

## **Anforderungen an den Einsatz von Multikoptern zur kontinuierlichen Informationsbereitstellung für Echtzeitanwendungen im Pflanzenbau**

Karl Wild<sup>1</sup> und Torsten Schmiedel<sup>2</sup>

**Abstract:** Der Einsatz von Multikoptern, auch „Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)“ oder umgangssprachlich als „Drohnen“ bezeichnet, hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Ungünstig beim gegenwärtigen Einsatz von UAV sind die Notwendigkeit einer Bedienungsperson, kurze Flugzeiten und geringe Nutzlasten sowie der Offline-Betrieb. Der vorliegende Artikel beschreibt die Anforderungen an ein UAV als ständigen Begleiter von landwirtschaftlichen Fahrzeugen oder selbstfahrenden Arbeitsmaschinen ohne Begrenzung der Flugzeit, um eine Basis zur Informationsgewinnung in Echtzeit zu schaffen.

**Keywords:** Multikopter, UAV, Drohne, Plattform, Flugzeit, Informationsbereitstellung, Echtzeitanwendungen, Online-Betrieb, Prozesssteuerung, Pflanzenbau

### **1 Situationsanalyse zum UAV-Einsatz in der Landwirtschaft**

Multikopter bzw. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) werden mittlerweile von vielen Landwirten in der Pflanzenproduktion eingesetzt. Darüber hinaus wird in den kommenden Jahren von einer erheblichen Zunahme ausgegangen. Es wird z. B. prognostiziert, dass in den USA die Verkaufszahl für UAV in der Landwirtschaft von gegenwärtig etwa 40.000 Stück pro Jahr in den nächsten zehn Jahren sich mehr als vervierfachen wird [JV13]. Damit wäre die Verkaufszahl beinahe so hoch, wie gegenwärtig für Traktoren [Wi13]. Der Grund für diesen rasanten Aufstieg ist die Nutzung für verschiedenste Aufgaben, wobei ständig neue Anwendungen hinzukommen (Tab. 1).

Für einen Einsatz reist gegenwärtig der Pilot mit dem UAV im PKW an, rüstet dieses für den Flug an, führt die Befliegung mit der zu erledigenden Aufgabe durch und verlässt dann wieder den Einsatzort. Die generierten Informationen stehen in den häufigsten Fällen erst nach Beendigung des Fluges zur Verfügung und werden dann z. B. für spätere Düngemaßnahmen herangezogen. Gegenwärtig sind wirkliche Echtzeitanwendungen der gewonnenen Daten praktisch ausgeschlossen. Sie wären aber eine Voraussetzung für eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten (Tab. 2).

---

<sup>1</sup> Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der HTW Dresden, Inhaber der Professur für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, wild@pillnitz.htw-dresden.de

<sup>2</sup> Zentrum für angewandte Forschung und Technologie e.V. an der HTW Dresden, Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, torsten.schmiedel@zaf.htw-dresden.de

Erfassung von Pflanzeigenschaften			
●Bestandshöhe	●Nährstoffstatus	●Pflanzenkrankheiten	
●Biomasse	●Wassermangel	●Schädlingsbefall	
●Ertragsschätzung	●Reifegrad	●Unkraut- und Unkrautdichteerkennung	
Bodenparameter- erfassung	Schadstellen- erfassung	Betriebsmittel- einsatz	Verschiedenes
●Bodenstruktur	●Hagelschäden	●Nützlings- verteilung	●Wilddetektion
●Erosionsschäden	●Wild- und Mäuseschäden	●Pflanzenschutz- mittelausbringung	●Flächenvermessung
●Drainagen- lokalisierung	●Vernässungs- stellen	●Vergrämungsmit- telausbringung	●Mietengrößenbestim- mung bei Zuckerrüben

Tab. 1: Gegenwärtige Anwendungen und Entwicklungen von UAV in der Pflanzenproduktion [Ac14; Ru14]

Prozesssteuerung	Umgebungserkundung
●Abdrifterfassung bei Pflanzenschutz- maßnahmen	●Wegerkundung
●Überprüfung der Düngemittelverteilung	●Befahrbarkeitsüberprüfung
●Verlusterfassung bei Erntearbeiten im Grünland	●Hindernis- und Fremdkörpererkennung
●Schwad- und Gutstromanalyse	●Wildrettung / -schonung
●Selektive Ernte / Selektive Mahd	●Gelege- und Tierbautenlokalisierung
●Unkraut- und Giftpflanzenseparation	●Ladungssicherung / Verkehrssicherung
●Überprüfung von Bodenbearbeitungs- maßnahmen	●Überwachung von Be- und Entladevor- gängen
●Verlustkornbestimmung beim Mähdrusch	●Ausleuchtung des Arbeitsbereiches
●Teilflächenspezifische Bodenbearbeitung	●Markierung von POI (Points of Interest)
●Maschinenüberwachung	●Probengewinnung und -transport

Tab. 2: Einsatzbeispiele für Echtzeitanwendungen von UAV in der Pflanzenproduktion [Wi15]

Diese neuen Anwendungen bringen aber zusätzliche Anforderungen an das UAV mit sich. Für Anwendungen wie die Steuerung von Prozessen in einer Landmaschine ist eine kontinuierliche Datenbereitstellung durch das UAV notwendig. Das UAV muss also ständig verfügbar und praktisch so lange im Flug sein, wie die Landmaschine im Einsatz ist. Dem stehen aber gegenwärtig der Transport im PKW und vor allem die sehr begrenzte Flugzeit von ein paar Dutzend Minuten gegenüber. Außerdem müsste der Pilot ständig anwesend sein, da gegenwärtig Flugroutinen in einem nur sehr begrenzten Rahmen automatisiert ablaufen. Da während eines Landmaschineneinsatzes die Aufgabe auch wechseln kann, werden verschiedene Sensoren und Aktoren benötigt. Ein multifunktionales Sensor- und Aktorwerkzeug würde aber ein relativ hohes Gewicht (kürzere Flugzeit!) und große Abmessungen zur Folge haben.

## 2 Anforderungen

Für eine schnelle Verfügbarkeit ist der Transport im PKW ungünstig. Eine Alternative wäre das einsatzbereite UAV auf einem (PKW-) Anhänger z. B. unter einer automatisch klappbaren Schutzhaube zu transportieren. Diese Variante bietet sich v. a. dann an, wenn mit dem UAV Aktorik in Kombination mit der Verwendung von Betriebsmitteln zum Einsatz kommt (z. B. Spritzen von Pflanzenschutzmitteln). Der Anhänger würde auch die Betriebsmittel transportieren. Nachteilig wäre aber, dass der Anhänger zusätzlichen Aufwand erfordert und nur selten mit der Landmaschine transportiert werden kann.

Sehr viel besser wäre der Transport des UAV auf der Landmaschine, insbesondere für sensorischen Aufgaben im Echtzeitbetrieb. Dieser könnte auf einer Plattform, installiert z. B. auf dem Kabinendach des Traktors, erfolgen. Gleichzeitig dient die Plattform als Start- und Landeplatz. Das Starten und Landen muss automatisiert erfolgen, und das während der Fahrt. Voraussetzung hierfür ist eine sehr genaue Positionsermittlung und Ansteuerung der sich bewegenden (und manchmal auch geneigten) Plattform. Erforderlich ist eine Genauigkeit von  $\pm 1$  mm, damit nachfolgend beschriebene Funktionen gewährleistet sind. Dies ist mit GPS im dynamischen Betrieb nicht möglich. Hilfreich wäre hier ein mehrstufiges Verfahren: GPS für die „Grobpositionierung“, ein optisches Verfahren zur Justierung auf  $\pm 5$  cm und eine mechanische Ausricht- / Zentriereinrichtung auf der Plattform, um den  $\pm 1$  mm – Level zu erreichen.

Witterungs- und Staubschutz für das UAV stellt kein großes Problem dar, da UAVs mittlerweile nicht nur fliegen, sondern auch tauchen können [JDD16]. Schwieriger gestaltet sich die Energieversorgung für einen Dauerbetrieb. Eine Versorgung über Laserstrahlen [NK10], Brennstoffzellen [Ka14] oder Solarzellen [Sh15] ist in absehbarer Zukunft noch zu teuer oder nicht praxisreif. Naheliegender wäre die Stromversorgung über ein langes Kabel [Gi14]. Dieses „an die Leine nehmen“ würde aber viele Funktionen unterbinden und kommt deshalb weniger in Frage. Was gegenwärtig übrig bleibt, ist eine Versorgung über Akkus, aber ein Dauerbetrieb erfordert ein kontinuierliches Wechseln und auch Laden der leeren Akkus. Da ein Wechsel sehr häufig anstehen würde und auch während der Fahrt der Landmaschine möglich sein muss, ist dafür ein automatisiertes Verfahren auf der Start- und Landeplattform unumgänglich. Neben dem Akkuwechsel ist auch ein automatisierter Wechsel der Sensoren oder Aktoren notwendig, da während eines Arbeitstages unterschiedliche Aufgaben mehrfach anstehen können.

Ebenso automatisiert muss der Flugbetrieb des UAV erfolgen, so dass der Fahrer des Traktors oder der Arbeitsmaschine sich in erster Linie seinen Hauptaufgaben widmen kann. Neben dem automatisierten Starten und Landen sind mindestens drei weitere automatisierte Standardflugroutinen erforderlich: Abfliegen einer vorgegebenen Strecke oder Fläche, Fliegen in einer ständig einzuhaltenden relativen Position zur Landmaschine, Umkreisen der Landmaschine in einem konstanten oder variierenden Abstand.

Unumgänglich ist auch ein System zur Kollisionsvermeidung des UAV. Da der Landmaschinenfahrer in den Flugbetrieb wenig einbezogen ist und in vielen Fällen mit Hin-

dennissen zu rechnen ist, muss auch diese Funktion automatisiert sein. Kollisions-schutzeinrichtungen sind bereits auf dem Markt verfügbar [Em16]. Derartige Systeme beruhen z. B. auf der Reflexionsnutzung oder auf der Triangulation. Alle Systeme weisen aber Vor- und Nachteile auf. Auch ergibt sich bei einer guten Hinderniserkennung häufig eine starke Herabsetzung der Fluggeschwindigkeit. Besser wäre deshalb die Kombination von Verfahren. Dies verbraucht aber viel an Ressourcen des UAV. Von daher ist zu überlegen, ob sich das UAV und Technik auf der Start- und Landeplattform die Kollisionsvermeidungsaufgabe aufteilen: die Umgebungsgroberfassung erfolgt durch die „Plattform“, die Feinsteuerung durch das UAV.

Ausgehend von den vorgestellten Anforderungen an UAVs in Verbindung mit der Anbindung an den ISOBUS der Landmaschine kann ein Echtzeit-Datenaustausch ermöglicht und die Steuerung der laufenden Prozesse verbessert werden.

## Literaturverzeichnis

- [Ac14] Ackerman, E.: Yamaha Demos Agricultural RoboCopter, But Humans Can't Unleash It Yet, [www.spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/yamaha-demos-agricultural-robotocopter](http://www.spectrum.ieee.org/automaton/robotics/drones/yamaha-demos-agricultural-robotocopter), Stand: 08.12.2016.
- [Em16] EmQopter: Collision Avoidance Assistant, [www.qopter.de/caa.php](http://www.qopter.de/caa.php), Stand: 08.12.2016.
- [Gi14] Gieselmann, C.: Entwicklung eines kabelgebundenen und autonomen UAV zum Einsatz als Trägerplattform in der Landwirtschaft. Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 88, S. 142-144, 2014.
- [JDD16] Jones, K.; Dobrokhodov, V.; Dillard, C.: Aqua-Quad - solar powered, long endurance, hybrid mobile vehicle for persistent surface and underwater reconnaissance. Part I - platform design, OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey, CA, USA, S. 1-10, 2016.
- [JV13] Jenkins, D.; Vasigh, B.: Association for unmanned vehicle systems international - The economic impact of unmanned aircraft systems integration in the United States, [www.qzprod.files.wordpress.com/2013/03/econ\\_report\\_full2.pdf](http://www.qzprod.files.wordpress.com/2013/03/econ_report_full2.pdf), Stand: 09.12.2016.
- [NK10] Nugent, T. J.; Kare J. T.: Laser Power for UAVs. [www.lasermotive.com/wp-content/uploads/2010/04/Wireless-Power-for-UAVs-March2010.pdf](http://www.lasermotive.com/wp-content/uploads/2010/04/Wireless-Power-for-UAVs-March2010.pdf), Stand: 08.12.2016.
- [Ru14] Ruppe, J.: Möglichkeiten des Einsatzes von unbemannten Fluggeräten in Landwirtschaft und Naturschutz. 12. Tagung Landtechnik im Alpenraum, Feldkirch, 2014.
- [Sh15] Shaheed, M. H. et.al.: Flying by the Sun only: The Solarcopter prototype. *Aerospace Science and Technology* 45, S. 209-214, 2015.
- [Wi13] Wiesendorfer, G.: Worldwide Farm Machinery Markets. Fourth World Summit on Agriculture Machinery New Dehli, 2013.
- [Wi15] Wild, K.: System zum Erfassen von Parametern der Umwelt und Umgebung. Patentschrift DE 102013019098 B3, 2015.