

Ermittlung geeigneter Startplätze für unbemannte Luftfahrzeuge (uLFZ) unter Berücksichtigung optimaler Sichtbarkeitsverhältnisse

Detection of UAV Starting Points with Respect to Optimal Visibility

Rainer Prüller¹, Konrad Rautz¹, Alexander Almer², Wolfgang Vorraber³, Birgit Mösl³

¹Institut für Geodäsie, TU Graz · rainer.prueller@tugraz.at

²Institut für Informations- und Kommunikationstechnologien, Joanneum Research, Graz

³Institut für Maschinenbau- und Betriebsinformatik, TU Graz

Zusammenfassung: Die Verfügbarkeit von Lageinformationen stellt eine Grundvoraussetzung für die Koordination von Einsätzen im Bereich der öffentlichen Sicherheit dar. Im Rahmen des FFG-KIRAS-Projekts SmartScout (<http://www.kiras.at/geofoerderte-projekte/detail/d/smartscout/>) wurden uLFZ als mögliche Technologiebasis zur Unterstützung der Datensammlung identifiziert. Um die mobilen uLFZ möglichst effizient zum Einsatz zu bringen, ist die optimale Startplatzwahl von entscheidender Bedeutung. Die Modellierung erfolgt dabei auf Basis rechtlicher und praktischer Rahmenbedingungen unter Berücksichtigung topographischer und vegetationspezifischer Parameter.

Schlüsselwörter: Sichtbarkeit, Fernerkundung, UAV, Laserscanning

Abstract: *The availability of location information is a prerequisite for coordination of public safety operations. As part of the FFG-KIRAS SmartScout project, UAVs have been identified as a potential technology base to support data collection. In order to use mobile UAVs as efficiently as possible, the most suitable choice of launch site is of crucial importance. The modelling takes place on the basis of legal and practical framework conditions taking into account topographical and vegetation-specific parameters. Launch sites have been processed for specific areas of interest.*

Keywords: *Visibility, remote sensing, UAV, laser scanning*

1 uLFZ im behördlichen Einsatz

1.1 Einleitung – Allgemeine Projektbeschreibung

Die Verfügbarkeit von relevanten Informationen stellt eine Grundvoraussetzung für die Koordination von Einsätzen im Bereich der öffentlichen Sicherheit aber auch im Bereich von Rettungseinsätzen (Meissner, 2002) dar. Im Rahmen des Projekts SmartScout werden Möglichkeiten untersucht, wie diese wichtigen Daten möglichst effizient und zielgerichtet generiert, analysiert und für die jeweiligen Informationsempfänger aufbereitet werden können, um eine bestmögliche Unterstützung des Einsatzes zu gewährleisten. Im Zuge einer Bedarfserhebung wurden uLFZ als mögliche Technologiebasis zur Unterstützung der Datensammlung identifiziert. Im Speziellen wurden im Rahmen der Anforderungsanalyse drei Anwendungsfelder mit unterschiedlichen Einsatzszenarien untersucht, die im nächsten Abschnitt näher beschrieben werden.

1.2 Einsatzszenarien

Im Zuge des Projekts SmartScout wurde der Fokus auf drei Einsatzszenarien gelegt: Großveranstaltungen, Such- und Rettungsmissionen im alpinen Gelände und Grenzsicherung. In enger Kooperation mit Experten aus den jeweiligen Bereichen wurden Anforderungen definiert. Im Folgenden wird speziell auf die Besonderheiten und Unterschiede der drei Szenarien in Bezug auf die Auswahl von geeigneten Startplätzen eingegangen.

Großveranstaltungen

Großveranstaltungen wie Sportereignisse oder Demonstrationen nehmen eine Sonderstellung in Bezug auf die Organisation (Dudek, 2007) und Verwendung von uLFZ ein. Das Fliegen über Menschenansammlungen oder dicht besiedelten Gebieten ist aufgrund der aktuellen Rechtslage großen Einschränkungen unterworfen, die auch für Einsatzorganisationen gelten (Luftfahrtgesetz, 2017; Lufttüchtigkeits- und Betriebstüchtigkeitshinweis Nr. 67, 2015).

Such- und Rettungseinsätze in alpinem Gelände

Bei diesen Einsätzen steht einerseits der Faktor Zeit und andererseits die Sicherheit der Mitarbeiter der Einsatzorganisationen im Vordergrund. Eines der wichtigsten Ziele für eine Suche ist die Einschränkung des Suchgebiets. Unter Berücksichtigung der rechtlichen Aspekte, des Geländes, der Wetterbedingungen etc. ist ein möglichst optimaler Startplatz gefragt, um einen großen Suchradius zu erreichen und damit Gebiete ausschließen zu können und somit die Mannschaften schneller an den richtigen Einsatzort zu bringen.

Grenzsicherung

Das Szenario der Grenzsicherung ist im Wesentlichen eine Kombination der beiden o. a. Einsatzfälle. Einerseits soll von einem Startplatz aus ein möglichst großes Suchgebiet erkundet werden können. Andererseits handelt es sich hier um Gebiete mit sehr unterschiedlicher Besiedelung, was bedeutet, dass unterschiedliche rechtliche Rahmenbedingungen zu berücksichtigen sind. Auch die Sensibilisierung der Bevölkerung auf das Thema „Überwachung“ ist ein zu beachtender Aspekt.

2 Ermittlung von uLFZ Startplätzen

2.1 Datengrundlagen

Als Datengrundlagen zur Entwicklung der Methodik der Berechnung geeigneter uLFZ-Startplätze werden Gebäudedaten aus Open Street Map (OSM) sowie Oberflächenmodelle aus Laserscandaten verwendet. Die entwickelten Ansätze sind nicht explizit auf OSM-Daten beschränkt. Aus den zur Verfügung stehenden OSM-Landnutzungsklassen wird der Wald-Layer für die Modellierung und Berechnung herangezogen, um daraus Ausschlussflächen zu berechnen. Abb. 1 zeigt ein 2×2 km-großes Testgebiet am südwestlichen Stadtrand von Graz mit den zugrunde liegenden Ausgangsdaten (links) und den ermittelten schraffiert dargestellten Ausschlussflächen (rechts). Diese Ausschlussflächen sind eine Kombination aus dem 50 m Gebäudepuffer und den vorhandenen Waldflächen.

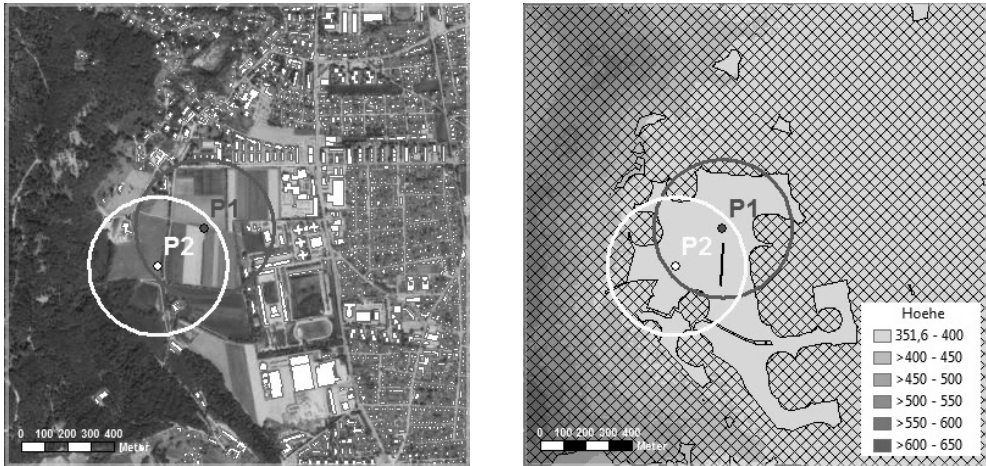


Abb. 1: Zwei Startpunkte P1 und P2 mit 300 m Umgebungskreis im Testgebiet. Links mit hinterlegtem Luftbild und Gebäudedaten aus OSM, rechts mit hinterlegtem Oberflächenmodell aus Laserscandaten und schraffierten Ausschlusszonen.

2.2 Anforderungen an Startplätze und Flugplanung

Für einen optimierten Einsatz von uLFZ in Katastrophensituationen bzw. kritischen Sicherheitslagen erfordern die existierenden rechtlichen Rahmenbedingungen ein auf die Einsatzszenarien abgestimmtes Flugmanagement. Die Vorgabe einer Visual-Line-Of-Sight (VLOS) Flugsteuerung durch einen Piloten erfordert ein gezieltes Management für die rasche und optimierte Auswahl von Standorten unter Berücksichtigung der topographischen Situation sowie der Vegetation. Dies erfolgt durch die Einbindung von Digitalen Geländemodellen (DGM) und digitalen Oberflächenmodellen (DOM) sowie GIS-orientierter Analysemethoden. Im Rahmen des Projektes SmartScout wird ein Quatrocopter verwendet, auf den hin auch die Anforderungen an Startplätze spezifiziert werden. Grundsätzlich müssen folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt werden:

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Abstand zu Gebäuden (50 m)
- Abstand zu Infrastruktureinrichtungen (50 m) und Flugplätzen (1500 m)
- Maximale Flughöhe (150 m)

Praktische Rahmenbedingungen

- Abstand zu höherer Vegetation (Hecken, Sträucher, Bäume, Wald, ...)
- Geeignete Start- und Landemöglichkeiten
- Visual Line of Sight (VLOS) des Piloten zum uLFZ
- Startplatzerreichbarkeit unter Berücksichtigung des Straßen- und Wegenetzes

Auf Basis dieser Einschränkungen wird eine Modellierung und Berechnung optimaler uLFZ-Startplätze mithilfe von Methoden der Geoinformation und Fernerkundung durchgeführt.

2.3 Modellierung und Berechnung

In die eigentliche Modellierung zur Ermittlung geeigneter Startplätze fließen zum einen die rechtlichen Rahmenbedingungen ein, zum anderen müssen auch praktische Überlegungen zum Betrieb eines uLFZ berücksichtigt werden.

Für die Berechnungen wird ArcMap von ESRI verwendet. Dabei kommen ModelBuilder sowie Python-Skripts zum Einsatz (Liebig, 2016; Tateosian, 2016; Ulferts, 2016). In einem ersten Schritt wird ein Sicherheitspuffer von 50 m zu bestehenden Gebäuden berechnet, der in den rechtlichen Rahmenbedingungen gefordert ist. Zusätzlich werden alle Waldflächen aus praktischen Überlegungen als Startplätze ausgeschlossen, da i. Allg. ein Start im Wald nur sehr schwer möglich ist. Alle Flächen, die innerhalb des Sicherheitspuffers liegen, können als potenzielle uLFZ-Startplätze ausgeschlossen werden.

Abbildung 2 zeigt auf der linken Seite die berechnete Bodensichtbarkeit für eine Flughöhe von 50 m aus Sicht des uLFZ. Berechnet man die Sichtbarkeit für 150 m Flughöhe, so zeigt sich erwartungsgemäß, dass die Sichtbarkeit mit steigender Flughöhe zunimmt. Für den Fall einer Flughöhe von 50 m werden nun die beiden angenommenen Startpunkte P1 und P2 getrennt untersucht. Damit die Eignung von Startpositionen klassifiziert bzw. skaliert werden kann, z. B. mit einem Sichtbarkeitsfaktor SF, wird folgender Ansatz angewendet. In einem Umkreis mit einem Radius von 300 m werden die sichtbaren Bereiche bestimmt und deren Verhältnis zur Gesamtkreisfläche bestimmt. Die Distanzwahl von 300 m basiert dabei auf Sichtbarkeit bzw. der maximalen Funkübertragungsdistanz des untersuchten uLFZ zur Bodenstation. Auf die obige Situation angewendet ergibt sich für den Punkt P1 der Wert $SF = 0.96$ und für den Punkt P2 der Wert $SF = 0.90$.

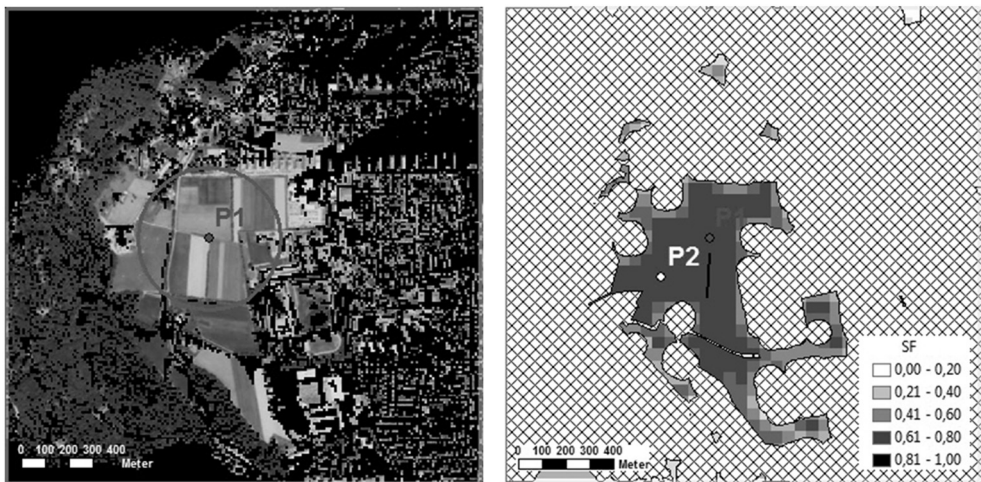


Abb. 2: Sichtbarkeitsanalyse im Startpunkt P1 bei einer Flughöhe von 50 m (links) sowie Darstellung des Sichtbarkeitsfaktors SF auf Basis eines 50 m Rasters (rechts). Je dunkler der Bereich desto größer der Sichtbarkeitsfaktor SF.

Mit diesem gewählten Ansatz ist der Punkt P1 demnach geringfügig besser als Startpunkt geeignet als der Punkt P2. Die Werte des Sichtbarkeitsfaktors SF können für beliebige Punkte

innerhalb der erlaubten Startflächen berechnet werden. Sinnvoll wird dies für einen regelmäßigen Raster von beispielsweise 50 m Maschenweite sein, um daraus eine „Heatmap“ für die Startpunkteignung zu generieren. Das Ergebnis dazu sieht man auf der rechten Seite von Abb. 2, wobei dunkle Zellen einen höheren SF-Faktor darstellen. Die Ergebnisse im Randbereich des Testgebietes sind aus naheliegenden Gründen entsprechend auszuklammern. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf die semi-automatisierte Prozessierung der Sichtbarkeitsfaktoren in den Rasterpunkten bzw. auf die Behandlung von größeren Gebieten. Zu den berechneten Ergebnissen muss angemerkt werden, dass die finale Entscheidung dem Pilot/der Pilotin vor Ort im Gelände obliegt.

3 Ausblick

uLFZ-basierte Systeme finden verstärktes Interesse als technische Unterstützungsmaßnahme bei kritischen Sicherheitslagen und für Aufgaben im Katastrophenmanagement. Die Echtzeitnahe Erstellung eines Lagebildes (Almer et al., 2016; Almer et al., 2017) bzw. rasche Informationen zu „Points of Interests“ stellen eine gezielte Unterstützung bei zeitkritischen Entscheidungsprozessen im Rahmen des Katastrophenmanagements dar. Für die Ausarbeitung von Einsatzstrategien ist jedoch ein entsprechendes uLFZ-Einsatzmanagement erforderlich, um technische und organisatorische Problemstellungen zu minimieren, da sonst die verantwortlichen Einsatzkräfte (Polizei, Bundesheer, ...) oder auch Blaulichtorganisationen durch einen uLFZ-Einsatz nicht zeitgerecht Informationen erhalten, die für die Generierung eines Lagebildes und für die Festlegung von Einsatzstrategien und gezielten Maßnahmen erforderlich sind.

Literatur

- Almer, A., Perko, R., Schrom-Feiertag, H., Schnabel, T., & Paletta, L. (2016). Critical Situation Monitoring at Large Scale Events from Airborne Video based Crowd Dynamics Analysis. *AGILE 2016*. Helsinki, Finland, June 14-1, 2016.
- Almer, A., Schnabel, T., Lukas, S., Perko, R., Köfler, A., & Pammer-Schindler V. (2017). International Forest Firefighting Concepts based on Aerial Support Strategies. *CONTEL 2017 – the 14th International Conference on Telecommunications*, Zagreb, Croatia, June 28-30, 2017.
- Dudek, K. (2007). Die besondere Aufbauorganisation. Bewältigung komplexer Lagen (Teil 1). *SIAK-Journal – Zeitschrift für Polizeiwissenschaft und polizeiliche Praxis* (1), 14–28.
- Liebig, W. (2016). *ArcGIS Geoverarbeitung – Erstellen von Geoprozessen mit dem Model-Builder und Python*. Berlin/Offenbach: Wichmann.
- Luftfahrtgesetz (06. 02 2017). *Österreich: RIS – Rechtsinformationssystem*.
- Lufttüchtigkeits- und Betriebstüchtigkeitshinweis Nr. 67 (14. 07 2015). Österreich: Austro Control GmbH.
- Meissner, A., Luckenbach, T., Risse, T., Kirste, T., & Kirchner, H. (2002). Design challenges for an integrated disaster management communication and information system. *The First IEEE Workshop on Disaster Recovery Networks (DIREN 2002)*.
- Tateosian, L. (2016). *Python For ArcGIS*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Ulferts, L. (2016). *Python mit ArcGIS – Einstieg in die Automatisierung der Geoverarbeitung in ArcGIS*. Berlin/Offenbach: Wichmann.