

Das Auge im All überwacht und steuert

Per Satellit Stilllegungsflächen vermessen, Erträge ermitteln, Teilflächen düngen? Das Globale Positionierungs System (GPS) macht's möglich.

Etwa 20 bis 25 % der in diesem Jahr in den USA neu gekauften Mähdrescher wurden mit Ertragsmeß-Systemen und GPS ausgerüstet. In Deutschland arbeiten immerhin schon mehr als 50 Maschinen mit der satellitengestützten Ertragskartierung. Außerdem wurden allein im Jahr 1995 in den neuen Bundesländern etwa 100 000 ha landwirtschaftliche Fläche mit GPS vermessen.

Die Satellitentechnik ist scheinbar auch in der Landwirtschaft nicht aufzuhalten. Allerdings steckt bisher noch vieles in den Kinderschuhen und so mancher GPS-Pionier mußte bisher reichlich Lehrgeld bezahlen. Außerdem befürchten viele Kritiker, daß das Auge aus dem Weltall zur totalen Überwachung der Landwirtschaft mißbraucht werden könnte.

Trotz dieser berechtigten Bedenken darf man die Vorteile und Chancen, die die neue Technik bietet, nicht übersehen.

Was GPS alles kann

■ Vermessen von Strecken und Flächen:

Die Vermessung von Flächen mit GPS ist heute bereits praxisreif. Einige Landwirtschaftsverwaltungen nutzen die Technik zur Überprüfung von Stilllegungsflächen. Dies gilt besonders für die neuen Bundesländer, wo die Vermessung mit herkömmlichen Mitteln oft schwierig ist. Die Erfassung per Satellit erreicht heute eine Genauigkeit von +/- 2 bis 3 %. Die An-

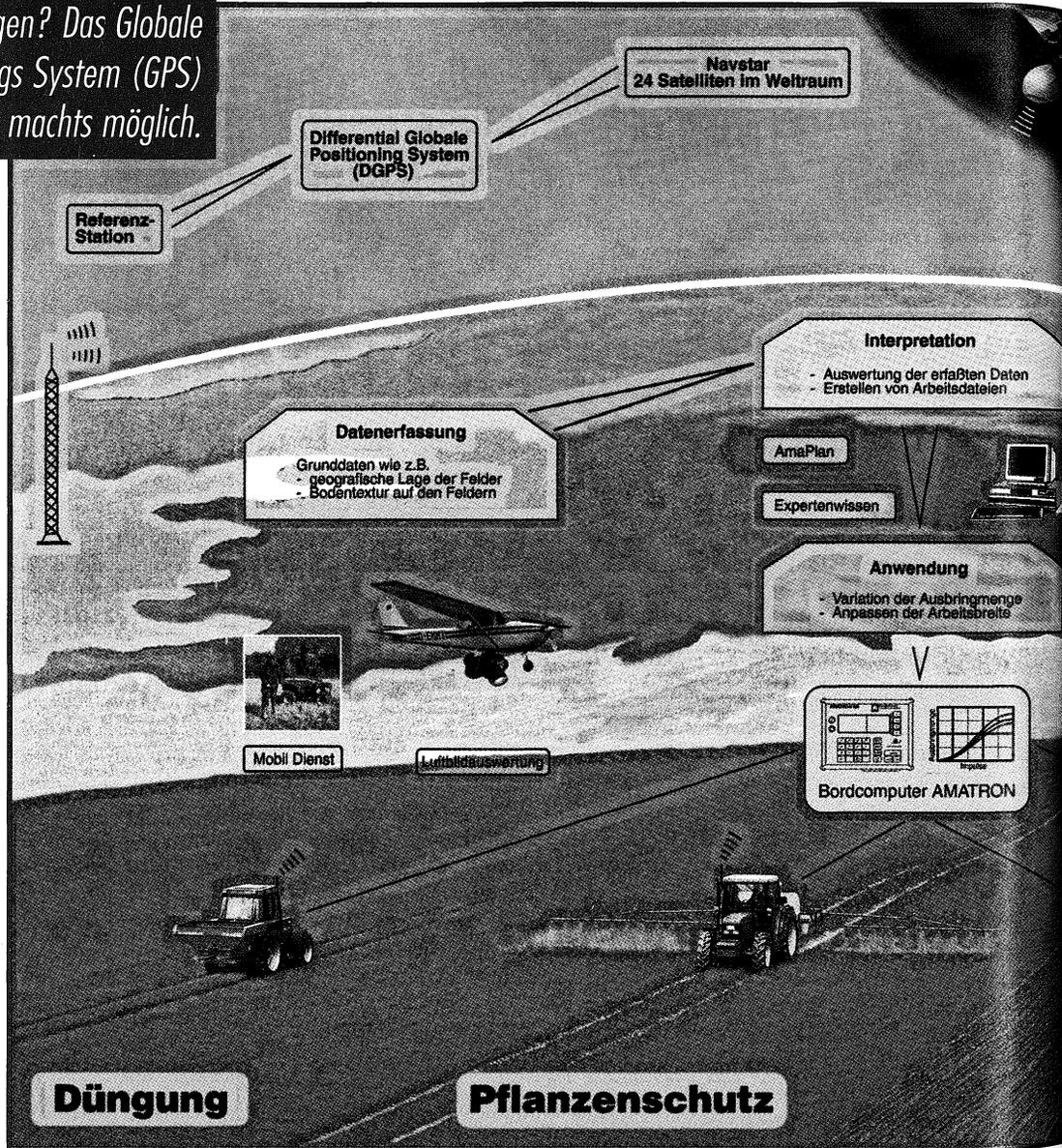
forderungen der Landwirte und Verwaltungen werden damit erfüllt.

Neu ist ein Pilotprojekt beim Landeskuratorium für Pflanzenbau in Bayern. Dort können GPS-Empfänger zur Bodenbeprobung ausgeliehen werden. Der besondere Vorteil: Man kann bestimmte Bereiche im Schlag (z.B. Senken) gezielt beproben und die Unterschiede anhand der geographischen Daten exakt in Karten eintragen. Bei zukünftigen Probenahmen können die Bereiche wieder aufgesucht

werden, um eine weitere Bodenprobe zu ziehen. Dadurch lassen sich Veränderungen sehr gut feststellen.

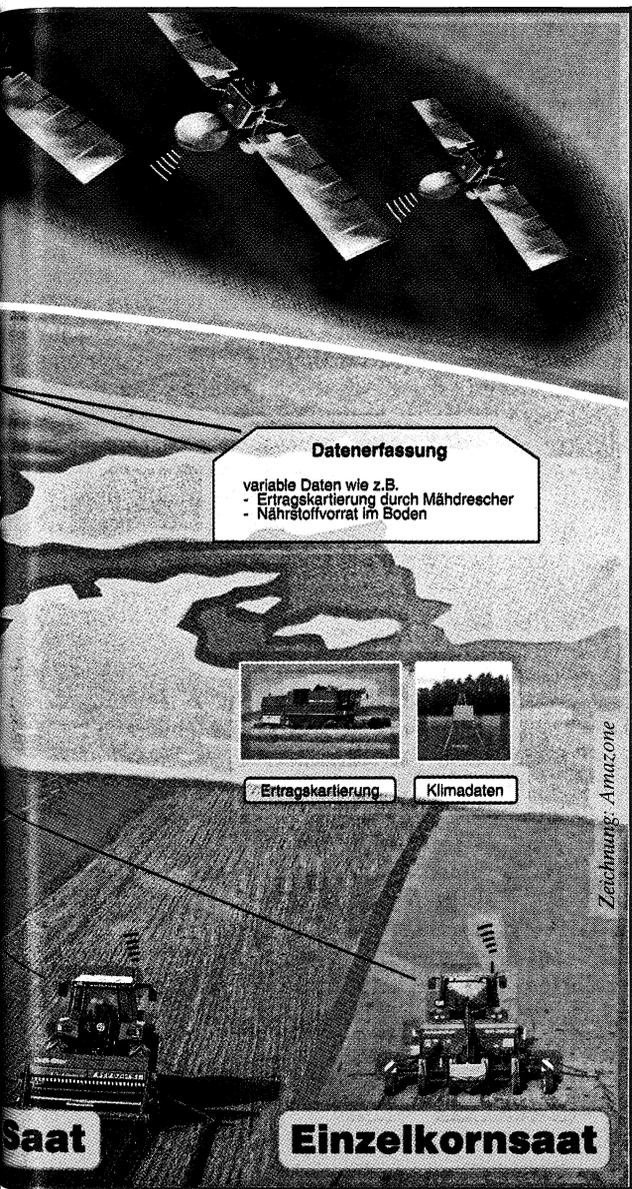
■ Automatische Erfassung von Betriebsdaten, z.B. Arbeitszeiten für Transporte und Feldarbeiten:

Die automatische Erfassung von Betriebsdaten ist für Landwirte interessant, die exakte Aufzeichnungen machen (z.B. Ackerschlagkartei am Computer). Dabei können nicht nur die kompletten Arbeitszeiten, sondern auch Nebenzeiten, wie z.B.



So funktioniert das GPS

Per Satellit wird die genaue Position des Schleppers bestimmt. Dadurch ist z.B. eine bedarfsgerechte Düngung oder angepaßte Pflanzenschutzbehandlung von Teilflächen innerhalb des Schlages möglich.



Das Globale Positionierungs System (GPS) ist weltweit verfügbar und dient zur Bestimmung der exakten geographischen Position. Es arbeitet mit insgesamt 24 Satelliten auf sechs Erdumlaufbahnen in etwa 20 000 km Höhe. Für die Positionsbestimmung sind jeweils vier Satelliten notwendig. Sie müssen in „Sichtkontakt“ mit dem Empfänger sein, der sich z.B. auf dem Mährescher befindet.

Drei Satelliten senden ständig ihre genaue Position, den Sendezeitpunkt sowie weitere Informationen. Der vierte Satellit korrigiert ständig die Uhrzeit.

Auf dem Mährescher befindet sich ein Empfänger, der ähnlich wie ein Radioempfänger arbeitet. Er nimmt die Satellitensignale auf und ermittelt aus der Laufzeit der Signale die Abstände zu jedem Satellit. Aus den drei Abständen und den Positionen der Satelliten läßt sich die Position und die Geschwindigkeit des Mähreschers bestimmen.

In Verbindung mit einem Ertragsmeßsystem im Mährescher können die unterschiedlichen Erträge auf den jeweiligen Teilflächen ermittelt und auf einer Karte dargestellt werden. Die Ertragskarten lassen sich z.B. für eine teilschlagbezogene Düngung nutzen. Anhand der Erträge werden Düngungskarten entworfen. Beim Düngen erkennt der mobile Empfänger auf dem Pflegeschlepper die jeweilige Position. Gesteuert über den Bordcomputer bringt der Düngerstreuer dann die jeweilige Düngermenge auf der Teilfläche aus.

Bei diesem sogenannten GPS NAVSTAR reicht die Genauigkeit für die landwirtschaftlichen Einsätze aber nicht aus. Denn vom Betreiber, dem US-Verteidigungsministerium, wurde die Abweichung für die zivile Nutzung absichtlich auf +/-100 m verschlechtert. Um eine höhere Genauigkeit zu bekommen, muß das differentielle GPS (DGPS) eingesetzt werden.

Es funktioniert folgendermaßen: Von

einer Fehlerkorrekturstation, die auf einer bekannten Position steht, werden die Werte verglichen. Die Abweichungen werden dann dem Mährescher (mobiler Empfänger) übermittelt.

Bei diesem sogenannten Online-Verfahren benötigte der Landwirt bisher eine eigene Korrekturstation (Referenzstation) und eine eigene Funkübertragung. Beide sind teuer und erfordern einen hohen Zeitaufwand für die Pflege und den Betrieb.

Verbesserte Korrekturdaten ab 1997

Außerdem ist die Reichweite oft nicht ausreichend. Praktiker forderten deshalb eine flächendeckende Versorgung mit Korrekturdaten, die mit kleinen Funkmodems zu empfangen sind. Derzeit befinden sich zwei Systeme im Aufbau: RASANT wird von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsanstalten betrieben und ist über UKW zu empfangen. Die flächendeckende Versorgung soll spätestens 1997 erreicht werden. Die mögliche Genauigkeit liegt im Bereich von 1 bis 5 m. Die zweite Möglichkeit bietet Telekom über Langwelle. Mit nur einer einzigen Referenzstation in Mainfingen kann damit das gesamte Bundesgebiet abgedeckt werden.

Die Fehlerkorrektur muß aber nicht sofort vor Ort erfolgen. Das heißt, die ortsgebundenen Daten können gesammelt und im nachhinein korrigiert werden (Post Processing Verfahren). Dazu brauchen die Positionsdaten nur zeitgleich an einer Fehlerkorrekturstation und auf einer mobilen Einheit (z.B. Mährescher) aufgezeichnet werden. Beide Datensätze werden dann z.B. über eine Diskette zusammengeführt und im nachhinein gegenseitig verrechnet. Heute werden solche Verfahren schon bei der Bodenbeprobung und beim Mähdrusch in der Praxis eingesetzt. Sie sind sicher und erreichen eine sehr hohe Genauigkeit. Allerdings kann man die momentane Position beim Einsatz nicht erkennen.

Trotz der Verbesserungen kann bei beiden Korrekturverfahren eine Genauigkeit von +/- 10 cm noch nicht erreicht werden. Die automatische Fahrzeugsteuerung bleibt damit vorerst Zukunftsmusik. Noch höhere Genauigkeiten für die Werkzeugführung (z.B. Hackmaschine) sind wohl in den nächsten Jahren mit GPS alleine nicht realisierbar oder aber viel zu teuer

Wende- oder Wartezeiten erfaßt werden. Außerdem lassen sich Betriebsmittelaufwendungen und Erträge den einzelnen Flächen und Schlägen zuordnen.

■ Ertragsmessung und Ermittlung der Ertragsunterschiede innerhalb eines Schlages mit dem Mährescher = Ertragskartierung:

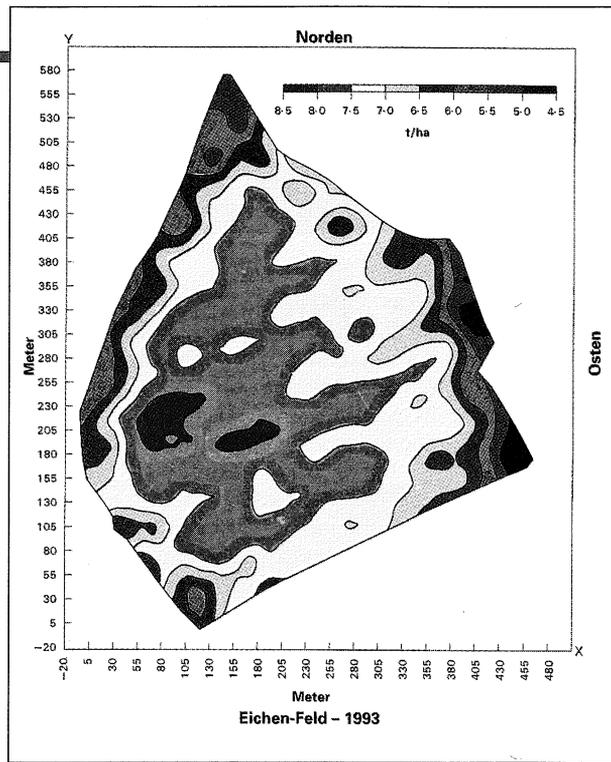
Die Ertragsmessung mit dem Mährescher wird heute von mehreren Herstellern angeboten. Ohne GPS kann allerdings immer nur der Gesamtertrag pro

Schlag ermittelt werden. Mit GPS lassen sich dagegen Ertragsunterschiede innerhalb eines Schlages feststellen und kartieren. Anhand dieser Ertragskarten können Dünge- und Pflanzenschutzmittel gezielt ausgebracht oder die Wirkung von durchgeführten Maßnahmen überprüft werden.

Die Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen, daß es sogar innerhalb kleiner Schläge sehr große Ertragsunterschiede gibt. Zwischen den Jahren können ebenfalls große Abweichungen auftreten. In nassen Jahren kann man auf einem Sandkopf z.B. genausoviel ernten wie in einer Senke mit Tonboden. Dagegen bringt der Sandboden in trockenen Jahren deutlich weniger Ertrag. Aus der Ertragskartierung sollte man daher nicht vorschnell Dünge- oder Pflanzenschutzmaßnahmen ableiten. Sinnvoller ist es die Ergebnisse aus drei bzw. vier Jahren zu vergleichen.

■ Überwachung von Ausbringungsmengen, z.B. im Rahmen der Klärschlamm- und Düngemittelverordnung:

In den nächsten Jahren wird die Aufzeichnung von Pflanzenschutz- oder Düngungsmaßnahmen weiter an Bedeutung gewinnen. Denn die Umweltschutzaufgaben der Behörden werden immer strenger. Bei der Ausbringung von Klärschlamm werden aus Gründen des Versicherungs-



Mit Hilfe der Ertragskarte können z.B. Düngungskarten erstellt werden. Die Umsetzung in Düngungsempfehlungen bereitet allerdings noch Probleme.

Quelle: Werkbild

düngt werden, besteht die Gefahr, daß man „schlechtere Ecken“ überdüngt, während auf den „besseren Stellen“ Ertrag verschenkt wird. Auf stark wechselnden Flächen ist deshalb eine teilschlagbezogene Düngung sinnvoll.

Mit Hilfe von GPS kann man vor der Ausbringung festlegen, welche Menge auf welcher Teilfläche ausgebracht werden soll. Die Mengen werden unter Berücksichtigung der Ertragskarten und der Bestandskontrolle in sogenannte Düngungskarten eingetragen. Bei der Umrechnung von Ertrags- in Düngungskarten gibt es allerdings noch deutliche Probleme. Es fehlt vor allem an sinnvollen Umrechnungsformeln von Seiten der Bodenkunde und der Pflanzenernährung.

Die Düngerausbringung anhand der

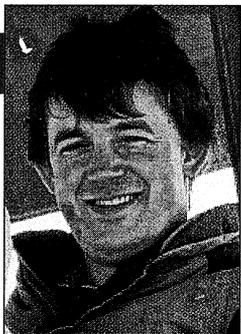
schutzes bereits heute exakte Nachweise verlangt. Auch hier liegt ein sinnvoller Einsatzbereich für GPS. Denn mit dem System lassen sich der Ort, der Zeitpunkt sowie die Ausbringungsmenge exakt erfassen und dokumentieren.

■ Bedarfsgerechte Düngung und angepasste Pflanzenschutzbehandlung von Teilflächen innerhalb eines Schlages:

Wenn Ackerschläge einheitlich ge-

Erfahrungen aus der Praxis

„Gezielter düngen und spritzen mit GPS“



Landwirt Thomas Muhr, 85111 Adelschlag

Landwirt Thomas Muhr gehört zu den Pionieren in Sachen GPS. Seit vier Jahren führt er die Ertragskartierung beim Mähdrusch durch. Vor zwei Jahren hat er mit der teilschlagbezogenen Düngung begonnen. Beide Maßnahmen für sich funktionieren problemlos. Allerdings hapert es an der nötigen Software für die Umsetzung der Daten. „Hier haben wir vieles handgestrickt, da von Seiten der Industrie kaum geeignete Lösungen angeboten werden“, so die Erfahrung des Praktikers, der einen 200 ha-Ackerbaubetrieb bewirtschaftet.

Auch die Umrechnung der Erträge in Düngeraufwandmengen ist noch nicht zufriedenstellend gelöst. Dazu ein Bei-

spiel: In den ersten drei trockenen Jahren war es sinnvoll, auf Teilflächen mit schlechter Wasserversorgung weniger Dünger zu streuen. Dagegen fiel in diesem Jahr genug Niederschlag. Aufgrund der zu gering berechneten Düngermenge wurde dadurch teilweise Ertrag verschenkt.

Allerdings hat er mit dem Bordcomputer jederzeit die Möglichkeit die Düngermenge zu variieren, wenn er es für nötig hält. Außerdem nutzt er die gemachten Erfahrungen für eine objektivere Düngungsplanung. „Wir bewegen uns jetzt weniger im Bereich der Spekulation“ faßt Thomas Muhr den Nutzen vom GPS zusammen.

Weil vor vier Jahren noch keine zentralen Referenzstationen verfügbar waren, mußte der Betriebsleiter eine eigene Referenzstation anschaffen. Aufgrund der arrondierten Lage des Betriebes konnte die Anlage fest installiert werden. Sie hat eine Reichweite von ca. 8 km. Die feste In-

stallation hat nach seiner Meinung sehr viele Vorteile, weil der ständige Auf- und Abbau mit der damit verbundenen Beschädigungsgefahr entfällt.

Inzwischen empfängt der GPS-Pionier ein Referenzsignal von der Telekom. Allerdings treten hier häufiger Störungen auf, so daß das Signal oft nicht zu empfangen ist.

Geld hat der Landwirt mit dem GPS-Versuch bisher nicht verdient. Insgesamt wurden stolze 50 000 DM in die neue Technik investiert. Dabei schlug die Referenzstation allein mit 25 000 DM zu Buche. Den Hauptnutzen sieht Landwirt Muhr in der besseren Düngungs- und Pflanzenschutzplanung, die zu Einsparungen führt. An Bedeutung gewinnt für ihn zukünftig die Dokumentation von durchgeführten Maßnahmen. Er geht davon aus, daß die Behörden in den nächsten Jahren verstärkt derartige Nachweise fordern. Interessant ist das System auch für Betriebe mit Fremdarbeitskräften. Durch das GPS werden die Maßnahmen stets korrekt ausgeführt. Wenn sich der Schlepperfahrer auf dem falschen Schlag befindet, schaltet das System einfach ab.



„Große Einsparungen sind möglich“

**Betriebsleiter Ullrich Wagner,
06388 Baasdorf**

Obwohl Landwirt Ullrich Wagner erst im zweiten Jahr mit dem GPS arbeitet, hat er die Grenzen des Systems erkannt. Für ihn liegt der Schwachpunkt in der Umsetzung der Ertragskarten in teilflächenspezifische Düngungs- oder Pflanzenschutzempfehlungen. „Die Bestände und die Witterung sind jedes Jahr anders, mit einem Standardrezept kommt man hier nicht weiter“, so die Erfahrung des Betriebsleiters, der insgesamt über 1800 ha bewirtschaftet. „Fehler bei der Bodenbearbeitung oder Saat werden z.B. nicht berücksichtigt.“ Sinnvoller ist es nach seiner Meinung, die Bestände regelmäßig zu kontrollieren, um dann gezielt auf Nährstoffmangel, Pilzinfektionen usw. zu reagieren.

Auf dem Großbetrieb „Wimex Agroprodukte GmbH“ bei Köthen in Sachsen-Anhalt setzt er dafür die Fernerkundung per Flugzeug ein. Mit speziellen Meßgeräten wird der Chlorophyllgehalt und die Bestandesdichte vom Flugzeug aus ermittelt und kartiert. Für die anschließenden Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen nutzt er dann wieder das GPS. Damit können die Teilflächen auf den großen Parzellen schneller wiedergefunden werden.

Auf die Ertragskartierung mit dem Mähdrescher möchte er ebenfalls nicht verzichten. Mit ihr kann er kontrollieren, ob die durchgeführten Maßnahmen erfolgreich waren. Auch bei der Vermessung von Flächen bietet das GPS für Ullrich Wagner große Vorteile. Die Vermessung und Fernerkundung bietet er inzwischen als Dienstleistung für andere Betriebe an. Sein Angebot will er außerdem um das komplette Teilschlagmanagement erweitern.

Nicht zu unterschätzen ist nach seiner Meinung der Aufwand für die Bedienung und Kontrolle des Systems. Die Sicherung der Daten und kleine technische Störungen, wie z.B. abbrechende Funkverbindungen, sind die Hauptprobleme. Außerdem sind die Referenzstationen noch sehr anfällig. Dies soll sich zukünftig durch die flächendeckende Versorgung mit Korrektursignalen ändern.

„Trotz der Probleme befinden wir uns auf dem richtigen Weg“, so das Fazit von Ullrich Wagner. „Die ersten Erfolge zeigen, welche großen Einsparungen möglich sind.“

Den Einstieg sollten nach seiner Meinung Landwirte wagen, die bereit sind, sich mit der Technik intensiv auseinanderzusetzen. Denn das meiste Know-how muß man sich selbst aneignen, weil die Betreuung der Industrie bisher nicht ausreicht und jeder Betrieb eigene Lösungen finden muß. -rl-

Düngungskarten ist dagegen problemlos möglich. Anhand der Karten und mit Hilfe der Satellitenortung bringt der Düngestreuer die gewünschte Düngermenge auf der jeweiligen Teilfläche aus.

■ Die Navigation, d.h. das Aufspüren der Position eines Fahrzeugs mit Hilfe von GPS, wird zur Zeit vor allem von Speditoren zum Flottenmanagement genutzt. Durch die Ortung können LKW bei Staus z.B. rechtzeitig umgeleitet werden. Außerdem lassen sich Wartezeiten und unnütze Fahrten verringern.

In der Landwirtschaft spielt dieses Thema zur Zeit keine große Rolle. Einige Rübenabfuhrgemeinschaften und Maschinenringe haben aber bereits Erfahrungen gesammelt. Erstes Fazit: Unter optimalen Bedingungen kann der verfügbare Fuhrpark um etwa 10 bis 20 % eingeschränkt werden.

Die Navigation ermöglicht außerdem die automatische Fahrzeugführung. Damit könnten Mähdrescher z.B. an der vorhergehenden Schnittkante entlang geführt

werden. Denkbar ist auch das automatische Anschlußfahren bei der Ausbringung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln. Diese Forderung wird bei größeren Arbeitsbreiten immer wichtiger und läßt sich mit anderen Techniken offenbar nicht lösen. Für diese Einsatz benötigt man allerdings eine Genauigkeit von +/- 10 cm. Sie ist derzeit zu erträglichen Preisen nicht zu erreichen (s. Kasten Seite 79).

Was kostet der Einstieg?

Wie immer im Leben ist nichts umsonst. Doch- und das ist günstig - GPS ist Elektronik und die wird immer billiger.

Als reine Empfänger kosten die heutigen Systeme etwa 2000 bis 4000 DM. Hinzu kommen zusätzliche Einrichtungen für den Empfang von Referenzsignalen in der Größenordnung von 1000 bis 2000 DM. Außerdem benötigt man eine intelligente Datenverarbeitungs-Einrichtung. Sie schlägt mit etwa 3000 bis 4000 DM zu Buche, wenn ein geeigneter Bordcomputer

nicht ohnehin schon vorhanden ist.

Damit liegt der gesamte Investitionsbedarf bei etwa 8000 bis 10000 DM je GPS-Empfangssystem. Um Kosten zu sparen, wird man diese Systeme von Maschine zu Maschine umsetzen. Hier liegt eine weitere Herausforderung an die Zukunft: Das GPS erfordert eine standardisierte Kommunikation in Form des „Landwirtschaftlichen Bus-Systems (LBS)“. Erst dann kann das System für die einzelnen Arbeiten und über den kompletten Jahresablauf seine volle Leistungsfähigkeit erbringen.

Den Einstieg wagen?

Wer in die neue Technik einsteigen will, sollte dies schrittweise tun:

1. Schritt: Ertragsermittlung beim Mähdrusch. Aufgrund der langen Vorlaufzeit von drei bis vier Jahren sollte man damit rechtzeitig beginnen, um nicht weitere Jahre zu verlieren.

2. Schritt: Über die Ertragsdaten hinaus müssen die Betriebsdaten erfaßt werden. Dadurch ist eine vollständige und lückenlose Betriebsdatenauswertung möglich. Die automatische Erfassung bietet große Vorteile, wenn die notwendige Zeit für die manuelle Datenerfassung fehlt.

3. Schritt: Anhand der Daten aus Schritt 1. und 3. können jetzt teilschlagbezogene Maßnahmen (z.B. Düngung und Pflanzenschutz) vorgenommen werden.

4. Schritt: Darüberhinaus sind spezielle Anwendungen möglich. Beispielsweise die Bodenbeprobung, die Schlagvermessung, oder das Suchen von Leitungen im Boden.

Wir halten fest

Die Ertragsfassung und teilflächenbezogene Behandlung (z.B. Düngung) ist heute mit GPS weitgehend praxisreif. Die Umsetzung der Ertragskartierung in konkrete Düngungsempfehlungen bereitet allerdings deutliche Probleme. Auf die regelmäßige Bestandskontrolle kann man auf keinen Fall verzichten.

Sehr gut eignet sich das System für die automatische Betriebsdatenerfassung, Flächenvermessung und Navigation von Fahrzeugen (z.B. Flottenmanagement). Für die Fahrzeugführung reicht die Genauigkeit allerdings nicht aus.

Aufgrund der hohen Investitionskosten ist das System wirtschaftlich nur sinnvoll einzusetzen, wenn z.B. durch die teilflächenbezogene Düngung Einsparungen oder Ertragssteigerungen möglich sind. GPS rechnet sich auch, wenn der Arbeitsaufwand bei der Ermittlung und Verarbeitung von Betriebsdaten deutlich sinkt.

Prof. Dr. Auernhammer,
Landtechnik Weihenstephan