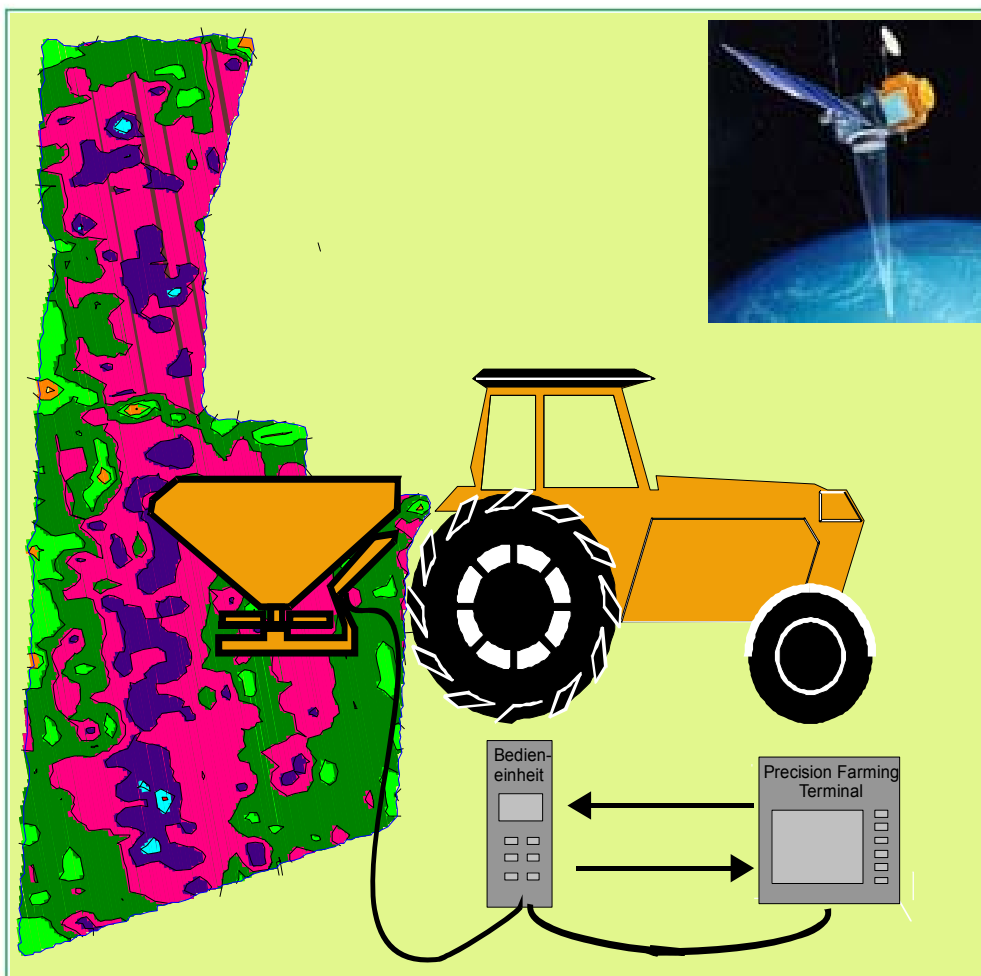




Das Lebensministerium



## Precision Farming

**Maschinenvorführung**  
am 2. Juni 2005 im LVG Köllitsch

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

## **Impressum**

**Herausgeber:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1, 01326 Dresden  
Internet:  
[WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL](http://WWW.LANDWIRTSCHAFT.SACHSEN.DE/LFL)

**Redaktion:** Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Agrarökonomie, Ländlicher Raum  
Frau Dr. Jäkel / Frau Mau  
Telefon: 0341 / 4472 – 220 / 173  
Telefax: 0341 / 4472 - 314  
e-mail: [kerstin.jaekel@fb3.lfl.smul.sachsen.de](mailto:kerstin.jaekel@fb3.lfl.smul.sachsen.de)  
[sabine.mau@fb3.lfl.smul.sachsen.de](mailto:sabine.mau@fb3.lfl.smul.sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für  
verschlüsselte elektronische Dokumente)

**Redaktions-  
schluss:** Mai 2005

**Fotos:** Herstellerangaben

**Auflagenhöhe:** 400 Exemplare

**Bestelladresse:** siehe Redaktion

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

## Maschinenvorführung "Precision Farming"

Precision Farming ermöglicht eine den lokalen Standortbedingungen angepasste pflanzenbauliche Produktion. Sie dient der ökonomischen und ökologischen Verbesserung betrieblicher Kenngrößen, insbesondere der Einsparung von Betriebsmitteln, von Maschinen- und Arbeitszeit, der Minimierung von Umweltbelastungen, der Verbesserung der Ertragsleistung und der Dokumentation des Produktionsprozesses.

Dabei ist eine Vielfalt von teilflächenspezifischen Informationen zu verarbeiten. Es werden Daten aus der Bodenanalyse und der Ertragskartierung gesammelt und ausgewertet, um das Verhältnis von Ertrag und Kosten zu optimieren. Eine große Bedeutung kommt der gesamten Dokumentation zu. Gegenüber den Behörden unterliegen die Landwirte verschiedenen gesetzlichen Aufzeichnungspflichten (GAP; Cross Compliance). Ebenso wichtig wird zukünftig auch die Dokumentation für lokale, nationale und internationale Qualitätssicherungssysteme sein.

Die Vorträge zur Veranstaltung geben einen Überblick über Grundlagen der fachlichen Praxis, über Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie betriebliche Erfahrungen beim Einsatz sensorgestützter Technik.

Die Maschinenvorführung bietet allen interessierten Landwirten die Möglichkeit, die am Markt angebotene satellitengestützte Technik aus verschiedensten Anwendungsbereichen zu beurteilen und fachliche Diskussionen mit den Herstellern zu führen.

Das umfangreiche Rahmenprogramm gibt zusätzlich wichtige Informationsmöglichkeiten zur satellitengestützten Landwirtschaft, dem Angebot an Hard- und Software für die Navigation und Dokumentation in Ihrem landwirtschaftlichen Unternehmen.

Wir laden Sie ganz herzlich zu dieser für Sie kostenfreien Veranstaltung ein.

Dr. Schwarze

*Präsident der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft*

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
<b>Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen und Anwendung</b>	<b>3</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. Pickel Martin Luther Universität Halle-Wittenberg</i>	
<b>Aspekte der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming</b>	<b>13</b>
<i>Prof. Dr. Wagner Martin Luther Universität Halle-Wittenberg</i>	
<b>Erfahrungen mit teilschlagspezifischer Bewirtschaftung unter Einbeziehung der gesamten Ackerfläche in der AG Langenchursdorf</b>	<b>36</b>
<i>Dipl. Ing. agr. Stauch Agrargenossenschaft Langenchursdorf eG</i>	
<b>Automatische Lenkeinrichtungen für Traktoren</b>	<b>40</b>
<i>Dr.rer.nat. Ulrich Klee, Dr.-Ing. Lutz Hofmann Martin Luther Universität Halle-Wittenberg</i>	
<b>An der Vorführung beteiligte Firmen</b>	<b>43</b>
<b>Precision Farming nach ISOBUS-Standard</b>	<b>44</b>
<b>Precision Farming durch serielle Ansteuerung</b>	<b>45</b>
<b>Precision Farming Terminal</b>	<b>46</b>
<b>Parallelfahrssystem</b>	<b>48</b>
<b>Technische Daten der GPS – Technik der Vorführmaschinen</b>	<b>49</b>
<b>An der Ausstellung beteiligte Firmen</b>	<b>79</b>

## Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen und Anwendung

*Prof. Dr.-Ing. Peter Pickel, Dr.-Ing. Lutz Hofmann,  
Dr. rer. nat. Ulrich Klee*

*Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg*

### Was ist Satellitengestützte Landwirtschaft?

Die Wortschöpfungen in diesem Zusammenhang sind sehr vielfältig und beinhalten oft mehr oder weniger große Bereiche. Die englischen Äquivalente sind Precision Farming oder Precision Agriculture mit den deutschen Bedeutungen Präzisionsackerbau oder Präzisionslandwirtschaft.

Das Wort Präzision bezieht sich dabei nicht nur auf die satellitengestützte Lokalisierung von Teilflächen sondern auch auf die genau dosierte Ausbringung von Dünger, Saatgut und Pflanzenschutzmitteln sowie die kleinräumige Erfassung von Erträgen. Die Schläge werden nicht mehr als Einheit sondern als Puzzle mit Teilflächen betrachtet, die unterschiedliche Eigenschaften besitzen. Ist der Schlag homogen und eben, hat Precision Farming keinen Sinn.

Mit Precision Farming wird der Bestand kleinräumig geführt. Die Pflanzen erhalten nur soviel an Dünger, wie sie auch umsetzen können. Damit trifft auch die Bezeichnung lokales Recourcen-Management zu. Am häufigsten wird aber der Begriff Precision Farming verwendet.

### Die primären Ziele des Precision Farming

Die primären Ziele des Precision Farming sind unverändert:

- Erträge steigern
- Betriebsmittel einsparen
- Umwelt entlasten

Bisher konnte eher das Einsparen von Betriebsmitteln nachgewiesen werden. Der Gewinn sollte nicht unbedingt maximiert werden, denn ein langfristig gesicherter Gewinn setzt den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit voraus.

Erhalten die Pflanzen nur soviel an Mitteln, wie sie auch umsetzen können, ist automatisch auch die Umwelt entlastet. Auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes gibt es die höchsten Innovationsmöglichkeiten, d.h. hier ist die Entwicklung des Pflanzenschutzes erst am Anfang.

Ein sehr wesentlicher Aspekt ist die Möglichkeit der zunehmenden Transparenz der Landwirtschaft.

### „Seiteneffekte“ des Precision Farming

Neben den primären Zielen des Precision Farming ist eine Reihe von „Seiteneffekten“ zu verzeichnen. Der Landwirt erhält grundsätzlich exaktere Informationen. Das betrifft sowohl die ausgebrachten Mittel als auch die Erträge.

Es werden aber auch neue verfahrenstechnische Möglichkeiten eröffnet. Dazu wird neben der Position auch die Uhrzeit aufgezeichnet. Daraus lässt sich ableiten, wie viel Zeit tatsächlich für den eigentlichen Arbeitsprozess aufgewendet wurde und welchen Anteil Wege- und Verlustzeiten haben. Das lässt sowohl Rückschlüsse auf die Arbeitszeitplanung als auch auf die Aufdeckung von Reserven zu.

Die virtuelle Flurbereinigung betrifft Regionen mit kleinräumiger Betriebsstruktur. Dabei werden die Flächen mehrerer Betriebe zu großen Schlägen zusammengefasst, ohne dass sie verkauft oder verpachtet werden. Sie verbindet die Möglichkeit der Schaffung großer Flächen und deren Vorteile bei der Bearbeitung mit differenzierter Einzelflächenabrechnung.

Die automatische Fahrzeugführung ist heute Stand der Technik. Die einzelnen Systeme unterscheiden sich jedoch wesentlich bezüglich der zu erwartenden Genauigkeit und damit auch im Preis. Die Betriebskosten für präzise Korrektursignale ohne eigene Referenzstation sind ebenfalls nicht unerheblich.

Bei aller Euphorie darf nicht vergessen werden, dass GPS-Signale Funksignale sind, welche gestört werden können oder die man abschalten kann. Dazu reicht schon ein nicht entstörrer PKW oder eine vorbeifahrende Elektrolok.

Die Angaben zur Genauigkeit sind statistische Werte und beziehen sich auf die einfache Streuung. Bei einer Genauigkeit von  $\pm 10$  cm beträgt der Anteil von Fehlern größer  $\pm 30$  cm über einen längeren Zeitraum 0,3 %. Bei einer Strecke von 1000 m sind das durchschnittlich 3 m.

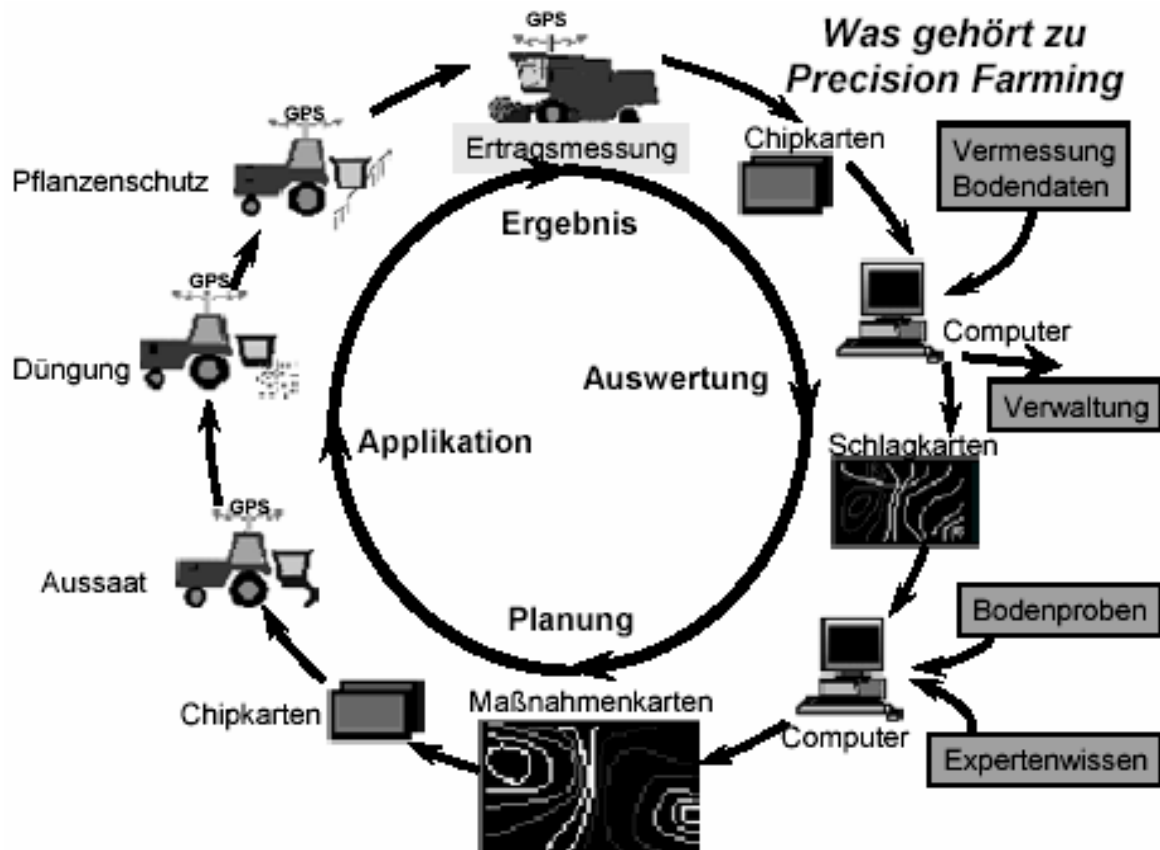
Die Telemetrie für landwirtschaftliche Maschinen ist ein Schritt in Richtung autonome - fahrerlose - Landmaschine. Aber ehe das bezahlbare und sichere Realität werden kann, müssen noch viele Probleme gelöst werden.

## Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen

Mit der Ferndiagnose kann aber bereits heute die Verfügbarkeit der Saisonmaschinen wesentlich erhöht werden, indem Probleme frühzeitig erkannt werden, bevor sie zu größeren Schäden und damit zu längerem Maschinenausfall führen.

In Großbetrieben spielt das Flottenmanagement bereits heute eine große Rolle. Maschinenkomplexe können nur effektiv arbeiten, wenn die Transporttechnik rechtzeitig verfügbar ist.

### Was gehört zu Precision Farming



Viele Betriebe steigen über die Ertragsmessung in Precision Farming ein, wenn sie z.B. ein Feld durch einen Lohnunternehmer abernten lassen. Damit kann man einen ersten Eindruck gewinnen, wie homogen oder inhomogen die Schläge sind.

Zur Datenübernahme wurden bisher am häufigsten Chipkarten eingesetzt. Gegenwärtig kommen auch schon USB-Sticks häufiger zum Einsatz. Wie in der PC-Technik wird man sich in der Perspektive nicht auf ein Medium beschränken können. Welche Rolle die Datenübertragung über Handy-Netze spielen wird, ist noch nicht abzusehen. Das wird eine Frage des Preises und des gewünschten Komforts sein.

## Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen

Die Zentrale Datenverarbeitung im Betrieb soll das GIS erledigen, das Geografische Informationssystem. Hier fließen nicht nur die Daten der Ertragsmessung ein, sondern auch die der Flächenvermessung, der Bodenbestimmung und vieles mehr.

Aus diesen Daten werden Karten erzeugt, die mit Ergebnissen aktueller Bodenproben als Basis für die Erstellung von Maßnahmenkarten dienen. Dieser Schritt ist aber der komplizierteste im gesamten System des Precision Farming. Dabei sollen die so genannten Expertensysteme helfen. Deren Entwicklung steht jedoch noch am Anfang. Das größte Problem bei der Analyse der Ertragsdaten ist das Feuchtigkeitspotential und die Prognose der Niederschläge.

Die erzeugten Maßnahmenkarten sollen für einen optimalen Mitteleinsatz Sorge tragen. Bei der Variation der Saatstärke will man das Potential besserer Böden ausnutzen und damit höhere Erträge erzielen, mit der Düngeplanung ebenso.

Das Potential von Precision Farming für den Pflanzenschutz ist gewaltig. Es gibt nur zwei Probleme:

1. teilflächenspezifisches Erkennen von Schaderregern und -schwellen sowie die
2. befallsabhängige Applikation von Mitteln.

Während wir auf die komplexe Lösung des ersten Problems noch länger warten müssen, sind erste Maschinen mit Direkteinspeisung bereits im Einsatz.

Damit schließt sich der Kreis wieder. Mit einer neuen Ertragskarte erhalten wir ein neues Ergebnis unserer Arbeit mit Precision Farming, das wieder anders aussieht als die Karten der Vorjahre, weil die Bedingungen wieder anders waren. Wir stehen dann vor der Aufgabe zu analysieren warum diese Unterschiede entstanden, um Schlussfolgerungen für die Erzeugung der nächsten Maßnahmenkarten zu ziehen. Mit jedem Jahr der Applikation sammeln wir neue Erfahrungen, die sich hoffentlich im höheren Betriebsergebnis widerspiegeln.

### **(D)GPS - wie funktioniert's?**

Die Position wird durch 3 Koordinaten beschrieben: die geografische Länge, die Breite und die Höhe über Normal Null ( $x, y, z$ ). Zur Positionsbestimmung für das Militär der USA wurde eine Reihe von Satelliten in den Weltraum gebracht, die sich auf elliptischen Bahnen bewegen. Diese senden Bahn- und Zeitsignale. Daraus erhält der Empfänger die genaue Position der Satelliten und die Laufzeit der Signale.



Weil Funksignale sich mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, kann aus den Laufzeiten der Abstand des Empfängers berechnet werden. Über die Lösung eines Gleichungssystems mit 3 Gleichungen und 3 Unbekannten errechnet man die Position des Empfängers.

Aber: Das Licht bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von ca. 300.000 km/s. Um die Laufzeit wirklich genau messen zu können müsste im Empfänger eine Atomuhr vorhanden sein, welche mit der Satellitenuhr genau synchron läuft. Dieser Aufwand wäre nicht nur sehr groß sondern auch unbezahlbar. Viel einfacher ist es den Uhrenfehler als 4. Unbekannte in der Berechnung zu verwenden. Dann sind allerdings mindestens 4 Satelliten für eine genaue Positionierung notwendig. Unter normalen Bedingungen sind mindesten 5 manchmal bis zu 11 Satelliten verfügbar. Bei einem Empfang von mehr als 4 Satelliten verbessert sich die Genauigkeit der Positionsbestimmung über eine Mittelwertbildung.

Aber: Die Luftschichten in der Atmosphäre sind nicht homogen. Sie haben unterschiedliche Dichten und Temperaturen. Dadurch kommt es zu Brechungen und Geschwindigkeitsschwankungen, welche zu Fehlern bis zu 10 m führen können. Um diese Fehler bis auf 1 m zu reduzieren, werden Referenzstationen auf vermessenen Punkten errichtet, welche die Laufzeitfehler jedes empfangenen Satelliten an den mobilen Empfänger senden, der seine eigenen Messungen damit korrigiert. Allerdings vergrößert sich der Fehler mit zunehmendem Abstand zur Referenzstation durch veränderte Messbedingungen.

### **Korrekturdaten**

Die Quellen für Korrekturdaten sind sehr vielfältig. Je genauer die Positionsbestimmung sein soll, umso teurer sind die Korrekturdaten. Bei Positioniergenauigkeiten im cm-Bereich müssen 2 Signalfrequenzen verarbeitet werden. Für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung ist dieser Aufwand aber nicht notwendig. Hier reichen die kostenfreien Quellen EGNOS oder Beacon aus. Die Empfangsmöglichkeit ist dafür in modernen Empfängern meist integriert.

### **Einstieg in Precision Farming**

Eine Einstiegsmöglichkeit in Precision Farming ist die Ertragsmessung. Eine andere Richtung des Beginns stellt eine GPS-Feldvermessung dar. Nach Einsicht in die Karten von Bodenschätzungen kann bereits eine Vorentscheidung getroffen werden, wenn sich wesentliche Unterschiede in der Bodenqualität innerhalb der Schläge erkennen lassen.

Diese Unterschiede müssen auch bei der Getreideernte nachweisbar sein. Hier bietet sich ein Lohndrusch mit GPS-Ertragsmessung an. Sind daraus auch wesentliche Ertragsschwankungen in Abhängigkeit von der

## Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen

Bodenqualität ableitbar, ist eine genauere Kalkulation angebracht, ob und auf welche Weise man in Precision Farming einsteigt.

Die nächsten Schritte sind dann schon fast Routinearbeit. Um die Bodenbeprobung zu optimieren werden auf Teilflächen mit gleichen Eigenschaften Messpunkte festgelegt. Diese Messpunkte dienen zuerst der Überprüfung der Bodenschätzungen und später des Düngestatus.

### Ertragskartierung

Für die Ertragskartierung in der Getreideernte kommen im Wesentlichen zwei Prinzipien zum Einsatz:

- die Messung des Massestroms und
- die Messung des Volumenstroms.

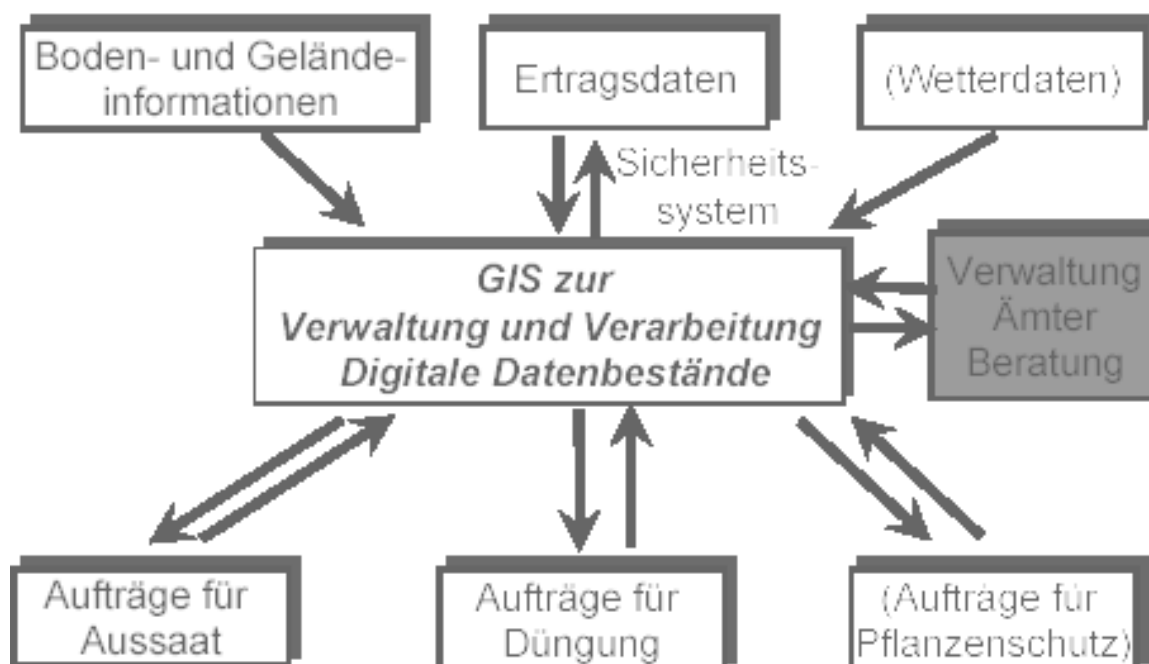
Mit beiden Systemen lassen sich ähnliche Messgenauigkeiten realisieren, wobei der Kalibrieraufwand für ein genaues Messergebnis auf volumetrischer Basis wesentlich höher ist.

Im Zusammenhang mit Precision Farming sind zwei wesentliche Probleme zu lösen:

- Schaffung einheitlicher Formate und Schnittstellen zum GIS um Daten verschiedener Anbieter verarbeiten zu können und
- Beschränkung der Datenaufbereitung auf den Maschinen auf ein Minimum, damit Bestandsdifferenzen nicht verwischt werden.

### Geografische Informationssysteme GIS

#### *Geografische Informationssysteme GIS*



Das GIS stellt das Herzstück des Precision Farming dar. Hier laufen alle Informationen zusammen, müssen verwaltet und verarbeitet werden. Die Boden- und Geländeinformationen besitzen dabei eine Basisrolle. Die Datenquellen reichen dabei von der GPS-Vermessung über Bodenkarten bis hin zu Luftbildern oder Satellitenaufnahmen. Entsprechend vielfältig sind auch die Möglichkeiten des GIS.

Die Qualität eines GIS zeichnet sich u. a. dadurch aus, dass der Bedarf des Nutzers durch modularen Aufbau gedeckt wird und er nicht benötigte Leistungen auch nicht mitkaufen muss.

Die Verarbeitung von Ertragsdaten soll dem Landwirt nicht nur viele bunte Bildchen liefern, sondern die Basis für die Erstellung von Applikationskarten sein.

Die Berücksichtigung von Wetterdaten hat noch nicht den gebührenden Stellenwert. Das betrifft nicht nur die zu erwartende Niederschlags-situation, bei der man schon glücklich sein kann, wenn sie die nächsten 12 Stunden ungefähr zutrifft, sondern auch das verfügbare Bodenwasser. Nicht ohne Grund sehen die Ertragskarten jedes Jahr anders aus. Hier besteht die Möglichkeit über Geländemodell, Wasserspeichervermögen des Bodens und Verlagerungsprozesse das Pflanzenwachstum zu simulieren und damit den Wasser- und Nährstoffverbrauch zu bestimmen. Ein derartiges Simulationsmodell erfordert die interdisziplinäre Zusammenarbeit auf hohem Niveau. Statistische Verfahren haben hier auch nur statistische Ergebnisse. Manchmal stimmen sie sehr gut, oft aber auch überhaupt nicht.

Die Erzeugung von Applikationskarten für die Düngung gehört zu den Aufgaben mit den größten Erfahrungen aber auch mit großen Reserven. Bisher ist es meist dem Expertenwissen des Landwirts überlassen, wie er die vorhandenen Boden-, Nährstoff- und Ertragsdaten zur Berechnung der notwendigen Düngermenge für die einzelnen Teilschläge benutzt. Es wird aber intensiv an Expertensystemen gearbeitet, welche den Landwirt entweder als internes Modul des GIS oder als externes Programm z. B. über Internet bei dieser Arbeit unterstützen. Einzelne Systeme gibt es bereits.

Die Variation der Aussaatstärke ist ein weiteres Thema der Forschung. Das Ziel besteht einerseits in der Einsparung von Saatgut aber andererseits auch in der Zuordnung eines optimalen Standraumes für die Einzelpflanze und in der gleichmäßigen Abreife.

## Satellitengestützte Landwirtschaft - Grundlagen

Ein immer wieder viel diskutiertes Thema ist der Pflanzenschutz. Die Mittel werden immer teurer. Die Landtechnikindustrie ist gut beraten, wenn sie dem Landwirt Technik zur Verfügung stellt, mit der sich der Mittelaufwand wesentlich reduzieren lässt. Mit der Direkteinspeisung von Mitteln tun dies einige Hersteller auch. Nur damit ist der teilflächenspezifische Einsatz von Pflanzenschutzmitteln möglich.

Einige Fachleute sind zwar der Meinung, dass sich diese Technik nicht durchgesetzt hat, aber sie wird es wahrscheinlich noch. Nicht nur das Einsparpotential sondern auch das ökologische Potential ist sehr groß. Wo liegt das Problem? Das größte Problem liegt in der Bonituraufnahme. Es bedeutet gegenwärtig noch einen enormen Zeitaufwand, wenn vor der Maßnahme der Bestand auf Schädigungen analysiert, Schadschwellen erkannt und der Mitteleinsatz festgelegt werden soll.

Wichtig für den Landwirt ist, dass die tatsächlich ausgebrachten Mengen auch aufgezeichnet und in das GIS zurück gelesen werden. Nicht immer kann die eingestellte Menge auch appliziert werden.

Die Schnittstellen nach außen gewinnen immer mehr an Bedeutung. Einen großen Teil seiner Arbeit verbringt der Landwirt mit Verwaltungsarbeit. Die elektronische Datenübertragung eröffnet die Möglichkeit nicht nur Papier sondern auch viel Zeit zu sparen.

Der Zugriff auf Expertensysteme und Informationen ist hier ebenso zu nennen, wie die Realisierung von Managementaufgaben und verfahrenstechnische Kalkulationen.

Wenn der Landwirt die vermessenen Felder mit ihren Koordinaten besitzt, ist der Schritt in Richtung Sicherheitssystem theoretisch nicht mehr weit. Ein solches System ist z. B. für automatische Lenkeinrichtungen sinnvoll. Es warnt zuerst vor dem Erreichen des Feldrandes, wenn der Fahrer seine Aufmerksamkeit auf die optimale Auslastung der heckseitig angehängten Maschinen richtet. Es warnt aber auch vor Hindernissen im Bestand beim Mähdrusch, welche das Scheidwerk beschädigen können. Dazu müssen diese Hindernisse, wie Gräben, Masten, Findlinge u. ä. als potentielle Gefahren für Mensch und Technik vorher eingemessen werden. Da aber Fragen der Haftung bei einem derartigen System eine größere Rolle spielen als der Nutzen für den Anwender, werden wir auf die Einführung noch längere Zeit warten müssen.

## Anforderungen an GIS

- bedienerfreundliche Benutzeroberfläche
- angepasstes Leistungsspektrum auf modularer Basis
- Auswertung von Daten aus verschiedensten Quellen
- Expertensystem zur Berechnung von Aufträgen für Düngung, Aussaat, Pflanzenschutz usw.
- Möglichkeit zum Datenaustausch mit oder ohne Integration von betriebswirtschaftlicher Software
- Schnittstellen zum Datenaustausch mit Geräten, Beratung und Behörden

## Geräte für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung

Der Jobrechner des Traktors macht Daten wie Fahrgeschwindigkeiten, Zapfwelldrehzahlen, Kraftstoffverbrauch, Unterlenkerstellung u. ä. für die gekoppelten Maschinen und Geräte verfügbar. In umgekehrter Richtung lassen einzelne Hersteller den direkten Zugriff auf Hydraulikventile zu. Es werden Befehle zur Fahrgeschwindigkeit folgen. Egal, ob weitere Geräte angeschlossen sind oder nicht, sendet der Jobrechner seine Nachrichten auf den Daten-Bus.

Als Nutzerschnittstelle zur Steuerung von Maschinen und zur Visualisierung von Maschinenfunktionen dient das Terminal. Für den Inhalt der Darstellung und die Anordnung der Bedienfunktionen ist aber der Jobrechner der Maschine verantwortlich. Er muss mit dem Terminal kommunizieren, dessen Größe und die Anordnung der Funktionstasten feststellen. Darauf hin lädt er die notwendigen Masken in den Speicher des Terminals, damit sie auch für wiederholte Anwendungen gleich verfügbar sind. Beim ersten Mal dauert es deshalb etwas länger.

Es müssen gleichzeitig mehrere Maschinen bedienbar sein, z.B. Einzelkornsämaschine, Unterfußdüngung und Bandspritze. Die Masken liegen dann hintereinander. Mit einem Tastendruck kann zwischen ihnen gewechselt werden. Bei Alarmzuständen erscheint die betroffene Maschine sofort in der Anzeige.

Der Taskcontroller ist in der Praxis im Terminal integriert. Er arbeitet die Aufträge ab und übermittelt die Befehle zur Applikation an die Jobrechner der Maschinen. Gleichzeitig sollte er die tatsächlich ausgebrachten Mengen abspeichern. Der Datenaustausch mit dem GIS erfolgte bisher häufig mit Chipkarten. Zunehmend kommen aber auch die handlicheren USB-Sticks zum Einsatz.

Die Anordnung der Quelle für die GPS-Daten ist sekundär. Der GPS-Empfänger kann am Terminal, am Traktorjobrechner oder direkt am Bus angeschlossen sein. Entscheidend ist die Einhaltung des Nachrichtenformates.

### **ISOBUS / LBS-Steckdose**

Der Bus-Stecker am Traktor außen beinhaltet nicht nur die Datenkabel sondern auch die Kabel für die Elektronik sowie die für Verbraucher bis 60 A. Wenigstens diese Komponente ist für LBS und ISOBUS identisch.

### **Pflanzenschutzspritze mit Direkteinspeisung**

Bei allen noch zu lösenden Problemen besitzt eine derartige Spritze zwei entscheidende Vorteile:

- im Tank befindet sich nur klares Wasser - es fällt keine Restbrühe an.
- es soll direkt aus den Transportbehältern nur die tatsächlich benötigte Menge entnommen werden - der Rest wird beim nächsten Einsatz verwendet.

Im Angebot sind Spritzen mit einem Spektrum bis zu 6 Einzeldosierern.

### **Aussichten**

- neue Ertragsmessgeräte neben denen für Getreide,
- Sensoren zur Erfassung der Bestandsdichte und des Versorgungsgrades mit Dünger,
- Sensoren zum Erkennen von Beikräutern für online-Direkteinspeisung von Mitteln,
- komplexe Expertensysteme zur Datenaufbereitung für bessere Düngekarten,
- Steuer- und Regelungstechnik für optimalen Maschinen- und Komplexeinsatz,
- Datenanalyse mit verfahrenstechnischen Simulationen und Optimierungen.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming

*Prof. Dr. Peter Wagner,*

*Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,*

*Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre*

### 1 Allgemeine Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Aus der Sicht der Betriebswirtschaft ist Precision Farming **der** entscheidende Schritt zum besseren Management in landwirtschaftlichen Unternehmen. Dabei steht das Informationsmanagement im Vordergrund, also wie der Umgang und die Auswertung mit der durch Precision Farming anfallenden riesigen Datenflut am Besten zu erfolgen hat. Betriebe, die mit solchen Informationen umgehen können und in der Lage sind die richtigen Entscheidungen aus den Informationen zu ziehen, verbessern das Management, die Transparenz und Qualität der Produktion und legen die Basis für eine Vereinfachung der Dokumentationsanforderungen. Unabhängig von allen Möglichkeiten, die eine neue Technik bietet, sie wird nicht eingesetzt, wenn sie sich nicht rechnet. Obwohl die für Precision Farming notwendigen Investitionen nur einen verschwindenden Anteil am Gesamtvermögen landwirtschaftlicher Unternehmen ausmachen, müssen sie identifiziert und quantifiziert werden. Dem ist der durch den Einsatz der betrachteten Technologie bedingte monetär bewertete Nutzen gegenüber zu stellen.

Die Wirtschaftlichkeit von Precision Farming wird unter anderem von folgenden Faktoren bestimmt:

- notwendige Investitionen für Precision Farming
- Betriebsgröße und Anbaufläche
- Heterogenität des Standortes und gegenwärtig praktiziertes Niveau der Düngung
- Anteil und Umfang der Fruchtarten im Produktionsprogramm
- Effizienz des Precision Farming Ansatzes
- Organisation des Technikeinsatzes (Einzelbetrieb / Lohnunternehmer / Gewannebewirtschaftung ...)
- Produkt- und Faktorpreisniveau / Subventionen (Agrarpolitik)
- Ausmaß der Reduktion des Ertragsrisikos
- Managementfähigkeiten des "Bedienpersonals" (Arbeitszeitbedarf / Wissen)

Es kann in diesem kurzen Beitrag nicht auf all diese Faktoren gleichermaßen eingegangen werden - im Wesentlichen werden nur die ersten beiden behandelt -, aber bereits aus der Aufzählung wird klar, eine einfache Antwort auf die Frage der Wirtschaftlichkeit ist nicht zu erwarten.

Trotzdem soll im Folgenden versucht werden die wichtigsten Determinanten zu beleuchten, unter welchen Umständen Precision Farming einen positiven Beitrag zum Betriebsergebnis leisten kann.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Darüber hinaus wird erläutert, wie die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit des Precision Farming Technologieeinsatzes für einen Betrieb zweckmäßigerweise erfolgen sollte. Abgerundet wird der Beitrag mit einigen Überlegungen zum Einstieg in Precision Farming.

Von **herausragender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit sind die Anbaufläche**, die mit der neuen Technologie bearbeitet werden kann und das Maß der **Heterogenität der Flächen** zur Teilschlagbewirtschaftung. Größere Betriebe - hier gleichbedeutend mit größeren Anbauflächen - können die aus den Investitionsausgaben resultierenden jährlichen Kosten auf mehr Fläche verteilen. Somit sinken die Stückkosten. Dies kommt insbesondere bei solchen Investitionen zum Tragen, die nicht auf Basis des Nutzungspotenzials, also leistungsabhängig abgeschrieben werden, sondern bei denen die Abschreibung zeitabhängig erfolgt, beispielsweise weil der technische Fortschritt ein Investitionsobjekt nicht mehr wirtschaftlich nutzbar erscheinen lässt. Das Investitionsobjekt ist nach einem bestimmten Zeitraum veraltet und sollte wegen des technischen Fortschritts durch ein neues Objekt ersetzt werden. Diese Annahmen treffen bei Investitionen im Bereich des Precision Farming zu. Im folgenden Beispiel wird daher unabhängig von der Betriebsgröße von einer **Nutzungsdauer von 5 Jahren** ausgegangen. Betrieben ohne ausreichende Flächenausstattung ist der Zugang zu dieser neuen Technologie nicht verwehrt, allerdings müssen andere Organisationsformen, wie der Einsatz von Lohnunternehmern/Dienstleistern oder Gewannebewirtschaftung in Betracht gezogen werden. Zu dieser Thematik muss aus Platzgründen auf Literatur verwiesen werden (z.B. WAGNER, 2001).

Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen bei der Planung sind lediglich diejenigen Kosten zu berücksichtigen, die sich bei der tatsächlichen betrieblichen Umsetzung verändern werden. Für die Auswirkungen des Technologieeinsatzes auf den Produktionsprozess genügt es also, sich mit den Deckungsbeiträgen auseinanderzusetzen. Durch den Technologieeinsatz können sich einerseits die **Naturalerträge**, andererseits die **Einsatzmengen der Produktionsfaktoren** der verschiedenen Produktionsverfahren **ändern**. Die veränderbaren Produktionsfaktoren sind insbesondere Saatgut, Stickstoffdünger, Herbizide und Fungizide. In **Tabelle 1** sind auf Basis der **Standarddeckungsbeiträge** ausgewählter Fruchtarten (KTBL, 2004) diese Positionen *besonders herausgehoben*. Der Deckungsbeitrag für Weizen stehe stellvertretend für Weizen, Roggen und Gerste, der Deckungsbeitrag für Körnermais stellvertretend für sonstiges Getreide und der Deckungsbeitrag für Winterraps stellvertretend für Öl-, Hülsenfrüchte und Faserpflanzen. Die Deckungsbeiträge sind hier **ohne** die bisher üblichen betriebs-spezifischen **Flächenprämien** kalkuliert.



## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Auf die nun folgende Darstellung der Ergebnisse hätte die Einbeziehung der Preisausgleichszahlungen erstens keinen Einfluss, zweitens sind sie ohnehin entkoppelt und somit den Produktionsverfahren nicht mehr zuordenbar. Die hier ausgewiesenen Deckungsbeiträge und deren einzelnen Leistungs- und Kostenpositionen sind Basis für die weiteren Berechnungen.

**Tabelle 1: Deckungsbeiträge (DB) als Grundlage für die weiteren Berechnungen**

Zeile	Kennzahl	Einheit	Weizen <sup>1)</sup>	Körnermais <sup>1)</sup>	Winterraps <sup>1)</sup>	Kartoffeln	Zuckerrüben
1	Leistung:						
2	Ertrag	dt	68	94	29	391	605
3	Preis	€/dt	10,5	10,9	21,3	6,50	4,68
4	Leistung	€/ha	719	1030	624	2544	283
5	variable Kosten:						
6	Saatgut	€/ha	63	131	23	358	219
7	Handelsdünger	€/ha	108	134	127	129	194
8	dar. N	€/ha	77	88	92	62	88
9	Pflanzenschutz	€/ha	115	76	100	254	238
10	dar. Herbizide	€/ha	49	76	63	85	219
11	dar. Fungizide	€/ha	60	0	15	157	15
12	Maschinen	€/ha	132	163	133	265	198
13	Sonstige	€/ha	33	230	42	143	19
14	Summe var. Kosten	€/ha	451	734	425	1149	868
15	Deckungsbeitrag	€/ha	268	296	199	1395	196

<sup>1)</sup> Weizen stellvertretend für Weizen, Roggen, Gerste; Körnermais stellvertretend für sonstiges Getreide; Winterraps stellvertretend für Öl-, Hülsenfrüchte und Faserpflanzen

Quelle: KTBL (2004); KTBL (2002); KTBL, pers. Mitt.; eigene Berechnungen

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

In **Tabelle 3** sind die Ergebnisse einer Break-Even Analyse für die Einführung der Precision Farming Technologie in Abhängigkeit von der Betriebsgröße ausgeführt. Es wird hier, gemäß der seit 2001/2002 in Deutschland angewandten EU-Typologie (vgl. BMVEL, 2003, S. 154) für die betriebswirtschaftliche Ausrichtung, von einem Getreidebetrieb ausgegangen, dessen Fruchtfolge zum überwiegenden Anteil aus Getreide besteht. Die Ergebnisse für die Betriebe mit 100, 400 bzw. 800 ha Anbaufläche zeigen, wie hoch die Mehrerträge bzw. Einsparmengen bei verschiedenen Produktionsfaktoren unter sonst gleichen Bedingungen bei der Einführung der Precision Farming Technologie mindestens ausfallen müssten, um Kostendeckung zu erreichen. **Es wird in diesem Beispiel davon ausgegangen, dass die Precision Farming Technologie nur auf Getreideflächen eingesetzt wird**, hier ist sie in der Tat am weitesten fortgeschritten. Bei erfolgreichem Einsatz in anderen Kulturen ergeben sich günstigere wirtschaftliche Effekte, d.h., die zum Erreichen des Break Even notwendigen Ertragserhöhungen und/oder Reduktionen der Faktoreinsatzmengen fallen geringer aus, als hier im Beispiel dargestellt (vgl. WAGNER, 2000, S. 149 ff). Daraus folgt, dass bei den hier angestellten Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit mit größter Vorsicht vorgegangen und der Einsatz der neuen Technologie mit Sicherheit nicht "schöngerechnet" wird.

**Tabelle 2: Schätzung des Investitionsbedarfs für Precision Farming**

Investition	€ <sup>1)</sup> (ca.Werte)
Ausstattung Traktor m. Terminal und GPS	6.000
Nachrüstung Düngetechnik	5.100
Nachrüstung Drilltechnik	- <sup>2)</sup>
Nachrüstung Pflanzenschutztechnik	5.000
Nachrüstung Erntetechnik (ohne Terminal)	8.500
Büroausstattung (Software)	3.300
<b>SUMME</b>	<b>27.900</b>

<sup>1)</sup> ohne MwSt.

<sup>2)</sup> entfällt wegen serienmäßiger Ausstattung

Der Rechengang wird nachfolgend dargestellt:

In **Tabelle 3**, Zeile 1 ist zunächst die Höhe der etwaigen Investition für die Precision Farming Technologie aufgezeigt. Diese Werte basieren auf den Angaben der **Tabelle 2**. Es wird dabei von einem reinen "Mapping"-Ansatz mit Ertragskartenunterstützung ausgegangen. Für die Betriebsgrößen (hier gleich Anbaufläche) von 100 und 400 ha betragen

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

sie jeweils 27.900 €, für 800 ha wurde zusätzlich die Ausstattung eines zweiten Schleppers mit der entsprechenden Technologie kalkuliert, so dass sich die Investitionsausgaben hier auf 33.900 € belaufen. Die Abschreibung in Zeile 2 erfolgt, wie weiter oben begründet, zeitabhängig. Der Zins wurde (in Zeile 3) mit 8 % kalkuliert. Als Zins wird im betrieblichen Einzelfall entweder der Zinssatz einer Fremdfinanzierung angesetzt oder, bei Finanzierung mit eigenen Mitteln, der entgangene Zins durch eine alternative Geldanlage. Der Absolutbetrag des Zinses berechnet sich als Differenz zwischen den in Zeile 4 ausgewiesenen jährlichen Kosten, die als Annuität aus den Investitionsausgaben (*hier also ohne Reparatur-, Wartungs-, Informations- und Arbeitskosten, in **Tabelle 8** wird aber insbesondere auf die Höhe der beiden letztgenannten Kostenarten näher eingegangen*) berechnet wurden und den Abschreibungen aus Zeile 2. Der Rechengang folgt der Annuitätenformel, er sei beispielhaft für den 100 ha Betrieb hier dargestellt:

$$a = K_0 * \frac{q^N * (q - 1)}{q^N - 1}$$

wobei:     **a** = Annuität  
               **K<sub>0</sub>** = Investitionsausgaben  
               **q** = Zins in % dividiert durch 100 plus 1  
               **N** = Nutzungsdauer in Jahren

für das Beispiel:

$$27900 * \frac{1,08^5 * (1,08 - 1)}{1,08^5 - 1} = 6987,74$$

Der sich ergebende Annuitätenfaktor (aus der Berechnung des Bruchs) beträgt ~0,2505, multipliziert mit den Investitionsausgaben (27.900 €) resultiert in 6.987,74 € jährliche Kosten. Bei 5.580 € Abschreibungen ergeben sich so Zinskosten in Höhe von ca. 1.408 € pro Jahr.

In Zeile 5 sind die jährlichen Kosten (Annuität) auf 1 ha Anbaufläche umgelegt. Es zeigt sich, dass die Kostenbelastung mit zunehmender Betriebsgröße drastisch abnimmt. Dementsprechend sind auch die in Zeile 6 ausgewiesenen notwendigen Erhöhungen der Naturalerträge (zur Deckung dieser jährlichen Kosten) mit zunehmender Betriebsgröße niedriger.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

**Tabelle 3: Break-Even Analyse für einen spezialisierten Getreidebetrieb (Precision Farming nur auf Getreideflächen)**

Zeile	Kennzahl	Einheit	Anbaufläche insg. (ha) <sup>1)</sup>		
			100	400	800 <sup>2)</sup>
1	Investitionsbedarf für Precision Farming	€	27.900	27.900	33.900
2	Abschreibung (5 Jahre)	€/Jahr	5.580	5.580	6.780
3	Zins (bei 8 %)	€/Jahr	1.408	1.408	1.710
4	Jährliche Kosten <sup>3)</sup>	€/Jahr	6.988	6.988	8.490
5	Jährliche Kosten pro ha	€/Jahr	69,88	17,47	10,61
6	notw. Erhöhung des Naturalertrages <sup>4)</sup> bis Break-Even	%	14,4	3,6	2,2
7	notw. Reduktion einzelner variabler Kostenpositionen bis Break-Even				
8	- Saatgut	%	164,3	41,1	25,0
9	- Handelsdünger	%	95,8	24,0	14,6
10	dar. mineralischer N-Dünger	%	134,4	33,6	20,4
11	- Pflanzenschutz	%	90,0	22,5	13,7
12	dar. Herbizide	%	211,2	52,8	32,1
13	dar. Fungizide	%	172,5	43,1	26,2
14	- Summe Saatgut, Handelsdünger, Pflanzenschutz	%	78,4	19,6	11,9

<sup>1)</sup> Fruchtartenanteil: Weizen 67,5%, Körnermais 8,4%, Raps 19,9%,  
Kartoffeln 0,3%, Zuckerrüben 3,9%

<sup>2)</sup> höhere Investitionen durch zusätzliche Ausstattung eines zweiten Schleppers

<sup>3)</sup> ohne Reparatur, Wartung und Arbeitskosten

<sup>4)</sup> bei gleichem Preisgerüst

So sind für den 100 ha Betrieb - bei der gegebenen Organisationsstruktur<sup>1</sup> von 67,5 % Getreide (im Weiteren wird aus Gründen der Vereinfachung anstelle von Getreide nur mit den Werten von Weizen gerechnet, vgl. **Tabelle 1**), knapp 9 % Körnermais, knapp 20 % Raps und 0,3 % bzw. 3,9 % Kartoffeln und Zuckerrüben - Ertragssteigerungen von 14,4 % im Getreide (es werden ausschließlich Getreideflächen für den Technologieeinsatz herangezogen) notwendig, um den Break-Even zu erreichen. Für den 800 ha Betrieb sind es lediglich noch 2,2 %. Während die Zahlen für den 800 ha Betrieb in vielen Fällen gut, für den 400 ha Betrieb lediglich noch in manchen Fällen erreichbar erscheinen, sind die notwendigen Ertragssteigerungen für den 100 ha Betrieb nach dem derzeitigen Stand des Wissens keinesfalls zu erreichen.

<sup>1</sup> gemäß Anbauverhältnis von durchschnittlichen Getreidebetrieben (landwirtschaftliche Hauptidebetriebe, Buchführungsergebnisse der Testbetriebe 2002/2003, BMVEL)

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Der Ausgleich der durch die Investitionen bedingten zusätzlichen jährlichen Kosten braucht allerdings nicht allein durch eine Ertragssteigerung erreicht werden, sondern kann auch, wie bereits erwähnt, über eine mögliche Reduktion der variablen Kosten erfolgen. Die notwendige prozentuale Reduktion zur Erreichung des Break-Even für die hier interessierenden Positionen sind in den Zeilen 8-14 ausgewiesen. Die Zahlen zeigen für 800 ha Anbaufläche bei Saatgut für Getreide notwendige Einsparungen von 25,0 %, beim Handelsdünger- und Pflanzenschutz-einsatz jeweils knapp 15 bzw. 14 %. Für sich alleine genommen müssten bei der N-Düngung dann ca. 20 %, beim Herbizid- bzw. Fungizideinsatz ca. 32 bzw. 26 % eingespart werden. Für alle betrachteten Produktionsfaktoren zusammen belaufen sich die erforderlichen Einsparungen auf 11,9 %. Hier muss berücksichtigt werden, dass eine vereinfachte Addition der Effekte nicht ohne weiteres möglich ist<sup>2</sup>. Liegen die eben genannten Einsparungsnotwendigkeiten bei den Produktionsfaktoren für die 800 ha Anbaufläche in den einzelnen Positionen durchaus im Bereich dessen, was in der Literatur dokumentiert ist, sind die notwendigen Einsparungen für 100 ha keinesfalls, für 400 ha Anbaufläche in einzelnen Positionen nur in Ausnahmefällen zu erreichen. Zumindest nicht, wenn nur einzelne Produktionsfaktoren isoliert betrachtet werden.

In den letzten Jahren sind von verschiedenen nationalen und internationalen Forschergruppen Aussagen hierzu gefunden worden. **Tabelle 4** zeigt die Ergebnisse einer Literaturanalyse bezüglich der ökonomischen Konsequenzen des Präzisionspflanzenbaus. Gleichzeitig wird hier in Teilbereichen auch sichtbar, welche naturale Ertragssteigerungen bzw. Faktorreduzierungen gefunden wurden. Die Aussagen aus **Tabelle 3** sind dadurch besser einzuordnen. Untersuchungen zur Einsparung von Herbiziden zeigen, dass zwischen 50 und 80 % der Herbizidaufwandmengen eingespart werden können, wenn lediglich noch die Stellen behandelt werden an denen tatsächlich Unkräuter auftreten. Die monetären Einsparungen hängen stark von den Preisen der Herbizide ab, so dass hier keine verallgemeinerte Aussage gemacht werden kann. Vergleicht man diese Werte mit den Werten aus **Tabelle 3**, so wird deutlich, dass die notwendigen Einsparungen allein für Herbizide bei 400 und 800 ha Anbaufläche durchaus erreicht werden können. Bezüglich der möglichen Mehrerträge bzw. Einsparpotenziale an anderen Produktionsfaktoren liegen verschiedene Studien vor, die in der Mitte der

---

<sup>2</sup> wird beispielsweise durch teilflächenspezifische N-Düngung ein positiver Ertrags-effekt von 3 % und durch teilflächenspezifische Ausbringung von Fungiziden / Wachstumsreglern ein positiver Ertragseffekt von 4 % erreicht, kann sich der Gesamteffekt zu deutlich mehr als 7 % summieren, wie Versuche mit homogener Bewirtschaftung, vornehmlich in den 1960er Jahren gezeigt haben. Entsprechende Versuche mit teilflächenspezifischer Bewirtschaftung sind bisher kaum durchgeführt worden, aber beispielsweise Forschungsgegenstand in preagro II

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Tabelle gezeigt sind. Beispielsweise zeigen SCHMERLER und JÜRSCHIK (1997b, S.995) knapp 4 dt Mehrertrag (Weizen) pro ha und im Durchschnitt 25 kg weniger Stickstoffaufwand pro ha bei heterogenen Schlägen. Auch die anderen Studien weisen durchweg Ertragsvorteile bzw. Einsparpotenziale aus - wenn auch der jeweilige Untersuchungsgegenstand differiert - die durchaus im Bereich liegen, dass sie die jährlichen Kosten (Zeile 5 in **Tabelle 3**), zumindest bei 400 und 800 ha Anbaufläche, decken können. Insbesondere LISSO (2003) zeigt ermutigende Ergebnisse.

In der Literaturübersicht sind wegen der besseren Übertragungsmöglichkeit hauptsächlich deutsche bzw. europäische Quellen zitiert.

**Tabelle 4: Aussagen verschiedener Studien zur "Wirtschaftlichkeit" von Precision Farming**

<b>Autor</b>	<b>Untersuchungsgegenstand</b>	<b>Ergebnis</b>
<b>NORDMEYER et al.</b> (Deutschland, 1997)	teilflächenspezifischer Pflanzenschutz in Getreide	bis zu 80 % der Fläche konnte unbehandelt bleiben
<b>GERHARDS</b> (Deutschland, 1997)	teilflächenspezifischer Pflanzenschutz in Getreide	40-50 % weniger Herbizideinsatz
<b>TIMMERMANN et al.</b> (Deutschland, 2003)	teilflächenspezifischer Pflanzenschutz in Getreide	29-36 €/ha (50-70%) weniger Herbizideinsatz
<b>JÄGER/MERKEL</b> (Deutschland, 2003)	teilflächenspezifische Aussaat zu Weizen und Gerste	13 % weniger Saatgutaufwand bei Weizen und Gerste, 4 bzw. 2 dt/ha Mehrertrag bei Weizen bzw. Gerste
<b>SWINTON/AHMAD</b> (USA, 1996)	teilflächenspezifische N-Düngung in Zuckerrüben	74 \$/acre (~185 \$/ha) Ertrags-/Qualitätsvorteile und Einsparpotenziale
<b>STERGAARD</b> (Dänemark, 1997)	teilflächenspezifische N,P,K und Kalk-Düngung in Getreide	40-50 \$/ha Ertragsvorteile und Einsparpotenziale

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

<b>SCHMERLER/ JÜRSCHIK</b> (Deutschland, 1997b)	teilflächenspezifische N- Düngung in Getreide	Bis 3,9 dt/ha Mehrertrag und im Durchschnitt 25 kg N/ha weniger bei heterogenen Schlägen
<b>LUDOVICY et al.</b> (Deutschland, 2002)	teilflächenspezifische N- Düngung in Weizen "Sensor"-Ansatz	durchschnittlich 1,7 dt/ha (2,2 %) höhere Erträge und 0,14 % mehr Protein
<b>WELSH et al.</b> (England, 2003)	teilflächenspezifische N-Düngung in Weizen	keine signifikanten Unterschiede durch "Mapping"-Ansatz
<b>LISSE</b> (Deutschland, 2003)	teilflächenspezifische Aussaat / Pflanzenschutz / Düngung in Weizen ("Mapping"-Ansatz)	ca. 6 / 13 / 15 €/ha weniger Kosten f. Aussaat / Pflanzenschutz/Düngung bei gleichz. ca. 13 €/ha Mehrertrag
<b>SCHMERLER/JÜRSC HIK</b> (Deutschland, 1997a)	Kostenkalkulation für GPS-Einsatz (Technik + Arbeit) für 2000 ha- Betrieb	Mehrkosten von 35-40 €/ha und Jahr <sup>1)</sup>
<b>HARRIS</b> (England, 1997)	Kostenkalkulation für GPS-Einsatz (Technik) für 320 ha-Betrieb	Mehrkosten von ca. 30 €/ha und Jahr <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> incl. Arbeitskosten

<sup>2)</sup> ohne Berücksichtigung von Arbeitskosten

Mittlerweile liegen zu Betrachtungen der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming eine doch beträchtliche Zahl von Publikationen vor, die sich allesamt dadurch auszeichnen, dass sie Einzelaspekte betrachten, also entweder die Grunddüngung oder die N-Düngung oder den Herbizideinsatz oder die Aussaatstärke usw. Diese Art von Publikationen erlebte einen Boom in der Zeit von 1995 bis 2000, danach ist es ruhiger geworden. LAMBERT und LOWENBERG-DEBOER analysieren in ihrer Studie (2000) 108, SCHNEIDER (2005) 91 Veröffentlichungen zum Thema "profitability". Keine einzige der dort betrachteten Studien beantwortet Fragen zur gesamtbetrieblichen Wirtschaftlichkeit. **Die Effekte, die bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen Berücksichtigung fanden waren i.d.R. natürlicher Natur, d.h. Mehrerträge oder Reduktion des Faktoreinsatzes. Arbeitszeiterparnis oder Mehrarbeitsbedarf wurden nicht erfasst.**

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Insgesamt leiden alle betrachteten Studien darunter, dass die Berechnungen oder die Versuchsanstellung nur sehr selten hinreichend genau beschrieben wurden. Auch sind zumeist die betrachteten (und insbesondere die nicht berücksichtigten) Kostenpositionen nur unpräzise dargestellt.

Dennoch bleibt nach Lektüre der Studien unter dem Strich zu vermuten, dass der Erfolg von Precision Farming, ökonomisch gesehen, "durchwachsen" ist. Bei genauerer Analyse der betrachteten Untersuchungen ist festzustellen, dass es aus mehreren Gesichtspunkten heraus **noch zu früh für eine abschließende ökonomische Beurteilung** ist. Zum einen wurden in den betrachteten Studien zur Optimierung der Precision Farming Varianten überwiegend **Bodenbeprobungen** verwendet, die **sehr kostenaufwändig** durchzuführen sind. Dies beeinträchtigt sowohl die Kosteneffizienz als auch das Potenzial zur Optimierung. Zum anderen basiert die Optimierung der **Faktoreinsatzmengen** in den jeweiligen Studien auf **sehr unterschiedliche Informationen**. Einerseits wird nur auf Basis von Ertragskarten und andererseits nur nach ermittelten Bodenarten optimiert. **Doch genau in der Kombination aller verfügbaren kleinräumigen Informationen, die sich typischerweise gegenseitig beeinflussen, sollte noch ökonomisches Potenzial zu finden sein.** Der Wert von zusätzlicher Information, sei es höher aufgelöste Daten (also mehr Daten pro Flächeneinheit) oder zusätzliche Attribute, ist bei Precision Farming Technologien wesentlich höher als bei der uniformen Bewirtschaftung.

Um die erwarteten ökonomischen Potenziale auszuschöpfen, werden also kostengünstige und hochaufgelöste Daten benötigt und vor allem das Wissen darüber, wie diese Daten sich untereinander verhalten und wie sie in diesem Wechselspiel den Ertrag beeinflussen. Dieses Wissen allerdings liegt gegenwärtig noch nicht vor.

Wie gesagt, für endgültige Aussagen ist es noch zu früh. Deshalb darf es nicht verwundern, dass eine Typisierung, unter welchen Gegebenheiten Precision Farming einen positiven Erwartungswert bezüglich der Wirtschaftlichkeit aufweist, bislang nicht vorliegt. Auch dieser Beitrag kann dies nicht leisten. **Die Wirtschaftlichkeit muss also jeweils im Einzelfall überprüft werden.** Wie dabei vorgegangen werden kann, ist im nächsten Kapitel gezeigt.

## 2 Kalkulation der Wirtschaftlichkeit von Precision Farming im landwirtschaftlichen Unternehmen

Zur Analyse der ökonomischen Effekte von Precision Farming im eigenen Betrieb eignet sich die **Teilkostenrechnung**. Diese beschränkt sich ausschließlich auf die Betrachtung solcher Kosten und Leistungen, die sich, bedingt durch die Umsetzung neuer Entscheidungen, tatsächlich verändern.



## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Gestiegene Kosten und gesunkene Leistungen wirken sich negativ, gesunkene Kosten und gestiegene Leistungen hingegen positiv aus. So kann die Gewinnveränderung (Grenzwinn) berechnet werden, die durch die neuen Entscheidungen hervorgerufen wurde. Teilkostenrechnungen werden üblicherweise auf jährlicher Basis gerechnet und auf eine Einheit - in der Regel 1 Hektar - bezogen. Weitergehende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen würden zusätzliche Effekte, die auf den Gesamtbetrieb wirken, wie beispielsweise Senkung des Ertragsrisikos, mit einbeziehen. Die Unsicherheit bei der Abschätzung solcher Effekte ist allerdings auf der derzeitigen Datenbasis so groß, dass eine **einfache** Teilkostenberechnung ohne weitere Kalküle (z.B. kompliziertere Investitionsrechnungsverfahren) zunächst der vernünftigste Weg erscheint, um Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchzuführen.

**Zuerst müssen alle Kosten bestimmt werden, die sich durch die betrachtete Entscheidung verändern.** Das sind zum einen die Kosten, die sich auf jährlicher Basis ändern. Für Precision Farming sind das in erster Linie Kosten für **Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmittel**, aber auch Kosten für **Arbeit und Energie**. Wichtig hierbei ist, tatsächlich *alle* veränderlichen Kosten zu erfassen. Beispielsweise können gerade durch Precision Farming zusätzliche Arbeiten anfallen, die bei homogener Bewirtschaftung von Flächen nicht entstehen würden. Die Bewertung dieser zusätzlichen Arbeitsstunden hat auf der Basis von Nutzungskosten zu erfolgen. **Nutzungskosten** entstehen immer dann, wenn der betrachtete Produktionsfaktor (hier die Arbeit) knapp ist. Sie entstehen in Höhe des Verzichts auf den Nutzen bei alternativer Verwendung der Arbeitsstunde. Lassen sich die für Precision Farming notwendigen Arbeiten in die arbeitsarmen Zeitspannen legen, entstehen dafür faktisch keine Nutzungskosten. Fallen sie hingegen in arbeitsreiche Zeiten, müssen sie mit dem "Schaden" bewertet werden, der dadurch entsteht, dass andere Arbeiten liegen bleiben müssen. Sollen oder dürfen keine anderen Arbeiten liegen bleiben, müssen sie mit den entsprechenden Überstundensätzen bewertet werden. Die Meinungen über den zusätzlichen Arbeitsbedarf durch Precision Farming gehen weit auseinander. Sie reichen vom Bedarf einer zusätzlichen Arbeitskraft (SCHMERLER, 2001, S.28) bis hin zur Feststellung, dass durch Precision Farming eine Arbeitskraft überflüssig wird (LISSO, 2003, S.1143). Dass durch Precision Farming zusätzliche Arbeiten erforderlich werden ist unbestritten. Auf der anderen Seite werden bestimmte Arbeiten (beispielsweise Kontrolle der Arbeitsdurchführung in Mehrpersonen-Lohnarbeitsbetrieben) wegfallen, was ebenso einleuchtend ist. **Die tatsächliche Veränderung des Arbeitsvolumens und die dadurch verursachten Kosten müssen also für jeden Betrieb im Einzelfall konkret bestimmt werden.**

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Unter Umständen fallen die durch Precision Farming verursachten Mehrkosten für Arbeit gering aus, denn viele mit Precision Farming verbundenen Arbeiten der Informationsverarbeitung können in arbeitsärmere Zeiten gelegt werden - die Nutzungskosten der Arbeit sind dann (erheblich) geringer.

Neben den sich jährlich ändernden Kosten fallen auch Kosten mit längerer Fristigkeit an, die auf eine jährliche Basis gebracht werden müssen. Das sind zum Beispiel **die zusätzlichen Maschinenkosten**, die durch die Investitionen in Precision Farming Technologie verursacht werden. Die Berechnung dieser Kosten als Annuität ist weiter vorn beschrieben. Weiterhin müssen **Informationskosten** Beachtung finden, die beispielsweise durch *Rasterbeprobungen* von Nährstoffen bzw. *Analysen* eines Labors oder *Personalschulungen* anfallen. Personalschulungen können erforderlich sein, um Software bedienen zu können bzw. Ertragspotenzialkarten aufzustellen, um nur einige Beispiele zu nennen. Solche Kosten müssen gleichfalls, wie die sich jährlich ändernden Kosten, auf ein Jahr heruntergebrochen und pro Hektar ausgewiesen werden.

In **Tabelle 5** ist dies am Beispiel der Berechnung der jährlichen Kosten für die Informationsbereitstellung der Phosphor-, Kali- und Magnesiumversorgung und des pH-Wertes dargestellt. Der Rechengang ist der gleiche wie bei den Maschinenkosten. Für das Beispiel ergeben sich bei einem Kalkulationszins von 6 % und einem unterstellten Beprobungsintervall von 4 Jahren jährliche Informationskosten von 5,09 €/ha.

**Tabelle 5: Berechnung der jährlichen Mehrkosten für Informationsbereitstellung am Beispiel für P, K, Mg-Versorgung und pH-Wert bei Umstellung von einem 10-ha Raster auf ein 1-ha-Raster**

Mehrkosten GPS-Probenahme <sup>1)</sup>	€/ha	10,90
Mehrkosten Analytik P, K, MG, pH-Wert	€/ha	6,75
Summe	€/ha	18,40
Annuitätenfaktor <sup>2)</sup>		0,28859
jährliche Kosten	€/ha	5,09

<sup>1)</sup> GPS-Empfänger vorhanden, Fahrzeug vorhanden, Mehrkosten Fahrzeug (variabel) 5,50 €/ha, Mehrkosten Arbeit 5,40 €/ha (Werte vgl. **Tabelle 8**)

<sup>2)</sup> N = 4, q = 1,06

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

In **Tabelle 6** ist die Teilkostenrechnung für alle sich ändernden Kosten und Leistungen dargestellt. Die dort ausgewiesenen Änderungen der Maschinenkosten sind **Tabelle 3** (für den 800 ha Fall) entnommen. Die Änderung der Informationskosten stammt aus **Tabelle 5**. Die Änderungen der Saatgut-, Fungizid- und Düngerkosten stammen aus einem Beispiel von LISO (2003, S. 1130) und somit aus einem Praxisbetrieb. LISO dokumentiert für das Jahr 2002 für seine Getreideflächen durch teilflächenspezifische Bewirtschaftung nach dem „Mapping-Ansatz“ jeweils geringere Kosten für die drei genannten Positionen in Höhe der in **Tabelle 6** ausgewiesenen Beträge. Die geringeren Kosten werden durch die Anpassung der Intensität des Faktoreinsatzes an das Ertragspotenzial erreicht. Dort, wo das Ertragspotenzial auf Grund des geringeren Wasserhaltevermögens geringer ist, werden dünnere Bestände etabliert, die mit einer geringeren Düngermenge versorgt werden (Senkung der Düngerkosten). In gleicher Weise werden in Zonen niedrigeren Ertragspotenzials geringere Mengen an Fungiziden und Halmstabilisatoren ausgebracht (zusammengefasst unter Reduktion der Fungizidkosten). Der Saldo der Kostenänderungen beträgt 18,60 €/ ha. Zu diesem Effekt müssen noch monetär bewertete etwaige Mehrerträge, die durch den Einsatz der Precision Farming Technologie verursacht wurden, hinzuge-rechnet werden bzw. dadurch verursachte Mindererträge abgezogen werden. Auch hier wird Bezug genommen auf die Angaben bei LISO, der einen Mehrertrag dokumentiert. Im Beispiel sind 5 €/ha angesetzt.

**Tabelle 6: Teilkostenrechnung für Precision Farming in Getreide auf Jahresbasis (800 ha AF)**

Erhöhung der Maschinenkosten	€/ha	10,61
Erhöhung der Informationskosten	€/ha	5,09
Erhöhung der Saatgutkosten	€/ha	-5,60
Erhöhung der Fungizidkosten	€/ha	-13,10
Erhöhung der Düngerkosten	€/ha	-15,60
Saldo Kostenänderungen	€/ha	-18,60
Änderung der Ertragsleistung	€/ha	5,00
Grenzwinn	€/ha	23,60
<b>Gesamteffekt bei 67,5 % Getreideanteil</b>	<b>€</b>	<b>12744,00</b>

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung des in der Tabelle ausgewiesenen Grenzgewinns (**G**) erfolgt durch Subtraktion der sich ändernden Kosten (**K**) von den sich ändernden Leistungen (**L**) nach der Formel

$$G = L - K$$

Im Beispiel sind, außer bei den Informationskosten, keine zusätzlichen Kosten für Mehrarbeit angesetzt worden. Die Gründe wurden weiter oben dargelegt. Im Einzelfall ist es unproblematisch, eine zusätzliche Zeile mit dieser Kostenposition einzuführen. Im konkreten Fall mögen die Kostenpositionen natürlich anders aussehen, allerdings ist der anzuwendende Rechengang immer derselbe. Es sei nochmals betont, fallen Arbeiten, z.B. für Dateneingabe, -aufbereitung, oder -interpretation, in Zeiten ohne Nutzungskosten, sind hierfür auch keine Kosten zu veranschlagen!

Ein Problem wird in jedem Falle sein, die tatsächlich erzielten Mehrerträge bzw. Mindermengen an Produktionsfaktoren festzustellen. Dazu sind Versuche auf den *eigenen* Flächen notwendig. On-Farm Research heißt hier das Stichwort, was uns zukünftig noch intensiver beschäftigen wird.

In **Tabelle 8** sind abschließend zu diesem Kapitel verschiedene Kostenkalkulationen für den Einstieg in Precision Farming zum Zweck der Düngung in Eigenleistung dargestellt. Hier werden nicht mehr nur die Kosten für die Investitionen in Maschinen, sondern auch Kosten für die Bereitstellung zusätzlicher Informationen und Arbeit ausgewiesen. Die meisten Kostenangaben stammen von Precision Farming Anbietern, der Arbeitszeitbedarf ist aus KTBL Ansätzen (KTBL Taschenbuch 2000/2001) abgeleitet und der Mehraufwand bei der Beprobung aus der Differenz zwischen einer (bisherigen) 10 ha Beprobung und einer 1 ha Beprobung errechnet. Betragen beispielsweise die Kosten für die Analytik der Bodenproben (P, K, Mg, pH-Wert) 7,50 € (AGRICON, Precision-Farming-Katalog, 2004/2005, S.9), so fallen diese Kosten in der Ausgangssituation einmal für 10 ha an. In der Precision Farming Situation fallen diese Kosten 10 mal für 10 ha (1 ha Raster) an, ergibt 75 €, die Differenz, also 67,50 € verteilt auf 10 ha, ergibt 6,75 € Mehrkosten pro ha für die Precision Farming Variante.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

**Tabelle 7: jährliche Gesamtkosten<sup>1)</sup> durch Precision Farming für verschiedene Szenarien (Düngung)**

			<b>500 ha</b>	<b>2000 ha</b>
<b>Szenario 1:</b>	Bodenbeprobung	€/ha	6,47	5,44
	Ertragskartierung	€/ha	4,04	3,03
	Grunddüngung	€/ha	21,27	5,32
	Datenmanagement	€/ha	6,42	4,10
	<i>Summe:</i>	<i>€/ha</i>	<i>38,19</i>	<i>17,89</i>
<b>Szenario 2:</b>	Bodenbeprobung	€/ha	6,47	5,44
	Ertragskartierung	€/ha	4,04	3,03
	Grunddüngung	€/ha	11,40	2,85
	N-Sensordüngung	€/ha	16,44	4,11
	Datenmanagement	€/ha	6,42	4,10
	<i>Summe:</i>	<i>€/ha</i>	<i>44,76</i>	<i>19,53</i>

<sup>1)</sup> Berechnung auf Basis der Werte aus **Tabelle 8**

In **Tabelle 7** sind die Kosten für zwei Szenarien berechnet. Die Werte basieren auf den Angaben in **Tabelle 8**. Das Szenario 1 entspricht einem reinen „Mapping“-Ansatz, das Szenario 2 einem mit Boden- bzw. Ertragskarten überlagerten Sensor-Ansatz („Sensor mit Map-Overlay“). Bei der Grunddüngung in Szenario 2 ist die Annuität für den Düngerstreuer (Zusatzausrüstung) nicht mehr berücksichtigt, da sie bei der N-Sensordüngung bereits enthalten ist. Den berechneten Kosten, jeweils für einen Anbauumfang von 500 oder 2000 ha ausgewiesen, müssen, wie bereits erwähnt, höhere Leistungen über Mehrerträge oder/und niedrigere Kosten durch verringerten Faktoreinsatz gegenüber stehen. Das Ausmaß der tatsächlichen Änderungen wird von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich sein. Es ist jeweils für die eigene Situation zu ermitteln („On-Farm Research“).

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

**Tabelle 8:** Kostenkalkulation für Precision Farming in Eigenleistung  
(Düngung, 500 ha Betrieb)

Maßnahme	Investition	Nutzung Jahre	500 ha Betrieb		
			AfA €/Jahr	Verzinsung €/Jahr	Hektar- kosten €/ha/Jahr
<b>Beprobung</b>					
DGPS-Empfänger	3.650 €	10	365	131	0,99
Mobiler Rechner mit Software	800 €	5	160	30	0,38
Mehrkosten Fahrzeug (0,54 h/ha, 10,2 €/h)	5,5 €/ha	4	687,5	106	1,59
Mehrkosten Arbeitszeit (0,54 Akh/ha, 10 €/AKh)	5,4 €/ha	4	675	104	1,56
Mehrkosten Analytik	6,75 €/ha	4	844	130	1,95
<i>Summe:</i>					<b>6,47</b>
<b>Ertragskartierung</b>					
Nachrüstsatz Mähdrescher	8.500 €	5	1.700	318	4,04
<b>Grunddüngung</b>					
Bordcomputer mit DGPS-Empfänger	6.000 €	5	1.200	224	11,40
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	9,88
<i>Summe:</i>					<b>21,27</b>
<b>N-Düngung mit Sensor</b>					
N-Sensor Packet (Yara Sensor)	22.500 €	5	4.500	841	13,35
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	3,09
<i>Summe:</i>					<b>16,44</b>
<b>Datenmanagement/Kartenerstellung</b>					
Büro PC	2.000 €	5	400	75	0,95
Software	4.500 €	5	900	168	2,14
Lohnkosten (10 Minuten/ha/Jahr)	20 €/Akh				3,33
<i>Summe:</i>					<b>6,42</b>

- Annahmen:
- Verzinsung 6 % p.a.
  - Beprobung aller 4 Jahre auf gesamter Fläche im 1-Hektar-Raster (vorher betriebsüblich: 10 Hektar-Raster)
  - Nachrüstsatz MD enthält: Volumenmessung, Terminal, DGPS

Empfänger, Software

- in 2000 ha Betrieb Ausstattung von 3 MD mit Ertragskartierung
- Grunddüngung jährlich auf 1/4 der Gesamtfläche
- Einsatz des N-Sensors auf 80 Prozent der Gesamtflächen

Quellen: Herstellerangaben, KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft, eigene Berechnungen

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

**Fortsetzung Tabelle 8:** Kostenkalkulation für Precision Farming in Eigenleistung (Düngung, 2000 ha Betrieb)

Maßnahme	Investition	Nutzung Jahre	2000 ha Betrieb		
			AfA €/Jahr	Verzinsung €/Jahr	Hektarkosten €/ha/Jahr
<b>Beprobung</b>					
DGPS-Empfänger	3.650 €	10	365	131	0,25
Mobiler Rechner mit Software	800 €	5	160	30	0,09
Mehrkosten Fahrzeug (0,54 h/ha, 10,2 €/h)	5,5 €/ha	4	2.750	425	1,59
Mehrkosten Arbeitszeit (0,54 Akh/ha, 10 €/AKh)	5,4 €/ha	4	2.700	417	1,56
Mehrkosten Analytik	6,75 €/ha	4	3.375	521	1,95
<i>Summe:</i>					<b>5,44</b>
<b>Ertragskartierung</b>					
Nachrüstsatz Mähdrescher	8.500 €	5	5.100	954	3,03
<b>Grunddüngung</b>					
Bordcomputer mit DGPS-Empfänger	6.000 €	5	1.200	224	2,85
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	2,47
<i>Summe:</i>					<b>5,32</b>
<b>N-Düngung mit Sensor</b>					
N-Sensor Packet (Yara Sensor)	22.500 €	5	4.500	841	3,34
Zusatzausrüstung elektr. ansteuerbarer Streuer	5.200 €	5	1.040	194	0,77
<i>Summe:</i>					<b>4,11</b>
<b>Datenmanagement/Kartenerstellung</b>					
Büro PC	2.000 €	5	400	75	0,24
Software	4.500 €	5	900	168	0,53
Lohnkosten (10 Minuten/ha/Jahr)	20 €/Akh				3,33
<i>Summe:</i>					<b>4,10</b>

- Annahmen:
- Verzinsung 6 % p.a.
  - Beprobung aller 4 Jahre auf gesamter Fläche im 1-Hektar-Raster (vorher betriebsüblich: 10 Hektar-Raster)
  - Nachrüstsatz MD enthält: Volumenmessung, Terminal, DGPS

Empfänger, Software

- in 2000 ha Betrieb Ausstattung von 3 MD mit Ertragskartierung
- Grunddüngung jährlich auf 1/4 der Gesamtfläche
- Einsatz des N-Sensors auf 80 Prozent der Gesamtflächen

Quellen: Herstellerangaben, KTBL-Taschenbuch Landwirtschaft, eigene Berechnungen

### 3 Einstieg in Precision Farming

In diesem Beitrag können nur einige Aspekte des Einstiegs in Precision Farming kurz angerissen werden. Einen guten und ausführlichen Leitfaden gibt HUFNAGEL, J. (2004).

Die in Praxisversuchen erzielten Ergebnisse hinsichtlich Einsparung von Betriebsmitteln sowie höheren Erträgen sind oftmals vielversprechend. Hinzu kommen weitere Vorteile, wie einfachere Dokumentationen von Maßnahmen und unter Umständen auch eine bessere Vermarktungsfähigkeit der Produkte. Aus den Ergebnissen, die sich in der Literatur finden lassen oder die auf Vortragsveranstaltungen dokumentiert werden, ist allerdings immer noch nicht mit Sicherheit ableitbar, ob sich die neue Technologie auch für den eigenen Betrieb rechnet. Aus diesem Grund ist es zunächst nicht empfehlenswert, die komplette notwendige Technologie in Eigenregie zu beschaffen. Eine komplette Neuausstattung bzw. Nachrüstung vorhandener Maschinen kostet leicht, wie bereits weiter oben gezeigt, 30.000 €.

Der Einsatz der Precision Farming Technologie ist nicht unproblematisch. Insbesondere das notwendige **Informationsmanagement bereitet vielfach Probleme**. Es ist deshalb empfehlenswert, besonders während der Einstiegsphase eine **Beratung hinzuzuziehen**. Das kann ein Berater, ein spezialisierter Dienstleister oder auch ein Berufskollege mit Erfahrung sein. Dadurch lassen sich viele Fehler vermeiden und wertvolle Zeit einsparen.

Ein Einstieg in Precision Farming beginnt sinnvollerweise bei den Druschfrüchten. Für andere Fruchtarten sind vielfach die Technikkomponenten oder das Know-how noch nicht vorhanden. Auch die vorliegenden Ergebnisse der Forschung beziehen sich überwiegend auf den Anbau von Druschfrüchten.

Bereits vorn wurde ausgeführt, dass sich der Einstieg in Precision Farming um so eher lohnt, je heterogener die Flächen sind. Die Heterogenität von Flächen lässt sich auf vielerlei Art und Weise bestimmen. Dabei muss vor allem an die Nutzung vorhandener Mittel und Möglichkeiten gedacht werden, die keine oder geringe Kosten verursachen [eigene Erfahrungen, Schlaginformationen, Bodenkarten, Ertragskarten, scheinbare elektrische Leitfähigkeit (ECa-Karten), Luftbilder ...].

Das kostengünstigste und einfachste Mittel sind sicher **eigene Erfahrungen**. Beispielsweise kann der Landwirt den entsprechenden Schlag in verschiedene Zonen einteilen, denen er 3-5 unterschiedliche Ertragspotenziale zuweist, die auf seiner Erfahrung beruhen. Der Durchschnitt entspricht dabei dem durchschnittlichen Ertrag des Gesamtschlages, die einzelnen Klassen unterscheiden sich sinnvollerweise in Schritten von 10 dt/ha. Die flächenhafte Ausdehnung der unterschiedlichen Potenzialzonen ist allerdings bei diesem Vorgehen nicht sehr genau. Die Bereiche



## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

können beispielsweise mittels eines **Luftbildes** schon genauer bestimmt werden. Luftbilder sind für etwa 2 €/ha zu haben.

Eine schon genauere Bestimmung unterschiedlicher Ertragspotenziale bieten **Ertragskarten**. Ertragskarten sind heute einfach zu erstellen und über einen Lohnunternehmer zu geringen Zusatzkosten zu haben. Dazu sind also noch keine eigenen Investitionen notwendig. Allerdings sind Ertragskarten als Entscheidungsgrundlage nicht uneingeschränkt zu gebrauchen. *Die mittels Ertragskartierung festgestellte Heterogenität ist ein Ergebnis vielfältiger Einflüsse* (neben bewirtschaftungsbedingten Faktoren wie Frucht- und Sortenwahl, Düngungsniveau, Pflanzenschutzmitteleinsatz und (mikro)klimatischen Bedingungen auch bodenbedingte Unterschiede). Die Ertragskarten sind in gewissem Umfang für die Kalkulation der Grunddüngergaben zu gebrauchen, reichen jedoch allein nicht für eine Stickstoffapplikation oder zur Ableitung anderer Maßnahmen wie Fungizid-/Wachstumsreglerapplikation oder Aussaatstärke aus. Hier müssen *zusätzliche Informationen* hinzu gezogen werden. Die Ursachen für die Ertragsunterschiede lassen sich mittels Ertragskarten nicht eindeutig ermitteln, allerdings lassen sich eindeutig Aussagen über die Heterogenität der Erträge ableiten. Liegen mehrjährige Ertragskartierungen vor und zeigen sich in vielen Jahren ähnliche Muster, lassen sich als Ursachen für die Ertragsdifferenzen vielfach *Wassermangel* bzw. *unterschiedliche Wasserspeicherfähigkeit des Bodens als dominierender Faktor* ableiten.

Ein weiteres Verfahren, Heterogenitäten festzustellen, ist die Ermittlung der scheinbaren **elektrischen Leitfähigkeit** mit Hilfe des „Boden-scanners“. Das Gerät kann auf Grund der an Bodenteilchen verursachten unterschiedlichen Reflexion eines induzierten magnetischen Feldes die Bodenunterschiede dokumentieren. Diese Unterschiede beruhen hauptsächlich auf unterschiedlichen Tongehalten, die bis zu einer Tiefe von 1 m in ihrer Summe erfasst werden. Die Messwerte lassen allerdings nicht auf eine bestimmte Bodenart schließen. In vielen - nicht allen - Fällen zeigt sich eine vergleichsweise **hohe Korrelation zwischen der scheinbaren elektrischen Leitfähigkeit und den Ertragskarten**. Mit größerer Sicherheit als bei Ertragskarten alleine kann dann von unterschiedlichem Wasserhaltevermögen des Bodens als Ursache für Ertragsdifferenzen ausgegangen werden.

Zur Erfassung von Standort- und Bestandsunterschieden lassen sich auch **Verfahren der Fernerkundung** einsetzen. Hierbei ist zwischen flugzeug- und satellitengestützten Verfahren zu unterscheiden. Der Vorteil flugzeuggestützter Verfahren ist die höhere Auflösung der Aufnahme und die größere zeitliche und räumliche Flexibilität, weshalb satellitengestützte Aufnahmen nur sehr begrenzt für Precision Farming einsetzbar sind.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Bei flugzeuggestützten Verfahren lassen sich Echtfarb- und Nah-Infrarot-Aufnahmen unterscheiden. Bei den Echtfarbfotos können unterschiedlichste Erscheinungen diagnostiziert werden, beispielsweise Bodenunterschiede, Unkrautnester, Bewirtschaftungsunterschiede usw. In der Regel lassen sich die Gründe für die Unterschiede jedoch auf der Basis der Aufnahmen alleine nur bedingt bestimmen. Bonituren im Feld sind daher oftmals zusätzlich erforderlich. Bei der Nah-Infrarotaufnahme wird die Rückstrahlung des Bestandes gemessen. Je nach Entwicklungsstadium des Bestandes können somit unterschiedliche Bestandsentwicklungen, wie Biomasseerträge oder Abreifezustände erfasst werden. Warum diese Unterschiede vorliegen und wie groß sie sind, ist auf der Aufnahme nicht erkennbar. Auch hier bedarf es ebenfalls einer Bonitur im Feld. Ob Heterogenität im Bestand vorliegt oder nicht, lässt sich insbesondere durch die flugzeuggestützten Verfahren recht deutlich zeigen, allerdings lassen Luftbilder alleine keine Aussage über das quantitative Ausmaß der Heterogenität zu.

Wenn nun Heterogenitäten festgestellt sind, ergibt sich tatsächlich die Frage nach dem besten Einstieg in Precision Farming. Maschinen und Geräte können prinzipiell, zumindest während der Einarbeitungsphase, geliehen bzw. **die gesamte Dienstleistung** eingekauft werden. Dabei ist zu beachten, dass ein **Ausleihen der Bearbeitungsgeräte** nicht immer ohne Komplikationen abläuft. Es empfiehlt sich also, eine Kombination von Schlepper, Bordcomputer und Anbaugerät in einem auszuleihen. Die Bordcomputer, die zur Steuerung der Anbaugeräte benötigt werden, sind in der Regel vielfältig einsetzbar und können auch zur Ertragskartierung, zur Flächenvermessung und sonstigen Datenerhebungen genutzt werden. Es bietet sich von daher allerdings auch an, diesen zentralen vielfältigen Baustein bereits von Anfang an zu kaufen. Noch ein weiterer Aspekt bei der Abwägung zwischen Dienstleister oder Eigenmechanisierung sollte bedacht werden. Der *Start mit einem Dienstleister ist risikomindernd*, da keine finanziellen Mittel langfristig gebunden werden. Zudem verfügt er über das größere Know-how! Von den Erfahrungen des Dienstleisters lässt sich profitieren.

Um jetzt zu prüfen, ob man mit der Precision Farming Technologie tatsächlich besser fährt als mit der einheitlichen Bewirtschaftung, bleibt nichts anderes übrig, als eigene Versuche auf den jeweiligen Schlägen anzustellen. Auch dies kann von Dienstleistern ohne weiteres durchgeführt werden. Beispielsweise bieten sich insbesondere Streifenanlagen, in denen die Precision Farming Technologie gegen eine einheitliche Bewirtschaftung getestet wird, als Versuchsdesign an.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

Der Vergleich der Ergebnisse der beiden Bewirtschaftungsvarianten zeigt dann, zumindest für das Jahr in dem sie durchgeführt wurden, den geldwerten Vorteil der Precision Farming Technologie an. Wie solche Berechnungen durchgeführt werden können, wurde oben an verschiedenen Beispielen gezeigt.

Ist die Entscheidung für einen Einstieg in Precision Farming getroffen, ist allerdings noch nicht geklärt, welche konkrete Technologie eingesetzt werden soll. Neben vielen Spielarten lassen sich grundsätzlich die reinen „**online**“ **Varianten**, also beispielsweise der Einsatz des *Yara-Sensors* oder *Crop Meters*, von den „**offline**“ **Verfahren** unterscheiden, die auf unterschiedlichsten Karten, beispielsweise *Boden-, Ertrags- oder Leitfähigkeitskarten*, beruhen. Beim offline-Ansatz ist zu beachten, dass ein *umfangreiches Datenhandling* notwendig ist. Die Anforderungen an das Informationsmanagement sind vergleichsweise hoch. Einfacher und vielleicht für den Einstieg besser geeignet ist der Einsatz der online Verfahren, die faktisch kein eigenständiges Informationsmanagement bedürfen. Für den Einsatz der offline Verfahren muss eine gewisse Experimentierfreudigkeit des Landwirtes gegeben sein. Wenn diese Voraussetzung nicht erfüllt ist, der Landwirt also keine Lust und Zeit zum Experimentieren hat, muss sich der Einstieg über die offline Verfahren sehr gründlich überlegt werden.

### Zusammenfassung

Die Wirtschaftlichkeit von Precision Farming hängt von vielen Faktoren ab. Insbesondere maßgeblich sind die Heterogenität des Standortes, die Einsatzfläche für die Technologie und die Managementfähigkeiten des „Bedienpersonals“. Vieles deutet darauf hin, dass beim Einsatz von Precision Farming Technologie die Vorteile überwiegen, der Einsatz also lohnend im Sinne von Gewinn steigernd ist. Allerdings sind - wie so oft - generelle Aussagen nicht möglich. Die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit hat auf den eigenen Flächen zu erfolgen - „On Farm Research“ heißt das Stichwort.

Ein Einstieg in die Technologie über Dienstleister ist eher sinnvoll, als die sofortige Investition in die gesamte Technik. Die verschiedenen Ansätze des Precision Farming, also insbesondere „Sensor“, „Mapping“ oder „Mapping mit Sensor Overlay“ stellen unterschiedliche Ansprüche an die Managementfähigkeiten und die Informationsverarbeitung. Insbesondere die beiden letztgenannten Ansätze erfordern eine gewisse Experimentierfreudigkeit des Landwirtes.

### Literatur:

- BMVEL (2003): Ernährungs- und agrarpolitischer Bericht der Bundesregierung, Berlin.
- BROUDER, S. und NIELSEN, R. (2000): On-Farm Research. In: ERICKSON, K. und LOWENBERG-DEBOER, J. (Hrsg.): Precision Farming Profitability, West Lafayette, S.103-112.
- GERHARDS, R. et al. (1997): Site Specific Weed Control in Winter Wheat. In: Journal of Agronomy & Crop Science 178, S. 219-225.
- HARRIS, D. (1997): Risk Management in Precision Farming. In: STAFFORD, J.V. (Ed.): Precision Agriculture 1997, Volume II: Technology, IT and Management, Oxford, S. 949-956.
- HUFNAGEL, J. (2004): Planung und Umsetzung von Precision Farming auf dem Betrieb. In: HUFNAGEL, J. et al. (Hrsg.): Precision Farming - Analyse, Planung, Umsetzung in die Praxis. KTBL-Schrift 419, Darmstadt, 2004, S. 2.1-2.32.
- JÄGER, ST. und MERKEL, U. (2003): Aussaat. In: HASERT, G. et al. (2003): Zukunftsträchtiger Ackerbau, Berlin, S. 77-90.
- KTBL (2004) Datensammlung Standarddeckungsbeiträge (SDB) 2001/02 und 2002/03, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- KTBL (2002) Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2002/2003, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- LAMBERT, D. und LOWENBERG\_DEBOER, J. (2000): Precision Agriculture Profitability Review. (Hinter dieser Literaturstelle stehen 108 Quellen) <http://mollisol.agry.purdue.edu/>
- LISSO, H. (2003): GPS-gestützte Teilflächenbewirtschaftung. RKL-Schrift 4.1.0, S. 1123-1143.
- LUDOVICY, CHR., SCHWAIBERGER, R. und LEITHOLD, P. (2002): Precision Farming - Handbuch für die Praxis. Frankfurt.
- NORDMEYER, H., HÄUSLER, A. und NIEMANN, P. (1997): Patchy Weed Control as an Approach in Precision Farming. In: STAFFORD, J.V. (Ed.): Precision Agriculture 1997, Volume I: Spatial Variability in Soil and Crop, Oxford, S. 307-313.
- ØSTERGAARD, H.S. (1997): Agronomic consequences of variable N fertilization. In: STAFFORD, J.V. (Ed.): Precision Agriculture 1997, Volume II: Technology, IT and Management, Oxford, S. 315-320.

## Aspekte der Wirtschaftlichkeit

- SCHMERLER, J. (2001): Es rechnet sich. In: Agrarmarkt 7/2001, S. 26-29.
- SCHMERLER, J. und JÜRSCHIK, P. (1997a): Lohnt sich der Aufwand? In: DLG-Mitteilungen, H.6, S. 49-51.
- SCHMERLER, J. und JÜRSCHIK, P. (1997b): Technological and Economic Results of Precision Farming from a 7200 Hectares Farm in Eastern Germany. In: STAFFORD, J.V. (Ed.): Precision Agriculture 1997, Volume II: Technology, IT and Management, Oxford, S. 991-995.
- SCHNEIDER, M. (2005): Ökonomische Potenziale von Precision Farming. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle, Professur für Landwirtschaftliche Betriebslehre.
- SWINTON, S.M. und AHMAD, M. (1996): Returns to Farmer Investments in Precision Agriculture Equipment and Services. In: ROBERT, P.C., RUST, R.H. und LARSON, W.E. (Eds.): Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture, Minneapolis, S. 1009-1018.
- TIMMERMANN, C., GERHARDS, R. und KÜHBAUCH, W. (2003): The Economic Impact of Site-Specific Weed Control. In: Precision Agriculture, 4/2003, S. 249-260.
- WAGNER, P. (2000): Neue Einkommenschancen durch Precision Farming und Marktorientierung. In: Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (Hrsg.): Der Landwirt der Zukunft, Archiv der DLG, Band 94. Frankfurt, S. 135-170.
- WAGNER, P. (2001): Gewannebewirtschaftung - Kosten und Nutzen. In: Gewannebewirtschaftung, KTBL Sonderveröffentlichung 034, Darmstadt, S. 30-41.
- WELSH, J.P. et al. (2003): Developing Strategies for Spatially Variable Nitrogen Application in Cereals, Part II: Wheat. In: Biosystems Engineering, 84(4), S. 495-511.

## **Erfahrungen mit teilschlagspezifischer Bewirtschaftung unter Einbeziehung der gesamten Ackerfläche in der AG Langenchursdorf**

*Dipl. Ing. agr. Stauch*

*Agrargenossenschaft Langenchursdorf eG*

### 1 Ertragskartierung

Vor dem Einstieg in die teilflächenbezogene Bewirtschaftung muss eine genaue Standortanalyse erfolgen, die Potentiale für eine Änderung der Bewirtschaftung aufzeigt. Die Standortanalyse sollte mit vorhandenen Daten (Ertragsdaten, Bodenkarten, MMK-Karten, Luftbilder etc.) durchgeführt werden.

Die logistischen Voraussetzungen für die Datenerfassung und Verarbeitung müssen in der Firma vorhanden sein oder geschaffen werden. Dafür sind ausgebildete Agrarinformatiker notwendig. Gegen die Auslagerung von Prozessen spricht die mangelnde Transparenz, ggf. keine Unabhängigkeit und nicht ausreichende Verfügbarkeit.

Der Einstieg über die Ertragskartierung ist durch die Serienausstattung der Mähdrescher gegeben. Die Ertragskartierung eignet sich jedoch nicht zum Ableiten von Strategien, die eine zukünftige Bewirtschaftung betreffen.

Die Ertragskartierung spiegelt die Verläufe der Bestandesführung im beendeten Erntejahr unter den Umweltbedingungen wider.

Die technische Umsetzung der Ertragskartierung ist nicht ausgereift. Es ist Entwicklungsarbeit der Hersteller notwendig, um den Fahrer zu entlasten und die Genauigkeit zu erhöhen.

Ertragserwartungskarten sind weder wissenschaftlich untersetzt, noch beinhaltet der Berechnungsmodus externe Faktoren (Witterung), da diese nicht längerfristig vorhersehbar sind.

Im Praxisbetrieb können die Ertragskarten zur Düngestrategie - Berechnung der Entzugswerte – herangezogen werden.

### 2 Teilprojekt teilflächenspezifische Düngung

Grundlage der Grunddüngestrategie im Rahmen der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung ist eine GPS gestützte Bodenbeprobung.

Die Rasterung der Bodenbeprobung sollte variabel und intelligent nach Auswertung von Bodenkarten, Ertragskarten, Luftbildern und Erfahrungswerten erfolgen.

## Erfahrungen der AG Langenchursdorf

Die starre Rasterung im 10 ha Raster ist für eine grobe Orientierung sinnvoll. Eine intelligente Bodenbeprobung, im 10 ha oder kleineren Raster durchgeführt, erlaubt eine gezielte Analyse differenzierter Bodenzustände.

### **Bodenbeprobung im 1 ha Raster,**

Die Karte wurde durch Interpolation der Messwerte erstellt.



Jede interpolierte Nährstoffverteilungskarte ist, gemessen am Rechenalgorithmus, genau! Mit Erhöhung der Anzahl der Proben steigt die Übereinstimmung mit den tatsächlich vorliegenden Gegebenheiten. Unter Praxisbedingungen innerhalb des Demonstrationsprojektes und bei subventionierten Analysekosten hat sich ein ca. 3 ha Raster bewährt.

Wird die Grunddüngung auf vorliegende Grundbodenuntersuchungen gestützt und eine gezielte Applikation auf die Versorgungsstufe vorgenommen, sind Einsparungen von bis zu 20% ermittelt worden.

Werden Mehrnährstoffdünger (N-P-K oder N-P) Dünger verwendet, können die Ertragskarten zur Berechnung von Nährstoffentzügen herangezogen werden. Einspareffekte konnten nicht abgeleitet werden, die Umverteilung des Düngemittels ist gegeben.

Eine Kombination von Werten aus Grundbodenuntersuchungen mit Entzugswerten aus der Ertragskartierung ist anzustreben, ist aber abhängig von der Düngestrategie des jeweiligen Landwirtes.

### 3 Teilprojekt Stickstoff- Sensor (N- Sensor)

Der Stickstoffsensor, als Gerät zur differenzierten Applikation von Stickstoff bei Getreide und Raps, hat sich unter Praxisbedingungen bewährt. Durch die Kopplung des N- Sensors mit einem GPS Gerät können darüber hinaus Streukarten und Biomassekarten aufgezeichnet werden.

Durch die Anwendung des N- Sensors konnten Düngemittel eingespart werden. Bei der ersten Applikation im Jahr 2001 wurde eine Stickstoffeinsparung von 6% auf der gesamten Streufläche rechnerisch ermittelt.

Eine Verbesserung der Qualitätsparameter des Getreides (Proteingehalt mit geringer Streubreite) ist nachgewiesen worden.

Ertragsauswirkungen bei dem Einsatz des N- Sensors wurden gemessen.

## Erfahrungen der AG Langenchursdorf

Diese Messungen wurden unter Praxisbedingungen durchgeführt. Hohe Anforderungen werden an die Einrichtung und Kalibrierung des N-Sensors nach der N- Bedarfswertermittlung der jeweiligen Frucht/Feldstücke gestellt.

### Ertragsmessungen

Sorte/ Nr.	Schlag	Variante	Erträge absolut in dt/ ha	Erträge relativ in %	Mehr- Mindererträge relativ in %	bzw. -
Alidos/ 17-00		Kontrolle	52,5	73	-27	
		Betriebsüblich	71,9	100	0	
		Sensor	71,4	99	-1	
Cardos/ 89-00		Kontrolle	60,0	67	-33	
		Betriebsüblich	89,1	100	0	
		Sensor	96,7	109	9	
Carola/ 37-00		Kontrolle	55,4	71	-29	
		Betriebsüblich	77,6	100	0	
		Sensor	78,7	101	1	
Theresa/ 38-00		Kontrolle	44,4	59	-41	
		Betriebsüblich	75,7	100	0	
		Sensor	73,7	97	-3	

Die Versuchsreihen zum Einsatz des N- Sensors innerhalb der normalen Feldbewirtschaftung haben ergeben, dass es mit dem N-Sensor möglich ist, einen messbaren Mehrertrag zu erzielen.

Durch die bessere Ausnutzung des angebotenen Stickstoffes in der Vegetationsperiode und punktueller Bedarfsverteilung des Stickstoffes ist die Nitrateinwaschung in tiefere Bodenschichten minimiert. Somit leistet der N-Sensor einen Beitrag zur Erhaltung unserer natürlichen Lebensräume.

Das System N-Sensor kann aus der Sicht der Agrar-genossenschaft Langenchursdorf eG empfohlen werden. Die gemessenen Ergebnisse sind überzeugend. Die technische Umsetzung des Stickstoffsensors ist serienreif und anwenderfreundlich.

Unter den Bedingungen des Programms „Umweltgerechte Landwirtschaft“ Stufe II hat sich der N- Sensor ebenso bewährt. Durch die bedarfsgerechte Stickstoffversorgung der Pflanze wird unter anderem die Standfestigkeit gesichert.



### 4 Teilprojekt teilflächenspezifische Aussaat

Die teilflächenspezifische Aussaatsteuerung ist technisch realisiert. Zu den durchgeführten Aussaatversuchen wurden unterschiedliche Ergebnisse festgestellt.

Bestätigt wurde die Aussaatphilosophie der AG Langenchursdorf eG, die durch natürliche Standortbedingungen und die gute Wasserversorgung eine Dünnsaat favorisiert.

Durch eine Kopplung der Aussaatmenge z.B. an Erträge oder Bodenwertigkeiten und in Abhängigkeit durchgeführte Steuerung dieser, kann mit geringerer Saatgutmenge der gleiche Ertrag erzielt werden.

Die Datengrundlage bilden gemessene Erträge der letzten Jahre. Die statistische Aufarbeitung und Bereinigung dieser Messreihen ist äußerst zeitaufwendig. Die Reproduzierbarkeit einer solchen Datenreihe ist nicht möglich. Aus diesem Grund ist die Verwendung von Ertragsdaten fragwürdig.

Sinnvoller ist die Differenzierung der Aussaatmenge auf Grundlage von werthaltigeren Daten, wie zum Beispiel Bodenbeschaffenheit, Bodenart und Wasserindex.

Eine agrarwissenschaftlich einheitliche Meinung zur Veränderung der Aussaatmenge in Abhängigkeit des vorhandenen Datenpools bzw. eines standardisierten Datenpools gibt es nicht. Die Frage kann nur komplex unter Einbeziehung der natürlichen Standortbedingungen beantwortet werden.

### 5 Teilprojekt teilflächenbezogene Applikation von organischen Düngemitteln

Die technische Umsetzung der flächenabhängigen Ausbringung von organischen Düngemitteln ist möglich.

Der Stalldung lässt sich somit gezielt auf dem Feldstück umverteilen.

Als Grundlage sind Bodenanalysen und Bodenkarten heranzuziehen.

Die Auswirkung auf den Gehalt an organischer Substanz im Boden konnte nicht nachgewiesen werden, da der Zeitraum für den Aufbau dieser längerfristig zu betrachten ist.

Mit dem gleichen Input an Arbeits- und Maschinenaufwand können gegenüber der herkömmlichen Stalldungsausbringung gezielt Defizite in der Humusversorgung abgebaut werden.

Innerhalb des Projektes Ausbringung und Umverteilung organischen Düngers wurde herausgearbeitet, dass es technisch und logistisch möglich ist, begrenzte Ressourcen, wie z.B. Stalldung effektiv und ökonomisch umzuverteilen.

## Automatische Lenkeinrichtungen für Traktoren

*Dr.rer.nat. Ulrich Klee, Dr.-Ing. Lutz Hofmann*

*Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität  
Halle-Wittenberg*

Moderne Landmaschinen und Traktoren zeichnen sich durch eine ständig wachsende Funktionalität, zunehmende Leistungsfähigkeit, höhere Fahr- und Arbeitsgeschwindigkeiten und leider auch durch steigende Anschaffungs- und Unterhaltungskosten aus. Deshalb ist der Landwirt an einer optimalen Auslastung der installierten Maschinenleistung und an einer möglichst fehlerfreien Arbeitsqualität interessiert. Diese Zielstellungen können durch den Einsatz von automatischen Lenkeinrichtungen unterstützt werden. Ein dritter Vorteil automatischer Führungssysteme betrifft die physische und psychische Entlastung des Fahrers von einer permanenten monotonen Lenkarbeit, die speziell mit zunehmender Tagesarbeitszeit auch zu messbaren ökonomischen Effekten führen kann.

### Systematik automatischer Lenkeinrichtungen

Automatische Lenkeinrichtungen lassen sich nach den eingesetzten Messtechniken in folgende 3 Gruppen einteilen:

- Sensorsysteme zur Führung an vorhandenen Leitlinien
- Systeme zur Führung an gedachten (virtuellen) Leitlinien
- Koppelsysteme, die aus einer Kombination der beiden bestehen

Zur ersten Gruppe gehören die automatischen Lenkeinrichtungen mit Sensorsystemen zur Führung an vorhandenen Leitlinien während der Feldüberfahrt. Beispiele hierfür sind die sensorische Erfassung von Pflanzenreihen, von Schwaden oder Fahrgassen, von Bestandskanten im Getreide oder von Pflugfurchen.

Notwendige Voraussetzung für die praktische Anwendung dieser Systeme ist das kontinuierliche Vorhandensein der taktil oder berührungslos abzutastenden Leitlinie. In der Praxis erscheint das Abtasten zumindest einiger der aufgeführten Leitlinienarten (z.B. Bestandskanten oder Pflanzenreihen) problematisch.

Die zweite Gruppe von automatischen Lenkeinrichtungen setzt auf die Möglichkeiten der GPS-Technik. Die eingesetzten Empfangssysteme reichen vom einfachen DGPS (mit einer mittleren Genauigkeit von  $\pm 30$  cm) bis zum hochgenauen Real Time Kinematik-DGPS mit lokaler Referenzstation (Genauigkeiten im 2-cm-Bereich), wobei eine höhere Genauigkeit auch zu einem höheren Anschaffungspreis führt.

## automatische Lenkeinrichtung für Traktoren

Die fortlaufende Position des Traktors wird mit dem vorgesehenen Fahrkurs (virtuelle Leitlinie) verglichen, der entweder bei früheren Feldüberfahrten aufgezeichnet, durch paralleles Anschlussfahren oder durch den Landwirt in einem Geografischen Informationssystem (GIS) erzeugt wurde.

Die dritte Gruppe von Sensorsystemen zur automatischen Lenkung berücksichtigt die Tatsache, dass im praktischen Feldeinsatz Empfangsausfälle oder Abschattungseffekte sowohl der Satellitensignale als auch der Korrektursignale nie ganz auszuschließen sind. Deshalb wird die DGPS-Technik zur automatischen Lenkung in Verbindung mit terrestrischen (bodennahen) Stützsystemen eingesetzt.

### **Was wurde davon bisher in die Praxis überführt?**

#### Führung an realen Leitlinien

Erstmalig wurde auf der AGRITECHNICA 1999 das „Pilot System DR“ zur automatischen Lenkung von John Deere Traktoren der Serie 6110 bis 6910 vorgestellt. Vier schwenkbare Ultraschallsensoren im Frontanbau des Traktors erfassen dabei gleichzeitig die Bodenoberfläche und ermitteln durch unterschiedliche Signallaufzeiten mögliche bodennahe Konturunterschiede, die als Leitlinie zur Fahrzeugführung verwendet werden können.

Einsatzmöglichkeiten sind laut Hersteller u.a. die Erfassung von Fahr-gassen, Kartoffeldämmen, Pflanzenreihen oder Strohschwaden.

Bei Rübenrodern und Feldhächslern sind schon seit längerem Systeme im Einsatz, die mechanisch die Reihen ertasten und die Erntemaschine exakt in der Spur führen.

#### Führung mit DGPS

Den qualitativ und quantitativ größten Sprung verzeichnete in den letzten Jahren die automatische Lenkung mittels Satellitennavigation. Wurden zunächst DGPS-gestützte Parallelfahrhilfen dem Landwirt zur Nach-rüstung seiner Maschinen angeboten, so sind nun auch „echte“ automa-tische Lenksysteme für den Traktor am Markt verfügbar. Die Vorteile gegenüber terrestrisch arbeitenden Systemen liegen vor allem in der Unabhängigkeit von der Existenz oder den Zustand einer realen Leitlinie. Sensoren können nicht verschmutzen oder beschädigt werden, es gibt keinen Kalibrieraufwand und die Bedienung ist einfach. Die größten Nachteile der GPS-Technik sind mögliche Empfangsschwankungen oder Signalausfälle.

## automatische Lenkeinrichtung für Traktoren

In der Regel kann der Fahrer über ein Terminal durch das Abspeichern eines Anfangs- und Endpunktes eine Referenzspur anlegen, die im weiteren Verlauf dann um entsprechend einstellbare Arbeitsbreiten verschoben wird und als virtuelle Leitlinie die Grundlage der automatischen Fahrzeugführung bildet.

Unterschiede in der regelbaren Lenkgenauigkeit ergeben sich vor allem durch die Qualität der eingesetzten GPS-Empfänger, der Qualität und Verfügbarkeit des Korrektursignals und in der Kompensation der Querneigung des Traktors.

### Koppelsysteme

Dies ist z.Zt. noch die Domäne von Forschung und Entwicklung in Industrie und Hochschulen. Es existieren Beispiellösungen von GPS-gestützten Lenksystemen z. B. in Kombination mit Mikrowellen-Doppler-Sensoren, laseroptischen Komponenten oder Digitalkamera-Systemen. Diese terrestrischen Stützsysteme orientieren sich unabhängig von der Satellitennavigation an bodennahen Objekten. So werden z.B. Abstände oder Unterschiede der reflektierten Strahlung von der Bodenoberfläche gemessen, die durch Fahrspuren, Dämme oder Pflanzenreihen gegenüber der übrigen Bodenfläche hervorgerufen werden. Mit Hilfe dieser Koppelsysteme sollen Fehler des GPS erkannt und eine kurzfristige Überbrückung erfolgen.

### **Fazit**

Die zahlreichen theoretischen und praktischen Lösungsansätze von Industrie und Forschung zu automatischen Lenkeinrichtungen für Landmaschinen und Traktoren haben bisher nur in Teilbereichen zu einer breiteren Anwendung gefunden.

Die Ursachen dafür liegen u.a. im noch offenen Nachweis einer unter den realen Einsatzbedingungen fehlerfreien Funktionalität der Lenksysteme und in einer für den Anwender schlüssigen Kosten - Nutzen – Analyse (höhere Maschinenauslastung, bessere Arbeitsqualität, geringere Betriebskosten).

Unabhängig von den noch bestehenden Schwachpunkten werden die Arbeiten auf diesem Gebiet auch in den nächsten Jahren speziell vor dem Hintergrund des „Precision Farming“ weiter an Intensität sowohl in der Landmaschinenindustrie als auch in den Forschungseinrichtungen gewinnen. Durch die wachsenden Möglichkeiten der Mehrfachnutzung vorhandener Systemkomponenten auf dem Traktor (Datenerfassung von Maschinenfunktionen und Arbeitsgängen, automatische Lenkung und Vorgewende-Management) steigen Einsatzzeiten und Effektivität. Das kann sich kostendämpfend auf die Gesamtinvestitionen auswirken.

## Maschinenvorführung

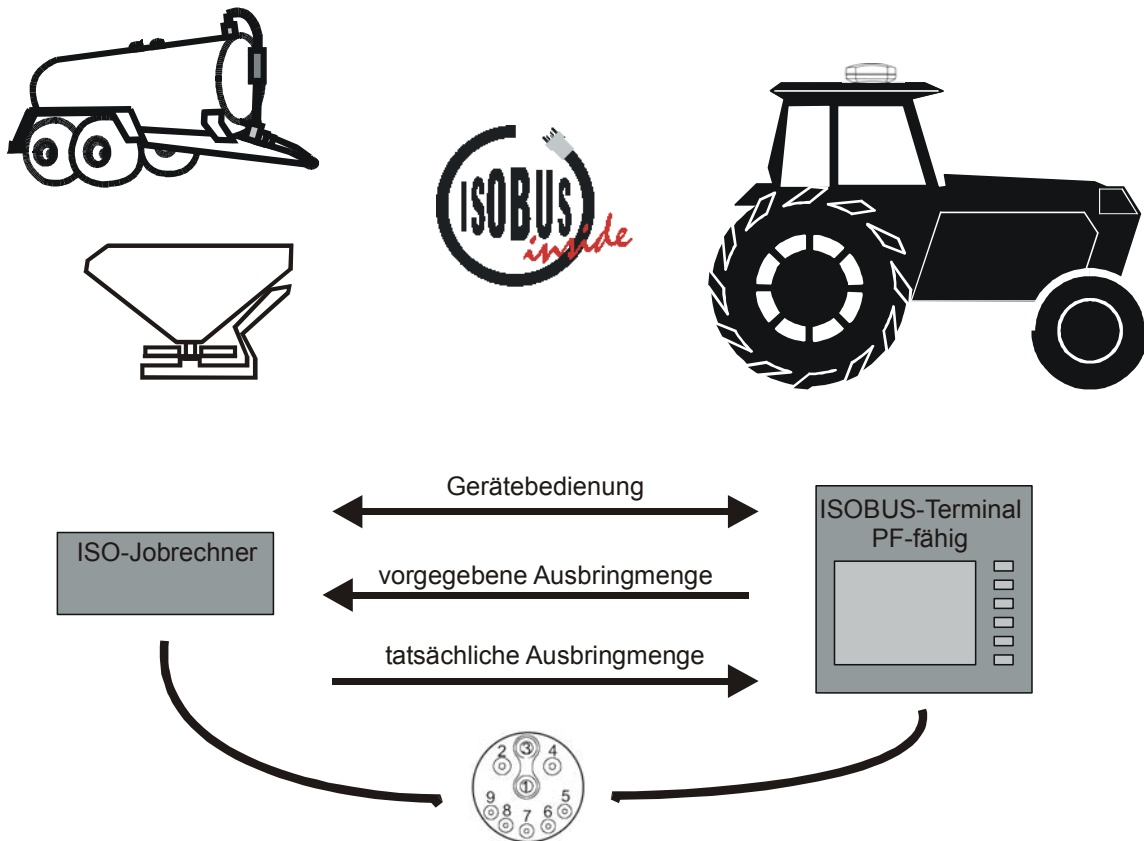
### An der Vorführung beteiligte Firmen

Nr.	Vorführmaschine	Firma bzw. Vertretungen
1	Bodenscanner E38	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agri Con GmbH</li> <li>• Fa. Agrar und Umweltservice</li> </ul>
2	Bodenbeprobung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HANSENHOF_elektronik</li> <li>• Agri Con GmbH</li> <li>• Fa. Agrar und Umweltservice</li> </ul>
3	Annaburger Güllefass HTS 20.27	Annaburger Nutzfahrzeuge GmbH
4	Stalldungstreuer VS 18	B. Strautmann & Söhne GmbH & Co.
	Parallelfahrssystem - field-operator 205 und field-guide	HANSENHOF_elektronik
	Bodenbearbeitung	
5	+ Parallelfahrssystem Trimble AgGPS® Autopilot	Agri Con GmbH
6	+ Parallelfahrssystem GreenStar AutoTrac Lenkautomatik und Parallel Tracking	Landmaschinen-Vertrieb Deuben
7	+ Parallelspurführung OUTBACK®S und E-Drive	agrocom.Systempartner GmbH
8	Amazone Aufbausämaschine AD- P Profi	AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
9	Mulchsämaschine RABE MegaSeed 4001 K 2	RABE Agrarsysteme GmbH & Co. KG
10	Accord Maislegemaschine	BayWaAG Herzberg
11	Väderstad Universaldrillmaschine RDA 600 SDP	Väderstad GmbH
	Parallelfahrssystem New Holland (Trimble)	Otema Grimma
12	Yara N-Sensor + Rauch Dünger- streuer	Agri Con GmbH+ BayWa AG Herzberg
13	Crop Meter + Großflächen- düngerstreuer Nortl GD 8.11	agrocom.Systempartner GmbH+ Agrar-Innovation Schier
14	Amazone Anbaudüngerstreuer ZA-M ultra profiS	AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
15	Rauch Düngerstreuer Axera HEMC	BayWa AG Herzberg
16	Bogballe Düngerstreuer M3W	LKH Hormersdorf
17	Großflächendüngerstreuer mit Kette Typ DO55el	Maschinen und Antriebstechnik GmbH & Co.KG
18	Hardi New Commander	Hardi GmbH
	Parallelfahrssystem - field-operator 205 und field-guide	Hansenhof_elektronik

**Die Angaben zu den Vorführmaschinen werden von den Herstellern eigenverantwortlich dokumentiert**

# Precision Farming nach ISOBUS-Standard

## Precision Farming nach ISOBUS-Standard



### Jobrechner

- maschinenspezifische Funktionen
- „Gehirn der Maschine“

### ISOBUS-Terminal

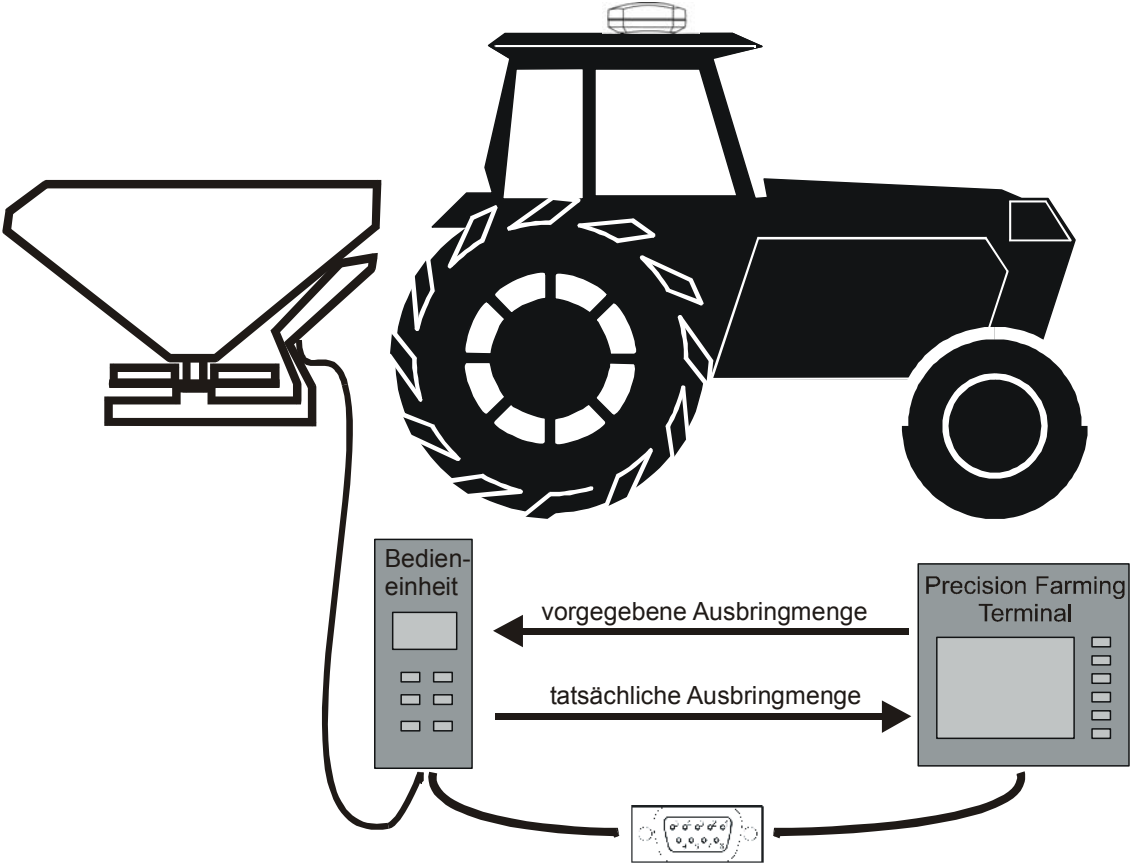
- Gerätebedienung
- Vorgabe der Ausbringungsmenge
- Dokumentation reeller Mengen

Um die Datenschnittstelle für die Verbindung von Anbaugerät – Traktor – Bürocomputer zu gewährleisten, wurde von der Landtechnikindustrie die ISO 11783 (ISOBUS) entwickelt. Mit dem ISOBUS ist eine weltweit abgestimmte Norm der Landtechnik entstanden, die eine Bedienung von Geräten und Maschinen verschiedener Hersteller mit einem Terminal ermöglicht und weiterhin die Datenübernahme vom und zum Hof-PC sicherstellt. Selbst die Marktführer bekennen sich zum ISOBUS und die Zahl der Geräte mit ISOBUS-fähigen Jobrechnern steigt.

Die Auftragsbearbeitung eines Precision Farming fähigen ISOBUS--Terminals mit einem GPS-Empfänger ermöglicht die Ausbringung auf Grundlage einer Rasterkarte und die Dokumentation der ausgebrachten Mengen.

# Precision Farming durch serielle Ansteuerung

## Precision Farming durch serielle Ansteuerung



### Bedieneinheit

- Gerätebedienung
- maschinenspezifische Funktionen
- Empfang der Vorgabe
- Senden der reell ausgebrachten Menge

### PF-Terminal

- Vorgabe der Ausbringung
- Dokumentation reeller Mengen

Viele Geräte haben eine Bedieneinheit, die mit einer seriellen Schnittstelle zum Empfang von Ausbringungsmengen und Senden ausgebrachter Mengen ausgestattet ist.

Ein Precision Farming Terminal mit einem GPS-Empfänger ermöglicht die spezifische Ausbringung auf Grundlage einer Rasterkarte. Die Applikationsmenge wird über die serielle Schnittstelle an die Bedieneinheit gesendet. Die ausgebrachten Mengen können im Terminal dokumentiert werden.

# Precision Farming Terminal

## Precision Farming Terminal - field-operator 205

Hersteller	Vertrieb
WTK-Elektronik GmbH Bischofswerdaer Str. 37f, 01844 Neustadt in Sachsen	HANSENHOF_electronic Steffen Schmieder Dorftr.11, 09514 Reifland

[www.field-operator.com](http://www.field-operator.com)



### Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals

Gerätesteuerung:		
ISOBUS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
visuelles oder akustisches Signal für eine manuelle Änderung der Ausbringmenge durch den Fahrer	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:		Sonderlösungen möglich

Mit welcher Software können Applikationskarten erstellt und/oder dokumentierte Daten verarbeitet werden?

Hersteller	Name
HANSENHOF_elektronik	field-center
Agro Cad / HKS / Land Data	Agro Win
Agrocom	Agro Map
Kemira	Loris
Ag Leader	SMS advanced
CIS-Rostock	ADAM
Helm	Multiplant
Agricon	SS-Toolbox
weitere	weitere

Ist das Zurückschreiben von Daten, z.B. tatsächlich ausgebrachten Mengen, möglich?

- ja

Wie ist die Datenübertragung zum Betriebs-PC realisiert?  
(z.B. USB-Stick, PC-Karte, Bluetooth, etc.)

- PCMCIA-Karte /Datenkarte



# Precision Farming Terminal

## Precision Farming Terminal - ACT II

Hersteller	Vertrieb
Agrocom GmbH & Co Agrarsystem KG Potsdamer Straße 211 33719 Bielefeld	agrocom Systempartner GmbH Köthener Straße 8 06188 Landsberg

[www.agrocom.com](http://www.agrocom.com)



### Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals

Gerätesteuerung:		
ISOBUS und LBS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
visuelles oder akustisches Signal für eine manuelle Änderung der Ausbringungsmenge durch den Fahrer	ja	vorgeführtes Gerät (visuell)
sonstiges:		LBS, LBS+

Mit welcher Software können Applikationskarten erstellt und dokumentierte Daten verarbeitet werden?

Hersteller	Name
Agrocom	Agro-Map
weitere: alle wichtigen Hersteller	Importschnittstellen oder lizenzierte Treiber

Ist das Zurückschreiben von Daten, z.B. tatsächlich ausgebrachten Mengen, möglich?

- **Ja**

Wie ist die Datenübertragung zum Betriebs-PC realisiert? (z.B. USB-Stick, PC-Karte, Bluetooth, etc.)

- **PCMCIA-Datenkarte**

## Parallelfahrssysteme

### **Allerorts bestens orientiert – Gemeinsamkeiten der Parallelfahrssysteme** (Herstellerangaben)

Der stetig wachsende, wirtschaftliche Druck auf die Landwirte erfordert ständig schlagkräftigere Maschinen und Geräte. Immer größere Arbeitsbreiten werden erreicht.

Über das Differential Global Positioning System (DGPS) sind an jedem Ort und zu jeder Zeit die exakten Koordinaten des aktuellen Standorts bestimmbar. Die Nutzung für ein Parallelfahrssystem liegt nahe.

Nur durch genaue Einhaltung der Arbeitsbreite wird die Maschine optimal ausgenutzt und Dünger und Pflanzenschutzmittel ökonomisch und ökologisch appliziert.

Mit Parallelfahrssystemen kann der Landwirt in korrekten Bahnen sein Feld befahren. Die Spur-zu-Spur Genauigkeit bei Anschlussfahrten liegt bei 5-10 cm, die absolute Genauigkeit, abhängig von der Güte des Korrektursignals, unter 1 m.

Versehentlich unbearbeitete Streifen und starke Überlappungen gehören damit der Vergangenheit an. Arbeitsqualität und Flächenleistung steigen.

Durch genaue Ausbringung spart der Landwirt 5 bis 10% der Kosten durch Mittel-, Diesel- und Zeiteinsparung ein und schont damit auch noch die Umwelt.

Das Parallelfahrssystem entlastet den Fahrer, steigert den Fahrkomfort und minimiert unbearbeitete Streifen.

Vorteile ergeben sich bei fast allen Feldarbeiten, besonders ohne Fahrspuren, bei schlechter Sicht, auf Grünlandflächen und bei höheren Arbeitsgeschwindigkeiten.

Neben der Entlastung des Fahrers ermöglicht die Parallelfahreinrichtung nun auch Nachtfahrten, was zu einer höheren Auslastung der Technik führt.

Das System ist von der Bodenbearbeitung, über den Pflanzenschutz bis zur Ernte das ganze Jahr über einsetzbar.

Der integrierte Neigungsausgleich kompensiert Hangneigungen und unebenen Boden.

Die Parallelfahreinrichtung kann leicht zwischen verschiedenen Maschinen gewechselt werden

Oft genügen zehn Minuten für die Montage der Antenne auf dem Fahrzeugdach per Magnetfuß, zur Anbringung der Anzeigeeinheit per Saugfuß, Klebepad oder Magnet und die Versorgung mit 12V Strom beispielsweise über den Zigarettenanzünder – auf jedem beliebigen Fahrzeugtyp.

# Bodenbeprobung

## Bodenscanner E38

### Vertrieb

Agri Con GmbH  
Im Wiesengrund 4,  
04749 Jahna

Agrar- und Umweltservice  
Detlev P.-G. Beckmann  
Oktaviostraße 24 a,  
22043 Hamburg



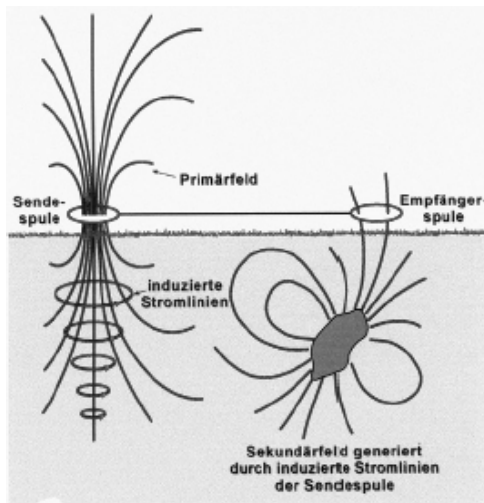
### Technische Beschreibung des Gerätes (Agri Con GmbH)

Precision Farming versucht kleinräumig auf Standortunterschiede zu reagieren. Um Standortunterschiede gezielt beschreiben zu können, braucht man ein Maß für Standortvariabilität, welche relativ unabhängig von der jeweils angebauten Frucht, von der Witterung und vom Einfluss des Menschen ist.

Die Standortvariabilität wird dominiert von der Bodengüte. Alle anderen Variabilitäten lassen sich z.T. darauf zurückführen.

**Deswegen: Standortvariabilität messen mit dem Bodenscanner - dem elektromagnetischen Mess-System zur Erstellung von Bodenkarten landwirtschaftlich genutzter Flächen.**

Ziel ist es, die Probenahme nur innerhalb einer Bodengütekategorie, d.h. Areale mit gleicher Sorptions- und Desorptionseigenschaften durchzuführen.



Der Bodenscanner:

- Relativmessung der Veränderung des Feinerdeanteils
- zerstörungsfreie Messung
- Onlinemessung - das Ergebnis ist vor Ort verfügbar
- hohe räumliche Auflösung - 100 Messwerte/ha

### Geräteaufbau

Der Bodenscanner besteht aus dem Messgerät EM 38, einem hoch

# Bodenbeprobung

präzisen DGPS, einem Messschlitten und einem entsprechenden Online-Aufzeichnungsgerät.

## Messprinzip

Mit dem elektromagnetischen Messgerät EM 38 wird die scheinbare elektrische Leitfähigkeit des Bodens gemessen. Die Sendespule induziert ein primäres elektromagnetisches Wechselfeld im Boden. Dieses erzeugt dort ein schwaches sekundäres Feld, welches von der Empfangsspule registriert wird. Aus dem Verhältnis der beiden Felder wird die scheinbare elektrische Leitfähigkeit abgeleitet.

## Ergebnisse

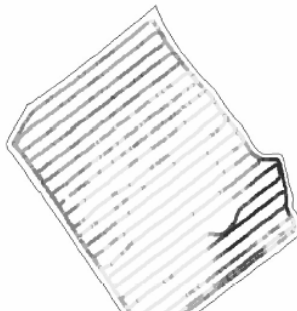
Anhand der Darstellungen sieht der Betriebsleiter eindrucksvoll, wie sich unterschiedliche Bodenformen und -zustände über die Felder der Gesamtbetriebsfläche erstrecken. Auf einen Blick sind gute und weniger gute Felder zu erkennen.

Nutzung der Ergebnisse:

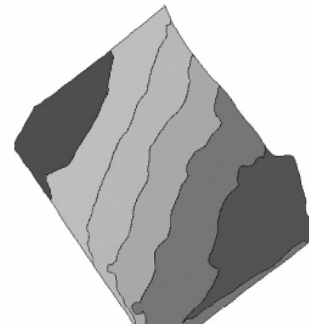
- Pacht, Tausch, Kauf von Flächen
- intelligente Bodenbeprobung
- gezielte Bestandsüberwachung
- differenzierte Bodenbearbeitung



Leitfähigkeit



Rohdaten



Reliefkarte

**Preise:** (Agri Con GmbH)

## Gerät

Bodenscanner komplett je nach Ausstattung ab **16.000,-** Euro  
(Bodenscanner, Schlitten, Software, GPS-Empfänger, Kabel etc.)

## Dienstleistung

1 - 100ha	8,00 Euro /ha
101-200ha	6,60 Euro/ha
201-500ha	6,30 Euro/ha
501-1000ha	6,10 Euro/ha
1001-1500ha	5,65 Euro/ha
ab 1501ha	5,00 Euro/ha

Rabatte 2% - 12% je nach Auftragsvolumen

Basispreise gelten für Fahrgassenabstände von 18 - 27m

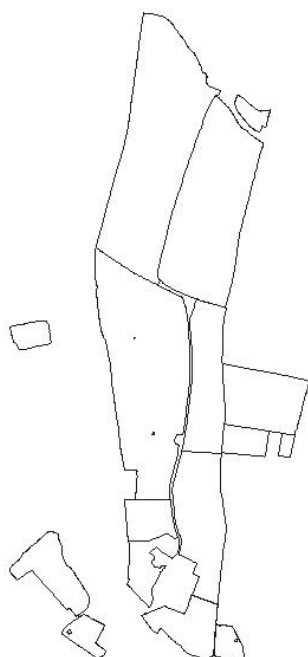
## Bodenbeprobung

### GPS-Probenahme mit *field-operator 205* und Software *field-probe*

Hersteller	Vertrieb
<i>WTK-Elektronik GmbH</i> <i>Bischofswerdaer Str. 37f,</i> <i>01844 Neustadt in Sachsen</i>	<i>HANSENHOF_electronic</i> <i>Steffen Schmieder</i> <i>Dorftr.11, 09514 Reifland</i>

Die eigenen Schläge flächenmäßig zu erfassen und in einem geografischen System zu integrieren ist heute für eine korrekte Antragstellung der Agrarförderung von großer Bedeutung.

Mit dem *field-operator 205* in Verbindung mit dem Softwaremodul *field-probe* kann ein Landwirt die landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes korrekt erfassen. Sperrflächen wie Teiche, Baumgruppen oder Wasserlöcher können herausgemessen werden.

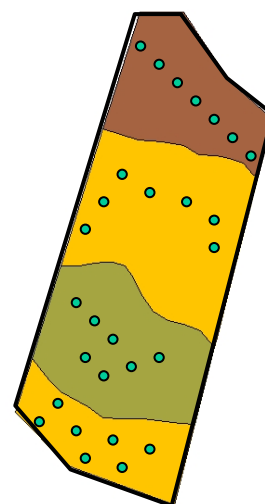


Die Datenaufzeichnung kann wahlweise kontinuierlich, z.B. im Sekundentakt während der Fahrt, oder punktweise, z.B. an Eck- oder Grenzpunkten erfolgen.

Im Rahmen der Bodenbeprobung kann mit dem *field-operator 205* die Position jedes Einstiches einer Probe korrekt erfaßt werden. Mit dem Drücken der Start-Taste können Sie gleichzeitig ein vollautomatisches Bodenprobeentnahmegerät aktivieren.

Für Bonituren können Markerfunktion genutzt werden. Bei externen Sensoren wie pH-Meter oder einer Leitfähigkeitsmessung bietet der *field-operator 205* komfortable Aufzeichnungsmöglichkeiten.

Wurden auf dem landwirtschaftlichen Betrieb Bewirtschaftungszonen bzw. Teilschläge angelegt, können diese vor dem Hintergrund einer intelligenten Beprobung grafisch hinterlegt und Beprobungspunkte gezielt angefahren werden.



# Bodenbeprobung

## GPS Nährstoffkartierung

### Vertrieb

Agri Con GmbH  
Im Wiesengrund 4, 04749 Jahna  
[www.agricon.de](http://www.agricon.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

Ein ausreichendes Angebot an Grundnährstoffen sorgt für stabile, hohe Erträge und eine sichere Qualität.

Grundlage für die Bemessung der Grunddüngung ist die Bodenuntersuchung. Auf einheitlich bewirtschafteten Flächen schwanken die Nährstoffgehalte oftmals über mehrere Versorgungsstufen.

Über- und Unterversorgung erkennen Sie **zielgerichtet mit einer GPS-Bodenbeprobung**.

**Teilflächenspezifisch** düngen heißt :

- Mehrertrag realisieren bzw. Kosten sparen
- Erträge stabilisieren (Trockenheit)
- Qualitätsparameter sichern
- Umwelt entlasten

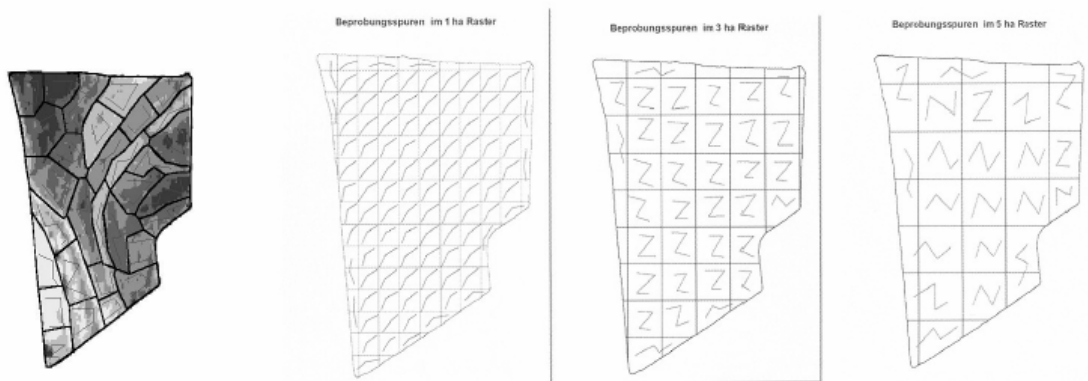
### Beprobungsservice

#### Intelligente Vorbereitung

Es gibt zwei Arten von Beprobungsrastern : - starre Raster und  
- dynamische Raster.

Weit verbreitet ist die Beprobung in einem starren 1-,3- oder 5 ha Raster. Je kleiner das Raster desto besser die Aussage.

Sind Informationen zur Bodenart und zum Relief vorhanden, empfiehlt sich eine Beprobung nach variablem Raster. Empfehlenswert ist eine Beprobung auf Basis des Bodenscanners und des Reliefs.



# Bodenbeprobung

## Professionelle Ausführung

Die Beprobung erfolgt mit leichten Geländewägen auf Breitreifen, ausgestattet mit elektromagnetischer Probenahmetechnik.

Die Aufzeichnung der Probenahmelinien/-punkte erfolgt mit DGPS. Bei der Beprobung werden alle Probenahmestrecken aufgezeichnet und ausgewiesen.

## Ergebnisse

Sie erhalten das Ergebnis der Beprobung in Form der Probenahmestrecken/-punkte und interpoliert als Nährstoffkarte für jeden untersuchten Nährstoff in DIN A4 -Format.

Jeder untersuchte Nährstoff wird einzeln für jedes Feld grafisch dargestellt. So können schnell die Problemzonen erkannt werden.

## Beratung

Gemeinsam mit ihnen werten wir die Nährstoffkarten aus und beraten mit ihnen das weitere Vorgehen.

## **Preise:**

### Gerät

Beprobungsgerät je nach Ausstattung ab **7500,-** Euro

### Dienstleistung

	<u>3ha Raster</u>	<u>5ha Raster</u>
1 - 100ha	6,10 Euro /ha	5,45 Euro/ ha
101-200ha	5,80 Euro /ha	5,05 Euro/ ha
201-500ha	5,40 Euro /ha	4,60 Euro/ ha
501-1000ha	5,00 Euro /ha	4,20 Euro/ ha
1001-1500ha	4,80 Euro /ha	3,80 Euro/ ha
ab 1501ha	4,20 Euro /ha	3,15 Euro/ ha

Rabatte 2% - 12% je nach Auftragsvolumen  
weitere Preise für 1ha und 10ha Raster auf Anfrage

Analytik:	P, K, Mg, pH	7,50 Euro/ Probe
	Humus	8,50 Euro/ Probe
	Spurenelemente auf Anfrage	

# Bodenbeprobung

## Automatischer Bodenprobenehmer Wintex 1000

### Vertrieb

*Agrar- und Umweltservice  
Detlev P.-G. Beckmann  
Oktaviostraße 24 a, 22043 Hamburg*



### Technische Beschreibung des Gerätes

Das Wintex 1000 zieht homogene Bodenproben bis zu einer Tiefe von 30 cm. Die Tiefe kann stufenlos von 10 – 30 cm eingestellt werden.

Das Wintex 1000 zeichnet sich auch dadurch aus, dass aus den verschiedensten Bodenbedingungen, auch aus neu gepflügter loser Erde, Proben gezogen werden können. Der speziell entwickelte Stecher zieht mit 10-15 Stichen rund 300 Gramm Boden, also die Menge, die im Labor für die Analyse benötigt wird. Die Bodenprobe wird automatisch in einem schnellen und effizienten Arbeitsgang genau in die Schachtel entleert, die später ins Labor gesendet werden soll.

Wintex 1000 kann pro Stunde 38 Bodenproben mit je 10 Stichen ziehen, also 380 Stiche pro Stunde. Alle Funktionen werden vom Fahrersitz aus vorgenommen.

Wintex 1000 kann an einem ATV (All Terrain Vehicle 4 x 4) montiert werden.

Durch die Kombination von Wintex 1000 und dem ATV erhält man eine schnelle und effiziente Transportmaschine für alle Geländeformen und gleichzeitig einen hydraulisch betriebenen Bodenprobenehmer in einer Einheit. Diese geräuscharme Maschine benötigt keinen weiteren Motor.

Wintex 1000 benötigt eine Stromversorgung von 12 Volt DC. Die Batterie des ATV erfordert eine Kapazität von 14 Ah und einen Ladeeffekt von 250 Watt. Die Stromversorgung zum Wintex 1000 wird mit dem elektrischen Bremssystem des ATV verbunden.

Die Hydraulik erfordert 7,5 Liter/min. bei 75 – 100 bar.



## organische Düngung

### Annaburger Güllefass HTS 20.27

#### Hersteller

Annaburger Nutzfahrzeuge GmbH  
Torgauer Straße 59-61, 06925 Annaburg

[www.annaburger.de](http://www.annaburger.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS		
serieller Anschluss	ja	16-polige Kupplung mit sep. Signalverteiler
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	UNI-CONTROL-S
sonstiges:	Durchflussmengenmessung über magnetisch-induktive Messeinheit und Radsensor	

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **nein**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringungsmenge zu sichern:

- **Regelung über motorgesteuertes Regelventil in Abhängigkeit von Durchflussmenge und Fahrgeschwindigkeit**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: Müller-Elektronik GmbH & Co.**
- **Name: UNI-CONTROL**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# organische Düngung

## Stallung/Universalstreuer VS 18 + Parallelfahrssystem field-guide (Seite 57)

### Hersteller

B. Strautmann & Söhne GmbH & Co.  
Bielefelder Straße 53, 49196 Bad Laer

[www.strautmann.com](http://www.strautmann.com)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:	Anschluss eines externen Eingabegerätes möglich (WTK-fieldhandle)	

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Geschwindigkeitssensoren an der Maschine (Schlepperunabhängig)**

Mit welchen Gerätesteuern wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

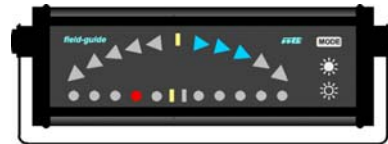
- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

**Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems** • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

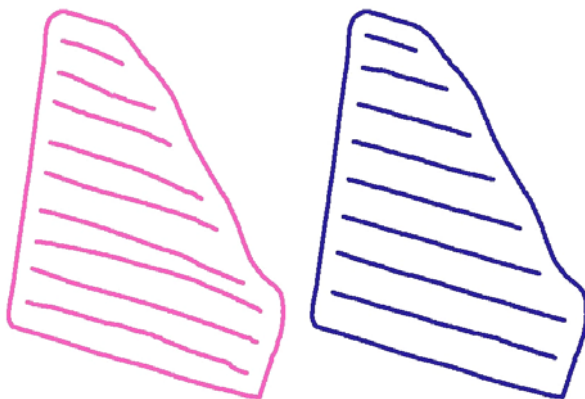
# Parallelfahrssystem

## Parallelfahrssystem - field-operator 205 und field-guide

Hersteller	Vertrieb
WTK-Elektronik GmbH Bischofswerdaer Str. 37f, 01844 Neustadt in Sachsen	HANSENHOF_electronic Steffen Schmieder Dorftr.11, 09514 Reifland



Mit dem im **field-operator** integrierten **field-guide** System kann der Landwirt in exakten Spuren sein Feld befahren. Lenkwinkel und Spurfehler werden auf einer Anzeige angegeben, die einfach im Sichtbereich des Fahrers angebracht werden kann.



Durch Anlegen der Mutterspur am PC kann eine ideale Lage der Fahrgassen im Feld gesichert werden. Unnütze kosten-aufwändige Keile und halbe Fahrspuren am Rand werden dadurch vermieden. Auch Fahrgassen jedes Jahr an gleicher Stelle zu platzieren ist ein aktiver Beitrag zum Bodenschutz.

### Stoppelbehandlung ohne & mit **field-guide**

Je nach Auftrag werden bei Unterbrechung der Arbeit (Reparatur, Witterung...) Fahrgasse und Standort der Unterbrechung gespeichert. Dieser Auftrag kann dann auch von einer anderen Maschine beendet werden. Diese Parallelfahreinrichtung besteht durch einfache Bedienung. So wird der Fahrer am Vorgewende und zum Auffinden des Pausenpunktes durch akustische Signale unterstützt.

Das System kann mit verschiedenen GPS-Empfängern ausgerüstet werden. Standardmäßig wird **field-guide** mit den kostenfreien Korrektursignalen Küstenfunk und Egnos angeboten.

## Parallelfahrssystem

### **Komplettset „Parallelfahren incl. EGNOS-Empfänger“**

Folgende Vorteile sind in diesem Komplettset vereint:

#### **field-guide**

Für den genauen Anschluß in allen Bereichen;  
Parallelfahren ermöglicht Einsparungen von Betriebsmitteln und Zeit.

#### **field-operator 205**

kann als universelles ISOBUS-Terminal beim Kauf eines neuen Gerätes zur Anwendung kommen - eine Investition in die Zukunft.

#### **field-logging (field-operator Software)**

ist die Fähigkeit positionsbezogen Aufwandmengen aufzuzeichnen. Diese Informationen gestatten einen neuen Blick auf die Betriebstruktur und bieten Sicherheit im Bereich Dokumentation und Rückverfolgbarkeit.

#### **EGNOS-Empfänger**

stellt die genaue Position für Applikation und Bodenbearbeitung bereit.

Komplettpreis: 4.950,00 Euro

### **Einsteigerset „Precision Farming incl. EGNOS-Beacon-Kombiempfänger“**

Das Komplettset „Parallelfahren“ wird erweitert um:

#### **field-probe (zusätzliche field-operator Software)**

zur GPS-gestützte Bodenprobenentnahme und Aufmaß

#### **field-VAR (zusätzliche field-operator Software)**

bietet den Einstieg in die variable Ausbringung mit unterschiedlichen Geräten, gleich ob seriell, per ISOBUS oder manuell gesteuert.

#### **EGNOS-Beacon-Kombiempfänger**

bietet mehr Empfangssicherheit, besonders bei Aufmaß an Hindernissen und Waldrändern, als nur Korrektursignale per Satellit.

#### **field-center**

sammelt die erfaßten Informationen auf dem PC. Dort ist Auswertung, grafische Darstellung und Export in andere Softwaresysteme möglich. Applikationskarten können erstellt und Aufträge geschrieben werden.

Komplettpreis: 6.375,00 Euro

Wir machen Ihnen den Einstieg leicht

# Parallelfahrssystem

## Parallelfahrssystem Trimble AgGPS® Autopilot

### Vertrieb

Agri Con GmbH  
Im Wiesengrund 4, 04749 Jahna

[www.agricon.de](http://www.agricon.de)



### AgGPS® Autopilot Genauigkeit

#### **DGPS AutoPilot**

10-30 cm Spur-zu-Spur, <1 m absolute Genauigkeit

#### **OmniSTAR HP Autopilot**

Spur-zu-Spur Genauigkeiten von 5-10 cm,  
absolute Genauigkeiten von <10 cm, kostenpflichtig

#### **RTK Autopilot**

Genauigkeit Spur zu Spur 1-2 cm, absolute Genauigkeit  $\leq 2$  cm,  
beliebig viele Nutzer

### Erläuterung Trimble Autopilot

#### **AgGPS - Lichtbalken**

- zur intuitiv verständlichen und ergonomischen Visualisierung des Systemstatus unter allen Lichtbedingungen,
- Einsatz auch als **manuelle Parallelführung**

# Parallelfahrssystem

## AgGPS Empfänger

- nach Wahl mit der entsprechenden Genauigkeit
- je nach Anforderung verschiedene Korrekturquellen (RTK, Beacon, OmniSTAR, EGNOS) nutzbar

## AgGPS Navigationsrechner

- mit einem einzigartig schnellen und leistungsfähigen 3-achsigen Lagekontrollsystem
- Dadurch ist der AgGPS Autopilot auch bei rauen Feldoberflächen, hohen Geschwindigkeiten und am Hang eine Klasse für sich.

**Preis: Trimble Autopilot ab 11.900,- €**

## Erläuterung Trimble EZ-Guide 150 Plus - manuelle Parallelführung

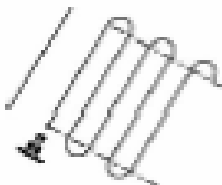
- großer, sehr gut ablesbarer **LCD-Bildschirm**
- Anzeige des **Fehlerabstandes** von der Spur
- Anzeige der aktuellen Spurnummer
- Anzeige von Geschwindigkeit und Höhe
- komplette Führung der Wendevorgänge
- Flächenermittlung
- kein Datenverlust bei Pausen durch Unterbrechungen oder Stromausfall
- deutsche Menüführung



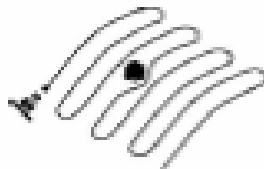
**Preis: Trimble Parallelführung 3.900,- €**

## Spurmanöver Autopilot & manuelle Parallelführung

gerade A-B Spur



identische Kurve



adaptive Kurve



## Parallelfahrssystem

### Parallelfahrssystem GreenStar AutoTrac Lenkautomatik und Parallel Tracking

Landmaschinen-Vertrieb Deuben,  
04827 Gerichshain  
[www.LVD-Gerichshain.de](http://www.LVD-Gerichshain.de)

John Deere Vertrieb,  
76646 Bruchsal  
[www.deere.de](http://www.deere.de)

Software - HKS, AgroCAD,  
LandData Eurosoft:  
[www.JDoffice.de](http://www.JDoffice.de)



AutoTrac steuert Traktoren und Mähdrescher selbständig. Der Fahrer startet die Lenkautomatik per Knopfdruck und kann jederzeit durch Bewegen des Lenkrads die Steuerung übernehmen.

John Deere bietet die AutoTrac Lenkautomatik für die Traktoren der Serien 6020, 7020, 8020 und 9020, die Raupentraktoren und für die Mähdrescher WTS, CTS und STS der Serie 9000i an.

#### **StarFire Zweifrequenz-Empfänger und Korrektursignal**

AutoTrac erreicht mit dem StarFire iTC Empfänger und integriertem Neigungsausgleich mit dem StarFire SF2 Korrektursignal beim direkten Anschlußfahren Genauigkeiten von +/- 5 cm.

#### **Dokumentation mit field Doc Connect und field Doc Sprayer**

Beim Arbeiten mit AutoTrac können mit der Dokumentations-Software fieldDoc alle Feldarbeiten und Ausbringmengen aufgezeichnet werden. Diese Daten können mit der Bürosoftware JDoffice ausgewertet werden. field Doc Sprayer erfasst die Ausbringmengen und Einstellungen der John Deere 800er und 500er Spritzen automatisch.

#### **Universelles Parallelfahrssystem**

Die Komponenten StarFire iTC Empfänger, Monitor und Rechner sind leicht abnehmbar und können auf allen Fahrzeugen als manuelles Parallelfahrssystem eingesetzt werden.

## Parallelfahrssystem

### GreenStar Starterkoffer für Parallelfahren, Dokumentation und Flächenvermessung mit Bürosoftware als Komplettpaket.

Landmaschinen-Vertrieb Deuben  
04827 Gerichshain  
[www.LVD-Gerichshain.de](http://www.LVD-Gerichshain.de)

John Deere Vertrieb  
76646 Bruchsal  
[www.deere.de](http://www.deere.de)

Software: HKS, AgroCAD,  
LandData Eurosoft  
[www.JDoffice.de](http://www.JDoffice.de)



Dieser Koffer enthält alles für manuelles Parallelfahren, die automatische Dokumentation und zum Flächenvermessen.

### StarFire iTC Empfänger: Neigungsausgleich und freies SF1 Signal.



Herzstück des Starterkoffers ist der neue StarFire iTC Zweifrequenz-Empfänger mit kostenfreiem StarFire Korrektursignal SF1 und integriertem Neigungsausgleich. Mit dem SF1 Signal (genauer als EGNOS) werden beim Anschlussfahren 15 – 30cm Genauigkeit erreicht.

### StarFire-Empfänger als Radar-Ersatz

Der StarFire-Empfänger kann außerdem anstelle des Traktor-Radars zur Maschinensteuerung eingesetzt werden.

### Bürosoftware JDreports Map von LandData Eurosoft

Der Starterkoffer enthält die Bürosoftware JDreports Map von LandData Eurosoft mit Anwenderschulung. Mit JDreports Map können Arbeits- und Vermessungsdaten mit der Datenspeicherkarte direkt in den PC eingelesen werden. Daten können mit JDreports Map gespeichert, grafisch dargestellt und weiterverarbeitet werden. JDreports Map kann durch alle Software-Module von LandData Eurosoft erweitert werden.

### Starterkoffer-Sonderpreis mit Bürosoftware JDreports Map:

€ 5580,- (unverb. empfohlen zzgl. MWSt. bis 31. 07. 2005)



# Parallelfahrssystem

## Parallelspurführung OUTBACK®S und E-Drive

### Vertrieb

agrocom.Systempartner GmbH  
Köthener Straße 8,  
06188 Landsberg

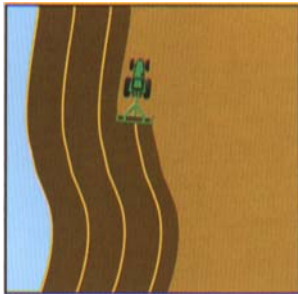
[www.agrocom-systempartner.de](http://www.agrocom-systempartner.de)



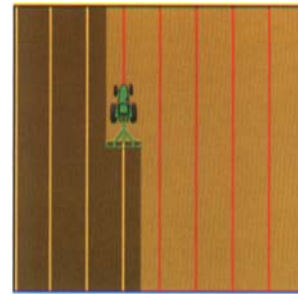
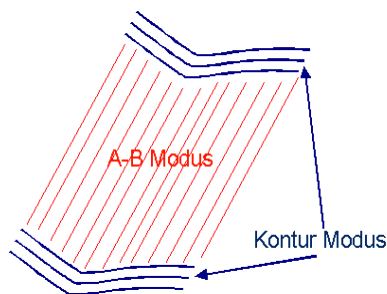
Zur Positionskorrektur nutzt AGROCOM das kostenlose Korrektursignal EGNOS.

### Wie an der Schnur gezogen !

Zu Beginn der Fahrt legt der Fahrer fest, ob er parallel zu einer festgelegten Linie (Kontur) oder entlang einer Geraden von A nach B folgen will.



Konturmodus



A – B Modus

Das System stellt sich jeweils auf die eingegebenen Parameter ein und berechnet den optimalen Kurs. Mehr ist nicht zu tun, AGROCOM E-DRIVE übernimmt die Führung auf Knopfdruck – zuverlässig bei strahlendem Sonnenschein wie bei Nebel oder Dunkelheit. Die patentierte e-Dif-Software sorgt für maximale Genauigkeit. Sie springt korrigierend ein, wenn das Differenzsignal EGNOS zur Korrektur der Positionsbestimmung durch den GPS-Empfänger einmal ausfällt.

### „Plug and Play“

Intelligente Lösungen sind einfach in der Anwendung, so die Botschaft des Systems. Den Vorzug hat der Anwender:

Grundkomponente von E-DRIVE ist ein vollfunktionsfähiges Parallelfahrssystem mit optischer Lenkungshilfe (Steering Guide) von AGROCOM OUTBACK®S.

## Parallelfahrssystem

Für die automatische Steuerung ergänzt die Landmaschinenfachwerkstatt lediglich einen Ventilblock plus Hydraulikleitungen.

Übrigens: Wer das Parallelfahrssystem AGROCOM OUTBACK®S kennt, ist ohnehin für AGROCOM E-DRIVE bestens vorbereitet. Eine Lösung, die sich rechnet.

Durch das flexible System ist die Investition für den Anwender zukunftssicher. Die Ergänzung von AGROCOM OUTBACK®S mit AGROCOM E-DRIVE ist möglich, die Module setzen nahtlos aufeinander auf. In diesem Fall entstehen lediglich Aufrüstungskosten. Die Aspekte Mobilität und Kompatibilität kommen hinzu.

Immer noch fahrzeugunabhängig arbeitet das automatische Parallelfahrssystem AGROCOM E-DRIVE. Der nachträgliche Umbau von Schlepper zu Schlepper ist kein Problem. Allein die notwendigen Anpassungen variieren mit jedem Fahrzeugtyp, die Kerneinheiten E-DRIVE Box und E-DRIVE Ventil sind kompatibel. Darüber hinaus entstehen keine laufenden Betriebskosten durch die Verwendung von den frei verfügbaren EGNOS - Signalen.

Das System ist von Praktikern erprobt und für sehr gut empfunden. Der TÜV bestätigt die erfolgreichen Vorrichtungen zum Thema Sicherheit und gibt grünes Licht zum Einbau in die gängigen Schleppermarken und -typen.

# Sämaschine

## Amazone Aufbausämaschine AD-P Profi

### Hersteller

AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG  
Am Amazonenwerk 9-13, 49205 Hasbergen

[www.amazone.de](http://www.amazone.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	möglich*)
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:		

\*) Unsere Systeme sind für eine Umstellung auf ISOBUS vorbereitet.

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Elektrischer Dosier-Antrieb, Fahrgassenschaltung**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: AMAZONEN-Werke**
- **Name: AMATRON+  
AMALOG+**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# Sämaschine

## Mulchsämaschine RABE MegaSeed 4001 K 2

### Hersteller

RABE Agrarsysteme GmbH & Co. KG  
Am Rabewerk 1, 49152 Bad Essen

[www.rabe-agrarsysteme.de](http://www.rabe-agrarsysteme.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:	in der Grundausrüstung GPS-fähig.	

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Mengenreduzierung bei Fahrgasse, Vordosierautomatik  
Vorgewendeautomatik**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: RDS-Technology**
- **Name: Pro S 8000**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# Sämaschine

## Accord Maislegemaschine

### Hersteller

Kverneland Group Soest GmbH  
Coesterweg 42, 59494 Soest

[www.kvernelandgroup.com](http://www.kvernelandgroup.com)



## Technische Beschreibung des Gerätes

### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringungsmenge zu sichern:

- **optoelektronische Kornüberwachung, Fahrgassenschaltung, elektrischer Antrieb der Einzelreihen, RS232 Anschluss (GPS und Service Interface), Anschlüsse für verschiedene Sensoren**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

Hersteller	Name
Kverneland Mechatronic B.V.	Tellus (Canbus System, ISO11783)
Kverneland Mechatronic B.V.	Focus Terminal (Canbus System)
Weitere Hersteller möglich	über ISO11783

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# Sämaschine

## Väderstad Universaldrillmaschine RDA 600 SDP Parallelfahrssystem New Holland (Trimble - siehe Seite 59)

### Hersteller

Väderstad GmbH  
Am Berliner Ring 8, 14542 Werder (Havel)

[www.vaderstad.com](http://www.vaderstad.com)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS		
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:	eigenes System	

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja** (in Verbindung mit Agrocom –ACT und *field-operator*)
- **Nein** (in Verbindung mit fieldstar -MF)

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Koppelbar mit Agrocom / fieldstar und *field-operator***

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: Väderstad in Kombination mit Agrocom(ACT) oder fieldstar (MF)oder *field-operator***
- **Name: MK 4**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

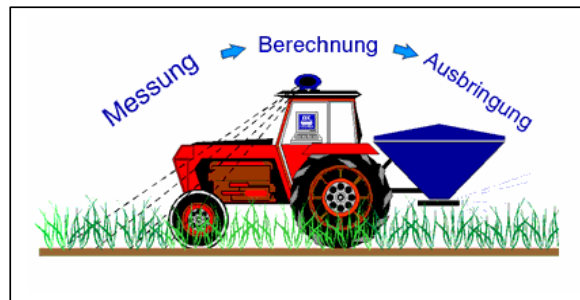
Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# Sensortechnik

## Yara N-Sensor

### Vertrieb

Agri Con GmbH  
 Im Wiesengrund 4, D-04749 Jahna  
[www.agricon.de](http://www.agricon.de)



Technologie zur teilflächenspezifischen Applikation von Stickstoff im On-line-Verfahren und Grunddünger im Offline-Verfahren mit Hilfe hinterlegter Rasterkarten.

### Funktionsprinzip:

Der N-Sensor erfasst durch spektrale Messungen des vom Pflanzenbestand reflektierten Lichtes den Stickstoffversorgungszustand des Bestandes schnell und mit hoher räumlicher Auflösung. Daraus wird die optimale Düngermenge errechnet und an den Streuer oder die Spritze weitergegeben.

Steuerung des N-Sensor	mittels WTK-Terminal 1. field operator FO 200 2. field operator FO 205																						
technische Voraussetzungen	unabhängig vom Trägerfahrzeug <b>elektronisch ansteuerbare Applikationstechnik</b> N-Sensor ist kompatibel mit: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b><u>Streuer</u></b></td> <td style="text-align: center;"><b><u>Spritzen</u></b></td> </tr> <tr> <td>- Rauch</td> <td>- Dammann</td> </tr> <tr> <td>- Bögballe</td> <td>- Tecnomat</td> </tr> <tr> <td>- Amazone</td> <td>- Amazone</td> </tr> <tr> <td>- Güstrower</td> <td>- Rau</td> </tr> <tr> <td>- Sulky</td> <td>- INUMA</td> </tr> <tr> <td>- Kverneland</td> <td>- Berthoud</td> </tr> <tr> <td>- Kongskilde</td> <td>- John Deere</td> </tr> <tr> <td>- Nortti</td> <td>- und andere...</td> </tr> <tr> <td>- Bredal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>und andere...</td> <td></td> </tr> </table>	<b><u>Streuer</u></b>	<b><u>Spritzen</u></b>	- Rauch	- Dammann	- Bögballe	- Tecnomat	- Amazone	- Amazone	- Güstrower	- Rau	- Sulky	- INUMA	- Kverneland	- Berthoud	- Kongskilde	- John Deere	- Nortti	- und andere...	- Bredal		und andere...	
<b><u>Streuer</u></b>	<b><u>Spritzen</u></b>																						
- Rauch	- Dammann																						
- Bögballe	- Tecnomat																						
- Amazone	- Amazone																						
- Güstrower	- Rau																						
- Sulky	- INUMA																						
- Kverneland	- Berthoud																						
- Kongskilde	- John Deere																						
- Nortti	- und andere...																						
- Bredal																							
und andere...																							
Ansteuerung der Applikationstechnik	- serieller Anschluss - ISOBUS über SCU-Adapter																						
kompatibel mit Controllern	- Bogballe Calibrator 2002, 2003 - Dickey John Land Manager - Kverneland Ferticontrol RS-EDW - LH Agro LH5000, LH6000, Rauch Quantron L, Quantron P																						

## Sensortechnik

kompatibel mit Controllern	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Massey Fergusson fieldstar (serielle Verbindung)</li> <li>- Micotron UniSat C3</li> <li>- Müller UniControl</li> <li>- Raven Industries Raven 660, 661</li> <li>- Hardi Pilot</li> <li>- Amazone Amatron Ila und Amatron + und andere...</li> </ul>
Datenaufzeichnung	<p>in Verbindung mit GPS Aufzeichnung von</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- GPS-Koordinaten</li> <li>- Biomasse</li> <li>- N-Bedarf</li> <li>- Applikationsmenge (as applied)</li> <li>- Markerfunktionen und andere... möglich</li> </ul>
Datenübertragung	<p>Verwendung von PCMCIA-Karten zur Datenübertragung und Datenaufzeichnung</p> <p>Das Programm CardWriter zur Vorbereitung der Datenkarte und zum Auslesen der Daten ist inklusive.</p>
Datenauswertung	<p>Die Auswertung von Applikations- oder Biomassekarten kann kostenfrei über den Internetdienst „Sensor Office“ vorgenommen werden.</p> <p>Weitere Programme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- SS Toolbox</li> <li>- Surfer 8 ab V.6.xx</li> <li>- AgroMap Professional</li> <li>- Standard GIS-Programme, mit denen grd.-Dateien geschrieben werden können.</li> <li>- Umwandlung in rst-Dateien erfolgt mit dem Programm Con2adis von WTK.</li> </ul>
besondere Eigenschaften	<p>Während des Streuvorganges werden je nach Anbauhöhe pro Sekunde zwischen 70 und 100 m<sup>2</sup> eines Pflanzenbestandes erfasst und für die Düngeempfehlung genutzt.</p> <p>Für die Ausbringung von Grunddünger und Pflanzenschutzmitteln im Offline-Verfahren werden Karten im „rst“-Datenformat erstellt.</p> <p>Die Wahl des Düngers und die Höhe der Ausbringungsmenge (in Prozent) bleiben bis zur Applikation offen.</p>



## Crop Meter

### Vertrieb

agrocom.Systempartner GmbH  
Köthener Straße 8, 06188 Landsber

[www.agrocom-systempartner.de](http://www.agrocom-systempartner.de)



### Der Onlinesensor für mehr als nur die N - Düngung

Das CROP - Meter nutzt das Prinzip des mechanischen Pendels. An der Fronthydraulik des Traktors oder einer variablen maschinenabhängigen Vorrichtung angebaut, gleitet der Pendelsensor auf dem Feld durch den stehenden Pflanzenbestand. Je stärker das Pendel auslenkt, desto höher ist der Widerstand des Bestandes und damit die Dichte des Pflanzenbewuchses. Neben der Auslenkung des Pendels werden Geschwindigkeit, Neigung und Spurtiefe permanent erfasst und ausgewertet. Die Verarbeitung der Messwerte übernimmt ein spezieller Geräte-Jobrechner, die angepasste Verteilung von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Halmstabilisatoren steuert ein moderner Bordcomputer im Schlepper.

### **Präzise Messungen dokumentieren die Heterogenität**

Gleich einer aktuellen Prognose dokumentiert die Pendelsensortechnik schon während der Wachstumsphase die Differenzierung der Ertragserwartung innerhalb des Schlages und ihre Veränderung im Verlauf der Saison. Damit liefert sie die entscheidenden Anhaltspunkte für eine differenzierte Bestandesführung. Mehrjährig durchgeführte wissenschaftliche Feldversuche des Instituts für Agrartechnik Bornim bestätigen die enorme Leistungsfähigkeit des CROP-Meters. Die durchschnittliche Einsparung in der Stickstoffdüngung lag bei 13,5%, in der Fungizidapplikation sogar bei 18,7%.

## **Bedarfsgerechte Stickstoffdüngung**

Insbesondere auf Schlägen, die unter Trockenstress leiden, ist eine bedarfsgerechte und teilflächenspezifische Stickstoffdüngung sinnvoll. In Bereichen, wo ohnehin Wassermangel zum Tragen kommt, bietet sich eine Reduzierung der Stickstoff-Düngung an. Teilflächen mit gutem Wasserhaltevermögen können eine geringfügige Erhöhung der N-Düngung meist gut umsetzen. Insgesamt sinkt die Menge des ausgebrachten Stickstoffs, während der Gesamtertrag oft sogar geringfügig steigt. Kurz gesagt: Weniger Ausgaben und leicht steigende Erträge sind das Ergebnis.

## **Hohes Einsparpotenzial: Sensortechnik auch für Halmstabilisatoren und Fungizide**

Das CROP-Meter unterstützt den differenzierten Einsatz von Halmstabilisatoren für Bestände ab dem Entwicklungsstadium EC 32. Je nach Bestandsdichte erhöht oder reduziert der Bordcomputer die Applikationsmenge. Selbst bei dichtem Bewuchs wird jede Pflanze adäquat versorgt und im lockeren Bestand kein Wirkstoff verschwendet. Für die Ausbringung von Fungiziden gilt das Prinzip „eine Einheit Fungizid pro Einheit Pflanzenoberfläche“. Der Vorteil der bedarfsorientierten Applikationsmenge liegt auf der Hand, sie entspricht dem Krankheitsdruck, der mit der Dichte des Pflanzenbewuchses steigt.

## **Ganz im Sinne der Nachhaltigkeit**

Neben der Einsparung von Betriebsmitteln liegt ein großer Vorteil des CROP-Meters in seiner Bedeutung für die Umwelt. Sind doch bei feld einheitlicher Dosierung insbesondere an trockenen Stellen Überdosierungen an der Tagesordnung. In wüchsigen Bereichen des Bestandes ist eine Unterversorgung nicht selten. Die Unterversorgung in guten Beständen hat negative Auswirkungen auf Rohproteingehalt, Keimfähigkeit und Resistenzbildung. Sie erhöht den Schaderregerdruck und fördert die Toxinbildung im Korn. Dank des CROP-Meters kann diesen Gefahren gezielt entgegengewirkt werden. In Bereichen mit Trockenstress kann ein Überhang an unverbrauchten Nähr- und Wirkstoffen im Boden vermieden werden, eben genau dort, wo Pflanzen weniger dicht stehen. Hier werden die Mittel entsprechend niedrig dosiert, ohne Qualitätseinbußen im Anbau. Das verbessert die ökologische Nachhaltigkeit und steigert darüber hinaus auch den ökonomischen Erfolg. Gleichmaßen werden alle Daten dokumentiert und geben ein reales Abbild, welche Mengen appliziert wurden.

## mineralische Düngung

### Großflächendüngerstreuer Norti GD 8.11 lift

Vertrieb	Vertrieb
<i>agrocom.Systempartner GmbH</i> <i>Köthener Straße 8,</i> <i>06188 Landsberg</i> <a href="http://www.agrocom-systempartner.de">www.agrocom-systempartner.de</a>	<i>Agrar-Innovation Schier</i> <i>Am Elbdamm 15, 01619 Zeithain</i> <i>OT Promnitz</i> <i>Tel: 03525 762060</i>



### Technische Beschreibung des Gerätes

Ansteuerung des Gerätes:		
ISOBUS		
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges: interne Speicherfunktion	ja	vorgeführtes Gerät

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Vollhydraulischer Antrieb (Regelreserve), Überwachung der tatsächlich ausgebrachten Menge durch Zwangsdosierung**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: LH agro**
- **Name: LH 5000**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: agrocom.Systempartner GmbH**
- **Name: ACT II**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **ACT II (siehe Seite 47)**

## mineralische Düngung

### Amazone Anbaudüngerstreuer ZA-M ultra profiS

#### Hersteller

AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG  
Am Amazonenwerk 9-13, 49205 Hasbergen

[www.amazone.de](http://www.amazone.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

#### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	möglich*)
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät

\*)Unsere Systeme sind für eine Umstellung auf ISOBUS vorbereitet.

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Wiegevorrichtung mit Online-Waage, Überwachung des Limiters, Doppelschiebersystem zur halbseitigen Mengenänderung**

Mit welchen Gerätesteuierungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: AMAZONEN-Werke**
- **Name: AMATRON+, AMADOS+**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: agrocom.Systempartner GmbH**
- **Name: ACT II**

### Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **ACT II (siehe Seite 47)**

## mineralische Düngung

### Rauch Düngerstreuer Axera H EMC

<b>Hersteller</b>	<b>Vertrieb</b>
RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH Landstr. 14, 76457 Sinzheim	BayWa AG Übigauerstr. 49, 04916 Herzberg

[www.rauch.de](http://www.rauch.de)



### Technische Beschreibung des Gerätes

<b>Ansteuerung des Gerätes:</b>		
ISOBUS	ja	vorgeführtes Gerät
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **automatische Düngerdurchflussmessung und –regelung für jeden Auslauf separat, integrierte elektronische Düngerdosierung, serienmäßiger Jobcomputer für den ISOBUS – Einstieg, fernbedienbare Umstellung auf Grenz-, Rand- oder Keilstreuen (sowohl rechts als auch links)**

Mit welchen Gerätesteuern wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: LH agro**
- **Name: Quantron P**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: Agricon**
- **Name: Yara N Sensor**

### Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **Yara N-Sensor (siehe Seite 69)**

## mineralische Düngung

### Bogballe Düngerstreuer M3W

<b>Hersteller</b>	<b>Vertrieb</b>
BOGBALLE A/S. DK 7171 Uldum	LKH Hormersdorf Schulstr. 10, 09395 Hormersdorf

[www.bogballe.com](http://www.bogballe.com)



### Technische Beschreibung des Gerätes

<b>Ansteuerung des Gerätes:</b>		
ISOBUS		
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja** (über serielle Schnittstelle)
  - Bordcomputer kann Daten von 63 Einzelschlägen abspeichern,
  - serielle Übertragung auf Betriebssystem zur Weiterverarbeitung

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **perfekte Streubilder durch Vierfachüberlappung, integrierte Wiegetechnik mit Online Regelung der Ausbringmenge, 100%ig genaues Umsetzen der Mengenvorgabe**

Mit welchen Gerätesteuern wird das Gerät angeboten?

- Hersteller: **BOGBALLE**
- Name: **CALIBRATOR UNIQ** (serielle RS 232 Schnittstelle)

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

## mineralische Düngung

### Großflächendüngerstreuer mit Kette Typ DO55el.

#### Hersteller

Maschinen und Antriebstechnik GmbH & Co.KG

Glasewitzer Chaussee 30, 18273 Güstrow

[www.MuA-Landtechnik.de](http://www.MuA-Landtechnik.de)



#### Technische Beschreibung des Gerätes

##### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS	ja	möglich
serieller Anschluss	ja	vorgeführtes Gerät
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	vorgeführtes Gerät
sonstiges:	Mengenregelung über Vorschubgeschwindigkeit des Kratzbodens	

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Streuwerk sichert nahezu gleich bleibendes Streubild bei wechselnden Ausbringmengen, Regelgenauigkeit von 1-2% bei Regelzeiten von 1-2 s, schwingungsfreie Regelung**

Mit welchen Gerätesteuern wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: LH Agro**
- **Name: - LH 5000 GPS + Güstrow Software 60.3, und serieller Schnittstelle; ISO-Bus Jobrechner**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

#### Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**

# Pflanzenschutz

## Hardi New Commander

+ Parallelfahrssystem field-operator 205 und field-guide (Seite 57)

### Hersteller

Hardi GmbH

Schaumburger Straße 17, 30900 Wedemark-Mellendorf

[www.hardi-gmbh.com](http://www.hardi-gmbh.com)



## Technische Beschreibung des Gerätes

### Ansteuerung des Gerätes:

ISOBUS		
serieller Anschluss	ja	möglich
manuelle Mengenänderung, von der Kabine aus	ja	möglich

Unterstützt das Gerät das Zurückschreiben von Daten?

- **Ja**

Besondere Eigenschaften/Funktionen um die Arbeitsqualität (Streubild, Sprühverhalten, etc.) bei variabler Ausbringmenge zu sichern:

- **Aufwandmengenänderungen in 10 % Schritten möglich**  
**akustischer und optischer Alarm beim Spritzen im Grenzbereich**

Mit welchen Gerätesteuerungen wird das Gerät angeboten?

- **Hersteller: Hardi**
- **Name: Hardi Controller HC 5500**

Mit welchem PF-Terminal bzw. Sensorsystem wird das Gerät vorgeführt?

- **Hersteller: WTK-Elektronik**
- **Name: field-operator 205**

Technische Beschreibung des Precision Farming Terminals oder Sensorsystems • **field-operator 205 (siehe Seite 46)**



## Ausstellung

### Agrar-Innovation Schier AIS

Dipl.agr.-Ing.Ök Holger Schier

*Am Elbdamm 15, 01619 Zeithain, OT Promnitz*

*Tel: 03525 762060; 0170 5350909*

*AIS\_Agrar-Innovation-Schier@t-online.de*

### GPS-gestützte Bodenbeprobung mit Nährstoffkartierung

- Durchführung der GPS-gestützten Bodenbeprobung mit einem dementsprechend ausgestatteten Geländewagen mit GPS-Empfänger (Trimble), Toughbook und Spezialsoftware
- Bodenbeprobung im vorgegebenen Raster, nach Möglichkeit auf der Grundlage vorliegender Ertragskartierung, Sensordaten oder anderer geeigneter Informationen
- Probenahme erfolgt als Mischprobe (ca. 15 Einstiche je Probe)
- alle Probenahmestrecken und –punkte werden aufgezeichnet, was eine reproduzierbare Probenahme ermöglicht
- Analyse der Bodenproben durch akkreditiertes bzw. zertifiziertes Labor der Firma AGROLAB (zugelassenes Labor für „Umweltgerechte Landwirtschaft“)  
Grundnährstoffe: P, K, Mg (CAL- oder DL- Methode) und pH-Wert  
incl. GREM- Empfehlung bzw. Standarddüngempfehlung
- anschauliche Darstellung der Nährstoffsituation der einzelnen Schläge
- Dokumentation der Fahrstrecken des Probenahmefahrzeuges inkl. Nährstoffversorgung
- anschauliche schlagweise Darstellung der Nährstoffsituation in Form von Nährstoffverteilungskarten für jeden Nährstoff (P, K, Mg und pH-Wert)
- Auswertung der Ergebnisse im gemeinsamen Gespräch, um Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge aufzuklären und Möglichkeiten für die zukünftige Bewirtschaftung der jeweiligen Flächen aufzuzeigen

# Ausstellung

## HANSENHOF\_elektronik

Dorfstraße 11, 09514 Reifland

Tel: 037367 779710

- EINER für ALLES -

### Precision farming, Dokumentation und Parallelfahren – in einem Gerät

Die Firma *HANSENHOF\_electronic* ist der Vertriebspartner der Firma WTK-Elektronik aus Neustadt in Sachsen. Die innovativen Produkte bieten unseren Kunden die Möglichkeit, schnell auf die aktuelle Situation im Agrarbereich einzugehen.

### field-operator 205 – Das ISOBUS-Terminal mit Konzept



Mit diesem Terminal können ISOBUS-Geräte verschiedener Hersteller bedient werden. Der *field-operator* hat auch die Möglichkeit zur Steuerung herkömmlicher Technik und wird durch folgende Zusatzmodule den *Erfordernissen der heutigen Landwirtschaft* in einzigartiger Weise gerecht:

- **field – VAR**

*Precision Farming* mit vorhandenen Geräten ebenso wie mit Neuanschaffungen - mit dem *field-operator* 205 kein Problem!

- **field – probe**

*GPS-Aufmaß und GPS-gestützte Probenahme* in Eigenregie durchführen – mit dem *field-operator* 205.

## Ausstellung

- **field – guide**

*Parallelfahreinrichtung* mit einfacher Bedienung und akustischen Signalen am Vorgewende und zum Auffinden des Pausenpunktes. Laden der Startspur von der Speicherkarte bietet die Möglichkeit, die Fahrgassen jedes Jahr an der gleichen Stelle zu platzieren und damit einen Beitrag für den Bodenschutz zu leisten.

- **field – logging**

Arbeiten auf dem Feld und im Transportbereich - nach dem international anerkannten ISO-Standard- *automatisch erfassen* und auf den Büro-PC übertragen – *Dokumentation* mit dem field operator 205.

Geräte-erkennung über Jobrechner oder IMI-X, Fahreridentifikation mittels Chipkarte und Zuordnung von Arbeitsgängen zu den jeweiligen Schlägen durch GPS-Spuren problemlos möglich. Alle gewonnenen Daten sind *kompatibel mit den marktführenden Ackerschlagkarteien*.

- **field – link**

Erfasste Daten, Statusmeldungen und Positionen schnell und unkompliziert *per Funk vom Schlepper ins Büro senden* – mit dem field operator 205.

### **field-logger**

Der field-logger von WTK-Elektronik ist der erste Datenlogger, der Dokumentationsdaten im Format der ISO 11783 aufzeichnen kann.

Weiterhin kann er Geräte und Fahrer automatisch erkennen und durch die Aufzeichnung der GPS-Spur die schlagspezifische Zuordnung der Arbeitsgänge sicherstellen.

Damit bietet WTK-Elektronik einen *günstigen Datenlogger für die Nachrüstung* älterer Traktoren.

### **field-center**

Die *Software* field-center ist ein komfortables Werkzeug, um Aufträge für den field-operator zu erstellen, zurückgeschriebene Daten auszudrucken oder für andere Softwaresysteme zu exportieren.

Die *grafische Darstellung* der, per GPS, dokumentierten Arbeitsgänge erlaubt einen zeitlichen und räumlichen Überblick über den Ablauf im Betrieb.

Für Lohnunternehmer ist besonders interessant, dass zu jeder Zeit die aktuelle Position der Fahrzeuge und der aktuelle Status eines Auftrages per SMS angefordert und nach Empfang in der Karte dargestellt werden kann, um den *Einsatz der Maschinen flexibel und effektiv zu koordinieren*.

Um *Applikationskarten* für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung zu erstellen, kann man den Schlag in unterschiedliche Intensitätsstufen unterteilen.

## Ausstellung

### **Bodenprobetechnik Walter Nietfeld**

Nietfeldsweg 25

D-49635 Badbergen

[www.bodenprobetechnik.de](http://www.bodenprobetechnik.de)

### **BODENPROBETECHNIK – NIETFELD,**

#### **IHR SPEZIALIST FÜR:**

- ***BODENPROBEENTNAHMETECHNIK***

- manuelle Verfahren
- Rammkernsonden
- hydraulisch schlagend
- elektrisch schlagend
- hydraulisch bohrend
- hydraulisch drückend

- ***TRÄGERSYSTEME***

- Geländewagen
- Pickups
- Leichtfahrzeuge
- JOHN DEERE Gator 6X4
- Kawasaki Mule 4X4
- Kubota RTV 900
- ATV 4X4
- Raupenleichtfahrzeuge
- Spezialanhänger

- ***SPITZENTECHNIK***

- für jeden Einsatzbereich
- für jeden Leistungsbereich
- für jeden Boden- und Geländezustand
- für jeden Finanzrahmen

# Ausstellung

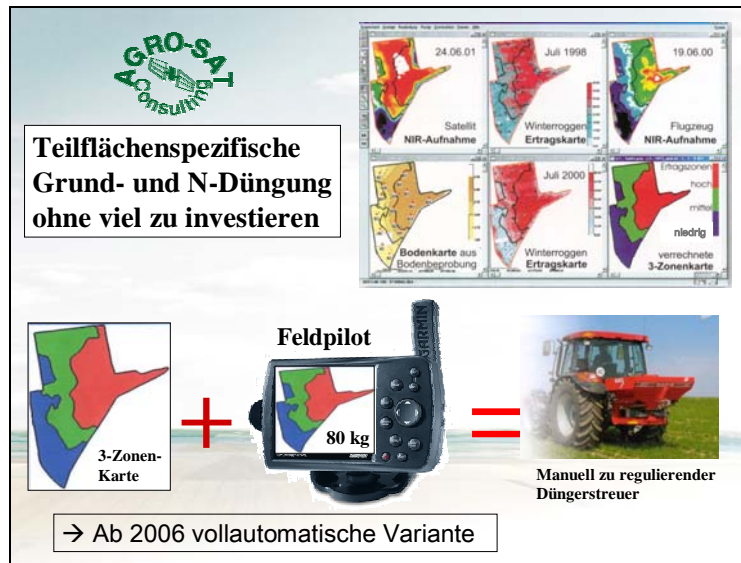
## AGRO-SAT Consulting GmbH

Schulstraße 3, 06388 Baasdorf

[www.agro-sat.de](http://www.agro-sat.de)

Der landwirtschaftliche Dienstleister vertreibt **innovative** Verfahren und Produkte sowie Fernerkundungsdaten und Software als Voraussetzung für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung wie z. B.:

### 1. Die potenzialorientierte 3-Zonenkarte



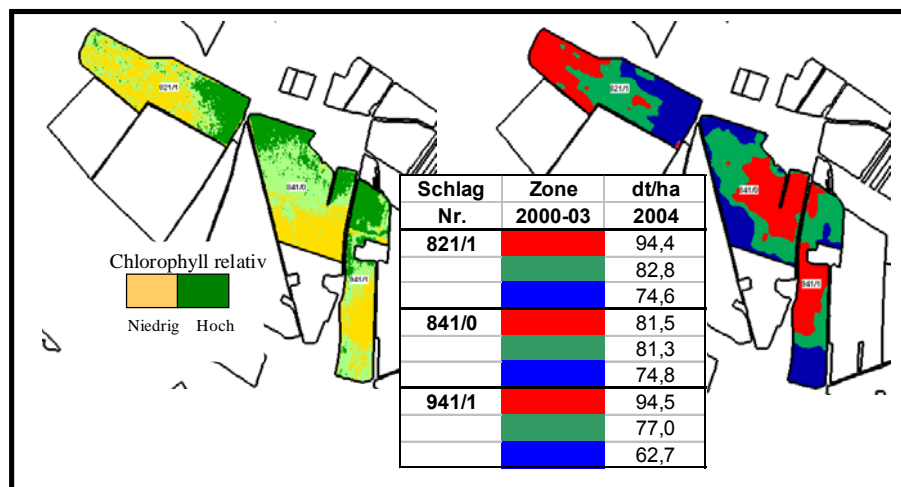
Die grundsätzlichen **Komponenten** des Verfahrens der teilflächenspezifischen Grund- und N-Düngung bestehen aus:

- der **potenzialorientierten 3-Zonenkarte** (Hoch-, Mittel- und Niedrigertragszone auf der Basis von mehrjährig verrechneten Fernerkundungsdaten und/oder Daten Mähdruschertragskartierung als visuelle Applikationskarte, Kosten ab 1,50 €/ha).
- dem „Feldpiloten“ **GARMIN GPSMAP 276C als Navigationssystem** Auf dem Display ist die über GPS automatisch geladene farbige 3-Zonenkarte sichtbar, die den augenblicklichen Stand des Traktors mit Düngerstreuer anzeigt, so dass der Landwirt weiß, in welcher Zone er ist und dementsprechend von der mittleren Düngemenge mit Zu- oder Abschlägen arbeiten kann (Preis 689.- €/Gerät).
- einem mittlerweile serienmäßig **über ein elektronisches Terminal regulierbaren Düngerstreuer**, der es in einstellbaren %-Schritten ermöglicht, manuell die Düngermenge in der jeweiligen Ertragszone nach oben oder unten zu regulieren

# Ausstellung

## 2. Das Verfahren Chlorophyllmonitoring

Bei diesem berührungslosen Messverfahren wird auf den betreffenden Schlägen im relevanten EC-Stadium für die 2. und 3. N-Gabe die räumliche Verteilung der Grünfärbung digital erfasst und mit einer speziellen Software spektral ausgewertet. Aus der räumlichen Verteilung des Chlorophyllgehaltes pro Fläche können unter Berücksichtigung der Bestandsdichte Aussagen über die photosynthetische Produktivität einzelner Teilschläge der Bestände getroffen werden. Entscheidend für eine hohe Effizienz der 2. und 3. N-Gabe ist der Abgleich der Chlorophyllkarte mit der potenzialorientierten 3-Zonenkarte.



Das innovative Verfahren Chlorophyllmonitoring zeichnet sich durch ein hervorragendes Kosten-Nutzen-Verhältnis aus. Kosten ab 0,49 €/ha und Überflug. Nutzen: 10.- €/ha und mehr.

## 3. Die Software AGRO-SENSE®FMS 3.5

Mit der Software AGRO-SENSE®FMS 3.5 der Firma AGRO-SAT (Module: Ackerschlagkartei, Nährstoff-Bilanzen und -Planung, Transport, Umschlag und Lagerung, GIS-Funktionen)

- sind alle **QS-Punkte** erfüllbar
- wird die geforderte **Rückverfolgbarkeit** gewährleistet
- kann der Nachweis aus dem **Produkthaftungsgesetz** geführt werden
- werden zukünftig alle **Cross Compliance-Auflagen, Pflanzenschutzindices** etc. überwacht

Die Software ermöglicht einfach handhabbare **teilflächenspezifische Planung und Abrechnung** in der Pflanzenproduktion bei minimalem Zeitaufwand.

# Ausstellung

## Müller-Elektronik GmbH & Co.

Franz-Kleine-Str. 18, 33154 Salzkotten

[www.mueller-elektronik.de](http://www.mueller-elektronik.de)

### Ausbring-Dokumentation leicht gemacht

*gesetzliche Auflagen mit Müller-Elektronik umfassend erfüllbar*

Mit den High-Tech-Geräten BASIC-Terminal und BASIC-Terminal TOP bietet Müller-Elektronik ausgereifte Entwicklungen, die in der gesamten mobilen Landtechnik kompatibel einsetzbar sind und damit den Anforderungen der Zukunft voll entsprechen. Mit dieser Technik werden komplexe Maschinen wie Profi-Anhängefeldspritzen, Pneumatik-Düngerstreuer, selbstfahrende Feldspritzen und Erntemaschinen ausgerüstet. Sie entsprechen dem ISOBUS-Standard (ISO 11783). Die ISOBUS-Terminals sind universell für sämtliche Landmaschinen, die mit einem ISOBUS-Jobrechner ausgerüstet sind, nutzbar. Deshalb eignet sich das ISOBUS-System besonders für die vom Gesetzgeber geforderte Dokumentation für die Aussaat, Düngung und den Pflanzenschutz. Ebenso wird Precision Farming mit dieser Technik umfassend abgedeckt.

Für beide Verfahren steht ein USB-Memory-Stick für den bidirektionalen Datenaustausch zur Ackerschlagkartei bzw. GIS zur Verfügung. Der Datenaustausch erfolgt normgerecht im XML-Format entsprechend der Norm ISO 11783 Teil 10 und 11 mit der Ackerschlagkartei.

Das CROP-Meter zur Bestandesführung für die Düngung und den Pflanzenschutz im Online-Verfahren und das Parallelfahrssystem Track-Leader runden das ISOBUS-System ab.

Aber auch für weniger komplexe Anlagen bietet Müller-Elektronik dem Landwirt intelligente Praxislösungen. Vollautomatische Regelgeräte wie z.B. SPRAY-Control und SPRAYDOS gehören schon zur Grundausstattung von Feldspritzen. Einfache Mess- und Überwachungsgeräte sind für den Nachrüstungsmarkt vorgesehen.



## **CROP-Meter an BASIC-Terminal und BASIC-Terminal TOP**

Das CROP-Meter wurde in einem Forschungsvorhaben des ATB (Institut für Agrartechnik Bornim) entwickelt, wobei Müller-Elektronik die Hard- und Software-Entwicklung ausführte.

(Beschreibung Crop-Meter siehe Seite 71)

Die Messergebnisse des Potentiometers werden durch den ISOBUS-Jobrechner des CROP-Meters verarbeitet und online dem ISOBUS-Jobrechner der Feldspritze bzw. des Düngerstreuers zur Verfügung gestellt. Dieser berechnet mit den Informationen und den Vorgaben des Anwenders die Ausbringungsmenge und regelt dementsprechend die Dosierung der Mittel. In dem BASIC-Terminal wird ständig die momentane Ausbringungsmenge angezeigt.

Das BASIC-Terminal TOP ist Precision Farming fähig und erfasst zusätzlich mit Hilfe von DGPS die momentane Position. Mit einem USB-Stick (128 MB) wird die Ausbringungsmenge und die dazugehörige Position zum Hof-Computer übertragen. Die Daten stehen somit zur Weiterverarbeitung bereit.





# Ausstellung

## **Good Soil**

Renz Waller,  
Hauptstraße 32, 23896 Nusse

[www.goodsoil.de](http://www.goodsoil.de)

Es müssen nicht immer Programme von Weltfirmen sein, welche eine Lösung für Ihren Betrieb sein können. Auch Programme von kleinen Firmen, wie GoodSoil, können überzeugen.

### **Software und Hardware für Vermessung und Precision Farming**

#### **GoodSoil VN (Pocket PC)**

Die DGPS Vermessung von Agrarflächen, Drainage und Bodenpunkten ist die Aufgabe von GoodSoil VN.

#### **GoodSoil PC (Office PC)**

Die Auswertung aller aufgezeichneten Vermessungen findet mit diesem Programm statt. Mit dieser Software entwickeln Sie die Farbkarten, welche mit der Software PDUNI und dem Pocket PC Ihre Maschinen automatisch steuern!

#### **GoodSoil GIS, (Office PC)**

GoodSoil GIS ist die Software für Hintergrundkarten und Anpassungen. Mit dieser einfachen, aber effizienten Software sind Sie unabhängig von Dienstleistern. Entwickeln sie ihre Applikationskarten nach Hintergrundbildern (Sataufnahmen, Flurkarten, usw.) selbst. Die Georeferenzierung erledigen sie nun selbst!

#### **GoodSoil PDUNI, die Software auf dem Pocket PC für Precision Farming**

Damit ist die Steuerung Ihrer Geräte (nach Farbkarten) durch den Pocket PC möglich. LH5000 und andere können direkt angesteuert werden. Die Farbkarten werden mit - GoodSoil PC - erstellt.

Aber auch - **ohne** - angeschlossene Maschine kann der Fahrer auf dem Pocket PC genau sehen wo er ist und was er (nach Ihren Wünschen) tun soll.

Eine "Warnsoftware" ist eingebaut. Vorher aufgenommene Schächte und andere Hindernisse können nun "gesehen" werden.

Software, wie Pachtverwaltung (Excel Datei), Handbase Datenbanken, Ackerschlagdatei (Pocket PC) und Hardware, wie Parallelfahrassistenten runden das Programm von GoodSoil ab.

# Ausstellung

## Farm Works Software

Renz Waller,  
Hauptstraße 32, D-23896 Nusse

[www.farmworks.de](http://www.farmworks.de)

Precision Farming mit der Software von FARMWORKS:  
Der Pocket PC ist das Zentralgerät für die Umsetzung ihrer auf dem Office PC erstellten Farbkarten.

### 1. SITEMATE BASIC - SCOUTING - VRA

Diese Software für Vermessung und alles, was dazu gehört, läuft auch auf dem **Pocket PC**. Sie läuft auf Layer - Basis, das heißt, Sie können auch auf dem Pocket PC auf mehreren Ebenen arbeiten. Damit ist das Arbeiten mit Hintergrundkarten möglich.

**SITEMATE BASIC** dient der Grundaufnahme wie Vermessung, Bodenbeprobung und der Fahrspuraufnahme.

Mit **SCOUTING** können Sie (durch eine Windrose geführt) ihre gesetzten Bodenpunkte wieder auffinden. Auch können Sie z.B. Flurkarten als Hintergrundkarten einladen.

Das **VRA** Modul steuert über Farbkarten die Regelcomputer für Düngestreuer, Spritze und Drillmaschine.

### 2. FARM SITE und FARM TRAC

Die Desktop Software ist die Kombination einer perfekten GIS Software und einer (GIS) Ackerschlagdatei. EM38 Karten und vieles mehr können verarbeitet werden. Die Ackerschlagdatei ist integriert und liefert alle gewünschten Auswertungen.

### 3.) GUIDE MATE Parallelfahren mit dem Pocket PC

Eine Führungsnadel und eine gute Antenne (!), mehr braucht es nicht. In der Komplettausstattung mit SITEMATE ist es möglich, sowohl automatisch dem Düngestreuer die ortsbezogenen Werte zuzubekommen, als auch die ausgebrachten Mengen zurück schreiben zu lassen und auch noch parallel zu fahren.

Bei schon vorhandener Düngetechnik und der Möglichkeit der Ansteuerung mittels einer seriellen Schnittstelle ist Precision Farming unter 4000,- € zu verwirklichen. Der Pocket PC als Zentralgerät ist preiswert. Damit wird Precision Farming erschwinglich.

Ihr Einsatz und die Technik von Farmworks bringen Ihnen den Erfolg, den Sie wünschen.

# Ausstellung

## AGRO-CAD Software GmbH

Hauptstraße 10, 04668 Kleinbardau; Tel.: 03437/76010

## Land Data EuroSoft GmbH&CoKG

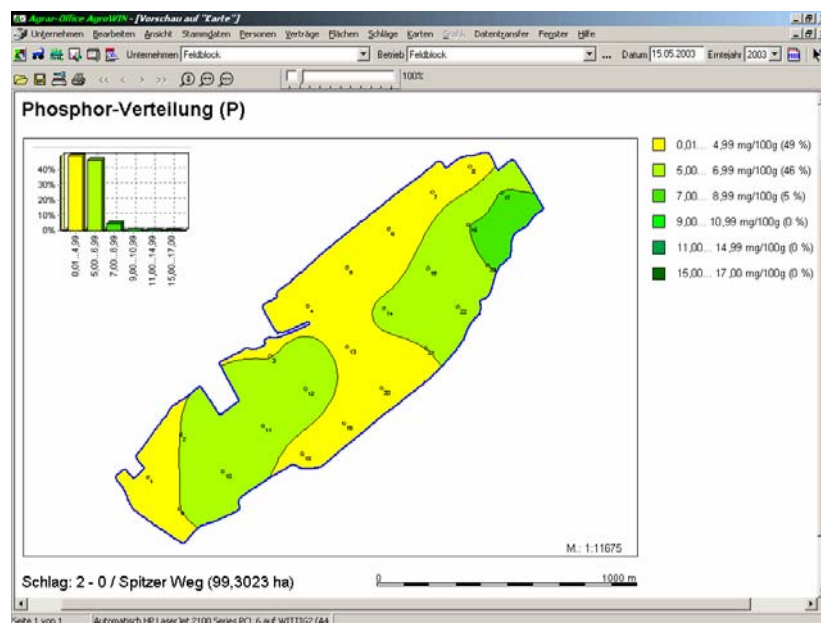
Rennbahnstraße 7, 84347 Pfarrkirchen

## HKS Software GmbH

Bahnhofstraße 1, 34369 Hofgeismar

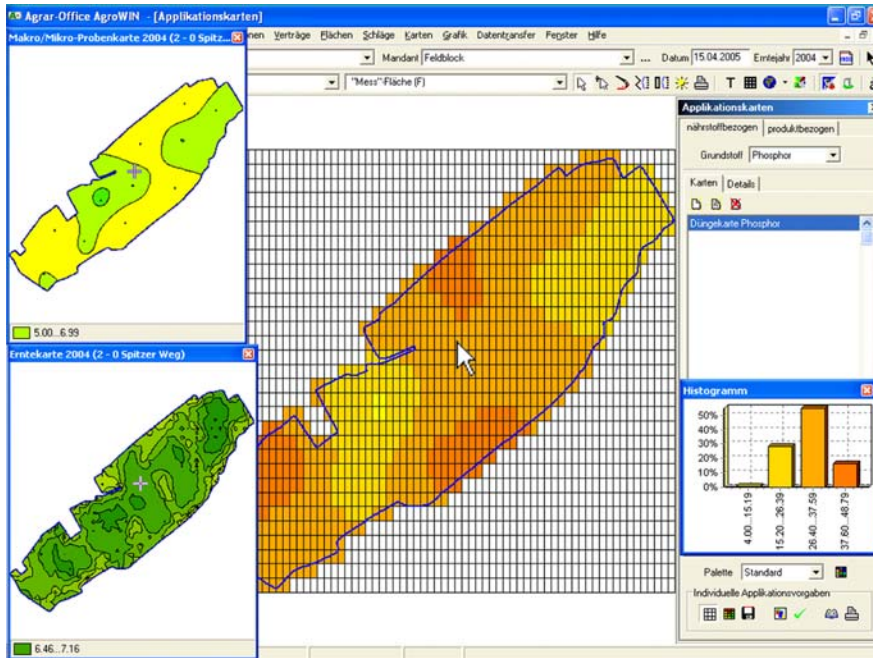
## AO Agrar – Office – Teilflächenmanagement

- Import der positionsbezogenen Bodenproben verschiedener Formate mit Übernahme in die Schlagkartei
- Anlegen von Probenkarten als Isolinien- oder Rasterkarte
- Erstellung und Verwaltung von Nährstoffverteilungskarten und Streukarten
- Ansicht und Druck mit Histogramm und Farbpalette
- Export zur Ausbringtechnik
- Einlesen der Daten aus der Ertragskartierung verschiedener Hersteller und Verbuchung als Maßnahme in der Schlagkartei

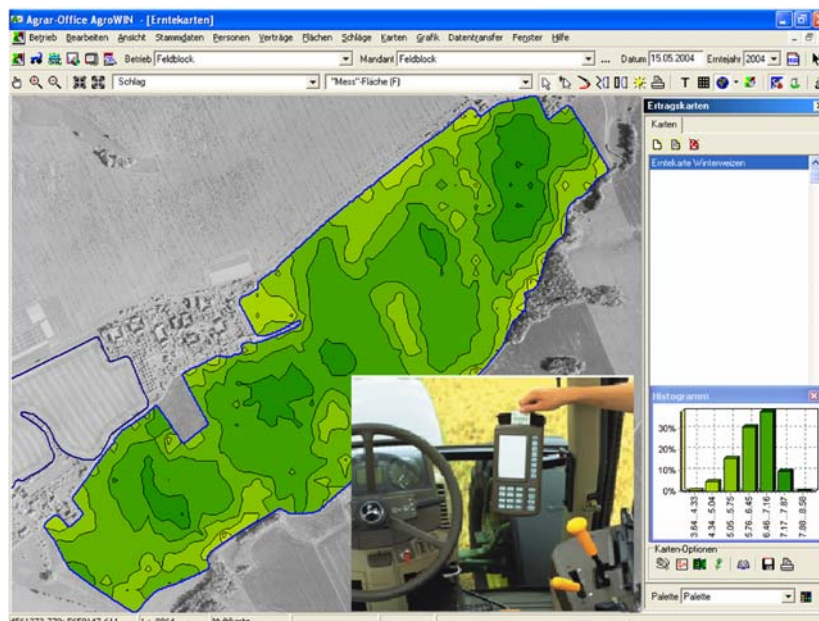


- automatische Bildung der Schlagkontur aus den äußeren Punkten
- Erzeugen von Punktekarten mit Palette als Vorschau auf die Ertragskarte
- Setzen von Filtern zum Kennzeichnen von Sorten, Maschinen etc.
- Rekalibrierung der Erntedaten nach verschiedenen Kriterien
- Ansicht und Druck der Ertragskarte mit Histogramm und Farbpalette
- Import und Verwaltung sonstiger Verteilungskarten (z.B. N-Sensor, etc.)
- mobile Datenerfassung und Auswertung
- Darstellung von verschiedenen positionsbezogenen Daten über mehrere Jahre, Betriebe mit unterschiedlichen Inhalt

# Ausstellung



- Anbindung an Bordcomputertechnik, z.B. direkter Datenaustausch mit dem Greenstar Terminal von John Deere und dadurch:
  - Dokumentation aller Vorgänge in der Pflanzenproduktion
  - Erstellung von Nachweisdokumenten (Schlag – u. Lagerdokumentation)
  - Nährstoffbilanzierung gemäß DVO
  - Maschinen – und Arbeitskräfteanalyse
  - Fruchtfolgeübersicht
  - tabellarische und grafische Pflanzenbauauswertungen (Anbauübersichten, Ertragsresultat)
  - betriebswirtschaftliche Auswertungen
  - grafische Schlag – und Anbauübersicht



## Ausstellung

### **satconsystem**

Bundesstraße 7  
97531 Obertheres  
Tel: 09521 7072

Die Firma Satconsystem ist eines der führenden Europäischen Unternehmen mit Angeboten im Bereich des Präzisions-Ackerbaus.

Mit eigenen Soft- und Hardware Entwicklungen hat die Firma Satconsystem mit federführend Präzisions-Ackerbau seit 1993 in die Praxis eingeführt.

Vom Zentralbetrieb in 97531 Obertheres werden Niederlassungen sowie Beteiligungen in Frankreich, USA, und Malaysia sowie Händler in weiteren 28 Ländern weltweit betreut.

Das Spezialgebiet, neben Maschinencontrollern und DGPS Empfängern, sind Softwarelösungen auf Handheldcomputern.

**palmArea** zur Flächenvermessung und Bodenprobenpositionserfassung ist die Basis Software für Palm Computer und Pocket PCs. Darauf aufbauend wird die Software **palmNav** als preisgünstigste Navigationslösung in der Landwirtschaft angeboten.

Der **Palm Feldpass** - ein Ackernotizbuch auf dem Palmcomputer - bietet die Software Kombination für das moderne und zeitgerechte Präzisions Farming.

Die PC Softwares **FarmGovs** und **SatGIS Delta** komplettieren das Angebot zur Datenverarbeitung auf dem PC.

**FarmGOVS Demo** ist die einzige Freeware weltweit mit der aus den gewonnen Felddaten Düngekarten und Feldplane erstellt werden können. SatGIS Delta ist ein komplettes und sehr einfach bedienbares GIS das alle Aufgaben an die Flächenverwaltung bis hin zum Invekos Antrag erfüllt.

## Ausstellung

### **Agro-Service-Verband Sachsen / Thüringen e.V.**

Frankenauer Str. 1,  
09648 Altmittweida

[www.agroservice.de](http://www.agroservice.de)

Unsere insgesamt 63 Mitgliedsunternehmen bieten eine breite Palette moderner landwirtschaftlicher Dienstleistungen an.

**Die N-Dünger-Ausbringung mit dem YARA-N-Sensor haben folgende Unternehmen im Angebot:**

Agroservice Altenburg-Waldenburg e.G.	Tel. 034494/ 8300 Fax 034494/ 83020
LSU GmbH Seelingstädt	Tel. 036608/ 6630 Fax 036608/ 66311
LMW - Innovative Landwirtschaft Löbau	Tel. 03585/ 400077 Fax 03585/ 400078
Agrar- und Baustoff-Service GmbH Marienberg	Tel. 03735/ 22535 Fax 03735/ 23172
Agroservice GmbH Langenwolmsdorf	Tel. 035973/ 2850 Fax 035973/ 26295
TAS GmbH Burgstädt	Tel. 03724/ 3417 Fax 03724/ 2156
agro-service Plauen GmbH	Tel. 03741/ 224484 Fax 03741/ 224485
BayWa AG Agroservicebetrieb Oschatz	Tel. 03435/ 66240 Fax 03435/ 662420
Agro-Service GmbH Großenhain	Tel. 03522/ 30950 Fax 03522/ 502455
LDH mbH Langenau	Tel. 037322/ 8780 Fax 037322/ 2275
AGRAHAND GmbH Sermuth	Tel. 034381/ 42554 Fax 034381/ 43333
Agro-Service GmbH Niedercunnersdorf	Tel. 035875/ 60289 Fax 035875/ 60262
ACZ-GmbH Oelsnitz	Tel. 037421/ 22441 Fax 037421/ 27563
Mörsdorfer Agro-Service GmbH	Tel. 036428/ 67211 Fax 036428/ 67308
Agrar- und Transportservice Kölleda GmbH	Tel. 03635/ 46030 Fax 03635/ 460319
Raiffeisenwarengenossenschaft e.G. Hildburghausen	Tel. 03685/ 79100 Fax 03685/ 791016
Raiffeisen Handel und Dienstleistungs GmbH Neustadt/ Orla	Tel. 036481/ 87120 Fax 036481/ 87111
AGRODIENST GmbH Niederpöllnitz	Tel. 036607/ 2238 Fax 036607/ 60304