicher Etablierung der Einheit durchgeführt werden.</li> <li>• Nach Einreichung muss ein entsprechender Zertifizierungsprozess durlaufen werden.</li> </ul>
---------------	--

## 6.2 Referenzmodellvarianten

In folgenden werden verschiedene Referenzmodellvarianten dargestellt. Durch die verschiedenen Möglichkeiten der Parameterkombination ergeben sich potentiell sehr verschiedene Modelle, die jedoch in der Praxis zu einer überschaubaren Menge von recht ähnlichen Modellen führt. Die folgende Auswahl an Varianten ist eine gute Darstellung das Spektrum des Raumes der Variationen. Die vier ausgewählten Mustermodele unterscheiden sich primär auf Grund der zeitlichen Verfügbarkeit und der Organisationsform und stellen bereits eine große Bandbreite an möglichen Modellen dar.

### 6.2.1 Einsatzorganisation mit Einsatzbereitschaft in unter einer Stunde

- Als Einsatzorganisation werden Polizei, Rettungsdienst und Feuerwehr betrachtet.
- Der Einsatz in unter einer Stunde als Teil der ersten Reaktion (first response) dient primär dazu eine Überblick über Lage zu erstellen.
- Analysen der Varianten haben ergeben, dass eine Einsatzbereitschaft innerhalb einer Stunde nur in einer der bereits bestehenden Einsatzorganisationen abgebildet werden kann.

*Tabelle 16: Referenzmodellvariante: Einsatzorganisation mit einer Einsatzbereitschaft unter einer Stunde.*

Organisationsform	Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil einer Einsatzorganisation.
Verfügbarkeit	Eine Einsatzbereitschaft in unter einer Stunde ist geplant. Um die Einsatzbereitschaft vor Ort in unter einer Stunde zu gewährleisten, muss Gerät und Bedienmannschaft an mehreren verteilten Standorten stationiert sein.
Anwendungsfälle	Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser ersten Phase auf das Bereitstellen von Bildern (Foto oder Video) aus, für Menschen nicht erreichbaren, Perspektiven (z.B. Bilder aus der Luft). Durch das Bereitstellen von Bildern aus unzugänglichen Positionen wird die Einsatzleitung vor Ort bei der Koordination des Einsatzes unterstützt.
Technische Voraussetzungen	Diese regelmäßigeren Einsatzfälle sind ideale Einsatzbereiche für ein simples und robustes UAV (Drohne). Eine wichtige technische Voraussetzung ist ein einfache Bedienbarkeit der eingesetzten Technologie sowie eine einfache Schnittstelle zum Betrachten der Aufnahmen.
Alarmierung	Die Alarmierung erfolgt nach Alarmstufe und wird in Alarmpläne der Einsatzorganisation aufgenommen. Ja nach Einsatz wird somit ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug inklusive Mannschaft zum Einsatzort gerufen.
Datenaufbereitung	Die Anwendung beschränkt sich in dieser Variante auf die Bereitstellung von Bild und Videomaterial. Die Auswertung Interpretation der Bilder wird von den Einsatzkräften übernommen.

Logistik und Infrastruktur	<p>Das UAV wird in dieser Modellvariante als Teil der Ausrüstung der Einsatzorganisation zur Verfügung gehalten. Die Geräte werden in die vorhandenen Einsatzfahrzeuge integriert und durch speziell geschulte Personen bedient.</p> <p>Durch die Integration des Teams in die vorhandene Infrastruktur, sind neben der Nachrüstung der Fahrzeuge keine gesonderten Vorkehrungen zu treffen.</p>
Dokumentation	Die Dokumentation erfolgt nach den vorhandenen Richtlinien für die Einsatzdokumentation.
Teamstruktur	<p>Die Teamgröße sollte zwei Personen betragen.</p> <p>Die Rollen im Team sind dabei:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Piloten: Steuerung und Überwachung des Robotersystem im Einsatz</li> <li>• Co-Piloten: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Weitergabe von Informationen nach außen und Entgegennahme von Befehlen von außen.</li> </ul>
Einbindung und Schnittstellen	<p>Die Einbindung erfolgt nach den vorhandenen Einsatzrichtlinien der Einsatzorganisationen und untersteht dem zuständigen Einsatzleiter vor Ort. Die zusätzliche Aufklärung wird als zusätzlich mögliche Einsatzfähigkeit behandelt.</p> <p>Für die Schnittstelle gilt, dass die Fähigkeiten, gelieferte Informationen und die Art der Darstellung von vorneherein klar kommuniziert werden. Als operative Schnittstelle fungiert immer eine Person mit entsprechender Schulung für Datenauswertung und Interpretation.</p> <p>In dieser Variante ist die technische Schnittstelle ein Display zur Darstellung der Aufnahmen.</p>
Wartung	Die routinemäßige Wartung erfolgt durch einen Beauftragten in den jeweiligen Stützpunkten. Dieser muss die entsprechende Ausbildung besitzen. Die entsprechenden Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsbuch zu dokumentieren.
Ausbaubarkeit	Eine gesonderte Einbindung des Teams in übergeordnete Katastrophenschutzstrukturen ist nicht vorgesehen. Gerät und Bedienpersonal stehen falls nachgerüstet als Teil möglicher bereits international integrierter Module zur Verfügung.
Ausbildung/ Qualifikation/ Zertifizierung	<p>Die Ausbildung erfolgt durch spezielle Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen (z.B. Feuerweherschule) sowie in internen Weiterbildungen. Die Bedienung der Geräte ist ausschließlich den Personen mit entsprechender Ausbildung vorbehalten. Es müssen regelmäßige Übungen und Weiterbildungen/Nachschulungen durchgeführt werden. Die Ausbildung besteht aus Bedienung des Geräts und Interpretation der Daten. Zudem werden spezielle Kurse für Wartung und Instandhaltung angeboten.</p> <p>Die Zertifizierung erfolgt durch den Besuch der speziellen Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen.</p>
Training	Ein Beauftragter ist dafür verantwortlich regelmäßige Übungen zu organisieren und einen entsprechenden Weiterbildungsstand der Personen sicherzustellen.
Datenschutz und Datenautentizität	<p>Im Einsatzfall erfolgt die Verwendung von Daten anhand § 48a DSGVO 2000 - Verwendung von Daten im Katastrophenfall. Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden.</p> <p>Für das Training sollten spezielle Anlagen verwendet werden.</p>

Rechtliche Grundlage	Die Einsätze finden in dieser Variante auf rechtlicher Grundlage der jeweiligen Einsatzorganisation statt.
Haftung	Die Haftung für Schäden durch den Einsatz wird nach vorhandenen Regeln für Schäden gehandhabt. Im Falle der Feuerwehr besteht eine Haftpflichtversicherung für solche Fälle.
Betriebsbewilligung	Bestimmungen des §24(f) LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 müssen eingehandelt werden. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der luftfahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 muss am Gerät angebracht sein. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges.
Investitionskosten	Die Investitionskosten fallen primär durch die Nachrüstung der Geräte in den vorhandener Einsatzfahrzeugen an. Für die Erfüllung der geforderten Anwendungen sollten einfache professionelle Geräte in einer Preisklasse von 20.000 bis 40.000 € ausreichend sein.  Ein weiterer Kostenpunkt ist der Aufbau des Schulungsprogramms. Die Kosten für das Aufsetzen eines 2-Tages Kurses für „Operator“ an der Feuerwehr- und Zivilschutzschule Steiermark werden mit einmalig rund 5.000 € veranschlagt (beinhaltet Kursorganisation, Lehrplan, Unterlagen, externe Lehrbeauftragte etc.).
Betriebskosten	Betriebskosten fallen in erster Linie durch das Schulungsprogramm für das Bedienpersonal an. Die typischen Kosten für solche Spezialkurse belaufen sich pro Abhaltung auf 3.500 € (2-tägig, max. 20 Teilnehmer).
Einsatzkosten	Einsätze sind bei Gefahr in Verzug generell kostenfrei. Kosten für Spezialgerät oder Material tragen die Gemeinde in der der Einsatz stattfindet. Für den Einsatz von Drohnen sollten keine Kosten für Spezialgerät oder Material anfallen.

### 6.2.2 Verein/Unternehmen mit Einsatzbereitschaft in ein bis drei Stunden

- Bei der Einrichtung sollte nach Festlegung des Einsatzumfanges und anhand steuerlicher Gesichtspunkte zwischen Verein und gemeinnützige GmbH gewählt werden.

Bei Einsätzen in einer bis drei Stunden liegt der Einsatzbereich bei Spezialtätigkeiten.

*Tabelle 17: Referenzmodellvariante: Verein/Unternehmen mit einer Einsatzbereitschaft in ein bis drei Stunden.*

Organisationsform	Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil eines Vereins oder eines Unternehmens.
Verfügbarkeit	Eine Einsatzbereitschaft in ein bis drei Stunden ist geplant. Die Einsatzbereitschaft vor Ort in ein bis drei Stunde kann durch Stationierung von Gerät und Bedienmannschaft an einem Stützpunkt gewährleistet werden, der ein definiertes Einsatzgebiet abdeckt. Gegebenenfalls werden mehrere Stützpunkte benötigt.

Anwendungsfälle	<p>Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser Phase des Einsatzes auf Spezialtätigkeiten mit Hilfe spezieller Geräte.</p> <p>Anwendungsfälle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>◦ Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>◦ Manipulation von Objekten</li> <li>◦ Ausführlichere Datenaufbereitung</li> </ul>
Technische Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zur Bereitstellung der Anwendungsfälle wird sowohl ein bodengestütztes (UGV) als auch ein Luftgestütztes (UAV) Robotersystem benötigt.</li> <li>• Das UGV sollte für Manipulationsaufgaben mit einem Roboterarm ausgestattet sein.</li> <li>• Die ausführlichere Datenverarbeitung erfordert zudem eine umfangreiche Rechnerinfrastruktur zur Auswertung und Visualisierung von Messdaten.</li> <li>• Um eine entsprechend hohe Verfügbarkeit der Geräte (Ausfall durch Wartung, Defekt) zu gewährleisten, sind Geräte mehrfach redundant vorzuhalten. Bei UAVs sind dies in der Regel 1-2 Ersatzgeräte pro eingesetzten UAV. Weniger technisch anfällige Komponenten wie Steuerkonsolen ist eine einfache Redundanz ausreichend.</li> </ul>
Alarmierung	<p>Die Alarmierung erfolgt im Bedarfsfall durch Nachforderung von Seiten der Einsatzleitung vor Ort über die Landeswarnzentrale. Im Einsatzfall wird somit ein entsprechend ausgerüstetes Fahrzeug inklusive Mannschaft zum Einsatzort gerufen. Für spezielle Schadensereignisse könnte eine standardmäßige Mitalarmierung des Einsatztrupps in den Alarmierungsplänen vorgesehen werden.</p>
Datenaufbereitung	<p>In dieser Variante ist eine umfangreiche Datenaufbereitung vorgesehen. Die dafür nötige Ausstattung, wie Rechner und Software, muss im Einsatzfahrzeug integriert werden. Das Bedienpersonal muss für den Einsatz der Spezialsoftware ausgebildet sein.</p> <p>Die Datenaufbereitung umfasst eine automatisierte Detektion (Hot-Spots, Personen, Gaskonzentrationen, ...) und eine umfangreiche Darstellung der Informationen in einem GIS-System.</p>
Logistik und Infrastruktur	<p>Ausrüstung und Robotersysteme werden in dieser Variante in ein eigens dafür vorgesehenes Einsatzfahrzeug integriert. Das Fahrzeug muss eine eigenständige Stromversorgung aufweisen, um den unabhängigen Betrieb des Equipments für eine geeignete Zeitspanne zu gewährleisten.</p>
Dokumentation	<p>Für die Richtlinien der Dokumentation sollte man sich an bereits existierenden Regelungen (z.B. Einsatzorganisation) orientieren. Die Dokumentation sollte den Informationsfluss (eingehende Informationen/Anweisungen, ausgehende Informationen) beinhalten.</p> <p>Die Dokumentation wird zudem durch Log-Dateien der Geräte, wie Hardware Status und Steuerbefehle/Kommandos erweitert.</p>

Teamstruktur	<p>Die Teamgröße zur Durchführung von Spezialeinsätzen mit UGV und UAV sollte bei 3-5 Personen liegen.  Folgende Rollen sollten im Team umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilot: Steuerung und Überwachung des Robotersystems im Einsatz als letzte Kontrollinstanz.</li> <li>▪ Co-Pilot/Bordingenieur: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Planung und Programmierung von autonomen Einsatzverläufen.</li> <li>▪ Gruppenleiter (Mission Direktor): Koordination des Teams. Weitergabe von Informationen nach außen und Entgegennahme von Befehlen von außen.</li> <li>▪ Techniker: Sicherstellung der Einsatzbereitschaft der Gerätschaften. Überwachung der Infrastruktur am Kontrollzentrum.</li> <li>▪ Melder: Durchführung jeglicher Funkkommunikation zwischen Einsatzteam und Außenwelt.</li> </ul>
Einbindung und Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Team untersteht dem zuständigen Einsatzleiter vor Ort.</li> <li>• Das Team übernimmt auf Anweisung des Einsatzleiters spezielle Aufgaben und erfüllt diese in Eigenverantwortung.</li> <li>• Für die Schnittstelle gilt, dass die Fähigkeiten, gelieferte Informationen und die Art der Darstellung von vorneherein klar kommuniziert werden. Als operative Schnittstelle agiert immer eine Person mit entsprechender Schulung für Datenauswertung und Interpretation.</li> <li>• In dieser Variante ist die technische Schnittstelle ein GIS-System in dem die aufgenommenen Informationen georeferenziert abgerufen und dargestellt werden können.</li> </ul>
Wartung	<p>Die routinemäßige Wartung erfolgt durch einen Beauftragten in den jeweiligen Stützpunkten. Dieser muss eine entsprechende Ausbildung besitzen.  Zudem sollten entsprechende Wartungsverträge mit den Herstellern vereinbart werden.  Die entsprechenden Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsbuch zu dokumentieren.</p>
Ausbaubarkeit	<p>Eine gesonderte Einbindung des Teams in übergeordnete Katastrophenschutzstrukturen ist in dieser Variante mögliche. Diese sollte jedoch erst nach erfolgreicher Abwicklung von Einsatzfällen im regionalen Projektgebiet angestrebt werden.</p>
Ausbildung/ Qualifikation/ Zertifizierung	<p>Bei den eingesetzten Personen wird eine entsprechende Grundausbildung bei einer Einsatzorganisation vorausgesetzt. Spezielle Ausbildung werden interne durchgeführt. Spezialausbildungen inklusive Zertifizierungen werden zudem extern durchgeführt. Kurse zu Flugrecht könnten z.B. über die AustroControl, Ausbildungen zu Wartung und Bedienung beim Gerätehersteller und Kurse zu Datenaufbereitung und Interpretation beim jeweiligen Softwarehersteller durchgeführt werden. Die Bedienung der Geräte ist ausschließlich den Personen mit entsprechender Ausbildung vorbehalten. Es müssen regelmäßige Übungen und Weiterbildungen/Nachschulungen durchgeführt werden. Die Ausbildung besteht aus Bedienung des Geräts und Interpretation der Daten. Zudem werden spezielle Kurse für Wartung und Instandhaltung angeboten. Die Zertifizierung erfolgt durch externe Einrichtungen und die Gerätehersteller.</p>

Training	Der Beauftragte ist dafür verantwortlich regelmäßige Übungen zu organisieren und einen entsprechenden Weiterbildungsstand der Personen sicherzustellen.
Datenschutz und Datenautentizität	Im Einsatzfall erfolgt die Verwendung von Daten anhand § 48a DSGVO 2000 - Verwendung von Daten im Katastrophenfall. Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden. Für das Training sollten spezielle Anlagen verwendet werden.
Rechtliche Grundlage	Um die rechtliche Grundlage für Einsätze zu schaffen, sind Verträge mit dem jeweiligen Bundesland nötig. Die Organisation verpflichtet sich dabei zur Unterstützung am Katastrophenhilfsdienst. Dabei kann auch der Blaulichteinsatz geregelt werden. Auch die Vergütung der Einsätze wird darin geregelt. Behördliche Prüfungen der Organisation werden durchgeführt, um die Einsatztauglichkeit sicherzustellen.
Haftung	Eine Haftpflichtversicherung für die Organisation ist abzuschließen. Zur Abdeckung von Schäden am eigenen Gerät ist zudem eine Geräteversicherung (Vollkasko) in Betracht zu ziehen.
Betriebsbewilligung	Bestimmungen des §24(f) LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 müssen eingehandelt werden. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der luftfahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 muss am Gerät angebracht sein. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges.
Investitionskosten	Die Investitionskosten bestehen in diesem Fall aus den Kosten für das Einsatzfahrzeug, den bodengestützten Roboter, der Drohne und der Rechnerinfrastruktur inklusive Software. Kostenaufstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzfahrzeug</li> <li>• bodengestützten Roboter : 250.000 €</li> <li>• Drohne: 150.000 €</li> <li>• Rechnerinfrastruktur inklusive Software</li> </ul> Ein weiterer Kostenpunkt sind die Kurse zur Ausbildung des Bedienpersonals.
Betriebskosten	Betriebskosten fallen in erster Linie durch die Schulungen für das Bedienpersonal sowie durch Wartungsverträge mit den Herstellern an. Zudem fallen Kosten für Haftpflicht und Geräteversicherung an. Bei einem Unternehmen sind entsprechende Personalkosten zu berücksichtigen.
Einsatzkosten	Einsätze sind bei Gefahr in Verzug generell kostenfrei. Durch die Alarmierung über die LWZ ist eine Kostendeckung der Einsätze über Katastrophenschutztopfe des Landes möglich. Die genauen Kostenpunkte sind jedoch im Vorfeld Vertraglich festzulegen.

### 6.2.3 Einsatzorganisation für Zeit-unkritische Einsätze

- Als Einsatzorganisation werden Polizei, Rettungsdienst und Feuerwehr betrachtet.
- Bei zeit-unkritische Einsätzen liegt die Aufgabe bei Spezialtätigkeiten.
- Die Einsätze haben eine gewisse Vorlaufzeit, in denen die Mission detaillierter vorbereitet werden kann.

Tabelle 18: Referenzmodellvariante: Einsatzorganisation für Zeit-unkritische Einsätze.

Organisationsform	Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil einer Einsatzorganisation.
Verfügbarkeit	Einsatzbereitschaft für zeit-unkritische Einsätze ist geplant. Die Einsätze haben eine gewisse Vorlaufzeit in denen die Mission detaillierter vorbereitet werden kann. Das Gerät kann dabei an einem zentralen Stützpunkt gelagert werden. Die Bedienmannschaft kann sich aus Personen verschiedener Stützpunkte zusammensetzen.
Anwendungsfälle	Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser Phase des Einsatzes auf Spezialtätigkeiten mit Hilfe des Geräts. Anwendungsfälle: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>◦ Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>◦ Manipulation von Objekten</li> <li>◦ Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>◦ Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>◦ Dokumentationen</li> </ul>
Technische Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zur Bereitstellung der Anwendungsfälle wird sowohl ein bodengestütztes (UGV) als auch ein Luftgestütztes (UAV) Robotersystem benötigt.</li> <li>• Das UGV sollte für Manipulationsaufgaben mit einem Roboterarm ausgestattet sein.</li> <li>• Die ausführlichere Datenverarbeitung erfordert zudem eine umfangreiche Rechnerinfrastruktur zur Auswertung und Visualisierung von Messdaten.</li> <li>• Auf entsprechende Redundanz der Systeme ist zu achten, um die Verfügbarkeit zu gewährleisten.</li> </ul>
Alarmierung	Die Alarmierung erfolgt im Bedarfsfall durch Nachforderung von Seiten der Einsatzleitung vor Ort. Im Einsatzfall wird die Mannschaft alarmiert, das entsprechende Fahrzeug wird ausgerüstet und rückt dann zum Einsatzort aus. Für spezielle Großschadensereignisse könnte eine standardmäßige Mitalarmierung des Einsatztrupps in den Alarmierungsplänen vorgesehen werden.
Datenaufbereitung	In dieser Variante ist eine umfangreiche Datenaufbereitung vorgesehen. Die dafür nötige Ausstattung, wie Rechner und Software, muss im Einsatzfahrzeug integriert werden. Das Bedienpersonal muss für den Einsatz der Spezialsoftware ausgebildet sein. Die Datenaufbereitung umfasst eine automatisierte Detektion (Hot-Spots, Personen, Gaskonzentrationen, ...) und eine umfangreiche Darstellung der Informationen in einen GIS-System. Detailliertere Anfragen zu Auswertungen, die die Kombination verschiedener Datenquellen oder zeit/rechenintensiven Simulationen bedürfen, können bearbeitet werden.

Logistik und Infrastruktur	<p>Ausrüstung und Robotersysteme werden in dieser Variante in Form eines Containers transportbereit gelagert und von einem geeigneten Einsatzfahrzeug im Bedarfsfall abgeholt und zum Einsatzort transportiert. Die Ausrüstung muss eine eigenständige Stromversorgung beinhalten, um den unabhängigen Betrieb des Equipments für eine geeignete Zeitspanne zu gewährleisten. Die Bedienmannschaft kann sich aus Personen verschiedener Stützpunkte zusammensetzen.</p> <p>Durch die Integration des Teams in die vorhandene Infrastruktur, sind neben der Anschaffung der Ausrüstung keine gesonderten Vorkehrungen zu treffen. Die Geräte müssen in einer transportbereiten Weise gelagert werden.</p>
Dokumentation	<p>Die Dokumentation erfolgt nach den vorhandenen Richtlinien für die Einsatzdokumentation.</p> <p>Die Dokumentation wird zudem durch Log-Dateien der Geräte, wie Hardware Status und Steuerbefehle/Kommandos erweitert.</p>
Teamstruktur	<p>Die Teamgröße zur Durchführung von Spezialeinsätzen mit UGV und UAV sollte bei 3-5 Personen liegen.</p> <p>Folgende Rollen sollten im Team umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilot: Steuerung und Überwachung des Robotersystems im Einsatz als letzte Kontrollinstanz.</li> <li>▪ Co-Pilot/Bordingenieur: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Planung und Programmierung von autonomen Einsatzverläufen.</li> <li>▪ Gruppenleiter (Mission Direktor): Koordination des Teams. Weitergabe von Informationen nach außen und entgegennahme von Befehlen von außen.</li> <li>▪ Techniker: Sicherstellung der Einsatzbereitschaft der Gerätschaften. Überwachung der Infrastruktur am Kontrollzentrum.</li> <li>▪ Melder: Durchführung jeglicher Funkkommunikation zwischen Einsatzteam und Außenwelt.</li> </ul> <p>Sollten mehrere Gerätschaften gleichzeitig im Einsatz sein, muss das Team entsprechen vergrößert werden (z.B. zusätzliche Piloten und Bordingenieure).</p>
Einbindung und Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Einbindung erfolgt nach den vorhandenen Einsatzrichtlinien der Einsatzorganisationen und das Team untersteht dem zuständigen Einsatzleiter vor Ort.</li> <li>• Das Team übernimmt auf Anweisung des Einsatzleiters spezielle Aufgaben und erfüllt diese in Eigenverantwortung.</li> <li>• Für die Schnittstelle gilt, dass die Fähigkeiten, gelieferte Informationen und die Art der Darstellung von vorneherein klar kommuniziert werden. Als operative Schnittstelle agiert immer eine Person mit entsprechender Schulung für Datenauswertung und Interpretation.</li> <li>• In dieser Variante ist die technische Schnittstelle ein GIS-System in dem die aufgenommenen Informationen georeferenziert abgerufen und dargestellt werden können.</li> </ul>

Wartung	Die routinemäßige Wartung erfolgt durch den „Beauftragten für Robotereinsätze“ in den jeweiligen Stützpunkten. Dieser muss die entsprechende Ausbildung besitzen. Zudem sollten entsprechende Wartungsverträge mit den Herstellern vereinbart werden. Die entsprechenden Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsbuch zu dokumentieren.
Ausbaubarkeit	Eine gesonderte Einbindung des Teams in übergeordnete Katastrophenschutzstrukturen ist in dieser Variante möglich. Diese sollte jedoch erst nach erfolgreicher Absolvierung von Einsatzfällen auf nationaler Ebene angestrebt werden.
Ausbildung/ Qualifikation/ Zertifizierung	Die grundlegende Ausbildung erfolgt durch spezielle Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen (z.B. Feuerweherschule) und werden durch interne Weiterbildungen ergänzt. Spezialausbildungen inklusive Zertifizierungen werden extern durchgeführt. Kurse zu Flugrecht könnten z.B. über die AustroControl, Ausbildungen zu Wartung und Bedienung beim Gerätehersteller und Kurse zu Datenaufbereitung und Interpretation beim jeweiligen Softwarehersteller durchgeführt werden. Die Zertifizierung erfolgt durch den Besuch der speziellen Kurse in den Ausbildungsstätten der Einsatzorganisationen, durch externe Einrichtungen und die Gerätehersteller. Zudem könnten auch spezielle Ausbildungsprogramme an Hochschulen angeboten werden.
Training	Ein Beauftragter ist dafür verantwortlich regelmäßige Übungen zu organisieren und den entsprechenden Weiterbildungsstand der Personen sicherzustellen.
Datenschutz und Datenautentizität	Im Einsatzfall erfolgt die Verwendung von Daten anhand § 48a DSGVO 2000 - Verwendung von Daten im Katastrophenfall. Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden. Für das Training sollten spezielle Anlagen verwendet werden.
Rechtliche Grundlage	Die Einsätze finden in dieser Variante auf rechtlicher Grundlage der jeweiligen Einsatzorganisation statt.
Haftung	Die Haftung für Schäden durch den Einsatz wird nach vorhandenen Regeln für Schäden gehandhabt. Im Falle der Feuerwehr besteht eine Haftpflichtversicherung für solche Fälle.
Betriebsbewilligung	Bestimmungen des §24(f) LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 müssen eingehandelt werden. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der luftfahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 muss am Gerät angebracht sein. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges. Für bodengestützte Roboter fehlen dezidierte gesetzliche Regelungen.

Investitionskosten	Die Investitionskosten bestehen in diesem Fall aus den Kosten für den bodengestützten Roboter, der Drohne und der Rechnerinfrastruktur inklusive Software. Kostenaufstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodengestützten Roboter : 250.000 €</li> <li>• Drohne: 150.000 €</li> <li>• Rechnerinfrastruktur inklusive Software</li> <li>• Logistik (Aggregate, Transportboxen)</li> </ul> Ein weiterer Kostenpunkt sind die Kurse zur Ausbildung des Bedienpersonals.
Betriebskosten	Betriebskosten fallen in erster Linie durch die Schulungen für das Bedienpersonal sowie durch Wartungsverträge mit den Herstellern an.
Einsatzkosten	Kosten für Spezialgerät/-Material tragen die Gemeinde in der der Einsatz stattfindet [16]. Für den Einsatz von Drohnen sollten keine Kosten für Spezialgerät/-Material anfallen .

#### 6.2.4 Verein/Unternehmen für Zeit-unkritische Einsätze

- Bei der Einrichtung sollte nach Festlegung des Einsatzumfanges und anhand steuerlicher Gesichtspunkte zwischen Verein und gemeinnützige GmbH gewählt werden.
- Bei zeit-unkritische Einsätzen liegt die Aufgabe bei Spezialtätigkeiten.
- Die Einsätze haben eine gewisse Vorlaufzeit in denen die Mission detaillierter vorbereitet werden kann.

*Tabelle 19: Referenzmodellvariante: Verein/Unternehmen für Zeit-unkritische Einsätze.*

Organisationsform	Das Gerät und das Bedienpersonal sind Teil eines Vereins oder eines Unternehmens.
Verfügbarkeit	Einsatzbereitschaft für zeit-unkritische Einsätze ist geplant. Die Einsätze haben eine gewisse Vorlaufzeit in denen die Mission detaillierter vorbereitet werden kann. Das Gerät kann dabei an einem zentralen Stützpunkt gelagert werden.
Anwendungsfälle	Die Anwendungsfälle beschränken sich in dieser Phase des Einsatzes auf Spezialtätigkeiten mit Hilfe des Geräts. Anwendungsfälle: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Erweitertes Lagebild erfassen</li> <li>◦ Detektieren von Hot-Spots, Personensuche, Gefahrstoffe, ...</li> <li>◦ Manipulation von Objekten</li> <li>◦ Ausführlichere Datenaufbereitung</li> <li>◦ Präventionsmaßnahmen und Inspektionen</li> <li>◦ Dokumentationen</li> </ul>

Technische Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zur Bereitstellung der Anwendungsfälle wird sowohl ein bodengestütztes (UGV) als auch ein Luftgestütztes (UAV) Robotersystem benötigt.</li> <li>• Das UGV sollte für Manipulationsaufgaben mit einem Roboterarm ausgestattet sein.</li> <li>• Die ausführlichere Datenverarbeitung erfordert zudem eine umfangreiche Rechnerinfrastruktur zur Auswertung und Visualisierung von Messdaten.</li> <li>• Um eine entsprechend hohe Verfügbarkeit der Geräte (Ausfall durch Wartung, Defekt) zu gewährleisten, sind Geräte mehrfach redundant vorzuhalten. Bei UAVs sind dies in der Regel 1-2 Ersatzgeräte pro eingesetzten UAV. Für weniger technisch anfällige Komponenten wie Steuerkonsolen oder spezielle Sensoren ist eine einfache Redundanz ausreichend.</li> </ul>
Alarmierung	Die Alarmierung erfolgt im Bedarfsfall durch Nachforderung von Seiten der Einsatzleitung vor Ort. Im Einsatzfall wird die Mannschaft alarmiert, das entsprechende Fahrzeug wird ausgerüstet und rückt dann zum Einsatzort aus. Für spezielle Großschadensereignisse könnte eine standardmäßige Mitalarmierung des Einsatztrupps in den Alarmierungsplänen vorgesehen werden.
Datenaufbereitung	In dieser Variante ist eine umfangreiche Datenaufbereitung vorgesehen. Die dafür nötige Ausstattung, wie Rechner und Software, muss transportfähig vorgehalten werden. Das Bedienpersonal muss für den Einsatz der Spezialsoftware ausgebildet sein. Im Bedarfsfall können zusätzliche Spezialisten für spezielle Auswertungen beigezogen werden. Die Datenaufbereitung umfasst eine automatisierte Detektion (Hot-Spots, Personen, Gaskonzentrationen, ...) und eine umfangreiche Darstellung der Informationen in einen GIS-System.
Logistik und Infrastruktur	Ausrüstung und Robotersysteme werden in dieser Variante in Form von Transportboxen transportbereit gelagert. Gerät und Bedienmannschaft wird von einem geeigneten Fahrzeug einer Einsatzorganisation im Bedarfsfall abgeholt und zum Einsatzort transportiert. Die Ausrüstung muss eine eigenständige Stromversorgung beinhalten, um den unabhängigen Betrieb des Equipments für eine geeignete Zeitspanne zu gewährleisten.
Dokumentation	Die Richtlinien der Dokumentation sollten sich an bereits existierenden Regelungen (z.B. Einsatzorganisation) anlehnen. Die Dokumentation sollte den Informationsfluss (eingehende Informationen/Anweisungen, ausgehende Informationen) beinhalten. Die Dokumentation wird zudem durch Log-Dateien der Geräte wie Hardware-Status und Steuerbefehle/Kommandos erweitert.

Teamstruktur	<p>Die Teamgröße zur Durchführung von Spezialeinsätzen mit UGV und UAV sollte bei 3-5 Personen liegen.</p> <p>Folgende Rollen sollten im Team umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pilot: Steuerung und Überwachung des Robotersystems im Einsatz als letzte Kontrollinstanz.</li> <li>▪ Co-Pilot/Bordingenieur: Steuerung und Überwachung der Sensoren an Board. Planung und Programmierung von autonomen Einsatzverläufen.</li> <li>▪ Gruppenleiter (Mission Direktor): Koordination des Teams. Weitergabe von Informationen nach außen und entgegennahme von Befehlen von außen.</li> <li>▪ Techniker: Sicherstellung der Einsatzbereitschaft der Gerätschaften. Überwachung der Infrastruktur am Kontrollzentrum.</li> <li>▪ Melder: Durchführung jeglicher Funkkommunikation zwischen Einsatzteam und Außenwelt.</li> </ul> <p>Sollten mehrere Gerätschaften gleichzeitig im Einsatz sein, muss das Team entsprechen vergrößert werden (z.B. zusätzliche Piloten und Bordingenieure).</p>
Einbindung und Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Team untersteht dem zuständigen Einsatzleiter vor Ort.</li> <li>• Das Team übernimmt auf Anweisung des Einsatzleiters spezielle Aufgaben und erfüllt diese in Eigenverantwortung.</li> <li>• Für die Schnittstelle gilt, dass die Fähigkeiten, gelieferte Informationen und die Art der Darstellung von vorneherein klar kommuniziert werden. Als operative Schnittstelle agiert immer eine Person mit entsprechender Schulung für Datenauswertung und Interpretation.</li> <li>• In dieser Variante ist die Schnittstelle ein GIS System in dem die aufgenommenen Informationen georeferenziert abgerufen und dargestellt werden können.</li> </ul>
Wartung	<p>Die routinemäßige Wartung erfolgt durch einen Beauftragten im jeweiligen Stützpunkt. Dieser muss eine entsprechende Ausbildung besitzen. Zudem sollten entsprechende Wartungsverträge mit den Herstellern vereinbart werden. Die entsprechenden Wartungsarbeiten sind in einem Wartungsbuch zu dokumentieren.</p>
Ausbaubarkeit	<p>Eine gesonderte Einbindung des Teams in übergeordnete Katastrophenschutzstrukturen ist in dieser Variante möglich. Diese sollte jedoch erst nach erfolgreicher Absolvierung von Einsatzfällen auf nationaler Ebene angestrebt werden.</p>

Ausbildung/ Qualifikation/ Zertifizierung	Bei den eingesetzten Personen wird eine entsprechende Grundausbildung bei einer Einsatzorganisation vorausgesetzt. Zusatzausbildungen werden ebenfalls intern durchgeführt. Spezialausbildungen inklusive Zertifizierungen werden zudem extern durchgeführt. Kurse zu Flugrecht könnten z.B. über die AustroControl, Ausbildungen zu Wartung und Bedienung beim Gerätehersteller und Kurse zu Datenaufbereitung und Interpretation beim jeweiligen Softwarehersteller durchgeführt werden. Die Bedienung der Geräte ist ausschließlich den Personen mit entsprechender Ausbildung vorbehalten. Es müssen regelmäßige Übungen und Weiterbildungen/Nachschulungen durchgeführt werden. Die Ausbildung besteht aus Bedienung des Geräts und Interpretation der Daten. Zudem werden spezielle Kurse für Wartung und Instandhaltung angeboten. Die Zertifizierung erfolgt durch externe Einrichtungen und die Gerätehersteller.
Training	Der Beauftragte ist dafür verantwortlich regelmäßige Übungen zu organisieren und den entsprechenden Weiterbildungsstand der Personen sicherzustellen.
Datenschutz und Datenauthentizität	Im Einsatzfall erfolgt die Verwendung von Daten anhand § 48a DSG 2000 - Verwendung von Daten im Katastrophenfall. Die Daten sind unverzüglich zu löschen, wenn sie für die Erfüllung des konkreten Zwecks nicht mehr benötigt werden. Für das Training sollten spezielle Anlagen verwendet werden.
Rechtliche Grundlage	Um die rechtliche Grundlage für Einsätze zu schaffen, sind Verträge mit dem jeweiligen Bundesland nötig. Die Organisation verpflichtet sich dabei zur Unterstützung am Katastrophenhilfsdienst. Dabei kann auch der Blaulichteinsatz geregelt werden. Auch die Vergütung der Einsätze wird darin geregelt. Behördliche Prüfungen der Organisation werden durchgeführt, um die Einsatztauglichkeit sicherzustellen.
Haftung	Eine Haftpflichtversicherung für die Organisation ist abzuschließen. Zur Abdeckung von Schäden am eigenen Gerät ist zudem eine Geräteversicherung (Vollkasko) in Betracht zu ziehen.
Betriebsbewilligung	Bestimmungen des §24(f) LFG sowie den Anforderungen des LBTH 67 müssen eingehandelt werden. Der Betrieb erfolgt entsprechend den im LBTH 67 veröffentlichten Betriebsvorschriften unter Einhaltung der luffahrtbehördlichen Vorschriften innerhalb der Betriebsgrenzen ohne Gefährdung von Personen und Sachen. Ein Datenschild entsprechend LBTH 67 muss am Gerät angebracht sein. Die benannten Piloten beherrschen die Steuerung des Luftfahrzeuges. Gesetzliche Regelungen für UGVs fehlen.
Investitionskosten	Die Investitionskosten bestehen in diesem Fall aus den Kosten für das Einsatzfahrzeug, den bodengestützten Roboter, der Drohne und der Rechnerinfrastruktur inklusive Software. Kostenaufstellung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportboxen</li> <li>• Bodengestützten Roboter : 200.000 €</li> <li>• Drohne: 150.000 €</li> <li>• Rechnerinfrastruktur inklusive Software</li> </ul> Ein weiterer Kostenpunkt sind die Kurse zur Ausbildung des Bedienpersonals.
Betriebskosten	Betriebskosten fallen in erster Linie durch die Schulungen für das Bedienpersonal sowie durch Wartungsverträge mit den Herstellern an. Zudem fallen Kosten für Haftpflicht und Geräteversicherung an.

Einsatzkosten	Einsätze sind bei Gefahr in Verzug generell kostenfrei. Durch die Alarmierung über die LWZ ist eine Kostendeckung der Einsätze über Katastrophenschutztopfe des Landes möglich. Die genauen Kostenpunkte sind jedoch im Vorfeld Vertraglich festzulegen.
---------------	--

## 6.3 Informationsquellen

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 07.07.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Interview Landeswarnzentrale Steiermark		
<i>Teilnehmer:</i> Günter Hohenberger, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion des Zielkataloges</li> <li>• Erste Einschätzung der Modellvarianten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Brainstorming	<i>Datum:</i> 05.08.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Brainstorming Studierende		
<i>Teilnehmer:</i> Johannes Maurer, Studierende des Institut für Softwaretechnologie		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brainstorming zu Modellvarianten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 27.08.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 7. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besprechung der Modellvarianten</li> </ul>		

## 7 Bewertung Modellvarianten

### 7.1 Validierung Modellparameter

Zu Beginn der Bewertungsphase wurden die zugrundeliegenden Modellparameter und Bewertungskriterien validiert.

#### 7.1.1 Expertenworkshop mit Einsatzkräften

Im Rahmen der vorliegenden Studie soll ein tragbares und unmittelbar umsetzbares Modell entwickelt werden, das Roboter und Experten für Einsatzkräfte in Speziaisituationen schnell und zuverlässig abrufbar macht. Dazu wurden gemeinsam mit den Einsatzkräften Anforderungen und Rahmenbedingungen definiert und daraus verschiedene Modellparameter und Modellvarianten für den Einsatz von Roboter erarbeitet. Diese Aspekte wurden primär von den Projektpartnern und

daher primär aus der Sicht der Feuerwehr bearbeitet. Das Ziel dieses Workshops war es, die entworfenen Modellvarianten zu diskutieren und Feedback von weiteren Einsatzorganisationen wie den Roten Kreuz und zuständige Katastrophenschutzbehörden wie der Landeswarnzentrale zu erhalten.

### 7.1.2 Rückmeldung zu Tätigkeitsprofile und zeitliche Aspekte

Die Sicht der weiteren Einsatzorganisationen bzw. Behörde war besonders wichtig, da die bisherigen Tätigkeitsprofile von Robotern im Einsatz und zeitliche Aspekte bei deren Einsatz auf Basis der Zusammenarbeit mit der Feuerwehr (Projektpartner) erstellt wurden.

- Von Seiten der Experten wurden die Ergebnisse des ersten Workshops und die abgeleiteten Aspekte bestätigt.
- Von Seiten der Roten Kreuzes wird vor allem die Bereitstellung von Bildern aus der Luft (Drohne) frühzeitig im Einsatz als hilfreich erachtet. Die bereitgestellten Bilder sollten dabei helfen, eine bessere Lagenübersicht zu erhalten und um mögliche Zufahrten zur Unglücksstelle zu evaluieren (z.B. Unfall auf Autobahn zur Hauptverkehrszeit).
- Der Einsatz von kostengünstigen Drohnen (Consumer Product) für Einsätze wurde diskutiert, da diese bereits sehr gute Ergebnisse liefern. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Verfügbarkeit der Technologie, des Supports und des Trainings über mehrere Jahre gewährleistet sein muss. Die Supply Chain muss gesichert sein, um solche Geräte für den Einsatz fix einplanen zu können.
- Nicht alle Tätigkeitsprofile wurden für alle Einsatzorganisationen als erforderlich identifiziert. Einige Spezialaufgaben sind vor allem für die Aufgaben der Feuerwehr eine sinnvolle Ergänzung, die eine Reihe komplexer technischer und risikoreicher Einsätze absolviert.

### 7.1.3 Rückmeldungen zur Generation von Modellvarianten

Zum besseren Verständnis der Modellvarianten wurden die zugrundeliegenden Parameter diskutiert. Diese wurden bereits im Zielkatalog detailliert dokumentiert. Mit den Modellvarianten wurden die identifizierten Abhängigkeiten der Variationsparameter und eine erste zeitliche Umsetzbarkeit besprochen.

- Bei der Ausbildung sollte die Grundlagen und die Typenausbildung getrennt betrachtet werden. Als grundlegende Ausbildungen sind Einsatztaktik mit Robotern, richtiges Erfassen der Lage und rechtliche Grundlagen zu betrachten. Als Typenausbildung wird das Erlernen der Bedienung eines spezifischen Geräts definiert.
- Redundanzen der Hardware zur Sicherstellung der Verfügbarkeit und Garantie des Services sollten berücksichtigt sein. Hier sollte durchaus der militärische Standard von 2 redundanten Systemen zu einem Gerät im Einsatz berücksichtigt werden.
- Bei der Auswahl der Modellvariante und der angebotenen Einsatzmöglichkeiten muss sorgfältig auf wahren Nutzen und Notwendigkeit geachtet werden. Eine Variante sollte nicht gewählt werden, weil sie „nice to have“ ist, aber keinen merklichen Mehrwert bietet.
- Die Umsetzung als Unternehmen wird durchwegs kritisch gesehen, da das Risiko einer kommerziellen Verwertung der im Einsatz gewonnenen Informationen besteht.
- Einsatzunterstützung für die Polizei wird als kritisch betrachtet, da es sich bei diesen Tätigkeiten unter Umständen um Hoheitsaufgaben handelt, die spezielle Anforderungen an

zum Beispiel den Schutz und die Authentizität von Daten voraussetzen.

- Zur Modellvariante Behörde wurde angemerkt, dass grundsätzlich eine Weiterbildung vorhandenen Personals und damit einer Erweiterung des Tätigkeitsfelds durchwegs möglich sei. Als Beispiel könnte der GIS-Experte des Landes durch eine zusätzliche Ausbildung zum Drohnenpiloten auch einfache Befliegungen durchführen. Damit würden sich gewisse Modellvarianten unter Umständen leicht realisieren lassen.

### 7.1.4 Grundlegende Diskussion der Referenzmodelle

Zur grundlegenden Diskussion der Referenzmodelle, die primär der kompakten Präsentation dienen, wurde eine Argumentenbilanz (siehe Tabelle 1) erstellt.

*Tabelle 20: Argumentenbilanz für die erarbeiteten Referenzmodellvarianten.*

Modellvariante	Vorteile	Nachteile
<u>Einsatzorganisation mit einer Einsatzbereitschaft unter einer Stunde</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Anschaffungs-, bzw. Nachrüstungskosten pro Einsatzeinheit.</li> <li>• Schulungsprogram kann zentral erarbeitet und bereitgestellt werden.</li> <li>• Kann Schrittweise erweitert werden um flächendeckende Verfügbarkeit zu gewährleisten.</li> <li>• Häufigster Use-Case „Lageüberblick erfassen“ für Einsatzkräfte in der ersten Stunde kann abgebildet werden.</li> <li>• Es kann auf die vorhandene Infrastruktur aufgebaut werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatztaugliche, einfach zu bedienende und kostengünstige Systeme noch kaum am Markt erhältlich.</li> <li>• Einsatzmöglichkeit des Systems limitiert.</li> <li>• Standardisierung der Geräte nötig, um die Kompatibilität verschiedener Hersteller zu gewährleisten.</li> <li>• Zusätzlicher Wartungsbedarf in den Stützpunkten.</li> <li>• Die Geräte haben eine kurze Einsatzdauer.</li> </ul>
<u>Verein/Unternehmen mit einer Einsatzbereitschaft in ein bis drei Stunden</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einem den Behörden nahestehender Verein wird die beste Akzeptanz zugeschrieben.</li> <li>• Es können Spezialfähigkeiten für Einsätze angeboten werden.</li> <li>• Die verwendete Hardware stellt mehr Messwerte zur Verfügung und bietet eine längere Einsatzdauer.</li> <li>• Durch die Durchführung von Inspektionen und Präventionsmaßnahmen können Einnahmen zur Deckung der Servicekosten erzielt werden.</li> <li>• Kann über Landeswarnzentrale in den Katastrophenschutz integriert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Unternehmen</u>: Die Akzeptanz eines Unternehmens bei den Einsatzkräften wird kritisch gesehen, da Unternehmen kommerzielle Motive haben.</li> <li>• Die Anschaffungskosten der Ausrüstung sind hoch.</li> <li>• Die gesamte Infrastruktur muss neu aufgebaut werden.</li> <li>• Die Häufigkeit von Einsätzen ist gering.</li> <li>• <u>Unternehmen</u>: Personalkosten stellen erhebliche laufende Kosten dar.</li> </ul>

	werden	
<u>Einsatzorganisation für Zeitunkritische Einsätze</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es kann auf die vorhandene Infrastruktur aufgebaut werden.</li> <li>• Es können Spezialfähigkeiten für Einsätze angeboten werden.</li> <li>• <u>Behörde</u>: Durch Weiterbildung vorhandenen Personals könnte eine Einsatzeinheit unter Umständen leicht realisieren lassen</li> <li>• Die verwendete Hardware stellt mehr Messwerte zur Verfügung und bietet eine längere Einsatzdauer.</li> <li>• Durch die Durchführung von Inspektionen und Präventionsmaßnahmen können Einnahmen zur Deckung der Servicekosten erzielt werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Anschaffungskosten der Ausrüstung sind hoch.</li> <li>• Die Häufigkeit von Einsätzen ist sehr gering.</li> </ul>
<u>Verein/Unternehmen für Zeitunkritische Einsätze</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einem den Behörden nahestehender Verein wird die beste Akzeptanz zugeschrieben.</li> <li>• Es können Spezialfähigkeiten für Einsätze angeboten werden.</li> <li>• Die verwendete Hardware stellt mehr Messwerte zur Verfügung und bietet eine längere Einsatzdauer.</li> <li>• Durch die Durchführung von Inspektionen und Präventionsmaßnahmen können Einnahmen zur Deckung der Servicekosten erzielt werden.</li> <li>• Kann über Landeswarnzentrale in den Katastrophenschutz integriert werden.</li> <li>• Es muss keine eigene Infrastruktur für den Transport bereitgestellt werden.</li> <li>• Durch geeignete Kooperationen mit Einsatzorganisationen muss nicht die gesamte Infrastruktur neu aufgebaut werden.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Anschaffungskosten der Ausrüstung sind hoch.</li> <li>• Die Häufigkeit von Einsätzen ist sehr gering.</li> </ul>

## 7.2 Auswahl bevorzugter Modellvarianten

Hauptsächlich auf Grund des identifizierten zeitlichen Kontexts des Einsatzes (<1h, <3h, zeitunkritisch) und der teilweisen starken Abhängigkeit der restlichen Modellparameter von diesem Aspekt war es nicht möglich ein goldenes Modell zu finden, das alle Anforderungen genügend Rechnung trägt. Daher haben sich aus der Bewertung und der abschließenden Diskussion mit den verschiedenen Einsatzkräften und Behörden zwei bevorzugte Modelle ergeben. Diese bilden in zeitlicher wie leistungstechnischer Hinsicht die mögliche Spanne ab.

Für kurzfristige Einsätze wird vorgeschlagen bestehende Einsatzeinheiten direkt mit Robotertechnologie auszustatten und so die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Dieses Modell bildet den des Use-Cases „Ladeüberblick erfassen“ innerhalb der ersten Stunde ab. Damit wird eine schnellere und bessere Einschätzung der Lage ermöglicht. Das nötige Gerät (anfänglich hauptsächlich Drohnen mit normalen Kameras) werden direkt in die Einsatzfahrzeuge integriert. Durch die direkte Integration in bestehende Einsatzkräfte ist eine schnellere Zufahrt zum Einsatzort gegeben und die einsatzrechtlichen Vorgaben müssen nicht adaptiert werden. Jedoch sind entsprechende Vorgaben des Luftfahrtrechts einzuhalten. Ein solches Modell wäre für mehrere Einsatzorganisationen (Feuerwehr, Polizei, Rettung) interessant. Ein Vorteil dieses Modells wäre auch, dass es schrittweise aufgebaut werden kann, da das Personal (hauptsächlich ehrenamtliche Mitarbeiterinnen) bereits vorhanden ist und die Investitionskosten geringer sind. Die Ausbildung der Operatoren kann zentral aufgebaut und im Rahmen bestehender Schulungsmaßnahmen durchgeführt werden. Der Leistungsumfang dieses Modells beschränkt sich jedoch auf den lokalen Lageüberblick.

Das zweite Modell zielt auf Einsätze mit Vorlaufzeit bzw. zeitunkritischen Einsätzen ab. Die Idee ist hier eine eigenständige Einsatzeinheit mit verbesserter Ausrüstung (Drohnen mit längerer Einsatzdauer und spezieller Sensorik, IT Infrastruktur für Datenaufbereitung und Visualisierung) und Ausbildung in speziellen Bereichen (Interpretation und Modellierung, Remote Manipulation). Durch den zeitlichen Vorlauf und der besseren Technik können hier verschieden spezielle Services angeboten werden. Optimal wäre ein solches Team bei zentralen Feuerwehrorganisationen wie einem Landesfeuerwehrverband anzusiedeln. Das Problem ist, dass der Landesfeuerwehrverband selbst nicht operativ im Einsatz ist. Daher ist es eher realistisch ein solches Spezialteam auf Landesebene anzusiedeln. Eine weitere Lösung wäre ein dem Land nahestehender Verein. Da hier angenommen werden kann, dass hier ehrenamtliche Mitarbeiter aus dem Bereich Einsatzkräfte, Technologie und Forschung rekrutiert werden können, wäre diese Variante in Hinsicht der Personalkosten günstig. Auf Grund der unter Umständen heiklen Aufgaben (Datenschutz) und der größeren Akzeptanz bei Einsatzorganisatoren sollte der Verein einer Behörde nahestehen (z.B. Verein mit Landesbeteiligung). Dieses zentrale Einsatzmodul mit besserer Ausrüstung könnte dann auch für Spezialtätigkeiten und Prävention im Bereich Katastrophenschutz eingesetzt werden (z.B. vorbeugende Inspektionen von Infrastruktur, Gefahrenbereichen und Schutzbauten). Dieses Modell stellt der Feuerwehr spezielle Fähigkeiten zur Verfügung und wird von Feuerwehr und dem Landeskatastrophenschutz favorisiert. Bodengestützte Roboter werden dabei noch immer kritisch gesehen, da die aktuelle Technologie noch nicht als Einsatztauglich angesehen wird (zu langsam, umständliche Bedienung).

## 7.3 Informationsquellen

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 24.09.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 8. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Michael Jost, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besprechung der Bewertungsmethodik</li> <li>• Bewertung der Modellvarianten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Workshop	<i>Datum:</i> 29.09.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> Workshop mit den Einsatzorganisationen		
<i>Teilnehmer:</i> Günter Hohenberger (LWZ), David Wran-Schumer (Rotes Kreuz Steiermark), Gerald Lichtenegger, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion und Bewertung der erarbeiteten Modellvarianten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Interview	<i>Datum:</i> 30.09.2015	<i>Ort:</i> Eisenerz
<i>Titel:</i> Interview Projekt Air-Control		
<i>Teilnehmer:</i> Jörg Vaczulik, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussion und Bewertung der erarbeiteten Modellvarianten</li> </ul>		

<i>Typ:</i> Meeting	<i>Datum:</i> 21.10.2015	<i>Ort:</i> Graz
<i>Titel:</i> 9. Koordinationsmeeting		
<i>Teilnehmer:</i> Gerald Lichtenegger, Gerhard Grain, Michael Jost, Gerald Steinbauer, Johannes Maurer		
<i>Inhalt:</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschließende Besprechung der Bewertung</li> <li>• Auswahl der bevorzugten Modelvarianten</li> </ul>		

## 8 Zusammenfassung und Fazit

Einsatzkräfte sind heute vermehrt mit Situationen konfrontiert, wo der direkte Zugang zum oder Zugriff auf den Ort einer Katastrophe gefährlich oder unmöglich ist. Die Erhöhung der Anzahl dieser Situationen haben zum einen mit der zunehmenden Technisierung unserer Umwelt (Gefahrgüter) und mit zunehmenden extremen Wettersituationen (Muren und Starkregen) zu tun. Der Einsatz von Robotertechnologie (sowohl fliegende als auch bodengestützte oder tauchende) haben sich als gute Alternative erwiesen, um den Gefahrenbereich bei der Beschaffung eines Lagebildes oder Durchführung von Tätigkeiten meiden zu können. Trotz verfügbarer robuster kommerzieller Robotersysteme und den prototypischen Einsatz in der Bewältigung von Schadenslagen, ist die reale Anwendung nicht weit verbreitet. Der Grund sind die unklaren rechtlichen und operativen Rahmenbedingungen, der hohe Aufwand für Training und Wartung sowie die technische Komplexität der Systeme.

Ziel dieses Projektes war es, erstmalig eine ganzheitliche Situationsanalyse zum Einsatz von Robotertechnologie bei Einsatzorganisationen durchzuführen und daraus realistische Einsatzszenarien zu identifizieren und schlussendlich ein tragfähiges und einfache umsetzbares Modell zu erarbeiten, das es ermöglicht, Roboter und bei Bedarf auch externe Expertinnen für Katastropheneinsätze zur Verfügung stellen. Die Aufarbeitung der Thematik erfolgte in enger Kooperation von Wissenschaftlern aus dem Bereich Robotik und Expertinnen aus Einsatzorganisationen sowie externen Expertinnen von Behörden.

Die anfängliche Situationsanalyse umfasste die gesamte Bandbreite von Fragestellungen beginnend bei der Technik über rechtliche Fragen des Luftfahrtrechts und Datenschutz bis zu operativen Fragen der Wartung, Ausbildung und Logistik. Aus der umfassenden Analyse wurden anschließend mit Einsatzexperten der verschiedenen Fachrichtungen (von Gefahrgut bis Wasserrettung) realistische Use-Cases und ein Bewertungskatalog für Modelle entwickelt. Diese Informationen wurden anschließend in variable Modellparameter (Organisationsform, Leistungsumfang, Reaktionszeit) und einer Reihe von Referenzmodellen zur Bereitstellung von Robotertechnologie für Einsatzkräfte umgesetzt.

Abschließend wurden alle Modellvarianten bewertet und zwei realistisch umsetzbare Modelle ausgewählt. Hier zeigt sich, dass es kein goldenes Modell gibt. Daher sind die beiden bevorzugten Modelle eines für den schnellen Einsatz mit geringem Leistungsumfang mit der Technik direkt bei den Einsatzkräften und eines mit großem Leistungsumfang im Rahmen eines speziellen Einsatzteams oder Vereins mit gut ausgestatteter Technik und Experten für zeitunkritische Einsätze. Die wichtigsten Ergebnisse sind die erste umfassende Analyse des Themas und die Ausarbeitung real umsetzbarer Modelle.

Momentan wird an der Umsetzung eines der Modelle im Rahmen eines Interreg Projektes Slowenien/Österreich gearbeitet. Ziel wäre die Realisierung einer Einsatzgruppe Robotik, die bei Katastrophen Unterstützung beim Lagebild und der Handhabung gefährlicher Stoffe bieten kann.

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] G. D. Cubber, „The eu-icarus project: Developing assistive robotic tools for search and rescue,“ in *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2013 IEEE International Symposium on*, 2013.
- [2] Q. Hamp, L. Reindl und A. Kleiner, „Lessons learned from german research for usar,“ in *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2011 IEEE International Symposium on*, 2011.
- [3] J. Pellenz, D. Lang, F. Neuhaus und D. Paulus, „Real-time 3d mapping of rough terrain: A field report from disaster city,“ in *Safety Security and Rescue Robotics (SSRR), 2010 IEEE International Workshop on*, 2010.
- [4] A. Nüchter, H. Surmann, K. Lingemann, J. Hertzberg und S. Thrun, „6d slam with an application in autonomous mine mapping,“ in *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2004.
- [5] G. Murray und D. Klein, „Parallel tracking and mapping for small AR workspaces,“ in *Sixth IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR'07)*, 2007.
- [6] D. Hurych, K. Zimmermann und T. Svoboda, „Fast Learnable Object Tracking and Detection in High-resolution omnidirectional images,“ in *International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*, 2011.
- [7] R. R. Murphy, E. Steimle, C. Griffin, C. Cullins, M. Hall und K. S. Pratt, „Cooperative use of unmanned sea surface and micro aerial vehicles at hurricane wilma,“ Bd. 25, Nr. 3, 2008.
- [8] R. Murphy, K. Pratt und J. Burke, „Crew roles and operational protocols for rotarywing micro-uavs in close urban environments,“ in *Human-Robot Interaction (HRI), 2008 3rd ACM/IEEE International Conference on*, 2008.
- [9] R. Murphy, E. Steimle, M. Hall, M. Lindemuth, D. Trejo, S. Hurlebaus, Z. Medina-Cetina und D. Slocum., „Robot-assisted bridge inspection after hurricane ike,“ in *Safety, Security Rescue Robotics (SSRR), 2009 IEEE International Workshop on*, 2009.
- [10] K. Pratt, R. Murphy, J. Burke, J. Craighead, C. Griffin und S. Stover, „Use of tethered small unmanned aerial system at berkman plaza ii collapse,“ in *Safety, Security and Rescue Robotics, 2008. SSRR 2008. IEEE International Workshop on*, 2008.
- [11] T. Linder, V. Tretyakov, S. Blumenthal, P. Molitor, R. M. D. Holz, S. Tadokoro und H. Surmann, „Rescue robots at the collapse of the municipal archive of cologne city: A field report,“ in *Safety Security and Rescue Robotics (SSRR), 2010 IEEE International Workshop on*, 2010.
- [12] R. R. Murphy, K. L. Dreger, S. Newsome, J. Rodocker, B. Slaughter, H. Mizumoto, M. Hatayama, F. Matsuno, S. Tadokoro und O. Kawase, „Marine heterogeneous multirobot systems at the great Eastern Japan Tsunami recovery,“ *Journal of Field Robotics*, 2012.
- [13] M. Angermann, M. Frassl und M. Lichtenstern, „Mission review of aerial robotic assessment - ammunition explosion cyprus 2011,“ in *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2012 IEEE International Symposium on*, 2012.
- [14] G.-J. Kruijff, V. Tretyakov, T. Linder, F. Pirri, M. Gianni, P. P., M. Pizzoli, A. Sinha, E. Pianese, S. Corrao, F. Priori, S. Febrini und S. Angeletti, „Rescue robots at earthquake-hit mirandola, italy: A field report,“ in *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2012 IEEE International Symposium on*, 2012.
- [15] G. de Cubber, H. Balta, D. Doroftei und Y. Baudoin, „UAS deployment and data processing during the Balkans flooding,“ in *Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR), 2014 IEEE International Symposium on*, 2014.
- [16] Landesfeuerwehrgesetz (StFWG, LGBl. 13/2012).
- [17] R. Haberfellner, O. De Weck, E. Fricke und S. Vössner, *Systems Engineering: Grundlagen und*

Anwendung, Zürich: Orell Füssli Verlag AG, 2012.

- [18] G. Lichtenegger, „Engineering Communication Systems Considering the socio-technical perspective in design and implementation,“ *International Journal of Computer and Communication System Engineering (IJCCSE)*, Nr. Vol. 2 (3), 2015.
- [19] Bundeskanzleramt der Republik Österreich, „Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem,“ Bundeskanzleramt der Republik Österreich, [Online]. Available: [www.ris.bka.gv.at](http://www.ris.bka.gv.at). [Zugriff am 2015].
- [20] Institut für Österreichisches und Internationales Luftfahrtrecht, „luftfahrtrecht.at,“ Institut für Österreichisches und Internationales Luftfahrtrecht, [Online]. Available: [www.luftfahrtrecht.at](http://www.luftfahrtrecht.at). [Zugriff am 5 2015].
- [21] Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt, „Austro Control,“ Österreichische Gesellschaft für Zivilluftfahrt, [Online]. Available: [www.austrocontrol.at](http://www.austrocontrol.at). [Zugriff am 05 2015].
- [22] Center for Robot-Assisted Search and Rescue, „Roboticists Without Borders,“ Texas A&M University, [Online]. Available: <http://crasar.org/roboticists-without-borders/>.
- [23] B-FAST, „B-FAST,“ FPS Foreign Affairs, Foreign Trade and Development Cooperation, [Online]. Available: <http://b-fast.be/en>.