

# Landwirtschaftliche Betriebsführung mit GPS

Prof. Dr. H. Auernhammer

Institut für Landtechnik  
Vöttinger Str. 36  
85350 Freising-Weihenstephan

*Ökonomie und Ökologie sind die Schlagworte in der deutschen Landwirtschaft. Sie werden geprägt durch sinkende Produktpreise und zunehmende Auflagen für den Umweltschutz. Ökologische Produktion mit Verzicht auf chemische Produktionsmittel ist eine Antwort, Strukturwandel hin zu größeren Betrieben eine andere. Mit verstärkter überbetrieblicher Arbeitserledigung wird eine Senkung der Stückkosten angestrebt. Doch dabei geht mehr und mehr eigenbetrieblich vorhandenes, auf die Flächen bezogenes Wissen verloren.*

*Zunehmend greift auch der Gesetzgeber in den Betriebsablauf ein. Flächenstillegungen, Bodenschutzgesetz, Düngeverordnung, Trinkwasserschutzgebietsverordnungen und andere Auflagen sind zu erfüllen. Sie verlangen eine flächen- und zeitbezogene Dokumentationen.*

## GPS als Schlüsseltechnologie umweltfreundlicher Landbewirtschaftung

Vor diesem Hintergrund wird die fehlerfreie Erfassung der Position zu einem unverzichtbaren Bestandteil der Betriebsführung. Verlangt wird ein System, welches

- eigen- und überbetrieblich genutzt werden kann,
- eine hohe Präzision besitzt,
- unabhängig von der Witterung arbeitet,
- Tag und Nacht nutzbar ist und
- eine absolute, an das vorhandene Koordinatensystem angepaßte Positionierung erlaubt.

Demnach scheiden fahrzeugautonome Systeme in Form des linearisierten Schrages oder der Koppelortung aus. auch terrestrisch arbeitende Systeme besitzen Einschränkungen in Bezug auf die natürlichen Gegebenheiten der Topologie und des Bewuchses. Einzig die Satellitenortung scheint weitgehend problemlos alle Forderungen zu erfüllen. Sie steht für absehbare Zeit zuverlässig zur Verfügung, kann kostenfrei genutzt werden und liefert eigen- und überbetrieblich eine absolute Positionierung.

Konsequent umgesetzt und mit neuer Kommunikations- und Informationstechnik genutzt lassen sich damit überkommene Wirtschaftsweisen mit umfassendem eigenbetrieblichen "know how" aus kleinbäuerlicher Wirtschaftsweise in größerflächige, umweltfreundliche Bewirtschaftungssysteme übertragen. Eingebunden in den Betriebsablauf sind folgende Aufgabengebiete abzudecken:

### Hilfestellungen beim Flächenmanagement

Landbewirtschaftung ist Flächenbewirtschaftung. Die herausragende Aufgabe zum Abbau der Überproduktion innerhalb der EU sind Flächenstillegungen. Diese müssen anteilmäßig zur bewirtschafteten Fläche erfolgen und der Überprüfung durch den Gesetzgeber standhalten. DGPS kann sowohl bei der Ermittlung der erforderlichen Flächen als Teilflächen dienen, wobei in den neuen Bundesländern damit zugleich eine Erstinventur erfolgen kann (vielfach fehlende Katasterunterlagen). Sie kann aber auch zur Überprüfung in der Hand der Behörde dienen, um damit die absolute Flächenpositionierung in Übereinstimmung mit dem Kataster, wie auch zur Überprüfung der gemeldeten Stilllegungsflächen im Stichprobenverfahren dienen [11].

Hinzu kommt die Flächenerfassung im Rahmen der Bewirtschaftung. Allen voran sind die Flächenermittlungen beim überbetrieblichem Arbeits- und Maschineneinsatz zu nennen, um damit zu einer zweifelsfreien Auftragsbearbeitung und -verrechnung zu kommen. Vielfach reicht dazu die Analyse der ersten Arbeitsfahrt (Schlaghülle) aus. Mit geeigneten Algorithmen [12] kann daraus die wahre Fläche mit einem Fehler von etwa  $\pm 1\%$  ermittelt werden (Abb. 1).

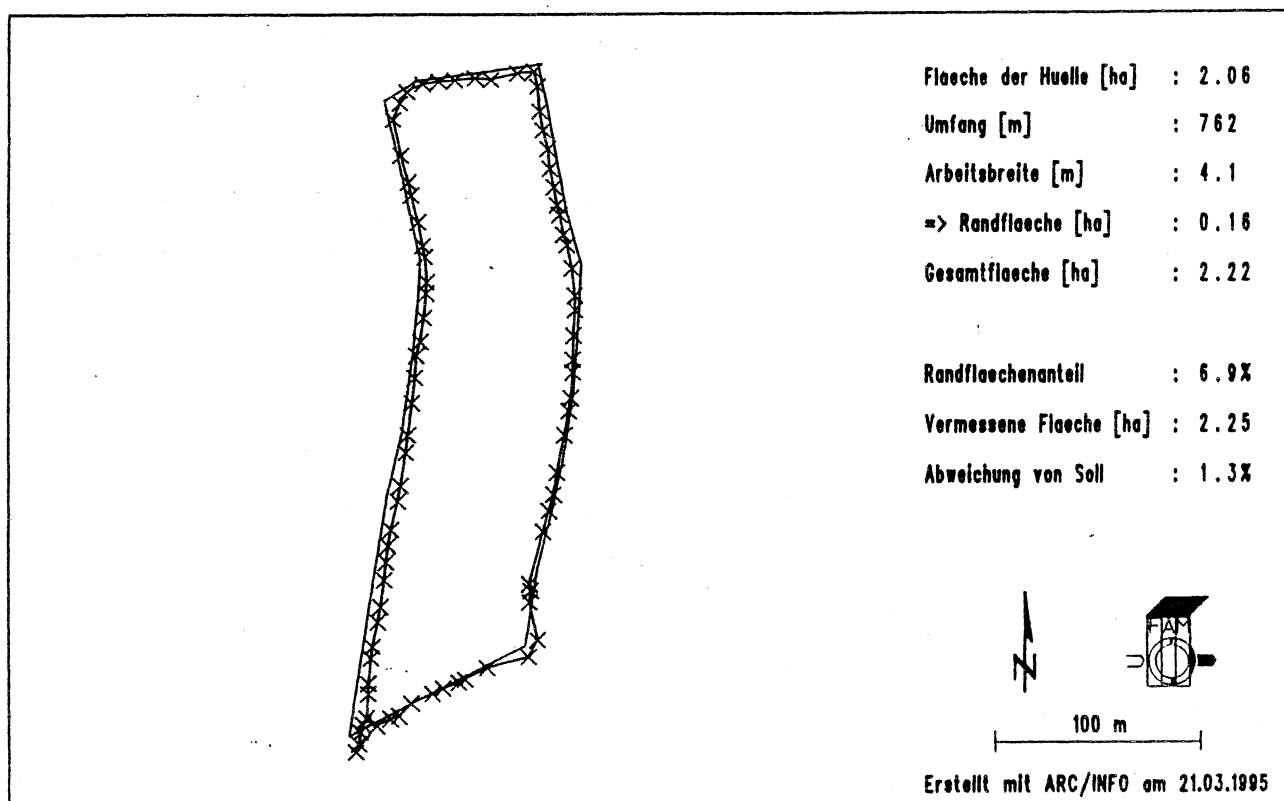


Abbildung 1: Beispiel einer Flächenermittlung aus der ersten Druschfahrt mit einem Mähdrescher.

Andernfalls können dafür vorhandene GPS-Systeme in eigenen Meßfahrten eingesetzt werden, wenn deren Genauigkeit im 1m-Bereich liegt.

### Automatisierte Prozeßdatenerfassung

Zunehmende Betriebsgrößen, der Einsatz von Fremdarbeitskräften und die Hereinnahme überbetrieblicher Leistungen unter Beachtung der gesetzgeberischen Auflagen sprengen die manuelle Informationsverarbeitung durch den Betriebseigner oder -führer. Information muß in einem durchgängigen System erfaßt und umgesetzt werden. Dafür liefert die Satellitenortung mit ihrer ureigenen Leistung "Position und Zeit" die Grundlage.

Am Beispiel des Mähdrusches konnten eigene Untersuchungen [13] diese neuen Möglichkeiten abschätzen und aufzeigen (Tab. 1).

Tabelle 1: Automatisierte Erfassung der Arbeitszeit beim Mähdrusch in Scheyern 1992

Schlag	ha	Gesamtzeit Std : Min	Anteil (%) an der Gesamtzeit			
			Drusch	KT Entleer.	Leerfahrten	Stillstand
Kehrfeld	25,5	9 : 56	63,05	6,33	13,00	17,30
Flachfeld	16,6	6 : 54	72,69	6,10	13,71	7,49
Unt. Hohlfeld	9,9	3 : 20	62,44	7,58	22,07	7,83
Eulenwies	5,3	2 : 14	67,37	6,62	19,37	6,58
Unt. Geiswegfeld	3,4	1 : 25	70,51	7,27	16,66	5,57
Ob. Geiswegfeld	3,3	1 : 33	68,76	7,58	21,60	2,05
Heubruich	3,1	1 : 30	71,08	6,09	16,84	5,70
Hopfengarten	2,1	1 : 02	65,96	4,70	25,04	4,29
<b>Mittelwert (o. Kehru. unt. Hohlfeld)</b>	<b>69,2</b>	<b>27 : 54</b>	<b>69,40</b>	<b>6,37</b>	<b>18,87</b>	<b>5,28</b>

Werden weitere schon vorhandene oder zusätzlich eingebaute Sensoren genutzt, dann ergeben sich umfassende Datenerfassungssysteme für die Arbeitszeit (Rüstzeit am Hof, Wegezeit zum und vom Feld, Feldarbeitszeit mit Untergliederungen), die Betriebsmittel (Dieselverbrauch, Motorbelastung, Arbeitsgeschwindigkeiten) und für den Ausbringungs- und Erntemengen [10]. Damit lassen sich lückenlose Datenbanken aufbauen, optimierte Bewirtschaftungsstrategien erstellen und minimale Kosten erreichen.

## Umweltfreundliche Düngesysteme

Umwelentlastung wird nicht durch den generellen Verzicht auf Leistung, sondern durch die angepaßte Ausschöpfung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit erreicht. Deshalb muß die Variabilität der Böden in neue Düngesysteme für organische und mineralische Düngung einbezogen werden. Ausgehend von der lokalen Erntemenge, unter Einbeziehung der Bodenarten, der Witterung, der Bodenanalyse und von eigenem Wissen und Expertenwissen werden daraus GPS-gestützte Düngesysteme (Abb. 2).

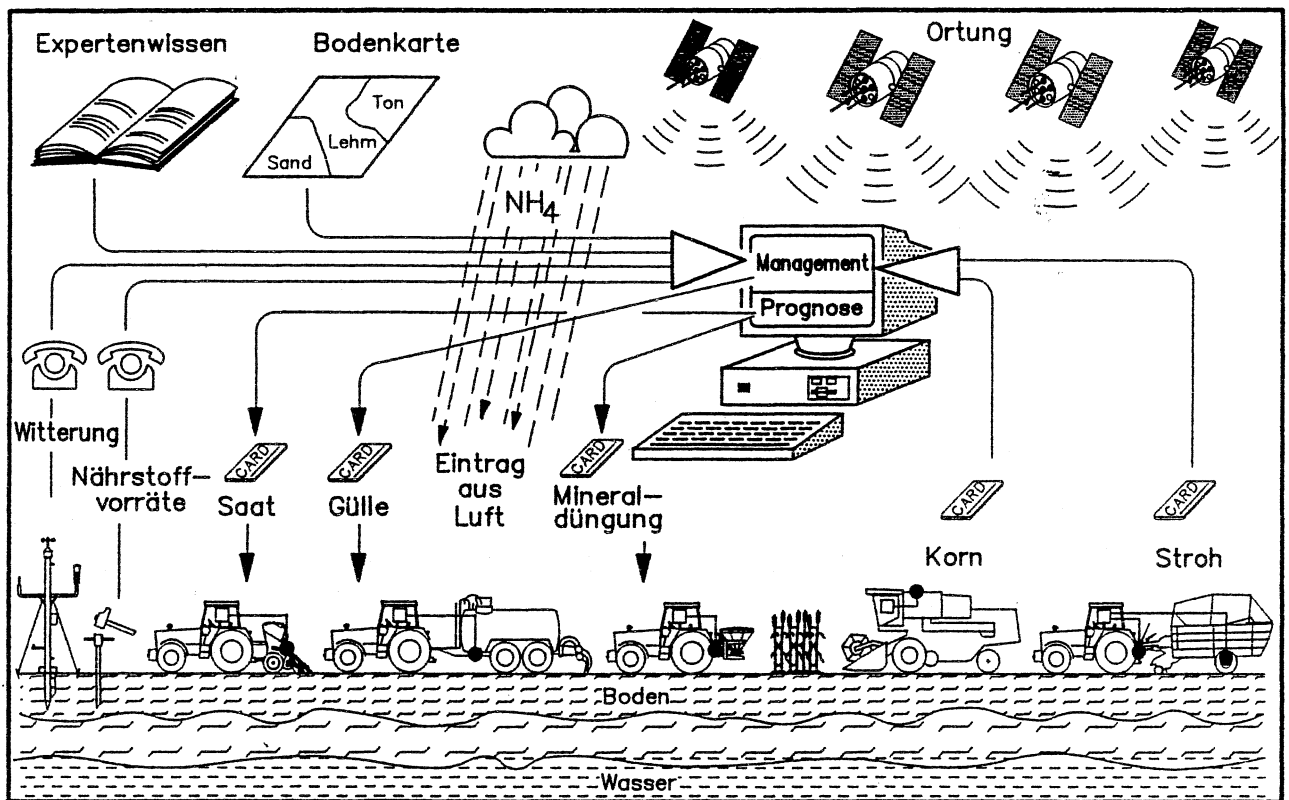


Abbildung 2: GPS-gestütztes Düngesystem.

Die Vorarbeiten für nahezu alle Teilschritte sind durch die Wissenschaft erbracht [1, 3, 7, 8]. Ertragsmeßsysteme im Mähdrescher [4] weisen Fehler von  $\pm 6 - 7 \%$  (p 5%) auf. Die Ortungsgenauigkeit mit DGPS [6] hat mittlerweile die Fehlergrenze von  $\pm 2$  m unterschritten (Abb. 3).

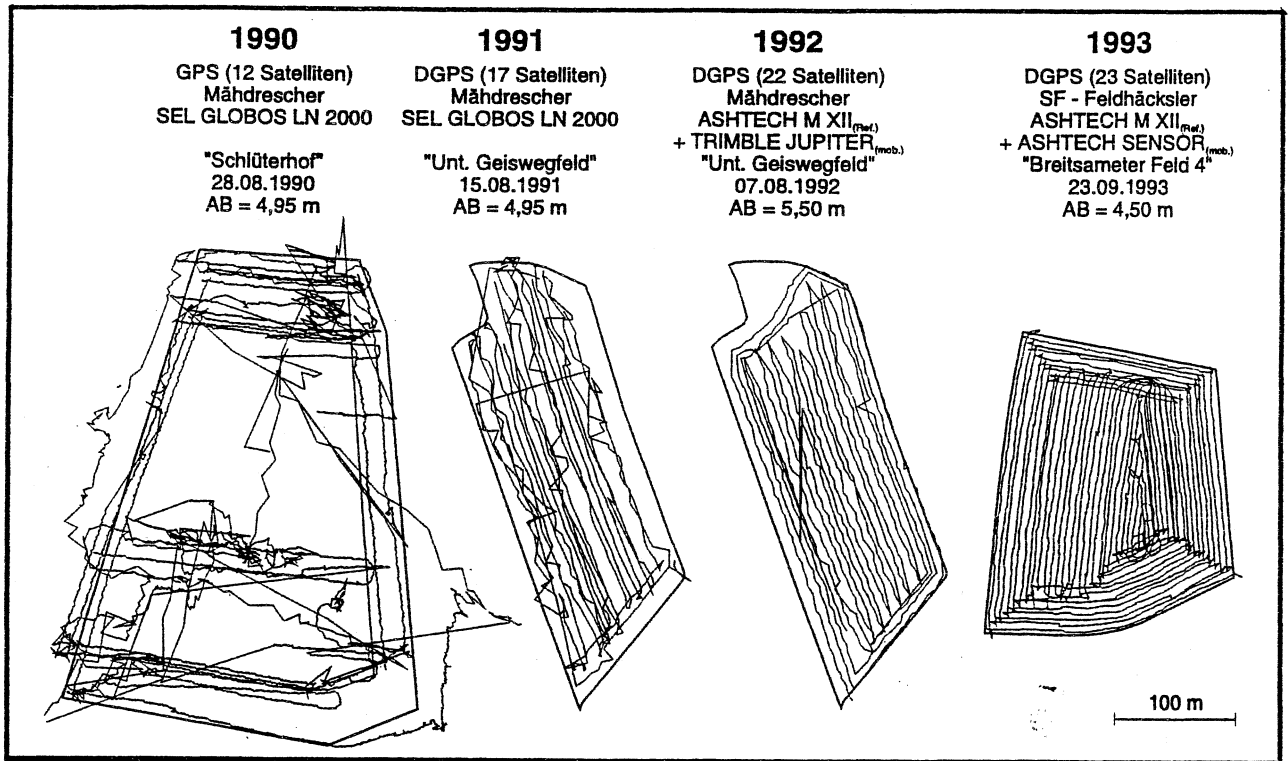


Abbildung 3: Fahrspurenanalyse eines Mähreschers in den Erntejahren 1990 bis 1993.

Aufbauend auf diese hohen Genauigkeiten können mit "Geografischen Informationssystemen (GIS)" aussagefähige Ertragskartierungen erstellt werden. Sie zeigen die große Variabilität der Erträge (und damit der Entzüge) innerhalb der Felder und zugleich die hohe Stabilität der Ertragsstrukturen (Abb. 4) mit einer Projektionssicherheit  $r^2$  des Zieljahres zu den beiden vorausgegangenen Jahren zwischen etwa 60 und 85 % [6].

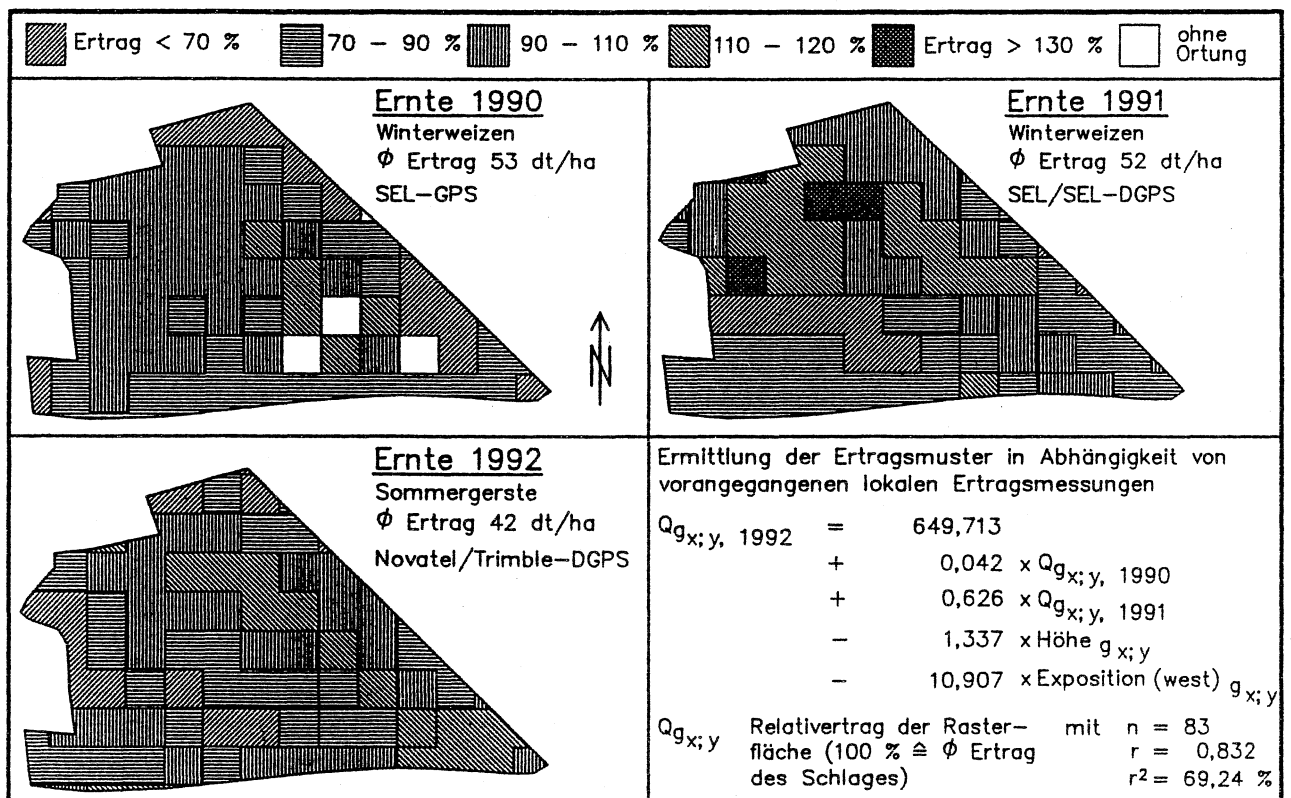


Abbildung 4: Ertragsstrukturen für das "Flachfeld" in Scheyern für drei aufeinanderfolgende Jahre.

Allerdings sind noch viele Untersuchungen erforderlich, um aus allen verfügbaren Informationen zutreffende Prognosen für den lokalen Düngemittelbedarf sicher ableiten zu können. Hingegen ist sowohl die erforderliche Prognosesoftware, wie auch die Technik für die Umsetzung mit GPS-gestützten Düngesystemen verfügbar.

**Pflanzenschutzsysteme mit geringstmöglichen Chemieeinsatz**

Nahrungsmittelsicherung wird auch in Zukunft auf chemische Maßnahmen nicht vollständig verzichten können. Allerdings muß alles versucht werden, um die noch erforderlichen chemischen Behandlungsmaßnahmen nach dem Schadschwellenkonzept neben leistungsfähigeren mechanischen Bekämpfungssystemen auf lokale Befallszentren zu beschränken. Auch in derartigen Systemen kommt der sicheren Positionsbestimmung eine zentrale Bedeutung zu (Abb. 5).

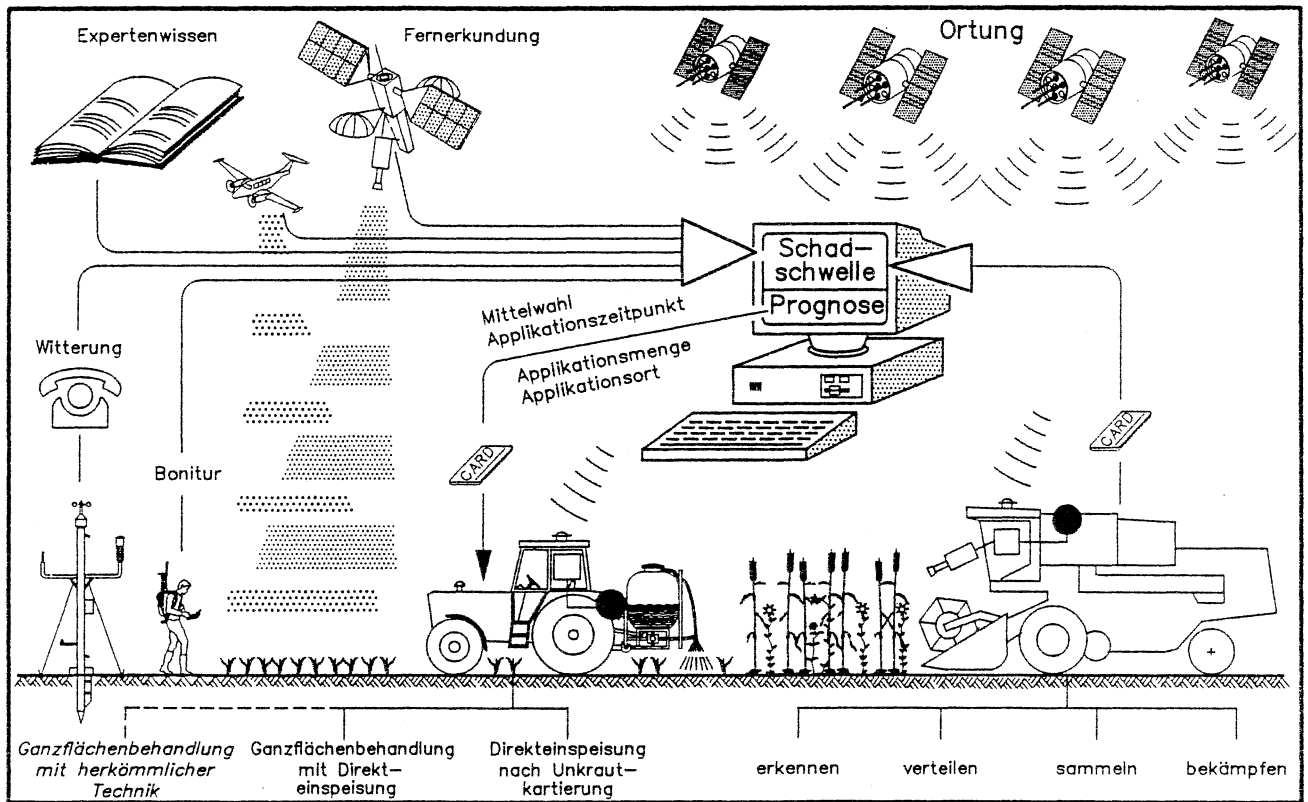


Abbildung 5: GPS-gestütztes Pflanzenschutzsystem.

Erkennen der vorhandenen Unkräuter nach Menge und Position, Hilfen bei der Bonitur und Umsetzung in lokale Behandlungsmaßnahmen sind Teilschritte in diesem System. Sie alle stehen in der Entwicklung am Anfang, wobei das Fehlen von "Boniturhilfen" in Form von Bildanalyse, Satellitenbild oder anderen denkbaren Techniken die große Schwäche überhaupt darstellt.

## Standardisierte Kommunikation zwischen Betriebsführung und mobiler Prozesstechnik

Doch alle diese Teilschritte und Systeme erfordern die durchgängige Kommunikation von der Erfassung im Sensor über die Betriebsführung bis hin zur Umsetzung vor Ort im Aktor. Und auch hierbei hat die Landwirtschaft und insbesondere die Landtechnik wahre Pionierarbeit geleistet. So steht nach mehr als 8 jähriger Standardisierungsarbeit nunmehr das "Landwirtschaftliche BUS-System (LBS)" [5] zur Verfügung (Abb. 6)

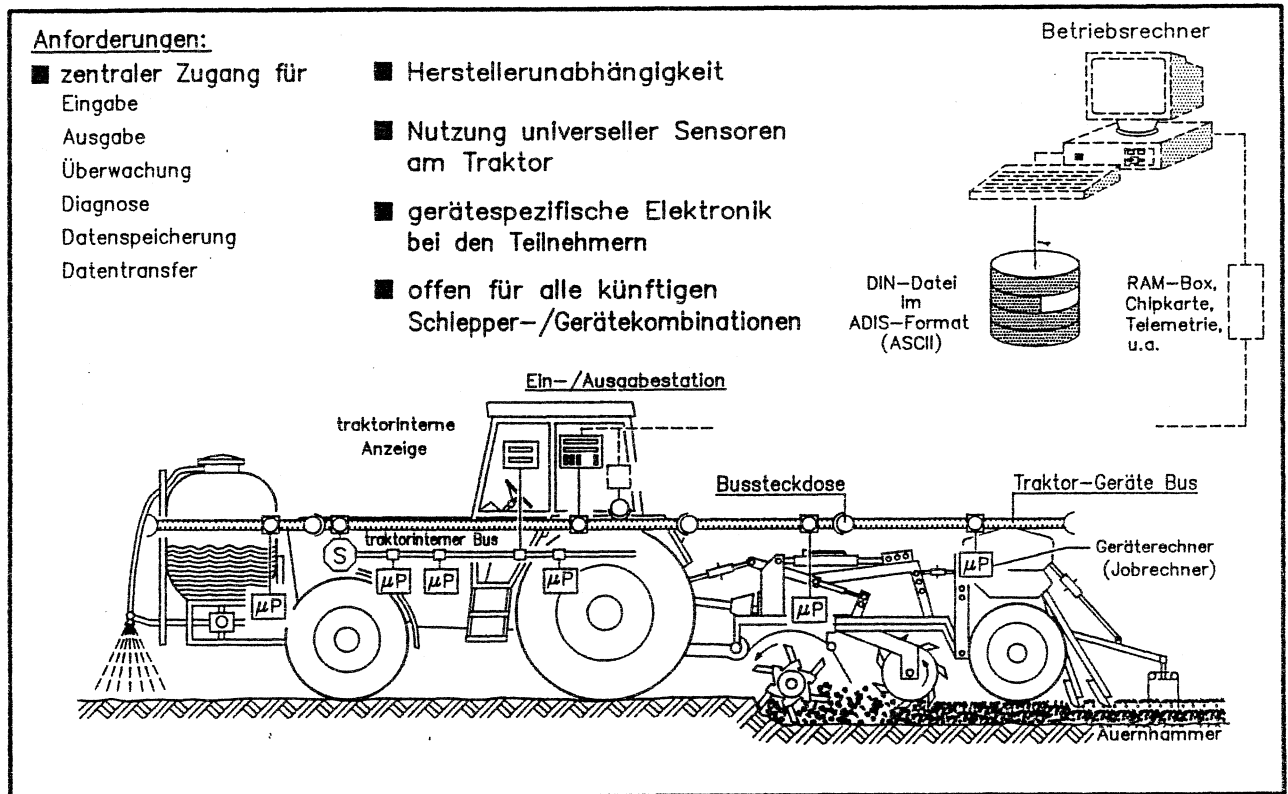


Abbildung 6: Landwirtschaftliches BUS-System (LBS) nach DIN 9684, Teil 2 - 5.

Auf dem "Controller Area Network (CAN)" aufbauend wurden die spezifisch landwirtschaftlichen Identifier erstellt, ein universelles Bus-Terminal definiert und die Datenübertragung zwischen mobiler Elektronik und Betriebsrechner im ADIS-Format (ISO 11787) realisiert. Erste Systeme wurden als Prototypen erstellt und getestet. Ab November dieses Jahres werden normgerechte Techniken von Traktoren- und Geräteherstellern angeboten.

## Die zentrale Forderung der Landwirtschaft

Doch alle diese Techniken können im Zusammenhang mit der Satellitenortung (GPS-NAVSTAR oder GLONASS) nur dann genutzt werden, wenn die damit erreichbare Genauigkeit im Meterbereich liegt der Dezimeterbereich wird erst für die Fahrzeugführung benötigt. Viele Untersuchungen weltweit

zeigen, daß dies heute zu erträglichen Kosten erreichbar ist, wenn flächendeckend das erforderliche Referenzsignal zur Verfügung gestellt wird und wenn eine Koppelortung als Back-up-System natürliche Abschattungen überbrücken kann [2, 9].

Und hier zeigt sich nun das große Defizit im landwirtschaftlichen Bereich: Im Gegensatz zu den USA, wo in den großen landwirtschaftlichen Produktionsgebieten des mittleren Westens flächendeckende Dienste, z.T. in Konkurrenz, angeboten werden, stellt sich die Bundesrepublik Deutschland immer noch als "weiße Fläche" dar.

Und hier zeigt sich nun das große Defizit im landwirtschaftlichen Bereich: Im Gegensatz zu den USA, wo in den großen landwirtschaftlichen Produktionsgebieten des mittleren Westens flächendeckende Dienste, z.T. in Konkurrenz, angeboten werden, stellt sich die Bundesrepublik Deutschland immer noch als "weiße Fläche" dar. Ungehört verhallen die wiederholten Forderungen aus der Wissenschaft. Der "Deutsche Satelliten Navigations-Plan (DSNP)" ist in der Versenkung verschwunden, obwohl auch darin diese Forderungen dokumentiert sind.

Landwirtschaftliche Pilotbetriebe würden GPS eher heute als morgen installieren und nutzen, doch niemand kann ihnen die Zusicherung für einen nutzbaren Referenzdienst geben. Wer aber möchte diesen Betrieben eine zusätzliche eigene Feststation aufdrängen - mit zusätzlichem Zeitaufwand, hohen Investitionen und vielen neuen Problemen bei einer weiter reichenden Telemetrie ? Unmittelbar drängt sich die Frage auf:

*Bleiben damit alle aufgezeigten, vielversprechenden, weitblickenden und mit viel  
Enthusiasmus entwickelten und getesteten Systeme auf der Strecke ?*

*Es wäre schade für die Landwirtschaft und die Umwelt !*

## Literatur:

[1] Auernhammer, H.:  
Elektronik in Traktoren und Maschinen.  
München: BLV-Verlag 1989, 1991

[2] Auernhammer, H. (Editor):  
GPS in Agriculture.  
Computers and Electronics in Agriculture, Amsterdam: Elsevier  
Publishers 1994, Vol. 11, No. 1, special issue (95 pages, ISSN 0168-1699)



- [3] Auernhammer, H.:  
Anforderungen an GPS und DGPS aus der Sicht der Landbewirtschaftung.  
In: SATNAV 94, Satellitenortungssysteme -Grundlagen und Anwendungen- Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON), Düsseldorf 1995, S. 189 - 198
- [4] Auernhammer, H. und M. Demmel:  
Ertragsmeßgeräte für den Mähdrescher im zweijährigen praktischen Vergleich.  
In: BML - Arbeitstagung '94. KTBL Arbeitspapier Darmstadt 1994, Nr. 202, S. 62 - 69
- [5] Auernhammer, H. und J. Frisch (Hrsg.):  
Landwirtschaftliches BUS-System LBS (Mobile Agricultural BUS-System - LBS).  
Münster-Hiltrup: KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH 1993, Arbeitspapier 196 (ISBN 3-7843-1841-X, 199 S.)
- [6] Auernhammer, H., M. Demmel and P.J.M. Pirro:  
Yield Measurement on Self Propelled Forage Harvesters.  
ASAE St. Josef 1995, Paper No. 95 1757
- [7] Auernhammer, H., M. Demmel, T. Muhr, J. Rottmeier und K. Wild:  
Rechnergestützte Ertragsermittlung für eine umweltorientierte Düngung.  
In: Ackerbau unter veränderten Bedingungen - neue Techniken zur Kosteneinsparung. Weihenstephan: Landtechnik 1994, Landtechnik Schrift Nr. 4, S. 111 - 134
- [8] Auernhammer, H., T. Muhr, M. Demmel und H. Stanzel:  
Positionsbestimmung landwirtschaftlicher Arbeitsmaschinen für die Entwicklung ökologisch optimierter Anbauverfahren.  
Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Landtechnische Berichte aus Praxis und Forschung, Gelbes Heft 53, München 1994
- [9] Muhr, T., H. Auernhammer, M. Demmel, C. Seebauer:  
Dead Reckoning as Backup for DGPS-Systems in Agriculture.  
ASAE St. Josef 1994, Paper No. 94 1583
- [10] Wild, K., H. Auernhammer und J. Rottmeier:  
Automatic Data Acquisition on Round Balers.  
ASAE St. Josef 1994, Paper No. 94 1582
- [11] Muhr, T., H. Auernhammer, M. Demmel und K. Wild:  
Inventory of Fields and Soils with DGPS and GIS for Precision Farming.  
ASAE St. Josef 1994, Paper No. 94 1583
- [12] Perger, P., v.:  
Methoden zur Berechnung der Fläche und der Oberfläche von Schlägen aus GPS-Ortungsdaten.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1995
- [13] Spieß, B.:  
Automatisierte Arbeitszeiterfassung beim Mähdrusch.  
Diplomarbeit Weihenstephan: Institut für Landtechnik 1994