

# Verarbeitung von Fernerkundungsdaten zur automatisierten Anbaugerätesteuerung in der Landwirtschaft im Projekt GeoFarm

Gerrit Kreuzer<sup>1</sup>, Stefan Würzle<sup>1</sup>, Matthias Leipnitz<sup>1</sup> Matthias Rothmund<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung Systementwicklung  
geo-konzept GmbH  
Gut Wittenfeld  
85111 Adelschlag  
gkreuzer@geo-konzept.de  
swuerzle@geo-konzept.de  
[mleipnitz@geo-konzept.de](mailto:mleipnitz@geo-konzept.de)

<sup>2</sup>Horsch Maschinen GmbH  
Matthias.Rothmund@horsch.com

**Abstract:** Mithilfe einer serverbasierten Web-Anwendung, die im Rahmen des Forschungsprojektes „GeoFarm – Precision Farming Systeme zur satellitenunterstützten Optimierung des Ressourceneinsatzes in der Landwirtschaft“ entwickelt wurde, ist ein System geschaffen worden, dessen Ziel eine automatisierte Prozesskette von der georeferenzierten Satellitenaufnahme bis zur maschinenlesbaren Management- bzw. Applikationskarte abbildet. Diese ermöglicht es dem Nutzer, Entscheidungen im Bereich des Pflanzenbaus leichter, komfortabler und fundierter treffen zu können. Wir sprechen somit von einem Tool zur Entscheidungsunterstützung in der Landwirtschaft.

## 1 Zielsetzung

Ziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens war es, ein System zu entwickeln, bei dem auf einer Seite die Auftrags- und Dokumentationsverwaltung in einer Serveranwendung (geo-konzept) abgebildet wird und auf der anderen Seite die Auftragsverwaltung, -ausführung und -dokumentation im ISOBUS-System einer Sämaschine (HORSCH) stattfindet. Dabei geht es bei der serverbasierten Web-Anwendung im Schwerpunkt darum, Aufnahmen von Satellitendaten schlagbezogen auszuwerten, um Rückschlüsse auf das vorhandene Potenzial der landwirtschaftlich genutzten Flächen erhalten zu können. Neben der vollautomatisierten Auswertung multitemporaler Multispektraldaten (Berechnung von Pflanzenindizes) werden ebenfalls andere Inputfaktoren wie beispielsweise Ertragsdaten oder ähnliche (historische Daten) mit in Betracht gezogen. Diese Ergebnisse können dann in verschiedenen maschinenlesbaren Formaten an das jeweilige Gerät angepasst übertragen werden.

## **2 Methode**

### **2.1 Technischer und wirtschaftlicher Nutzen**

In den Bereichen satelliten- und bodengestützter Sensorik, Datenübertragung und -verarbeitung sowie GNSS-gestützter Ortung und Regelung hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung stattgefunden. Dabei haben sich diese Bereiche weitgehend unabhängig voneinander fortentwickelt. Aufgrund der großen Informationsvielfalt und -tiefe können Sensordaten und während der Arbeit erfasste Prozessdaten durch Bedienpersonal und Entscheider nicht mehr nutzbringend gehandhabt werden. Die Datenübertragung mittels Datenträgern führt vor allem auf großen landwirtschaftlichen Betrieben immer wieder zu zeitlichen Verzögerungen oder komplettem Datenverlust. Viele Betriebsleiter sind mit der Verarbeitung der Daten und dem Gewinn von Informationen im Büro überlastet, teils überfordert. Die automatische Übertragung und Verarbeitung von Satelliten-, Sensor- und Prozessdaten erlaubt dem Betriebsleiter, die auf einem Zentralrechner aus den Daten abgeleiteten Informationen als Entscheidungsunterstützung zu bewerten und beispielsweise in einer teilflächenspezifischen Aussaat umzusetzen. Diese können dann über das GeoFarm-System zeitnah auf Fahrzeuge und Geräte übertragen und umgesetzt werden.

### **2.2 Technische Umsetzung**

Als Grundlage der Entwicklung der GeoFarm-Plattform wurde ein umfassendes Framework entwickelt. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Sicherheitskonzept gelegt. Auf Datenbankebene erfolgt die Steuerung der Berechtigungen für CRUD-Operationen auf Tabellenebene. Die Serverkommunikation zwischen Client und Server erfolgt verschlüsselt. Zudem gibt es eine reglementierte Anmeldung auf dem Server. Eine weitere sicherheitsrelevante Eigenschaft ist die Steuerung der Darstellung der Oberfläche in Abhängigkeit von den Benutzerberechtigungen. Ein weiterer die Sicherheit betreffender Punkt ist, dass gelöschte Daten auf der Datenbank wiederhergestellt werden können. Im Weiteren soll kurz auf die Komponenten von GeoFarm eingegangen werden.

#### **2.2.1 Geodatenserver**

Der Geodatenserver verwaltet die Geodaten (Schlaggrenzen, Fernerkundungsdaten, etc.) und kann diese den entsprechenden Metadaten zuordnen. Zudem stellt er die Schnittstellen für den Zugriff auf die Daten bereit. So gibt es einen WMS-Dienst, der für die Bildabfrage verantwortlich ist. Weiterhin gibt es einen WFS-Dienst mit dessen Hilfe die Datenabfrage als xml. möglich ist. Zudem bietet der Server GIS-Funktionen für die Abfrage räumlicher Informationen an. Als letzte sehr wichtige Funktionalität stellt der Geodatenserver eine komplette WebGIS-Funktionalität zur Verfügung.

#### **2.2.2 Metadatenserver**

Der Server katalogisiert das Satellitendatenarchiv. Zu den entsprechenden Bildern können Metadaten erfasst werden (z. B. Anbieter, Aufnahmekanal, Aufnahmedatum). Der Import der Bilddaten funktioniert voll automatisiert. Dabei erkennt der Metadatenserver den Extent (d. h. die geografische Ausdehnung) des Bildes und speichert diesen in der

Datenbank. Über zuvor definierte Schnittstellen erfolgt der Zugriff auf die Daten des Metadaten-servers. Zudem bietet dieser Server eine erweiterte Suchfunktion an, mit der beispielsweise Funktionen wie Geosuche oder eine Suche über Metadaten selbst möglich ist. Durch die enge Kopplung von Meta- und Geodatenserver können die Aufnahmen zudem performant (in einer Kartenansicht) visualisiert werden.

### **2.2.3 Middletierserver**

Der Middletierserver ist zuständig für die Integration der unterschiedlichen Serversysteme und stellt die Funktionalität der Einzelsysteme nach außen als Ganzes dar.

### **2.2.4 TC3-Server**

Mit Hilfe des TC3-Servers wird die drahtlose Kommunikation mit der Maschine „auf dem Feld“ ermöglicht. Es ist somit die Voraussetzung geschaffen, Daten wie Managementzonenkarten aus dem System der GeoFarm-Plattform an die Maschine zu übersenden. Das Gleiche gilt für das Senden von Daten (Maschinendaten, Rückschreibungen) von der Maschine in das System.

### **2.2.5 GeoFarm**

GeoFarm stellt das „Front-End“ für den Nutzer dar. Dabei gibt es verschiedene Nutzergruppen: Client, Administrator und SuperUser. Das Portal hat dabei verschiedene Funktionen. Zuerst dient es dem Anlegen von Kunden und dem Import der entsprechenden Daten (Schlaggrenzen, Anbau, etc.). Des Weiteren können über die Plattform entsprechende Multispektral-daten gesucht und ausgewählt werden. Nach Festlegung der zu verrechnenden Daten erfolgt eine automatisierte und normierte Verrechnung der Satellitendaten im System. Ergebnis ist eine Managementzonenkarte. Im Anschluss besteht für den Nutzer die Möglichkeit, die erstellten Ergebnisse per Datentransfer entweder zu downloaden oder direkt per Funk an die betreffende Maschine zu senden.

## **2.3 Workflow Managementzonenkartenerstellung**

Erdbeobachtungsdaten liefern flächendeckende Informationen über Pflanze und Boden in der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung. Sie bilden den Grundbaustein für die Analyse eines Schlags und der damit verbundenen Kartierung zur Erstellung von Potenzial- bzw. Applikationskarten. Die Fernerkundungsdaten werden systematisch aufbereitet (georeferenziert, orthorektifiziert, atmosphärenkorrigiert) und strukturiert auf dem bereits genannten Metadaten-server weiterverarbeitet.

Die Recherche nach geeigneten Fernerkundungsaufnahmen begrenzt sich je nach Anwendung auf bestimmte Zeiträume, die vorrangig in der Hauptvegetationszeit (Juni bis September) liegen und den pflanzenbedeckten Boden zeigen.

Für die Erstellung von Ertragspotenzialkarten ist es wichtig, die Zeitpunkte der Aufnahmen so zu wählen, dass sie in die Nähe der Erntetermine fallen. Für die Auswertungen werden die abreifenden Flächen verwendet. In Trockenjahren, in denen Wasser eben nur limitiert vorhanden ist, reift das Getreide auf einem Schlag gleichmäßig ab. Dieses Abreifeverhalten läuft mit der Ertragsverteilung auf dem Schlag konform, sodass die Abreife der Kulturpflanzen mit den Ertragsaufzeichnungen korrelieren. In feuchten Jahren

kann das Abreifeverhalten des Bestandes dagegen anders sein, was eine Unterteilung der Ausgangsdaten voraussetzt. Bei gleichem Abreifemuster werden verschiedene Jahre miteinander verrechnet und zu einer Ertragspotenzialkarte umgesetzt. Je höher die Anzahl der Jahre, die zur Verrechnung herangezogen werden, desto sicherer sind die ertragsstabilen Zonen definiert. Dabei werden zunächst bestimmte Szenen aus einer höheren Anzahl (>3) bereits vorgefilterter Satellitenaufnahmen per Hand vorselektiert; anschließend werden diese als geeignet befundenen Aufnahmen mittels Korrelationskoeffizienten programmtechnisch automatisiert aufbereitet.

Die multitemporale Verarbeitung der Fernerkundungsdaten bedingt eine Normierung der Ausgangsdaten. Mit der sich anschließenden Verrechnung der Daten entsteht eine Managementzonenkarte, bei der die ausgewählten Fernerkundungsdaten zu gleichen Teilen einfließen: Alle verrechneten Jahre werden identisch gewichtet. Für die Weiterverarbeitung erfolgt je nach Anwendung eine Zonierung der Karte nach Standardwerten in fünf und mehr Klassen mit dem Ziel, die ertragsstabilen Niedrig- und Hohertragszonen herauszuarbeiten. Die Klassifizierung unterteilt den Schlag in Bereiche mit gleichen oder ähnlichen Qualitätsmerkmalen. Aus den statistischen Kenngrößen resultiert die Wertung des Schlages auf Heterogenität. Darauf aufbauend und mithilfe gemessener Merkmale (Ertrag, Bodenwerte) folgt eine Quantifizierung des Schlages und darüber hinaus die Zuordnung von Applikationsmengen und Produkten zur geplanten Maßnahme auf dem Feld.

#### **2.4 Ergebnisse teilflächenspezifischer Aussaatversuche**

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden neben der technischen Entwicklung des beschriebenen (teil-)automatisierten Entscheidungsunterstützungssystems parallel Pflanzenbauversuche in verschiedenen Kulturen durchgeführt. Hierbei wurde der Schwerpunkt auf die teilflächenspezifische Aussaat gelegt (unter der Voraussetzung, dass alle anderen erforderlichen Maßnahmen optimal nach guter fachlicher Praxis erfolgten). Die Versuche wurden auf einem Betrieb in Sachsen-Anhalt durchgeführt und beschränkten sich vorerst auf die Kulturen Körnermais und Winterweizen. Der Umfang der Aussaat belief sich auf ca. 2000 ha je Fruchtart. Nach vorläufiger Auswertung der Ergebnisse konnten gegenüber einer vormals betriebsüblichen (konstanten) Aussaatstärke die Erträge im Mittel um fünf bis zehn Prozent über den Kompletversuch gesteigert werden. Die erhaltenen Ergebnisse traten unter völlig heterogenen Bedingungen der Jahre auf („trocken“ bzw. „nass“). Somit trägt die GeoFarm-Prozesskette neben der Entscheidungsunterstützung zur Risikominimierung auf dem Betrieb bei. „Massenbilanzen“ liegen im Rahmen des Projekts bisher nicht vor.