

# Nutzungsstand und Nutzungsperspektiven von Informations- und Kommunikationstechnik bei Landmaschinen

THOMAS ENGEL, ZWEIBRÜCKEN

## Abstract

*New technologies influence not only our daily life but also future agricultural practices. This paper describes new available technologies like GPS and global mobile telecommunication systems. The potential use of these technologies in agriculture for precision farming, fleet management, remote diagnostics and automatic steering is discussed. The introduction of these new technologies requires new distribution and support structures and is an enormous challenge for the machine manufacturers and their dealers.*

## 1 Einführung

Der anhaltende Kosten- und Erlösdruck z. B. durch die in jüngster Zeit stark gestiegenen Energiekosten erfordert eine weitere Steigerung der Produktivität in der Landwirtschaft. Dem stehen immer schärfere Umwelt- und Naturschutzaufgaben gegenüber. Auch die Öffentlichkeit und die Nahrungsmittelproduzenten erwarten vom Landwirt vermehrte Anstrengungen im Hinblick auf Nahrungsmittelsicherheit und Qualität. Allen diesen Anforderungen kann die Landwirtschaft in Zukunft nur durch die verstärkte Nutzung neuer Technologien auf Landmaschinen gerecht werden.

## 2 Schlüsseltechnologien

### 2.1 Satellitenortung mit GPS und DGPS

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung neuer Technologien ist die Nutzung des Globalen Positionierungssystems (GPS) für die Ortung und Navigation von Maschinen. Das GPS-System besteht aus 24 Satelliten, die auf 6 Umlaufbahnen in ca. 20.000 km Höhe die Erde umkreisen. Die Satelliten senden im Sekundentakt Daten über ihre eigene Position, synchrone Zeitsignale sowie weitere Hilfsinformationen aus. Mit Hilfe der von den Satelliten ausgesendeten Daten und einer Laufzeitmessung der Signale ist es möglich, Position und Uhrzeit sehr genau zu bestimmen. Da dafür lediglich ein Empfänger benötigt wird, ist ähnlich wie bei Rundfunk und Fernsehen die Zahl der Benutzer unbegrenzt. Für die Positionsbestimmung ist der Empfang von mindestens vier Satelliten erforderlich.

GPS war ursprünglich ein für das amerikanische Militär installiertes Ortungssystem, das Mitte der neunziger Jahre offiziell für die zivile Nutzung freigegeben wurde. Allerdings wurde die für die zivile Nutzung verfügbare Genauigkeit durch einen Betriebsmodus mit dem Namen ‚Selective Availability‘ verringert. Mit einem handelsüblichen GPS-Empfänger konnten damit Positionierungsgenauigkeiten von  $\pm 100$  m erreicht werden. Diese Genauigkeit war für landwirtschaftliche Anwendungen in der Regel zu gering. Im Mai 2000 wurde dieser Betriebsmodus jedoch abgeschaltet, so dass der maximale Fehler auf  $\pm 20$  m gesunken ist. Im praktischen Einsatz werden oft sogar Genauigkeiten von  $\pm 5$  m erreicht. Damit bietet sich GPS z.B. für die Aufzeichnung von Fahrtrouten für das Flottenmanagement oder für Dokumentations- und Abrechnungszwecke an.

Wenn wir dagegen über Precision Farming oder die automatische Steuerung von Maschinen nachdenken, ist diese Genauigkeit nicht mehr ausreichend (PERSON & WELTZIEN, 2001). Doch die Genauigkeit der Messung kann durch den Einsatz von sogenannten Referenzstationen erheblich verbessert werden. Diese Referenzstationen stehen auf geodätisch bekannten Punkten und zeichnen die Signale der Satelliten auf. Mit Hilfe der Differenz aus der Positionsbestimmung und dem tatsächlichen Standort der Referenzempfänger kann die Messung

korrigiert werden. Dieses Verfahren wird daher als Differential GPS (DGPS) bezeichnet. Damit lässt sich die Genauigkeit deutlich auf Werte um  $\pm 1$  m verbessern.

In der Vergangenheit wurden oft lokale Referenzstationen in der Landwirtschaft eingesetzt. Außerdem gibt es lokale verfügbare Referenzsignale z. B. in den Küstenbereichen, die für die Schifffahrt benötigt werden. Für global agierende Landmaschinenhersteller wird jedoch ein weltweit verfügbares Referenzsignal benötigt. Deshalb gibt es mittlerweile mehrere Anbieter, welche ein großflächiges Netz an Referenzstationen betreiben und entsprechende Referenzsignale gegen eine Nutzungsgebühr anbieten. Diese Referenzsignale werden in der Regel über geostationäre Satelliten über dem Äquator ausgestrahlt. Da GPS auch aus dem Flugverkehr nicht mehr wegzudenken ist, werden mittlerweile auch von staatlicher Seite Referenzdienste aufgebaut. Das Wide Area Augmentation System (WAAS) in den USA und das European Geostationary Navigation Overlay System (EGNOS) sind bereits im Testbetrieb und werden in Zukunft kostenlos Korrektursignale aussenden, mit denen eine Genauigkeit im Bereich um  $\pm 1$  m erreicht werden dürfte.



Abbildung 1: Starfire-Empfänger

Aufgrund der zentralen Bedeutung von DGPS hat auch John Deere mit seiner Tochterfirma NavCom Technology einen DPGS-Empfänger entwickelt, welcher unter dem Namen Starfire bereits in USA und Australien verkauft wird. Derzeit wird ein Netzwerk an Referenzstationen aufgebaut, um in Zukunft weltweit Referenzsignale anbieten zu können. Da die GPS-Satelliten ihre Signale mit zwei unterschiedlichen Frequenzen ausstrahlen, kann durch die Berücksichtigung der unterschiedlichen Laufzeiten die Genauigkeit der Positionsrechnung weiter verbessert werden. John Deere bietet als einziger Hersteller derzeit ein

Referenzsignal auf ‚Dual Frequency‘ Basis an, mit dem Genauigkeiten von  $\pm 30$  cm erreicht werden. Im praktischen Einsatz z.B. beim Anschlussfahren sind damit bereits Genauigkeiten von unter 10 cm erreichbar.

Weiterhin kooperiert John Deere mit dem Jet Propulsion Lab (JPL) der NASA. Durch die Nutzung des GPS-Netzwerks der NASA und einer vom JPL entwickelten Software auf den Starfire-Empfängern soll eine Genauigkeit von  $\pm 10$  cm erreicht werden. Im praktischen Einsatz würden sich damit Genauigkeiten im cm-Bereich ergeben, so dass dieses DGPS auch für die automatische Steuerung von Fahrzeugen genutzt werden könnte. Bislang wird für die automatische Steuerung meist CP-DGPS (Carrier Phase DGPS) verwendet (CARIOU ET AL., 2001). Die dafür anfallenden Kosten liegen allerdings bei 50.000 bis 100.000 DM, was den Einsatz in der praktischen Landwirtschaft bisher nahezu unmöglich macht. Allenfalls für Spezialanwendungen im Sonderkulturbereich lassen sich solch hohe Kosten rechtfertigen.

## 2.2 Datenfernübertragung

Neue Sensoren und die Einführung von CAN-Bussystemen erleichtern die Sammlung und zentrale Bereitstellung unterschiedlichster Daten auf der Landmaschine. Der Übertragung dieser Daten auf den heimischen PC kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. Bislang erfolgt diese Übertragung meist mit Hilfe einer Chip-Karte oder einer PCMCIA-Karte. Dies erfordert gerade bei Betrieben mit vielen Maschinen oder bei Lohnunternehmern einen hohen logistischen Aufwand. Hinzu kommt, dass Maschinen oft nicht auf die Hofstelle zurückkommen und daher dieser Weg der Datenkommunikation ausscheidet. Hier werden drahtlose Möglichkeiten benötigt. Betriebsfunk scheidet wegen unzureichender Reichweite oft aus. Da im Mobilfunkbereich bislang kein einheitlicher weltweiter Standard existiert, wird derzeit der GSM-Standard in Europa oder dem AMPS-Standard in USA zur mobilen Datenübertragung favorisiert. Diese Systeme haben aber folgende entscheidende Nachteile:

- Die Abdeckung ist gerade im ländlichen Raum oft mangelhaft, so dass der Kontakt zu den Maschinen oft eingeschränkt ist.
- Die Datentransferrate ist mit 9,6 kBit/s sehr gering, was einen Austausch größerer Datenmengen nahezu unmöglich macht.
- Die Abrechnung erfolgt nach Verbindungszeit, was bei oftmaligem Kontakt zwischen Büro und Maschine zu hohen laufenden Kosten führt.

Mittlerweile hat man sich auf die neuen Standards GPRS und UMTS geeinigt. GPRS (General Packet Radio Service) basiert auf dem GSM-Netz. Erste Endgeräte sind bereits verfügbar. GPRS ist ein paketvermittelndes Verfahren d.h. die Daten werden in kleinen Paketen immer dann übertragen, wenn Netzkapazitäten frei sind. Theoretisch sind damit Datenübertragungsraten von 128 kBit/s möglich, in der Praxis dürften aber kaum mehr als 40-50 kBit/s erreicht werden. Da die Datenübertragung nicht mit kontinuierlicher Geschwindigkeit abläuft, muss die Abrechnung in Abhängigkeit zur übertragenen Datenmenge stattfinden. Der Nutzer zahlt also nach Menge und nicht, wie bisher, nach Zeit und kann daher mehr oder weniger permanent online sein. Damit kann ein ständiger Kontakt zwischen Maschine und Büro aufrechterhalten werden.

Ein weiterer Schritt ist die Einführung des internationalen Standards UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Dessen Umsetzung dürfte allerdings noch einige Jahre dauern, da gerade erst damit begonnen wurde, die notwendige Infrastruktur (Sendeanlagen etc.) aufzubauen. UMTS basiert auf dem WCDMA-Verfahren (Wideband Code Division Multiplexing Access). Dabei werden alle Daten innerhalb einer Funkzelle auf derselben Frequenz und zum gleichen Zeitpunkt übertragen. Ähnlich wie bei GPRS teilen die Teilnehmer dynamisch die insgesamt zur Verfügung stehende Bandbreite einer Funkzelle, die bei UMTS allerdings um ein Vielfaches höher liegt. Dann sind im Idealfall wesentlich höhere Datenübertragungsraten von bis zu 2000 kBit/s denkbar. Auch wenn die in der Praxis erreichbaren Übertragungsraten deutlich niedriger liegen dürften, erschließen sich damit völlig neue Anwendungen. Auch große Datenmengen, wie sie beispielsweise im Precision Farming anfallen, können dann online übertragen werden. Es ist dann ebenfalls möglich, dass der Fahrer im Internet die neuesten Preise an der Wareterminbörse überprüft, während sein Schlepper automatisch über DGPS gesteuert seine Runden dreht.

### **3 Precision Farming**

Die teilflächenspezifische Bewirtschaftung von Ackerflächen, oft auch Precision Farming genannt, erscheint sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht sehr sinnvoll. Mittlerweile bieten viele Hersteller Systeme zur Ertragskartierung und zur teilflächenspezifischen Ausbringung von Saatgut, Dünger und Pflanzenschutzmitteln an. Insbesondere Ertragskartierungssysteme im Mähdrescher sind mittlerweile weit verbreitet. So gehen Schätzungen in den USA von ca. 10.000 verkauften Systemen aus. Auch in Europa dürften bereits mehr als 1000 Systemen im Einsatz sein.

Dennoch hat Precision Farming insbesondere im Bereich der teilflächenspezifischen Ausbringung nicht die Verbreitung erfahren, wie es aus Sicht der Landmaschinenindustrie wünschenswert wäre. Gründe dafür sind:

- Hohe Kosten für Technik und Datenerhebung (z.B. Bodenuntersuchung)
- Mangelnde Benutzerfreundlichkeit und Kompatibilität der vorhandenen Systeme
- Fehlende Verfügbarkeit praxistauglicher Ertragskartierungssysteme für nicht Mähdreschfrüchte
- Mangelhafte Transparenz des ökonomischen Nutzens

- Fehlendes Wissen in Forschung und Praxis über die optimale Bewirtschaftung der Teilflächen

Die dritte europäische Konferenz für Precision Farming im Juni 2001 in Montpellier hat jedoch gezeigt, dass sich der Siegeszug von Precision Farming nicht aufhalten lassen wird. Derzeit werden von Landmaschinenindustrie und öffentlicher Forschung immense Anstrengungen unternommen, die oben aufgeführten Probleme zu beseitigen. Dabei kristallisieren sich folgende Schwerpunkte heraus:

- Ersatz der kostenintensiven flächendeckenden Bodenuntersuchung durch berührungslose Sensoren (Leitfähigkeit, Bodenwiderstand).
- Entwicklung von Online-Sensoren für Pflanzenschutz (Unkrautererkennung, Krankheitsdiagnose) und Nährstoffversorgung (v.a. Stickstoff)
- Neue Sensoren in Erntemaschinen zur Erkennung von Inhaltsstoffen (z. B. Proteingehalt mit Hilfe von NIR-Technologie)
- Einsatz von Fernerkundung (Luft- und Satellitenbilder) zur Ableitung homogener Managementzonen
- Bessere Normierung von Schnittstellen zwischen Traktor und Anbaugerät mit Hilfe von ISO 11783.
- Entwicklung von sinnvollen Strategien zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht
- Intensive Untersuchungen zu Kosten und Nutzen von Precision Farming

Die Einführung von Precision Farming dürfte auch durch folgende Faktoren von außen gefördert werden:

- Zunehmender administrativer und umweltpolitischer Druck zum Nachweis einer umweltgerechten und nachhaltigen Landwirtschaft (Traceability)
- Anforderungen der Öffentlichkeit zur Transparenz der Produktion (gläserne Landwirtschaft)
- Steigende Dokumentationsanforderungen der Nahrungsmittelhersteller

#### 4 Maschinenmanagement

GPS und Datenfernübertragung ermöglichen auch im Maschinenmanagement völlig neue Wege und Anwendungen.

**Flottenmanagement** ist ein wichtiger Aspekt für Lohnunternehmer oder Großbetriebe mit hohem Maschinenbestand. Zielsetzung ist es, die sich im Feldeinsatz befindenden Maschinen permanent zu überwachen, d.h. Informationen abrufen zu können über ihre aktuelle Tätigkeit und Position. Dadurch ist dem Disponenten im Büro möglich, die Maschinen zielgerichtet einsetzen zu können und flexibel auf neu eingehende Aufträge zu reagieren.

Für einen effizienten Maschineneinsatz sind möglichst hohe Kampagneleistungen oder Maschineneinsatzzeiten anzustreben. Deshalb kommt den Bereichen Wartung und Instandhaltung immer größere Bedeutung zu. Mit Hilfe von **Ferndiagnosesystemen** wird es in Zukunft möglich sein, den Wartungs- und Ersatzteilebedarf rechtzeitig zu erkennen, bevor eine Maschine zum Stillstand kommt. Mit Hilfe von GPS und Navigationssystemen kann der Werkstattwagen dann zielgerichtet mit dem richtigen Ersatzteil direkt zum Standort der Maschine

dirigiert werden. Weiterhin ist es möglich, dass die Maschine kritische Zustände wie zu hohe Öltemperatur direkt zur Werkstatt sendet, falls der Fahrer den problematischen Zustand der Maschine nicht erkennt. Dies erleichtert es dem Händler auch Full-Service-Mieten auf Stundenbasis anzubieten und abzurechnen. Er kann die vermietete Maschine permanent im Einsatz verfolgen und stets optimale Wartung garantieren.

Hoch genaues GPS ermöglicht auch den Einsatz von Steuerungshilfen bis hin zur automatischen **Steuerung** einer Maschine. Dies bringt folgende Vorteile:

- Entlastung des Fahrers, der sich auf wichtige Maschineneinstellungen (z. B. Verlustanzeige im Mähdrescher) oder Funktionen der Anbaugeräte konzentrieren kann
- Vermeidung von Überlappung oder Fehlstellen und damit Erhöhung der Flächenleistung
- Erhöhung der potentiellen Maschineneinsatzzeiten, da die Arbeit auch bei Nacht, Nebel oder schlechter Sicht durch Staub exakt durchgeführt werden kann
- Aktiver Umweltschutz durch Vermeidung von Überlappung bei der Ausbringung von Düngern oder Pflanzenschutzmitteln

## **5 Software zum Betriebsmanagement**

Durch den Einsatz neuer Technologien erhält der Landwirt oder Lohnunternehmer mehr oder weniger automatisch eine Vielzahl an Daten. Nur wenn diese Daten auch zielgerichtet ausgewertet werden, ergibt sich daraus ein Vorteil für den Anwender. Dazu ist es notwendig, dass diese Daten in ein umfassendes Management-System einfließen, welches beispielsweise die Funktionalitäten von Auftragsverwaltung, Schlagkartei, Geographischen Informationssystemen und Finanzbuchhaltung miteinander kombiniert. Durch die Kombination aus Desktop-Software und Internet können diese Daten dann global verfügbar gemacht werden, so dass der Landwirt die Daten potentiell überall abrufen oder anderen Geschäftspartnern zur Verfügung stellen kann.

In diesem Bereich sind noch große Anstrengungen zu unternehmen, da die vorhandenen Systeme jeweils nur einen Teil der beschriebenen Anforderungen erfüllen und Schnittstellen zwischen den Systemen keineswegs selbstverständlich sind.

## **6 Neue Herausforderungen für den Landmaschinenvertrieb**

Die Nutzung neuer Technologien auf Landmaschinen stellt die Branche vor ganz neue Herausforderungen. In der Vergangenheit beschränkte sich die Herstellung von Landmaschinen überwiegend auf die Bearbeitung von Stahl. Es war daher wichtig ein Händlernetz zu etablieren, welches in der Lage war, die produzierten Maschinen zu verkaufen und zu reparieren. Die Anforderungen an Verkaufspersonal und Werkstatt waren überschaubar. Mit der Einführung von Elektronik und Software wachsen die Anforderungen an Verkauf und Support erheblich. Schon beim Verkaufsgespräch ist es wichtig, die neuen Technologien dem Kunden zu erklären und deren Nutzen zu vermitteln. Viele Händler sind dazu bislang nicht in der Lage. Dies ist sicher auch einer der Gründe für die noch relativ niedrigen Verkaufszahlen im Bereich Precision Farming. Kunden, die sich aktiv für Precision Farming interessieren oder bereits entsprechende Technik einsetzen, sind in vielen Fällen besser informiert als der Händler. Eine der Hauptaufgaben der nahen Zukunft ist daher, das für die Umsetzung neuer Technologien notwendige Wissen durch intensive Schulungsmaßnahmen im Handel zu verbreiten.

Mit dem Verkauf von Technik für Precision Farming oder Flottenmanagement muss aber auch über neue Absatzwege nachgedacht werden, da die Landmaschinenhändler nicht in der Lage sein dürften, z.B. bei Problemen mit der damit verbundenen Bürosoftware unterstützend

einzugreifen. John Deere hat daher in Europa Partnerschaften mit führenden Agrarsoftwareherstellern geschlossen. Diese Firmen verfügen über Hotline und flächendeckende Vertriebsstrukturen und können damit sowohl den telefonischen Support als auch Hilfe vor Ort leisten. Neue Bereiche, für die ebenfalls Absatzwege geschaffen werden müssen, sind beispielsweise der Verkauf von Referenzsignalen für DPGS oder die Abrechnung von Telekommunikationsdienstleistungen für die Datenfernübertragung.

Diese neuen Anforderungen werden wahrscheinlich zu einer weiteren Konsolidierung und Konzentration im Landmaschinenvertrieb führen. Nur große Vertriebspartner mit ausreichenden Umsätzen werden in der Lage sein, ihre Mitarbeiter entsprechend zu schulen und einen umfassenden Kundendienst sicherzustellen.

## **7 Literatur**

PERSSON, K., WELTZIN, L. (2001): Precision of commercial positioning systems for agriculture. In: GRENIER, G., BLACKMORE, S. (eds): Proceedings of 3<sup>rd</sup> European Conference on Precision Agriculture, , p. 79-84.

CARIOU, C., CORDESSES, L., THUILOT, B. (2001): CP-DGPS farm tractor control along curved path. In: GRENIER, G., BLACKMORE, S. (eds): Proceedings of 3<sup>rd</sup> European Conference on Precision Agriculture, p. 1-6.