# Einsatz von Mikro- und Minidrohnen für Fernerkundungsaufgaben in der agrochemischen Forschung und Entwicklung

Autor(en): **Annen, A. / Nebiker, Stephan / Oesch, D.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **105 (2007)**

Heft 6

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-236426

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Einsatz von Mikro- und Minidrohnen für Fernerkundungsaufgaben in der agrochemischen Forschung und Entwicklung

Die agrochemische Feldforschung weist Eigenheiten auf, welche hohe Anforderungen an den Einsatz von Fernerkundungsmethoden mit sich bringen. Mit dem Einsatz neuer autonomer Mikro- oder Minidrohnen und geeigneter multispektraler Bildsensoren könnten diese speziellen Anforderungen zukünftig effizient und kostengünstig befriedigt werden. In dieser Publikation werden die Erfolg versprechenden Ergebnisse erster Feldversuche mit einem GPS gestützten Modellhelikopter vorgestellt, die vom Institut Vermessung und Geoinformation (IVGI) der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) in Zusammenarbeit mit der Syngenta Crop Protection AG durchgeführt wurden.

*La recherche agrochimique dans le terrain a des particularités qui entraînent de hautes exigences pour l'application de méthodes de télédétection. Avec l'utilisation de nouvelles micro ou mini-drones autonomes disposant de senseurs d'images multispectraux ces exigences spécifiques pourront être satisfaites à l'avenir de façon efficiente et économique. Dans cette publication sont présentés les résultats prometteurs des premiers essais de terrain avec des hélicoptères modèle réduit conduits par GPS. Ces essais ont été faits par l'Institut de mensuration et de géoinformation (IVGI) de la HES du Nord Ouest de la Suisse en collaboration avec Syngenta Crop Protection AG.*

La ricerca agro-chimica del terreno presenta delle caratteristiche che contemplano l'esigenza di ricorre a metodi di telerilevamento. In futuro, queste esigenze specifiche potranno essere soddisfatte, in modo efficiente e vantaggioso, ricorrendo ai nuovi microdroni o minidroni autonomi e ai sensori d'immagine multrispettrale. In quest'articolo si presentano i promettenti risultati dei primi test con un modello di elicottero supportato da GPS, realizzati dall'Istituto di Misurazioni e Geoinformatica (IVGI) della SUP della Svizzera Nord-occidentale (FHNW), in collaborazione con la Syngenta Crop Protection AG.

*A. Annen, St. Nebiker, D. Oesch*

## Einleitung

In der agrochemischen Forschung werden neue Wirkstoffe und Produkte wie Herbizide, Pestizide, Fungizide und Düngemittel auch in Feldversuchen untersucht. Heute werden diese Feldversuche in periodischen Abständen durch erfahrene Mitarbeiter mit beträchtlichem Arbeitsaufwand visuell anhand der Blattflächeneigenschaften erfasst (bonitiert). Dabei sind Forscher stets auf der Suche nach neuen Verfahren, um die Beurteilung der Feldversuche möglichst zuverlässig und ökonomisch vorzunehmen. Grossflächige Abschätzungen des Chlorophyllgehaltes (grüne Blattfläche) eines Bildausschnittes haben eine lange Tradition in der Satellitenfernerkundung [Tucker 1979]. Für Feldversuche mit Testplots in einer typischen Grösse von einem bis wenigen Quadratmetern reicht jedoch die verfügbare räumliche Auflösung satellitengestützter Systeme nicht aus. Ausserdem ist deren Verfügbarkeit für die Versuchflächen oft ungenügend. Zudem beeinflusst die grosse Distanz zwischen Sensor und Zielfläche das auszuwertende Signal (Atmosphäre/Geometrie). Als mögliche wirtschaftlichere Lösung, da kostengünstiger und flexibler, bieten sich tieffliegende, autonome Plattformen wie Mini- oder Mikrodrohnen an. Solche Systeme ermöglichen eine hohe räumliche Auflösung im Subdezimeterbereich, können nach Bedarf in Betrieb genommen werden und garantierten somit einen planbaren und regelmässigen Einsatz.

Das Institut Vermessung und Geoinformation (IVGI) der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) setzt im Fachbereich Photogrammetrie und Fernerkundung seit ca. zwei Jahren Modellhubschrauber bzw. Mini- und Mikrodrohnen ein. Im Vordergrund standen dabei Untersuchungen zur digitalen 3D-Rekonstruktion von Kulturdenkmälern und Forschungsarbeiten im Bereich der Echtzeit-Georeferenzierung mobil erfasster Videodaten [Eugster 2007]. Diese Erfahrungen wollte das IVGI in den Bereich des Vitalitäts-Monitorings in der Agrochemie einbringen.

Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Firma Syngenta Crop Protection AG sollte eine kostengünstige und flexibel einsetzbare Lösung für die Beurteilung von kleinräumigen Testfeldern mittels Fernerkundung untersucht werden. Die objektive und reproduzierbare Erfassung und Beurteilung der Testfelder mit Hilfe von Drohnen basierten Multispektralaufnahmen sollten in einem Pilotversuch getestet und evaluiert werden. Die Initialisierung dieses Projektes erfolgte zu Beginn des Sommers 2006. Bereits Mitte August 2006 konnten die zwei Testflüge durchgeführt werden.

## Flugplanung und -aufnahmen

Für den Pilotversuch wurde eine Rebkultur, bestehend aus zehn Reihen ausgewählt, welche wiederum in je 2.5 m lange Testplots bzw. -parzellen unterteilt waren. Insgesamt waren somit 240 Testparzellen vorhanden. Das Projekt wurde

**Abb. 1: Im Projekt eingesetzter Modellhubschrauber der Firma weControl AG, Zürich.**

mit einem Modellhubschrauber der Firma weControl AG, Zürich geflogen. Das Fluggerät besitzt einen Rotordurchmesser von 1.8 m, ist mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet und hat eine Nutzlast für die eigentlichen Bildsensoren von ca. einem Kilogramm. Dieser Modellhubschrauber ist mit dem Fluglageregelungssystem wePilot1000 ausgestattet, welches sowohl ein einfaches Fliegen per Joystick als auch eine vollautomatische Waypoint-Navigation nach GPS-Koordinaten ermöglicht. Zusätzlich wird ein Videosignal zur Überprüfung des Bildausschnittes über einen digitalen Datenlink zur Bodenstation übertragen.

Auf Grund der geringen Nutzlast (ca. 1 kg) und der verfügbaren Sensoren mussten die Flüge für den sichtbaren und den NIR-Spektralbereich getrennt durchgeführt werden. Die daraus entstehenden Anforderungen an eine präzise Koregistrierung der einzelnen Kanäle sind in [Brosi 2006] erläutert. Die für die Aufnahmen im nahen Infrarot (NIR) ausgewählte Kamera Sony SmartCam erfüllte die Anforderungen an Gewicht und CCD-Empfindlichkeit im nahen Infrarot – bei moderaten Anschaffungskosten – am besten. Um die Aufnahmen im sichtbaren und vor allem im roten Spektralbereich zu erfassen, wurde eine handelsübliche digitale Spiegelreflexkamera eingesetzt.

Bei der Flugplanung wurde angestrebt, über eine geeignete Objektivwahl mit beiden Kameras sowohl eine identische Pixelgrösse bzw. Ground Sampling Distance (GSD) als auch eine annähernd identische Flughöhe zu erreichen. Geplant wurde je ein Streifen über dem Rebenfeld mit 60% Längsüberdeckung, was für jeden Flug vier Bilder ergab (siehe Abb. 2). Dieser Streifen wurde jeweils mit einer Flughöhe von 110 Metern über Grund geflogen. Daraus resultierte eine durchschnittliche GSD von 7 cm. Um eine präzise Georeferenzierung der Bilddaten zu ermöglichen, wurden fünf Passpunktmarken ausgelegt und mittels RTK-DGPS mit einer Genauigkeit von ca. 2 cm in der Lage und ca. 3 cm in der Höhe eingemessen.

Die Flugplanung konnte vor dem Bildflug direkt an der Bodenstation des Modellhubschraubers eingelesen und entsprechend ausgeführt werden. Die Bilder wurden anhand der Flugplanung von der Fluglageregelung automatisch über ein Trigger-Signal ausgelöst.

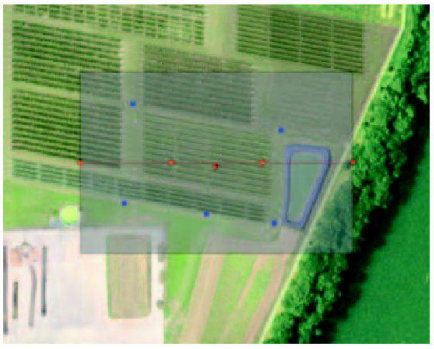

**Abb. 2: Flugplanung mit dem durch die Bilder abgedeckten Bereich (grau) und den eingezeichneten Passpunkten.**

## Resultate

Da sich die Projektionszentren der getrennt erfolgten Aufnahmen der einzelnen Bildkanäle in der Grössenordnung von 3 m unterschieden, stellte die Koregistrierung der einzelnen Kanäle sehr hohe Anforderungen. Dazu wurde die markante Topographie der Rebenkultur mit Hilfe eines Oberflächenmodells (DOM) modelliert, welches als Basis für die Generierung von True Orthophotos der einzelnen Bildkanäle diente. Mit diesem Ansatz konnte gewährleistet werden, dass in beiden Kanälen die homologen Objektpunkte bzw. «Surfel» erfasst und verglichen werden. In [Brosi 2006] wurde aufgezeigt, dass die Koregistrierung der

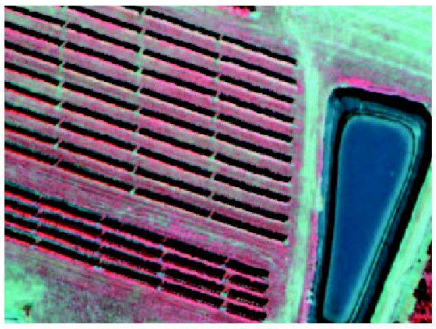

**Abb. 3: Ausschnitt des erstellten True Orthophotos als Falschfarbenbild.**

Bildkanäle mit Hilfe des True Orthophotos trotz einer GSD von 7 cm mit einer Genauigkeit von < 1 Pixel realisiert werden konnte.

Die Referenzdaten für die 240 Testparzellen lagen in Form von Prozentwerten, welche dem Anteil an kranken Blättern pro Testparzelle entsprechen, zur Verfügung. Teile dieser Referenzdaten dienten als Trainingsgebiete, der Rest zum Vergleich mit den ausgewerteten Bilddaten. Dazu wurden die gemittelten NDVI-Werte der einzelnen Testparzellen mit den Referenzdaten verglichen. In Abbildung 4 sind auszugsweise die Ergebnisse für die 24 Testparzellen der Reihe 3 aufgeführt. Die Diagramme zeigen eine sehr gute Übereinstimmung zwischen den automatisch bestimmten Werten aus der Fernerkundung und den Referenzdaten. Um eine quantitative Aussage über die Qualität der Klassifizierung bzw. Vitalitätsbestimmung zu ermöglichen, wurden ein Korrelationskoeffizient pro Reihe (je 24 Testparzellen) sowie die Standardabweichung der automatischen Klassifizierung einer einzelnen Parzelle berechnet. Die Beurteilung über sämtliche Testparzellen ergab einen Korrelationskoeffizienten von 0.87 und eine Standardabweichung der Klassifizierung einer Testparzelle von 13% (unter Annahme einer fehlerfreien Bonitierung) bzw. von 9% (unter Annahme einer Bonitierungsgenauigkeit in gleicher Grössenordnung wie die Klassifizierung). Es darf somit davon ausgegangen werden, dass die Klassifizierungsgenauigkeit im Bereich der Genauigkeit einer manuellen Bonitierung liegt. Weitere Resultate sind in [Brosi 2006] dokumentiert.

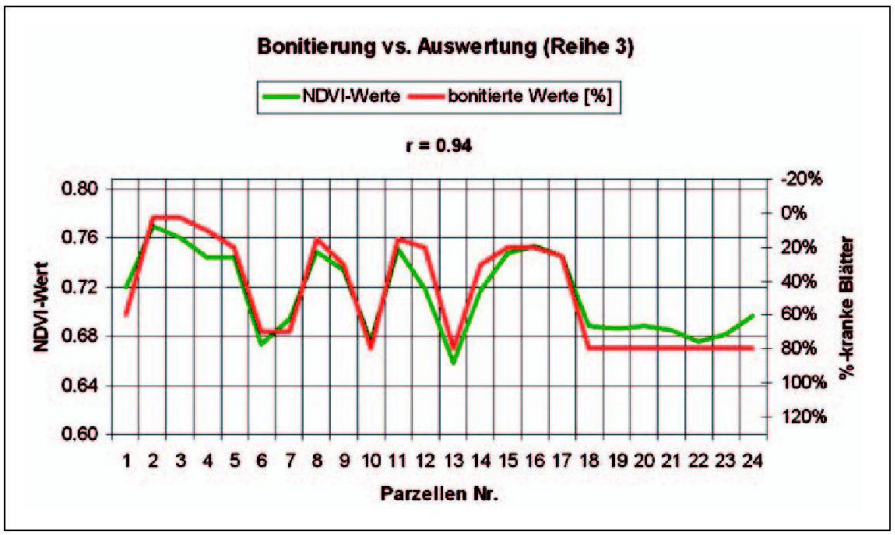


Abb. 4: Auszug aus dem Vergleich mit den Referenzdaten.

## Schlussfolgerungen

Im vorgestellten ersten Pilotversuch kamen wegen Gewichts- und Zeitrestriktionen improvisierte Bildsensoren für den sichtbaren einerseits und den NIR-Spektralbereich andererseits zum Einsatz. Trotz der daraus resultierenden getrennten Bildflüge pro Spektralkanal mit jeweils unterschiedlichen Bildsensoren, konnten die erfassten Bilddaten mit einer GSD von nur 7 cm mit aufwändigen photogrammetrischen Berechnungen exakt koregistriert werden. Der Vergleich der automatisch bestimmten Vitalitätsbestimmung für Reben mit den Referenzdaten ergab eine sehr hohe Korrelation von ca. 0.9 und eine mittlere «Klassifizierungsgenauigkeit» pro Testparzelle von ca. 10%. Dieser Wert deutet darauf hin, dass die automatische Vitalitätsbestimmung aus sehr hoch aufgelösten Fernerkundungsdaten im Falle von Reben eine ähnliche Qualität aufweist wie die Referenzbonitierung.

Allgemein lässt sich festhalten, dass der Pilotversuch mit sehr erfolgversprechenden Resultaten abgeschlossen werden konnte. Trotz der Kompromisse, die auf Grund der fehlenden Multispektralsensoren in dieser Gewichtsklasse gefällt werden mussten, dürfen die erzielten Resultate als sehr positiv bezeichnet werden. Die Allgemeingültigkeit der vorliegenden Resultate mit Rebkulturen müssen allerdings mit Versuchen bei anderen Kulturarten (z.B. Kartoffeln) noch bestätigt werden.

Abb. 5: Drohne md4-200 des Instituts Vermessung und Geoinformation der FHNW.

## Ausblick

In diesem Sommer werden die vorgestellten Untersuchungen fortgesetzt. Das IVGI hat als neue Sensorplattform die Mikrodrohne md4-200 der Firma microdrones GmbH angeschafft. Diese Drohne zeichnet sich durch ihre Sicherheit und Einfachheit bei der Bedienung aus. Das maximale Abfluggewicht, des mit vier elektrisch betriebenen Rotoren ausgestatteten Fluggerätes beträgt allerdings nur knapp ein Kilogramm. Bemerkenswert ist, dass die maximale Nutzlast bei diesem Gewicht dennoch 300 g beträgt. Die Mikrodrohne ist mit einem GPS-gestützten Fluglageregelungssystem und einem Datenlink zur Übertragung von Videosignalen an eine Bodenstation ausgestattet. Verschiedene leichtgewichtige Sensoren (z.B. Videokamera, RGB-Kamera oder thermale Infrarotkamera) können mitgeführt werden. Was aktuell noch fehlt ist ein geeigneter Multispektralsensor zur Vegetationsanalyse. Deshalb wurde FHNW-intern das Forschungsprojekt MultiSpectralMicroSensor (MSMS) gestartet, in welchem in Zusammenarbeit mit dem Institut Power and Signal Processing (IPSP) der FHNW ein Prototyp eines leichtgewichtigen Multispektralsensors entwickelt werden soll. Ein erster Prototyp wird voraussichtlich im Sommer 2007 im Versuchsareal der Syngenta getestet werden können.

*Literaturverzeichnis:*

Brosi, D., 2006: Modellhelikopter gestützte multispektrale Vegetationsklassifizierung und 3D-Modellierung – Teil 1: Vegetationsklassifizierung. Diplomarbeit IVGI/FHNW.

Eugster, H., 2007: Georegistrierung mittels Minidrohnen erfasster Videosequenzen – Ansätze und Genauigkeitsanalyse. Muttenz: Beitrag zur Dreiländertagung 2007 der SGPBF, DGPF und OVG.

Tucker, C.J. 1979: Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of the Environment, 8:127–150.

Adrian Annen
Prof. Dr. Stephan Nebiker
Fachhochschule Nordwestschweiz
Institut Vermessung und Geoinformation
Gründenstrasse 40
CH-4132 Muttenz
stephan.nebiker@fhnw.ch
adrian.annen@fhnw.ch

Dr. David Oesch
Agronomic Information Services
Syngenta Crop Protection AG
Schwarzwaldallee 215
CH-4002 Basel
david.oesch@syngenta.com