

# Einsatz eines UAV zur Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften in Winterweizen

Johanna Link-Dolezal\*, Patrick Reidelstürz\*\*, Simone Graeff\*, Wilhelm Claupein\*

\*Institut für Pflanzenbau und Grünland  
Universität Hohenheim, Fruwirthstr. 23, 70599 Stuttgart  
jlink@uni-hohenheim.de

\*\*Institut für Flugsysteme (LRT 13)  
Universität der Bundeswehr München  
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85579 Neubiberg.  
patrick.reidelstuerz@unibw.de

**Abstract:** Untersuchungen haben gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der spektralen Information und dem Zustand eines Pflanzenbestandes gibt. Solche Daten können bei einer sinnvollen Interpretation für das teilflächenspezifische Management eines Schlates eingesetzt werden. Ziel dieser Studie war, den Einsatz eines ferngesteuerten UAV (unmanned aerial vehicle) zur Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften in Winterweizen zu untersuchen. Als UAV wurde ein herkömmliches Modellflugzeug für den vorhandenen Zweck umgebaut und mit einem Spektrometer ausgerüstet. Die Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften mittels UAV zeigte, dass die Variabilität innerhalb des Schlates erfasst, aber nur eine schwache Korrelationen zur anderen Messwerten (wie dem Biomasseindex) ermittelt werden konnte. Längerfristiges Ziel ist, das UAV als modulare Plattform für Sensorsysteme im Bereich des Precision Farming zu installieren, weiter zu optimieren und so Fernerkundungsdaten zeitnah und flexibel für das teilflächenspezifische Management eines Schlates nutzen zu können.

## 1 Hintergrund

Zahlreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass es einen Zusammenhang zwischen der spektralen Information und dem Zustand eines Pflanzenbestandes gibt [Be91]. So können beispielsweise Informationen über den Stickstoffgehalt [Mi06] die Wasserversorgung [BJM00], den Krankheitsbefall [LJ89] oder die Biomasse- [MS08] und Ertragsentwicklung [Os02] eines Pflanzenbestandes aus Multispektraldaten abgeleitet werden und bei einer sinnvollen Interpretation für das Management eines Schlates genutzt werden. Insbesondere vor dem Hintergrund des Precision Farming ist man auf hoch aufgelöste, flächenhafte Daten angewiesen, um daraus beispielsweise den optimalen Einsatz von Betriebsmitteln wie Dünger, Wasser oder Pflanzenschutzmitteln für einzelne Teilflächen eines Schlates ableiten zu können.

Die heute zur Verfügung stehenden flächenhaften spektralen Informationen stammen meist von Fernerkundungsaufnahmen via Satellit oder bemannten Flugzeugen. Diese Aufnahmen haben den Nachteil, dass sie sehr kostenintensiv, aufgrund von Witterungsverhältnissen eingeschränkt zur Verfügung stehen und oft nicht zeitnah verfügbar sind.

Daneben gibt es zahlreiche Messungen mit tragbaren Spektrometern, die wiederum den Nachteil haben, dass eine flächendeckende Messung sehr zeitaufwendig ist. Vor diesem Hintergrund wurde der Einsatz eines ferngesteuerten UAV (unmanned aerial vehicle) zur Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften in Winterweizen untersucht. Ziel war zu klären, ob die Variabilität im Schlag über den Sensoreinsatz erfasst werden kann und ob es einen Zusammenhang mit anderen Messdaten gibt.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 UAV zur Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften

Als UAV wurde ein herkömmliches Modellflugzeug mit ca. 3 m Spannweite (Maxie Sport, Graupner) für den vorhandenen Zweck umgebaut (Abb. 1), um so die erforderliche Tragfähigkeit und Zuladung bewältigen zu können. Das UAV ist mit einem hochwertigen Elektroantrieb („brushless“, geringes Gewicht, Verschleißfreiheit, höchste Leistung) ausgerüstet. Das UAV wurde mit Lithium-Polymer Akkus angetrieben, die mittels Einzelzellenüberwachung gegenüber Über- und Unterladung geschützt wurden.

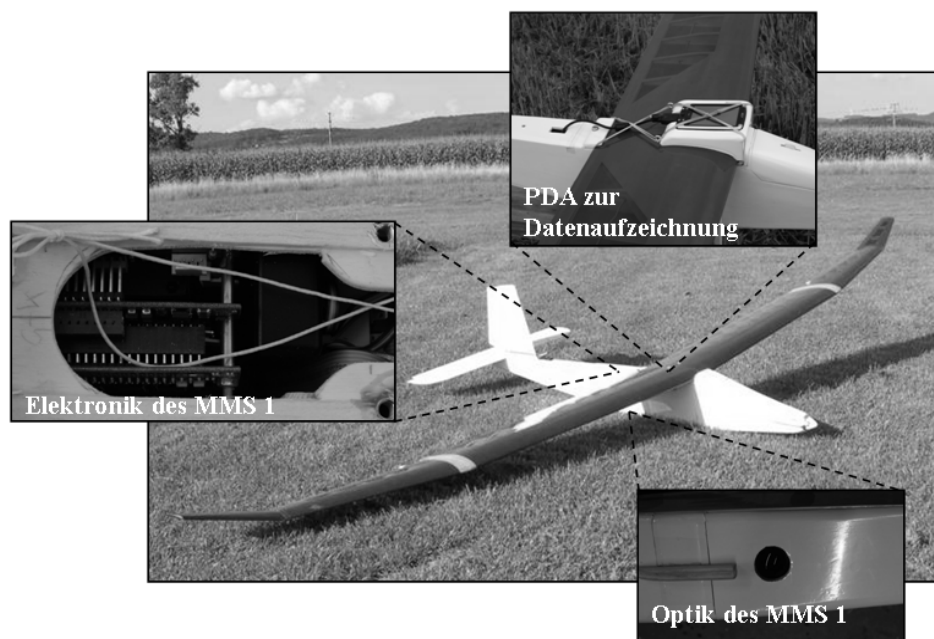


Abbildung 1: UAV zur Erfassung von multispektralen Reflexionseigenschaften in Winterweizen ausgerüstet mit dem Spektrometer MMS 1, enhanced (Tec5).

Das verwendete Spektrometer (MMS 1 enhanced, Tec5) erfasst über einen optischen Eingang den Spektralbereich von 400 – 1100 nm.

Die spektrale Auflösung ist mit 256 Pixel sehr hoch, so dass detaillierte Informationen über die Reflexion und Adsorption der Einstrahlung im sichtbaren Wellenlängenspektrum des Pflanzenbestandes ermöglicht werden. Der Sensor eignet sich auch aufgrund der geringen Größe und einem Gewicht von ca. 500 g für den Einsatz im UAV.

## **2.2 Referenzmessungen**

Neben der Ertragskartierung wurden flächendeckende FieldScan-Messungen zur Erfassung der Reflexion und Erhebungen des Biomasse-Indexes (N-Sensor, Yara, Dülmen) als Bewertungsgrundlage für die Variabilität innerhalb des Bestandes herangezogen.

## **2.3 Datenaufzeichnung und -auswertung**

Die spektrale Information und die entsprechende räumliche Position des UAV wurden während des Überfluges mit einem mit GPS ausgerüsteten PDA (Pocket loox, Fujitsu Siemens) aufgezeichnet. Die simultane Erfassung dieser Messwerte ermöglichte eine Lokalisierung und räumliche Darstellung der Messwerte. So konnten die aus dem Überflug gewonnenen Daten mit weiteren, georeferenzierten Messdaten des überflogenen Pflanzenbestandes in ArcGIS verschnitten und abgeglichen und somit hinsichtlich ihres Informationsgehaltes bewertet werden. Für die Auswertung der Daten wurde der Schlag virtuell in sog. Grids unterteilt. Jedes Grid hatte eine Grundgröße von 36 m x 36 m und war zusätzlich in eine Kontrollvariante und eine teilflächenspezifische N-Düngungsvariante unterteilt. Der Biomasseindex wurde im Mittel aus 13,1 Messwerten berechnet, der Ertrag aus durchschnittlich 57,3 Messwerten und für die spektrale Information lagen im Mittel 4,7 Messwerte pro Grid vor.

## **3 Ergebnisse und Diskussion**

Die Erfassung der multispektralen Reflexionseigenschaften mittels UAV lieferte folgende erste Ergebnisse. Über den Einsatz des MMS 1 konnte in Abhängigkeit der ausgewählten Wellenlänge die existierende Variabilität im Pflanzenbestand erfasst werden. Die Reflexionsmessungen mittels FieldScan ergaben eine schlaginterne Variabilität von 3,0 %, wohingegen über die Messungen mit dem MMS 1 (850 nm) eine Variabilität von 8,4 % vorlag. Der endgültige Weizenertrag lag zwischen 5432 und 9820 kg ha<sup>-1</sup>, was einem Variationskoeffizient von 11,1 % entsprach.

Die gridbasierten Mittelwerte im untersuchten Schlag ergaben je nach Messtermin eine schwache lineare Korrelation von bis zu  $R = 0,40$  zwischen FieldScan- und MMS 1 Messungen (Abb. 2). Zwischen den Ertragsdaten und den Messwerten des MMS 1 konnte bei einer ersten Datenauswertung kein nennenswerter Zusammenhang ermittelt werden. Ein möglicher Grund hierfür ist, dass die im Augenblick realisierte Georeferenzierung nur über die Position des UAV und nicht über weitere Informationen zur tatsächlichen Lage des UAV in der Luft erfolgte. Für weitere Messflüge sollen diese Informationen simultan erfasst und dann zur Korrektur der Daten einbezogen werden.

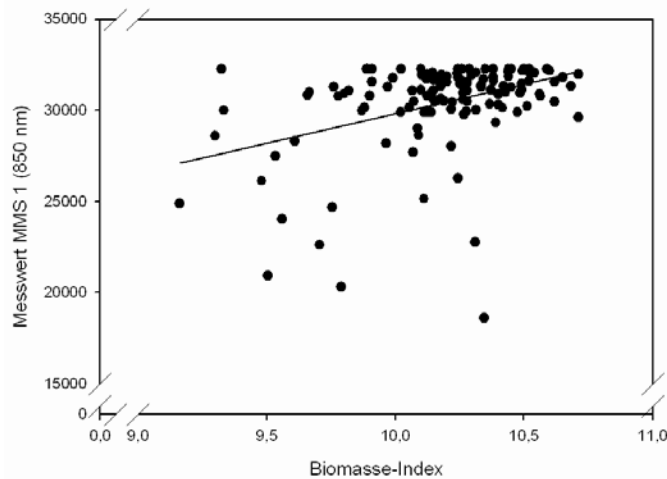


Abbildung 2: Korrelation (R) zwischen den gridbasierten Mittelwerten des Biomasse-Indexes (FieldScan) am 26.06.2009 und dem Messwert MMS1 (850 nm) am 17.06.2009.  $R = 0,40$ .

Längerfristiges Ziel dieser Forschungsarbeit ist, das UAV als modulare Plattform für Sensorsysteme fest im Bereich des Precision Farming zu installieren, weiter zu optimieren und so Fernerkundungsdaten zeitnah, flexibel und kostengünstig für das teilflächenspezifische Management eines Schlages nutzen zu können. So kann eine simultan angesteuerte und exakt ausgerichtete Digitalkamera die Rückwärtskorrektur der aufgezeichneten Daten noch verbessern, was evtl. die Aussagekraft noch steigern kann. Ein wesentlicher Beitrag zum Gelingen dieses Vorhabens wird durch die Zusammenarbeit mit dem neuen „Kompetenzzentrum für Sensoren und Geoinformationssysteme“ an der Universität Hohenheim erwartet.

## Literaturverzeichnis

- [Be91] Belward, A.S. et al.: Spectral characteristics of vegetation, soil and water in the visible, near-infrared and middle-infrared wavelengths. In (Belward, A.S.; Valenzuela, C.R.): Remote Sensing and Geographical Information Systems for Resource Management in Developing Countries. Kluwer Academic Publisher, 1991. S. 31-52.
- [BJM00] Bahrn, A.; Jensen, C.R.; Mogensen, V.O.: Spectral reflectance vegetation index as an indicator of drought of field grown maize (*Zea mays* L.). The Royal and Agricultural University Denmark, 2000.
- [LJ89] Lorenzen, B.; Jensen, A.: Changes in Leaf spectral properties induced in barley by cereal powdery mildew. Remote Sens. Environ. 27. 1989. S. 201-209.
- [Mi06] Miao, Y. et al.: Within-Field Variation in Corn Yield and Grain Quality Responses to Nitrogen Fertilization and Hybrid Selection. Agron. J. 98. 2006. S. 129-140.
- [MS08] Mistele, B.; Schmidhalter, U.: Spectral measurements of the total aerial N and biomass dry weight in maize using a quadrilateral-view optic. Field Crops Res. 106. 2008. S. 94-103.
- [Os02] Osborne, S.L. et al.: Use of spectral radiance to estimate in-season biomass and grain yield in nitrogen- and water-stressed corn. Crop Sci. 42. 2002. S. 165-171.