

**Entwicklung und Erprobung eines neuartigen Konzeptes
zur schnellen Aufklärung von Einsatzlagen – Eine
Kooperation zwischen der Feuerwehr Duisburg und dem
Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)**

Ralf Berger¹, Steven Bayer¹, Jörg Helmrich², Thomas Kraft¹

¹ Abteilung Sicherheitsforschung und Anwendungen, Institut für Optische Sensorsysteme, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

² Feuerwehr Duisburg

Kurzfassung

Bei der Rettung von Menschenleben und der Bewältigung von Großschadenslagen sind für die ersten am Ort eintreffenden Rettungskräfte genaue Informationen über die aktuelle Lage entscheidend, um eine schnelle und effiziente Rettungskette zu ermöglichen. Zu diesem Zweck entwickeln und erproben Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), in enger Kooperation mit der Feuerwehr Duisburg, im Rahmen des Projektes Live-Lage ein neuartiges Konzept zur schnellen visuellen Aufklärung von Einsatzlagen. Dazu wird vom DLR ein spezielles Luftbildkamarasystem (MACS-Alpha) für ein schnell fliegendes unbemanntes Fluggerät der Feuerwehr Duisburg entwickelt, mit welchem Luftbilder während des Fluges an die Leitstelle und die Einsatzstelle übertragen werden können. Die Luftbilder sollen in Echtzeit zu großflächigen Lagebildern zusammengesetzt werden und zukünftig im Einsatzführungssystem der Feuerwehr Duisburg zur Verfügung stehen.

1 Einleitung

Mit der Inkraftsetzung der Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten (UAV) vom 30. März 2017 wurde die Benutzung von UAVs in Deutschland umfassend neu geregelt. Die Verordnung regelt neben dem gewerblichen und privaten Gebrauch auch die Nutzung durch Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Zu diesen gehören auch die Feuerwehren und Katastrophenschutzorganisationen. Nach §21a ist der Betrieb von UAV durch BOS oder unter Aufsicht von BOS ohne Genehmigung möglich. Dazu gehören Einsätze während Not- und Unglücksfällen, aber auch präventive Einsätze für die Lageerkundung oder Flüge für Ausbildungs- und Übungszwecke. Auch dürfen BOS UAVs außerhalb der Sichtweite betreiben (Bundesgesetzblatt 2017).

Darüber hinaus ist der private oder gewerbliche Betrieb von UAVs über oder in einem seitlichen Abstand von 100 Metern von Einsatzorten von BOS untersagt (Bundesgesetzblatt 2017). Dies garantiert einen freien Luftraum um die Einsatzstelle.

Für den Betrieb von UAVs durch BOS bestehen aber weiterhin gesetzliche Einschränkungen. So dürfen bestimmte Gebäude und Anlagen nur mit einem seitlichen Abstand von 100 m befliegen werden. Zu diesen gehören beispielsweise, Justizvollzugsanstalten, militärische Anlagen, Grundstücke des Bundes und der Länder sowie diplomatische Vertretungen. Der Überflug dieser Gebiete kann jedoch durch die betroffene oder zuständige Stelle genehmigt werden (Bundesgesetzblatt 2017).

In jedem Fall führt die neue gesetzliche Regelung zu entsprechender Rechtssicherheit und eröffnet den sich rasant entwickelnden UAV-Technologien neue Anwendungsgebiete, insbesondere auch im Einsatzspektrum von BOS.

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdB

Bei Großschadensereignissen und Katastrophenlagen ist ein Überblick aus der Luft für die Einsatzkräfte am Boden ein elementarer Bestandteil für eine koordinierte und erfolgreiche Lagebewältigung. Der Lageüberblick aus der Luft und die Kenntnis vorhandener geospezifischer Gegebenheiten ermöglichen eine schnelle und effektive Erfassung und Analyse der oft unübersichtlichen Situation. Aufgrund der möglicherweise gegebenen Unzugänglichkeit und Größe des betroffenen Gebietes sowie der oft eingeschränkten Sichtbeziehungen ist die Erfassung der Lagesituation vom Boden aus nur begrenzt und mit Zeitverzug möglich. Mitunter ist die Lageerkundung vom Boden aus auch mit einer Gefährdung der Einsatzkräfte verbunden, beispielsweise im Falle einer chemischen Explosion und einer damit verbundenen Kontaminierung der Umgebung.

Die mit einem Lageüberblick aus der Luft gewonnenen Informationen werden einerseits in der Leitstelle und andererseits von der Einsatzleitung vor Ort benötigt. Bisher existieren jedoch nur wenige Lösungen für unbemannte Fluggeräte, welche ein optisches oder thermales Live-Bild in die vorhandenen Einsatzführungssysteme der Feuerwehren übertragen können (Prexl et al. 2016, Vodafone 2018, Fourtané 2017)

Neben der Erkundung mittels Einsatzfahrzeug oder zu Fuß werden für die Lageaufklärung schon jetzt bemannte und unbemannte Fluggeräte eingesetzt. Im Bereich der bemannten Fluggeräte kommen vor allem Rettungs- und Polizeihubschrauber mit Überwachungssystemen zum Einsatz. Neben den bemannten Fluggeräten wurde in den letzten Jahren vermehrt der Einsatz unbemannter Fluggeräte erprobt (ANKommEn 2017, ANCHORS 2015, THW 2017, TRADR 2017). Im Bereich der UAVs wurden bisher überwiegend unbemannte Multikopter erprobt und eingesetzt (Buchau 2017), um Zufahrtswege und Einsatzstellen aus der Luft zu erkunden und zu dokumentieren (Grobely 2017), bei der Suche von vermissten Personen zu unterstützen (Reindl et al. 2016, Ziegler 2017) oder um Gefahrstoffe zu messen (BAM 2018).

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

Zur visuellen Lageaufklärung wird in der Regel das Live-Bild der Kamera in Echtzeit zum Boden übertragen und kann dort durch die Einsatzleitung beurteilt werden. Es existieren verschiedene Lösungen von diversen Herstellern (DJI, Ascending Technologies, Microdrones) mit optischen Sensoren für das visuelle und thermale Spektrum. Damit können spezielle Bereiche der Einsatzstelle kontinuierlich überwacht und die Bewältigung der Einsatzlage unterstützt werden. Die dabei erstellten Fotos und Videos können mit den bisher existierenden Systemen nur von der Einsatzleitung vor Ort visuell beurteilt werden. Eine Georeferenzierung der erstellten Luftbildaufnahmen in Echtzeit und Überführung in die Einsatzführungssysteme ist bisher nicht möglich.

Das Institut für Optische Sensorsysteme (OS), des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) forscht seit vielen Jahren an der Entwicklung von Spezialkamarasystemen für die zivile Sicherheit und der Erstellung von Lagebildern in Echtzeit. Anwendungsschwerpunkte waren in der Vergangenheit zum Beispiel der Bereich der maritimen Sicherheit und der internationale Katastrophenschutz.

So wurde im Rahmen des Projektes „Echtzeitdienste für die maritime Sicherheit (EMSec)“ das Kamerasystem MACS-Mar (Brauchle et al. 2017, Scherbaum et al. 2015) entwickelt, mit welchem Bilddaten in verschiedenen Spektralbereichen aufgenommen, analysiert und in Echtzeit an eine Bodenstation übertragen werden können.

Gemeinsam mit I-S-A-R Germany wurde außerdem ein neuartiges Kamerasystem (MACS-SaR) für ein schnell fliegendes UAV entwickelt (Kraft et. al. 2018), mit dem in internationalen Katastropheneinsätzen nach Erdbeben, Tsunamis oder tropischen Stürmen optische Lagebilder (siehe Abb. 1) erstellt und für das Katastrophenmanagement verwendet werden können (Hein et al. 2017).

Mit MACS-SaR können großflächige und hochauflösende Lagebilder von Schadensgebieten in nahezu Echtzeit erstellt werden. Die Lagebilder ermöglichen erstmalig eine unmittelbare visuelle Beurteilung der

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

Zerstörungen und ersparen den Rettungskräften Zeit, welche für die Rettung von Menschen genutzt werden kann. Beispielsweise kann anhand der Lagebilder die Zerstörung und Benutzbarkeit von Zufahrtswegen oder das Schadensmaß von Gebäuden beurteilt werden. Die Lagebilder zeichnen sich darüber hinaus durch eine hohe Lagegenauigkeit aus, weshalb sie mit anderen Geodaten überlagert werden können und so u.a. Veränderungsanalysen ermöglichen (siehe Abb. 1).

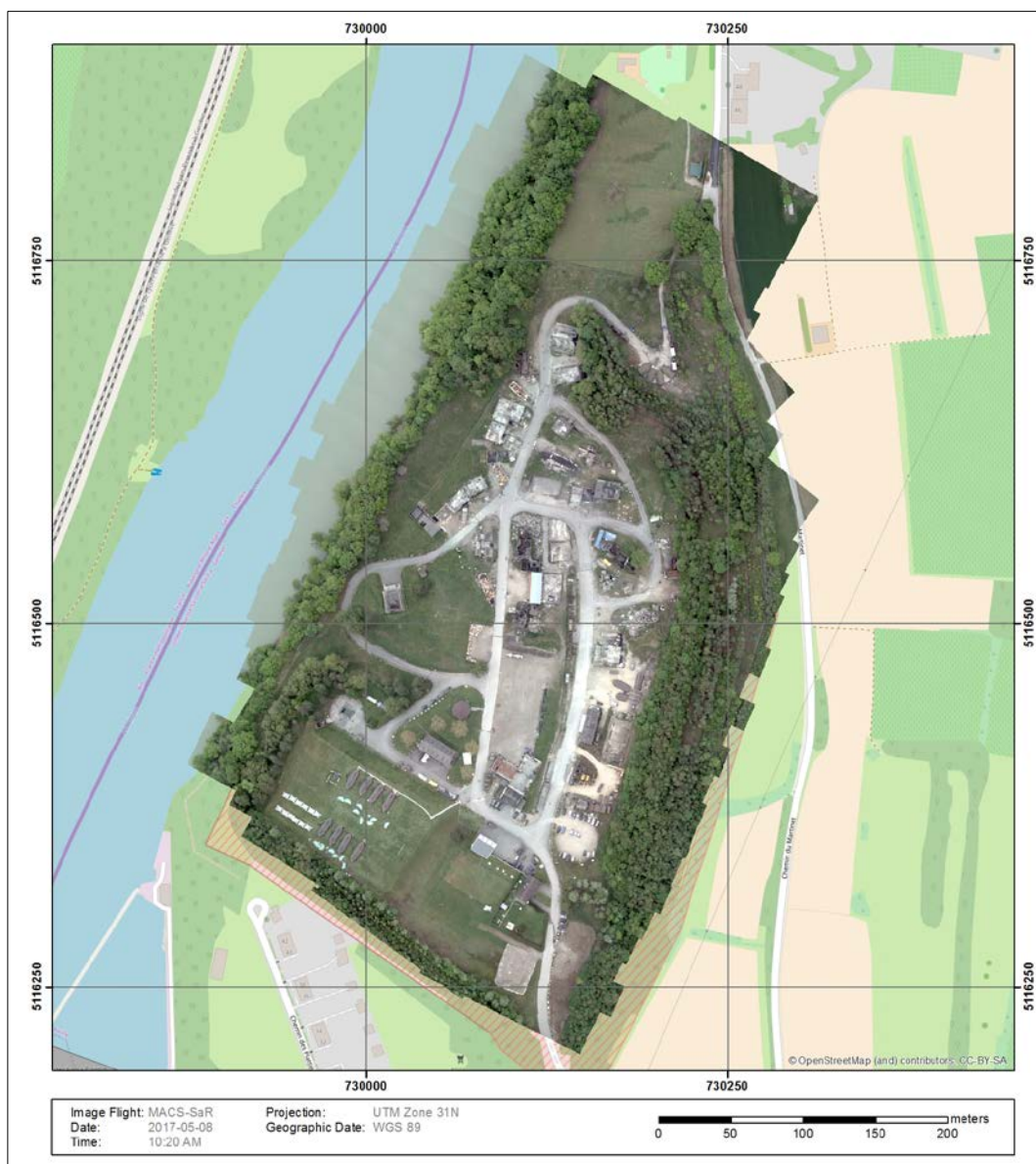


Abbildung 1: Mit MACS-SaR erstellter Lageüberblick

2 Das Forschungsprojekt „Live-Lage“

Aufbauend auf den Einsatzerfahrungen der Feuerwehr (Fw) Duisburg und den Forschungsarbeiten des DLR zur schnellen Erstellung von Lagebildern, soll in dem dreijährigen Projekt Live-Lage ein mobiles Aufklärungssystem für ein unbemanntes Fluggerät der Fw Duisburg entwickelt werden. Mit diesem sollen unter besonderer Berücksichtigung der spezifischen Einsatzbedingungen der Feuerwehr großflächige Lagebilder in Echtzeit in der Leitstelle und der Einsatzleitung vor Ort zur Verfügung gestellt werden können.

Die Nutzung eines UAVs ermöglicht einerseits eine schnellere Aufklärung der Schadensstelle und stellt andererseits auch eine kostengünstige Alternative gegenüber dem Einsatz eines Hubschraubers dar. Im Rahmen des Projektes soll die Verwendung eines unbemannten Flächenflugzeugs erprobt werden, welches senkrecht Starten und Landen kann (VTOL UAV). Ein VTOL UAV hat den Vorteil, dass es keine Start- und Landebahn benötigt und lange in der Luft betrieben werden kann. Dies ermöglicht neben der Erkundung von sehr großen Einsatzstellen auch den Flug zu weiter entfernten Einsatzstellen.

In einem ersten Projektschritt wird das VTOL UAV in ein Einsatzfahrzeug der Fw Duisburg integriert und an der Einsatzstelle eingesetzt. Das langfristige Ziel des Projektes ist jedoch die Stationierung des Fluggerätes auf dem Gelände der Feuer- und Rettungswache 1. Im Einsatzfall soll das Fluggerät nach Festlegung des Einsatzgebietes automatisch starten und zur Einsatzstelle fliegen. Nach Erreichen der Einsatzstelle soll die Umgebung systematisch beflogen werden und die erstellten Luftbilder in Echtzeit in die Leitstelle und an die Einsatzführung übertragen werden. Die einzelnen Luftbilder werden dabei instantan zu einem großflächigen und lagegenauen Lagebild zusammengesetzt und stehen über das Einsatzführungssystem der Feuerwehr jederzeit zur Verfügung. Nach dem Erreichen der maximalen Flugzeit soll das Fluggerät selbstständig zum Startpunkt zurückfliegen und landen. Dort sollen die Akkus automatisch aufgeladen oder gewechselt werden damit

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

das Fluggerät nach kurzer Zeit wieder einsatzbereit ist.

Perspektivisch soll das geplante System aktuelle Lagebilder noch vor dem Eintreffen der Einsatzkräfte an der Einsatzstelle ermöglichen. Einsatzleitung und Leitstelle können somit die genaue Position der Einsatzstelle ermitteln, mögliche Zugangswege und Stellflächen identifizieren, die nähere Umgebung analysieren und das Ausmaß der Schadenslage bewerten.

Abbildung 2 verdeutlicht die Projektidee anhand einer Havarie im Binnenhafen Duisburg. Hier ist oftmals keine genaue Position der Unglücksstelle bekannt. Mit dem geplanten System kann die Unglücksstelle großflächig abgesucht werden und die Leitstelle kann anhand des aktuellen Lagebildes die genaue Position der Einsatzstelle bestimmen. Diese Informationen können an die Einsatzkräfte übermittelt und der Einsatz effektiver koordiniert werden.

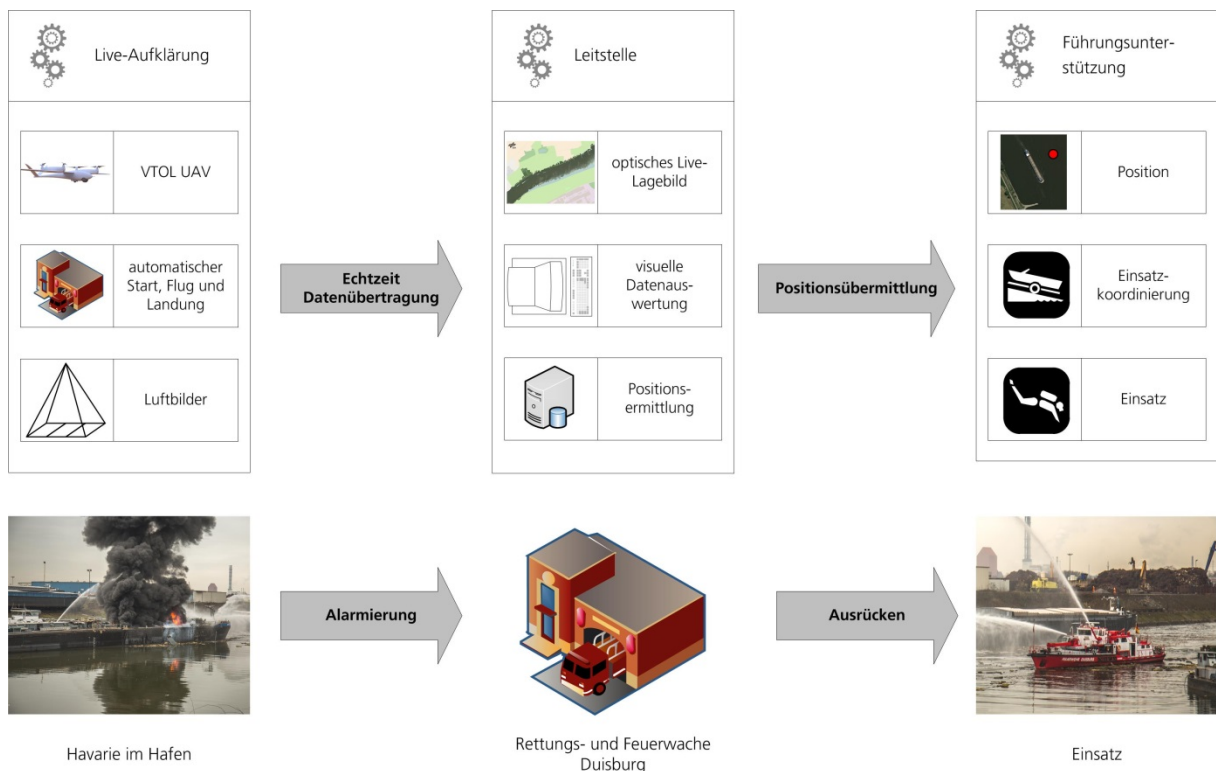


Abbildung 2: Projektskizze Live-Lage

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

Im Rahmen des Projektes Live-Lage soll die hier skizzierte Zielstellung bewusst ganzheitlich betrachtet werden. Dazu gehört zum einen eine auf die Bedürfnisse der Fw Duisburg ausgerichtete Entwicklung des MACS-Alpha Kamerasystems und die Umsetzung der schnellen Einbindung der Lagebildinformationen in das Einsatzführungssystem. Neben diesen technologischen Entwicklungen werden im Rahmen des Projektes ebenfalls Lösungen für einen sicheren Betrieb des UAV in der Stadt Duisburg evaluiert, sowie operative und rechtliche Fragestellungen untersucht.

3 Einsatzszenarien in Duisburg

Das Einsatzgebiet der Fw Duisburg umfasst eine Fläche von ca. 450 km² mit einer Nord-Süd Ausdehnung von 30 km und einer West-Ost Ausdehnung von 15 km. Für das geplante System bestehen in Duisburg eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten:

- **Flächenerkundung:** Bei vielen Einsätzen im Binnenhafen Duisburg, auf Bahngeländen oder der Bundesautobahn (BAB) ist oftmals keine genaue Position der Unglücksstelle bekannt. Mit Hilfe des geplanten Systems kann vorab die Position der Einsatzstelle genau ermittelt und das Schadensmaß abgeschätzt werden.
- **Früherkundung:** Durch das schnelle Erreichen der Einsatzstelle ist so eine Erkundung und Lagebeurteilung vor dem Eintreffen der Einsatzkräfte möglich.
- **Personensuche:** Die Feuerwehr ist an vielen Personensuchen beteiligt. Dies betrifft vor allem die Personensuche im Wasser und speziell im Rhein. Hier kann die Suche der vermissten Person unter bestimmten Umständen effektiv unterstützt werden.

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

- **Rauchdetektion und –ausbreitung:** Sichtbarer Rauch kann aus der Luft leicht detektiert werden. Durch mehrmaliges Überfliegen der Rauchsäule kann auch die Ausbreitung des Rauches bestimmt und vorhergesagt werden.
- **Erkundung von Anfahrtswegen:** Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens in Duisburg während der Hauptverkehrszeiten und speziell auf den Bundesautobahnen ist die Anfahrt zur Einsatzstelle oftmals nur mit zeitlichen Verzögerungen möglich. Mit Hilfe der Luftaufklärung können die Anfahrtswege zur Einsatzstelle in Echtzeit beurteilt werden. So kann beispielsweise auch ermittelt werden, ob auf der BAB entgegen der Fahrtrichtung zur Einsatzstelle gefahren werden kann.
- **Erkundung von Halteplätzen:** Bei größeren Einsatzstellen können aus der Luft die Aufstellmöglichkeiten für die Einsatzfahrzeuge ermittelt und an diese übertragen werden.
- **Hochwasser:** Bei Hochwasserereignissen des Rheins ist mit Hilfe des geplanten Systems eine kontinuierliche Bestimmung und Vermessung der Wasserfläche möglich.
- **Großereignisse mit Personenansammlungen:** Bei gesellschaftlichen Großereignissen (Karneval, Kirmes, Duisburger Hafenfest) können aus der Luft sehr gut größere Personenansammlungen erkannt und Personenströme bestimmt werden.

Für die Ermittlung der potentiellen Drohneneinsätze wurden die Einsätze der Fw Duisburg aus den Jahren 2016 und 2017 ausgewertet. Demnach wäre das geplante System bei einer defensiven Einschätzung durchschnittlich alle 4 bis 7 Tage eingesetzt worden. Da die Einsatzzahlen der Fw Duisburg für potentielle Drohneneinsätze in den letzten Jahren leicht steigend waren, ist zukünftig ein Nutzungspotential von einem Einsatz pro Woche realistisch.

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

Zielsetzung des Projektes Live-Lage ist unter anderem zu untersuchen, bei welchen Einsatzlagen der zusätzliche Einsatz der vorgestellten Lösung einen operativen Mehrwert für die Einsatzleitung bietet. So werden alle zukünftigen Drohneneinsätze aus Anwender- und wissenschaftlicher Sicht systematisch ausgewertet.

Literaturverzeichnis

ANCHORS (2015): Projekt ANCHORS. Online:

https://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/sicherheit_und_recht/feuerwehr/forschung_fw/abgeschlossene_projekte_fw/index~3.html
(abgerufen am 11.02.2018).

ANKommEn (2016): ANKommEn – Automatische Navigation und Kommunikation zur Exploration. Online: <https://www.tu-braunschweig.de/imn/forschung/assistenzsysteme/ankommen>
(abgerufen am 11.02.2018).

BAM (2018): Gasexplosionen: Mehr Sicherheit für Retter. Online: <https://www.bam.de/Content/DE/Bildergalerie/infrastruktur-gasexplosionen-mehr-sicherheit-fuer-retter.html> (abgerufen am 11.02.2018).

Brauchle J., Bayer S., Berger R. (2017): Automatic Ship Detection on Multispectral and Thermal Infrared Aerial Images Using MACS-Mar Remote Sensing Platform. In: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE. Springer Science. Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT 2017), 20.11.-24.11.2017, Wuhan, China.

Buchau S. (2017): Drohnen bei der Feuerwehr - Feuerwehr Drohne im Einsatz: Fakten und Hinweise. Online: <https://www.feuerwehrmagazin.de/wissen/feuerwehr-drohnen-im-einsatz-53634> (abgerufen am 11.02.2018).

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdB

Bundesgesetzblatt (2017): Verordnung zur Regelung des Betriebs von unbemannten Fluggeräten Vom 30. März 2017. In: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr. 17.

Fourtané S. (2017): Nokia's Drones and LTE Connectivity for Public Safety at MWC. Online: <https://futurism.media/nokia-s-drones-and-lte-connectivity-for-public-safety-at-mwc> (abgerufen am 11.02.2018).

Grobelny S. (2017): UAV im Feuerwehreinsatz. Online: <https://www.ifv.nl/kennisplein/Documents/20170913-Stefan-Grobelny-IFR-UAV-Feuerwehreinsatz.pdf> (abgerufen am 11.02.2018).

Hein D., Bayer S., Berger R., Kraft T., Lesmeister D. (2017): An Integrated Rapid Mapping System for Disaster Management. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives, XLII-1 (W1), Seiten 499-504. Copernicus Publications. ISPRS Hannover Workshop: HRIGI 17 (Volume XLII-1/W1), 6.-9. Jun. 2017, Hannover, Deutschland.

Kraft T., Bayer S., Hein D., Stebner K., Lesmeister D., Berger R. (2018): Echtzeit-Lagekarten für die Katastrophenhilfe. In Veröffentlichung.

Prexl M., Tebbe M., Höhn A. Walter U. (2016): Aktuelle Herausforderungen in der Steuerung von einem UAV über einen Ka-Band Satellitenlink in einem Feuerwehreinsatz. In: Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2016, S. 1-7.

Reindl L., Tannhäuser R., Grgic D. (2016): Fliegendes Lokalisierungssystem für die Rettung und Bergung von Verschütteten (FOUNT²). Online: https://www.sifo.de/files/Fount2_Reindl_InnovativeRettungssysteme.pdf (abgerufen am 11.02.2018).

Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb

Scherbaum P., Brauchle J., Kraft T., Pless S. (2015): MACS-Mar – A Real-Time Capable Multisensor Remote Sensing System for Maritime Applications. In: 2015 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES). Curan Associates, Inc. ICARES 2015, 03.-05. Dez. 2015, Kuta, Bali, Indonesien.

THW (2017): Unbemanntes Fliegen im Technischen Hilfswerk (THW).
Online:

https://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Pressemitteilungen/national/2017/04/pressemitteilung_001_ulfs_im_thw.html?searchString=drohne (abgerufen am 11.02.2018).

TRADR (2017): Disaster Robotics Research Project TRADR: Long-Term Human-Robot Teaming for Disaster Response. Online: <http://www.tradr-project.eu/> (abgerufen am 11.02.2018).

Vodafone (2016): Live am Einsatzort: Feuerwehr testet

Videübertragung über LTE. Online:

<https://www.vodafone.de/featured/business/feuerwehr-testet-videouebertragung-ueber-lte/> (abgerufen am 11.02.2018).

Ziegler M. (2017): Pilotversuch: Polizei in Bayern erhält zusätzliche Drohnen. Online: <http://www.drohnen-journal.de/pilotversuch-polizei-in-bayern-erhaelt-zusaetzliche-drohnen-1395> (abgerufen am 11.02.2018).