

**Abschlussbericht zum Projekt
StruthView**

März 2015

**Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Optimierung der Betriebsführung
Pflanzenproduktion auf der Grundlage aktueller
hoch auflösender Luftbilder von autonom fliegenden Drohnen**

.....

0. Projektbeteiligte

Auftragnehmer: **RUCON Engineering**
Isserstedter Straße 1, 99441 Großschwabhausen

Wissenschaftlichen Begleitung: **ATB, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.**
Dr. R. Gebbers

1 Zusammenfassung

Im Projekt StruthView wurden neue Verfahren zur Optimierung der Betriebsführung Pflanzenproduktion entwickelt und erfolgreich getestet. Durch das Anfertigen aktueller hochauflösender Luftbilder (Orthofotos) mittels innovativer Drohnensysteme (UAV) und deren softwarebasierten Auswertung konnten vielfältige und detaillierte Informationen zu den Beständen, in einer bisher nicht erreichbaren Qualität und Aktualität, gewonnen werden.

Ausgehend von der Analyse unbewachsener Flächen konnten Bodenstrukturen zur Untersetzung der Reichsbodenschätzung erkannt und in Kartengrundlagen eingearbeitet werden. Mit mehrfachen Analysen der aktuellen Vegetationsindizes über die gesamte Vegetationsperiode konnten u.a. wertvolle Informationen für:

- die Einschätzung von Schadereignissen (Hagel, Unkrautbesatz, Erosion, u.a.)
- die teilflächenspezifische 2. und 3. N-Gabe (teilflächenspezifische Düngeempfehlungen und Streukarten)
- den Einsatz von Herbiziden und
- die Einschätzung des Abreifezustandes der Teilflächen für eine Druschzeitpunktbestimmung

gewonnen werden.

Resümierend kann festgestellt werden, dass mit dem Einsatz dieser drohnenbasierten Verfahren deutliche Verbesserungen des Betriebsmitteleinsatzes in der Pflanzenproduktion, die Verbesserung und Homogenisierung der Produktqualitäten und positive Effekte für eine umweltgerechte und nachhaltige Flächenbewirtschaftung möglich sind.

2 Hintergrund und Zielstellung

Die Agrargesellschaft Struth-Eigenrieden eG ist ständig bemüht, ihre Betriebsführung Pflanzenproduktion weiter zu optimieren. Neben den pflanzenbaulichen und wirtschaftlichen Aspekten steht dabei die freiwillige Erfüllung von Kriterien der umweltgerechten Landbewirtschaftung im Mittelpunkt.

Als wesentliche Maßnahme hierbei wird die teilflächenbezogene Bewirtschaftung deutlich intensiviert. Wechselwirkungen einer optimalen (teilflächenbezogenen) Grundnährstoffversorgung (P, K, Mg) mit einer dem flächenbezogenen Bedarf angepassten N-Ernährung der Bestände finden deshalb ebenso Beachtung, wie die Vermeidung von N-Austrägen in die Luft bzw. ins Grundwasser oder die Minimierung der Bodenerosion.

Die Zielstellung des Projektes bestand deshalb in der

Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Optimierung der Betriebsführung Pflanzenproduktion auf der Grundlage aktueller hoch auflösender Luftbilder von autonom fliegenden Drohnen.

Hoch auflösende Luftbilder sollten mittels autonom fliegenden Drohnen zu aktuellen Anlässen der Betriebsführung angefertigt und fachspezifisch ausgewertet werden. Mit diesem Verfahren soll die Informationsbasis für die Planung und Durchführung der agronomischen Maßnahmen deutlich verbessert werden.

3 Vorbereitende Arbeiten

Schlagspezifische Datenlage

Von der AG Struth wurden in Zusammenarbeit mit RUCON Engineering 8 geeignete Betriebsflächen ausgewählt (insgesamt 202,32 ha), bei denen sich eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung aufgrund ihrer Heterogenität und Größe als sinnvolles Instrument zum effektiven Einsatz und zur Einsparung von Betriebsmitteln anbietet (Abb. 1).

Schlag-Nr.	4541	4551	4711	4811	4812	4821	4831	4841
Anbau 2013	Winter-raps (WR)	Winter-weizen (WW)	Winter-gerste (WG)	Winter-raps (WR)	Winter-weizen (WW)	Triticale (Tri)	Winter-weizen (WW)	Erbsen (Erb)
Anbau 2014	Winter-weizen (WW)	Winter-weizen (WW)	Winter-raps (WR)	Winter-weizen (WW)	Winter-gerste (WG)	Erbsen (Erb)	Triticale (Tri)	Winter-gerste (WG)



Abb. 1: Übersicht der Untersuchungsflächen

Die Datenlage zu diesen Flächen wurde analysiert. Zu vorhandenen Defiziten wurden weitere Daten erhoben und die Datenlage entsprechend ergänzt.

Für jeden Schlag wurde ein digitales Geländemodell beschafft und in vorhandene GI-Systeme integriert.

Des Weiteren wurden Reichsbodenschätzungskarten der acht Schläge georeferenziert, digitalisiert und in ein GIS (Geoinformationssystem) überführt.

11.3

Planung der Befliegungen

Für die Befliegungen im Jahr 2013 wurde auf der Basis der digitalen Geländemodelle für jede Fläche ein Flugplan erstellt. Damit wurde das autonome Wegpunkt-gesteuerte Abfliegen der vorgegebenen Routen gewährleistet (gleiche Höhe über Grund).

Um die Flächen im Jahr 2014 erneut zu befliegen, wurden die Flugpläne aus dem Jahr 2013 übernommen. Situationsbedingt wurden Anpassungen vorgenommen.

Zu allen Befliegungsterminen kam ein Oktokopter-System mit halbautonomem Flugmodus zum Einsatz. Als Sensor diente eine RGB-Kompaktkamera (Canon-IXUS mit einer Auflösung von 12 Megapixeln). Es wurde für alle Flächen jeweils ein kompletter Überflug durchgeführt, sodass aus den Aufnahmen ein Orthofoto (Abb. 2) zusammengesetzt werden konnte.

11.2.0

Planung der Bonitierung/Ground Truthing

Das Ground Truthing hat den Zweck die Fernerkundungsdaten zu untermauern, um die Untersuchungsobjekte zweifelsfrei der Zielklasse zuweisen zu können oder eine falsche Zuweisung zu verhindern. Im Rahmen dieser Bonitur wurden alle Flächen jeweils an zwei Stellen begangen.

11.2

Die Bonitierung der Zielflächen erfolgte am Tag der Befliegung oder kurze Zeit später (Abb. 2). Es wurden je Standort jeweils drei Rahmen mit je 0,25 m² Fläche beprobt, um lokale Inhomogenitäten auszugleichen und die zonalen Unterschiede zu verdeutlichen.

Ereignis (Zeitraum)	Bestandskontrolle					2. Gabe				3. Gabe			
	21.2	Anfang März				Ende März - Anfang April				Anfang Mai			
Fruchtart	WR	WW	WG	WR	TRI	WW	WG	WR	TRI	WW	WG	WR	TRI
Foto UAV													
Begehung													
Foto schräg (Hand)													
Foto senkrecht (Hand)													
Pflanzen zählen													
Unkraut erfassen													
Größenbestimmung und Foto													
N-Tester													
Biomasseschnitt													

Abb. 2: Boniturplan 2014 mit den auf den verschiedenen Fruchtarten (Winterraps, Winterweizen, Wintergerste und Triticale) durchgeführten Maßnahmen. Quelle: Eigener Entwurf

Da es zu Beginn der Vegetationssaison 2014 aufgrund des äußerst geringen Entwicklungsstadiums keine feststellbaren Hinweise für Unterschiede in der Entwicklung auf den einzelnen Schlägen gab, wurde für die Positionierung der Bonitierungspunkte auf die Zonen der Düngeempfehlung vom 24.04.2013 zurückgegriffen (Abb. 3). Diese Festlegung war nicht statisch, vielmehr sollten die Positionen auf Grundlage neuerer Erkenntnisse modifiziert werden.

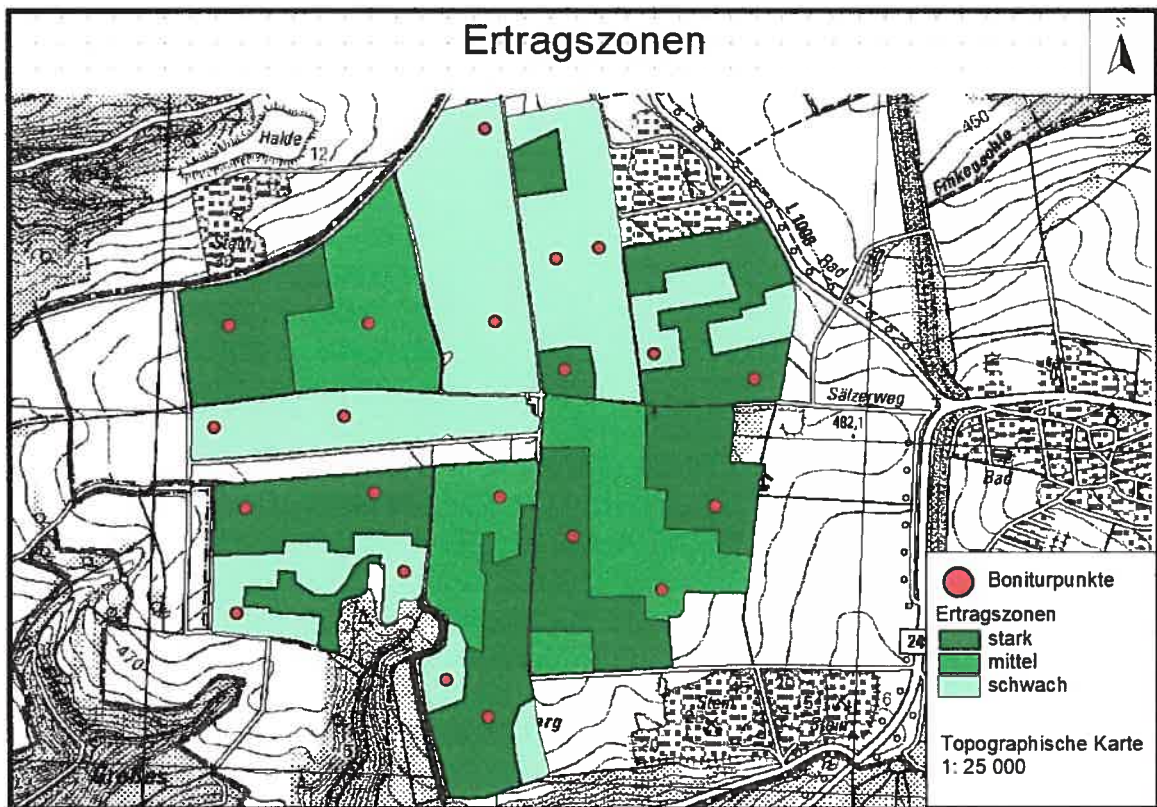


Abb. 3: Positionierung der Bonitierungspunkte bezogen auf die Ertragszonen

Auswertung

Zur Beurteilung der Bestandesentwicklung während der Vegetationssaison eignen sich insbesondere Vegetationsindizes. Für die Untersuchungen wurde der VARI herangezogen, da dieser über die RGB-Farbkanäle leicht und kostengünstig zu ermitteln, aber dennoch sehr aussagekräftig ist.

(Der VARI (Visible Atmospherically Resistant Index) ist relativ und beschreibt innerhalb der Grenzen eines berechneten Werteintervalls, ob ein Bereich viel oder wenig Blattgrün aufweist. Damit ist nicht nur nachweisbar, ob es auf einer Fläche überhaupt Blattgrün gibt sondern auch, ob erkannte Vegetation Unterschiede in ihrer Vitalität aufweisen. Im Allgemeinen schwankt der VARI zwischen einem einstellig negativen und einem einstellig positiven Grenzwert. Positive Werte sind Indiz für Blattgrün, negative Werte zeigen blattgrünfreie Flächen an. Ferner gilt zu beachten, dass bei der vorliegenden Auflösung von 10 cm der Wert jedes Pixels einem Mittelwert aus 100 cm² der realen Verhältnisse entspricht. Je feiner also die optische Auflösung der Daten, desto detailreicher die Aussage des Vegetationsindex. Der Index errechnet sich wie folgt aus den RGB-Farbkanälen: $VARI = (G - R) / (G + R - B)$).

4 Umsetzung der Arbeitspakete und Ergebnisse

4.1 Anlassbezogene Befliegung der Flächen und luftbildbasierte Steuerung der Betriebsführung 2013

Befliegung zur Bestandeskontrolle

Für die Befliegung wurden charakteristische Flächen ausgewählt: 4541, 4551, 4711, 4811, 4812, 4821, 4831. Die Befliegung erfolgte am 24.04.2013. Die Bestände wurden bonitiert.

172.2

Befliegung 2. N-Gabe

In Absprache mit dem Auftragnehmer erfolgte die Auswahl der Flächen, bei denen eine teilflächenspezifische N-Gabe appliziert werden sollte: 4811, 4812, 4541, 4551.

172.4

Die Befliegung und Bonitur erfolgte am 24.04.2013, die Aufbereitung der Daten und die Berechnung der Streukarten am 25.04.2013.

173.4

Der Schlag 4812 soll hierbei als Beispiel dienen. Abbildung 4 zeigt das aus den Einzelbildern zusammengesetzte digitale Orthofoto.

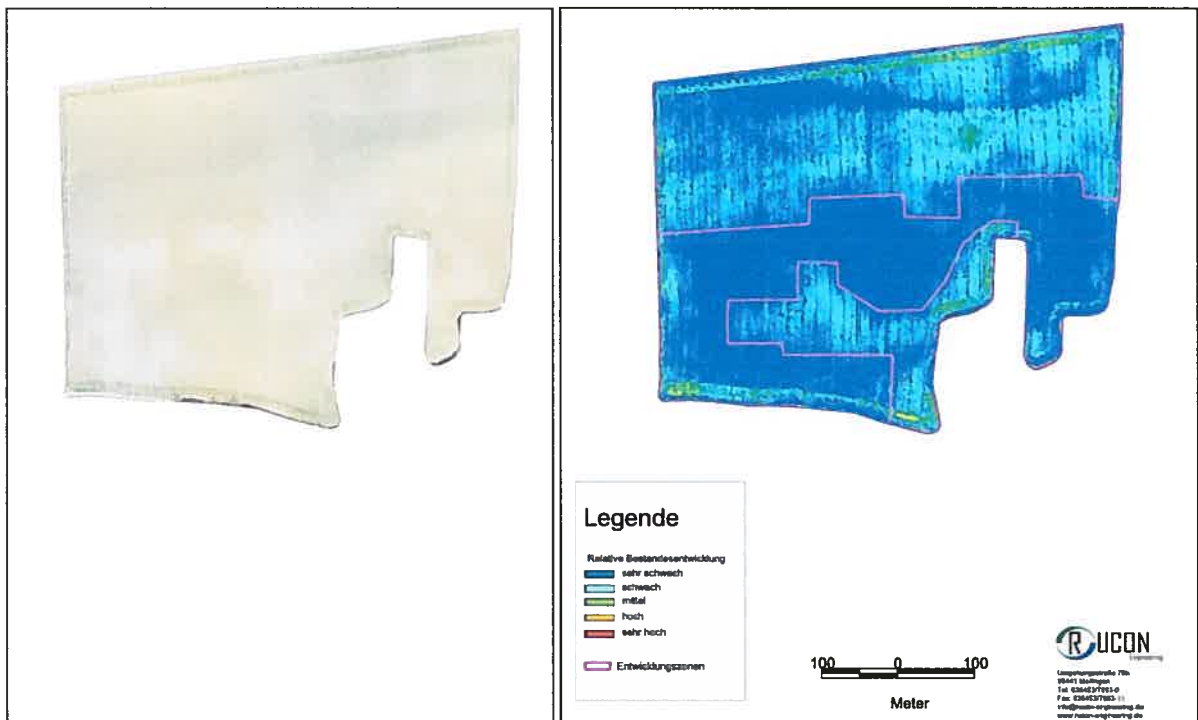


Abb. 4: Digitales Orthofoto und VARI-Berechnung von Schlag 4812

Auf Basis des digitalen Orthofotos wird der VARI berechnet, mit dessen Hilfe die relative Bestandesentwicklung zum Aufnahmezeitpunkt bewertet wird. So lassen sich anhand der Fernerkundungsdaten Bereiche ausweisen, die einen spärlichen oder mäßigen Bedeckungsgrad anzeigen. Blaue und grüne Farbklassen kennzeichnen Bereiche mit keiner bzw. schwach ausgeprägter Vegetation, während in Bereichen mit gelben bis roten Farbklassen die Vegetation stärker entwickelt ist (Abb. 4).

Wie in Abbildung 4 ebenfalls dargestellt, lassen sich diese Bereiche in Zonen einteilen, in denen die Entwicklung in der Folge als schwach, mittel und stark eingeschätzt wird (vgl. auch Abb. 3).

Die Einteilung der Zonen bietet die Möglichkeit, eine Düngeempfehlung auszustellen, um entsprechend der Zonen gezielt zu streuen und auf die Bestandesentwicklung zu reagieren. In Abbildung 5 ist die Streukarte dargestellt, in der für die schwache Zone eine Düngung von 300 kg/ha KAS empfohlen wurde. In der stärker entwickelten Zone lag die Empfehlung bei 240 kg/ha KAS.

173.4

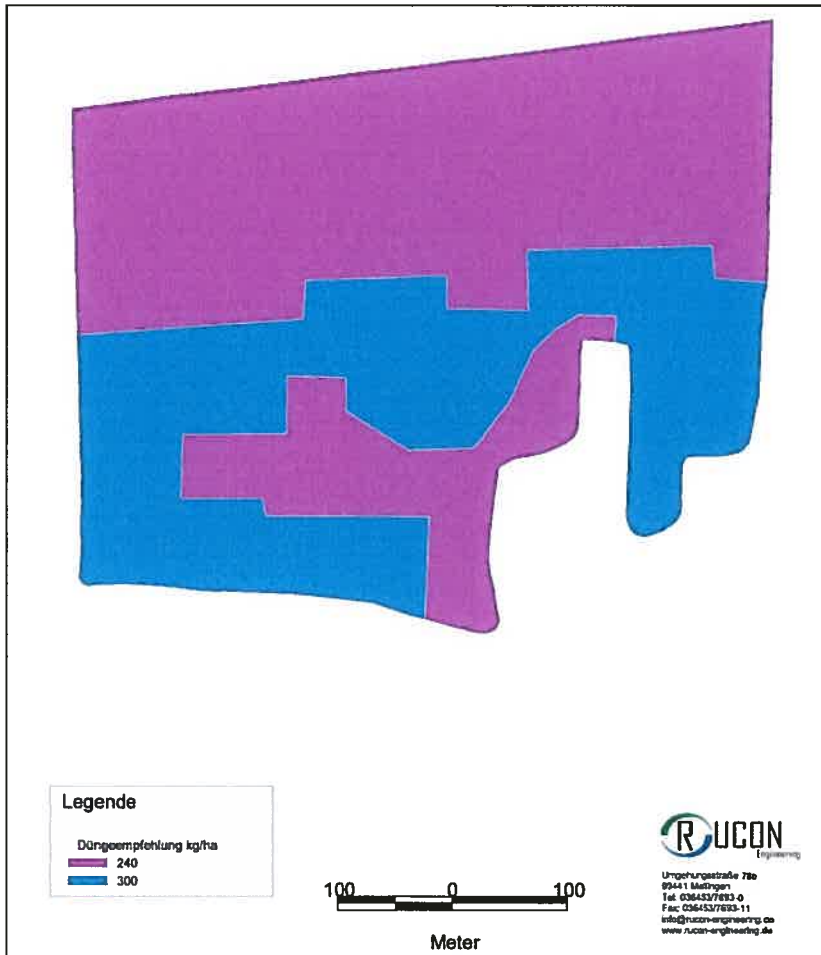


Abb. 5: Streukarte von Schlag 4541

Befliegung 3. N-Gabe

In Absprache mit dem Auftragnehmer erfolgte die Auswahl der Flächen, bei denen eine teilflächenspezifische 3.N-Gabe appliziert werden sollte: 4541, 4711, 4811, 4812, 4821, 4831, 4551, 4841.

Die Befliegung und Bonitur erfolgte am 15.05.2013, die Aufbereitung der Daten und die Berechnung der Streukarten am 28.05.2013.

112.5

Abbildung 6 zeigt das aus den Einzelbildern zusammengesetzte digitale Orthofoto sowie die relative Bestandesentwicklung (VARI). Zusätzlich wurden die Entwicklungszonen im Vergleich zum April 2013 angepasst. Es wird deutlich, dass sich die Zone des schwächer entwickelten Bestandes verringert hat. Zudem zeigt sich, wie geologische und Bodenstrukturen auf die Bestandesentwicklung Einfluss nehmen (schmäler Streifen im nördlichen Bereich des Schlags).



Abb. 6: Digitales Orthophoto und VARI mit Entwicklungszonen von Schlag 4812

Befliegung Reifebestimmung / Druschzeitpunktbestimmung

Folgende Flächen wurden zur Bestimmung des Reifezustandes befliegen: 4541, 4551, 4711, 4811, 4812, 4821 und 4831. Die Befliegung erfolgte am 02.08.2013.

In Abbildung 7 ist der Abreifezustand des Winterweizens dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung wurde das Farbschema des VARI umgekehrt, wobei rot die am weitesten und blau die am geringsten vorangeschrittene Abreife bedeutet.

Wie bereits im April und Mai 2013 heben sich hier die Bereiche hervor, die sich im Vergleich zum Rest im Jahresverlauf schwächer entwickelt haben. Anhand dieser Abreifeabschätzung lassen sich Handlungskonzepte für den Druschzeitpunkt entwickeln, um den Schlag gegebenenfalls entsprechend der Bestandesentwicklungszonen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu beernten.

112.6

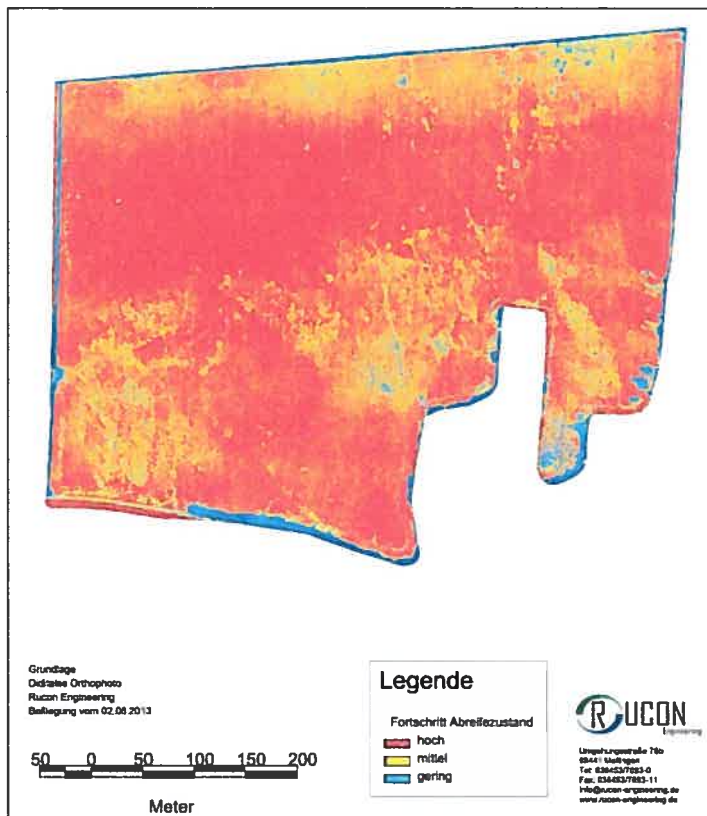


Abb. 7: Abreifezustand auf Schlag 4812

Auf der Grundlage der Projektergebnisse aus 2013 wurden mit dem AN RUCON die hauptsächlichen Maßnahmen für das Projektjahr 2014 geplant.

4.2 Anlassbezogene Befliegung der Flächen und luftbildbasierte Steuerung der Betriebsführung 2014

Befliegung Bestandskontrolle nach Auflauf sowie zur Bestandsbonitur als Basis für die zweite und dritte N-Gabe

Aufgrund des kurzen und milden Winters wurde der Raps auf Schlag 4711 im Vorfeld der eigentlichen Bestandsbefliegung bereits am 21.02.2014 befliegen, um die in diesem Jahr früh anstehende erste N-Gabe mit einer Einteilung der Fläche in Entwicklungszonen zu untersetzen. 712.5

Befliegung zur Bestandeskontrolle Winterweizen, Wintergerste und 2. N-Gabe Raps

Gegenüber dem Jahr 2013 wurde die Auswahl der charakteristischen Flächen modifiziert. Die Flächen 4821 und 4831 sind aus der Untersuchung ausgenommen, da auf diesen Erbsen bzw. Triticale zur Ganzpflanzensilage angebaut wurde. In Absprache mit dem Auftragnehmer erfolgte die Auswahl der Flächen, bei denen eine teilflächenspezifische N-Gabe appliziert werden sollte: 4541, 4711, 4811, 4812, 4551 und 4841. 712.4

Die Befliegung erfolgte am 07.03.2014, die Bonituren am 07. und am 10.03.2014. Das Aufbereiten der Daten und die Berechnung der Streukarten wurden in Absprache zwischen dem AG und dem AN im Anschluss durchgeführt.

In Abbildung 8 ist das Ergebnis aus der ersten März-Befliegung dargestellt. Es zeigt die Gesamtübersicht der digitalen Orthofotos aller untersuchten Schläge. Allein aus den RGB-Aufnahmen ergeben sich bereits erste Rückschlüsse auf Bestandesentwicklung der bestellten Felder.

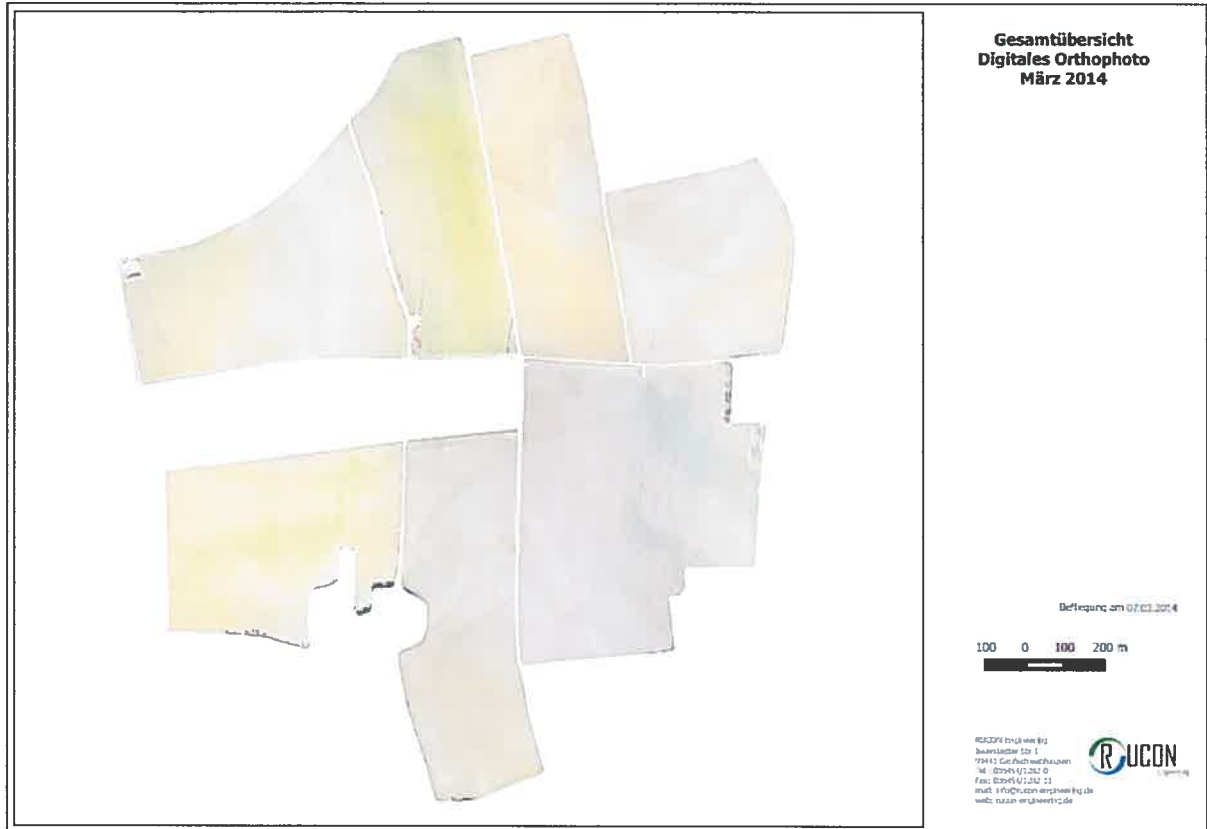


Abb. 8: Digitales Orthofoto aller Schläge

Noch deutlicher zeigt sich dies mit dem berechneten VARI (Abb. 9). Bis auf die mit Winterweizen bestellten Schläge, die zum Befliegungszeitpunkt keine bis sehr schwache Entwicklung des Bestandes aufweisen, zeigen die Sommergerste und Triticale eine recht gleichmäßige mittlere Entwicklung.

Auf dem mit Winterraps bestellten Schlag (4711) sind zur 2. N-Gabe bereits deutliche Unterschiede zwischen schwächer und stärker entwickelten Bereichen erkennbar. Auf Schlag 4812 werden ebenfalls Bereiche mit schwächerer Entwicklung deutlich, die sich bereits im Vorjahr heraus kristallisiert hatten.

173.4

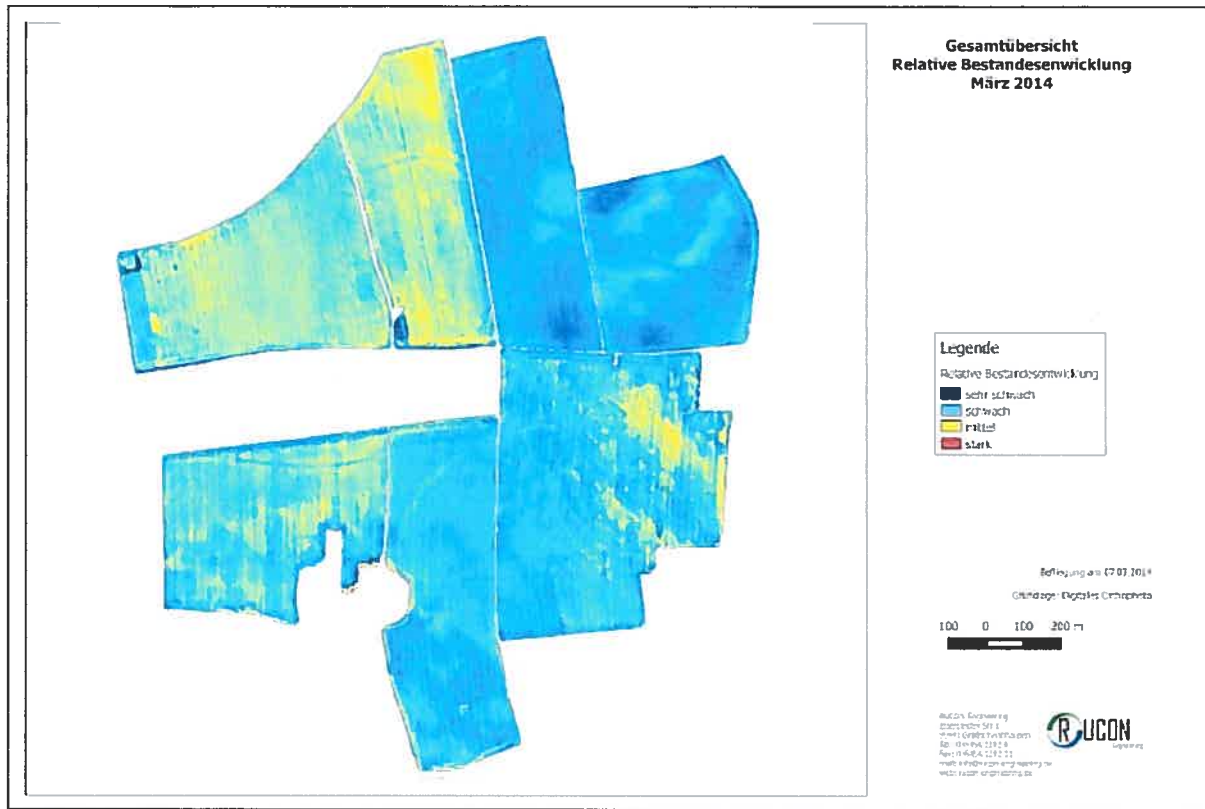


Abb. 9: Relative Bestandesentwicklung aller Schläge am 07.03.2014

Befliegung unbewachsenen Bodens zur Bodencharakterisierung

Die Befliegung unbewachsenen Bodens konnte nur in kleinerem Umfang durchgeführt werden, da der Boden in der Fruchtfolge nicht lange unbearbeitet bzw. unbestellt ist. Dennoch konnte festgestellt werden, dass langlebige Erscheinungen wie geologische Strukturen oder oberflächliche Bodenbewegung zu erkennen sind. Diese finden sich auch in den VARI-Darstellungen bestandener Schläge wieder (Vgl. Abb. 9).

Verfärbungen des Bodens können Hinweise auf Feuchtigkeit geben. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass es sich um Momentaufnahmen handelt, die stark von der vorherrschenden Witterung beeinflusst sind und keine nachhaltige Aussage über eine potentielle Bestandesentwicklung erlauben. Ausgehend davon sind weitere Untersuchungen zur Validierung notwendig.

Befliegung 2. N-Gabe Winterweizen, Wintergerste

In Absprache mit dem Auftragnehmer erfolgte die Auswahl der Flächen, bei denen eine teilflächenspezifische N-Gabe appliziert werden sollte: 4811, 4812, 4541, 4551, 4841.

Die Befliegung erfolgte am 29.03.2014. Am 03. und 04.04.2014 fanden die Bonituren statt. Dazu wurden die Positionen der zum letzten Termin beprobten Bonitierpunkte auf Relevanz geprüft und gegebenenfalls modifiziert. Das Aufbereiten der Daten und die Berechnung der Streukarten wurden im Anschluss durchgeführt. Aus wissenschaftlichem Interesse führte der Auftragnehmer zusätzlich eine Bonitur der Triticale (Schlag 4831) durch.

Abbildung 10 veranschaulicht die relative Bestandesentwicklung zum Befliegungszeitpunkt, welche die Grundlage für die Einteilung der Entwicklungszonen bildet (Vgl. Abb. 12).

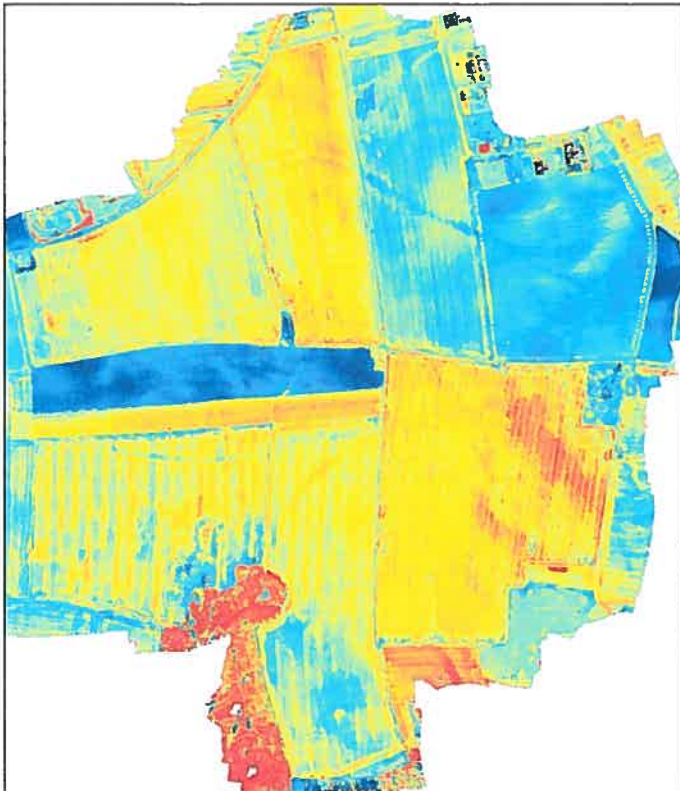


Abb. 10: Relative Bestandesentwicklung aller Schläge am 29.03.2014

Abbildung 11 zeigt eine weitere schlagbezogene Auswertungsmöglichkeit, indem nicht nur der absolute Entwicklungszustand pro Befliegung fortlaufend über die gesamte Vegetationssaison betrachtet wird, sondern ebenfalls die Entwicklung des Bestandes zwischen zwei Terminen. Abgebildet ist der mit Wintergerste bestellte Schlag 4812. Dabei wird deutlich, ob sich der Bestand im Vergleich zum vorangegangenen Zeitpunkt weiterentwickelt hat oder ob kaum eine Entwicklung stattgefunden hat bzw. die Entwicklung gar rückläufig war.



Abb. 11: Veränderung des VARI zwischen beiden März-Befliegungen (Schlag 4812)

Analog zum Jahr 2013 wurden für die Winterweizen- und Sommergerste-Schläge Entwicklungszonen ausgewiesen, um eine teilflächenspezifische Düngung zu veranlassen. Abbildung 12 zeigt den Entwurf einer Streukarte und die Einteilung in besser (1) und schlechter (2) entwickelte Zonen. Für Schlag 4841 wurde zudem eine dritte Zone eingeteilt, in der die Entwicklung noch geringer ausfiel. Pro Zone wurde die Düngeempfehlung in kg/ha eingetragen.

173.4

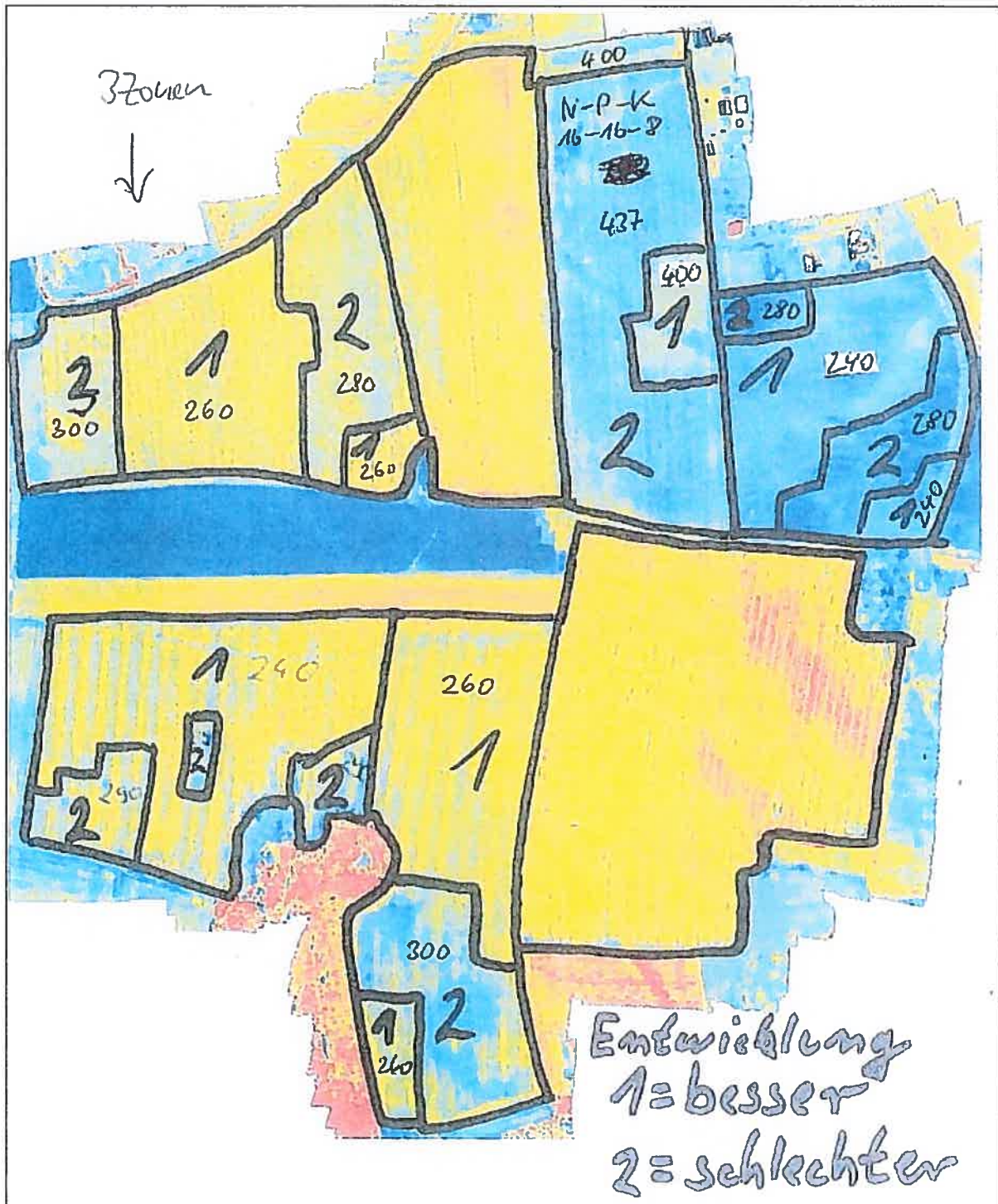


Abb. 12: Entwurf von Entwicklungszonen mit Düngeempfehlung

Unkrautbonitur zur Steuerung des Herbizideinsatzes

M2.3

Das Erfassen des Unkrautbesatzes auf den Flächen war Teil der Bonitur.

Im Jahr 2012 konnte ein starker Trespenbefall auf Schlag 4841 identifiziert und in seiner räumlichen Ausdehnung kartiert werden. In der folgenden Saison zeigten die Pflanzenschutzmaßnahmen eine deutlich bessere Wirkung, sodass kein Unkrautbefall festgestellt wurde.

Zu keinem Boniturtermin im Jahr 2014 wurde auf den relevanten Schlägen 4541, 4711, 4811, 4812, 4551 und 4841 Unkraut festgestellt. Einzig auf dem mit Triticale bestandenen Schlag 4831 konnte im geringen Maße Unkraut festgestellt werden. Dieses wies keine markanten räumlichen Strukturen auf, vielmehr konnten bei der Begehung lose verteilte Pflanzen erkannt werden, welche zumeist von der Triticale überwachsen waren. Dadurch wurde das Unkraut nicht erkannt, sondern lediglich ein höherer VARI-Wert detektiert.

Befliegung 3. N-Gabe Winterweizen, Wintergerste

M2.5

In Absprache mit dem Auftragnehmer erfolgte die Auswahl der Flächen, bei denen eine teilflächenspezifische N-Gabe appliziert werden sollte: 4541, 4811, 4812, 4551, 4841.

Die Befliegung erfolgte am 06.05.2014, die Aufbereitung der Daten und die Berechnung der Streukarten am 08.05.2014. Am 06. und 08.05.2014 fanden die Bonituren statt. Auch für die Boniturung zur dritten Gabe wurden die Positionen der Bonitierpunkte geprüft und gegebenenfalls angepasst.

Die Ergebnisse in Form von digitalen Orthofotos und der aus dem VARI berechneten relativen Bestandesentwicklung sind in Abbildung 13 dargestellt. Hier zeigen sich insbesondere zwischen den Winterweizen-Schlägen 4541 und 4551 deutliche Unterschiede. Die Entwicklung auf Schlag 4551 ist deutlich weiter vorangeschritten als auf Schlag 4541, was es bei der teilflächenspezifischen 3. N-Gabe zu berücksichtigen galt.

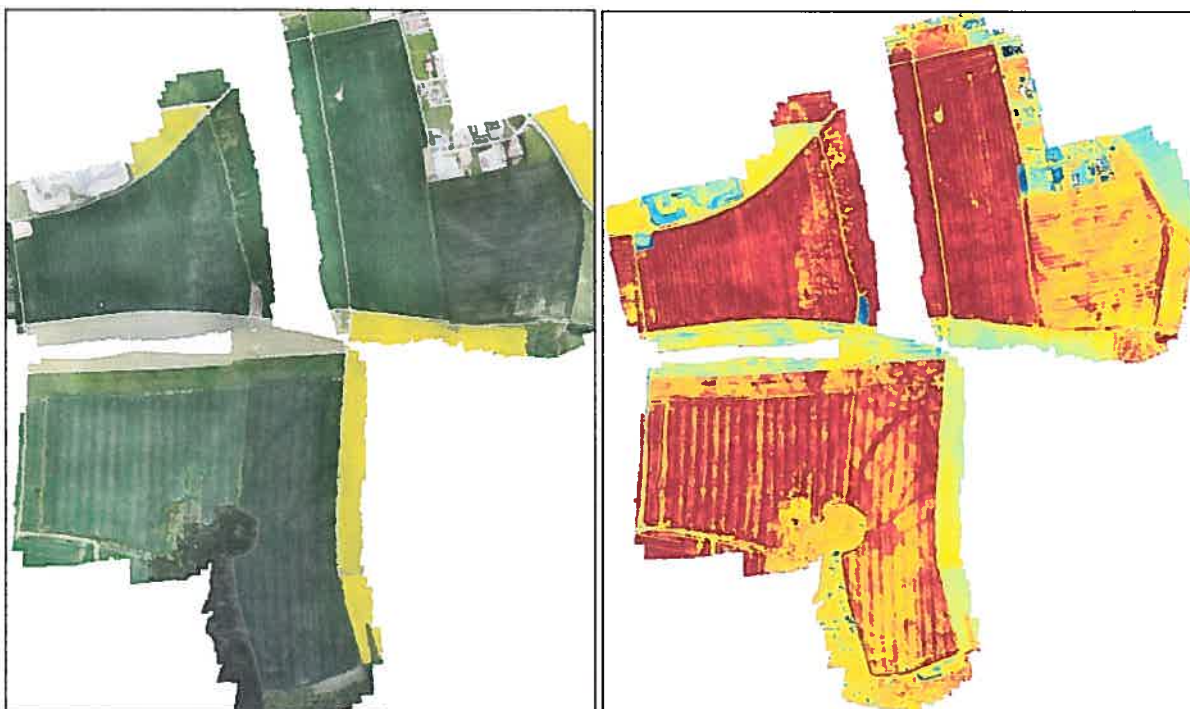


Abb. 13: Digitales Orthofoto und relative Bestandesentwicklung

Reifebestimmung zur Festlegung des Erntezeitpunktes

Im Jahr 2014 wurde in Absprache mit dem Auftragnehmer die Auswahl der Flächen durchgeführt, bei denen das Abreifeverhalten ermittelt werden sollte. Es handelte sich dabei um die Flächen 4841, 4831, 4551, 4541, 4711, 4811.

Die Befliegungen erfolgten am 18. und 19.07.2014. Im Anschluss daran wurden die Daten ausgewertet sowie die Vegetationsindexkarten erstellt. An den Befliegungstagen wurden an den Flächen parallel Bestandsbonituren durchgeführt.

Die aus der Befliegung zur Abreife 2014 erhaltenen Daten zeigen eine Umkehrung des Vegetationsindex. Somit werden unreife Bereiche durch einen höheren VARI dargestellt, da der Grünanteil in diesen Pflanzen höher ist als in abgereiften Pflanzen (Abb. 14). Es ist also möglich aus gegen Ende der Vegetationsperiode entstandenen Luftbildern eine flächenspezifische Druschempfehlung abzuleiten. Der Landwirtschaftsbetrieb bekommt dadurch die Möglichkeit die Ernte zeitlich und räumlich zu optimieren und die einheitliche Qualität der Ernteprodukte zu erhöhen.

Im vorliegenden Fall konnte eingeschätzt werden, dass eine Verschiebung des Druschzeitpunktes wie auch ein zeitlicher Versatz der Beerntung innerhalb der Flächen (selektive Beerntung) nicht erforderlich ist.

17 3.6

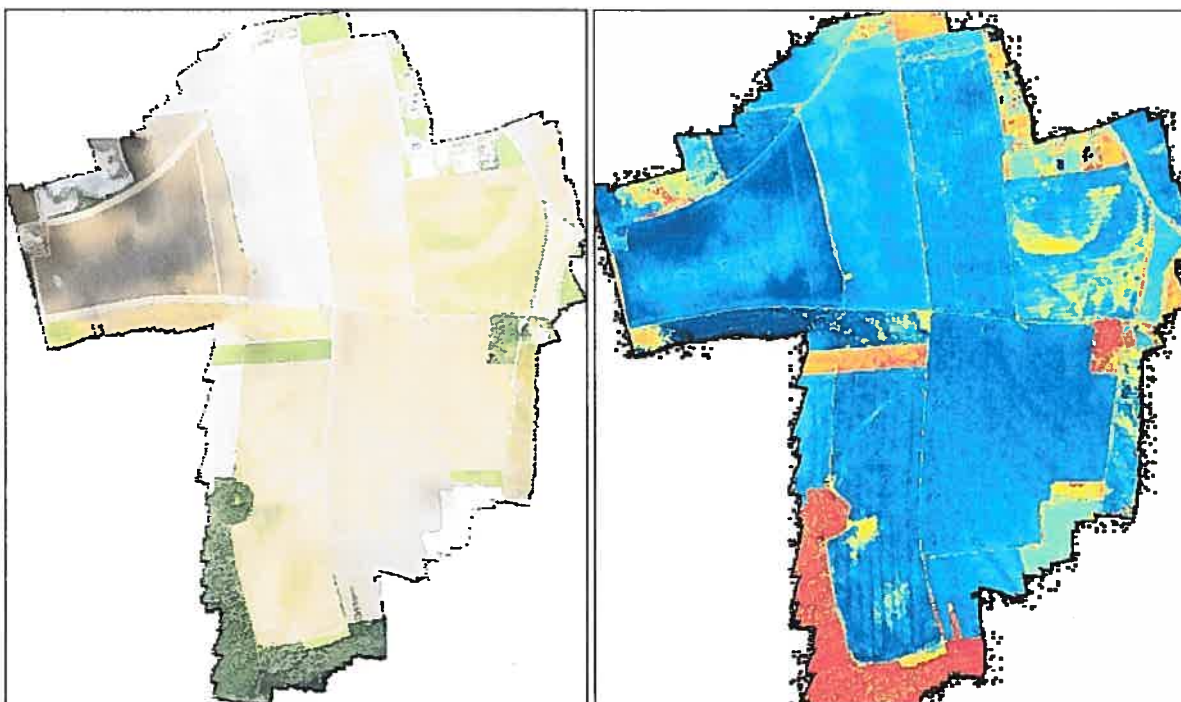


Abb. 14: Digitales Orthofoto und Abreifezustand der Untersuchungsflächen

Von Ende Juli bis Mitte August erfolgte die Beerntung der Flächen. Für die genannte Erfolgskontrolle wurden Areale um die Bonitunkturpunkte ausgewiesen. Der Auftraggeber erfasste bei der Ernte den durchschnittlichen Ertrag und die prozentuale Abweichung für jede ausgewiesene Teilfläche.

Die erfassten Ertragsdaten wurden dem Auftragnehmer im September zur Verfügung gestellt. Nach der sich anschließenden Aufbereitung der Daten wurden diese im Folgenden ausgewertet und der Ertrag mit der Abreifeeinschätzung gegenübergestellt.

Im vorliegenden Bericht soll auf die mit Winterweizen bestellten Schläge 4541, 4551 und 4811 Bezug genommen werden (Abb. 15).

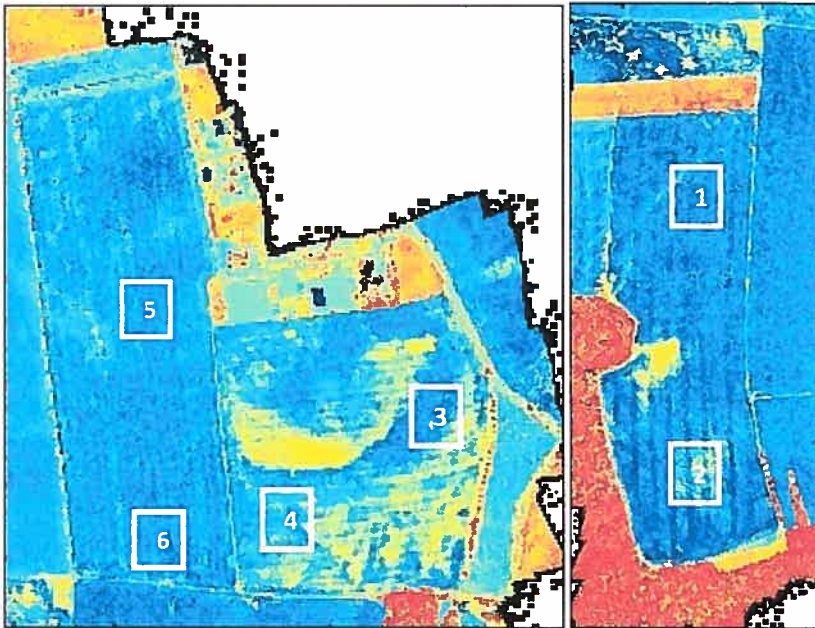


Abb. 15: Beerntete Teilflächen der Schläge 4811 (TS 1 + 2), 4541 (TS 3 + 4), 4551 (TS 5 + 6)

Beim Feldstück 4551 lag der durchschnittliche Ertrag bei 85,2 dt/ha und es ergab sich der deutlichste Unterschied zwischen den Teilflächen 5 und 6. Bei Fläche 5 hat der Ertrag von links nach rechts von 110% zu 85 % abgenommen, während dieser bei Fläche 6 über mehrere Spuren relativ gleich war und insgesamt mit 105 % etwas über dem Durchschnitt lag.

774.1

Beim Feldstück 4541 betrug der durchschnittliche Ertrag 85,04 dt/ha und man konnte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Teilflächen 3 und 4 feststellen, allerdings starke Schwankungen von ± 20 % innerhalb einer Fahrspur je nach Bodenauflage mit viel oder wenig Ackerkrume. Ursache hierfür war mit hoher Wahrscheinlichkeit die Hitze und die Trockenheit zu Pflingsten, da die schlechten Streifen begonnen hatten abzureifen.

Ähnlich war es auch auf Feldstück 4811, dessen durchschnittlicher Ertrag mit 80,97 dt/ha ermittelt wurde. Das Teilstück 1 hat unter der Trockenheit gelitten, während das Teilstück 2 noch Feuchtigkeit hatte.

Daher ergeben sich Abweichungen von -10 % für das Teilstück 1 und +20 % für das Teilstück 2. Zudem kann festgehalten werden, dass auf dem Teilstück 2 zwar das gesamte Jahr der schlechtere Bestand zu verzeichnen war, dies durch den Niederschlag aber weitgehend ausgeglichen werden konnte. Die Unterschiede waren hier aber nicht so groß wie bei 4541.

Vergleicht man die ermittelten Erträge mit dem Reifezustand der Bestände aus dem VARI-Bild, lässt sich festhalten, dass die Abreifeabschätzung mittels UAV die Erkenntnisse zu den Ertrags-Abweichungen für die einzelnen Teilflächen besonders auf dem Schlag 4811 sehr gut widerspiegelt. Auch auf Schlag 4541 können die kleinräumigen Unterschiede in der Bestandesentwicklung sehr gut nachvollzogen werden.

5 Öffentlichkeitsarbeit

Der Verpflichtung zur Veröffentlichung der Projektergebnisse wurde unter anderem durch einen Artikel in der Bauernzeitung (31. Woche 2014) Rechnung getragen, der vom Auftraggeber in Zusammenarbeit mit dem Auftragnehmer verfasst wurde. Darüber hinaus erfolgte die Zuarbeit für ein Plakat der TLL Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft auf dem das Projekt im Rahmen der Darstellung der Innovationsförderung im Freistaat Thüringen vorgestellt wurde.

Vorstellung der Projektergebnisse bei Präsentationen des Auftragnehmers - RUCON Engineering

Im Rahmen seiner Öffentlichkeitsarbeit hat der Auftragnehmer in den Jahren 2013 und 2014 in zahlreichen Vortragsveranstaltungen die im Rahmen des Projekts entwickelten Verfahren einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Nachfolgende Aufstellung zeigt eine Auswahl:

- 14.01.2014 Vortragsveranstaltung vor der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising
- 29.01.2014 Vortragsveranstaltung vor Versuchsanstellern, Fachhochschule Soest, Soest
- 03.02.2014 Vortragsveranstaltung DBFZ Leipzig, Leipzig
- 22.03.2014 Vortragsveranstaltung Thüringer Jagdverband, Erfurt
- 07.05.2014 Vortragsveranstaltung „Landwirtschaft im Alpenraum“, Feldkirch Österreich
- 01.07.2014 Vortragsveranstaltung Universität Bayreuth, Bayreuth
- 22.10.2014 Vortragsveranstaltung Forstliches Kompetenzzentrum Gotha
- 02.12.2014 Vortragsveranstaltung Innovationskonferenz, Erfurt
- 04.12.2014 Vortragsveranstaltung Landesanstalt für Landwirtschaft, Sachsen-Anhalt, Bernburg
- 09.12.2014 Vortragsveranstaltung Landwirtschaftsamt Zeulenroda, Altenburg
- und andere.

Vorstellung „StruthView“ auf den DLG-Feldtagen in Bernburg vom 17. bis 19. Juni 2014

Bei den DLG-Feldtagen 2014 in Bernburg vom 17. bis 19. Juni 2014 bildeten landwirtschaftliche Anwendungen mit UAVs einen Schwerpunkt der Messe.

Der Auftragnehmer, die Firma RUCON-Engineering präsentierte seine Produkte und Dienstleistungen mit einem eigenen Messestand auf dem u.a. das Projekt StruthView einem interessierten internationalen Messepublikum vorgestellt wurde. Besondere Beachtung fanden die Live-Demonstrationen auf dem Freigelände. An mehreren Tagen sahen circa 500 Messebesucher das System im Einsatz.

Zusätzlich dazu wurde die Anwendung einer Vielzahl interessierter Besucher am Messestand durch Poster, ausgestellte Technik und Gesprächen mit den Mitarbeitern von RUCON Engineering vorgestellt.

Verschiedene deutsche und internationale Online- und Printmedien berichteten über das Projekt:

- „Bauern setzen auf neueste Technik - Drohnen auf dem Acker“ (Mitteldeutsche Zeitung vom 18. Juni 2014)¹
- Onlineartikel „UAVs at a German farm show“ (FarmIndustryNews.com)²
- Erwähnung im Bericht im Landwirtschaftlichen Wochenblatt Heft 26/2014³
- Videointerview auf schwedischem Landwirtschaftsportal ATL⁴

Auch zukünftig sollen die Verfahren einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden. Für das Jahr 2015 sind u.a. die Messen „Agra“ in Leipzig und „Agritechnika“ in Hannover vorgesehen.

¹ Online <http://www.mz-web.de/mitteldeutschland/drohnen-auf-dem-acker-bauern-setzen-auf-neueste-technik,20641266,27522960,item,0.html>

² <http://farmindustrynews.com/precision-farming/uavs-german-farm-show>

³ Online <http://www.lw-heute.de/26-2014>

⁴ <http://atplay.nu/video/dronare-ger-fagelperspektivet/>

6 Schlussfolgerungen

Als wesentlichstes Ergebnis der Projektarbeiten konnte nachgewiesen werden, dass mit der Drohnenbefliegung die Projektzielstellung der Entwicklung neuartiger Verfahren zur Optimierung der Betriebsführung im Bereich der Pflanzenproduktion auf der Grundlage hoch auflösender Luftbilder zweifellos erreichbar ist.

Durch die methodischen Untersuchungen des AN RUCON Engineering und die durchgeführten Feldarbeiten konnten umfangreiche Kenntnisse zu Flughöhe, möglichen Fluggeschwindigkeiten, Gestaltung der Flugrouten (notwendige Überlappungen), Licht- und Windverhältnisse sowie zur Bildübertragung und -auswertung für jede Fragestellung spezifisch gewonnen werden.

Eine bedeutende Schlussfolgerung leitet sich aus der Erkenntnis ab, dass für praktikable Verfahren für sämtliche zu beurteilenden Flächen spezifische Flugpläne und konkrete Handlungsvorgaben zur Flugdurchführung festgelegt sein müssen.

Wenn geeignete Sensoren (z.B. Multispektralkameras) für Drohnen verfügbar sind, die entsprechend kostengünstig und effizient bezüglich der Flächenleistung sind, sollten diese in zukünftige Untersuchungen einbezogen und der zusätzliche Erkenntnisgewinn geprüft werden.

Resümierend kann festgestellt werden, dass mit dem Einsatz dieser drohnenbasierten Verfahren deutliche Verbesserungen des Betriebsmitteleinsatzes in der Pflanzenproduktion, die Verbesserung und Homogenisierung der Produktqualitäten und positive Effekte für eine umweltgerechte und nachhaltige Flächenbewirtschaftung möglich sind.

Die Agrargesellschaft Struth-Eigenrieden wird die entwickelten Verfahren zukünftig umfassend zur Bestandesführung im Pflanzenbau einsetzen.

Durch Veröffentlichung der Projektergebnisse (siehe Kap 5) wird eine breite Anwendung in der landwirtschaftlichen Praxis angestrebt.

Die Zusammenarbeit zwischen dem Auftraggeber, Agrargesellschaft Struth-Eigenrieden eG und dem Auftragnehmer (RUCON Engineering) kann als hervorragend eingeschätzt werden.

Abschließend ist festzustellen, dass mit den dargestellten Ergebnissen des Projekts sämtliche inhaltliche Projektzielstellungen erfüllt und alle Vorgaben des Förderprogramms (zeitlich, wirtschaftlich) eingehalten wurden.

**Agrargesellschaft
Struth-Eigenrieden eG**
Mühlhäuser Landstr. 1-3
99976 Rodeberg/Eigenrieden