



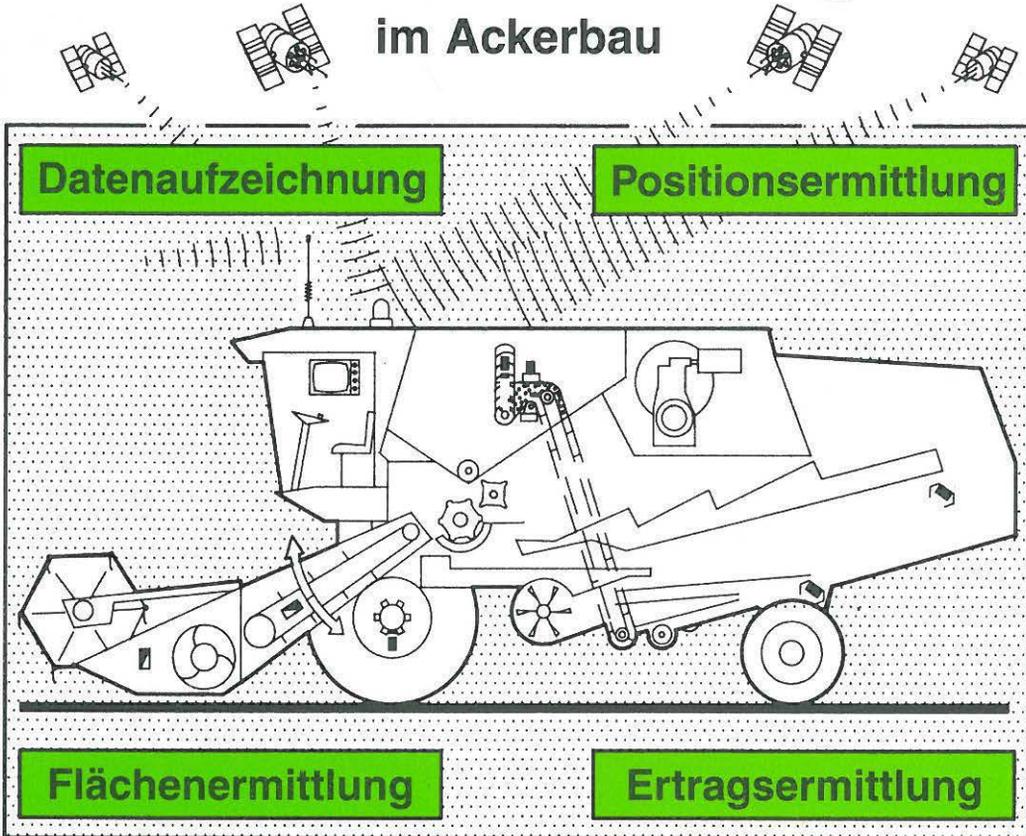
Nr. 9

1998

Landtechnik-Schrift



## Neuere technische Entwicklungen im Ackerbau



Hrsg.: Georg Wendt





Landtechnik Weihenstephan

**Neuere technische Entwicklungen  
im Ackerbau**

Tagungsband  
zur  
Landtechnischen Jahrestagung  
am 03. Dezember 1998  
in Deggendorf

Vertrieb: Landtechnischer Verein in Bayern e.V.  
Vöttinger Str. 36, 85354 Freising  
Tel. 08161-145885, Fax 08161-714048

© 1998 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85350 Freising.  
Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Daten-  
träger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan

Printed in Germany

Verantwortlich für den Inhalt der Beiträge sind ausschließlich die jeweiligen Autoren.

## Vorwort

Der Acker- und Pflanzenbau muß sich zunehmend dem internationalen Wettbewerb stellen und gleichzeitig steigenden Umweltaforderungen genügen. Diesen Herausforderungen kann unsere Landwirtschaft durch hohe Qualitätsstandards, einer verstärkten überbetrieblichen Zusammenarbeit und dem sinnvollen Einsatz moderner Techniken begegnen. Auch in Zukunft wird der Schlepper die Mechanisierung des Ackerbaues bestimmen, allerdings werden stufenlose Getriebe, Elektronik und bodenschonende Fahrwerke sowie neue Formen der überbetrieblichen Nutzung dessen Einsatz dominieren. Selbstfahrende Zuckerrübenvollernter wurden in Niederbayern von innovativen Unternehmern in enger Zusammenarbeit mit der Praxis entwickelt und bestimmen heute die Zuckerrübenerte. Elektronik, eine verbesserte Logistik und erste Ansätze zur "Erntesaat" können die Schlagkraft weiter verbessern und die Kosten senken. Nach langjährigen, von Skepsis begleiteten wissenschaftlichen Vorarbeiten ist seit kurzem die Teilflächenbewirtschaftung mit Satellitenortung (GPS) zum viel diskutierten Thema geworden. Häufig werden dabei falsche Hoffnungen geweckt, aber die vielfältigen Möglichkeiten für einen umweltschonenden Pflanzenbau auf hohem Ertragsniveau und die neuen Ansätze für das betriebliche und überbetriebliche Maschinenmanagement übersehen. Die diesjährige Jahrestagung, die wir gemeinsam mit dem Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe, dem Kuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern sowie dem Verband bayer. Zuckerrübenanbauer und der BayWa AG veranstalten, soll die sich abzeichnenden neueren technischen Entwicklungen im Ackerbau aufzeigen und neue Lösungsansätze für die Praxis vorstellen.

Die Jahrestagung bietet auch Gelegenheit, Rechenschaft über die Arbeiten der Landtechnik Weihenstephan im abgelaufenen Jahr zu geben. Die beigefügte Zusammenstellung der Veröffentlichungen, Dissertationen, Diplomarbeiten, durchgeführten Tagungen und der Mitarbeit in Arbeitskreisen und Gremien sowie bei Rundfunk- und Fernsehsendungen belegt die vielfältigen Aktivitäten unseres Hauses. Durch das große Engagement aller Mitarbeiter ist es gelungen, trotz schwieriger finanzieller Rahmenbedingungen den großen Umfang der frei finanzierten Forschungsvorhaben zu halten und auch neue Arbeitsgebiete zu erschließen.

Es ist uns ein Bedürfnis, allen Förderern der Landtechnik Weihenstephan, insbesondere den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Landesentwicklung und Umweltfragen für die vielfältige Unterstützung unserer Arbeit herzlich zu danken. Die von gegenseitigem Vertrauen getragene, intensive Zusammenarbeit mit den Ministerien, der Wissenschaft, der Industrie, der Beratung und der Praxis ist uns auch in Zukunft ein Anliegen und prägt die Arbeitsweise unseres Hauses.

Weihenstephan, im Dezember 1998



Prof. Dr. Dr. h. c. (AE) Hans Schön



## Autorenverzeichnis

Adelhardt, Anton, Ministerialdirektor  
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,  
Ludwigstraße 2, 80539 München

Auernhammer, Hermann, Prof. Dr.  
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan,  
Am Staudengarten 2, 85350 Freising

Demmel, Markus, Dr.  
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan,  
Am Staudengarten 2, 85350 Freising

Fischer, Alfons, Geschäftsführer  
Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V.,  
Tal 35, 80331 München

Fröhlich, Georg, Dipl.-Ing.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan,  
Am Staudengarten 3, 85350 Freising

Hege, Ulrich, LD  
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,  
Vöttinger Str. 38, 85350 Freising

Keller, Johann  
Wilhelm von Finck'sche Agrargesellschaft B.R.,  
Keferloh 1A, 85630 Grasbrunn

Menacher, Albert, Geschäftsführer  
MR Landau e.V.,  
Anton-Kreiner-Str. 1, 94405 Landau

Muhr, Thomas, Dipl.-Ing.agr.  
geokonzept GmbH, Gut Wittenfeld, 85111 Adelschlag

Nawroth, Peter, Dipl.-Ing.agr.  
Institut für Landtechnik, TU München-Weihenstephan,  
Am Staudengarten 2, 85350 Freising

Renius, Karl Theodor, Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.  
Lehrstuhl für Landmaschinen, Technische Universität München,  
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching

Rottmeier, Josef, Dr.  
Ingenieurbüro Rottmeier, Neuhausen 10, 85435 Erding

Schmid, Josef, Dr.  
Wilhelm von Finck'sche Agrargesellschaft B.R.,  
Keferloh 1A, 85630 Grasbrunn

Schumann, Dieter  
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, Geschäftsbereich Landwirtschaft,  
Ludwig-Kayser-Straße, 74254 Offenau

Thalhammer, Georg  
Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V.,  
Ottheinrichplatz A 117, 86633 Neuburg/Donau

Wagner, Franz, Geschäftsführer  
MR Buchhofen e.V.,  
Dreisesselstr. 1, 94486 Osterhofen

Weber, Ernst  
Amt für Landwirtschaft und Ernährung Straubing-Bogen,  
Postfach 05 62, 94305 Straubing

Wild, Karl, Dr.  
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan,  
Am Staudengarten 3, 85350 Freising

## Inhaltsverzeichnis

Grußwort .....	9
<u>A. Adelhardt</u>	
Neue technische Entwicklungen bei Traktoren .....	13
<u>K. Th. Renius</u>	
Systemschlepper: ja oder nein? .....	27
<u>M. Demmel</u>	
Einsatzerfahrungen mit einem Gummiraupenschlepper .....	39
<u>J. Schmid, H. Keller</u>	
Trends im überbetrieblichen Schleppereinsatz am Beispiel AgroRent .....	43
<u>F. Wagner</u>	
Neuere Entwicklungen bei der Zuckerrübenerte .....	51
<u>H. Auernhammer, M. Demmel, P. Nawroth, Th. Muhr, J. Rottmeier</u>	
Technik der sechsreihigen selbstfahrenden Zuckerrübenvollernter .....	65
<u>E. Weber</u>	
Einsatz, Transport und Logistik bei der Zuckerrübenerte im Maschinenring Landau/Isar .....	69
<u>A. Menacher</u>	
Teilflächenbewirtschaftung mit GPS -Technischer Stand und Entwicklungen - .....	73
<u>H. Auernhammer, M. Demmel</u>	
Differenzierte Bodenbeprobung und regionale Klima- und Witterungsdaten zur Optimierung der Stickstoffdüngung .....	91
<u>K. Wild, G. Fröhlich</u>	
Grundsätze bei der Düngebedarfsermittlung .....	103
<u>U. Hege</u>	
Praktische Umsetzung der teilflächenspezifischen Düngung .....	109
<u>A. Fischer</u>	
Teilflächenbewirtschaftung mit GPS -Folgerungen für den überbetrieblichen Einsatz .....	115
<u>G. Thalhammer</u>	
Teilflächenbewirtschaftung mit GPS .....	125
<u>D. Schuhmann</u>	

Veröffentlichungen .....	131
Anzahl der gehaltenen Vorträge .....	149
Auszeichnungen, Ehrungen .....	150
Neues interdisziplinäres Forschungsprojekt in Weihenstephan .....	150
Dissertationen .....	150
Diplomarbeiten .....	151
Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit anderen Instituten .....	152
Projektarbeiten .....	152
Auswertige Lehraufträge .....	153
Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien .....	154
LTV-Arbeitskreise .....	155
Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien .....	156
Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen .....	160

## Grußwort

Anton Adelhardt

Die diesjährige Tagung der Landtechnik Weißenstephan befaßt sich mit Fragen der Mechanisierung im Ackerbau. Aus Sicht des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ist das sehr zu begrüßen, auch wenn man weiß, daß der überwiegende Teil des Einkommens unserer Bauern im Stall erwirtschaftet wird und damit aus dem Verkauf von Milch und Fleisch, von Zucht- und Nutzvieh kommt. In Bayern ist die Tierhaltung die wirtschaftliche Basis der Landwirtschaft.

Und dennoch – die Fragen der optimalen Mechanisierung im Außenbereich sind von ganz entscheidender Bedeutung für den Betriebserfolg – und zwar aus zwei Blickwinkeln:

- einmal von der Notwendigkeit einer optimalen Arbeitsqualität, vom richtigen Zeitpunkt der Arbeitsausführung und damit von der Schlagkraft und
- zum anderen von der Kostenseite her.

Wegen der – wie schon festgestellt – überwiegend auf tierische Veredelung ausgerichteten bayerischen Landwirtschaft wird in der Mehrzahl der Betriebe meist nur ein Nebeneinkommen aus der Bodenbewirtschaftung erzielt. Marktfruchtbaubetriebe haben in Bayern nur einen Anteil von 12,5 % an den Haupterwerbsbetrieben. Die Nebenerwerbsbetriebe sind zwar zu einem erheblichen Teil Marktfruchtbaubetriebe, aber bei ihnen ist das landwirtschaftliche Einkommen ohnehin das Nebeneinkommen. Auch die im Ackerbau geleistete Arbeit ist, gemessen am Anteil an der Gesamtarbeit, eher als Nebentätigkeit zu sehen. Dennoch liegen die in die Außenwirtschaft investierten Kapitalsummen oft auf vergleichbarer Höhe wie die Investitionen, die in die Innenwirtschaft fließen. Deshalb sind in der Technik der Außenwirtschaft noch enorme Kosteneinsparungen und Rationalisierungsreserven vorhanden. Es geht einmal um die Nutzung moderner und schlagkräftiger Maschinen. Diese müssen heute nicht nur zur Einsparung der Arbeitszeit führen, die für die Innenwirtschaft benötigt wird, sondern auch Umweltgesichtspunkte spielen eine ganz maßgebliche Rolle. In der Zukunft wird diese Bedeutung noch zunehmen. Wir haben auf diesem Gebiet in den letzten Jahren durch die Förderung der umweltverträglichen Gülleausbringung im Kulturlandschaftsprogramm einen kräftigen Impuls gegeben und ein außergewöhnliches Mitmachen der Bauern in Gang gebracht. Umweltschonung und die Einführung schlagkräftiger Verfahren gingen hier Hand in Hand.

Zum anderen können durch den überbetrieblichen Einsatz moderner Technik nicht nur erhebliche Kosten gespart werden – in Bayern in besonderem Maße! -, sondern es kann auch erhebliches Investitionskapital für andere gewinnbringende Verwendungen freigesetzt werden. Überbetrieblicher Maschineneinsatz bedeutet auch mehr Zeit für inner- oder außerlandwirtschaftlichen Zuerwerb; Arbeitszeit kann von der Außen- in die Innenwirtschaft verlagert werden oder auch zu mehr Freizeit führen.

Den Ergebnissen dieser Tagung will ich keinesfalls vorgreifen, aber unsere Erfahrungen zeigen, daß eine Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Außenwirtschaft vor allem durch die Erhöhung der Arbeitsbreiten, eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit oder durch die Kombination bzw. das Weglassen von Arbeitsgängen möglich ist.

Die Steigerung der Arbeitsbreiten erfordert auch entsprechende Parzellenformen und Schlaggrößen. Die vielfach eher skeptisch betrachtete Flurbereinigung hat auf diesem Gebiet für unsere Landwirtschaft Enormes geleistet. Leider sind wir momentan in der Situation, daß uns zu knappe Haushaltsmittel zu einem ganz rigiden Sparkurs in der Neuordnung der ländlichen Flur zwingen. Wir wollen in Bayern keine Strukturen schaffen wie in den Neuen Bundesländern. Es ist deshalb erfreulich, daß die Landmaschinenindustrie über das Angebot von klappbaren oder in Längsfahrichtung umbaubaren Geräten auch die bei uns vorherrschenden relativ kleinstrukturierten Flächen berücksichtigen hilft.

Bei der Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit wird irgendwann die Arbeitsqualität oder die Beherrschbarkeit durch den Fahrer begrenzendes Moment sein. Die optimale Fahrgeschwindigkeit ist verfahrensabhängig sehr unterschiedlich, erlaubt aber innerhalb eines Verfahrens meist nur eine geringe Schwankungsbreite.

Durch die Kombination von Arbeitsgängen ergibt sich eine Kosten- und Arbeitszeiteinsparung. Grenzen sind aber aus der Hubkraft der Hydraulik oder der Tragfähigkeit der Reifen gesetzt – ganz abgesehen von den Anforderungen an den Fahrer, der mehrere Arbeitsgänge gleichzeitig steuern und überwachen muß.

Deshalb haben seit geraumer Zeit viele Untersuchungen das Ziel, die Möglichkeiten auszuloten, Rationalisierungspotentiale durch Einsparung ganzer Arbeitsgänge zu nutzen. Auch hier zeigen sich Grenzen – ob durch die Bodenart oder Niederschlagsmengen. Maßstab ist hier letztlich der erzielte Ertrag.

Mein Fazit lautet deshalb, daß noch lange nicht alles erforscht, erprobt und berechnet ist, was zu einer möglichst optimalen Mechanisierung der Außenwirtschaft führt. Unsere Bauern werden künftig noch mehr als bisher rechnen und kalkulieren müssen.

Die AGENDA 2000 wirft ihre dunklen Schatten voraus. Wenn sie so kommen sollte, wie die jetzigen Vorschläge lauten, hätte unsere Landwirtschaft weitere Einkommenseinbußen zu befürchten. Oder – anders ausgedrückt – die Notwendigkeit der Kosteneinsparung nimmt weiter zu. Dazu werden auch Antworten von den Fachleuten in der Technisierung und im Bauwesen verlangt.

In die gleichermaßen ungute Richtung gehen die Steuerpläne der neuen Bundesregierung für die deutsche Landwirtschaft. Dabei ist die eher klein- und mittelbäuerliche Landwirtschaft Bayerns überproportional betroffen. Wir haben vor kurzem die Auswirkungen dieser Vorschläge auf einen durchschnittlichen bäuerlichen Betrieb mit einer Größe zwischen 40 und 50 ha mit einer für diese Betriebsgröße typischen Organisation durchgerechnet. Dieser wird gegenüber dem Istzustand eine um ca. 12.000 DM höhere steuerliche Belastung zu tragen haben.

Die Bayerische Staatsregierung engagiert sich in enormem Maß gegen die AGENDA 2000 und die Bonner Steuerpläne. Selbst wenn das Schlimmste abgewendet werden kann, die Belastungen unserer Bauern werden zunehmen.

Ich hoffe und wünsche, daß diese Tagung den Bauern hilft, Antworten auf diese Herausforderungen zu finden.



# Neue technische Entwicklungen bei Traktoren

Karl Theodor Renius

## 1. Wirtschaftliche Bedeutung des Traktors und allgemeine Tendenzen

Der Autor schätzt den Wert der jährlich weltweit hergestellten Traktoren auf etwa 20 Milliarden Dollar. Der Gesamtwert der in der Bundesrepublik Deutschland produzierten Einheiten beläuft sich seit mehreren Jahrzehnten grob betrachtet auf etwa 3 Milliarden DM. Der Traktorenanteil bei den gesamten landtechnischen Inlandsumsätzen betrug nach dem Zweiten Weltkrieg zunächst über 50%, rutschte dann durch die Einführung der selbstfahrenden Mährescher nach 1960 auf ca. 45% ab, hielt sich auf diesem Niveau etwa drei Jahrzehnte lang und bröckelt seit 1993 erneut etwas ab auf nunmehr knapp 40% [1]. Ob dieser jüngste Trend stabil ist, kann man noch nicht sicher sagen – vermutlich spielt aber die neuerliche Welle großer selbstfahrender Arbeitsmaschinen für die Ernte von Zuckerrüben, Kartoffeln und Futter dabei eine gewisse Rolle [2].

Weltweit bleibt der Traktor die mit Abstand bedeutendste Maschine für die Mechanisierung der Landwirtschaft. Während es in den zwanziger Jahren noch möglich war, mit einem einzigen Modell, nämlich dem Fordson Traktor, einen Marktanteil am Weltumsatz von über 50% zu erreichen, ist die Spannweite der Anforderungen und damit auch der Modelle inzwischen geradezu explodiert. Dabei sind zwei Grundtendenzen erkennbar

- die zu fordernden Funktionen laufen je nach Markt immer weiter auseinander
- die Spannweite der nachgefragten Nennleistungen wird immer größer.

Durch die gleichzeitige Konzentration des weltweiten Geschäfts auf nur noch wenige Firmen sind diese gezwungen, weit gespannte Bauprogramme von z.B. 10 bis über 300 kW mit einer fast unendlichen Anzahl von Varianten zu entwickeln, zu fertigen und im Markt durchzusetzen. In Europa spielen Kleintraktoren (meist aus Japan) und große Knicklenker (meistens aus Nordamerika) keine große Rolle, so daß sich eine typische europäische Traktorenbaureihe auf vier Familien beschränken kann und z.B. für das Jahr 2000 so aussehen könnte, wie in Tabelle 1 dargestellt. In Deutschland ist die Nachfrage in den letzten Jahren vor allem für die Familie 3 stark gestiegen, während sich der durch die Wiedervereinigung ausgelöste Boom für sehr große Traktoren etwas beruhigt hat [3]. Der in den letzten Jahren gut laufende Traktorenmarkt in der Europäischen Union wird durch die weitere Absenkung der Subventionen am Umsatz gemessen in der nächsten Zukunft voraussichtlich eher stagnieren. Die Stückzahlen werden dem Langfristtrend entsprechend wieder rückläufig sein. Demgegenüber gelten die Ostmärkte als hauptsächlicher Hoffnungsträger für neue

Exportmärkte, wenngleich neuerlich stark belastet durch die Finanzkrise der russischen Volkswirtschaft.

Tab. 1: Europäische Traktorenbaureihe 2000 (Modell)

Traktor-Familie	1	2	3	4
Motor-Nennleistung, kW	30–55	50–90	90–120	130–200
Motor-Nenn-drehzahl, 1/min	2100...2500			
Dieselmotor	3 Zylinder Hubvol. ~ 3l	4 Zylinder Hubvol. ~ 4l	6 Zylinder Hubvol. ≥ 6l	6 Zylinder Hubvol. ≥ 7l
	Turbolader und Ladeluftkühler sehr verbreitet			
Umfang an Funktionen	mittel	sehr groß (Varianten!)		groß
Komfortniveau	mittel	hoch	sehr hoch	

## 2. Traktorkonzepte

Auch wenn es sich sehr konservativ anhört: Das Konzept des Standardtraktors mit unterschiedlichen Reifendurchmessern vorne und hinten bleibt bis auf weiteres weltweit die Hauptbauform. In den hochentwickelten Märkten herrscht der Allradantrieb vor mit inzwischen vergleichsweise großen Treibradreifen an der Frontachse. Als Argument für die nach wie vor größere Tragfähigkeit der Hinterachse gilt die anhaltende Priorität des Heckanbaus bezüglich Häufigkeit und Gerätegewicht. Diese Situation kann sich auch über Nacht nicht ändern, weil der sehr große vorhandene Gerätepark sich "stabilisierend" auswirkt. Vom Standardtraktor abweichende Konzepte haben weltweit eine nur sehr geringe Bedeutung. Systemtraktoren haben jedoch vor allem in Europa in den letzten beiden Jahrzehnten eine gewisse technische Vorreiterrolle gespielt und viele Innovationen für Standardtraktoren angestoßen. Sehr große Traktoren erhielten in den letzten Jahren eine aufkommende Konkurrenz durch Fahrzeuge mit Bandlaufwerken, die bei gleichem Gewicht die Motorleistung effizienter umsetzen können, Abbildung 1 [4]. Die Kontaktflächendrücke von Bandlaufwerken sind infolge des Durchdrückens der Stützrollen meistens nicht so niedrig wie vermutet und sie führen in Verbindung mit der mehrfachen Überrollung eines Bodensegments für durchschnittliche Bedingungen zu leider nicht so geringen Verdichtungen, wie vielfach vermutet. Damit steht die Leistungsübertragung mehr im Vordergrund als die Bodenschonung. Als Nachteile gelten die Schereffekte an der Bodenoberfläche beim Lenken und die hinter Radfahrzeugen zurückbleibende Straßentauglichkeit. Der hohe Preis hängt vor allem mit dem aufwendigen Fahrwerk und der vergleichsweise sehr teuren Lenkung zusammen.

Fahrerlose, automatisch arbeitende Traktoren sind nur langfristig vorstellbar. Großflächeneinsätze mit relativ monotoner Arbeitsweise wie z.B. die Bodenbearbeitung mit gezogenen Geräten könnten dafür als erstes in Frage kommen - möglicherweise auch nach dem Flottenprinzip mit einem Kommandotraktor. Eine andere Zwischen-

stufe könnte darin bestehen, daß das Fahrzeug zwar automatisch fährt - der Fahrer zur Überwachung aber noch an Bord bleibt.

Für die automatische Kurssteuerung gibt es viele Vorschläge [5]. Forschungsbedarf sieht der Verfasser vor allem noch bezüglich des „richtigen“ Leitsystems, das genau genug arbeitet, handhabbar und bezahlbar ist und die notwendige Sicherheit gegen Unglücks- und Notfälle bietet.

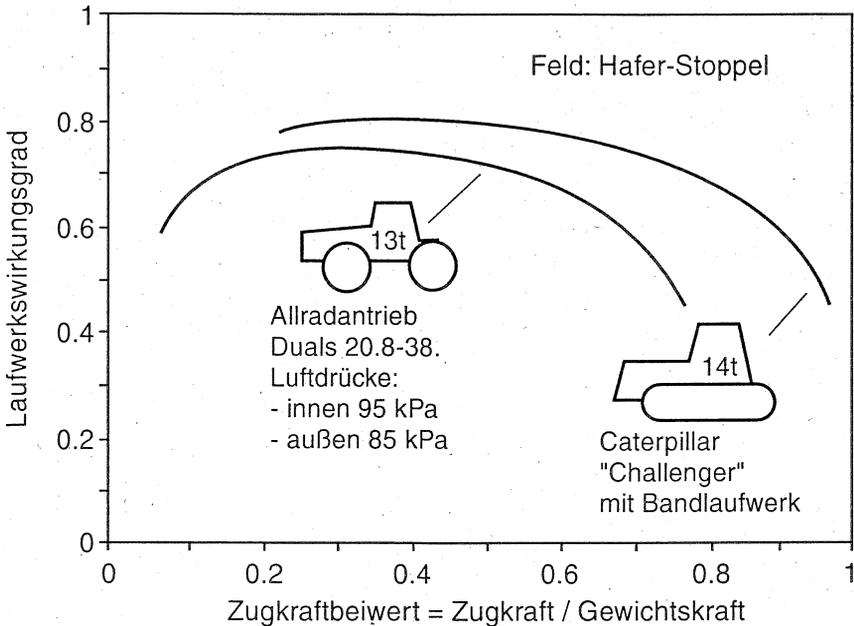


Abb. 1: Vergleich von Zugkraft und Wirkungsgrad eines Bandlaufwerks mit einem Radlaufwerk (8 Reifen) für durchschnittliche Bodenbedingungen, nach [4]

### 3. Traktorkomponenten

#### 3.1 Fahrwerk

Seit mehreren Jahrzehnten weisen Wissenschaftler darauf hin (anfänglich vor allem W. Söhne), daß die Reifen von Geländefahrzeugen bei deren storchenschnabelartiger Vergrößerung überproportional wachsen müssen, weil die Gewichte mit der dritten Potenz, die Aufstandsflächen hingegen nur mit der zweiten Potenz des Geometriemaßstabes ansteigen. Kostenbetrachtungen am System "Getriebe-Achsen-Reifen" weisen aus, daß die Vergrößerung der Reifenbreite insgesamt günstiger ist

als eine Vergrößerung der Reifendurchmesser. Daraus resultiert der in den letzten Jahren deutlich erkennbare Trend zu besonders großen Reifenbreiten. Der größte allgemein übliche Felgen-Nenndurchmesser liegt seit einigen Jahren bei 42 Zoll. Er wird sich in nächster Zukunft auf 46 Zoll vergrößern, was bei einigen Großtraktoren einschneidende konstruktive Maßnahmen ausgelöst hat oder noch verlangt, wie z.B. die Entwicklung verstärkter Planetenendtriebe oder die Schaffung des notwendigen Freiraums bei Kotflügel und Kabine. Ein weiterer Trend in der Reifenkonstruktion betrifft die kontinuierlich vergrößerte Spannweite möglicher Betriebsluftdrücke. Insbesondere konnte man die Mindestluftdrücke verringern und trotzdem für langsame Fahrgeschwindigkeiten ausreichende Tragfähigkeiten anbieten. Das hierin verborgene Optimierungspotential einer kontinuierlichen Luftdruckanpassung an die Betriebszustände liegt derzeit bei Traktoren praktisch noch völlig brach. Das ist insofern eine wichtige Frage, als der Betriebsluftdruck der mit Abstand wichtigste Faktor für die Mechanik zwischen Reifen und Boden, d.h. für Bodendruck, Schlupf, Rollwiderstand und Zugkraftverhalten ist. Die Vorteile einer halbautomatischen Luftdruckverstellung während der Fahrt sind heute weitgehend quantifizierbar, die notwendige Technik wird zum Teil schon angeboten – weitere Fortschritte liegen in der Luft [6].

Nachdem Fendt im Jahre 1993 und Deutz-Fahr 1996 die weltweit ersten hydro-pneumatisch gefederten angetriebenen Frontachsen für Standardtraktoren erfolgreich in den Markt gebracht hatten, folgten J. Deere – ZF 1997 und Steyr-Carraro 1998 mit weiteren Lösungen. Der rasche Anstieg der Popularität und damit der Stückzahlen wurde durch langjährige wissenschaftliche Untersuchungen [7] vorbereitet. Die Einführung bei Standardtraktoren wurde vermutlich auch durch den anerkannt hohen Federungskomfort des britischen Sonderfahrzeugs „Fastrac“ von JCB (1992) unterstützt. Bemerkenswert ist bei diesen Lösungen die große Vielfalt der angewendeten Kinematiken [7] – z.T. bedingt durch die Schutzrechtsituation.

### **3.2 Dieselmotoren**

Während sich andere Traktorkomponenten wie z.B. das Fahrwerk, das Getriebe, der Fahrerplatz, die Hydraulik und die Informationstechnik auffallend eigenständig, d.h. Traktor-spezifisch weiterentwickeln, lehnen sich die Fortschritte der Motorentechnik schon seit längerem an Entwicklungen für Nutzfahrzeuge an – zukünftig sind sogar Impulse von Seiten moderner Pkw-Dieselmotoren zu erwarten. Die wirklich rasante Entwicklung hängt mit den für Straßenfahrzeuge inzwischen drastisch verschärften Vorschriften bzw. steuerlichen Anreizen bezüglich Abgasemissionen zusammen, die in Verbindung mit den gleichzeitig geforderten niedrigen spezifischen Kraftstoffverbräuchen und höheren Leistungsdichten einschneidende technische Maßnahmen verlangen. Tabelle 2 enthält hierzu einige typische Tendenzen. Die Verwendung möglichst baugleicher Einheiten in Nutzfahrzeugen, Baumaschinen und Traktoren wird sehr erleichtert, wenn man einheitlich, d.h. auch bei Traktoren eine elastische Lagerung des Motors vorsieht. Damit läßt sich auch der Geräuschpegel senken: Ab-

Abbildung 2 zeigt das entsprechende Potential: Traktoren in Blockbauweise (Hauptfeld) liegen im Vorbeifahrt-Geräuschpegel etwa 10 dB(A) über dem vor 10 Jahren mit dem

Tab. 2: Typische Entwicklungstendenzen bei Traktordieselmotoren bezüglich hoher Leistungsdichte, geringer Schadstoffemissionen und geringen spezifischen Kraftstoffverbrauchs (Entwicklungen bei NFZ und PKW heute sehr ähnlich). „Common Rail“-Technik siehe auch [9]

■ Turboaufladung mit Ladeluftkühlung und z.T. variabler Turbinengeometrie. Resonanzvolumina	■ Zentrale Mehrloch-Einspritzdüse, z.T. direkt elektronisch ansteuerbar
■ Höchstdruckeinspritzung mit max. 1000–1500 bar	■ Vierventiltechnik
■ Digitale Steuerung der Einspritzung	■ Minimierte Motor-Reibungsverluste
■ Sehr kurze Einspritzleitungen oder Pumpe-Düse-Systeme oder „Common Rail“ (Permanentdruck)	■ Oxydations-Kat
	■ Abgasrückführung

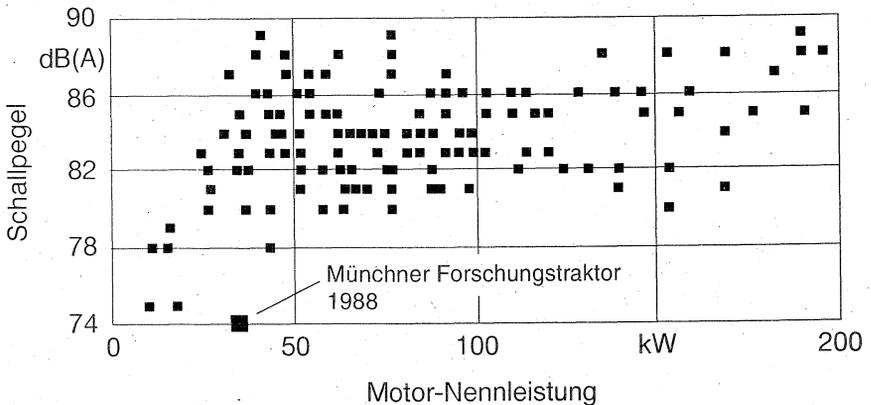


Abb. 2: Außengeräuschpegel von Traktoren, gemessen für „beschleunigte Vorbeifahrt“ (Daten des Kraftfahrtbundesamtes, bearbeitet von A. Schauer, LAV-VDMA, 1997, ergänzt durch Meßwert „Münchener Forschungstractor“)

„Münchener Forschungstractor“ erreichten Wert [8]. Nach dessen Präsentation Anfang 1988 hatte J. Deere Ende 1992 die Baureihen 6000 und 7000 mit Rahmen und elastischer Motorlagerung herausgebracht. Mit der „Maxxum MX“-Baureihe von Case gab es dafür 1997 ein weiteres Beispiel (wenngleich mit Halbrahmen), gefolgt von der „Magnum MX“-Baureihe 1998 (USA 29.06.98) und den Fendt Favorit „Vario“-

Traktoren 714 und 716 im September 1998. Fendt verwendet den neuen 5,7 l Deutz-Motor BF 6 M 2013 (Hub 126, Bohrung 98 mm) und bietet damit für Standard-Traktoren in Europa den ersten Vierventil-Motor serienmäßig an. Beim Magnum MX haben die beiden größten Typen MX 240 und MX 270 Vierventilmotoren aus der Kooperation mit Cummins, sind aber voraussichtlich erst 1999 in Europa verfügbar. Auch für Knicklenker ist die Vierventil-Technik durch einen 14 l Nutzfahrzeugmotor von Cummings (USA) bekannt – und zwar in diesem Fall schon sehr lange. Die ersten Vierventil-Traktormotoren präsentierte J. Deere 1997 in der neuen Baureihe „9000“ in drei von insgesamt vier Modellen (10,5 und 12,5 l-Motoren). Sie arbeiten darüber hinaus mit elektronischen Einspritzventilen. Digitale Motorsteuerungen eröffnen u.a. neue Freiräume für anwendungsorientierte „verstellbare“ Vollast- und Teillast-Motorkennlinien, etwa:

- Höchstdrehzahl gangabhängig
- Drehmomentregelung für Straße, Drehzahlregelung für Ackerbetrieb
- Reduzierter Drehmomentanstieg für Zugarbeiten zu Gunsten erhöhter Leistung, interessant vor allem mit stufenlosen Getrieben, siehe Abbildung 3
- Kurzzeitige „Extraleistung“.

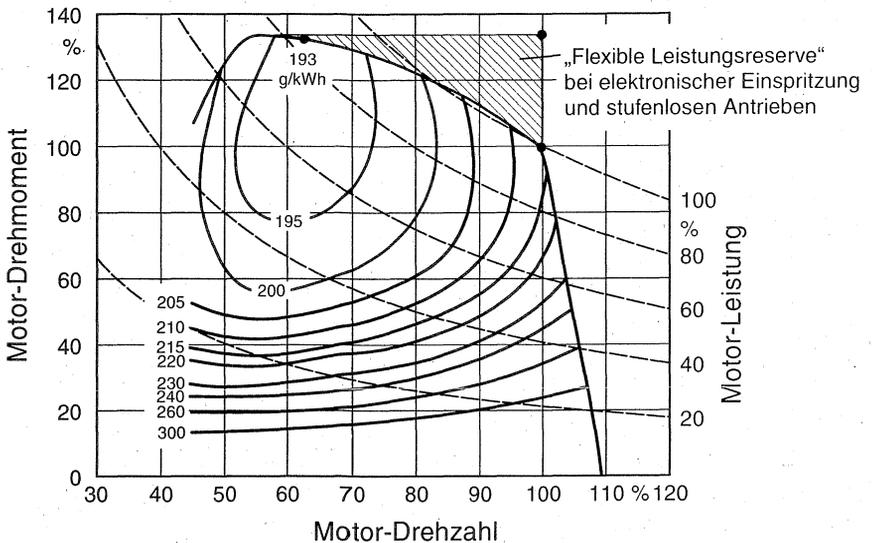


Abb. 3: Vorschlag des Verfassers, die Leistungsreserven eines modernen Traktordieselmotors bei Verzicht auf Drehmomentanstieg zeitweise zu nutzen (z.B. für Zugarbeiten mit stufenlosem Getriebe): Gewinn bis etwa 1/3 erscheint mit vergleichsweise geringfügigen Maßnahmen möglich. Originalkennfeld aus OECD-Test 1532 (Fendt 822 / MAN, 1994)

Ähnlich wie bei Straßenfahrzeugen versucht man auch bei Traktoren, die Betriebskosten für die Wartung zu senken. Typische Ölwechselintervalle betragen nach [3] heute 250 h – einige Traktorenhersteller bieten auch schon Werte bis zu 500 h. Einsparungen durch zusätzliche Nebenstrom-Feinstfilter erweisen sich hingegen nach [10] als zweifelhaft. Für die Ölkreisläufe von Motoren liegen erste Untersuchungen vor, die eine Online-Qualitätsüberwachung zum Ziel haben [11]. Dadurch würden bedarfsgerechte Ölwechsel möglich, was z.B. beim Filterwechsel von Getrieben oft schon Stand der Technik ist.

### 3.3 Getriebe

Nach der gelungenen Markteinführung des Fendt „926 Vario“ (191 kW) 1996 stellte man Ende 1997 [12] die ganze obere Baureihe „900“ (125/147/169/191 kW) auf stufenlose hydrostatisch-leistungsverzweigte Fahrtriebe um und präsentierte im September 1998 eine kleinere Getriebevariante für die neue Baureihe 700 (103/118 kW). Zuweilen wird noch kontrovers über die Zweckmäßigkeit eines stufenlosen Traktor-Fahrtriebs diskutiert – der Verfasser ist jedoch davon überzeugt, daß diese Innovation sich in den hochentwickelten Industrieländern durchsetzen wird. Die neue Generation stufenloser hydrostatisch-leistungsverzweigter Fahrtriebe, wie sie derzeit von Claas, Fendt, Steyr und ZF (alphabetisch) [13, 14] bekannt sind, bietet im Vergleich zu unter Last schaltbaren Stufengetrieben vor allem auf folgenden fünf Gebieten anwendungstechnische Vorteile:

1. Höhere Produktivität bei teilweise sogar geringerem auf die Arbeit bezogenen Kraftstoffverbrauch, ganz besonders in Verbindung mit automatischen Regelstrategien. Gilt für Acker und Straße.
2. Höhere Arbeitsqualität durch präzise Einstellung jeder gewünschten Fahrgeschwindigkeit unabhängig von der Motordrehzahl innerhalb der Grenzen „Höchstgeschwindigkeit“ und „maximales Motormoment“.
3. Bessere Kraftstoffsparstrategien bei Teillast durch gezieltere Nutzung der günstigsten Motor-Kennfeldpunkte.
4. Elegantere Form des Reversierens mit kraftvollem stufenlosem Beschleunigen und Abbremsen allein durch Getriebebetätigung. Vorteile beim Frontladen und auf dem Vorgewende – allerdings Unterschiede je nach Getriebekonzept.
5. Höherer Fahrkomfort – im Detail etwas konzeptabhängig, aber in jedem Fall auf einem Niveau, das selbst von den besten Lastschaltgetrieben nicht erreicht wird.

Die Getriebeeingangsleistung wird bei allen vier genannten Entwicklungen auf zwei Pfade aufgeteilt: einen „direkten mechanischen“ mit Wellen und Zahnrädern und ei-

nen „stufenlos verstellbaren“ in Form eines hydrostatisch arbeitenden Wandlers, wie er z.B. in ähnlicher Form von Mährescher-Fahrrieben bekannt ist (Abbildung 4). Beide Zweige werden im sogenannten Summierungsgetriebe wieder zusammengeführt. Dieser Aufwand wird allein zur Reduzierung der Energieverluste betrieben – die Einsparungen erreicht man durch die geringen Verluste des mechanischen Zweigs. Benutzt man einen sehr kleinen hydrostatischen Wandler (Claas), so ist dieser bei sehr guten Gesamtwirkungsgraden besonders kostengünstig – das Gesamtgetriebe benötigt aber dafür eine größere Anzahl von Fahrbereichen mit entsprechend vielen Zahnradern und Schaltstellen. Das andere Extrem (Fendt) arbeitet mit einer sehr aufwendigen Hydrostatik, kommt dabei aber mit nur zwei Fahrbereichen aus, ist hier sehr einfach und kann besonders gut stufenlos reversieren. Da der mechanische Leistungsanteil aber vergleichsweise klein ist, erreicht man annehmbare Wirkungsgrade nur in Verbindung mit extrem verlustarmen Hydrostatik-Einheiten. Fendt hat daher mit Unterstützung von Sauer-Sundstrand ganz neue Axialkolbenmaschinen entwickelt, deren Energieverluste (Lecköl und Reibung) alles bisher bekannte unterbieten.

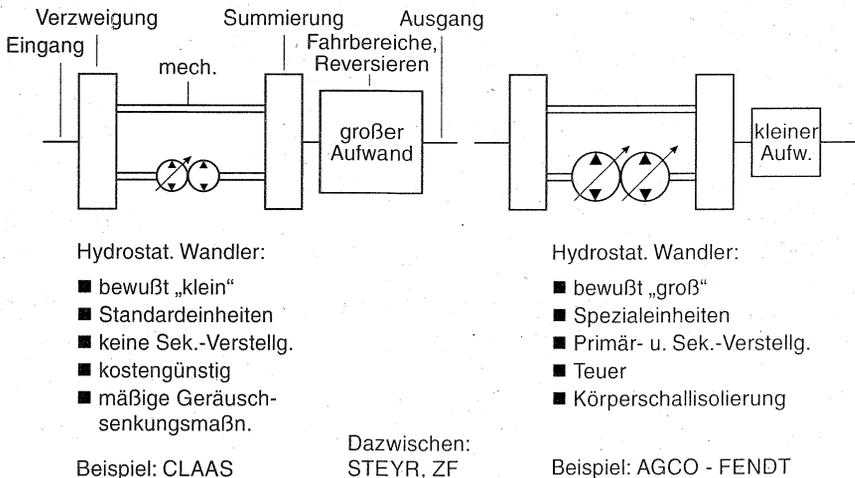


Abb. 4: Grundsätzliche Philosophien für die Konzepte stufenloser Traktor-Fahrtriebe mit äußerer Leistungsverzweigung: Von „wenig Hydraulik plus viel Mechanik“ bis „viel Hydraulik plus wenig Mechanik“

Bei Anwendung der hydrostatisch leistungsverzweigten Fahrtriebe auf Traktoren des unteren und mittleren Leistungsbereiches erwartet man Kostenprobleme und beschäftigt sich daher hier parallel mit Fahrtrieben, die mit Kettenwandlern arbeiten. Diese haben von Haus aus so geringe Verluste, daß sie auch ohne Leistungsverzweigung für Traktor-Fahrtriebe interessant sind [15]. Der Einsatz in Traktoren

wird voraussichtlich auch dadurch unterstützt, daß mehrere große Automobilhersteller den Kettenwandler für die nächste Generation von Automatikgetrieben einsetzen wollen.

Bedeutame Entwicklungen von Stufengetrieben hat es in den letzten Jahren nicht gegeben, jedoch statteten mehrere Firmen ihre teilweise oder ganz unter Last schaltbaren Konzepte mit interessanten Automatikfunktionen aus, so etwa Deutz-Fahr bei dem bekannten Neunfach-Lastschaltgetriebe (SAME) oder J. Deere mit dem neuen „Auto Quad“ für die bekannte Vierfach-Lastschaltung.

Für den Zapfwellenstrang erregte eine Innovation von Valmet Aufsehen, bei der man im Traktor 8750 die maximale Motorleistung manipuliert [3]. Diese wird bei Zugarbeiten auf 118 kW begrenzt, um mit einem leichten Antriebsstrang auszukommen – kann jedoch für Zapfwellenarbeiten auf 140 kW erhöht werden. Dazu mißt man entsprechend Abbildung 5 das Zapfwellendrehmoment über die elastische Verdrehung des Zapfwellenstrangs. Das Ergebnis ist ein auf 140 kW bezogen besonders leichter, kostengünstiger und trotzdem für Zapfwellenarbeiten sehr leistungsfähiger Traktor.

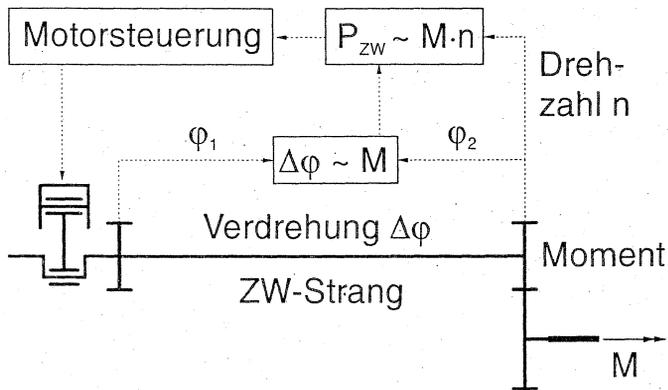


Abb. 5: Steuerung der maximal nutzbaren Motorleistung nach der Zapfwellenbelastung zur Einsparung von Aufwand für das Fahrgetriebe (bedeutet auch Gewichtseinsparung). Traktor Valmet mit „Sigma Power“ 118 / 140 kW, 1997

### 3.4 Fahrerplatz

Das Grundkonzept der Fahrerkabine bestimmt bereits eine Reihe wichtiger Eigenschaften bezüglich des späteren Gebrauchswerts, Tabelle 3. Ein- und Ausstieg sollen nicht nur bequem, sondern auch möglichst unfallsicher sein. Nach Aussage der Berufsgenossenschaften bestehen gerade hier gewisse Risiken. Großräumige Kabinen werden bevorzugt [16], ebenso bleiben in Mitteleuropa Beifahrersitze beliebt.

Die Spurweite von 60 Zoll (1524 mm), die man vor allem in Nordamerika fordert, begrenzt allerdings die äußere Kabinenbreite auf etwa 1 m (Reifenbreite 16,9"). Praktische Details wie ein großer Stauraum und ein leicht zu reinigender Kabinenboden werden sehr geschätzt.

Beim Arbeitsprozeß wird versucht, die Belastungen vor allem dadurch zu senken, daß dem Fahrer Einzelaufgaben der als Regelkreise interpretierbaren Abläufe abgenommen oder daß diese erleichtert werden. Bezüglich der Arbeitsumgebung versucht man, die Störeinflüsse systematisch zu minimieren. Mehrere Firmen bieten inzwischen gefederte Kabinen an, Deutz-Fahr seit 1998 als erster mit Luftfederung. Die Vollast-Geräuschpegel (Fahrerohr) guter Kabinen liegen inzwischen nach „OECD-Code“ nahe bei 70 dB(A), d.h. für Vollgas (geschlossen) niedriger als bei PKW's (Vollgas Autobahn), Klimaanlage sind vielfach Standardausrüstung, gefilterte Zuluft ist seit etwa 20 Jahren Standard.

Der Übergang von gestuften zu stufenlosen Getrieben reduziert die Anzahl der Schalthebel von bisher üblicherweise zwei bis drei auf einen einzigen und ermöglicht gleichzeitig die Integration mehrerer weiterer Funktionen. Das „Shift-by-wire“-Prinzip bietet nicht nur einen überlegenen Komfort beim Fahren, sondern ermöglicht durch Wegschwenk- oder Wegschiebelösungen des Betätigungselements auch einen verbesserten Ein- und Ausstieg.

Tab. 3: Praktische Anforderungen, soweit sie das Kabinen-Grundkonzept wesentlich bestimmen (z.T. angelehnt an Hinweise in [16])

<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ein- und Ausstieg:</li><li>Trittstufenanordnung</li><li>Trittstufengriffigkeit (Verschmutzung)</li><li>Handläufe</li><li>Türöffnung</li><li>Kabinenhöhe</li><li>Sitz-Zugänglichkeit</li><li>Keine „Fußangeln“ beim Verlassen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Kabinengröße, Platzangebot für den Fahrer, Beifahrersitz</li><li>■ Sichtverhältnisse, Rückspiegel</li><li>■ Ablagemöglichkeiten, Stauraum</li><li>■ Reinigungsfreundlicher Kabinenboden</li></ul>
--	---

### 3.5 Hydraulik, Traktor und Gerät

Bei der Entwicklung ist der Übergang zu sogenannten „Load-Sensing-Systemen“ weitgehend abgeschlossen. Dieses seit langem von der landtechnischen Wissenschaft favorisierte Prinzip [13,17] ermöglicht eine energiesparende Proportionaltechnik, bei der der Druckabfall am Betätigungsventil durch Verstellpumpe und Anpassungsventile jeweils konstant gehalten wird. Dadurch erreicht man einen nur noch

von der Ventileinstellung abhängigen Durchflußstrom – Motordrehzahl und Last haben keinen Einfluß. Mehrere Verbraucher können gleichzeitig und ohne gegenseitige Störungen versorgt werden. Für besonders kostengünstige Traktor-Hydraulik-Anlagen setzt man in den letzten Jahren auch Load-Sensing-Ventile in Verbindung mit Konstantpumpen ein. Bei wesentlich geringeren Kosten sind etwas höhere Verluste zu verkraften, weil die Pumpe sich im Förderstrom nicht anpassen kann.

In der nächsten Zukunft werden zur Load-Sensing-Technik vor allem folgende Weiterentwicklungen erwartet:

- Die bessere Nutzung des Prinzips für Geräte (erste Normungsüberlegungen),
- Vorbereitung der Ventile für den Anschluß an CAN-Bus-Systeme, Bosch hat hierzu bereits Geräte vorgestellt.
- Elektronische Druckmessung, digitale Systemkontrolle.

Die Weiterentwicklung der Informationstechnik allgemein wird durch folgende Motive getrieben: Verbesserte landtechnische Verfahren, Sicherheit und Komfort, Ressourcenschonung und Umweltschutz. Im nächsten Schritt wird man versuchen, die Kommunikation zwischen Traktor und Gerät weiterzuentwickeln und über den CAN-Bus möglichst auch schnelle Regelkreise zu realisieren. Entwicklungsbedarf besteht hier auch z.T. noch bei der Sensorik und der Bildverarbeitung. Zur verbesserten Standardisierung wird mit ISO 11783 ein beachtliches Normenwerk entwickelt, von dessen elf Teilen bereits einige fertiggestellt sind. Wesentliche Anstöße dazu gingen von Deutschland aus.

#### **4. Zusammenfassung**

Der Traktor bleibt weltweit das mit Abstand bedeutendste Mechanisierungshilfsmittel der Landwirtschaft, wenngleich in den hochentwickelten Märkten der Umsatzanteil über große Zeiträume betrachtet leicht zurückgeht. Die Konzepte entwickeln sich eher konservativ weiter – die Komponenten eher innovativ mit einer vor allem von Deutschland ausgehenden Traktor-spezifischen Tendenz zu stufenlosen Fahrtrieben, während man bei Traktor-Dieselmotoren heute eher die beachtlichen Fortschritte emissionsarmer Nutzfahrzeuge mitbenutzt. Der anhaltende Vormarsch der Informationstechnik dient nicht nur dem landtechnischen Nutzen, sondern auch der Sicherheit, dem Komfort, der Ressourcenschonung und dem Umweltschutz. Die Elektronikanwendung wird u.a. durch ein neues großes ISO-Normenwerk unterstützt. Innovationen im Traktorenbau wurden in jüngerer Zeit immer häufiger durch vorlaufende Forschungsarbeiten aus Deutschland vorbereitet.

## Literaturverzeichnis

- [1] Renius, K.Th.: Traktor der Zukunft. Vortrag Jubiläumstagung „75 Jahre KTBL“ 22.04.98 Veitshöchheim. Abdruck in KTBL Arbeitspapier 254, S. 27–31. Münster: Landwirtschaftsverlag 1998
- [2] Kutzbach, H.D.: Trends in Crop Harvesting. Vortrag 98-A-051 AgEng '98 International conference on agricultural engineering, Oslo 24.–27.08.1998. Kurzfassg. in Proceed. Part 2, S. 647–648.
- [3] Renius, K.Th. und R. Späth: Traktoren 1997/98. ATZ Automobiltechnische Zeitschrift Jubiläumsjahrgang 100 (1998) H. 7/8, S. 520–522, 524–526 und 528.
- [4] Esch, J.H. et al.: Tractive Performance Comparisons Between a Rubber Belt Track and a Four-Wheel-Drive Tractor. Transactions ASAE 33 (1990) H. 4, S. 1109–1115.
- [5] Klassen, N.D. et al.: Recent developments in agricultural vehicle guidance. Wie [2], paper 98-A-45, Kurzfassung in Proceed. Part 2, S. 637–638.
- [6] Rempfer, M.: Grundlagen der automatischen Reifenluftdruckverstellung bei landwirtschaftlichen Fahrzeugen. Agrartechn. Forschung 4 (1998) H. 1, S. 46–55.
- [7] von Holst, Ch.: Simulation and Verification of Complex Systems Vibration Behaviour. Wie [2], paper 98-A-032, Kurzfassung in Proceed. Part 2, S. 613–614.
- [8] Kirste Th.: Entwicklung eines 30kW-Forschungstraktors als Studie für lärmarme Gesamtkonzepte. Fortschritt-Ber. VDI Reihe 14, Nr. 43. Düsseldorf: VDI-Verlag 1989.
- [9] Renius, K.Th. und G. Sauer: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 8 (1996) S. 55–60 u. 250–252. Münster: Landwirtschaftsverlag 1995.
- [10] Dahm, W. und K. Daniel: Entwicklung der Ölwechselintervalle und deren Beeinflussbarkeit durch Nebenstrom-Feinstölfilterung. MTZ 57 (1996) H.6, S. 326–332 u. 334.
- [11] Warnecke, W. et al.: Belastungsgerechte Ölwartung mit ASSYST. MTZ Motortechnische Zeitschrift 59 (1998) H. 7/8, S. 414–416 u. 418–421.

- [12] Renius, K.Th. und M.Brenninger: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 9 (1997) S. 57–61 u. 278–279. Münster: Landwirtschaftsverlag 1996.
- [13] Lang, Th., A. Römer und J. Seeger: Entwicklung der Hydraulik in Traktoren und Landmaschinen. O+P „Ölhydraulik und Pneumatik“ 42 (1998) H. 2, S. 87–94
- [14] Renius, K.Th. und H. Böhler: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Jahrbuch Agrartechnik 10 (1998) S.56–60 u. 239–240. Münster: Landwirtschaftsverlag 1997.
- [15] Sauer, G.: Grundlagen und Betriebsverhalten eines Zugketten-Umschlingungsgetriebes. Fortschritt-Ber. VDI, Reihe 12, Nr. 293. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996.
- [16] Beunck, H.: 12 Kabinen im Vergleich. Profi 10 (1998) H. 3, S. 10–14 u. 16.
- [17] Römer, A.: Traktorhydraulik. Wie [12], S. 56–71 u. 242–243.



## Systemschlepper: ja oder nein?

Markus Demmel

### 1. Einleitung

Die große Bedeutung des Ackerschleppers als eine Schlüsselmaschine im landwirtschaftlichen Betrieb ist unumstritten. Basierend auf dieser Schlüsselrolle hat der ständige Wandel in den Strukturen der Landwirtschaft besonders auf den Schleppereinsatz, wie auch auf die gesamte Mechanisierung beträchtliche Auswirkungen. Immer leistungsfähigere, sowie eine hohe Arbeitsqualität sichernde Verfahren werden heute und in Zukunft verlangt. Dadurch konnten sich selbstfahrende Arbeitsmaschinen besonders bei den Ernteverfahren mehr und mehr durchsetzen. Nach wie vor werden jedoch im Ackerbau die Bodenbearbeitung, sowie die Bestell-, Pflege- und Verteilarbeiten und viele Transporte mit Schlepper-Gerätekombinationen durchgeführt. Die dabei verwendeten sehr leistungsfähigen und stark spezialisierten Maschinen stellen hohe Anforderungen an die Schlepper.

Ist eine Investition in neue Schleppertechnik notwendig, muß sie im Hinblick auf die zu erwartenden Aufgaben getroffen werden. Dabei stellt sich die grundlegende Frage, welche Schlepperbauform die Anforderungen der vorgesehenen Einsatzbereiche am besten erfüllt. Von der Vielfalt der Bauarten kommen zumeist nur einige wenige in Betracht (Abb. 1).

Überwiegend werden Standardschlepper in unterschiedlichen Baugrößen mit Motorleistungen bis zu 190 kW eingesetzt. Während die Nutzung bei Motorleistungen bis zu 120 kW universell erfolgt, werden die leistungsstärkeren Maschinen vorwiegend für schwere Zug- und Zapfwellenarbeiten verwendet. Der Marktanteil der Systemschlepper, darunter werden Geräteträger, Mittelsitz- bzw. Trac-Schlepper und die Frontsitzschlepper (Unimog) zusammengefaßt, stagniert trotz anderslautender Prognosen von Anfang der neunziger Jahre bei etwa 10 %. In bestimmten Einsatzfeldern, im Obst-, Wein- und Hopfenanbau, in der Berglandbewirtschaftung und in der Großflächenlandwirtschaft Ostdeutschlands haben die Spezialschlepper, vom Schmalspurschlepper bis zum großen Knicklenker oder dem Gummiraupenschlepper ihr Einsatzfeld.

Für zukünftige Schlepperkäufe von Ackerbaubetrieben können die Überlegungen hinsichtlich der Schlepperbauform sehr wahrscheinlich eingeeengt werden auf die Frage **Standardschlepper? Systemschlepper? oder Spezialschlepper bzw. selbstfahrende Arbeitsmaschine?** Ansätze zur sicher nicht zu vereinheitlichenden Beantwortung dieser Frage sollen im Folgenden vorgestellt werden.

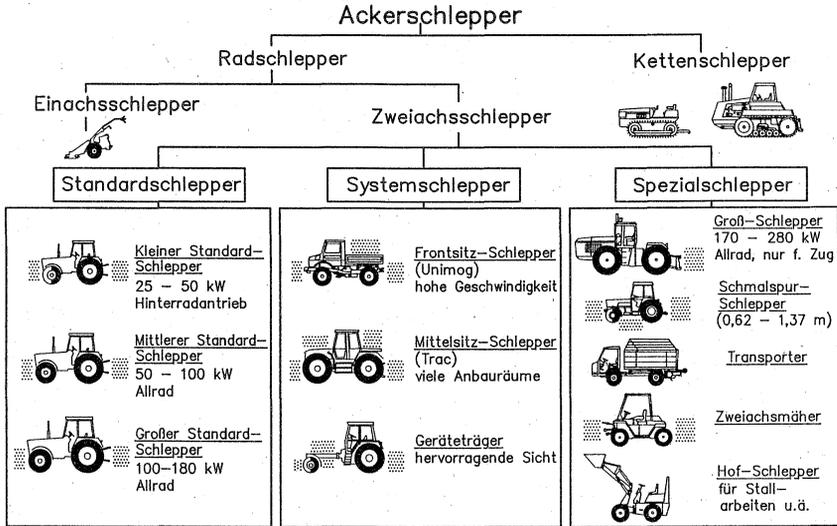


Abb. 1: Schlepperbauarten

## 2. Strukturveränderung landwirtschaftlicher Betriebe

Die Struktur des konkreten landwirtschaftlichen Betriebes bestimmt seine Anforderungen an die Mechanisierung und damit an den Schleppereinsatz. Demnach hat eine Veränderung der Strukturen eine Veränderung der Anforderungen und dadurch der Schlepperauswahl zur Folge. Ein Anwachsen der Betriebsgrößen und die Abnahme der Anzahl der Betriebe ist kennzeichnend für diese Entwicklung (Abb. 2).

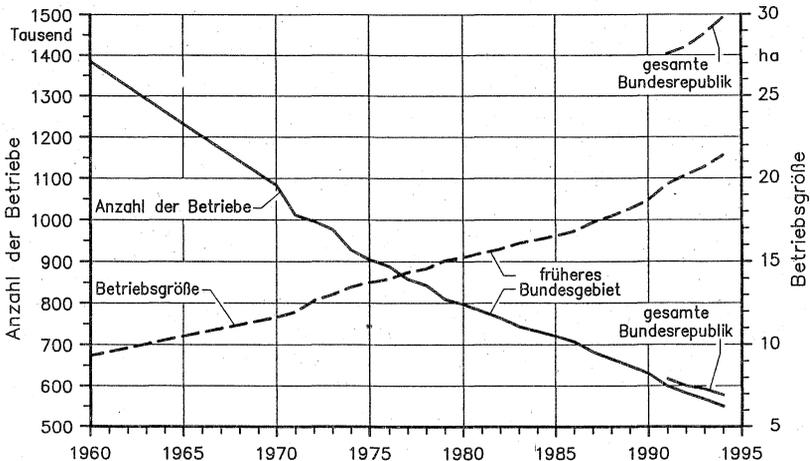


Abb. 2: Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebe in der Bundesrepublik Deutschland (Statistisches Jahrbuch)

Die Wachstumsschwelle hat 1995 eine Betriebsgröße von über 50 ha erreicht.

Aber auch die Spezialisierung der Betriebe nimmt stetig zu (Tab 1):

Tab. 1: Betriebliche Konzentration der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland (früheres Bundesgebiet, statistisches Jahrbuch, ergänzt durch Projektion NEANDER 1986)

	Statistik			Projektion (nach NEANDER 1986)	
	1971	1983	1990	1990	2000
<b>Kenndaten:</b>					
landw. Nutzfläche	12,7 Mio ha	12,0 Mio ha	11,8 Mio ha	11,7 Mio ha	11,3 Mio ha
landw. Betriebe	1 160 000	768 000	667 000	683 000	558 000
LN je Betrieb	11,0 ha	15,3 ha	17,7 ha	17 ha	20 ha
LN je Haupterwerbs- betrieb	17,4 ha	24,7 ha	28,1 ha	28 ha	34 ha
Anteil an: <b>Schwerpunktbetrieben</b> (50% und mehr des Deckungsbeitrages aus einem Produktionsbereich)	78,5 %	92,0 %	94,9 %	95 %	97 %
Anteil an: <b>Spezialbetrieben</b> (75% und mehr des Deckungsbeitrages aus einem Produktionsbereich)	29,1 %	51,2 %	63,5 %	60 %	67 %

Die Statistik zeigt eine sehr starke Zunahme des Anteils an Schwerpunktbetrieben (50% und mehr des Deckungsbeitrages aus einem Produktionsbereich) von 78% 1971 auf 95% im Jahr 1990. Der Anteil der Spezialbetriebe (75% und mehr des Deckungsbeitrages aus einem Produktionsbereich) hat sich im gleichen Zeitraum von 29% auf über 63% mehr als verdoppelt. Diese Entwicklung übertrifft eine Projektion von NEANDER aus dem Jahr 1996 und läßt eine beschleunigte Fortsetzung der Spezialisierung über die Annahmen hinaus erwarten.

### 3. Entwicklung der Schlepperkonzepte und -bauformen im Laufe der Zeit

Vor dem Hintergrund der Veränderung der Landwirtschaft muß die Entwicklung der Schlepperkonzepte gesehen werden (Abb. 3).

Die Mechanisierung und Motorisierung der Landwirtschaft hatte ihren Ausgangspunkt auf den größeren Betrieben. Spezialmaschinen wie Dampf- und Motorpflüge wurden dort eingesetzt, um die Bestellung der großen Flächen zu rationalisieren. Nach dem zweiten Weltkrieg wurde die Motorisierung auf alle Betriebstypen und -größen ausgedehnt. Selbstfahrende Mähmaschinen und Geräteträger für Pflegearbeiten wurden eingeführt. In den sechziger und siebziger Jahren wurden die spezialisierten Schlepperkonzepte von universell nutzbaren Standardschleppern und Geräteträgern verdrängt. In den siebziger Jahren kamen neue Schlepperkonzepte hin-

zu. Besonders die Trac-Schlepper mit speziell abgestimmten Aufbaugeräten konnten sich etablieren.

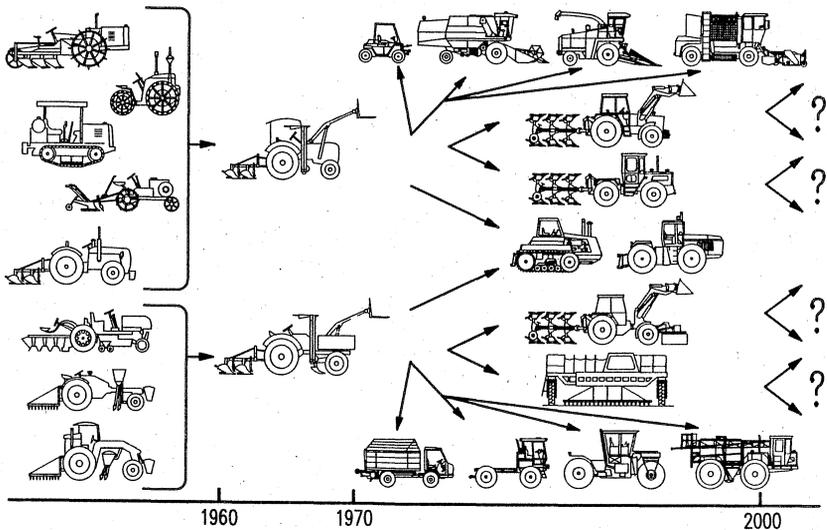


Abb. 3: Schlepperkonzepte im Laufe der Entwicklung

Daneben hat der Anteil der Spezialmaschinen - der selbstfahrenden Arbeitsmaschinen - kontinuierlich zugenommen. Beinahe alle Erntearbeiten werden heute mit Selbstfahrern durchgeführt. Dabei überwiegen die Vorteile der Spezialmaschinen, besonders die optimale Anpassung an die Einsatzbedingungen für höchste Arbeitsqualität und Flächenleistung, die Nachteile einer nur kurzen jährlichen Einsatzdauer und hoher Anschaffungskosten.

Für die Beurteilung der Schlepperkonzepte und -bauarten bezüglich ihrer Vorzüglichkeit für die Arbeiten im Ackerbaubetrieb ist zunächst eine Analyse der Anforderungen der unterschiedlichen Arbeitsverfahren notwendig.

#### 4. Anforderungen und Schlepperbauformen bei Schlepper-Geräte-Kombinationen

Entsprechend der Arbeitsverfahren im Ackerbau unterscheiden sich auch die Anforderungen an die Schlepper. Die wichtigsten sollen hier in stark geraffter Form angesprochen werden.

Bei der **Bodenbearbeitung** ist die möglichst effektive Umsetzung der Motorleistung in Zugleistung gefordert. Die Bodenschonung als dabei zu beachtendes Ziel wurde im Rahmen der neuen Bodenschutzverordnung erstmalig gesetzlich verankert.

Die **Bestellung** kann sehr unterschiedlich geartet sein und kombiniert in Einzelfällen verschiedene Verfahren. Bei gezogenen Geräten ist wiederum eine maximale Zugleistungsausbeute das Ziel. Bei zapfwellenangetriebenen Geräten wird eine maximale Drehleistung verlangt. Ist die Bestellung mit der Aussaat kombiniert, so sind sehr hohe Hubkräfte und Nutzlasten für die schweren Gerätekombinationen aber auch das mitgeführte Saatgut erforderlich.

Um die Verfahrensleistung bei **Verteil- und Pflegearbeiten** zu optimieren, werden hohe Nutzlasten benötigt. Durch ein möglichst geringes Eigengewicht ließe sich der Bodendruck begrenzen. Der Schlepper muß auch an die verschiedenen Kulturen angepaßt werden können, was z.B. Spurweiten und Bodenfreiheit betrifft.

Für die Erledigung von **Erntearbeiten** ist die Bereitstellung von Zapfwellenleistung, besonders aber eine optimale Anpassung der Arbeitsgeschwindigkeit an die Einsatzverhältnisse notwendig.

Bei **Transporten** sind die Zugleistung, die maximale Fahrgeschwindigkeit und die Fahreigenschaften bei hohen Geschwindigkeiten entscheidend.

**Ladearbeiten** stellen besondere Anforderungen an die Wendigkeit, die Schubkraft bei extrem niedrigen Geschwindigkeiten und die Stabilität des Schleppers.

Allen Arbeiten gemeinsam sind die Forderungen des Bedieners nach einem optimal gestalteten Arbeitsplatz, der für alle Einsatzfälle die notwendige Übersicht bei leichter Bedienbarkeit und bei maximalem Schutz vor Lärm, Vibrationen, Staub und Witterung bietet.

Diese sehr reduzierte Aufstellung zeigt bereits die Vielfalt der Anforderungen. Soll ein Schlepper für möglichst viele Einsatzfälle geeignet sein, also möglichst universell eingesetzt werden können, so muß der Konstrukteur zur Erfüllung der teilweise konträren Anforderungen Kompromisse eingehen. Besonders bei der Verbindung von hoher Zugleistung mit geringem Eigengewicht und hoher Nutzlast ergeben sich kaum lösbare Gegensätze. Diese stellen jedoch die Rahmenbedingungen für die Konzeption und Konstruktion universell nutzbarer Standard- und Systemschlepper dar.

## 5. Einsatzschwerpunkte von Systemschleppern

Im Jahr 1989 wurde von der Landtechnik Weihenstephan eine Erhebung zum Einsatz von Schleppern bei Pflege- und Verteilarbeiten durchgeführt. Diese Untersuchung hatte unter anderem zum Ziel herauszufinden, ob Unterschiede bei der Verwendung von Standardschleppern und Systemschleppern für diese Aufgaben bestehen (Tabelle 2).

Tab. 2: Absolute und relative Anteile auch für Verteil- und Pflegearbeiten eingesetzter Schlepperbauformen

Schlepperbauform	Anteil an allen Schleppern		Anteil "im Pflegeinsatz"		relativer Anteil im Pflegeinsatz an allen Schleppern einer Bauform
	absolut	relativ	absolut	relativ	
Standard	961	50 %	380	33 %	40 %
MB-trac	442	23 %	346	30 %	78 %
Fendt GT/GTA	384	20 %	346	30 %	90 %
Intrac	39	2 %	34	3 %	87 %
UNIMOG	96	5 %	46	4 %	46 %
Gesamt	1922	100 %	1152	100 %	66 %

Die befragten Betriebe wurden über das ganze Bundesgebiet verteilt zufällig aus den Kundenkarteien der Hersteller ausgewählt. Bedingung war nur, daß sie in den letzten 10 Jahren zumindest einen Systemschlepper (Geräteträger, Trac-Schlepper oder Unimog) gekauft hatten.

Die Analyse zeigt, daß in diesen Betrieben (577 Betriebe, mittl. Betriebsgröße 91 ha, 3,3 Schlepper pro Betrieb) deutlich mehr Systemschlepper eingesetzt werden als üblich. Es zeigt sich, daß diese Systemschlepper zu einem mehr als doppelt so hohen Anteil (78-98%) zu "Verteil- und Pflegearbeiten" verwendet werden, als die Schlepper in Standardbauweise (40%). Eine Ausnahme machen hier nur die Unimogs (46%).

In diesem Zusammenhang ist von weiterem Interesse, inwieweit spezifische Eigenschaften der Systemschlepper, hier vorwiegend die Möglichkeit eines Aufbaues genutzt werden (Tabelle 3). Von den 1152 Schleppern, die auch für Pflege- und Verteilarbeiten Verwendung finden, werden beinahe alle für den Pflanzenschutz eingesetzt. Dabei wird in jeweils über 60 % der Fälle bei den Trac-Schleppern die Möglichkeit zum Aufbau eines Spritzmittelbehälters genutzt. Bei den Geräteträgern liegt dieser Anteil bei nur 40 %.

Einen weiteren Aufschluß über den Umfang und den Grad der Nutzung unterschiedlicher Schlepperbauarten für Pflege- und Verteilarbeiten ergibt die Auswertung der Einsatzzeitanteile, aufgeteilt nach Schlepperbauarten (Abb. 4).

Tab. 3: Absoluter und relativer Anteil von aufgebauten und aufgesattelten Pflanzenschutzspritzen bei unterschiedlichen Schlepperbauformen

Schlepperbauform	Anzahl "im Pflegeeinsatz"	Anteil Pflanzenschutz		Anteil Anbauspritze		Anteil Aufbauspritze		Anteil gez. Spritze	
		abs.	relativ	abs.	relativ	abs.	relativ	abs.	Relativ
Standard	380	374	92 %	344	92 %	--	--	30	8 %
MB-trac	346	337	97 %	106	31 %	207	62 %	24	7 %
Fendt GT/GTA	346	323	93 %	185	57 %	128	40 %	10	3 %
Intrac	34	28	82%	10	36 %	17	61 %	1	3 %
UNIMOG	46	45	98 %	17	37 %	28	61 %	--	--
Gesamt	1152	1108	100 %	663	60 %	380	34%	65	6 %

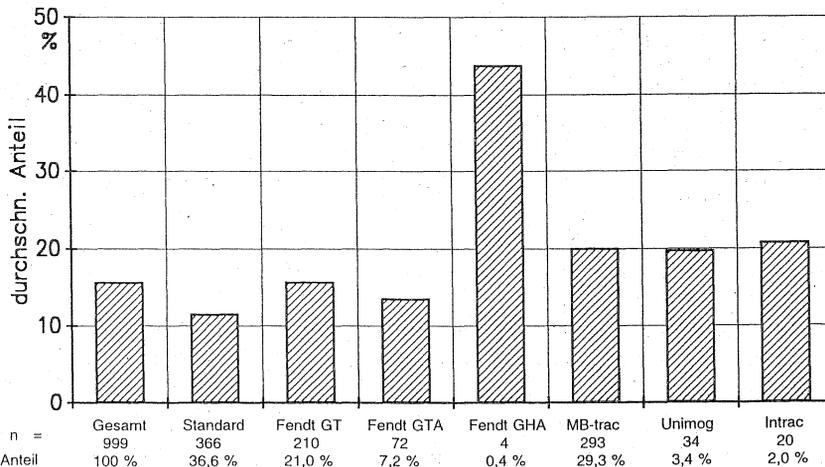


Abb. 4: Durchschnittliche Anteile von Pflege- und Verteilarbeiten an der jährlichen Einsatzzeit

Deutlich ist erkennbar, daß die Systemschlepper einen höheren durchschnittlichen Anteil der Einsatzzeit für Pflege- und Verteilarbeiten aufweisen als die Standardschlepper und der Durchschnittswert aller Schlepper. Eine Ausnahme bilden Standard- und Allradgeräteträger mit geringeren Anteilen, einen sehr hohen Einsatzanteil erreichen Hochradgeräteträger.

Die Einsatzanteile um die 20 % belegen aber auch, daß die Systemschlepper nicht als "reine" Pflegeschlepper eingesetzt werden. Nur etwa 10 % aller Systemschlepper

(auch Standardschlepper) erreichen Zeitanteile für Pflege- und Verteilarbeiten von über 60 %. Der Großteil wird jedoch sehr vielseitig eingesetzt. Leichte und mittlere Transportarbeiten bilden dabei mit 20-30 % der Einsatzzeit (bei allen Bauarten) einen gewissen Schwerpunkt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die speziellen Möglichkeiten der Systemschlepper besonders zum Aufsatteln von Lasten in der Mehrzahl der untersuchten Einsatzfälle genutzt werden. Dennoch machen die Pflege- und Verteilarbeiten nur bei einem geringen Anteil der Systemschlepper den überwiegenden Einsatzzeitanteil aus. Vielmehr dominiert auch hier der universelle Einsatz mit einem Schwerpunkt bei leichten und mittelschweren Transportaufgaben.

## **6. Entwicklung des Einsatzes selbstfahrender Arbeitsmaschinen**

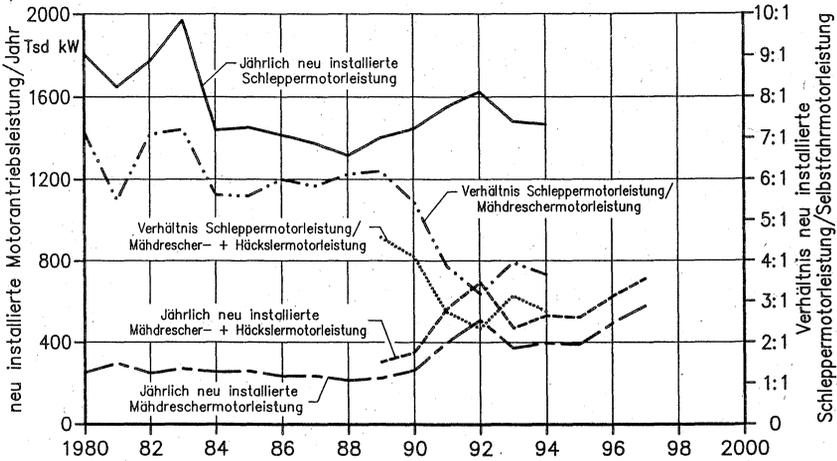
Wie bereits mehrfach erwähnt, stehen Ackerschlepper-Gerätekombinationen in vielen Verfahren des Ackerbaues in direkter Konkurrenz zu Spezialmaschinen in Form selbstfahrender Arbeitsmaschinen. Bei den Ernteverfahren haben sich die Selbstfahrer - selbstfahrende Mähdrescher, Feldhäckler und Rübenroder - bereits weitgehend durchgesetzt. Erstmals kamen 1998 auch selbstfahrende Großflächenmäher und Kartoffelrodebunker zum Einsatz.

Beim Umschlag von Gütern haben Gabelstapler, Radlader und neuerdings auch Teleskoplader Einzug in die Betriebe gehalten. Selbstfahrende Rübenlade- und -reinigungsgерäte - die sogenannten Lademäuse - verdrängen bei der Zuckerrübenabfuhr die anderen Ladegeräte. In der Rübenabfuhr hat der LKW den Schlepper mit Anhänger ebenfalls fast vollkommen verdrängt.

In den überbetrieblich eingesetzten Maschinenketten zur Gülleausbringung werden überwiegend selbstfahrende Trägerfahrzeuge zur Applikation im Feld verwendet, ebenso bei der Klärschlammausbringung.

Erstmals wurde in diesem Jahr eine selbstfahrende Pflanzenschutzspritze, auch hier in Bayern, über einen Maschinenring eingesetzt. Die weite Verbreitung von Selbstfahrerspritzen in Großbritannien, Frankreich und den neuen Bundesländern zeigt die möglichen Einsatzpotentiale.

Die zunehmende Zahl selbstfahrender Arbeitsmaschinen reduziert das Einsatzpotential der klassischen Schlepper-Gerätekombinationen. Die große Leistungsfähigkeit der Selbstfahrer, neben der Spezialisierung ein Entscheidungsgrund zugunsten dieser Technik, läßt diesen Effekt besonders deutlich ausfallen. Dies läßt sich für die selbstfahrenden Erntemaschinen klar aufzeigen (Abb. 5).



Quelle: Stat. Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, LAV, Mitteilungen des Kraftfahrtbundesamtes

Abb. 5: Entwicklung der neu installierten Antriebsmotorleistungen von Ackerschleppern, Mähdreschern und Feldhäckslern in der Bundesdeutschen Landwirtschaft (Quellen: Stat. Jahrbuch, LAV, Mitteilungen des Kraftfahrtbundesamtes)

Während noch 1980 auf eine neu installierte Motor-Kilowattstunde der selbstfahrenden Mähdrescher sieben Motor-kW neu zugelassener Ackerschlepper kamen, hat sich dieses Verhältnis bis 1994 auf unter 1 : 4, unter Einbeziehung der Feldhäckslern auf unter 1 : 3 reduziert. Die Einbeziehung der nicht in Statistiken erfaßten selbstfahrenden Zuckerrübenroder, selbstfahrenden Ladegeräte (Gabelstapler, Radlader, Teleskoplader, Rübenreinigungslader), der Lastkraftwagen auf Großbetrieben und in Rübenabfuhrgemeinschaften sowie zuletzt auch der ersten selbstfahrenden Spritzen würde das Verhältnis sicherlich auf etwa 1 : 2 sinken lassen.

Trotz der bekannten Nachteile von Spezialmaschinen (Einsatz nur während eines kurzen Zeitraumes, hoher Investitionsbedarf, ...) überwiegen die Vorteile (hohe Arbeitsproduktivität, hohe Arbeitsqualität, ...) und werden sicher weiterhin, wenn auch vielleicht etwas gebremst, zu einer Zunahme der Arbeitserledigung mit selbstfahrenden Arbeitsmaschinen führen.

## 7. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Weltweit reagieren die großen Landtechnikhersteller auf den Trend hin zur selbstfahrenden Arbeitsmaschine. Selbstfahrende Mähdrescher und Feldhäckslern sind feste Bestandteile der Produktpaletten. Im letzten Jahr wurden zusätzlich die wichtigsten Hersteller von selbstfahrenden Pflanzenschutzspritzen von den Großkonzernen übernommen - AGCO kaufte in den USA Spray Coupe und Willmar, CASE erwarb

in England Gem und in den USA Tyler und JOHN DEERE kaufte in Holland Douven und produziert in den USA eigene selbstfahrende Spritzen. Jeder große Landtechnikkonzern hat darüberhinaus mittlerweile auch Teleskoplader im Angebot. Selbstfahrende Baumwollpflücker, Traubenernter und Zuckerrohrernter ergänzen die Reihe der selbstfahrenden Spezialmaschinen in den Produktlinien der "Global Player".

Daneben werden die Standardschlepper mit immer höherer Motorleistung versehen. Mit 150-190 kW und den entsprechenden Leistungsgewichten sind sie zu Spezialisten für die schwere Bodenbearbeitung und die kombinierte Bestellung geworden und lassen sich zusätzlich gerade noch für schwere Transportaufgaben einsetzen.

Auch in Zukunft wird jedoch der wirklich universell genutzte Schlepper in Standardbauform mit Motorleistungen zwischen 60 und 110 kW viele Einsatzbereiche und damit eine sehr große Verbreitung behalten. Er wird in allen Betriebsformen sowohl als alleinige Maschine als auch in Ergänzung zu Großschleppern und Spezialmaschinen Verwendung finden.

Wo aber können die in Bauform und Baugröße sehr unterschiedlichen Systemschlepper vor dem Hintergrund einer solchen Entwicklung eingeordnet werden?

Die heute verfügbaren Systemschlepper, vom Geräteträger über die Trac-Schlepper bis zum Großträger Xerion, sind in ihrer Konzeption Universalschlepper mit den bekannten Heck- und Frontanbauflächen und zusätzlich einem oder mehreren Aufbauflächen. Dadurch müssen sie mehr als irgend eine andere Bauform die hohen und besonders auch konträren Anforderungen der unterschiedlichsten Aufgaben, für die sie ja besonders geeignet sein sollen, in ihrer Konstruktion vereinigen. Dies verursacht hohe Kosten und erlaubt dennoch nicht die optimale Erfüllung aller Anforderungen.

Systemschlepper stellen gegenüber den Standardschleppern einen noch weitergehenden Kompromiß zwischen den unterschiedlichen und teilweise gegensätzlichen Anforderungen an landwirtschaftliche Zugmaschinen dar. Demgegenüber stehen die Spezialmaschinen, deren Konstrukteure beinahe weitestgehend den Anforderungslisten der Arbeitsverfahren Folge leisten dürfen. Die nutzwertanalytische Beurteilung der Eigenschaften von Standardschleppern, Systemschleppern und selbstfahrenden Arbeitsmaschinen belegt dies (Tab. 4).

Deutlich wird, daß Systemschlepper nur in Verbindung mit speziellen Geräten im spezifischen Einsatz (z.B. mit der aufgesattelten Pflanzenschutzspritze) Vorteile gegenüber Standardschleppern aufweisen. So eingesetzt stellen sie einen Übergang hin zu selbstfahrenden Arbeitsmaschinen dar.

Dementsprechend wird der Systemschlepper im Spannungsfeld zwischen Standardschlepper und selbstfahrender Arbeitsmaschine nur dann überleben, wenn er zu-

mindest in Teilbereichen spezialmaschinenähnliche Schlepper - Gerätekombinationen ermöglicht. Bei der Pflanzenschutzmittelapplikation haben viele Geräteträger, Trac-Schlepper und Unimogs bisher eine solche Rolle eingenommen.

Tab. 4: Nutzwertanalytische Beurteilung der Eigenschaften von Schlepperkonzepten für Arbeitsverfahren im Ackerbau

Eigenschaften	Beurteilung der Schlepperkonzepte*			
	Standardschlepper	Systemschlepper		selbstfahrende Arbeitsmaschine
		universell genutzt	spezifisch genutzt	
Arbeitsleistung	3	3	4	5
Arbeitsqualität	3	3	3	5
Anpassung an Arbeitsverfahren	3	3	4	5
Anpassung an Einsatzbedingungen	3	3	4	5
universelle Verwendung	5	5	5	1
technische Ausstattung	4	4	4	5
Bedienung (mit Gerät)	3	3	4	5
Kapitalbedarf	5	4	3	2
<b>Gesamtbewertung (gleiche Wichtung)</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,9</b>	<b>4,1</b>

\* 5 = sehr gut, 4 = gut, 3 = ausreichend, 2 = mangelhaft, 1 = nicht erfüllt

Ob dies in der Zukunft ausreichen wird, um einen ausreichenden Bedarf an Systemschleppern zu sichern, bleibt dahingestellt. Denn die wachsenden und sich spezialisierenden Betriebe stellen in Zukunft weiter wachsende Anforderungen an die Arbeitskapazität und -qualität. Und diese Anforderungen werden zu einer Zunahme des Einsatzes von Spezialmaschinen führen, wie sie WELSCHOF bereits 1981 festgestellt hat (Abb. 6).

Sicherlich wird die Einordnung des Einsatzschwerpunktes von Systemschleppern in kleinen, wenig spezialisierten Betrieben in Frage gestellt werden, die Analyse der Verwendung der entsprechenden Schlepperbauformen in der Pflegeschlepperumfrage hat dies gezeigt. WELSCHOF hatte dabei den Systemschlepper als neues, universell nutzbares "Ein-Mann-System" im Auge. Hierfür bestehen jedoch keine Einsatzfelder mehr.

Es deutet also alles darauf hin, daß es universell nutzbare Systemschlepper in den unterschiedlichsten Bauformen und Baugrößen in Zukunft sehr schwer haben werden, eine dauerhafte Position zwischen den mit großem Entwicklungsaufwand perfektionierten und universell ausgestatteten Standardschleppern und den spezialisierten selbstfahrenden Arbeitsmaschinen einzunehmen. Sie werden ein Nischenprodukt bleiben, dessen Bestehen davon abhängen wird, diese erfolgreich auszufüllen.

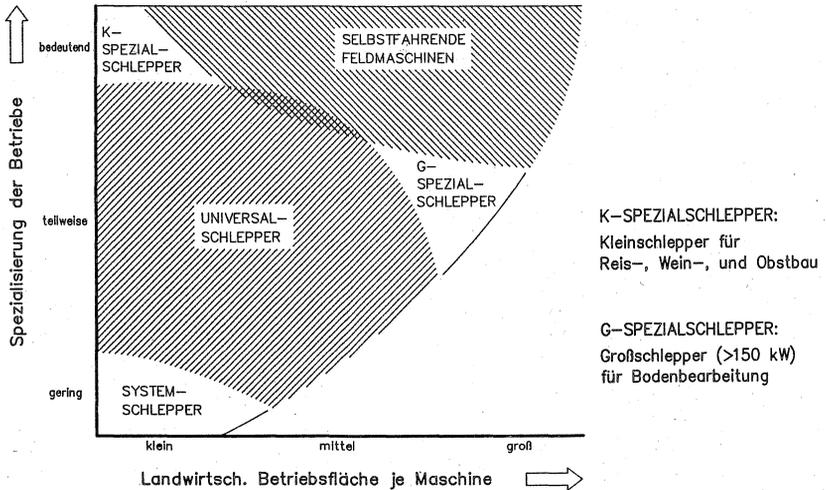


Abb. 6: Anwendungsschwerpunkte von Ackerschleppern und selbstfahrenden Feldmaschinen (nach WELSCHOF 1981)

## 8. Literatur

Demmel, M.: Analytische und modellhafte Ableitung der Anforderungen an Schlepperkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten. Forschungsbericht Agrartechnik 309, 1997, Dissertation, Weihenstephan.

Demmel, M., H. Auernhammer: Spezialisten oder Alleskönner? Anforderungen an Traktorkonzepte für Pflege- und Verteilarbeiten. Landtechnik 52 (1997), Heft 5, S.237-239.

Neander, E.: Tendenzen der Strukturentwicklung in der Landwirtschaft bis zum Jahr 2000. In: Welche Zukunftschancen für meinen Betrieb und meine Familie? Arbeiten der DLG, Band 186. Frankfurt/Main: DLG, 1986.

Renius, K.Th.: Traktor der Zukunft. In: Investitionen in Technik und Bauwesen für eine nachhaltige Landwirtschaft. KTBL Arbeitspapier 254, Münster-Hiltrup, 1998, S. 41-53.

Welschhof, G.: Der Ackerschlepper - Mittelpunkt der Landtechnik. In: Landtechnik im Dienste des Menschen, HRSG.: Verband Deutscher Ingenieure, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1981, S.11-17.

## Einsatzerfahrungen mit einem Gummiraupenschlepper

Josef Schmid und Johann Keller

### Betriebsbeschreibung

Die betrieblichen Verhältnisse der Finck'schen Gutsverwaltung Möschenfeld stellen sich wie folgt dar:

### Organisation

### Marktfrucht-Spezialbetrieb

Körnerfrüchte, Getreide, Raps und Körnermais

#### 4 Betriebsstellen

(3 ehemalige Gutsverwaltungen)

Möschenfeld	219 ha	Lkr. M
Keferloh	88 ha	Lkr. M
Wolfersberg	67 ha	Lkr. EBE
Ingelsberg	<u>50 ha</u>	Lkr. EBE
	<u>424 ha</u>	

#### Entfernungen

Möschenfeld – Keferloh	6 km
Möschenfeld – Wolfersberg	5 km
Möschenfeld – Ingelsberg	9 km
Keferloh – Ingelsberg	14 km

#### Transporte innerbetrieblich

1.650 t	Getreide
300 t	Körnermais
<u>280 t</u>	Raps
<u>2.230 t</u>	

= ca. 90 Ladungen à 250 dt

= ca. 180 Ladungen à 125 dt

#### Schlaggrößen

Ø 10,9 ha, 39 Feldstücke laut Mehrfachantrag,  
größtes Feld 74,5 ha,  
über 30 ha groß sind nur 3 Felder

#### Schlepperbestand

<u>1967</u>	<u>1998</u>
12 Schlepper	4 Schlepper
von 22-52 PS	von 95-260 PS
<b>109 PS je 100 ha</b>	<b>146 PS je 100 ha</b>

8 Pferde

1 Teleskopstapler 82 PS

## **Entwicklung und Stand des Schleppereinsatzes**

Die Mechanisierung setzte auf den von Finck'schen Gutsbetrieben sehr früh ein. Um die Jahrhundertwende war Gut Unterbiberg ein erster landtechnischer Demonstrations- und Musterbetrieb für die Nutzenanwendung von elektrischem Strom. Ab 1920 waren erste Schlepper im Einsatz, und zwar der Marke Hansa Lloyd. Diese wurden nicht mit Dieselöl, sondern mit wasserhellem Gasöl betrieben. Dieses war wenig zündfreudig, das Starten soll ein Kapitel für sich gewesen sein. In der Biographie des 1924 verstorbenen Gründers Reichsrat Wilhelm von Finck heißt es: „...der Motor hatte schon lange auf seinen Gütern gearbeitet, ehe er sich selbst durch ein Auto seine Besuche und Besichtigungen erleichtern ließ.“ Dazu muß man wissen, daß er Rudolf Diesel persönlich gefördert, die MAN mitgegründet und das erste E-Werk an der Isar gebaut hat.

Im Jahre 1967 waren neben 8 Pferden auf den heute zum Gut Möschenfeld zusammengefaßten 3 Gutsverwaltungen 12 Schlepper im Einsatz. Der stärkste Schlepper hatte seinerzeit 52 PS. Allradantriebe waren nicht vorhanden. Von den damals 5 verwendeten Schlepperfabrikaten ist nur noch das Fabrikat Deutz auf dem Markt.

Heute ist im Bereich Möschenfeld nur noch 1 Fabrikat in Form von Standardschleppern vertreten. Die zwischenzeitlich eingesetzten Systemschlepper mußten, weil nicht mehr produziert, wieder weichen.

## **Einsatzverfahren mit einem Raupenschlepper**

Die Frage, warum wir einem Praxiseinsatz mit dem Raupenschlepper näher getreten sind, lag darin, daß der bisher stärkste Schlepper, ein 160 PS Tracschlepper, ersetzt werden mußte. Die Firma Claas bot neu auf dem Markt den Gummiraupenschlepper „Challenger,“ an und die Firma Gruber in Ampfing machte uns ein verlockendes Mietangebot, dem wir näher getreten sind.

Da für das Frühjahr 1998 ein Schlepperkauf anstand, wurde ab Herbst 1997 mit dem Testen der infrage kommenden Schlepper begonnen. Die Anmietung des Challenger auf Stundenbasis ergab sich durch persönlichen Kontakt. Ein weiterer Grund lag darin, daß wir genug Zeit haben wollten, uns mit dieser Technik vertraut zu machen, um die angehängten Geräte optimal einsetzen zu können. Als Geräte wurden ein Grubber (Lemken Smaragd, 4,70 m AB), eine Eggenkombination Egge + Egge (7,20 m AB), ein 7 Schar Vario-Aufsattelpflug mit Streifenkörper und einem Doppelringpacker eingesetzt. Die Ergebnisse eines praktischen Einsatzvergleiches beim Pflügen sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Kennzahlen des Einsatzvergleiches

Schleppertyp	Challenger C35	John Deere 8300	Fendt 824	Fendt 926
Motor	6 Zylinder Cat	6 Zylinder John Deere	6 Zylinder MAN	6 Zylinder MAN
Leistung [KW]	156	191	169	191
Hubraum [l]	6,6	8,1	6,8	6,8
Einsatzgewicht beim Test [kg]	10. 800	9 400	9 000	9 200
gepflügte Fläche [ha]	74,5	20	32	74,5
Flächenleistung [ha/h]	2,5	1,8	1,8	2,2
Dieselölverbrauch [l/h]	35	42	40	36
Dieselölverbrauch [l/ha]	14	23	22	16

Die Bedienung des Challenger CS 35 gleicht in etwa der G-Serie von Ford und Fiat. Wer das Fahrzeug beherrscht – nur Handgas, Eigenart der Differentiallenkung – der fährt auf dem Acker wie auf der Straße gleichermaßen gut.

Bei der Saatbeetbereitung und beim Gubbern ist man überrascht vom ruhigen Lauf der 2 m langen und 63 cm breiten Laufbänder, die mit gut 2,50 m<sup>2</sup> Aufstandsfläche bei 10.800 kg Gewicht die Motorleistung optimal in Zugleistung umsetzen. Es macht richtig Spaß, Bodenbearbeitung durchzuführen. Obwohl diese Maschine an sich nicht zum Transport, sondern nur für die Arbeit auf dem Acker konzipiert ist besteht beim Fahren auf der Teerstraße oder auf dem Feldweg in Bezug auf Laufruhe kein Unterschied zum Radschlepper - trotz ungefederter Vorderachse bei einer Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h,

Schlupf im Acker ist bei beiden Systemen – Rad und Gummikette – gegeben. Im reinen Zugbetrieb auf dem Acker gibt es wenig Vergleichbares zur Raupe. Auf dem Betrieb gibt es eine Hangfläche in Ingelsberg, die mit Radschleppern nur seitwärts bearbeitet werden kann. Mit der Challenger wurde die ca. 30%ige Hangfläche beim Grubbern "rauf-runter" bearbeitet. Probleme entstehen, wenn eventuell seitlich am Hang auf noch feuchtem Boden gearbeitet wird. Trotz Gegenlenken mit der Differentiallenkung zieht das Anhängegerät das Gespann hangabwärts. Was ebenfalls zum Problem bei der Traktion werden könnte, sind noch vorhandene Zwischenfrüchte oder nasses Rübenblatt. Wir konnten in dieser Sache keine Erfahrungen sammeln.

Hinsichtlich der Vorteile beim Bodendruck sind genügend wissenschaftliche Untersuchungen angestellt worden. Wir konnten im trockenen Herbst '97 nach der Wintergerstensaatsaat überhaupt keine Spurschäden feststellen, wobei andere Betriebe in unserer Gegend große Probleme hatten. Die Bodenbearbeitung war in jeder Beziehung ideal.

Als negativ erwies sich der hohe Verschleiß am Gummilaufwerk durch starke Beschädigungen. Gepflügt wurde in der Furche, wodurch das Laufwerk ständig mit Erde befüllt war, wobei Sand bzw. Humus und Lehm überhaupt kein Problem darstellen. Es gelangt aber auch eine Vielzahl von Steinen ins Laufwerk. Durch unseren Schotterboden, der aus Kalksteinen besteht, die bei Frostbruch sehr scharfkantig werden, kam es innen an den Laufbändern zu Beschädigungen der Gummieinlagen, die zum Teil bis auf die Stahleinlagen durchdrangen. Nicht nur im Innen-, sondern auch im Außenteil und im Stollenbereich des Gummilaufwerks befanden sich Schnitte mit 2-3 cm Tiefe. Nach 200 Stunden Einsatz glichen die Laufbänder einem Reifen, der am Radschlepper ca. 5000 Stunden im Einsatz war.

Der hohe Verschleiß im Laufwerksbereich – nicht nur beim Pflügen in der Furche –, die bedingten Einsatzmöglichkeiten für Transportarbeiten, aber auch die Anschaffungskosten führten bei uns im Betrieb zur Entscheidung, einen Radschlepper zu kaufen.

# Trends im überbetrieblichen Schleppereinsatz am Beispiel AgroRent

Franz Wagner

## 1. Vorstellung der AgroRent

Die AgroRent GdbR ist eine Vereinigung von derzeit 48 Landwirten im Maschinenring Buchhofen e.V., die im Bereich des Schleppereinsatzes Kosten sparen wollen. Gemeinsamer Schleppereinkauf in der GdbR und bessere Auslastung der immer teurer und leistungsfähiger werdenden Technik sind weitere Ziele.

Die AgroRent GdbR wurde am 13. Januar 1992 nach einem Probejahr ('91) von damals 12 Landwirten mit dem Ziel gegründet, vor allem die teureren, größeren Schlepper und schweren Bodenbearbeitungsgeräte auf den Betrieben durch Mietmaschinen in bäuerlicher Hand zu ersetzen.

## 2. Technikausstattung

Derzeit besitzen die Mitglieder der AgroRent GdbR folgende Schlepper und Maschinen.

### Schlepper:

JohnDeere	7810	185 PS	Bauj. '97	(1000 h in '97)
JohnDeere	6800	120 PS	Bauj. '95	( 800 h pro Jahr)
Fendt	514 c	140 PS	Bauj. '95	( 700 h pro Jahr)
JohnDeere	6910	135 PS	Bauj. '98	( Mietmaschine in '98)

### Pflüge:

5-Schar Lemken	Bauj. '97	(414 ha in 1997)
4-Schar Lemken	Bauj. '95	(253 ha in 1997)
4-Schar Lemken (Steinsich.)	Bauj. '97	(210 ha in 1997)
3-Schar Niebler-Kombipflug	Bauj. '98	(Mietmaschine in '98)

### sonstige Geräte:

4,75 m RAU-Scheibenegge	Bauj. '93	(Ø 300 ha / Jahr)
6,00 m Europak-Kombination	Bauj. '94	(Ø 250 ha / Jahr)

Eine geographische Übersicht der Mietstationen ist in Abbildung 1 zu finden.

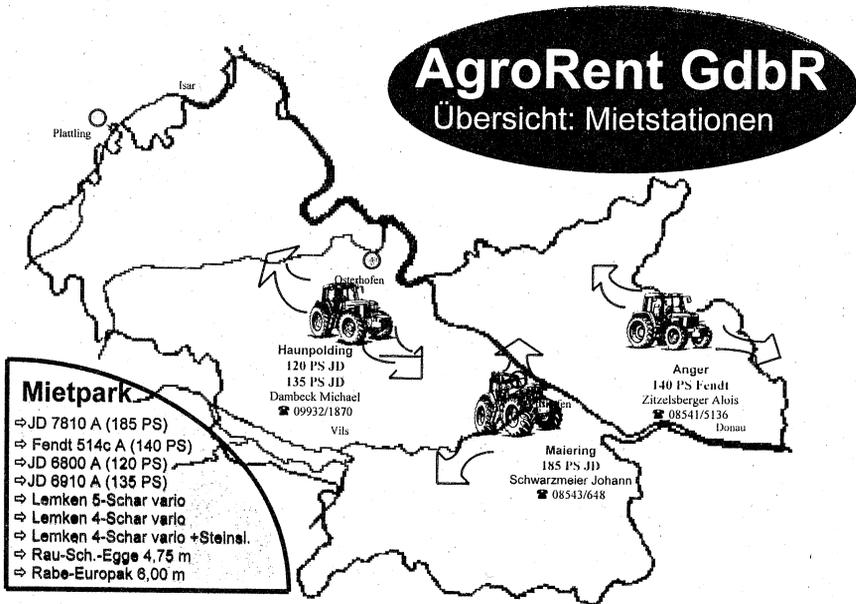


Abb. 1: Standort der Mietmaschinen

### 3. Organisation

#### Disposition

Die Planung und Vergabe der Schlepper mit oder ohne Anbaugeräte erfolgt ausschließlich über die MR-Geschäftsstelle. Die Spielregeln sind in der Geschäfts- und Benutzungsordnung genau festgelegt (siehe Anhang).

Die Verplanung der Maschinen erfolgt nach Anmeldung und wird bei Bedarf durch die MR-Geschäftsstelle optimiert, um unnötige Straßenfahrten zu minimieren oder Dringlichkeitsentscheidungen durchzuführen oder die Einsatzdauer pro Tag zu bestimmen. Tabelle 1 zeigt einen Einsatzplan.

#### Kundenbetreuung

Rücksprache, Abstimmung und Entscheidung nach Dringlichkeit obliegt dem Einsatzleiter im MR-Büro. Oberstes Ziel ist, eine möglichst optimale Kundenzufriedenheit zu erreichen.

Kontrolling

Vor allem der pflegliche Umgang mit den Schleppern und Maschinen bedarf einer ständigen Kontrolle. Die Kontrolle hat möglichst unmittelbar nach dem Einsatz und mit entsprechender Genauigkeit zu erfolgen.

Tab. 1: Einsatzplan '98

KW: \_\_\_\_\_

Technik	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Schlepper JD 185 PS							
Schlepper Fendt 140 PS							
Schlepper JD 135 PS							
Schlepper JD 120 PS							
Pflug 5-schar							
Pflug 4-schar							
Pflug 4-sch./Steinsi.							
Scheibenegge							
Niebler-Pflug Europak							

**Abrechnung**

Die Abrechnung erfolgt aufgrund der Aufzeichnungen im Lieferscheinheft (Tab. 2).

Tab. 2: Lieferschein



# AgroRent

## ⊙ Lieferschein ⊙



Datum: .....

Mieter: .....

Name, Vorname

Wohnort

<i>Mietgegenstand</i>	<i>Zähler-Anfang</i>	<i>Zähler-Ende</i>	<i>Gesamt/h (ha)</i>
Schlepper (JD 185 PS)			
Schlepper (JD 120 PS)			
Schlepper (JD 135 PS)			
Pflug (5-Schar)			
Pflug (4-Schar)			
Pflug (4-Schar Niebler-Kombipflug)			
Scheibenegge (Rau 4,75 m AB)			
Kombination (Europak 6,00 m AB)			
Schlepper (Fendt 140 PS)			
Pflug (4-Schar + Steinsicherung)			

Technik abgeholt von: ..... zurückgebracht zu: .....

**Station:**  Technik wurde einwandfrei zurückgebracht!

Technik wurde nicht einwandfrei zurückgebracht ⇒ Bitte Kontrollblatt ausfüllen!

.....  
**Unterschrift Mieter**

.....  
**Unterschrift Mietstation**



Ich bin damit einverstanden, daß der MR die erfolgte Vermietung von meinem Betriebskonto abrechnet (=Abbuchungsvollmacht)!

In aller Regel wird nach Einsatzschwerpunkten abgerechnet. Die Mitglieder sind nach DM-Beträgen an der GdbR beteiligt. Sie zahlen zu Beginn des Jahres ihren DM-Anteil je nach Beteiligung und können dafür die verschiedenen Schlepper bis zum ‚Verbrauch‘ ihrer Beteiligung benutzen. Beim Überschreiten von 20% ihrer Beteiligung an der GdbR zahlen auch Mitglieder den höheren Nichtmitgliedertarif.

#### **4. Trends für die nächsten Jahre**

##### Welche Bedeutung hat in Zukunft der Schlepper ?

Der Schlepper wird auch in absehbarer Zeit bei unseren Bauern unentbehrlich bleiben. Seine Bedeutung wird jedoch eine viel geringere sein, da immer mehr selbstfahrende Erntemaschinen schleppergezogene Erntemaschinen ablösen (z.B. Silomaiserte, Zuckerrübenerte).

##### Welche Bodenbearbeitungstechnik setzt sich durch ?

Diese Frage ist nur gebiets- und produktionsspezifisch zu beantworten. Generell kann die Aussage gemacht werden, daß es unseren Landmaschinenherstellern an innovativen Neuerungen fehlt. Ein positives Beispiel ist der Kombipflug, mit dem eine weitere Reduzierung von Arbeitsgängen möglich ist. Leider bieten unsere Technik-Lieferanten lediglich statt dem 2-Schar-Pflug nur einen 5- oder 9-Schar-Pflug an. Gefordert ist eine intelligente Landtechnik in Form von Pflugautomaten oder Säautomaten.

##### Welche Tips können dem Landwirt gegeben werden ?

##### *Mehr mieten statt kaufen*

Wenn schon Maschinen gekauft werden, dann sollte die komplette Dienstleistung eingekauft werden, um kein Kapital in immer schneller veralternde Maschinen zu binden. Die Landtechnik wird in den nächsten 10 Jahren mehr Neuerungen auf den Markt bringen als in den letzten 30 Jahren. Der Strukturwandel der Landwirtschaft erfolgt viel zu langsam, um mit der Leistungssteigerung der Maschinen Schritt halten zu können.

Deshalb sollte folgendes Motto beachtet werden.



**Outsourcing**  
**= Maschinenring !**  
**= Erfolg !!**  
**= Zukunft !!!**

## Anhang

# Benutzungsordnung

## AgroRent GdB

Dreisesselstr. 1 94 486 Osterhofen Tel: 09932/9502-0

### 1. Einsatzleitung

Für die Koordination und Einsatzplanung der AgroRent ist die Geschäftsstelle des Maschinenringes Buchhofen e.V. zuständig.

Sofern die Einsatzzentrale (MR-Büro) nicht erreichbar ist entscheidet der Stationsleiter Michael Dambeck (09932/1870) über die Anmietung und alle in diesem Zusammenhang wichtigen Punkte. Für die Station Anger: Herr Alois Zitzelsberger (08541/5136).

### 2. Beschädigung:

Sollten beim Schleppereinsatz irgendwelche Mängel bzw. Schäden am Schlepper bzw. Gerät aufgetreten sein, so ist der Mieter verpflichtet, dies unverzüglich der MR-Geschäftsstelle bzw. der örtlichen Mietstation zu melden!

#### Als Mietstationen sind im Einsatz:

● Bachling:	Altschäffl Josef	09936/635	Rückbringstation
● Haunpolding	Dambeck Michael	09932/1870	Hauptstation
● Mistlbach	Grabler Joh. Nep.	08543/1490	Rückbringstation
● Anger	Zitzelsberger Alois	08541/5136	Hauptstation

Bei Bedarf werden Ihnen im Laufe des Jahres evtl. noch weitere Mietstationen mitgeteilt, die Sie bitte in die leeren Zeilen eintragen.

### 3. Einweisung

Kenntnis der Betriebsanleitung von Schlepper und Zusatzgeräten ist vor dem ersten Mieteinsatz Voraussetzung. Zusätzlich ist eine Einweisung durch den Leiter einer Mietstation notwendig. Die dabei anfallenden Kosten werden als Betriebsaushilfe abgerechnet.

### 4. Fahrtenbuch / Lieferscheinblock:

Jeder Mieter ist verpflichtet, das Fahrtenbuch mit allen Angaben gewissenhaft und wahrheitsgemäß zu führen.

### 5. Hektar- und Stundenzähler:

Auf dem Schlepper bzw. den Maschinen befindliche Meß- und Zähleinrichtungen zur Feststellung der gefahrenen Stunden bzw. bearbeiteten Hektar dürfen nicht selbständig korrigiert werden. Sollten Sie der Meinung sein, daß diese Meßinstrumente nicht richtig funktionieren, so sind Sie gehalten, dies der Einsatzleitung bzw. dem Stationsleiter zu melden. Manipulationen an diesen Instrumenten werden mit dem Ausschluß aus der Gesellschaft geahndet.

### 6. Fahrweise:

Auf öffentlichen Straßen und Plätzen sowie im Feldeinsatz ist der Mieter für alle Schäden voll verantwortlich; genau wie in einer im Eigenbesitz befindlichen Maschine. Das Mitfahren von Kindern und sonstigen, mit der Arbeit nicht beauftragten Personen, ist untersagt.

### 7. Veränderungen

Veränderungen am Schlepper (Spur, Reifendruck etc.) dürfen nur mit Rücksprache der Einsatzleitung vorgenommen werden.

### **8. Funk / Autotelefon:**

Das Funkgerät/Telefon am Schlepper sollte immer bei Beginn der Arbeit eingeschaltet werden, damit Sie jederzeit erreichbar sind.

### **9. Tanken**

Der Schlepper muß immer vollgetankt zur Mietstation gefahren werden. Bei relativ schwach getanktem Schlepper kann der Stationsleiter nachtanken. Die nachgetankte Dieselmenge wird zu einem um **20 % über dem momentanen Preisniveau** liegenden Dieselpreis bei der Mietabrechnung mitverrechnet.

### **10. Rückbringpflicht:**

Der Schlepper muß nach dem Einsatz unverzüglich zur nächsten Mietstation zurückgebracht werden, sofern der Mieter mit der Einsatzleitung (bzw. Mietstation) nichts anderes vereinbart hat.

### **11. Pflege:**

Die Gemeinschaftsschlepper bzw. Maschinen sind pfleglich zu behandeln. Insbesondere nach der Miete grob zu reinigen (Fenster! Lose aufliegende Erde!) und wie in einer im Eigenbesitz befindlichen Maschine zu warten. Außerordentliche Wartungsarbeiten werden von den Stationsleitern durchgeführt.

### **12. Reinigung**

Der Schlepper ist in grob gereinigtem Zustand an die Mietstation zurückzubringen. In der Hauptsaison ist es nicht immer empfehlenswert, kostbare Zeit mit unnötiger Reinigungsarbeit zu vergeuden. Bitte benutzen sie das auf dem Schlepper installierte Telefon und erkundigen Sie sich bei der Einsatzleitung (MR) bzw. beim Stationsleiter, ob eine Reinigung erforderlich ist.

Bei ungereinigter Rückgabe des Mietschleppers, ohne vorherige Absprache mit der Einsatzleitung, berechnen wir Ihnen die anfallenden Kosten der Reinigung.

### **13. Nichtmitglieder:**

Nichtmitglieder der AgroRent können die Maschinen im Soloverleih anmieten; sie bezahlen jedoch (beim Schlepper) immer um ca. 20 % mehr als die Besitzer! Die Vorstandschaft kann darüber gegebenenfalls neu entscheiden.

### **14. Versicherung**

Die Schlepper sind Haftpflicht und Vollkasko versichert, einschließlich einer **Selbstbeteiligung** von **2.000,00 DM** die der Schadensverursacher zu tragen hat.

Der Versicherungsschutz gilt nur bei nicht grob fahrlässiger Fahrweise. Zur grob fahrlässigen Fahrweise zählt z. B. auch „Trunkenheit am Steuer“. Bitte weisen Sie, sofern Familienangehörige oder Lehrlinge den Schlepper fahren sollten, diese auch darauf hin.

### **14. Grobe Verstöße:**

Grobe Verstöße gegen die Benutzungsordnung haben den sofortigen Ausschluß aus der AgroRent zur Folge ohne jeglichen Kapitalersatz bzw. Rückerstattung einbezahlter bzw. der Gesellschaft überlassener Gelder.

Diese Benutzungsordnung wurde am 10. August 1993 abgeändert. Jeder Gesellschafter erhält eine neue Benutzungsordnung mit dem Hinweis, daß die alte Benutzungsordnung ab 10.08.93 nicht mehr gültig ist.

### **Hinweis:**

Informieren Sie sich bitte bereits einige Wochen vor dem Ersteinsatz über Funktion der Schlepper und Geräte bei Ihrer nächstgelegenen Mietstation.

## **Neuere Entwicklungen bei der Zuckerrübenerte**

Hermann Auernhammer, Markus Demmel, Peter Nawroth,  
Thomas Muhr und Josef Rottmeier

### **1. Einleitung**

Die Technik der Zuckerrübenerte hat sich in den letzten 10 Jahren sehr stark verändert. Der Trend zur selbstfahrenden Maschine wurde beschleunigt und hat zur 6-reihigen Maschine mit einer maximalen Breite von 3 m geführt. Bei erforderlichen Investitionen von 600.000 DM und mehr je Einheit erfolgt der Einsatz nahezu ausschließlich überbetrieblich in Form von Rodegemeinschaften und Lohnunternehmen. Diese roden zwischenzeitlich in ihren Regionen bis zu 95 % der dort angebauten Zuckerrübenflächen und erreichen je nach vorliegender Flächenstruktur Gesamtrodeflächen von 300 bis über 400 ha/Maschine und Kampagne.

### **2. Bunkerfassungsvermögen und Bodendruck**

Köpfrodebunker werden an der Größe des Bunkerfassungsvermögens gemessen und durch die zulässige Achslast begrenzt. Die 2-achsigen Maschinen erreichen bei „süddeutschen Erträgen“ von 60 t/ha maximale Rodelängen (Schlaglängen) von 900 m. In 3-achsiger Form erhöht sich die mögliche Schlaglänge auf 1400 m und deckt damit nahezu alle Gegebenheiten ab.

Um die hohen Achslasten gleichmäßig auf den Boden abzustützen, wird in den Maschinen der Hundegang realisiert. Durch den seitlichen Versatz der Hinterachse wird mit den eingesetzten Reifenbreiten die gesamte Rodebreite einmal, die vorhergehende Radspur der Anschlußfahrt zweimal überfahren. Unter günstigen Bedingungen bleibt eine nahezu ebene, mit Absieberde (und geschlegeltem Rübenblatt) bedeckte Fläche zurück. Bei ungünstigen Bedingungen hinterlassen die Reifen unterschiedlich hohe Erdwälle zwischen den Reifenspuren.

Durch Allradantrieb, Allradlenkung, z.T. verbunden mit Knicklenkung, erreichen die Maschinen eine hohe Wendigkeit. Mit dem Roden aus der Gare kann auch bei sehr ungünstigen Bedingungen gearbeitet werden. Hohe Maschinenauslastungen führen bei ungünstiger Witterung zwangsläufig zu sehr starken Bodenbelastungen. Diese konzentrieren sich jedoch sehr stark auf die Vorbeete und auf den Bereich um die Rübenmiere.

### 3. Elektronik auf dem Vormarsch

Selbstfahrende Bunkerköpfröder sind zu äußerst komplexen Einheiten geworden. Ihre Bedienung wird durch die Nutzung der Elektronik vereinfacht. Einzelfunktionen werden zunehmend in sich geschlossene Regelkreise integriert, wie z.B. die automatische Lenkung entlang der Rübenreihen.

Solche Regelkreise erfordern wiederum eine Kommunikation zwischen den verantwortlichen Recheneinheiten, der Bedienung und der Überwachung. Dafür wird wie im Schlepper- und im Mähdrescherbau zunehmend das Feldbus-System CAN (Controller Area Network) eingesetzt. Dieses ist zugleich die Basistechnologie für das mittlerweile genormte "Landwirtschaftliche BUS-System (LBS)". Doch trotz dieser günstigen Voraussetzungen werden bei den Herstellern immer noch eigene Busspezifikationen verwendet, weshalb die Vorteile von LBS, wie automatisierte Betriebsdatenerfassung und Datentransfer vom und zum Betriebsrechner, nicht oder nur unvollständig genutzt werden können.

### 4. Ertragsermittlung in mehreren Ansätzen

Vergleichend zum Mähdrescher wird seit etwa 1995 versucht, auch im Bunkerköpfröder die Ertragsermittlung zu realisieren (Abb. 1).

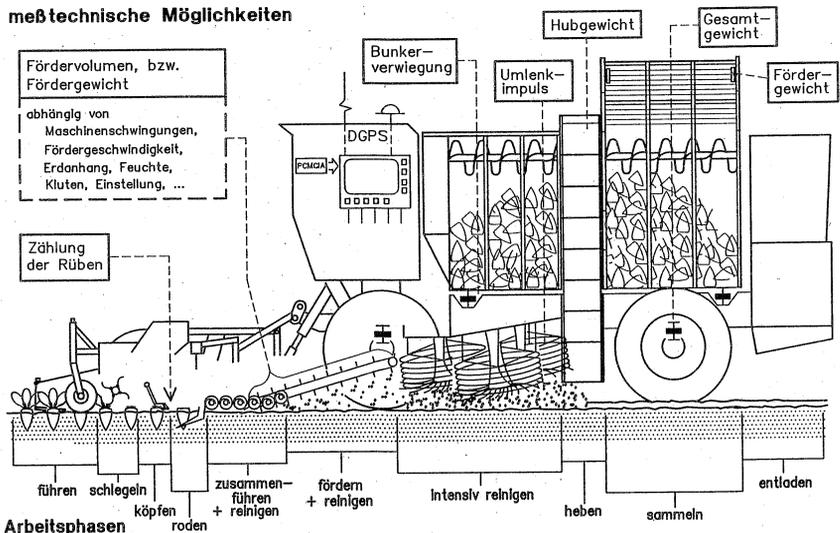


Abb. 1: Ansatzpunkte für die Ertragsermittlung im Köpfrödebunker

Dafür kommen systematisch 3 verschiedene Zielstellungen mit entsprechenden technischen Ansätzen in Betracht.

#### **4.1 Erfassung der gerodeten Rübenmenge als wichtigste Information für die Abfuhrlogistik**

Zu erfassen ist die Masse des Bunkerinhaltes vor der Entleerung. Mögliche Meßmethoden bestehen in der Bunkerverwiegung, der Gesamtmaschinenverwiegung oder der Gewichtserfassung bei der Bunkerentleerung. Hinzu kommt die Ermittlung der Rübenzahl mit einer Verrechnung über das Volumengewicht oder über die Standardrübenform aus der Größe der Köpfplatte und dem weitgehend konstanten spezifischen Gewicht.

Bisher wurde keiner der genannten Ansätze für den Einsatz in der Praxis realisiert. Für eine Umsetzung ist auch der Erdanhang bei den Rüben zu beachten. Er verhält sich im Hinblick auf die Zielsetzung bei den aufgezeigten methodischen Ansätzen unterschiedlich:

- Die Gewichtserfassung enthält den Erdanhang und muß über einen Schätzwert zur wahren Rübenmasse korrigiert werden. Nachfolgende Reinigungsmaßnahmen führen zu verringerten Abfuhrmengen.
- Die Einzelrüben erfassung geht hingegen vom reinen Rüben gewicht aus. Sie erfordert ebenfalls eine Abschätzung des Erdanhanges, um zur gelagerten Rübenmenge zu kommen. Die nachfolgenden Reinigungen überschreiten immer den gemessenen wahren Rübenwert.

#### **4.2 Erfassen der lokalen Erträge mit Addition zur gerodeten Rübenmenge**

Dieser Ansatz orientiert sich an der Durchsatz- und Ertragsermittlung im Mäh-drescher und erfordert die kontinuierliche Gewichtserfassung oder Gewichtszunahme mit einer lokalen Zuordnung der ermittelten Erträge. Mehrere Ansätze wurden versucht und z.T. für die Praxis vorgestellt (Abb. 2).

**4.2.1 System KLEINE:** Konstruktiv wurde der Rübenelevator vom Roderrahmen getrennt und in eine Parallelogrammführung eingehängt. Über einen Hydraulikzylinder erfolgt eine kontinuierliche Druckmessung im Hydrauliksystem, woraus sich auf die aktuelle geförderte Rübenmenge schließen läßt. Dieses System ist vielversprechend, weil Fremdeinflüsse weitgehend eliminiert wurden, wenngleich die eingesetzte Druckmessung Abstriche bei der möglichen Genauigkeit zur Folge haben dürfte. Deren Ersatz durch Kraftmeßzellen könnte zu deutlichen Verbesserungen bei der Wiegegenauigkeit führen.

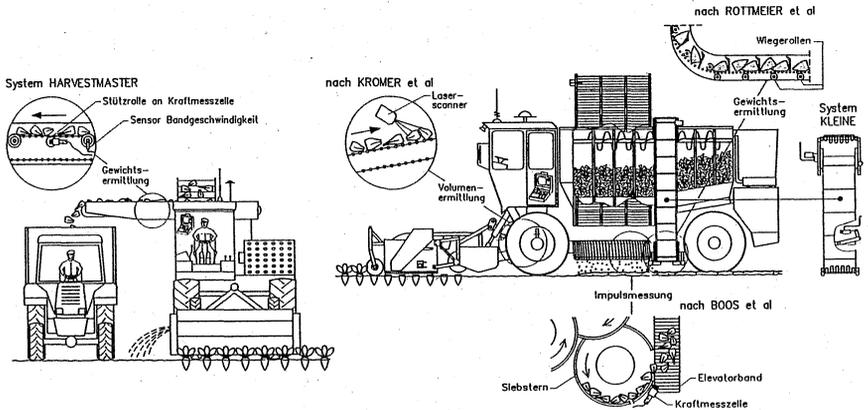


Abb. 2: Meßtechnische Möglichkeiten der lokalen Ertragsermittlung bei der Zuckerrübenерnte

**4.2.2 Wiegerollen im Elevator (Weißenstephan):** Die Stützrollen des Elevators hinter der Rübenabgabe aus den Siebsternen (System HOLMER) werden mit Meßelementen versehen. Es entsteht eine Bandwaage, welche kontinuierlich die transportierten Rübenegewichte erfaßt. Bedingt durch die nicht erfolgte konstruktive Trennung des Elevators sind vielfältige Schwingungseinflüsse in den Signalen enthalten. Hinzu kommen ungleich gerichtete Krafteinwirkungen aus der Rübenübergabe.

Versuche von 1995 bis 1997 erbrachten Genauigkeiten von etwa  $\pm 15\%$  (etwa 70 % der Meßwerte = 1  $\sigma$ -Bereich) und sind damit für eine wirkliche lokale Ertragsermittlung noch nicht befriedigend. Verbesserungen könnten durch eine veränderte Rübenübergabe von den Siebsternen und durch konstruktive Veränderungen im Elevatorbereich erreicht werden.

**4.2.3 Kraftmessungen an der Rübenabgabe des letzten Siebsterns (Uni Leuven, Belgien):** Dieses Meßprinzip versucht den entstehenden Impuls zu erfassen, welcher durch die tangential an den Siebstäben entlanggleitenden Rüben verursacht wird. Bei entsprechender geometrischer Ausgestaltung der Kurvenbahn kann nahezu reibungsfrei gemessen werden. Ergebnisse in Testuntersuchungen auf 7,2 ha Rübenfläche deuten auf Genauigkeiten von etwa  $\pm 1,6\%$  (1  $\sigma$ -Bereich) hin.

**4.2.4 Volumenmessung mittels Laser-Abtastung (Uni Bonn):** Ein auf das Förderband gerichteter Laserstrahl tastet das daraufliegende Volumen ab. Dem ermittelten Volumen wird ein konstantes spezifisches Gewicht zugeordnet. Der Erdanhang an den Rüben geht in die Volumenbestimmung mit ein. Die Übereinstimmung mit der wirklichen Rübenmasse ist um so höher, je gleichmäßiger die

geförderten Rüben liegen und je ruhiger der Bandlauf ist. Praxismessungen zeigen für dieses System Fehler von  $\pm 2\%$  ( $1\sigma$ -Bereich).

**4.2.5 Impulsmessung vor der Rübenabgabe in den Bunker:** Über eine konstruktive Veränderung des Elevators oder eines Zusatzelevators wird über eine einseitig gelagerte Förderplatte mit einer Wiegezeile die auftretende Kraft gemessen. Durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen erfolgt die kraftschlüssige Trennung des Elevators von der restlichen Maschine. Meßergebnisse über erreichte Genauigkeiten liegen nicht vor.

#### **4.2.6 Einordnung der lokalen Ertragsermittlung**

Mit Ausnahme der Rübenzählung bei oder nach dem Köpfbvorgang ist allen anderen Ansätzen gemeinsam, daß die Ertragsermittlung mehr oder weniger lang zeitlich versetzt nach der Rodung erfolgt. Im Gegensatz zum Mähdrescher wirken jedoch viele Einflußgrößen auf diesen Versatz ein wie: Durchsatzmenge, Maschinenschwingungen, Erdanhang, Blattanhang, Bodenfeuchte, Rübengröße und insbesondere die durch den Fahrer veränderbare Absiebintensität. Insofern erfordert die Übertragung der aufgezeigten Techniken eine Vielfalt gezielter Untersuchungen mit einer modellhaften Erfassung und Darstellung aller Einflußgrößen. Zudem müssen geeignete Kalibrierrountinen bereitgestellt werden, damit neben der richtigen lokalen Zuordnung die ermittelten Erträge den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen und lokale Maßnahmen wirklichkeitsgetreu abgeleitet werden können.

Auch bei diesen Ansätzen ist die Frage nach dem Erdanhang zu beachten. Werden die Rohmeßwerte gespeichert, dann kann anhand der in der Fabrik ermittelten Schmutzwerte eine "Rekalibrierung" durchgeführt werden, welche jedoch durch die in den Schmutzwerten enthaltenen Anteile für Blattanhang und schlechte Köpfqualität verfälscht wird und auf einem einheitlichen Wert je Schlag beruht. Für die Ermittlung des gerodeten Gesamtgewichtes gilt analog das in 4.1 Gesagte.

#### **4.3 Durchsatzermittlung für "Vorfahrts- und Reinigungssteuerung"**

Durch die Komplexität selbstfahrender mehrreihiger Bunkerköpfröder werden die Fahrer zunehmend überlastet oder es wird die in den Maschinen enthaltene Leistungsfähigkeit nicht vollständig ausgeschöpft. Deshalb sollte versucht werden, die Ertragsermittlung in eine kontinuierliche Durchsatzermittlung überzuleiten, welche in Verbindung mit der Schmutzermittlung

- eine Regelung der Reinigungsintensität und
- eine Optimierung des Durchsatzes

ermöglichen würde. Neben der Mengenermittlung muß der Rübenfluß miterfaßt werden, um, sich abzeichnende Überlastungen, zu erkennen. Auch die Erfassung des Erdanhanges und der Absiebqualität müßte integriert werden. Ein erster Ansatz wurde an unserem Institut von SPANGLER zur Rodekampagne 1996 durchgeführt (Abb. 3).

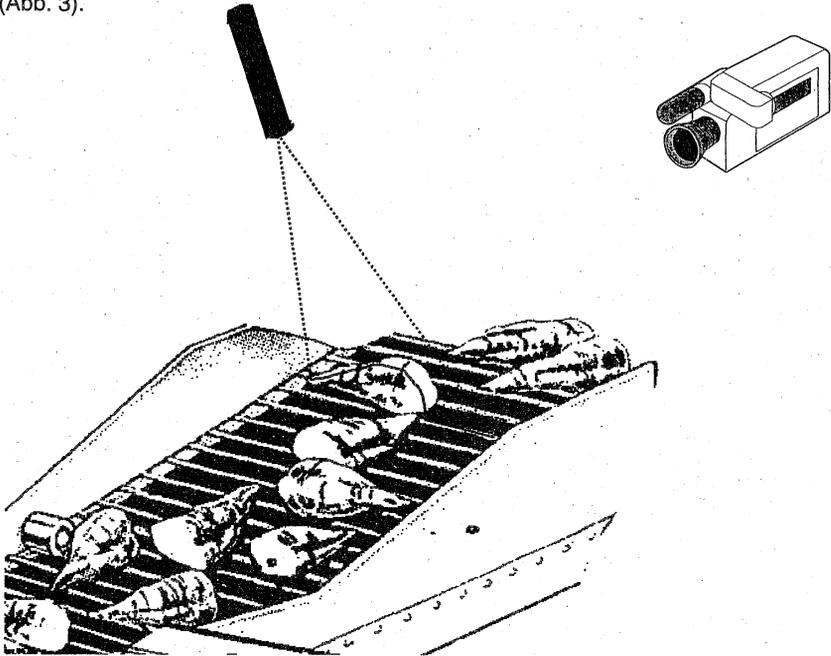


Abb. 3: Schematischer Aufbau einer Durchsatzermittlung mit Schmutzbestimmung

Dabei tastet eine Laserzeilenkamera die Füllung des Förderkanals vor den Absiebsternen ab. Sie erkennt den Füllungsgrad und über die unterschiedliche Reflektion von Rübe und Erde die Rübengröße und den Schmutzanteil. Daraus lassen sich die möglichen Leistungsreserven und die erforderlichen Absiebintensitäten ableiten. Jedoch müßten noch sehr viel umfangreichere Untersuchungen folgen, um mit einem dann verfügbaren Datenmaterial entsprechende modellhafte Regelkreise aufbauen zu können.

#### 4.4 Gewichtskontrolle in Reinigungsladern (Lademaus) und in Rodeladern

Im Gegensatz zum Köpfrödebunker herrschen in der Lademaus sehr viel konstantere Bedingungen. Nach dem Absiebvorgang wird dort ein gleichmäßiger Rübenstrom zum Transportfahrzeug gefördert und eröffnet zwei wesentliche Ansätze für die Gewichtskontrolle als Hilfsmittel für die vollständige Ausladung der Transportein-

heiten und für die Ermittlung der tatsächlich vom Feld abtransportierten Rübenmenge einschließlich Resterdeanhang.

#### **4.4.1 Laserabtastung zur Volumenermittlung (Uni Bonn)**

Wird ein gleichmäßiger Rübenstrom von oben über kontaktfreie Meßmethoden abgetastet, dann ergibt sich daraus das geförderte Rübenvolumen. Dieses kann mit dem spezifischen Gewicht gelagerter Rüben zur Masse der geförderten Rüben (einschließlich Erdanhang) verrechnet werden. Eine Aussage über den Schmutzanteil ist ähnlich den anderen Meßverfahren nicht möglich. Untersuchungen der Universität Bonn haben zu Meßfehlern von  $\pm 2\%$  ( $1\sigma$ -Bereich) geführt.

#### **4.4.2 Wiegerollen (Weihenstephan)**

Gleichermaßen können Wiegerollen in den Transportbändern zur Gewichtsermittlung herangezogen werden. Dabei sind dann die besten Genauigkeiten zu erreichen, wenn Störeinflüsse durch Schwingungen und ungleichmäßige Rübenbewegungen vermieden werden. Exakt diese Voraussetzung findet sich sowohl in der Lademaus, wie auch in den Rodeladern. Untersuchungen an einem Rodelader erbrachten zur Rodekampagne 1997 mit diesem meßmethodischen Ansatz Meßfehler von  $\pm 3,8\%$  ( $1\sigma$ -Bereich). Bei der Rodekampagne 1998 wurden diese Fehler mit etwa  $\pm 2,5\%$  ( $1\sigma$ -Bereich) bestätigt.

#### **4.4.3 Einordnung**

Gegenüber den derzeitigen methodischen Ansätzen zur Gewichtsermittlung in den Köpfrdebunkern ergeben sich bei Rodeladern und insbesondere bei den Reinigungsladern wesentlich günstigere Voraussetzungen. Üblicherweise liegt ein gleichmäßiger, weitgehend schwingungsfreier Rübenstrom vor. Er kann sowohl nach dem Volumen abgetastet, wie auch - vielleicht günstiger - über Wiegeeinrichtungen sicher erfaßt werden. Damit ist es möglich:

- das Ladegewicht der Transporteinheiten weitgehend sicher zu bestimmen
- eine Art Gegenwiegeung zur lokalen Ertragsermittlung zu erstellen
- die Gesamtmenge der abgefahrenen Rüben je Miete (Schlag) zur Kontrolle zu ermitteln.

### **5. Rodesaat**

Die Hauptfrucht nach Zuckerrüben ist überwiegend Winterweizen. Bei frühen Rodungen erfolgt die Bestellung ab etwa Mitte Oktober mit genügend zeitlicher

Reserve. Bis etwa Anfang November wird dagegen die Saat des Winterweizens unmittelbar nach der Rodung eingebracht. Danach entscheidet die Witterung und der Bodenzustand über eine noch mögliche oder sinnvolle Saat. Generell erfolgt jedoch eine entsprechende Bodenbearbeitung, bei welcher der Pflug mit nachfolgenden Bodenbearbeitungsgeräten oder eine Kombination aus Zinkenrotor und aufgebauter Drillmaschine zum Einsatz gelangen. Zusätzlicher Zeit- und Energieaufwand sind Kosten, die hinterlassenen Fahrspuren können zu weiteren Bodenverdichtungen führen.

Um dies zu vermeiden und um auch bei späten Rodeterminen noch eine Winterweizensaat zu ermöglichen, wurden am Institut für Landtechnik ab 1996 mehrere Versuche zum neuen Verfahren "Rodesaat" durchgeführt. Die Versuche erfolgten mit unterschiedlichen technischen Varianten auf zwei verschiedenen Standorten (Abb. 4).

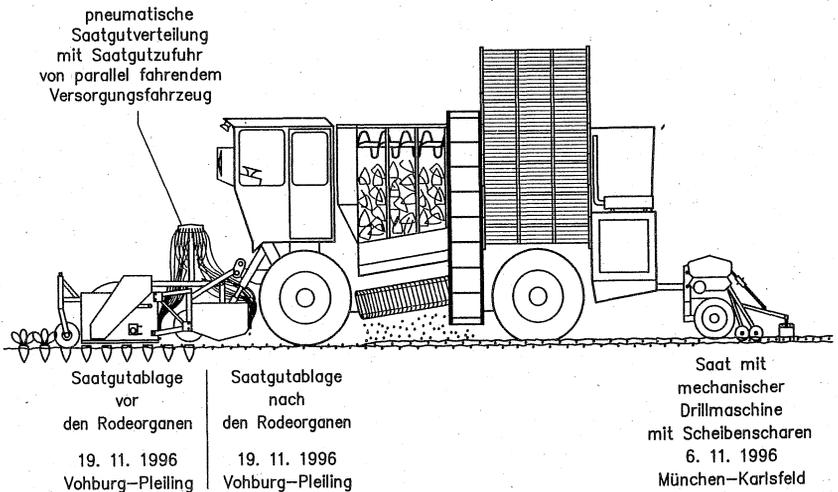


Abb. 4: Varianten der Rodesaatversuche 1996

### 5.1 Versuchsvarianten

Der **erste Versuch** wurde auf anmoorigem Boden auf dem Standort Karlsfeld bei München durchgeführt. Zum Einsatz kam eine, an einer HOLMER *Classic* angehängte, Scheibendillmaschine. Die Aussaat von 180 kg Winterweizen erfolgte während des Rodens gegen Ende der Rodekampagne am 6.11.1996, das abgelegte Saatgut wurde in der Folgefahrt mit geschlegeltem Rübenblatt bedeckt. Vergleichend wurde auf einer unmittelbar danebenliegenden Parzelle am gleichen Tag die Saat

nach einem Grubberstrich mit einer Kreiseleggen-Drillmaschinenkombination durchgeführt.

Der **zweite Versuch** wurde in der Nähe Ingolstadts auf Lößboden mit einer HOLMER *Terra DOS* etwa 2 Wochen später am 19.11.96 durchgeführt. Für die Saat kam eine pneumatische Drillmaschine in zwei Untersuchungsvarianten zum Einsatz, wobei der Saatgutbehälter mit Dosiereinheit in der Fronthydraulik eines nebenherfahrenden Schleppers angebaut war und das Saatgut über eine bewegliche Schlauchleitung zum Saatgutverteiler auf dem Köpfrödebunker geblasen wurde.

- Die Saatgutablage erfolgte im ersten Fall breitflächig vor den Rodeorganen. Die Einarbeitung durch die nachfolgenden Rodeorgane führte zu sehr unterschiedlichen Ablagetiefen.
- In der zweiten Versuchsvariante wurde das Saatgut breitflächig hinter den Rodeorganen abgelegt.

In beiden Fällen drückten die Vorderräder das Saatgut ein, die Siebsterne bedeckten es mit Absieberde und danach folgten die über Hundegang versetzt laufenden Hinterräder. Damit wurden  $\frac{2}{3}$  der Rodebreite einmal,  $\frac{1}{3}$  dagegen zweimal überfahren. Durch die sehr feuchten Rodebedingungen hinterließen die Reifen eine sehr unebene Oberfläche. Diese wurde in der nachfolgenden Rodefahrt mit geschlegeltem Rübenblatt bedeckt. Aufgrund der sehr ungünstigen Bodenverhältnisse wurde nach Versuchsende das Roden generell für zwei Tage eingestellt.

Wie im ersten Versuch wurde auch an diesem Standort unmittelbar nach dem Rodesaatversuch eine Vergleichsparzelle mit einer Zinkenrotor-Drillmaschinenkombination bestellt. Auch dabei mußte nach der Versuchsdurchführung die Feldarbeit für zwei Tage unterbrochen werden.

## 5.2 Aufwuchs und Ertrag

Auf beiden Standorten erfolgte bei den Rodesaatvarianten die Keimung mit etwa 2 - 3 Tagen Vorsprung gegenüber der konventionellen Bestellvariante. Die Rübenblattbedeckung führte zu einer signifikant höheren Keimtemperatur, das Wachstum war selbst durch das Rübenblatt nicht beeinträchtigt.

In der Jugendentwicklung zeigten die Rodesaatvarianten geringere Pflanzenzahlen je m<sup>2</sup>. Dabei unterschieden sich beide Standorte. Größere Bestandeslücken waren auf den aufgeworfenen Erdwällen der Reifen auf dem Standort bei Ingolstadt festzustellen.

Bei den Erträgen ergaben sich nur geringe Unterschiede (Abb. 5):

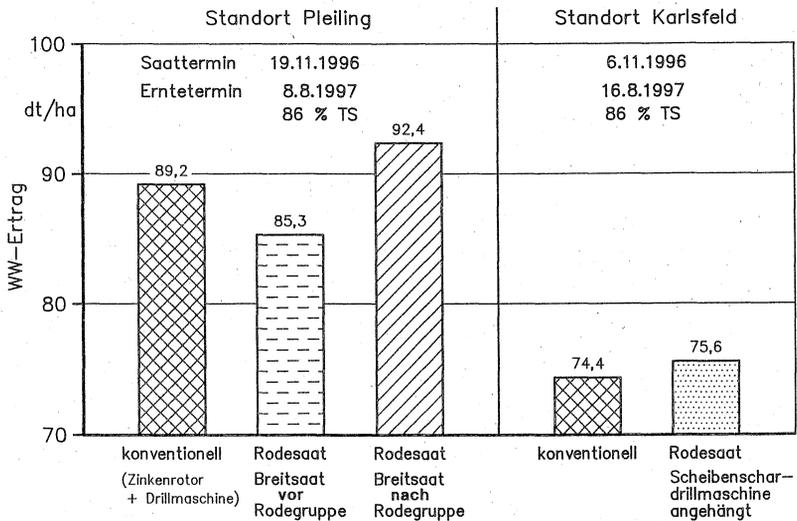


Abb 5: Erträge bei den Rodesaatversuchen 1996

- Die Variante "Breitsaat vor der Rodegruppe" lag etwa 5 % unter der konventionellen Saatvariante.
- Ein um etwa 4 % höherer Ertrag war bei der Variante "Breitsaat nach Rodegruppe" festzustellen.
- Auch die angehängte Drillmaschine erbrachte einen höheren Ertrag als die konventionell bestellte Vergleichsparzelle, wenngleich der Unterschied nur minimal ist.

### 5.3 Fazit und weitere Versuche

Obwohl diese Versuche nur einjährig sind, bleiben einige wesentliche Ergebnisse festzuhalten:

- Die Rodesaat konnte durch den Einsatz der pneumatischen Saatgutförderung ohne größere Probleme in den Köpfbunker integriert werden.
- Die Ablage des Saatgutes hinter den Rodeorganen bringt aus Ertragsicht die besten Ergebnisse, wenngleich dafür noch weitere Untersuchungen für den absolut sicheren Ablauf der Saat während des Rodens erforderlich sind.

- Die Arbeitszeit- und Kosteneinsparungen sind beträchtlich. Roden und Säen kann bis zum letztmöglichen Termin ohne wesentlichen Zusatzaufwand erfolgen. Die Bedeckung der Saat mit Rübenblatt führt zu einer schnelleren Keimung.

Für die Rodekampagne 1998 wurden weitere Versuche geplant und durchgeführt. Dabei wird ausschließlich auf eine HOLMER *Terra DOS* im Maschinenring Dingolfing zurückgegriffen. Die Saatgutablage wurde dahingehend verändert, daß nunmehr ausschließlich hinter den Rodeorganen abgelegt wird. Vor den beiden Vorderrädern erfolgt dies breitflächig direkt aus den Förderschläuchen. Unter dem Längselevator wird eine Art Säschiene angebracht, welche zum einen den Abstand der Verteilenden sicherstellt und zugleich über eine Abdeckung die von hinten auftreffende Abwurferde der rücklaufenden Kette abhält. Als Varianten wurden drei Rodesaattermine geplant:

- frühe Rodesaat in der ersten Oktoberwoche,
- mittelspäte Rodesaat Ende Oktober,
- späte Rodesaat ab Mitte November.

## **6. Mit GPS zur automatisierten Datenerfassung und zum Flottenmanagement**

Nach einer anfangs eher kritischen Haltung der Wissenschaft, Beratung und Praxis zur Satellitenortung GPS hat sich mittlerweile die Situation verändert. Heute sind die Erwartungen an dieses Hilfsmittel schon fast zu groß, wobei zunehmend übersehen wird, daß GPS - dem Schlepper vergleichbar - alleine allenfalls Punkte und Flächen erfassen kann. Alle darüberhinaus gehenden Möglichkeiten erfordern die Verbindung von GPS mit traditioneller oder verbesserter Technik und mit einer standardisierten elektronischen Kommunikation. Dafür besteht in Deutschland dank der abgeschlossenen Normung zum "Landwirtschaftlichen BUS-System" eine äußerst günstige Situation.

### **6.1 Automatisierte Datenerfassung**

Werden die im Kapitel 4 genannten Entwicklungen der Elektronik in der Zuckerrübenerte mit GPS und LBS zusammengebracht, dann entsteht - nahezu kostenfrei - eine automatisierte Datenerfassung. Dabei liefert die maschineninterne Sensorik über LBS die erforderlichen Maschinendaten und Arbeitspositionen, GPS verbindet diese mit Ort und Zeit. In ersten Versuchen im Maschinenring Dachau erbrachte diese Technik auf Anhieb die erwarteten Ergebnisse (Abb. 6):

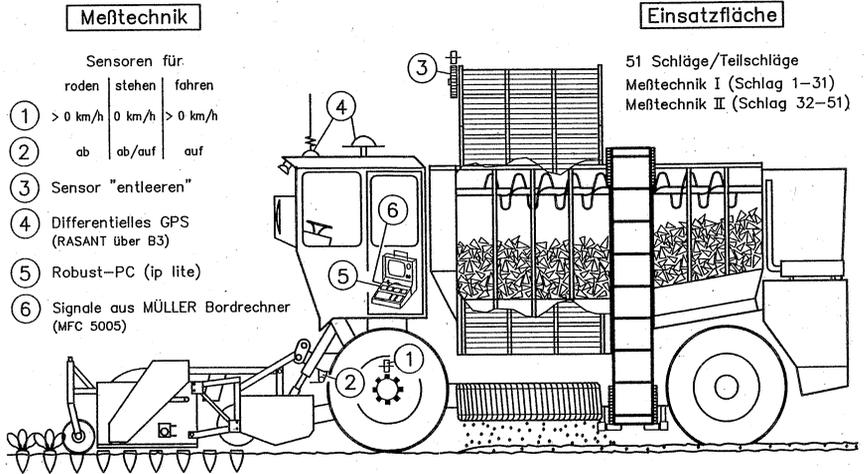


Abb. 6: GPS und maschineninterne Sensorik zur automatisierten Datenerfassung

Über die Schaltzustände der Sensoren für die Köpfeereinheit und des Überladebandes in Verbindung mit der Erfassung der Maschinenbewegung konnten für den Landwirt und - vielleicht noch interessanter - für den Maschinenbetreiber die tagtäglich erforderlichen Kenngrößen zuverlässig erfaßt werden (Abb. 7):

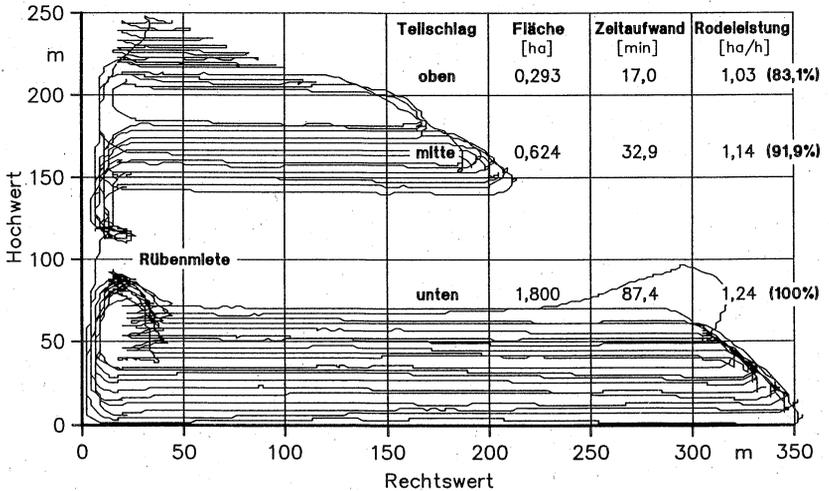


Abb. 7: Beispielhafte Ergebnisse eines Schlages bei der Zuckerrübenrodung 1995

Rodezeit und Rodefahrt bei gegebener Arbeitsbreite führen zur gerodeten Fläche und zur entsprechenden Rodeleistung. Die Entleerzeit wird exakt über das laufende Überladeband ermittelt. Alle anderen Zeiten sind Stand- oder Fahr-, bzw. Wendezeiten, letztere könnten ebenfalls isoliert werden. Insgesamt ergeben sich daraus aussagefähige Informationen zur Leistung je Schlag, die in Verbindung mit anderen Größen eine verbesserte Abrechnung der Maschineneinsätze ermöglichen würden. Sie liefern zudem im Vergleich zwischen mehreren Maschinen Hinweise auf die durch den Fahrer und durch die Struktur verursachten Unterschiede über eine oder mehrere Rodekampagnen.

## 6.2 Flottenmanagement

Schließlich ermöglicht der Einsatz von GPS (und LBS) völlig neue Möglichkeiten bei der Logistik der Rübenrodung und des Rübentransportes (Abb. 8):

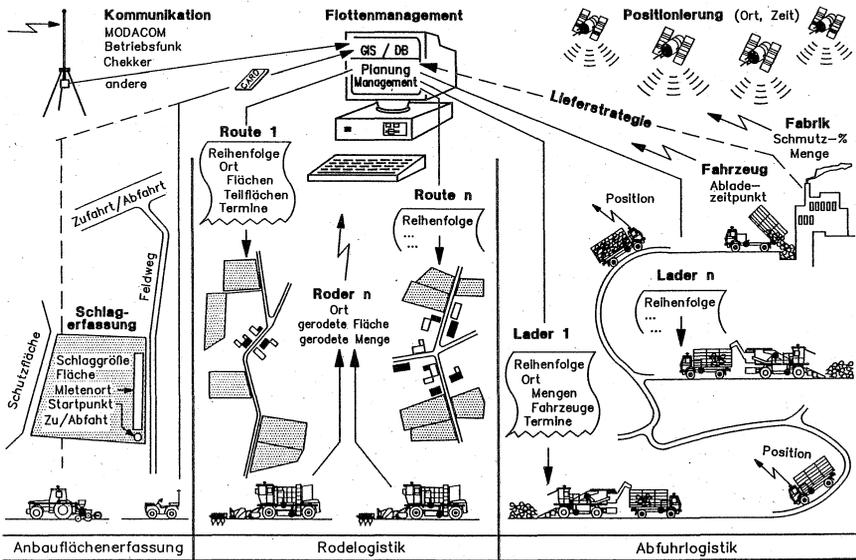


Abb. 8: GPS gestütztes Flottenmanagement im Zuckerrübenanbau

Ausgehend von einer flächendeckenden Erfassung der Rodeflächen entweder bei der Saat (dann ist LBS Voraussetzung) oder danach folgend in einem zusätzlichen Erfassungsvorgang können alle für die Logistik erforderlichen Größen wie: Lage und Größe des Schlags, Saatanfang, Mietenort und Abfuhrriechung festgehalten werden. Sie ermöglichen dann die gezielte und optimierte Planung der Rodung und in Verbindung damit die termingerechte Abfuhr. Der Einsatz von GPS auf den

Rodem, Überladeeinrichtungen und Transporteinheiten in Verbindung mit geeigneten Telemetrie-einrichtungen würde darüber hinaus die Überwachung des Arbeitsablaufes erleichtern und vielfältige neue Möglichkeiten in der täglichen Entscheidung liefern (siehe Beitrag MENACHER).

## 7. Schlußfolgerungen

Nach der weitgehend abgeschlossenen Übernahme der Zuckerrübenerte durch 6-reihige selbstfahrende Köpfrdebunker steht nunmehr die Verfeinerung des Maschineneinsatzes bevor:

- Der Anteil der Elektronik in den großen und komplexen Maschinen wird zunehmen. Interne Regelkreise werden die Fahrer entlasten. Das BUS-System gewährleistet die leistungsfähige Verknüpfung aller Elektronikeinheiten und eröffnet neue Möglichkeiten.
- Die Ertragsermittlung wird sich in drei Schritten in die Technik einführen: Zuerst muß sie die gerodete Rübenmenge je Schlag erbringen, um die Abfuhrlogistik zu verbessern. Danach wird sie sich der teilflächenspezifischen Erfassung zuwenden. Schließlich wird sie in die interne Maschinenregelung zur Erhöhung des Durchsatzes und der automatisierten Reinigungsregelung Eingang finden.
- Durch die zusätzliche Integration der Sätechnik könnte bei Verringerung der Kosten, des Arbeitszeitbedarfes und des Energiebedarfes zugleich die Bodenbelastung reduziert werden. Gleiche oder sogar höhere Erträge zeichnen sich bei einer weiterentwickelten Technik ab, welche vom Fahrer keine zusätzliche Belastung erfordert.
- Schließlich wird GPS auch vor dem Zuckerrübenanbau nicht Halt machen. Schon heute könnte damit die automatisierte Datenerfassung realisiert und damit die gesamte Verrechnung und Planung auf eine neue Basis gestellt werden. Zusätzliche Möglichkeiten ergeben sich mit ihr in einem weiter entwickelten Flottenmanagement mit erheblichen Einsparpotentialen bei den erforderlichen Kapazitäten für das Roden und den Transport.

---

*Die Untersuchungen zur Rodesaat erfolgten mit finanzieller Unterstützung durch das "Kuratorium für Versuchswesen und Beratung im Zuckerrübenanbau", Ochsenfurt.*

*Dank gilt der tatkräftigen Unterstützung durch die Firma ACCORD und durch die Maschinenringe Dachau und Dingolfing.*

## **Technik der sechsreihigen selbstfahrenden Zuckerrübenvollernter**

Ernst Weber

### **Entwicklung vom einreihigen zum sechsreihigen Ernteverfahren**

Die jüngere technische Entwicklung in der Zuckerrübenerte begann in den fünfziger Jahren. Mit dem sogen. Querschwadköpfröder wurden die Rüben geköpft, gerodet, gereinigt, Blätter und Rüben in Behältern gesammelt und in Querschwaden auf dem Feld abgelegt und dann abtransportiert. Dies war schon eine wesentliche Erleichterung. In den sechziger Jahren begann der Siegeszug des gezogenen Köpfrödebunkers (KRB), mit dem die Rüben geköpft, gerodet, gebunkert und am Feldende überladen oder auf dem Boden abgelegt wurden.

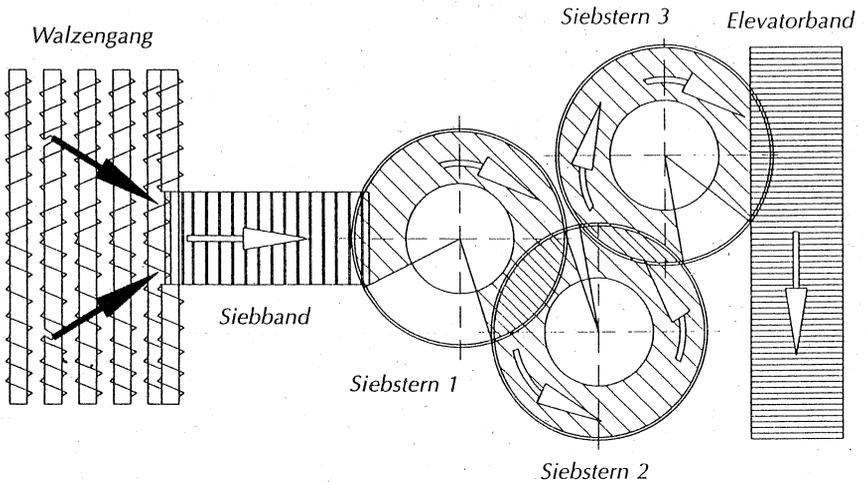
Durch die Ausweitung des Zuckerrübenanbaus in den 70er Jahren ist der Ruf nach mehrreihigen Erntemaschinen größer geworden. In Geiselhöring, Landkreis Straubing-Bogen, wurde 1974 ein Rodeverein gegründet, mit dem Ziel, einen 6-reihigen selbstfahrenden KRB für die Ernte 1974 anzuschaffen. Die Herren Holmer und Paintner erhielten den Auftrag zum Bau eines derartigen Vollernters für Zuckerrüben. Nach einigen Anfangsproblemen (z. B. nasser Herbst) wurde durch laufende Veränderungen und Verbesserungen der Vollernter praxisreif. Es gingen aber noch einige Jahre ins Land, bis der große Durchbruch kam. Zur Zeit werden etwa 80 % der Zuckerrüben im Einzugsbereich der Südzucker AG in Bayern von 6 reihigen, selbstfahrenden Köpfrödebunkern geerntet. Die Vollernter werden meistens von Gemeinschaften in Form von GdBs angekauft und fremdfinanziert.

### **Stand der Technik bei den Zuckerrüben-Vollerntern**

Die Köpfung der Rüben erfolgt mittels Schlegel oder Kreiselköpfer. Die abgeschlagenen Blätter werden meistens angestreut. Blattbergung ist nur noch selten anzutreffen. Die Nachköpfung der Rüben übernimmt ein Tastköpfer, der mit einer Köpfstärkeautomatik ausgerüstet ist, die vom Fahrer aus zentral einstellbar ist. Die Rodung erfolgt weitgehend über Polderschare, die angetrieben sind und dadurch eine schonende Rodung mit geringem Schmutzanhang ermöglichen. Auch Rüttelschare werden eingesetzt.

Das Köpf- und Rodeaggregat bildet eine Einheit. Der Reihenabstand kann bei speziellen Rodeaggregaten zentral verändert werden. Die Übergabe der gerodeten Rüben auf die Reinigung erfolgt mittels Walzen, Siebsterne oder Siebbändern. Diese soll möglichst schonend erfolgen, um Verluste gering zu halten. Die Reinigung der gerodeten Rüben übernehmen Walzen, Siebsterne, Noppen und Bürsten (Abb. 1). Die Reinigungselemente mit Regulierung der Geschwindigkeit und Intensität sind vom

Fahrer aus einstellbar. Die Siebroste sind ebenfalls regulierbar und tragen dadurch zur besseren Reinigung bei. Die Befüllung des Bunkers übernimmt der Elevator, dabei ist eine gleichmäßige Gewichtsverteilung insbesondere am Hang erforderlich. Mit zusätzlichen Verteilschnecken kann die Ausladung verbessert werden. Die Entladung des Bunkers geschieht mit dem Kratzboden und Überladeband.

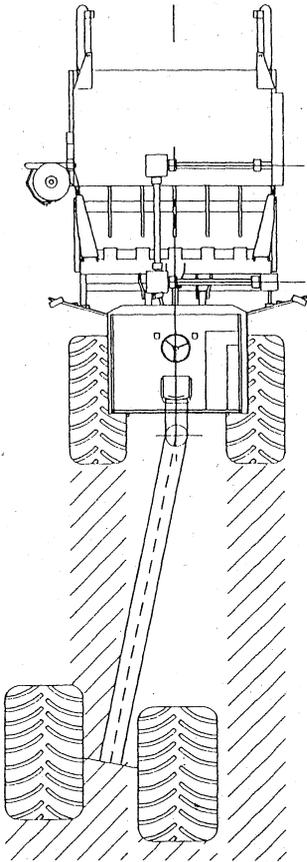


- ◆ Siebbandgeschwindigkeit regelbar, Förderrichtung reversierbar.
- ◆ Unabhängige Drehzahleinstellung jedes einzelnen Siebsterms.
- ◆ Vorgewählte Drehzahlen von Siebband und Siebsterm sind vom Fahrersitz aus stufenlos regelbar.

Abb. 1: Schematische Darstellung des Reinigungsweges (Werkbild Holmer)

Die Bunkerinhalte liegen bei 2-achsigen Maschinen um 17 t, bzw. 26 t bei 3-achsigen Vollertern. Hier dient die 3. Achse zur Gewichtsabstützung. Dazu sind großvolumige Breitreifen notwendig, die mit geringem Luftdruck gefahren werden können, um den Bodendruck gering zu halten.

Bei derartigen Großmaschinen spielt die Lenkung eine große Rolle. Aus diesem Grund verfügen diese Vollerter meist über mehrere Lenksysteme, um sich besser den einzelnen Gegebenheiten beim Roden anpassen zu können. Bis zu vier Lenksysteme sind bei den Vollertern anzutreffen: Allrad-, Hundegang-, Hinterrad- und die Knicklenkung. Diese ist eine neuere Entwicklung zur Bodenschonung. Dabei können bei diesem Lenksystem 2 Schongangarten eingestellt werden (Abb. 2).



Starrfahrt: Bei der Starrfahrt werden Vorder- und Hinterachse über das Lenkrad betätigt.

Wendefahrt: Bei der Wendefahrt wird neben Vorder- und Hinterachse auch der „Knick“ über das Lenkrad gesteuert.

Schongang I: Im Schongang I ist es mit Hilfe der Elektronik möglich, den rückwärtigen Teil der Maschine während des Rodens so nach links auszu-schwenken, daß die hinteren Räder leicht spur-versetzt zur Vorderachse laufen.

Schongang II: Im Schongang II läuft das hintere rechte Rad zwischen den Spuren der Vorderachsbereifung.

Beim Durchroden folgt durch Neutralstellung des Fahrgestells die Hinterachse exakt der Spur der Vorderachse (Schongang „0“).

Abb. 2: Beschreibung der verschiedenen Lenkkombinationen (Werkbild Holmer)

Das derzeitige Angebot bei sechsstufigen Vollertern ist in Tabelle 1 mit wichtigen technischen Merkmalen zusammengestellt.

Tab. 1: Technische Daten von sechsreihigen Zuckerrübenvollerntern (Quelle: Dzz Nr. 6/1997, um Firmenangaben ergänzt)

Hersteller	Körper	Rodeschare	Rüben- aufnahme	Reinigung	Reihen- abstand	Lenkarten	Bunker/fo	Bereifung	to/Eigen- gewicht	PS
<b>Agrifac ZA 215</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare angetrieben	Siebster- aufnahme	Siebster- reinigung	verschiebbar	4 Lenkarten Vierradlenkung	20	800/65 R 32 73-44.00x32	21	365
<b>Barigelli B/6 4x4</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare angetrieben 2 x 3	Siebster- aufnahme	Siebster- reinigung	45/50	4 Lenkarten Vierradlenkung	16	73-44.00x32 800/65 R 32	21	364
<b>Holmer Terra Dos</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare angetrieben	Walzen- aufnahme	Siebster- reinigung	verschiebbar	4 Lenkarten Knicklenkung	17	v:800/65 R 28 h:73-44.00x32	22	420
<b>Matrot M 400</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare angetrieben gegenläufig	Siebster- aufnahme	Siebster- reinigung	hydraulisch verschiebbar	4 Lenkarten Vierradlenkung	17	v:800/65 R 32 h:73-44.60x32	23,8	435
<b>Moreau Voltra 6.25</b>	Schlegel + Nachköpfer	Rüttelschare	Siebster- aufnahme	Siebster- reinigung	45/50	3 Lenkarten Vierradlenkung	17	800/65 R 32 v h	19	390
<b>IRS NL TIM SR*</b>		Polderschare	Walzen- aufnahme	Bürsten- reinigung	45/50	2 Lenkarten Vierradlenkung	13	800/65 R 26	21,6	340
<b>Ploeger New Beat II</b>		Polderschare	Siebster- aufnahme	2 Walzen	45/50	4 Lenkarten	18,5	v:73-44.00x32 h:850/60-38	22	380
<b>Ropa 26.50 K</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare gegenläufig	Walzen	Siebster- Schnecken -reinigung	45/50 verschiebbar	4 Arten Knicklenkung	26	v800/65 R 32 m 73-44.00x32 h 66.43.00x25	18,5	420
<b>Vervaet 17 t</b>		Polderschare gegenläufig	Siebster- aufnahme	Siebster- reinigung	verschiebbar		17	v:710/75-34 h:800/65-32	18,5	430
<b>Kleine SF 40</b>	Schlegel + Nachköpfer	Polderschare angetrieben	Walzen	Siebster- reinigung	verschiebbar	Knicklenkung 3 Arten	25	v 710/70-R 38/78 73 x 44.00-32		480

\* Prototyp

## **Einsatz, Transport und Logistik bei der Zuckerrübenerte im Maschinenring Landau/Isar**

Albert Menacher

### **Situation des Zuckerrübenanbaus im Bereich Landau**

Durch die Neuerrichtung einer Zuckerfabrik in Plattling anfangs der sechziger Jahre erfuhr der Rübenanbau im Umkreis einen enormen Aufschwung. Die Rübe ist auf unseren Betrieben von den Feldfrüchten her die wichtigste Fruchtart, die zum Einkommen der Ackerbaubetriebe am stärksten beiträgt. Sie hat daher einen hohen Stellenwert im betrieblichen Ablauf.

Der verstärkte Anbau von Zuckerrüben hatte auch Auswirkungen auf die Arbeit des Maschinenringes. Die Zuckerrübe war zwar schon immer mit 25-30% am jährlichen Verrechnungswert beteiligt, spielt aber derzeit eine noch größere Rolle als vor 20 Jahren. Waren es in der Vergangenheit die Sä-, Pflanzenschutz-, Rode- und Verlaarbeiten, so kam ab 1976 in einem Teilgebiet auch der Transport der Rübe zur Zuckerfabrik hinzu. 1988 trat durch die Verlegung des Rübentransportes von der Schiene auf die Straße im Südzuckerbereich im Maschinenring eine gewaltige Veränderung ein. Waren es bis 1988 etwa 350 000 dt Rüben, die mit dem LKW zur Fabrik transportiert wurden, so stieg von diesem Zeitpunkt an die Menge auf ca. 2 Millionen dt.

Eine ganz andere Logistikaufgabe kam somit auf uns zu. Ist doch unsere Struktur nicht die beste. Eine Abfuhrgruppe, die ausschließlich vom Maschinenring betreut wird, besteht aus 500 Mitgliedern mit einer Rübenmenge von 1.350.000 dt. Diese Gruppe baut insgesamt 2.240 ha Zuckerrüben an, die sich in über 1.200 Parzellen aufteilen. Der größte Rübenanbauer hat eine Fläche von 45 ha, der kleinste 0,68 ha. Die durchschnittliche Betriebsgröße in unserem Bereich beträgt 18 ha je Betrieb. Damit kann man sich in etwa ein Bild über die Struktur im Maschinenring machen. 56 % der Landwirte sind Nebenerwerbsbetriebe, 10% Zuerwerbs- und 34% Vollerwerbsbetriebe. Dazu kommt, daß in einem Teil des Maschinenringgebietes ein äußerst intensiver Gemüseanbau betrieben wird. Knapp 70 % der Einlegegurken Europas werden in unmittelbarer Umgebung erzeugt.

Durch die mittlerweile gut funktionierende Rodetechnik bei Zuckerrüben wandert der Rübenanbau auf die schwierigeren Feldstücke ab. Am Hang bei kleinen und unförmigen Feldstücken ist es technisch nicht möglich, mit dem Gurkenflieger zu arbeiten, der selbstfahrende Rübenvollernter jedoch schafft es. Ein umfangreicher Flächentausch von Betrieb zu Betrieb ist deshalb gang und gäbe, um die für den Gurkenflieger notwendigen Feldstücke zu erreichen. Das bedeutet, daß die Zuckerrüben nicht

unbedingt auf den betriebseigenen Flächen angebaut werden, sondern irgendwo in der Feldmark, wo der Betrieb eigentlich keine Flächen besitzt. Durch meine langjährige Tätigkeit im Maschinenring waren uns in der Vergangenheit die Flächenstruktur und Besitzverhältnisse der Betriebe sehr gut bekannt. Jedoch geht uns dieses Wissen durch den Flächentausch verloren. Dadurch ist es nicht mehr möglich, die Logistik vom Schreibtisch aus zu organisieren. Wir mußten uns deshalb etwas einfallen lassen, um die Organisation für 14 LKW und 2 Verladegeräte in den Griff zu bekommen.

### **Vom Abfuhrplan zum Rodeplan**

1989 haben wir angefangen, ein System zu entwickeln, das es uns ermöglichte, die Planung der Rübenabfuhr bereits vor Beginn der Kampagne zu erstellen, um die Arbeitsspitzen während der Kampagne abzubauen.

Nach dem Auflauf der Rüben begannen wir mit der Schlagerfassung anhand von topographischen Karten und von uns entworfenen Formblättern. Erfasst wurden der Name des Schlags, die Größe der Rübenfläche, der Name der Gewanne und der gewünschte Liefertermin. Dazu ist zu sagen, daß wir inzwischen von ursprünglich 6 Abholrunden auf 3 Abholrunden reduziert haben, das heißt, daß wir nur noch dreimal durch das Gebiet fahren, um Rüben abzuholen. Die erfaßten Daten wurden dann in den Abfuhrrouuten zusammengestellt. Etwa 10 Tage vor Kampagnebeginn haben die Rübenlieferanten noch die Möglichkeit, Änderungen einzubringen (Feinplanung). Die Planung wurde dann abgeschlossen und der Planungsstand den Rübenanbauern mit einem Schreiben mitgeteilt. Somit wußte jeder, wann und in welcher Abholrunde seine Rüben abgeholt werden. Vorheriger Stand war, daß jede Runde erst geplant wurde, wenn die Liefertermine von Seiten der Südzucker den Rübenanbauern bzw. dem Maschinenring bekannt waren. Dies brachte immer eine enorme Arbeitsspitze und vor allem einen mörderischen Telefonstreß mit sich. Häufige Fehlerquellen traten auf und Mißmanagement sowohl bei der Rodung als auch bei der Abfuhr waren die Folge. Mit Einführung des neuen Systems war die Fehlerquote wesentlich geringer und der Telefonstreß endgültig vorbei. Ab 1990 haben wir dazu auch ein EDV-Programm ausgearbeitet und konsequent angewendet.

Dies war ein wesentlicher Schritt zur Optimierung und Erleichterung der Erfassung und Planungsarbeit, aber trotzdem gibt es immer wieder Pannen, die Geld kosten. So werden z.B. manche Zusammenhänge von den Erfassern der Fläche vor Ort nicht richtig eingeschätzt. Dazu ein Beispiel: Unser Erfassungssystem ist auf Agenturen aufgebaut. Diese Agenturen sind von der Südzucker in ihrem Anbauggebiet eingeführt und umfassen Größenordnungen zwischen 100.000 und 300.000 dt Rübenmenge und durchschnittlich 40 Rübenanbauer. Die Planung der Abfuhr aber erfolgt über das gesamte Gebiet. Der eine Agent kennt oftmals nicht die Eigenheiten und Probleme der anderen Agentur. Damit entstehen Lücken, z.B. bei der Anschlußpla-

nung für die nächste Agentur. Erschwerend wirkt sich der oben erwähnte alljährliche Flächentausch aus. Dieser Flächentausch vollzieht sich ja nicht in unmittelbarer Nachbarschaft, sondern kann durchaus 20 km Entfernung vom Stammbetrieb bedeuten. Da der zuständige Agent in diesem Gebiet die Gegebenheit in 20 km Entfernung (An- und Abfahrtsroute, usw.) nicht wissen kann, führt dies immer wieder zu Reibungsverlusten und Ausfallzeiten. In solchen Fällen müssen wir dann mit dem Auto rausfahren, die Rübenhaufen suchen und die Logistik auf den neuesten Stand bringen.

1972 begannen wir im Maschinenring mit der überbetrieblichen 6-reihigen Zuckerrübenerte auf Selbstfahrerbasis. Es war ein schwieriger und länger andauernder Entwicklungsprozeß bis diese Technik zum heutigen Stand ausgereift war. Mittlerweile laufen im Maschinenring 10 Selbstfahrerröder, davon 5 in zwei Rodegemeinschaften und 5 bei Lohnunternehmern. Aus dem Abfuhrplan ergibt sich automatisch der Rodeplan für die Rodemaschinen. Diese 10 Maschinen roden über 4.000 ha Zuckerrüben, wobei rund 3.600 ha auf das Ringgebiet entfallen. Für eine Rodegemeinschaft mit 3 Maschinen und für 2 Maschinen eines Lohnunternehmers steuert der Maschinenring den Einsatz. Dieser Einsatz deckt sich mit der oben beschriebenen Abfuhrgemeinschaft. Der Abfuhrplan ergibt somit den Rodeplan. Die Rodung der Zuckerrüben wird in einem Verlauf von 3 bis 7 Tagen geplant (je nach Witterungsverhältnissen).

Bei Auftreten von schlechter Witterung haben wir die Möglichkeit, sobald das Roden wieder möglich ist, den Abfuhrgruppen durch Zusammenziehen mehrerer Roder das Ladegut „Zuckerrüben“, termingerecht zur Verfügung zu stellen. Ein gutes Beispiel dafür war das Jahr 1998. Wir konnten durch unsere straffe Organisation und gute Planung unsere Lieferverpflichtung gegenüber der Südzucker stets erfüllen, ja wir hatten sogar Vorrat.

### **Weitere Entwicklungen**

Wie eingangs erwähnt, haben wir sehr viele Nebenerwerbslandwirte, die tagsüber nicht Zuhause sind. Das Problem besteht nun bei Ankunft des Roders darin, daß niemand weiß, wo auf dem Rübensschlag das Säen begonnen wurde, wo die Rübenmiete angelegt wird, wie und wo sich evtl. Fremdkörper, wie Brunnen oder sonstige Fundamente befinden. Hohe Standzeiten sind oft die Folge. Bei den teuren Maschinen (Anschaffungspreis 0,5 Mio. DM und mehr) sind diese Standzeiten äusserst kostspielig. Dies in den Griff zu bekommen, ist unsere nächste Aufgabe und wir arbeiten schon daran. Bereits im Jahr 1996 befaßten wir uns mit GPS im kleineren Umfang. Die Ansätze dazu waren gut, leider ist aber nach meiner Erfahrung außer Hochglanzprospekten noch nichts vorhanden, das uns in der Bewältigung logistischer Aufgaben stark unterstützen kann.

Unsere Vorstellung dazu wäre z.B., daß auf dem Zuckerrübensägerät ein GPS-Empfänger installiert ist, der den Verlauf des Säens, die Lage des Schlages und die Form des Schlages aufzeichnet. Diese Daten werden später auf den Roder übernommen, somit weiß der Fahrer, was wo wie gemacht wurde, und er kann ohne fremde Hilfe die Rodearbeit beginnen. Die logische Folge daraus wäre, daß dies auch zugleich die Streckenvorgabe für die Rübenabfuhr sein könnte.

Leider Gottes ist in diesem Bereich außer Willenskundgebungen und Erklärungen seitens der Industrie noch nicht viel passiert. Entscheidend ist natürlich, daß diese Systeme auch kostendeckend eingesetzt werden können. Unterm Strich muß sich eine solche Investition sowohl für den Landwirt als auch die Unternehmer rechnen.

Trotzdem starten wir im Jahr 1998 zusammen mit der Fa. Holmer auf einem 6-reihigen Vollernter einen Versuch mit GPS-System, das überwiegend logistische Daten aufzeichnen soll. Wir sind alle gespannt, was dabei rauskommt. Zu prüfen ist dann, ob dieses System für unsere Planung und Bewältigung der Logistikaufgabe geeignet ist.

# Teilflächenbewirtschaftung mit GPS - Technischer Stand und Entwicklungen -

Hermann Auernhammer und Markus Demmel

## 1. Einleitung

Die Satellitenortung GPS wird in der Landwirtschaft seit 1989 in wissenschaftlichen Untersuchungen eingesetzt. Vielfältige Nutzungsmöglichkeiten sind denkbar (Abb. 1).

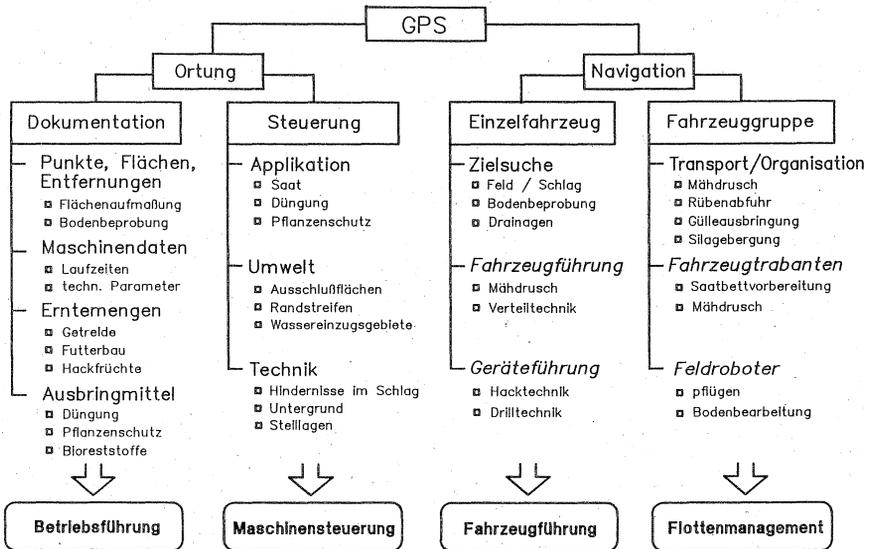


Abb. 1: GPS in der Landwirtschaft

Erste Praxiseinsätze werden ab 1995 mit zunehmender Tendenz beobachtet. Neben der Nutzung zur Flächenerfassung liegt das besondere Interesse der Landwirte bei der Teilflächenbewirtschaftung, welche zunehmend auch in der deutschen Sprache als "Precision Farming" bezeichnet wird. Darunter sind alle Maßnahmen in einem in sich geschlossenen Informationskreislauf zu verstehen, welche über die Ortung homogener Teilflächen bei der Düngung, beim Pflanzenschutz - und in jüngerer Zeit verstärkt diskutiert - bei der Saatstärkenregelung enthält. Als wesentliche Aufgabe müssen darin vielfältige Teilbereiche verknüpft und die wissenschaftlichen Grundlagen und Abhängigkeiten für die einzelnen Teilsysteme und für das Gesamtsystem erarbeitet werden (Abb. 2).



Probleme bestehen in der Ermittlung der Korrekturwerte und der Ausbreitung dieser Informationen. Als bewegliche Stationen im Eigenbesitz erfordern sie erhebliche Investitionen (ab etwa 20.000 DM) und einen zusätzlichen Aufwand für die Betreuung.

Mittlerweile haben sich für diese Aufgabe drei unterschiedliche "Lieferanten" herausgebildet (Abb. 3).

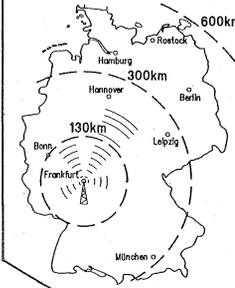
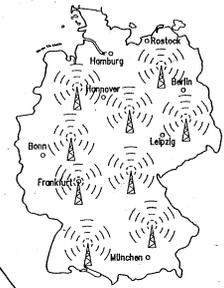
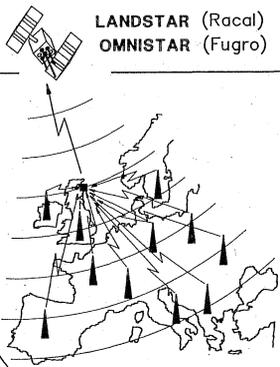
	<b>ALF</b> (Accurate positioning by Low Frequency)	<b>RDS-RASANT</b> (Radio Aided Satellite Navigation Technique)	<b>LANDSTAR</b> (Racal) <b>OMNISTAR</b> (Fugro)
			
Aufbau:	Feststation und LW-Sender in Frankfurt/ Mainflingen	Feststationen und UKW-Sender über Deutschland verteilt	europaweites Feststationsnetz mit Korrektursignalsender auf Satellit
Trägermedium:	Langwelle (LW)	Ultrakurzwelle (UKW)	Dezimeterwelle (L-Band)
Reichweite:	600 km	jeweils 100 km	europaweit
Erzielbare Ortungsgenauigkeit:	besser 5 m	besser 5 m	besser 1 m
Nachteile:	zunehmende Ortungsfehler mit wachsender Distanz zur Feststation	Signalabschattungen keine vollständige Abdeckung	teures Empfangsgerät (ca.8000.DM) jährliche Nutzungsgebühr (ca. 1500.-DM)

Abb. 3: GPS-Korrekturdatendienste ( in Deutschland nach WILD)

Deren Nutzung erfordert spezielle Empfangsantennen und entweder einmalige Gebühren für die Empfangslizenz oder laufende Kosten je Nutzungszeit zwischen etwa 300 bis zu etwa 2.500 DM/Jahr und Empfänger.

### 3. Ertragsermittlung als Ausgangspunkt

In Verbindung mit der Satellitenortung GPS setzt die Teilschlagtechnik sinnvollerweise bei der Ermittlung lokaler Erträge im Mähdrescher an. Damit ist überbetrieblich

- aufgrund hoher Maschinenauslastungen die erforderliche Technik preisgünstig zu etablieren,

- kurzfristig die neue Technik regional zur Verfügung zu stellen,
- zusammen mit der überbetrieblichen Technik entsprechendes "know how" zu nutzen,
- eine bestehende Lücke zu schließen, denn der überbetriebliche Maschineneinsatz nimmt Arbeit und Information aus dem Betrieb, über die Ertragsermittlung bringt er sie jedoch als Ertragswerte und Ertragskarten wieder zurück.

Für die Ertragsermittlung im Mähdrescher werden 4 Komponenten benötigt (Abb. 4).

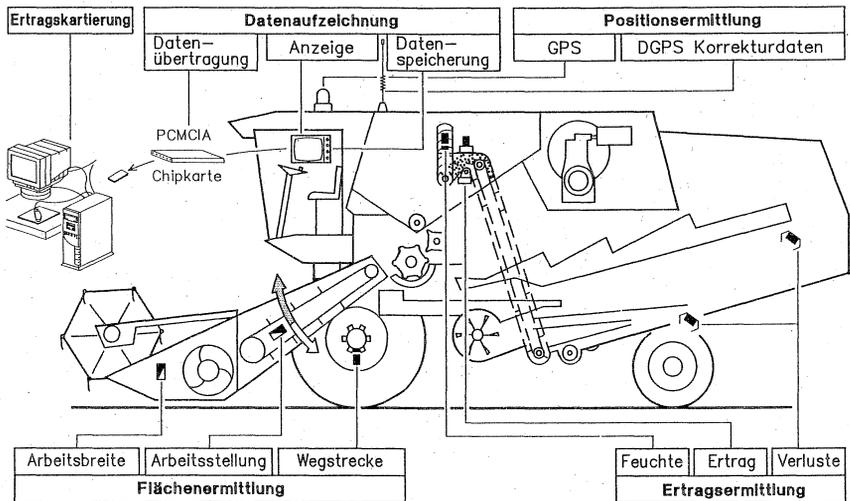


Abb. 4: Zusatzkomponenten für den Mähdrescher zur lokalen Ertragsermittlung

Für die **Flächenermittlung** wird über maschineninterne Sensorik der Druschweg und die Arbeitsposition herangezogen. Sie werden mit der Arbeitsbreite aus der Eingabe des Fahrers ergänzt. Die automatische Erfassung der Schnittbreite scheidet derzeit noch an einer preisgünstigen und zuverlässigen Lösung.

Zur **Ertragsermittlung** stehen mittlerweile mehrere Sensoren zur Verfügung (Abb. 5).

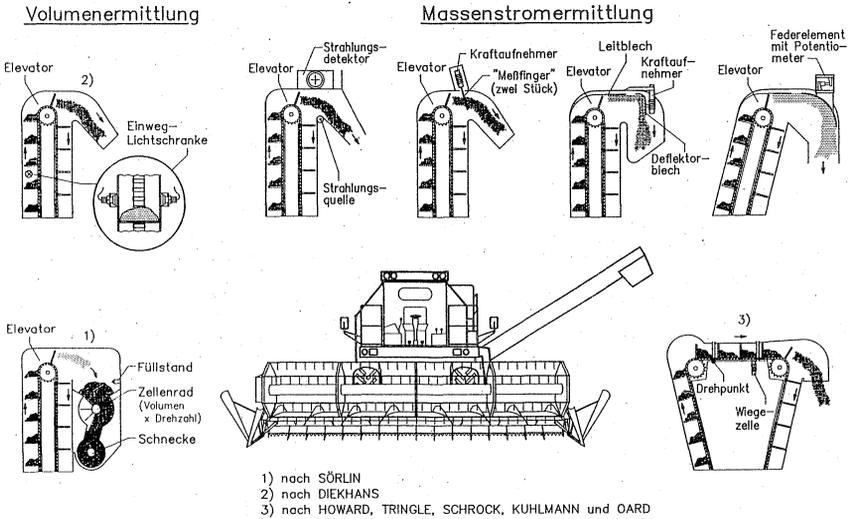


Abb. 5: Verfahren zur kontinuierlichen Durchsatz- und Ertragsermittlung bei Mähdreschern

Das volumetrische Meßverfahren per Lichtschranke greift in den Gutstrom nicht ein. Allerdings ist es von der Maschinenneigung sehr stark abhängig und muß mit entsprechender Sensorik ergänzt werden. Das bis 1997 von CLAAS angebotene Zellenradsystem wurde mittlerweile vom Markt genommen.

Alle anderen Meßsysteme versuchen den Ertrag als wirkliche Masse, als Impulskraft oder als Gewichtskraft zu erfassen. Weitgehend unabhängig von äußeren Einflüssen arbeitet das radiometrische Meßsystem; es unterliegt jedoch strengen gesetzlichen Vorgaben im Hinblick auf den Einsatz und die Dichtheit. Bei den Impulsaufnehmern (Finger, Prallplatte, Gleitplatte) wirken sich die Neigungseinflüsse auf die Meßgenauigkeit aus. Hinzu kommt der direkte Kontakt mit dem Gutstrom, welcher unter ungünstigen Bedingungen (Feuchte und Staub) zu schleichenden Meßverfälschungen führen kann.

Der in Versuchen getestete Dreieckselevator mit Wiegeeinrichtung wurde bisher für die Serienfertigung nicht weiterverfolgt, obwohl er als einziger Sensor das tatsächlich geerntete Gewicht ermitteln würde.

Untersuchungen unter definierten Bedingungen auf einem eigens dafür erarbeiteten Prüfstand zeigen die entsprechenden Fehlermöglichkeiten in Abhängigkeit vom Durchsatz und von der Maschinenneigung (Abb. 6).

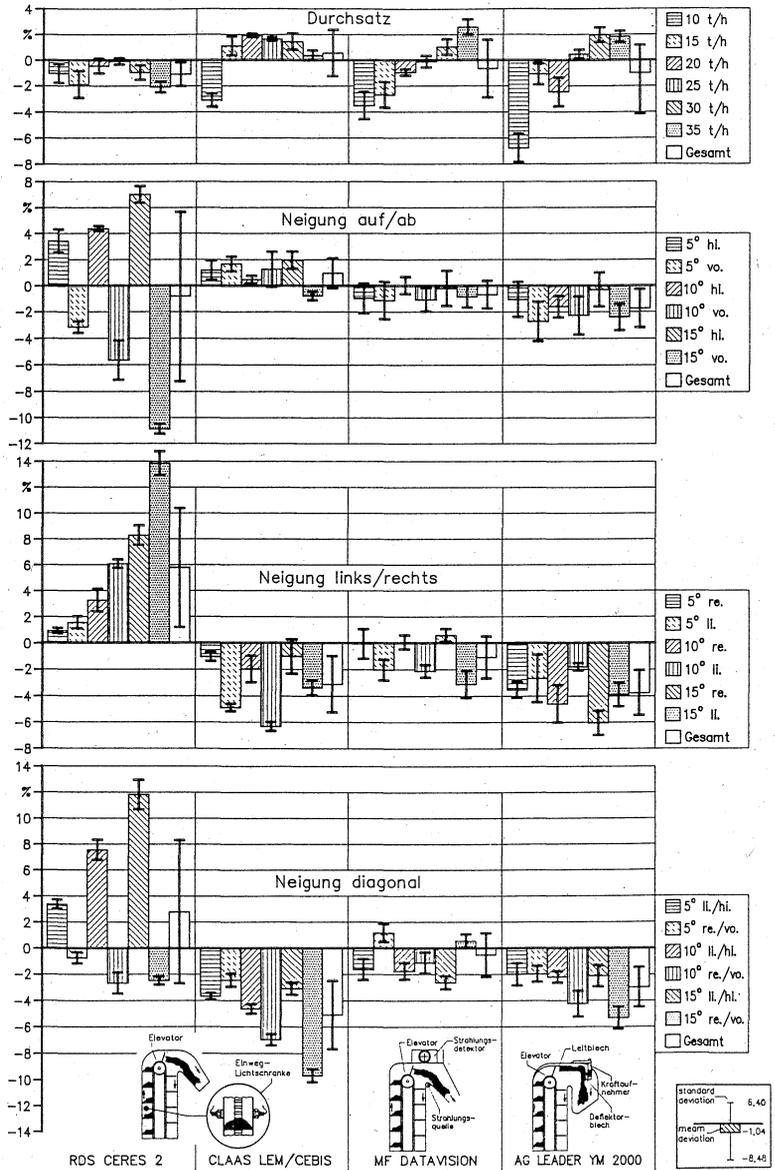


Abb. 6: Fehler bei Ertragsmeßgeräten für Mähdrescher in den Prüfstandsversuchen 1997 (W-Weizen, 86% T; 5 Wiederholungen/Variante)

Zum einen ergeben sich trotz sorgfältiger Kalibrierung mittlere Abweichungen zum tatsächlichen Körnerdurchfluß (Kalibrierfehler). Zum anderen ist bei jedem Sensor ein spezielles Verhalten bei Veränderung des Durchflusses festzustellen. Auch die Neigungen zeigen sehr unterschiedliche Auswirkungen. Generell kann jedoch allen Sensoren bei guter Kalibrierung eine mittlere Meßgenauigkeit von  $\pm 3\%$  (für etwa 70 % der Meßwerte = 1  $\sigma$ -Bereich) oder von  $\pm 6\%$  (für etwa 95 % aller Meßwerte = 2  $\sigma$ -Bereich) zugebilligt werden. Dies ist für Ertragskartierungen ausreichend, weitergehende Erwartungen zur Überprüfung verkaufter Ware sind damit jedoch nicht zu erfüllen.

Losgelöst von einem Gesamtsystem "Ertragsermittlung und Ertragskartierung" bewegen sich die Preise für die Ertragsmessung (Sensor, Auswerteeinheit, z.T. mit integrierter Feuchtemessung) zwischen etwa 9.000 und 15.000 DM (Tab. 1).

Tab. 1: Investitionsbedarf für die Technik zur lokalen Ertragsermittlung im Mäh-drescher (Stand 1/1998; aus DLG-Merkblatt 303)

Komponeten	Ceres 2 RDS	QUANTIMETER II CLAAS		FLOWCONTROL MF	YM2000, LH565 AGLEADER, LHAGRO	Mittel- Werte	
Ertragsmeßgerät	7 950	-----		10 350	6 400	8 200	
Ertragsmeßgerät mit Feuchtesensor	9 900	LEXION IMO / CEBIS 5 300		-----	7 800	8 800	
Ertragsmeßgerät mit Feuchtesensor, Ortung und Datenaufzeichnung	23 700	-----		-----	11 000	17 350	
Ertragsmeßgerät mit Feuchtesensor, Ortung, Datenaufzeichnung und Kartierungssoftware	24 450	LEXION (IMO) MEGA 25 000	LEXION (CEBIS)	14 600	35 000	14 000	22 600

Die **Zuordnung von Fläche und Ertrag** erfolgt über die Satellitenortung DGPS. Diese Einheit kann über eine standardisierte Schnittstelle (RS 232) an die Datenaufzeichnungseinheit im Mähdrescher angeschlossen werden und bereitet in der Regel keine besonderen Probleme.

Als **Datenaufzeichnung** werden entweder die direkt in die Mähdrescher integrierte Elektronikeinheit zur Maschinenüberwachung und -steuerung benutzt oder es kann (hoffentlich bald für alle Mähdrescher) das universelle LBS-Terminal kostengünstig auch für den Mähdrescher genutzt werden. In beiden Fällen ist in der Regel eine Datenübertragungseinheit (Chipkarte, PCMCIA) vorgesehen.

Schließlich wird zur **Erstellung von Ertragskarten** noch die erforderliche Software im Betriebs-PC benötigt. Hier zeichnet sich ein Trend zur Nutzung des aus den USA stammenden Programmes ARC/View ab, welches mit firmenspezifischen Werkzeugen (Tools) den Wünschen und Anforderungen des Nutzers entsprechend die Darstellung von Ertragszonen ermöglicht. Daneben wird von einigen Anbietern

TOPOL für diese Zwecke angeboten. Zu bedenken ist jedoch, daß derzeit weder Regeln noch Standards bestehen, um innerhalb eines Betriebes mit verschiedenen Früchten, über Jahre oder über Betriebe hinweg vergleichbare Ertragskartierungen zu erstellen und analytisch zu vergleichen (Abb. 7).

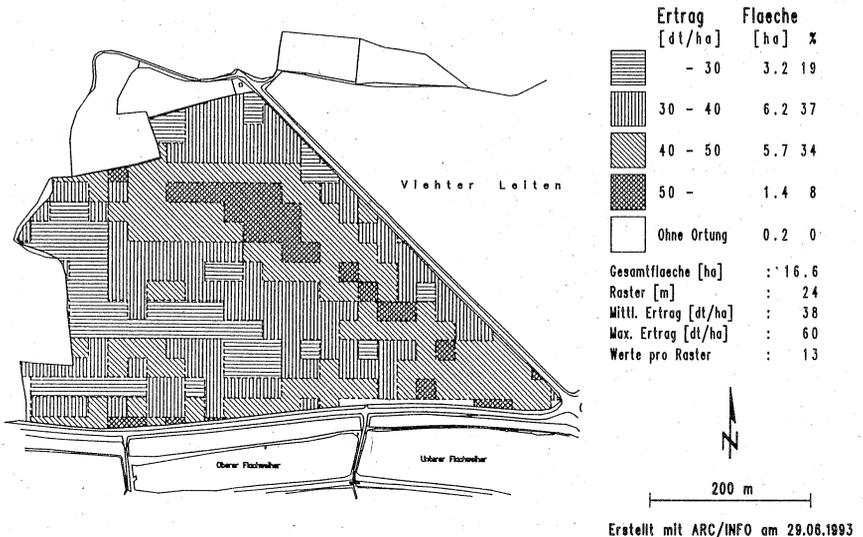


Abb. 7: Ertragskarte "Flachfeld 1992" Scheyern (Sommergerste; MF-DGPS; DATAVISION FLOWCONTROL; 30.7. + 3.8.1992)

Derart aufgebaute Gesamtsysteme erfordern je nach Hersteller Investitionen zwischen etwa 15.000 und 28.000 DM (Tab. 1). Damit wird verständlich, daß insbesondere die Weiterverarbeitung von lokalen Ertragsdaten nicht mehr Sache des einzelnen Landwirts sein kann. Vielmehr werden sich speziell für diese Aufgaben künftig eine Vielzahl möglicher Dienstleister (Service Provider) etablieren, welche bis hin zu Düngungsvorschlägen und der Überführung der Daten in schlagkarteifähige Formate mit Entgelten je ha hilfreich zur Seite stehen werden.

Ganz wesentlich ist auch, daß eine einmalige Ertragskartierung keine Aussagen über eine wirklich im Schlag anzutreffende Ertragsstruktur ermöglicht. Mehrjährige Untersuchungen zeigen, daß dafür mindestens drei aufeinanderfolgende Jahre erforderlich sind. Insofern ist eine Entscheidung in Richtung Teilflächenbewirtschaftung mit einem entsprechenden Vorlauf in der Ertragsermittlung anzusetzen. Noch nicht erfaßbare Ernten wegen fehlender Sensorik verlängern diese Zeitspanne bei entsprechenden Fruchtfolgen u.U. auf bis zu 5 Jahre.

### 3.1 Ertragsermittlung im Feldhäcksler

Der Einstieg in die lokale Ertragsermittlung mit dem Mähdrescher zieht konsequent die Übertragung dieser Technik in die anderen Erntetechniken nach sich. Insbesondere nimmt dabei der Feldhäcksler eine wichtige Stellung ein, weil viele Fruchtfolgen neben Getreide den Silomais enthalten. Erste Ansätze zielen in zwei unterschiedliche Richtungen (Abb. 8).

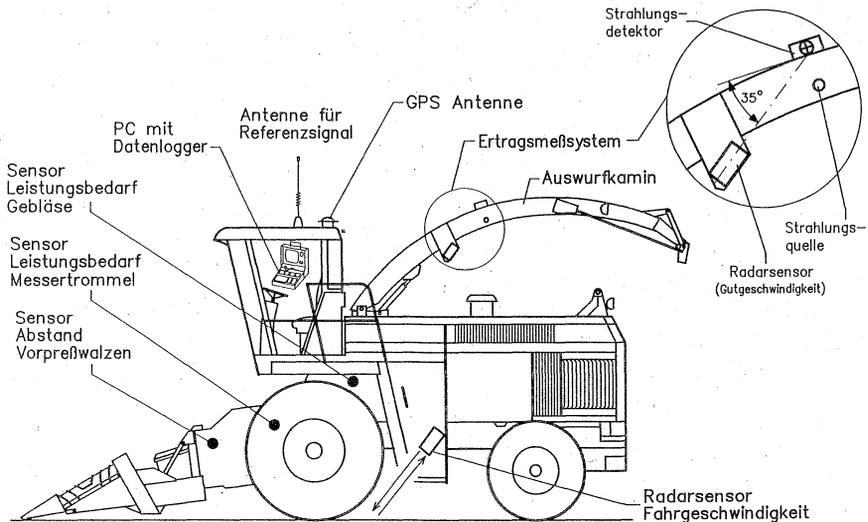


Abb. 8: Meßtechnische Ansätze zur lokalen Ertragsermittlung im Feldhäcksler

Nicht überraschend zeigen Untersuchungen mit dem radiometrischen System direkt vergleichbare Genauigkeiten zum Einsatz im Mähdrescher. Für die Praxis würde dies bedeuten, daß ein Sensor sowohl im Mähdrescher, wie auch im Feldhäcksler eingesetzt werden könnte. Ergänzend ist jedoch im Feldhäcksler die exakte Messung der Gutgeschwindigkeit erforderlich, wozu sich ein Radarsensor sehr gut eignet (könnte vom Schlepper genommen werden).

Hingegen erbringt die Abstandsmessung zwischen den Vorpreßwalzen nur dann ein gutes Ergebnis, wenn ein konstanter und gleichmäßiger Gutstrom die Voraussetzungen für die damit durchgeführte "Volumenmessung" erfüllt. Reihenunabhängige Maisschneidvorsätze scheinen überlegen zu sein, für Grassilage muß zwangsläufig mit größeren Meßfehlern gerechnet werden.

### 3.2 Ertragsermittlung in weiteren Erntemaschinen

Andere Erntemaschinen werden in der Zuckerrübenerte und in der Kartoffelernte eingesetzt. Für die Zuckerrüben sei auf den Beitrag "Neuere Entwicklungen bei der Zuckerrübenerte" in diesem Heft verwiesen.

Bei Kartoffeln steht die Ertragsermittlung derzeit am Anfang. Trotzdem zeigen sich gerade bei dieser Maschine günstige Voraussetzungen, weil die Kartoffel schonend mit geringer Geschwindigkeit gefördert wird und durch ihre gleichmäßige Form keinerlei zusätzliche Schwingungen in das System einbringt. Ansätze ergeben sich dadurch vor allem durch die Nutzung der "Wiegetechnik" (Abb. 9) im Verleseband.

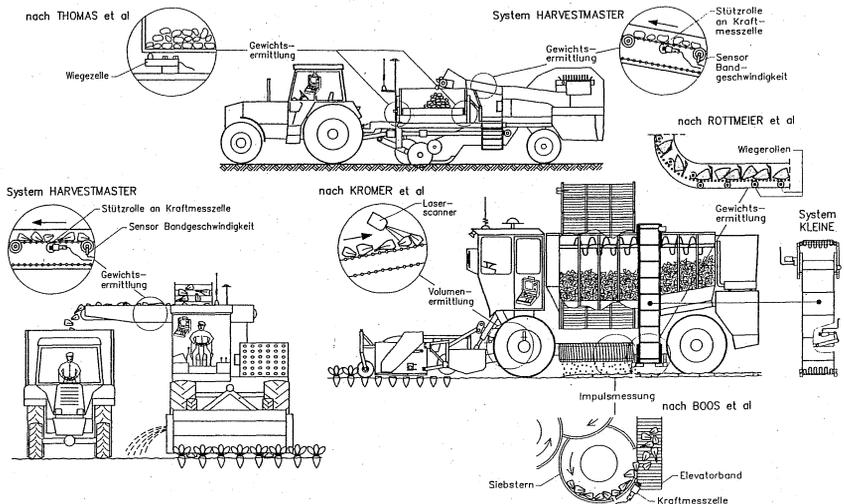


Abb. 9: Meßtechnische Ansätze zur Ertragsermittlung im Kartoffelroder

Erste Untersuchungen mit Wiegerollen deuten auf Genauigkeiten von etwa  $\pm 3 - 4 \%$  ( $1 \sigma$ -Bereich) hin und würden damit ebenfalls dem Mähdescher vergleichbare Ergebnisse bringen. Allerdings ist dabei ebenso wie bei der Zuckerrübe die Erfassung des Erdanhangs nicht gelöst und müßte in Form einer Nachkalibrierung am Ende der Arbeit ein Postprocessing aller ermittelten Rohdaten nach sich ziehen.

### 4. Bodenbeprobung als Folgetechnik

Stehen in einem System "Teilflächenbewirtschaftung" die lokalen Erträge zur Verfügung, dann sind dies die eigentlichen Nährstoffentzüge; es sind demnach erste Werte für eine "teilschlagspezifische Nährstoffbilanz". Ihnen ist über die Vegetation

hinweg die "Nährstoffzufuhr" gegenüber zu stellen, welche in Abhängigkeit von der jeweiligen Nährstoffversorgung die Ertragsfähigkeit auf hohem Niveau garantieren soll. Dafür sind Bodenanalysen erforderlich, für welche eine Vielzahl von Techniken angeboten und in der Praxis eingesetzt wird (Weiterführende Hinweise auf die Nutzung der Satellitentechnik für diesen Aufgabenbereich können dem Beitrag "Differenzierte Bodenbeprobung und regionale Klima- und Witterungsdaten zur Optimierung der Stickstoffdüngung" in diesem Heft entnommen werden).

## **5. Umsetzung der Düngung noch nicht praxisreif**

Beide Größen, nämlich der Entzug durch die Vorfrucht, die verfügbaren Nährstoffe zu Vegetationsbeginn und das angestrebte Ertragsziel erlauben in Verbindung mit Witterungsdaten die Ableitung von prognostischen Nährstoffbedarfswerten. Im Hinblick auf Phosphat und Kali können dazu die verfügbaren Standards auch für die Teilflächenbewirtschaftung genutzt werden. Für die Stickstoffdüngung scheiden Ableitungsregeln aus dem Versorgungsgrad hingegen aus. Sie müssen die aktuellen Gegebenheiten des Bodens und der Pflanze mit einbeziehen. Insofern sind dafür zwei Wege erkennbar:

### **5.1 Simulation der Stickstoffdynamik**

Ausgehend von den Versorgungswerten und dem Ertragsziel wird mit Hilfe aktueller Witterungsdaten die Stickstoffdynamik im Boden simuliert (und ggf. durch Bodenuntersuchungen überprüft). Vergleichsversuche an der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau zeigen, daß dieser Ansatz gute Ergebnisse liefern kann.

### **5.2 Online-Stickstoffdüngung**

Den mehr kalkulatorischen Ansätzen stehen die sensortechnischen Ansätze gegenüber. Sie versuchen in einem ersten Schritt das aktuelle Pflanzenwachstum über den meßbaren Chlorophyllgehalt zu ermitteln und mit einem standardisierten "Wachstumswert" zu vergleichen (Abb. 10 links).

Fehlversorgungen aufgrund von Fehlmessungen oder kleinräumigen Abweichungen werden über Hintergrundinformationen vermieden, weshalb dieses System zusätzlich eine Applikationskarte und GPS benötigt.

Weiterführend soll dieser Ansatz in der Forschergruppe "Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung (IKB) Dürnast" in Weihenstephan innerhalb der nächsten 6 Jahre vertieft und verifiziert werden. Vorgesehen ist die Integration aller meßbaren kleinräumigen Daten (Bodenwiderstand, Bearbeitungsintensität, andere) und die aktuelle Situation bei der Wasserversorgung der Pflanze und des Bodens, sowie der

im Boden vorherrschenden Stickstoffsituation. Davon abgeleitet werden dann die tatsächlichen N-Mengen direkt am Schlepperheck dosiert und auch in diesem Falle Fehlmessungen durch untere und obere lokale Grenzwerte aus einer Applikationskarte vermieden. Bewertungen der ökologischen und ökonomischen Effekte runden das Vorhaben ab.

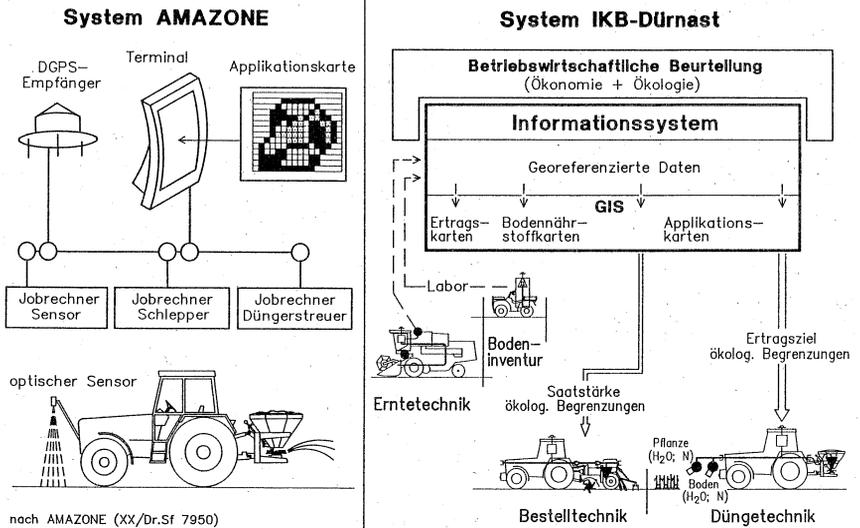


Abb. 10: Sensorgestützte N-Düngung nach AMAZONE links und IKB-Dürnast rechts

## 6. Trotz LBS keine durchgängige Kommunikation

Bei der Vielzahl der aufgezeigten technischen Systeme und deren Einbindung in die Teilflächenbewirtschaftung darf nicht übersehen werden, daß darin GPS nur ein Hilfsmittel darstellt. Teilflächenbewirtschaftung selbst ist "die Erfassung, Verarbeitung und Umsetzung vielfältiger und z.T. sehr komplexer Informationen". Insofern benötigt diese Technik neben der Sensorik, den Entscheidungsalgorithmen und der Aktorik eine durchgängige Kommunikation als unabdingbare Voraussetzung für eine einfache und problemlose Umsetzung.

Nach mehr als 10-jähriger Vorarbeit durch die Arbeitsgruppe "Elektronische Schnittstelle" bei der LAV steht dafür heute das "Landwirtschaftliche Bus-System (LBS)" als fertige Norm zur Verfügung (Abb. 11).

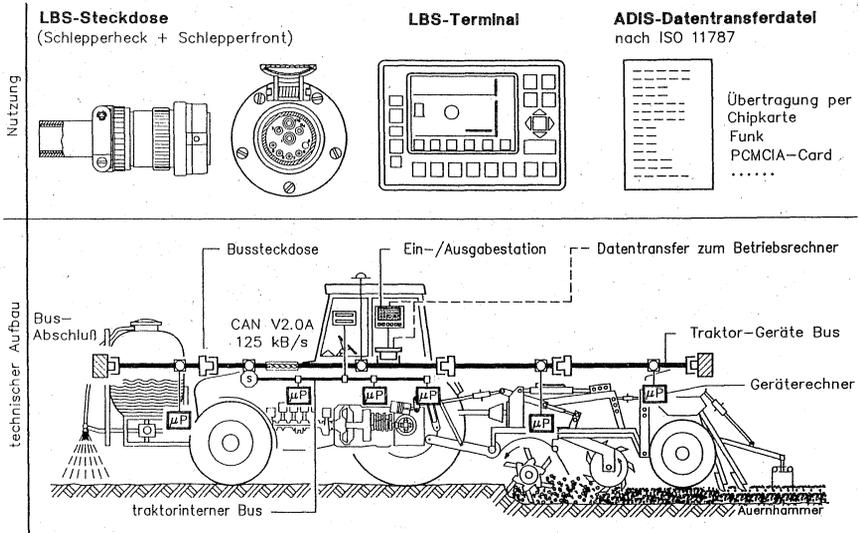


Abb. 11: Landwirtschaftliches Bus-System

Trotz immenser Publikumsarbeit und trotz vielfältiger Informationsveranstaltungen mit der parallelen Entwicklung von Pilotsystemen und der Erarbeitung von Prüfeinrichtungen für die DLG wird diese Norm jedoch von der Landmaschinenindustrie nur zögerlich angenommen. Wesentliche Gründe dürften sein:

- Bedenken gegenüber einer neuen, z.T. unbekanntem und für viele fremden Technik,
- Bedenken gegen Elektronik an sich,
- die Angst, eine neue Technik als erster erproben und einführen zu müssen,
- Verharren auf einer eigenen bewährten Lösung,
- der Wunsch und Wille nach einer eigenen, in sich geschlossenen Lösung, um damit den Landwirt dauerhaft an sich zu binden und sich gegenüber der Konkurrenz abzuschotten,
- die Sorge vor "viel Wettbewerb in einem offenen System" mit möglichen Verlusten an Marktanteilen.

Insofern kann nur das Verhalten der Landwirte zur Durchsetzung der Norm führen, indem ausschließlich LBS-konforme Elektronik nachgefragt und erworben wird. Eine Angst vor einer unsicheren Investition in eine evtl. fragliche Technik ist unbegründet, weil auch eine ISO-Norm LBS nicht verdrängen, sondern allenfalls durch einen Software-Update preisgünstig erweitern wird.

## **7. Bei GPS noch Probleme mit der Korrekturdatenversorgung**

Doch auch bei GPS als zweiter Basistechnologie für die Teilflächenbewirtschaftung sind immer noch Probleme vorhanden. Hier kann auch heute noch kein zuverlässiger, preisgünstiger Korrekturdatendienst genutzt werden. Sowohl das Rasant-System der AdV, wie auch das ALF der TELEKOM decken das Bundesgebiet noch nicht vollständig ab. Empfangsprobleme sind mancherorts vorhanden, bei der Langwellentechnologie sind Störungen durch maschineninterne Eigenfrequenzen möglich.

Auch die satellitengestützten Korrekturdatendienste zeigen Anwendungsprobleme bei ungünstigen topographischen Gegebenheiten an Nord-, Nordost- und Nordwesthängen. Abschattungsprobleme sind auch an Waldrändern zu beobachten.

Insgesamt sollte deshalb nur jene Technik erworben werden, welche vor Ort unter den gegebenen Bedingungen zufriedenstellende Dienste leistet. Dazu muß diese Technik schon längere Zeit vor der kritischen Nutzungsphase in der Ernte getestet und evtl. durch andere ersetzt oder durch den Vertrieb nachgebessert werden.

## **8. Gewannebewirtschaftung als "Bayerischer Weg"**

Während sich alle bisherigen Ausführungen auf die Teilflächenbewirtschaftung innerhalb eines Schlages beziehen, kann unter diesem Begriff jedoch auch eine veränderte Form der Feldbewirtschaftung verstanden werden. So wäre es auch denkbar, einzelne Schläge als Teilschläge zu verstehen und über mehrere Schläge hinweg in Form einer "virtuellen Flurneuordnung" mit einer gemeinsamen Fruchtfolge nach den Wünschen und Vorgaben der einzelnen Besitzer die Feldbearbeitung durchzuführen (Abb. 12).

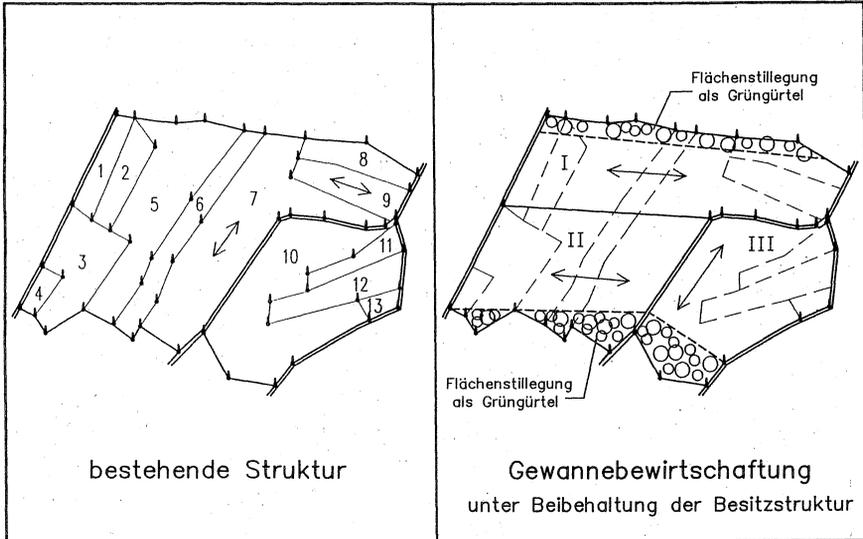


Abb. 12: Gewannebewirtschaftung mit GPS

Der Ablauf und die Einführung dieser Form der Teilflächenbewirtschaftung könnte in folgenden Schritten ablaufen und umgesetzt werden:

- Grenzsicherung mit Luftbild, DGPS und abgesenkten Dauermarkierungen,
- Einigung auf gemeinsame Fruchtfolge (Eigentumsstrukturen, Feldgehölze und Biotope bleiben erhalten),
- mit GPS wird über die Einzelflurstücke hinweg gearbeitet, wobei zusätzliche Freiflächen (Stilllegungsflächen) geschaffen werden und die Bearbeitungsmaßnahmen nach geringster Erosionsgefahr ausgerichtet und begrenzt werden. Anzustreben sind Mindestschlaggrößen ab 7 - 8 ha. Deren Bewirtschaftung erfolgt in drei möglichen, aufeinander folgenden Schritten:
  - a) Nach gemeinsamer Fruchtfolge, gemeinsamer Bewirtschaftung und bisheriger Produktionshöhe bei Eigentumsbeibehalt (etwa 2 - 3 Jahre)  
---> *Kostendegression durch größere Einheiten (Haupteffekt)*
  - b) Über die lokale Ertragsermittlung wird nach Bodenart (Kontur) zur Teilschlagbewirtschaftung bei Eigentumsbeibehalt übergegangen  
---> *Kostendegression durch Einsparungen + ökologische Entlastungen*

- c) Optimierte Produktionsstrategien werden bei Eigentumsbeibehalt genutzt  
---> *maximale Kostensenkung bei geringster Umweltbelastung*

GPS und LBS liefern bei dieser Form der Teilflächenbewirtschaftung die zweifelsfreie Arbeitsdokumentation und Nachweisführung bei Eigentumsbeibehalt. Kostenaufwendige Neuordnungsverfahren können unterbleiben, wenn die erforderliche Infrastruktur über Wege und Straßen für den Einsatz überbetrieblich genutzter, leistungsfähiger Technik gegeben ist.

## 9. **Schlußfolgerungen**

Die Teilflächenbewirtschaftung stellt einen technisch machbaren Weg zwischen den beiden extremen Landnutzungsformen konventioneller und ökologischer Art dar. Sie versucht auf die örtlichen Gegebenheiten einzugehen und durch angepaßte Maßnahmen die Umweltbelastungen unter Beibehaltung eines hohen Ertragsniveaus zu sichern. Mit Hilfe der Satellitenortung GPS

- kann die Ortung für die Informationserfassung, Informationsverarbeitung und die Informationsumsetzung mit einer Genauigkeit von 1 - 5 m sichergestellt werden,
- wird im Mähdrescher die lokale Ertragserfassung möglich, wobei auf mehrere Ertragsmeßsensoren zurückgegriffen werden kann,
- ist auch die Ausweitung der Ertragsermittlung auf die anderen Erntearbeiten gewährleistet, wenn dafür zuverlässige und preisgünstige Sensoren verfügbar sind,
- erweitert sich die Bodenbeprobung zur teilflächenspezifischen Variante mit exakter Georeferenzierung der Beprobungsstellen.

Allerdings fehlen derzeit noch zuverlässige Algorithmen zur Umsetzung der Stickstoffdüngung. Zudem bereitet die durchgängige Kommunikation noch Probleme, obwohl mit dem LBS eine fertig definierte Norm zur Verfügung steht.

Einen neuen Ansatz könnte die Teilflächenbewirtschaftung in kleinflächigen Strukturen über eine "Gewannebewirtschaftung" erreichen. Sie eröffnet Kostensenkungen bei der Bewirtschaftung unter Beibehaltung der Besitzstrukturen und läßt sich längerfristig in schlagübergreifende lokale Maßnahmen weiterentwickeln.

Rein ökonomisch ergeben sich bei alleiniger Betrachtung möglicher Einsparungen bei Dünger und Pflanzenschutz nur in sehr großen Einheiten Vorteile. Demgegenüber sind jedoch die ökologischen Entlastungen schon heute unbestritten.

---

*Die wesentlichen Arbeiten zur Entwicklung der Teilflächentechnik wurden durch zwei Forschungsvorhaben des BStMELF von 1989 bis 1993 und durch das BMBF im FAM mit der Förderung von 1991 bis 1997 ermöglicht. Hinzu kommen vielfältige Unterstützungen in dieser Zeit durch die Landmaschinenindustrie (CLAAS, MF-DRONNINGBORG, FENDT, JOHN DEERE).*



## Differenzierte Bodenbeprobung und regionale Klima- und Witterungsdaten zur Optimierung der Stickstoffdüngung

Karl Wild und Georg Fröhlich

### 1. Einleitung

Eine umweltfreundliche und bedarfsgerechte Düngung ist ohne aussagekräftige Informationen über den Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden nicht möglich. Deshalb wird mit Hilfe der Bodenuntersuchung der Gehalt an Stickstoff, Phosphat, Kali und anderen Nährstoffen festgestellt. Aufgrund der hohen Dynamik des Bodennitrostoffs in Nitratform muß die Stickstoffbestimmung, meistens in Form der  $N_{min}$ -Untersuchung, jährlich und bis zu einer Bodentiefe von 90 cm ermittelt werden. Zur Reduzierung der Arbeitsschwere der häufig manuell durchgeführten Beprobung und zur Erhöhung der Schlagkraft wurde in den vergangenen Jahren an der Mechanisierung der Probenziehung gearbeitet. Die Entwicklungs- und Forschungsprojekte führten überwiegend zu hydraulisch betriebenen Geräten, die an Fahrzeuge angebaut werden können, so daß die Arbeitskraft ohne große Anstrengungen Proben ziehen und bequem von einem Beprobungsort zum nächsten gelangen kann.

Diese Verbesserungen reichen aber bei weitem noch nicht aus. Ungelöst blieb das Problem der großen Menge an Bodenmaterial, die pro Einstich gewonnen wird. Zur Analyse werden maximal 200 g benötigt, die Mischprobe, die auf dem Acker aus etwa 10 bis 15 Einstichen zustande kommt, umfaßt aber 1 bis 2 kg. Das Überschußmaterial belastet das Untersuchungsverfahren und erhöht die Kosten. Die Homogenisierung der Mischprobe als Voraussetzung zur Gewinnung einer repräsentativen Stichprobe ist auf dem Feld mit einem vertretbaren Aufwand nicht möglich. Neuentwicklungen sind deshalb erforderlich.

Das übliche Prinzip der Zusammenmischung der Einzelproben eines Schläges führt zu einer Unterschlagung der Nährstoffvariabilitäten innerhalb des Schläges. Der über die Mischprobe ermittelte Nährstoffgehalt zieht deshalb Unter- und Überdüngungen nach sich. Aus diesem Grund ist die Vermischung abzulehnen. Statt dessen muß jede Probe analysiert und der Beprobungsort mit Hilfe seiner geographischen Koordinaten festgehalten werden, so daß sich Nährstoffkarten, die die Variabilität im Schlag aufzeigen, erstellen lassen.

Da der Bodenstickstoff eine sehr hohe Dynamik aufweist, ist es mit der einmaligen Bodenbeprobung im Frühjahr nicht möglich, die Entwicklung des Gehaltes an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden und damit die erforderlichen Düngermengen - insbesondere bei den späteren Gaben - ausreichend genau zu bestimmen. Abhilfe können hier Simulationsprogramme schaffen, die mit Hilfe einer ausführlichen Standort- und Bodenbeschreibung, mit Bewirtschaftungs-, Klima- und Witterungsdaten den Verlauf des zur Verfügung stehenden Stickstoffs errechnen können.

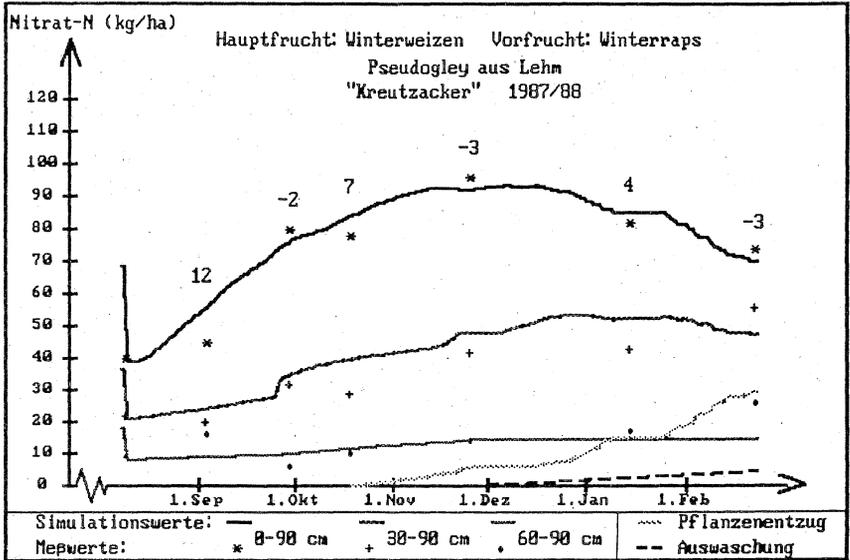


Abb. 1: Verlauf von gemessenen und simulierten Nitratgehalten auf einem Pseudogley aus Lehm unter Winterweizen nach Winterraps (nach Engel, 1991)

Die Genauigkeit der Simulationsergebnisse hängt sehr stark von der Güte der Eingabedaten ab. Einschränkungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Ergebnisse waren in erster Linie auf das Fehlen lokaler Klima- und Witterungsdaten zurückzuführen. Lokale Klima- und Witterungsdaten müssen deshalb zur Verfügung stehen. Dazu ist ein engmaschiges Wetterstationsnetz mit einem entsprechendem System zur Datenbereitstellung erforderlich.

In jüngster Zeit wurde verstärkt an Lösungen zur Behebung der skizzierten Probleme gearbeitet. Nachfolgend werden einige Entwicklungen vorgestellt.

## 2. Gewinnung kleiner Bodenprobenmengen

An der Landtechnik Weihenstephan wurde ein kostengünstiges Gerät zur Entnahme kleiner Probenmengen entwickelt. Das Bodenprobeentnahmegerät "BPEG60" dient sowohl der Stickstoffbeprobung als auch der Standardbodenuntersuchung. Das Gerät basiert auf einem Bohrwerkzeug mit einem Durchmesser von 12 mm (Abb. 2).

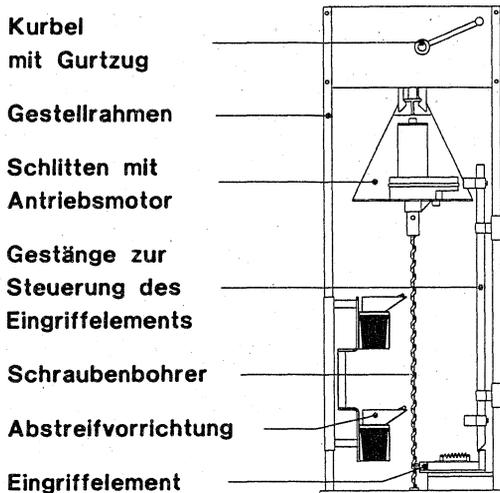


Abb. 2: Schematische Darstellung des Bodenprobeentnahmegerätes "BPEG 60"

Die Bohrschnecke wird von einem Elektromotor angetrieben, der mit einer Spannung von 12 V versorgt wird. Ist auf dem Trägerfahrzeug eine Hydraulikanlage vorhanden, so kann der Antrieb der Bohrspindel auch mit Hilfe eines Ölmotors erfolgen. Der Motor sitzt auf einem Schlitten, der in einen Gestellrahmen geführt wird. Durch die Anbringung eines Eingriffelements am Fuße des Gestellrahmens entsteht beim Eindrehen der Bohrschnecke eine Wirkverbindung zwischen dem Eingriffelement und der Schnecke, die einem Gewindeeingriff entspricht. Dadurch erfolgt eine Zwangsführung der Bohrschnecke. Der Vorschub wird somit nicht mehr durch die Festigkeit oder Viskosität des Bodens, sondern allein durch die Steigung und Drehzahl der Spindel bestimmt. Probleme, die bei anderen Bohrsystemen insbesondere bei lockeren oder sehr harten Böden vorkommen, treten bei diesem neuen System nicht mehr auf. Außerdem bleibt die natürliche Schichtung des Bodens in der gezogenen Probe erhalten.

Sobald die Bohrschnecke ganz eingedreht ist, wird das Eingriffselement automatisch zurückgezogen. Mit Hilfe einer Handkurbel, die mit einem Gurtzug oder mit einem Hydraulikzylinder verbunden ist wird die Schnecke aus dem Boden gezogen. Das Probenmaterial sitzt in den Spindelgängen der Schnecke. Zum Abstreifen der Probe von der Spindel werden Abstreifer eingesetzt, die den Boden in Auffangbehälter leiten. Durch eine vertikale Anordnung von zwei Schiebern können durch einen Bohrvorgang und einem Abstreifvorgang Bodenproben aus zwei Schichttiefen aus der Bohrschnecke gelöst werden, wobei der obere Schieber die Probe von 0-30 cm und der untere von 30-60 cm abstreift und in getrennte Behälter füllt.

Durch die Wahl eines entsprechenden Bohrerdurchmessers kann das Probengewicht variiert werden, wobei selbst Mengen von unter 10 g gezogen werden können.

Über den Gestellrahmen wird das Bodenprobeentnahmeggerät an ein Fahrzeug befestigt (Abb. 3). Durch einen entsprechenden Adapter kann es an eine Reihe von Fahrzeugtypen angebracht werden. Die Anbringung erfolgt immer so, daß das Gerät selbst bei einem herkömmlichen Auto vom Fahrersitz aus bedient werden kann.

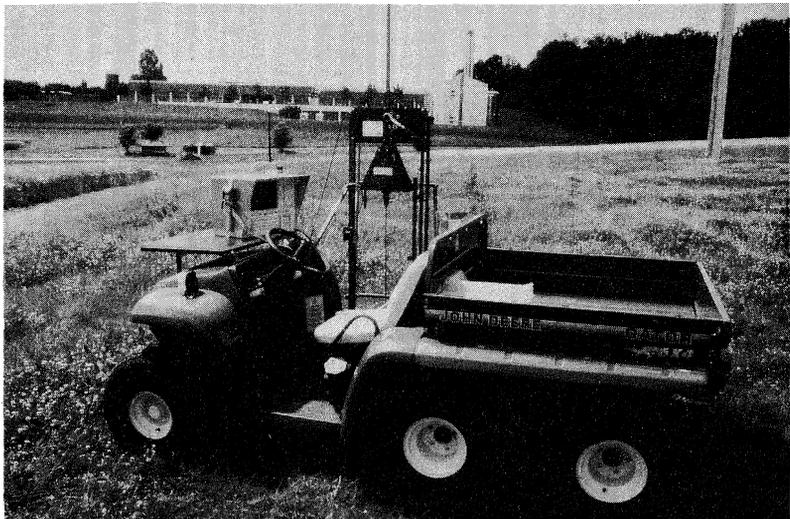


Abb. 3: Bodenbeprobungsgerät und Navigationseinrichtung (GPS) angebaut an ein Fahrzeug

### 3. Erfassung der Position und Ansteuerung der Beprobungsorte

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des neuen Verfahrens der Landtechnik Weihenstephan ist ein Ortungs- und Navigationssystem. Mit Hilfe des Satellitennavigationssystems "Global Positioning System (GPS)" kann der Ort der Beprobung erfaßt werden. GPS wird im differentiellen Betrieb eingesetzt ("DGPS"), wodurch eine höhere Ortungsgenauigkeit erreicht wird. Zur graphischen Darstellung des Beprobungsortes befindet sich auf dem Fahrzeug ein Computer mit Bildschirm (Abb. 4).

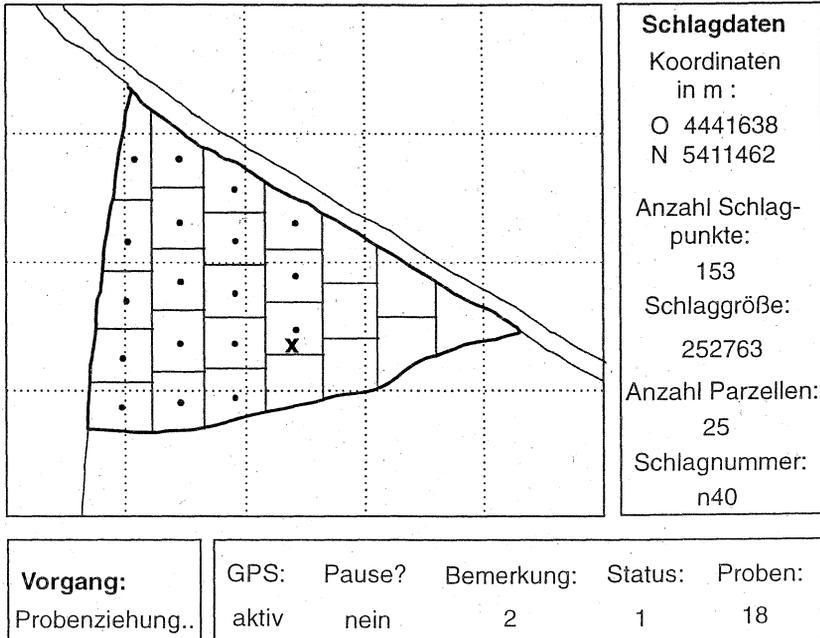


Abb. 4: Darstellung der Schlag- und Ortungsinformationen am Computerbildschirm bei der Bodenbeprobung

Vor der Beprobung werden zuerst mit GPS die Schlaggrenzen ermittelt und die Fläche errechnet. Bei der anschließenden Probengewinnung hilft der Navigationsteil des Programms dem Fahrer zur Auffindung der jeweiligen Beprobungsorte innerhalb des Schlages. Auf dem Bildschirm ist die Position des Fahrzeuges durch ein Kreuz im Parzellenraster dargestellt, die bereits beprobten Orte durch einen Punkt. Zusätzlich

werden die Koordinaten abgespeichert, so daß bei späteren Beprobungen die selben Orte wieder angefahren werden können.

#### **4. Bestimmung der Beprobungsorte innerhalb des Schlages**

Zur Beprobung teilt das eingesetzte Programm den Schlag in eine wählbare Anzahl gleichgroßer Parzellen ein (siehe Abb. 4), in denen jeweils ein Ort beprobt wird. Mit einer derartigen Rasterbeprobung lassen sich die Variabilitäten innerhalb eines Schlages gut erfassen. Nachteilig ist aber die große Zahl an Proben, die im Labor analysiert werden müssen. Außerdem reicht für die bestimmten Orte eine einzelne Probe nicht aus. Da selbst auf einer Fläche von nur einem Quadratmeter der Nitratgehalt um mehr als 100 % variieren kann, müssen an den einzelnen Orten mehrere Proben gezogen und zu einer Mischprobe zusammengestellt werden. Aufgrund dieses hohen Aufwandes und den damit verbundenen Kosten ist eine Reduzierung der Beprobungspunkte innerhalb eines Schlages anzustreben.

Wünschenswert wäre es, mit einer geringen Anzahl an repräsentativen Orten die Variabilität für den gesamten Schlag ermitteln zu können. Ansätze hierzu bieten mehrjährige Ertragskarten. Sie könnten die Grundlage für die Einteilung eines Schlages in Bereiche mit gleichem Ertragspotential bzw. gleicher Bodenfruchtbarkeit bilden. Flächen mit gleichem Potential könnten für die Bodenbeprobung zusammengefaßt und mit einer niedrigeren Anzahl an Einzelproben erfaßt werden.

Ein derartiges Verfahren ist mit zusätzlichen Parametern optimierbar. Mit einer einmaligen, ausführlichen Grundinventur könnte der Schlag detailliert beschrieben werden. Verschneidet man die gewonnenen Informationen, z.B. über Bodenart, Topographie, Krumentiefe, Gründigkeit, Feldkapazität etc. mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS), so kann schließlich eine Karte mit den zu beprobenden Punkten im Schlag erzeugt werden. Die Daten der Schlaginventur wären auch für die Simulationsverfahren zur Berechnung der Stickstoffdynamik im Boden erforderlich.

#### **5. Erfassung und Bereitstellung von Klima- und Wetterdaten zur Berechnung der Stickstoffdynamik im Boden**

Während z.B. Topographie, Bodenart oder Gründigkeit als konstant betrachtet werden können, unterliegt das Wetter erheblichen zeitlichen und räumlichen Schwankungen.

Da aber exakte lokale Wetterdaten für die Simulationsmodelle benötigt werden, ist deren Erfassung und Bereitstellung unumgänglich.

### **5.1 Wetterdatenerfassung**

An die Wetterdaten für eine Berechnung der Stickstoffdynamik werden bestimmte Anforderungen hinsichtlich ihrer Erfassungsorte und Genauigkeit gestellt. Für die Bestimmung des Bodenwasserhaushaltes sind Daten über die Bodenfeuchte, Wasserspannung und Temperatur interessant. Da die Messung der erstgenannten beiden Größen augenblicklich noch sehr aufwendig ist, behilft man sich mit der Erfassung der Niederschlagsmengen und -zeiten, sowie der Luftfeuchtigkeit und Temperatur in Bodennähe. Für die Ermittlung von Temperaturprofilen müssen in mindestens zwei Tiefen Bodentemperaturen gemessen werden. Wichtig ist auch der Standort der Meßstationen in der Nähe der Anbaugelände, für die eine Optimierung der Stickstoffdüngung stattfinden soll. Ist das Ziel die Bereitstellung von Daten für eine flächendeckende Anwendbarkeit, so ist insbesondere in stark landschaftlich gegliederten Gebieten wie in Bayern, eine große Anzahl von Meßorten nötig. Eine Modellierung der Witterungsdaten aus einem flächenmäßig groben Raster ist aufgrund der stark ortsabhängigen Größe Niederschlag nicht ratsam.

In Bayern wurde im Rahmen des Programms "Umweltgerechter Pflanzenbau" und des Aufbaus von BALIS - Bayerisches Landwirtschaftliches Informationssystem - 1989 begonnen, ein agrarmeteorologisches Meßnetz zu installieren. Die Standorte der Meßstationen orientieren sich an der agrarräumlichen Gliederung des Freistaates. Um eine Flächendeckung zu erreichen, sind in jedem der ca. 50 Naturräume je zwei Stationen auf landwirtschaftlichen Betrieben oder Versuchsgütern in direkter Nähe der Nutzflächen aufgestellt. Auch in den anderen Bundesländern sowie im Ausland (USA, Australien) gibt es ähnliche Einrichtungen.

Im Bayerischen Meßnetz haben die Meßstationen einen einheitlichen modularen Aufbau. Hauptbestandteile sind Meßwertaufnehmer (Sensoren), an denen die meteorologischen Größen in elektrische Signale gewandelt werden, und ein Datalogger, der diese Signale aufbereitet und abspeichert. Gemessen werden folgende Größen:

- Lufttemperatur in 2 m und 20 cm Höhe,
- Bodentemperatur in 5 cm und 20 cm Tiefe,
- Niederschlag in 1 m Höhe,

- relative Luftfeuchtigkeit und Globalstrahlung in 2 m Höhe,
- Windgeschwindigkeit in 2,5 m Höhe,
- optional (vorwiegend in Sonderkulturen):
  - Bodentemperatur in 50-cm Tiefe,
  - Blattnässe in 1 m Höhe oder direkt im Pflanzenbestand,
  - zusätzliche Lufttemperaturen.

Diese Meßwerte werden im 10-Minuten Raster aufgezeichnet und auf den Meßstationen als Rohdaten für einige Tage abgespeichert. Die Daten aller Stationen werden täglich von einem zentralen Rechnersystem per Modem abgerufen und in einer Datenbank gespeichert. Die zentrale Erfassung der Meßdaten in einem Datenbankserver hat den Vorteil, eine Plausibilitätsprüfung der Daten vor der Weitergabe an potentielle Anwender durchführen zu können. Ein Computerprogramm realisiert deshalb die Prüfung auf formale Fehler, Konsistenz und klimatologische Grenzwerte. Es dient neben der Erkennung von unbrauchbaren Meßdaten und kritischen Betriebszuständen der Meßstationen, der Datenfernübertragung und des Datenbanksystems der Zusammenfassung der geprüften 10-Minuten-Meßwerte zu Stundenwerten und Tageswerten. Neben einer Reihe automatisch veranlaßter Maßnahmen zum Vermeiden von Übertragungsfehlern findet auch eine Benachrichtigung der Meßnetzbetreiber statt, wenn die empfangenen Meßwerte offensichtlich fehlerbehaftet sind. Dieser kann dann eine Prüfung und Fehlerbeseitigung vor Ort veranlassen.

## **5.2 Bereitstellung der Witterungsdaten**

Die aufbereiteten Daten liegen jeden Morgen für den zurückliegenden Tag in Form von 10-Minuten-, Stunden-, oder Tagesdaten für jede Meßstation vor. Zur Bereitstellung der Daten für Nutzer innerhalb des Amtsbereiches gibt es eine Reihe von speziellen Applikationen, die den direkten Zugang zur Datenbank nutzen. Alle anderen Interessenten hatten bisher nur die Möglichkeit, über T-Online (Seite \*BALIS#) interaktiv auf die Stunden- und Tagesdaten bzw. auf standortspezifische Pflanzenschutzempfehlungen zuzugreifen. Diese Möglichkeit ist umständlich und für ein praxisorientiertes Beratungssystem nicht akzeptabel.

Andererseits bietet die moderne Kommunikations- und Informations-Infrastruktur mit dem Internet ein ausgezeichnetes Hilfsmittel für die Versorgung vielschichtiger Anwender mit Informationen. Im Zuge der Erweiterung von BALIS-Online zum Internet-basierenden Informationssystem werden auch die agrarmeteorologischen Meßdaten

und das Monitoring zum Pflanzenschutz als Internet-Applikation umgestaltet (Abb. 5).

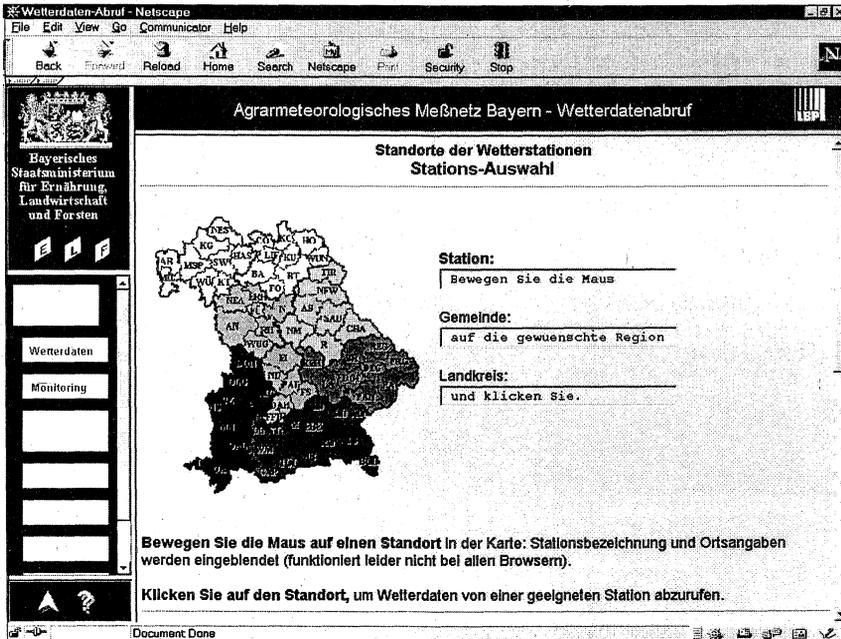


Abb. 5: Einstiegs-Bildschirm für den Wetterdatenabruf aus dem Internet

Die Aktualität der Web-Seiten wird gewährleistet, in dem die gefragten Daten aus der zentralen Datenbank an den Anwender weitergereicht werden. Dabei ist ein wichtiges Gestaltungskriterium die Vielseitigkeit des Datenzugriffs, aber auch die direkte Einspeisung der Daten in Anwenderprogramme.

### 5.3 Erhöhung der Qualität der Wetterdaten

Befindet sich die Nutzfläche, für die eine Stickstoffoptimierung stattfinden soll, nicht in direkter Nähe einer Wetterstation aus dem Meßnetz oder ist die am ehesten zutreffende Station nicht eindeutig zuzuordnen, kann durch Angabe der mit dem GPS ermittelten geographischen Positionen durch spezielle Software in Verbindung mit der zentralen Datenbank die Wetterstation mit der höchsten Gültigkeit ermittelt werden. Werden auf einem Betrieb oder einer Betriebsgemeinschaft auch noch für andere Zwecke Witterungsdaten benötigt (z.B. Pflanzenschutz), lohnt sich die Anschaffung eines automatisch registrierenden Regenmessers. Die Hersteller klimatologischer

Meßinstrumente beabsichtigen, präzise arbeitende, kostengünstige Geräte zum Anschluß an den PC bereitzustellen. Dann kann zur Optimierung auf die eigenen Niederschlagswerte und auf für die eigene Position umgerechnete (interpolierte) Wetterdaten mehrerer Nachbarstationen aus dem Meßnetz zurückgegriffen werden.

## **6. Ausblick**

Die Bodenbeprobung wird in den nächsten Jahren einen deutlichen Umbruch erfahren. Die GPS-Technologie ermöglicht die Erfassung der Nährstoffvariabilitäten in einem Schlag, aber vor allem die höhere Zahl an Bodenproben, die mittelfristig dazu erforderlich ist, führt zu höheren Kosten. Dadurch verringert sich die Attraktivität der Bodenbeprobung als Basis einer umweltfreundlichen Düngung. Die Umsetzung neuer Beprobungsstrategien muß deshalb vorangetrieben werden und die Informationsverarbeitung stärker zum Zuge kommen. In Kürze erfolgt die Bereitstellung der agrarmeteorologischen Daten aus dem Bayerischen Meßnetz basierend auf einer Internetlösung. Sie erlaubt neben der Nutzung im Pflanzenschutz auch eine unkomplizierte Einbindung historischer und aktueller Wetterdaten in Systemen zur Berechnung der Stickstoffdynamik. Außerdem sind neue Analyseverfahren, z.B. die Vor-Ort-Analyse, zu berücksichtigen, so daß auch auf dieser Seite Einsparungen zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Bodenuntersuchung erzielt werden können.

## **7. Literatur**

BERGERMEIER J. UND HAIMERL J.: Das Netz der agrarmeteorologischen Meßstationen in Bayern, Stand und Entwicklung. Tagungsband zur Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan, Freising 8. November 1989. Institut für Landtechnik Weihenstephan 1989, S. 39-46

ENGEL T.: Entwicklung und Validierung eines Simulationsmodells zur Stickstoffdynamik in Boden und Pflanze mit Hilfe objektorientierter Programmierung. Dissertation: Institut für landwirtschaftlichen und gärtnerischen Pflanzenbau, Weihenstephan 1991

FRÖHLICH G., WENDL G., WENDLING F. UND SCHÖN H.: Wetterdaten online - Datenfernübertragung im Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetz. In: Landtechnik 52 (1997), Nr. 1, S. 46-47

MUHR T., AUERNHAMMER H., DEMMEL M. UND WILD K.: Inventory of fields and soils with DGPS and GIS for precision farming. ASAE Paper 94-1583 (1994)

STENGER R.: Dynamik des mineralischen Stickstoffs in einer Agrarlandschaft - Monitoring - Prozeßstudien - Simulationen. Dissertation: Institut für Bodenökologie des GSF-Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit, Oberschleißheim 1995

WILD K., SCHURIG M. UND RÖDEL, G.: Bodenbeprobung. Landtechnik 52 (1997), Nr. 3, S. 122-123



## Grundsätze bei der Düngebedarfsermittlung

Ulrich Hege

Die Optimierung der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen ist nicht nur aus ökonomischen, sondern auch aus ökologischen Gründen (z.B. Abgasung von Ammoniak, Auswaschung von Nitrat in das Grundwasser, Abschwemmung von Phosphat in Oberflächengewässer) dringend erforderlich. Voraussetzung hierfür ist neben der richtigen Mengenbemessung eine auf den Bedarf der Pflanzen abgestimmte Terminierung der Düngegaben, insbesondere der von Stickstoff, sowie eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Dünger über die Fläche.

In Abbildung 1 sind die Parameter dargestellt, die zur Ermittlung des Düngebedarfes herangezogen werden.

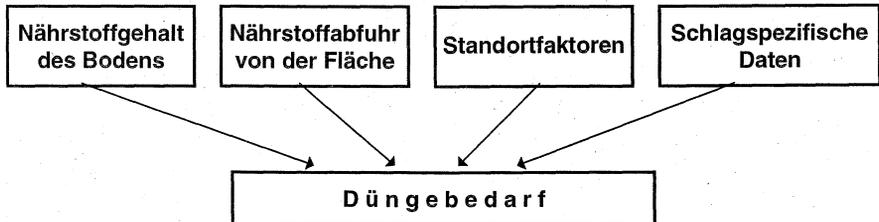


Abb. 1: Schematische Darstellung der Ermittlung des Düngebedarfes

### Nährstoffgehalte des Bodens

Eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung des Düngebedarfes ist die Bodenuntersuchung. Sie gibt Auskunft über den Nährstoffzustand bzw. über die Menge an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden.

Wie die ermittelten Nährstoffgehalte im Hinblick auf die Versorgung der Pflanzen zu beurteilen sind, wird in Feldversuchen ermittelt (Tabelle 1).

Tab. 1: Gehaltsstufen für Phosphat und Kali in Ackerböden  
(Nährstoffgehalt in mg/100 g Boden, CAL)

Gehaltsstufe	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> für alle Bodenarten	K <sub>2</sub> O		
		leichte Böden (S, I'S)	mittlere Böden (IS - uL)	schwere Böden (tL - T)
A sehr niedrig	< 5	< 4	< 5	< 7
B niedrig	5 - 9	4 - 7	5 - 9	7 - 14
C anzustreben (optimal)	10 - 20	8 - 15	10 - 20	15 - 25
D hoch	21 - 30	16 - 25	21 - 30	26 - 35
E sehr hoch	> 30	> 25	> 30	> 35

Die derzeit in Bayern angewandten Bodenuntersuchungsmethoden sind für

- ⇒ Stickstoff: Nmin, EUF
- ⇒ Phosphor, Kali: CAL, EUF
- ⇒ pH-Wert: CaCL<sub>2</sub>
- ⇒ Magnesium: CaCL<sub>2</sub>

### Nährstoffabfuhr von der Fläche

Als wichtiger Grundsatz für die Düngerbemessung gilt, daß auf Böden mit optimaler Nährstoffversorgung die Nährstoffzufuhr die Nährstoffabfuhr im Mittel der Fruchtfolge nicht überschreiten soll (Tabelle 2). Dies gilt für Phosphat und Kali uneingeschränkt, während für Stickstoff gewisse „unvermeidbare Verluste“ toleriert werden müssen. Längerfristig wird demnach von einer nahezu vollständigen Verwertung der Düngernährstoffe ausgegangen, auch wenn im Anwendungsjahr von den Pflanzen meist nur 10-25 % des Phosphats, 40-80 % des Kaliums, 10-40 % des Stickstoffs aus organischen Düngern und 40-80 % des Stickstoffs aus Mineraldüngern verwertet werden.

Die Höhe der P- und K-Abfuhr wird dabei linear ermittelt (Ertrag (dt/ha) x Nährstoffgehalt (kg/dt) = Abfuhr (kg/ha)).

Bei Stickstoff werden Ertragsklassen gebildet. Eine Korrektur erfolgt in Form von Zu- bzw. Abschlägen.

Tab. 2: Empfohlene Zu- und Abschläge auf der Basis der ermittelten Gehaltsstufe des Bodens

Gehaltsstufe	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Düngung alle Bodenarten	K <sub>2</sub> O-Düngung	
		leichte Böden (S - I'S)	mittlere und schwere Böden (IS - T)
A sehr niedrig	Abfuhr +60 kg/ha	Abfuhr +40 kg/ha	Abfuhr +75 kg/ha
B niedrig	Abfuhr +60 kg/ha	Abfuhr +40 kg/ha	Abfuhr +75 kg/ha
C anzustreben (optimal)	Abfuhr	Abfuhr	Abfuhr
D hoch	½ Abfuhr	½ Abfuhr	½ Abfuhr
E sehr hoch	keine	keine	keine

### Standortfaktoren

Zahlreiche, sich widersprechende Ergebnisse über Erfolg und Mißerfolg bestimmter Düngemaßnahmen haben ihren Grund in unterschiedlichen Standorteinflüssen. Der Standorteinfluß kann soweit gehen, daß auf Böden mit hohem Nährstoffgehalt durch verstärkte Düngung Mehrerträge erzielt werden, während auf Böden mit mittlerem oder niedrigem Nährstoffgehalt kein Ertragsanstieg erzielt wird. Nachstehend wird auf wichtige, leicht erfaßbare Standortfaktoren hingewiesen.

### Durchwurzelbarkeit und Nährstoffgehalt des Unterbodens

Die Werte der Bodenuntersuchung für Phosphat, Kali, Magnesium, Spurenelemente und pH-Wert beziehen sich auf den Krumenraum. Obwohl dieser am stärksten durchwurzelt ist, decken die Pflanzen doch einen erheblichen Teil ihres Wasser- und Nährstoffbedarfs aus dem Unterboden. Die Ansprüche an den Nährstoffgehalt der Krume sind deshalb geringer, wenn der Boden tiefgründig, gut durchlüftet, frei von Grund- und Stauwasser, Verdichtungen oder sonstigen durchwurzelungshemmenden Schichten ist.

### Bodenstruktur

Unter Bodenstruktur versteht man die räumliche Anordnung der festen Bodenbestandteile und ihren Zusammenhalt. Die Bodenstruktur hat wesentlichen Einfluß auf den Luft- und Wasserhaushalt und damit auf das Wurzelwachstum sowie auf die Verfügbarkeit der Nährstoffe. Bei den berechneten Düngeempfehlungen wird von guten Strukturverhältnissen im Boden ausgegangen. Bei geschädigter Bodenstruktur kann eine erhöhte Düngung die Hemmung des Pflanzenwachstums abschwächen, aber nicht völlig kompensieren. Es ist darauf zu achten, daß Bodenstruktur-schäden nicht entstehen. Ob Strukturschäden vorliegen, läßt sich am besten mittels "Spatendiagnose" feststellen.

### Krumentiefe, Raumgewicht, Steingehalt

Die Nährstoffgehalte für Mineralböden werden in mg je 100 g lufttrockenem Feinboden (Siebdurchgang < 2 mm Ø) angegeben. Lediglich auf Moorböden werden die Nährstoffe auf das Volumen bezogen (mg/100 ml). Die Bewertung der Bodenuntersuchungsergebnisse von Mineralböden unterstellt ein Krumengewicht von 4,2 Mio. kg/ha (Raumgewicht 1,4 g/cm<sup>3</sup>, Krumenmächtigkeit 30 cm, Steinfreiheit). Flachgründige Böden oder Böden mit hohem Steinanteil sollten wegen des eingeschränkten Wurzelraums bei gleichem Ertragsniveau einen etwas höheren Nährstoffgehalt (oberer Bereich der Richtwertspanne in Tabelle 1) aufweisen.

### Bodenfeuchte

Für die Nährstoffaufnahme ist verfügbares Bodenwasser Voraussetzung. Die Nährstoffausnutzung ist um so besser, je günstiger die Feuchteverhältnisse sind. Günstig wirken sowohl eine hohe nutzbare Wasserspeicherefähigkeit des Bodens als auch reichliche, gleichmäßig verteilte Niederschläge in der Vegetationsperiode. Staunässe und ein hoher Grundwasserstand schränken die Durchwurzelbarkeit ein und verschlechtern die Nährstoffaufnahme.

### Berücksichtigung der Standortfaktoren bei der Düngebedarfsermittlung

Die gegebenen Standortunterschiede und ihre Wirkung auf die Nährstoffversorgung der Pflanzen sind im Feldversuch schwer zu erfassen. Daher ist die Gehaltsstufe C so gewählt, daß auch unter ungünstigen Standortbedingungen die Nährstoffversorgung der Pflanzen für die Erzielung des am Standort optimalen Ertrages sichergestellt ist.

### **Schlagspezifische Daten**

Neben der Bodenuntersuchung werden das realistischere erreichbare Ertragsniveau und alle die Nährstoffaufnahme beeinflussenden Faktoren des Standortes (z.B. Bodenart, Steingehalt, Durchwurzelbarkeit) und der Bewirtschaftung (z.B. Sorte, Fruchtfolge, organische Dünger) berücksichtigt.

Eine optimale Düngewirkung ist nur zu erzielen, wenn auch die anderen acker- und pflanzenbaulichen Voraussetzungen in Ordnung sind. Dazu gehören:

- ein guter Kulturzustand des Bodens, z.B. durch sachgerechte Bodenbearbeitung und Regelung der Wasserverhältnisse,
- eine sinnvolle Kombination mineralischer und organischer Düngung,
- eine optimale Gestaltung der pflanzenbaulichen Maßnahmen wie Beachtung bewährter Fruchtfolgeregeln, richtige Sortenwahl, Verwendung hochwertigen Saatguts und gezielte Bekämpfung von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen.

### **Zusammenfassung**

Die aufgeführten Grundsätze bei der Düngedarfsermittlung sind mit Ausnahme bei der Stickstoffdüngung auch bei einer teilflächenspezifischen Düngung gültig. Bei der Bemessung der Stickstoffdüngung von Getreide (Zeit, Menge) werden derzeit in Bearbeitung befindliche Verfahren (z.B. Sensortechnik) eine Weiterentwicklung darstellen.



## **Praktische Umsetzung der teilflächenspezifischen Düngung**

Alfons Fischer

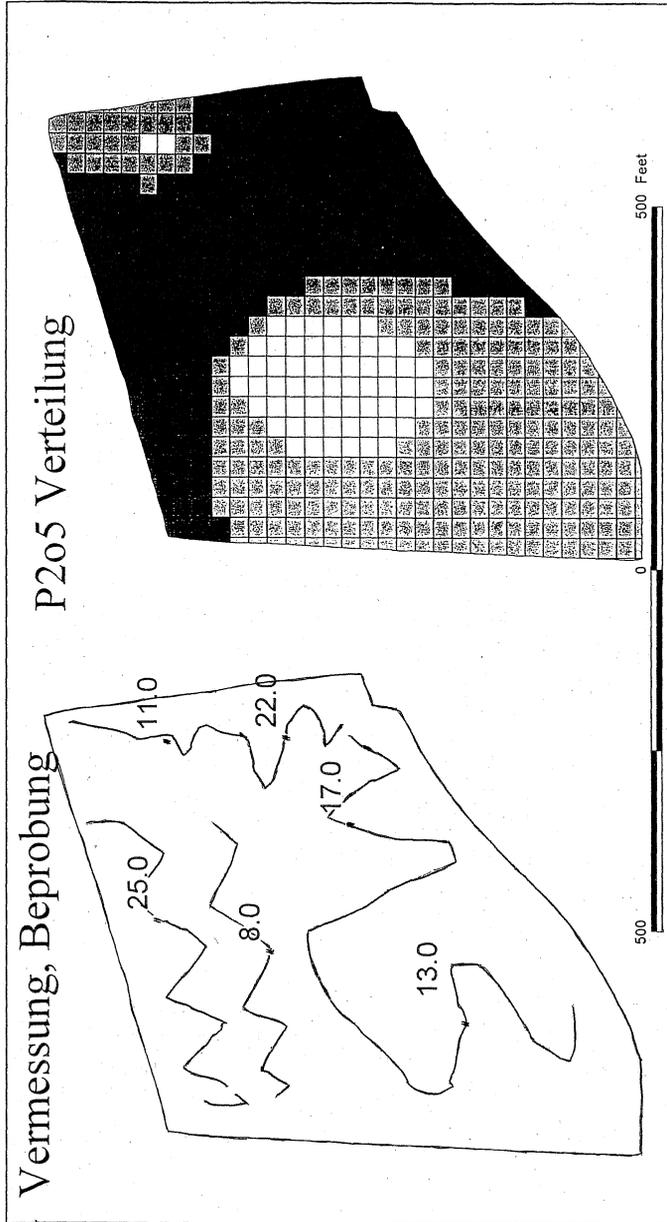
Starkes Interesse an der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung wurde in der Praxis durch die DLG-Fachausstellung Agritechnica 1997 geweckt. Angeregt durch die technischen Möglichkeiten glaubten viele, der Pflanzenbau könnte von heute auf morgen umgestellt werden. Neben der reinen Flächenaufzeichnung rückte zunächst die teilflächenspezifische Ertragserfassung in den Vordergrund. Da der Ertrag eng mit der Düngung zusammenhängt, liegt es auf der Hand, bei der Düngung auf teilflächenspezifische Nährstoffunterschiede Rücksicht zu nehmen.

### **Stand der Umsetzung in Bayern**

Exakte Zahlen über die praktische Umsetzung in Bayern gibt es leider nicht. Das Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. (LKP) dürfte die meisten Bodenproben ziehen. Jährlich werden über das LKP zwischen 180.000 und 400.000 Bodenproben untersucht. Daher kann aus diesen Ergebnissen auf Bayern geschlossen werden.

Neben der klassischen Bodenprobenahme bietet das LKP seit 1.1.1996 als Dienstleistung die Bodenprobenahme mit GPS-Aufmessung an. Ab dem Herbst 1997 konnte ein Anstieg bei dieser Dienstleistung registriert werden. Insgesamt wurden vom LKP ca. 2500 ha mit GPS aufgemessen und zugleich beprobt. Da neben dem LKP auch Privatfirmen diese Dienstleistungen anbieten, kann diese Zahl eventuell verdoppelt werden. Dies würde bedeuten, daß pro Jahr etwa 5.000 bis 6.000 ha mit GPS beprobt und aufgemessen werden. Die reine Flächenaufmessung wird von den Landwirten wesentlich stärker in Anspruch genommen. Die Ankündigung der staatlichen Behörden, die Flächenangaben mittels GPS-Aufmessung zu kontrollieren, brachte einen wahren Boom bei der reinen Flächenaufmessung. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß nur etwa bei 13 Prozent der mit GPS aufgemessenen Flächen auch gleichzeitig Bodenproben gezogen werden.

Entscheidet sich ein Landwirt für die Aufmessung und Bodenprobenahme, so erhält er neben den Analysenwerten der Bodenuntersuchung eine Feldkarte, auf der teilflächenspezifisch die unterschiedliche Nährstoffversorgung des Bodens bei Phosphat, Kali und Kalk farblich dargestellt ist (Abb. 1). Ähnliche Nährstoffkarten wurden bereits vor Jahren von den Untersuchungsanstalten angeboten. Diese waren und sind bei den Landwirten sehr beliebt. Viele Landwirte steuern dann manuell mit Hilfe dieser Karten ihre Düngergaben.



Date: Mrz 19, 1998  
 Field Name: f1\_98  
 Farm Name:  
 Client Name:  
 Total Acres: 13.3  
 Field Boundary Start Location:  
 Latitude: 48N 20' 30.76"  
 Longitude: 11E 58' 11.78"

P205 Surface	
	8.56 - 12.03
	12.03 - 14.42
	14.42 - 16.77
	16.77 - 19.5
	19.5 - 24.68

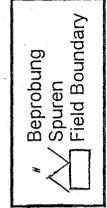


Abb. 1: Nährstoffversorgung eines Schlages

## **Düngeempfehlung und Streukartenerstellung**

Datengrundlage für eine Düngeempfehlung kann im Prinzip nur die amtliche Vorgabe aus der Düngeverordnung bzw. aus der Nährstoffsaldierung sein. Dies heißt: mit der Bodenanalyse und der geplanten Frucht wird eine Düngeplanung erstellt, die dann an die teilflächenspezifische Nährstoffversorgung angepaßt wird. Diese Vorgaben sind auf die Grundnährstoffe Phosphat, Kali und Kalk ausgerichtet. Große Unterschiede in der Düngung sind bei den derzeit geltenden Nährstoffklassen und der vielfach kleinen Feldstruktur nicht zu erwarten. Von der Praxis wird zudem häufig die grobe Einteilung in Nährstoffklassen bemängelt. Eine feinere Abstufung zwischen den Nährstoffunterschieden auf den Teilflächen wäre wünschenswert und wird von den Landwirten gefordert.

Die Streukarten (Abb. 2) werden zur Zeit von Dienstleistern erstellt. Da aber in Bayern kaum Düngerstreuer mit teilflächenspezifischer Ausbringung vorhanden sind, bedingt dies auch kaum Nachfrage nach Streukarten für GPS-gestützte Düngerausbringung und umgekehrt. Zudem wird die GPS-gestützte, teilflächenspezifische Düngung nur für Phosphat und Kali angeboten. Über die von den Mähdreschern mit GPS erstellten Ertragskarten wird versucht, auch den Stickstoff teilflächenspezifisch anzupassen. Die Pflanzenbauberatung kann aber bei dieser Fragestellung keine Antwort geben. Hier ist noch viel Forschungsarbeit zu leisten.

## **Ökonomische Einordnung**

Entscheidend für die Anwendung einer neuen Technik ist letztendlich der ökonomische Nutzen. Die Mehrkosten bei der Ausbringung müssen durch Mehrerträge oder Einsparungen wett gemacht werden. Nach Angaben aus den neuen Bundesländern werden für eine GPS-gestützte, teilflächenspezifische Düngerausbringung im Lohn Mehrkosten von 5,- DM/ha bis 10,- DM/ha genannt. Dazu müssen die Mehrkosten für die Beprobung und die Streukartenerstellung (ca. 20,- DM/ha) hinzu gerechnet werden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß in Bayern die Düngung in der Regel mit Eigenmechanisierung durchgeführt wird. Bei vorhandener Technik ist es daher sinnvoll mit Grenzkosten, d.h. mit den variablen Kosten, zu rechnen. Bei dieser Betrachtung kämen auf den Betrieb weitere Mehrbelastungen von ca. 20,- DM/ha hinzu. Somit muß die teilflächenspezifische Düngung entweder mindestens Einsparungen von 50,- DM/ha oder etwa einen Mehrertrag von 2 bis 3 dt/ha bringen. Da dieser Nutzeffekt in der Regel bei einer Anwendung, die nur auf die Grunddüngung bezogen ist, schwer zu realisieren sein dürfte, hat die teilflächenspezifische Düngung zur Zeit in der Praxis nur eine geringe Chance. Sollte mit diesem System auch die Stickstoffdüngung möglich sein, könnte dies der GPS-Technik in diesem Bereich zum Durchbruch verhelfen.

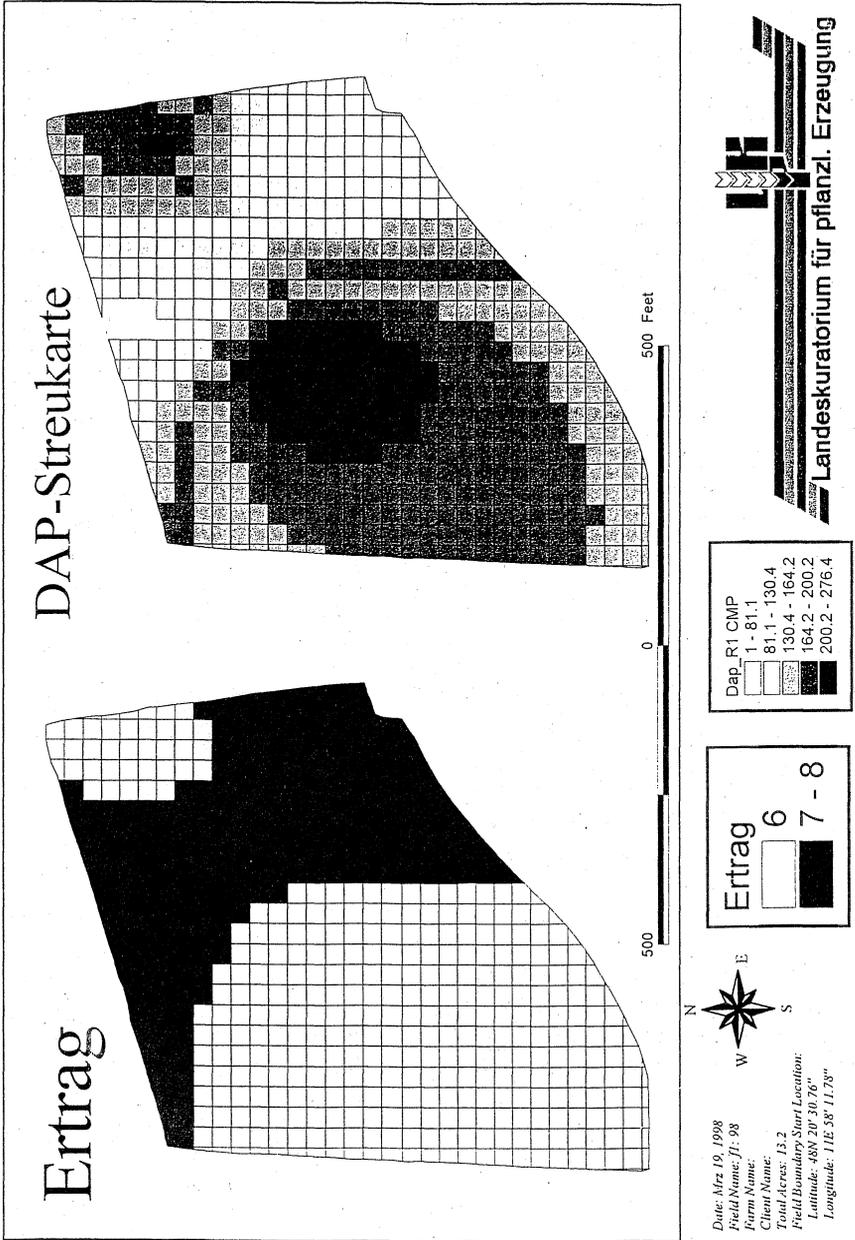


Abb. 2: Ertrags- und Streukarte eines Schlages

## **Zusammenfassung**

Derzeit wird die teilflächenspezifische Düngung viel diskutiert, aber die Umsetzung in die Praxis ist sehr gering. Dies ist sicher auch auf die mangelnde Wirtschaftlichkeit bei alleiniger Anwendung bei der Grunddüngung zurückzuführen. Neuen Schwung könnte diese Anwendung nur erreichen, wenn neben der Grunddüngung auch die N-Düngung in dieses System integriert würde. Dazu ist aber noch viel pflanzenbauliche Forschungsarbeit nötig.



## **Teilflächenbewirtschaftung mit GPS - Folgerungen für den überbetrieblichen Einsatz**

Georg Thalhammer

Bereits unsere Vorfahren beobachteten bei der regelmäßigen Arbeit auf den Äckern und Wiesen gewisse standortspezifische Unterschiede. Jeder Landwirt wird bestätigen können: solange er selbst alle Arbeiten auf seinen Feldern ausführt, kennt er die „guten“ Stellen, an denen es sich lohnt mehr zu düngen, und die Wasserlöcher oder Sandkuppen, an denen sich nur verhalten zu düngen lohnt. Wird die Ernte selbst durchgeführt, kann der Landwirt den Erfolg seiner Maßnahmen direkt bestätigt sehen. Dieses Wissen wurde immer besser, je länger der einzelne Landwirt seine Flächen und damit deren Eigenarten kannte.

Mit dem ökonomischen Zwang, immer mehr Arbeiten auszulagern, also überbetrieblich erledigen zu lassen, gehen natürlich für den Landwirt bisher ganz selbstverständliche Informationen verloren. Lange mußte man dies hinnehmen. GPS nun könnte helfen dieses Problem zu beheben.

Die auf überbetriebliche Arbeitserledigung spezialisierten Maschinenringe und ihre Spezialisten unterliegen dem Zwang, die von ihnen ausgeführten Dienstleistungen möglichst transparent darzustellen. Nur dadurch erreichen sie die benötigte Akzeptanz. Die heute üblichen Spezialmaschinen werden oft nur wenige Wochen im Jahr eingesetzt. Eine optimale Einsatzorganisation ist unumgänglich. Die Maschinenringe erwarten durch Einsatz von geeigneter Software unter Einbindung des „Global Positioning System“ (GPS) und von „geographischen Informationssystemen“ (GIS) die teuren Maschinen noch effizienter einsetzen zu können.

Mit dem GPS steht ein jederzeit verfügbares Ortungs- und Navigationssystem zur Verfügung. In den vorherigen Beiträgen wurde dieses System bereits eingehend beschrieben.

Für den überbetrieblichen Einsatz bietet das System grundsätzlich 3 Ansätze:

- **Dokumentation:** die Möglichkeit, Informationen und Kenntnisse über die unterschiedlichen Bedingungen auf den Teilflächen zu sammeln und darzustellen.
- **Steuerung:** die Möglichkeit, pflanzenbauliche Maßnahmen den unterschiedlichen Gegebenheiten auf dem Schlag individuell anzupassen.

- **Logistik:** die Möglichkeit, den Einsatz von überbetrieblich eingesetzten Maschinen zu optimieren.

### Dokumentation

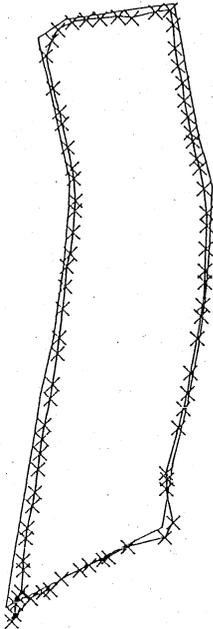
Die Übernahme von überbetrieblich auszuführenden Arbeiten bringt zwangsweise die Notwendigkeit mit sich, diese Arbeiten auch zu dokumentieren. Der Auftragnehmer will die Qualität seiner Arbeit zeigen und möchte hierfür auch einen fairen Preis durchsetzen.

Nachfolgende Beispiele sollen dies näher ausführen.

- Übernimmt ein MR Partner den Pflanzenschutz für andere Betriebe, so ist es durchaus notwendig, daß er seine Arbeiten dokumentiert: Wann hat er auf welchen Flächen was gemacht. Hier sei nur an die Notwendigkeit erinnert, neben angewandtem Mittel und Aufwandmenge auch Windgeschwindigkeiten festzuhalten, um im Nachhinein die richtige Anwendung gemäß „guter fachlicher Praxis“ beweisen zu können und Reklamationen wegen nicht richtig eingesetztem Mittel, Abdriftschäden etc. entgegenen zu können. Daneben kann diese Dokumentation selbstverständlich zur Rechtfertigung gegenüber Behörden herangezogen werden. Es kann jederzeit bewiesen werden, daß z.B. Sperrflächen und die Aufwandmengen in Wasserschutzgebieten eingehalten wurden.
- Beim Mähdrusch kann neben der Dokumentation der Ertragsunterschiede eines Schlages mittels GPS gestützter Ertragskartierung auch der gesamte Einsatz dokumentiert werden.
- Beim Mähdrusch erfolgt - wie bei vielen anderen Erntearbeiten auch - die erste Arbeitsfahrt entlang der Schlaggrenzen um das gesamte Feld. Daraus ergibt sich bei Nutzung von GPS eine automatisierte Flächenermittlung, deren Fehler gegenüber der realen Fläche kleiner 1 % - 2 % ist und damit den meisten in der Praxis bisher eingesetzten Hektarzählern überlegen ist. Untersuchungen am Institut für Landtechnik der TU München Weihenstephan haben dies bewiesen (Abb. 1).
- Für den bearbeiteten Schlag kann wiederum automatisch eine vollständige Arbeitszeitanalyse durchgeführt werden, es können genaue Zeitaufwands- und Leistungsdaten festgehalten werden (Abb. 2).

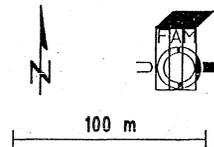
Damit wären wir einen großen Schritt weiter hin zu einem gerechteren Abrechnungssystem der überbetrieblich durchgeführten Arbeiten. Die Abrechnung muß zukünftig die individuellen Verhältnisse auf den Einsatzflächen berücksichtigen. In ein solches System könnten beim Mähdrusch folgende Faktoren einfließen:

- Fläche
- Arbeitszeitbedarf
- Korntrag
- Kornfeuchte
- Kornverlust.



Fläche der Huelle [ha]	: 2.06
Umfang [m]	: 76.2
Arbeitsbreite [m]	: 4.1
=> Randfläche [ha]	: 0.16
Gesamtfläche [ha]	: 2.22

Randflächenanteil	: 6.9%
Vermessene Fläche [ha]	: 2.25
Abweichung von Soll	: 1.3%



Erstellt mit ARC/INFO am 21.03.1995

Abb. 1: Schlaghülle Scheyern

Nicht vergessen werden darf, daß die Auftragnehmer mit einem solchen System der Dokumentation einerseits natürlich gute Argumente bei etwaigen Reklamationen hätten, andererseits der Auftragnehmer ständig gefordert ist, seine Dienstleistung in möglichst optimaler Qualität zu leisten. Insbesondere bei erfolgsabhängiger Abrechnung gewinnt die Notwendigkeit, die ordnungsgemäße Arbeitsdurchführung zu dokumentieren, an Bedeutung. Das zunehmende Bestreben von Lebensmittelverarbeitern, die Qualitätssicherung ihrer Produktion im Rahmen einer Zertifizierung nachzuweisen, wird die Bedeutung einer qualitätssichernden Dokumentation in der Agrarproduktion weiter verstärken.

# Arbeitsanalyse (Teilschlag mitte)

**Rodefläche** 0,624 ha

**Rodezeit** 32,9 min

roden (einschl. unterbrechen)	19,9 min	60,5%
Bunker entleeren (stehen+fahren)	3,8 min	11,6%
wenden+Entleeren	8,4 min	25,5%
sonstige	0,8 min	2,4%

**Rodeleistung** 1,14 ha/h

**mittl. Rodegeschwindigkeit** 5,25 km/h

Abb. 2: Automatische Datenerfassung bei der ZR-Rodung

## Flächenvermessung

Als Dokumentationshilfen setzen die MR bereits GPS-Flächenaufmaßsysteme in der Praxis ein. Diese Messungen sind sehr genau und gewinnen gerade in jüngster Zeit zunehmend an Bedeutung im Rahmen des InVeKos Antragverfahrens.

Das Flächenaufmaß war unser erster Kontakt mit der GPS-Technologie. Wir gingen mit viel Engagement zur Sache. Nun nach dem ersten Einsatzjahr kann festgestellt werden, daß der Umgang mit dieser neuen Technologie doch einiger Einarbeitung bedarf. Besonders hinsichtlich der Bedienungsfreundlichkeit unterscheiden sich die bei uns eingesetzten Geräte der Fa. GeoSat, GeoNav und Satcon ganz erheblich. Wir wollten auch die verschiedenen Korrektursignale testen und entschieden uns deshalb neben Geräten mit LW-Korrektursignal auch für Geräte mit Satelliten-Korrektursignal OMNISTAR und RACAL, sowie für ein Gerät mit eigener Korrekturstation. Jedes System hat unter gewissen Gegebenheiten (Waldrand, Hochspannungsmasten etc.) seine Vorteile und Schwächen. Ein Vorteil der LW-Geräte ist sicher der relativ preisgünstige Zugriff auf das Korrektursignal sowie der einfache Aufbau. Unser Vorhaben, zur besseren Auslastung die Geräte unter mehreren MR zu tauschen, hat sich als nur bedingt umsetzbar erwiesen. Heute setzt ein geschulter MR- Auftragnehmer das Gerät über mehrere Ringe hinweg ein.

Leider mußten wir auch die Erfahrung machen, daß die von den Geräten zur Verfügung gestellten Dateiformate oft nur durch umständliches Konvertieren in übliche GIS-Programme eingelesen werden können. Zur Dateiausgabe steht zudem kein einheitliches Format zur Verfügung. Jeder Hersteller entscheidet sich hier individuell.

### **Ertragsermittlung**

Obwohl in der teilflächenbezogenen Ertragsfeststellung eine der wichtigsten Voraussetzungen für „Precision Farming“ liegt, waren in den bayerischen Maschinenringen im Erntejahr 1998 nur wenige Mähdröschler mit einem System zur Ertragsfeststellung ausgerüstet und noch weniger hatten dies mit einem GPS-Ortungssystem gekoppelt. Auch bei Neuinvestitionen ist dies noch nicht Standard.

Da nicht alle Ackerflächen mit Mähdröschfrüchten bestellt werden, müßte bei konsequenter Anwendung der teilschlagbezogenen Landbewirtschaftung bei allen Ernteverfahren eine Ertragsfeststellung möglich sein. Wie in den vorherigen Beiträgen vorgestellt, steckt die Ertragsfeststellung bei anderen Kulturen jedoch erst im Forschungsstadium. Hier ist noch keine Serienreife erreicht.

### **Bodenprobe und Teilflächenspezifische Düngung**

Für die teilflächenspezifische Mineraldüngerausbringung stehen nun neben der SF-Technik, deren sinnvoller Einsatz in Bayern noch an der erforderlichen Auslastung scheitert, auch angehängte und sogar Anbaustreuer zur Verfügung. Wenn auch unter den bayerischen Strukturen (Schlaggrößen) ein wirtschaftlicher Einsatz von teilflächenbezogenen Düngestreuern nicht möglich ist, so bietet das System doch für den überbetrieblichen Einsatz wiederum Vorteile hinsichtlich der Dokumentation. Dies wird umso bedeutender, als sich der von Experten prognostizierte Trend zur Vergabe der kompletten Dienstleistung Düngung, also Düngen incl. der Lieferung von Mineraldünger, bestätigt. Der Auftragnehmer ist dabei gehalten, seine Dienstleistung möglichst transparent zu dokumentieren. Der auftraggebende Landwirt muß den Nachweis erhalten, daß die vereinbarte und schließlich auch bezahlte Düngermenge auf seinem Feld auftragsgemäß ausgebracht wurde. Durch die komplette Dokumentation der Düngung wird daneben die Nachweispflicht gemäß der Düngerverordnung erfüllt sowie wichtige Daten zur Erstellung der Nährstoffbilanz festgehalten.

In diesem Zusammenhang dürfen wir die organische Düngung nicht vergessen. Besonders das mit staatlichen Mitteln geförderte bodennahe Ausbringen von organischen Düngern ist geradezu prädestiniert für den Einsatz von GPS-Technik. Hier wäre zukünftig die automatische Maschinenführung entlang der bereits abgedüngten Fläche mittels GPS denkbar und wünschenswert. Heute bereits kann GPS auch hier als Dokumentationshilfe dienen. Der Landwirt hat wiederum die Möglichkeit, die ord-

nungsgemäße Durchführung der Arbeit zu belegen. In diesem Jahr wurde deshalb zu Versuchszwecken ein GPS-Datenlogger zur Fahrspuraufzeichnung auf einem selbstfahrenden Ausbringgerät eingesetzt.

### Teilflächenspezifischer Pflanzenschutz

Viele Landwirte praktizieren bereits heute eine teilflächenspezifische Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln, z.B. durch Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit oder durch Erhöhung des Druckes in Senken oder an Hecken beim Spritzen von Fungiziden. Zur teilschlagbezogenen Unkrautbekämpfung gibt es bisher nur wenige Untersuchungen, die jedoch bereits beweisen, daß Herbizide in erheblichem Umfang eingespart werden.

Unter Berücksichtigung des großen Aufwandes für die Datenerfassung und die notwendigen Investitionen eignen sich solche Systeme bei unserer meist vorherrschenden Betriebsstruktur bevorzugt für den überbetrieblichen Einsatz. Die Sollwertvorgabe erfordert jedoch noch großen Forschungsaufwand zum Finden geeigneter Sensoren für Boden- und Pflanzenparameter.

Eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung müßte konsequenterweise auch die Aussaat miteinschließen. Es wurden bereits Versuche vorgestellt, die die ökonomischen Vorteile der teilflächenspezifischen Aussaat von Zuckerrüben und Körnermais bestätigen. Inwieweit diese Ergebnisse auch auf andere Kulturen zu übertragen sind, werden weitere Versuche zeigen. Die bayerischen Maschinenringe haben bisher noch keine eigenen Erfahrungen zu diesem Bereich.

Unter den bayerischen Verhältnissen scheint es neben den unbestreitbaren ökologischen Vorteilen der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung des „Precision Farming“ schwierig zu sein, durch den differenzierten Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln auch ökonomische Vorteile für den Landwirt darzustellen. Doch hierzu gibt es jüngst einen neuen interessanten Ansatz. Bereits bisher haben Landwirte zur Einsatzoptimierung der überbetrieblich eingesetzten Technik gelegentlich nebeneinander liegende Flächen mit der gleichen Kulturart bestellt. Unter Einsatz von GPS wäre es nun möglich unter Berücksichtigung der standortspezifischen Besonderheiten der einbezogenen Schläge ganze **Gewanne überbetrieblich zu bewirtschaften**. Die Eigentumsverhältnisse blieben erhalten, die Probleme einer Flurbereinigung erspart. Aus ökologischer Sicht ist erwähnenswert, daß bei diesem System der gewanneweisen Bewirtschaftung die landschaftsprägenden Bestandteile wie Hecken und andere Biotope erhalten bleiben. Auf der Suche nach einer wettbewerbsfähigen und zugleich umweltverträglichen Landbewirtschaftung sollte dieser Gedanke verstärkt verfolgt werden. Im fränkischen Realteilungsgebiet jedenfalls gibt es hierzu bereits erste konkrete Realisierungsversuche.

## Logistik

Die Aufzeichnung von Einsatzdaten wird zur Einsatzplanung der überbetrieblich eingesetzten Maschinen an Bedeutung gewinnen. Am Beispiel Zuckerrübenbau - Ernte und Transport sind hierbei bereits zum großen Teil überbetrieblich organisiert - soll nachfolgend die Einsatzmöglichkeit von GPS aufgezeigt werden.

Mit der MR-eigenen Planungssoftware werden momentan nach Erfassung der Schläge durch Handeingabe und Berücksichtigung der Sollvorgaben der Zuckerfabriken die Routenplanungen für die Roder, Ladegeräte und Abfuhreinheiten erstellt. Durch zusätzlichen Einsatz von GPS und GIS-Programmen könnte die Planung vereinfacht, die Routenplanung noch stärker den aktuellen, tatsächlichen Gegebenheiten angepaßt und das Flottenmanagement weiter verbessert werden. Abbildung 3 zeigt das Logistikkonzept für den überbetrieblichen Zuckerrübenbau.

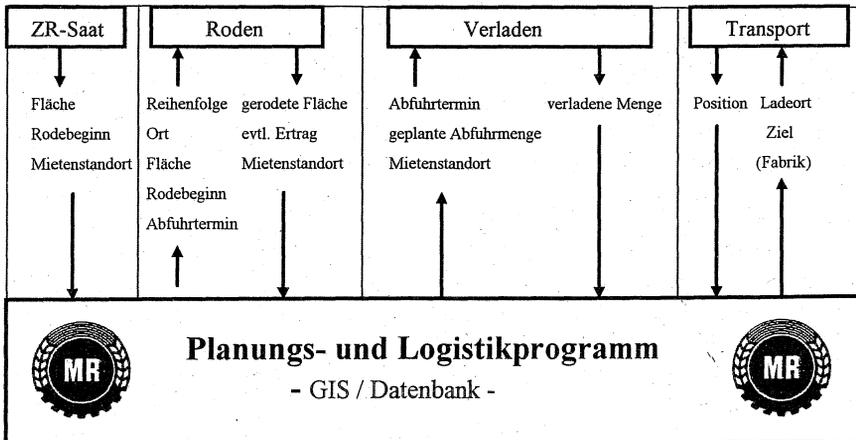


Abb. 3: Logistik des überbetrieblichen Zuckerrübenanbaues

Die Flächenerfassung erfolgt mittels GPS sofort bei der Aussaat, hierbei wird für die spätere Rodung auch gleich der ideale Mietenstandort und die Stelle am Feld markiert, an der mit dem Roden begonnen werden sollte. Diese Daten werden in das MR Büro weitergeleitet, dort ergänzt mit Flächen, deren Lage und genaue Größe mittels mobiler GPS-Aufmaßgeräte erfaßt wurde, sowie mit Schlägen, deren Lage per Hand in ein geeignetes GIS System eingegeben werden muß. Zum Zeitpunkt der Rodeplanung sind alle ZR-Flächen erfaßt und nach Abstimmung mit der Zuckerfabrik kann der Rodeplan und Routenplan für die Abfuhr erstellt werden. In der Endaus-

baustufe eines solchen Systemes würden während der Abfuhr schließlich die jeweiligen Fahrzeuge nicht mehr stur zu ihrem Stammverladegerät fahren, sondern zu demjenigen Verladeort, wo aktuell die meisten Abfuhreinheiten benötigt werden.

Erste praktische Erfahrungen konnten 1998 bereits mit dem Einsatz von GPS-Datenloggern auf ZR-Sägeräten und mit einem System der automatisierten Einsatzdatenerfassung auf SF-ZR-Rodern sowie der Datenübermittlung mittels Datenfunk gemacht werden. Handlungsbedarf besteht noch in der Anpassung der Datenbank des MR eigenen ZR-Planungsprogrammes zu den auf den Rodern erfaßten Einsatzdaten. Die Verknüpfung mit der 1998 zum Einsatz gekommenen GIS-Software WINGIS gestaltete sich relativ problemlos. Als hinterlegtes digitales Kartenmaterial werden ATKIS Daten (1:25.000) der Bayerischen Landesvermessung verwendet.

### **Zusammenfassung**

Durch den Einsatz von GPS erhalten wir schlagbezogene Informationen mit Ort und Zeit. Bei der Bewertung dieser Technik ist zu unterscheiden zwischen Maschinenringern, auftragvergebenden Landwirten und spezialisierten Auftragnehmern. Die Maschinenringe können die mittels GPS-Einsatz gewonnenen Informationen für die Einsatzplanung und Dokumentation nutzen und können daraus bereits heute einen Nutzen ziehen. Kann hierdurch die tägliche Arbeit effizienter erledigt werden, ist auch die ökonomische Beurteilung positiv. Bei den Auftragnehmern bringt die Möglichkeit der Dokumentation und strafferen Einsatzplanung Vorteile für die Zusammenarbeit mit den Auftraggebern, auch wenn auf den ersten Blick der Einsatz dieser Technologie zusätzliche Investitionen verursacht. Etwas anders sieht es momentan noch bei den Auftraggebern aus, also denjenigen Landwirten, die Arbeiten erledigen lassen. Eine endgültige ökonomische Beurteilung ist heute noch nicht für alle Bereiche einer teilflächenspezifischen Bewirtschaftung möglich. Eine Akzeptanz bei der Masse von Auftraggebern für überbetriebliche Arbeiten erfordert aber das Vorliegen eindeutiger Aussagen hinsichtlich des Wettbewerbsvorteiles bei Einsatz dieser Technik unter betriebsindividuellen Bedingungen. Kann dieses nachgewiesen werden, so rüsten die Auftragnehmer sehr schnell ihre Maschinen im entsprechenden Umfang mit dieser Technik aus, um die Nachfrage nach dieser Form der Dienstleistung decken zu können.

Unbestritten ist der ökologische Vorteil, den der Einsatz von teilschlagbezogenen Bewirtschaftungsmethoden bringt. In jedem Fall könnte uns die teilflächenspezifische Bewirtschaftung dem Ziel näher bringen, einen betriebswirtschaftlich gerechtfertigten und zugleich umweltschonenden Pflanzenbau zu betreiben.

## Literatur

Auernhammer, H., 1997: Satelliten steuern Maschinen  
dlz. Sonderheft 10, S. 4-9

Demmel, M., 1998: Ertragsmeßsysteme für unterschiedliche Ernteverfahren.  
In: AGROCOM Seminarunterlage - Theorie und Praxis der teilflächenspezifischen  
Bewirtschaftung - S. 47-86

Demmel, M. und Auernhammer, H.: Automatisierte Prozeßdatenerfassung.  
LANDTECHNIK 3/98, S. 144-145.

Ehlert, D., 1997: Systeme der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung  
In: AGROCOM Seminarunterlage - S. 91-101

N.N., 1998: Landtechnik orientiert sich am GPS. BLW 188 vom 17.10.98, S. 37



## **Teilflächenbewirtschaftung mit GPS**

Dieter Schumann

### **1. Einleitung**

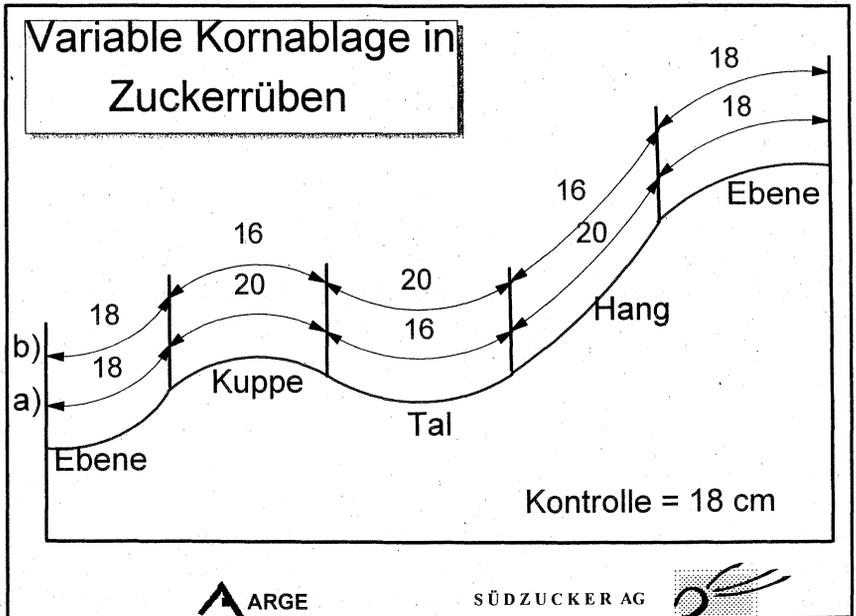
Im Geschäftsbereich Landwirtschaft der Südzucker AG wurde 1994 auf dem Betrieb Lüttewitz mit der Erprobung von „Precision Farming“ begonnen. Zu Beginn standen die Positionsermittlung über GPS und die Ertragskartierung bei Mähdruschfrüchten im Vordergrund. Nachdem diese die Praxisreife erreicht hatten, wurde die variable Düngung und die GPS-gestützte Bodenbeprobung mit einbezogen. Ab dem Jahr 1997 wurde die Aufgabenstellung um die variable Aussaat in Zuckerrüben und Getreide erweitert.

### **2. Variable Kornabstände bei der Zuckerrübenaussaat**

Die Korrelation zwischen der Aussaatstärke und der Bestandesdichte vor der Ernte liegt bei den Zuckerrüben aufgrund der nicht vorhandenen Kompensationsmöglichkeiten deutlich höher als beim Getreide. Daher ist zu erwarten, daß durch eine Variation der Kornabstände bei den Reihenfrüchten größere Effekte als beim Getreide zu erzielen sind. Um zu prüfen, wie sich dies auf Ertrag und Qualität auswirkt, wurde 1997 zum ersten Mal die Ablageweite bei den Zuckerrüben je nach Topographie und Bodenbedingungen variiert (Abb. 1). Es wurden zwei Varianten angelegt. In Variante a) wurde zugrunde gelegt, daß am Hang schlechtere Bodenbedingungen und eine ungünstigere Wasserführung vorhanden sind. Daher erscheint es sinnvoll, eine geringere Pflanzenzahl anzustreben. Im Tal sind dagegen ausreichend Wasser und Nährstoffe vorhanden. Dementsprechend wurde am Hang ein Kornabstand von 20 cm und im Tal von 16 cm gewählt. In Variante b) ging man davon aus, daß am Hang schlechtere Auflaufbedingungen herrschen und somit eine höhere Aussaatmenge erforderlich ist. Deshalb wurden hier die Kornabstände umgekehrt zu Variante a) gewählt.

Bei jeder der Varianten wurden die Erträge und die Qualitäten auf Teilflächen mit Handrodung ermittelt. Sowohl am Hang als auch im Tal liegt der bereinigte Zuckrertrag der Variante a) über dem der Variante b). Bei der Betrachtung der Ergebnisse muß berücksichtigt werden, daß 1997 durch die Trockenheit ausschließlich das Wasser zum ertragsbegrenzenden Faktor wurde. Um die Richtigkeit der Ergebnisse zu prüfen, wurden die Versuche 1998 auf größerer Fläche fortgesetzt. Die Rodeergebnisse liegen zur Zeit noch nicht vor.

Bei der Variation der Saatstärken im Getreide konnten bei ersten Versuchen keine gesicherten Unterschiede festgestellt werden.



398 /vortrag/mosaik/zr-6397\_pre

Abb. 1: Variable Kornablage in Zuckerrüben

### 3. Nutzung von Remote Sensing zur Erkennung von Unterschieden im Schlag

Unter „Remote Sensing“ (RS) versteht man die Erfassung und Interpretation von Informationen über ein Objekt (Schlag, Pflanzenbestand) ohne direkten Kontakt (Bild-verarbeitungssensoren) bzw. von einem weiter entfernten Beobachtungspunkt aus (Luft- und Satellitenbilder). RS ist somit ein Teilaspekt von „Precision Farming“ wie GPS oder GIS. Man unterscheidet aktive und passive Systeme. Die aktiven Systeme senden eigene Energie (z. B. in Form von Radarstrahlen) aus und messen dann die Höhe der vom Objekt zurückgestrahlten Energie. Die passiven Systeme nutzen dagegen die Sonnenenergie und messen die reflektierte Strahlung. Die passiven Systeme haben den Vorteil, daß durch Wolken oder Regen keine Beeinträchtigung erfolgt. Nachteilig ist, daß die entstehenden Bilder für das menschliche Auge nur schwer zu interpretieren sind. Trotzdem wird den aktiven Systemen in Zukunft große Bedeutung beigemessen.

In Lüttewitz wurden bisher vorwiegend Luftbilder eingesetzt, weil sie zur Zeit gegenüber den Satellitenbildern noch verschiedene Vorteile haben. Beim Luftbild kann der Zeitpunkt der Überfliegung der Witterung angepasst werden, so daß abgesehen von

langfristigen Schlechtwetterperioden immer wieder Möglichkeiten für eine Aufnahme bestehen. Dagegen sind bei Satelliten aufgrund der Umlaufzeiten die Zeitpunkte fest vorgegeben. Die Intervalle liegen heute bei 4 - 7 Tagen, sollen in Zukunft jedoch auf zwei Tage verkürzt werden. Während die Luftbilder kurzfristig per Internet vom Dienstleister an den Nutzer gesendet werden können, war die Zeitspanne von der Aufnahme bis zum Eingang der Satellitendaten beim Landwirt bisher sehr groß. Zukünftig sollen aber auch diese über das Internet innerhalb von 24 h verfügbar sein.

Die geringere Auflösung ist ein weiterer Nachteil der Satelliten- gegenüber der Luftbildaufnahme. Trotzdem dürfte aufgrund der geringeren Kosten und der verbesserten Satellitentechnik langfristig mit einer stärkeren Nutzung gerechnet werden.

In Lüttewitz wurden bisher drei verschiedene Arten von Luftbildern gemacht:

- Normalaufnahmen vom Bestand

Auf den entzerrten und georeferenzierten Bildern sind die Schlaggrenzen gut ersichtlich. Erosionsereignisse und frühere Bewirtschaftungseinflüsse können identifiziert werden.

- Rotkanal-Aufnahmen vom unbewachsenen Boden

Diese Aufnahmen wurden mit einem digitalen Videosystem aufgezeichnet. Unterschiedliche Bodenarten mit verschiedenen Anteilen von Ton-Humus-Komplexen wirken sich auf die Höhe der Rückstrahlungswerte aus. Bei konservierender Bodenbearbeitung hat sich bei diesen Aufnahmen die aufliegende Mulchschicht als bedeutsamer Störfaktor erwiesen.

- Nah-Infrarot-Aufnahmen vom Bestand

Während des Überfluges wird die Rückstrahlung des Pflanzenbestandes im nahen Infrarotlicht aufgezeichnet. Die Bereiche mit einer niedrigeren Reflexion deuten auf eine geringere photosynthetische Aktivität hin. Hier können Rückschlüsse auf die Vitalität des Bestandes und auf den Ertrag geschlossen werden.

Die Remote Sensing Techniken können zu einer räumlichen Identifizierung von Boden- oder Bestandesunterschieden beitragen. Um festzustellen, worauf diese Unterschiede zurückzuführen sind, ist jedoch das Wissen des Betriebsleiters über den Schlag oder eine Prüfung vor Ort notwendig.

#### **4. GPS-gestützte Bodenbeprobung**

Ein Teil der Variabilität innerhalb eines Schlages ist auf die unterschiedliche Nährstoffversorgung zurückzuführen. Daher ist die variable Düngung auf einem Schlag nur sinnvoll, wenn auch die Ergebnisse der Bodenbeprobung nicht aus einer Mischprobe für den ganzen Schlag entstanden sind.

In Lüttewitz wurde in den letzten Jahren mit zwei verschiedenen Geräten die Beprobung durchgeführt. Mit dem kontinuierlich arbeitenden Bodenwiesel wird alle 15 Sekunden eine Probe bis 30 cm Tiefe gezogen. Alle Einstiche eines Rasters von beliebig einstellbarer Größe werden automatisch im gleichen Probenbehälter gesammelt. Mit einem anderen Gerät wurden Proben bis 90 cm Tiefe gezogen. Die Probenpositionierung erfolgte ebenfalls über GPS. In beiden Fällen wurde nach einem gleichmäßigen Raster gearbeitet (Abb. 2). Da es sich um eine Grundinventur der Versuchsschläge handelt (Abb. 3), erscheint diese Vorgehensweise sinnvoll. Spätere Beprobungen sollten sich möglicherweise nicht mehr an einem festen Raster, sondern an den Zonen gleicher Ertragsfähigkeit orientieren und bei aufeinander folgenden Beprobungen immer an der gleichen Stelle stattfinden. Auf diese Weise kann die Anzahl der Probenahmepunkte deutlich verringert werden und die Integration von Stickstoffmodellen wird erleichtert.

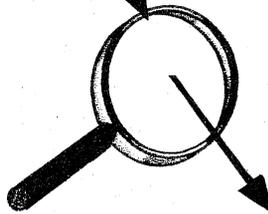
## **5. Zusammenfassung und Ausblick**

Die Teilflächenbewirtschaftung ist innerhalb weniger Jahre zu einem zentralen Thema der Landtechnik geworden. Fast alle Hersteller haben Schlagworte wie „Precision Farming“ und „GPS“ in ihre Marketingkonzepte mit aufgenommen. Viele Entwicklungen sind aber noch nicht praxisreif, speziell wenn es um die Kommunikation der Geräte untereinander geht. Noch gravierender sind die Defizite im Bereich des pflanzenbaulichen know-hows, so daß heute die vorhandenen Techniken nur selten einen ökonomischen Vorteil bei der Teilflächenbewirtschaftung erbringen. Daher muß im Bereich der Landtechnik intensiv an einer Durchsetzung der vorhandenen Schnittstellen-Norm gearbeitet werden.

Von den pflanzen- und ackerbaulichen Forschungseinrichtungen benötigt der Landwirt Expertenwissen, das ihm Entscheidungshilfen bei der Erstellung der Applikationskarten zur Verfügung stellt.

## Großparzellen, Standardraster und Nester

A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	H1	I1	J1	K1	L1	M1	N1	O1
A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H2	I2	J2	K2	L2	M2	N2	O2
A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	H3	I3	J3	K3	L3	M3	N3	O3
A4	■	C4	D4	E4	F4	G4	H4	I4	J4	K4	L4	M4	N4	O4
A5	B5	C5	D5	E5	F5	G5	H5	I5	J5	K5	L5	M5	N5	O5
A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6	H6	I6	J6	K6	L6	M6	N6	O6
A7	B7	C7	D7	E7	F7	G7	H7	I7	J7	K7	■	M7	N7	O7
A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8	I8	J8	K8	L8	M8	N8	O8
A9	B9	C9	D9	E9	F9	■	H9	I9	J9	K9	L9	M9	N9	O9
A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10	H10	I10	J10	K10	L10	M10	N10	O10
A11	B11	C11	D11	E11	F11	G11	H11	I11	J11	K11	■	M11	N11	O11
A12	B12	C12	D12	E12	F12	G12	H12	I12	J12	K12	L12	M12	N12	O12
A13	B13	C13	D13	E13	F13	G13	H13	I13	J13	K13	L13	M13	N13	O13
A14	■	C14	D14	E14	F14	G14	H14	I14	J14	K14	L14	M14	N14	O14
A15	B15	C15	D15	E15	F15	G15	H15	I15	J15	K15	L15	M15	N15	O15



— Großparzelle

— Standardraster

Nest

B4-A1	B4-B1	B4-C1	B4-D1	B4-E1
B4-A2	B4-B2	B4-C2	B4-D2	B4-E2
B4-A3	B4-B3	B4-C3	B4-D3	B4-E3
B4-A4	B4-B4	B4-C4	B4-D4	B4-E4
B4-A5	B4-B5	B4-C5	B4-D5	B4-E5

Abb. 2: Raster zur Probenziehung in Lüttewitz

# Projekt Mosaik - Boden

## Bodenwiesel

Großparzelle (144m x 144 m = 2 ha)

- EUF (0-30 cm)
- Nmin (0-30 cm)

## Bohrer Fa. Hegewald

Doppelraster (57,6 m x 57,6 m = 0,3317 ha)

- Corg, pH (0-30 cm)
- P, K (0-30, 30-60 cm)
- Bodentextur (0-30, 30-60, 60-90 cm)

Standardraster (28,8 m x 28,8 m = 0,0829 ha)

- EUF (0-30 cm)
- Nmin (0-30, 30-60, 60-90 cm)

Nester (5,76 m x 5,76 m = 0,033 ha)

- EUF (0-30 cm)
- Nmin (0-30, 30-60, 60-90 cm)

**SÜDZUCKER AG**  
**GB-Landwirtschaft**



Abb. 3: Durchgeführte Analysen für die Grundinventur

**Veröffentlichungen der Landtechnik Weihenstephan 1997/1998  
(01.10.1997 - 30.09.1998)**

- Amon, B.; Boxberger, J.; Amon, T.; Gronauer, A.; Depta, G.; Nesper, S.; Schäfer, K.:*  
Emissions from agrarian sources: FTIR measurement techniques with White-cell, large chamber or open-path. - In: International Symposium Ammonia and odour control from animal production facilities, Vinkeloord, 06.-10. Oktober 1997. Hrsg.: J.A.M. Voermans et al. Rosmalen: NVTL, 1997, S. 161 - 168. (Bd. 1).
- Auernhammer, H.:*  
Arbeitslehre und Prozeßsteuerung. - In: Landtechnik/Bauwesen. München: BLV, 1998, S. 85 - 130. (Die Landwirtschaft Band 3, 9. Auflage)
- Auernhammer, H.:*  
Die Elektronik denkt, der Fahrer lenkt. - In: Wochenblatt Magazin "Neue Technik" 1998 Nr. 3, S. 10 - 12. Beilage zu: Badische Bauernzeitung (BBZ), Landwirtschaftliches Wochenblatt (BW agrar) 165 (1998) Nr. 22, Schwäbischer Bauer (BW agrar) 50 (1998) Nr. 22.
- Auernhammer, H.:*  
Elektronik zur umweltfreundlichen Bestandesführung. - In: Innovationen in Technik und Bauwesen für eine nachhaltige Landwirtschaft. Hrsg.: KTBL. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 1998, S. 64 - 78. (KTBL-Arbeitspapier 254)
- Auernhammer, H.:*  
GPS - Grundlagen und Genauigkeit. - In: Lohnunternehmer Jahrbuch '98. Rheinbach: Verlag AS Agrarservice, 1997, S. 110 - 116.
- Auernhammer, H.:*  
Griff nach den Sternen - Die Satellitennavigation hält Einzug in die Landwirtschaft. - In: Pressemitteilung der DLG, Frankfurt 1997.
- Auernhammer, H.:*  
Kompendium Verkehrstelematik, Anwendungen: Landwirtschaft. Köln: TÜV-Verlag GmbH, 1998, Kap. 06510, S. 1 - 26.
- Auernhammer, H.:*  
Rodesaat bei Zuckerrüben. - In: dlz 34 (1998) Nr. 5, 10 S.
- Auernhammer, H.:*  
Satelliten steuern Maschinen. - In: dlz 48 (1997), SH 10, S. 4 - 9.
- Auernhammer, H.:*  
The Role of Electronics and Decision support Systems for new Mechanizations. - In: Club of Bologna: Proceedings of the 8th meeting of the Full Members, Bologna, 30th October - 1st November 1997, p. 77 - 94.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.:*

Die Stabilität von Ertragsstrukturen im mehrjährigen Vergleich. - In: VDI-Berichte 1356, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 245 - 248.

*Auernhammer, H.; Demmel, M.:*

Teilschlagbezogene Produktionstechnik. - In: FAM Schlußbericht 1993 - 1998. Neuherberg: 1998, S. 43 - 50. (FAM-Bericht 26)

*Auernhammer, H.; Demmel, M.; Steinmayr, T.:*

Teilschlagbezogene Produktionstechnik. - In: FAM-Jahresbericht 1997. Neuherberg: GSF-Forschungszentrum, 1997, FAM-Bericht 22, S. 49 - 59.

*Auernhammer, H.; Nawroth, P. (Hrsg.):*

Maisanbau 2000. Wissenschaftliches Fachkolloquium, 1997. Freising: Selbstverlag, 178 S. (Landtechnik-Schrift Nr. 8)

*Auernhammer, H.; Schwenke, T.:*

Examinations on a Microwave Velocity Sensor Based Dead Reckoning System for Improved Positioning of Agricultural Vehicles with GPS. - In: Proceedings of the IRS 98 "International Radar Symposium". Hrsg.: Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation. Bonn, 1998, p. 829 - 838 (Vol. II).

*Batschkus, V.; Englert, G.:*

Wärmedämmstoff aus Rohrkolben - Wärmeleitfähigkeit, ökonomische und energetische Bewertung. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 1, S. 14 - 15.

*Behninger, S.; Haidn, B.; Wagener, P.:*

Mast im Kaltstall - Stallklima und Tierleistungen in Außenklimaställen für Mastschweine. - In: Landtechnik 53 (1998), Nr. 3, S. 154 - 155.

*Bertram, A.; Meyer, J.:*

Strategies for optimizing weed control in organic and integrated farming. - In: Proceedings of International Conference on Agricultural Engineering AgEng '98, Oslo, 24/27.8.1998, Part 2, pp. 761 - 762.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Analytical and Modelling Deduction of Requirements on Tractor Concepts for Cultivation and Application Purposis. St. Joseph: ASAE, 1998, Paper-No. 981034.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Analytical and Modelling Deduction of Requirements on Tractor Concepts for Cultivation and Application Purposis. AgEng 98, Oslo, 24.-28. August 1998, Paper No. 98-A-034.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Automatisierte Prozeßdatenerfassung - Elektronikeinsatz bei der Zuckerrübenenernte. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 3, S. 144 - 145.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Mogućnosti Koriscenja Satelitskog Pozicioniranja u Poljoprivredi. - In: Revija agronomska saznanja, XXIV Simpozijum Poljorivredna Tehnika. Novi Sad 8 (1998) No. 3 - 4, pp 69 - 78.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Untersuchungen zur Genauigkeit von Ertragsmeßgeräten für den Mähdre-  
scher. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bau-  
wesen. Hrsg.: KTBL. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 1998, S. 43 - 47.  
(KTBL-Arbeitspapier 250)

*Demmel, M.; Auernhammer, H.; Pirro, P.J.M.:*

Durchsatz- und Ertragsmessungen im selbstfahrenden Feldhäcksler. - In: VDI-  
Berichte 1356, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 127 - 130.

*Demmel, M.; Auernhammer, H.; Rottmeier, J.:*

Georeferenced Data Collection and Yield Measurement on a Self Propelled  
Six Row Sugar Beet Harvester. St. Joseph: ASAE, 1998, Paper-No. 983103.

*Depta, G.:*

Vergleich der Ammoniakemissionen verschiedener Gülle-Ausbringttechniken  
im Praxismaßstab mit FTIR-Offenpfadmessungen. - In: Verhandlungen der  
Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Frühjahrstagung Regensburg, 23. -  
27. März 1998. Weinheim: Physik-Verlag, 1998, Nr. AOE 5.3, 12 S.

*Depta, G.; Nesor, S.; Becher, S.C.; Gronauer, A.; Steinicke, I.; Sedlmaier, A.; Schä-  
fer, K.:*

Comparison of Different Slurry Application techniques by their NH<sub>3</sub> Emission  
with FTIR-Open-Path Measurements and Gaussian Dispersion Modelling. - In:  
International Symposium Ammonia and odour control from animal production  
facilities, Vinkeloord, 06.-10. Oktober 1997. Hrsg.: J.A.M. Voermans et al.,  
Rosmalen: NVTL, 1997, S. 175 - 183. (Bd. 1).

*Depta, G.; Nesor, S.; Becher, S.C.; Stanzel, H.; Gronauer, A.; Schön, H.; Stockhau-  
se, M.; Sedlmaier, A.; Schäfer, K.; Seedorf, J.; Hartung, J.:*

Emissionsraten variabler Quelltypen in der Landwirtschaft. - In: Landtechnik  
52 (1997) Nr. 6, S. 304 - 305.

*Englert, G.; Batschkus, V.; Ringleb, A.; Schön, H.:*

Verfahrenstechnische Möglichkeiten sowie ökonomische und energetische  
Bewertung der Herstellung von Wärmedämmstoffen aus pflanzlichen Roh-  
stoffen: Beispiel Flachs und Rohrkolben. - In: Agrartechnische Forschung 4  
(1998) Nr. 1, S. 56 - 63.

*Englert, G.; Schön, H.:*

Systemtechnik in der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik. - In: Landtechnik  
53 (1998) Nr. 3, S. 158 - 159.

*Fröhlich, G.; Haimerl, J.; Bergermeier, J.; Weigand, J.; Wendl, G.:*

Erfassung und Bereitstellung von Wetterdaten im Bayerischen Agrarmeteorologischen Meßnetz. - In: Zeitschrift für Agrarinformatik 6 (1998), Nr. 3, S. 61 - 66.

*Geisel, O.; Klindtworth, M.; Wendl, G.; Schön, H.; Hermanns W.:*

Transponder bei Rindern - Histologische Befunde zehn und zwölf Monate nach subkutaner Implantation. - In: Tierärztliche Umschau 53 (1998) H. 4, S. 192 - 200.

*Gronauer, A.; Claassen, N.; Ebertseder, T.; Fischer, P.; Gutser, R.; Helm, M.; Popp, L.; Schön, H.:*

Bioabfallkompostierung - Verfahren und Verwertung (Kurzfassung). München: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 1997, 73 S. (Schriftenreihe Bd. 139)

*Gronauer, A.; Claassen, N.; Ebertseder, T.; Fischer, P.; Gutser, R.; Helm, M.; Popp, L.; Schön, H.:*

Bioabfallkompostierung - Verfahren und Verwertung. München: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 1997, 375 S. (Schriftenreihe Bd. 139)

*Gronauer, A.; Depta, G.; Nesper, S.; Becher, S.C.; Hartung, J.:*

Determining gaseous emission rates from various source types at different agricultural process steps. - In: Proceedings of the 49th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Warschau: 24.-27. August 1998. Warschau: EAAP, 1998, Nr. M5.2., 12 S.

*Gronauer, A.; Depta, G.; Stegbauer, B.; Nesper, S.; Becher, S.C.; Stanzel, H.; Schön, H.:*

Emissionsratenanalyse landwirtschaftlicher Quellen mit Fourier-Transformierter Infrarot- (FTIR-) Spektroskopie. - In: Agrobiological Research 51 (1998) Nr. 1, S. 13 - 25.

*Gronauer, A.; Stegbauer, B.; Depta, G.; Nesper, S., Schäfer, K.:*

Methoden der Emissionsratenanalyse aus landwirtschaftlichen Quellen auf Basis FTIR und Stand der Emissionsratenanalyse in Deutschland. - In: 109. VDLUFA-Kongreß, Leipzig 15.-19. September 1997. VDLUFA, 1997, S. 687 - 690. (Schriftenreihe Bd. 46).

*Haidn, B.:*

Den Laufgang räumen - Entmistungssysteme für Festmist-Ställe. - In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt (1998) Nr. 12, S. 44 - 47.

*Haidn, B.:*

Die Gabel in die Ecke - Geräte zum Einstreuen von Rinder- und Schweineställen. - In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt (1998) Nr. 11, S. 36 - 38.

*Haidn, B.:*

Stallformen für Milchvieh. - In: Landtechnik/Bauwesen. München: BLV (1998) S. 442 - 468. (Die Landwirtschaft Band 3, 9. Auflage)

*Haidn, B.; Behninger, S.; Hornauer, N.:*

Erfahrungen mit Außenklimaställen für Mastschweine. - In: Tagungsband KTBL/FAL-Arbeitstagung Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen am 11./12. März 1998. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), KTBL-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, 1998 S. 160 - 166.

*Haidn, B.; Behninger, S.; Schön, H.:*

Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Vergleich preiswerter und tiergerechter Stallsysteme für Mastschweine mit Einstreu". Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München: Selbstverlag, 1998, 83 S. (Reihe "Gelbes Heft" Nr. 62)

*Haidn, B.; Hornauer, N.:*

New housing systems for fattening pigs. - AgEng International conference on agricultural engineering, Oslo (N), 24 - 27 Aug. 1998, S. 79 - 80, Paper-No. 98-B-023.

*Haidn, B.; Huber, S.:*

Mechanisierungsmöglichkeiten der Stroh - Festmist - Kette - Stand der Technik. - In: Ökologische Rinderhaltung - Tierhaltung Band 25. Hrsg.: Fölsch, D.W.; Hörning, B.. Fachgebiet Angewandte Nutztierethologie und Artgemäße Tierhaltung der Universität GH Kassel Witzenhausen, 1997, S. 69 - 84.

*Haidn, B.; Kramer, A.:*

Eingestreut oder strohlos - Haltungsbedingungen, Arbeitsaufwand und Wirtschaftlichkeit. - In: Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung am 05.11.1997 in Albertshofen. Hrsg.: G. Wendl. Freising: 1997, S. 41 - 57. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Haidn, B.; Kramer, A.; Schön, H.:*

Eingestreuete Milchviehställe - Wärmeströme der Liegefläche. - In: Landtechnik 53 (1998), Nr. 5, S. 306 - 307.

*Haidn, B.; Schürzinger, H.:*

Ballen maschinell verteilen. BW agrar, 1998, H. 1, S. 26 - 27.

*Hartmann, H.:*

Brennstoff muß 1a sein - Auch beim Schürmaterial ist Qualität wichtig. - In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 188 (1998), Nr. 28, S. 23

*Hartmann, H.:*

Der Brennstoff Biomasse - Eigenschaften, Markt und Standardisierung. - In: Tagungsband Fachtagung "Feuerungsanlagen für Biomasse" am 13. Nov. 1997 in Wackersdorf. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, München: Selbstverlag (1997), S. 3 - 15.

*Hartmann, H.:*

Influences on the Quality of Solid Biofuels - Causes for Variations and Measures for Improvement. - In: Tagungsband "Biomass for Energy and Industry", Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition, 8-

11 June 1998 in Würzburg (Germany), Hrsg.: C.A.R.M.E.N e.V., Würzburg-Rimpar: Selbstverlag (1998), pp. 802 - 805.

*Hartmann, H.:*

Vermarktung, Preise und Qualitäten von Holzbrennstoffen. - In: Tagungsband "Sechstes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik - Tagung am 19.-20. Nov. 1997 in Regensburg". Hrsg.: Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI), Regensburg: Selbstverlag (1997), S. 47 - 56.

*Hartmann, H.:*

Bereitstellung und Preise biogener Festbrennstoffe. - In: Tagungsmappe "Biomasse - Energieträger für die Zukunft" - Euroforum Tagung am 17.-18. März in München. Hrsg.: Euroforum Deutschland GmbH, Selbstverlag (1998).

*Hartmann, H.; Böhm, T.:*

Qualitätsmerkmale biogener Festbrennstoffe. - In: Landtechnik 53 (1998), Nr. 3, S. 134 - 135.

*Hartmann, H.; Launhardt, T.; Schmid, H.:*

Combination of Wood Fuel and Natural Gas in Domestic Heating Systems. - In: Tagungsband "Biomass for Energy and Industry", Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition, 8-11 June 1998 in Würzburg (Germany), Hrsg.: C.A.R.M.E.N e.V., Würzburg-Rimpar: Selbstverlag (1998), pp. 1304 - 1307.

*Hartmann, H.; Launhardt, T.; Schmid, H.:*

Technische Möglichkeiten und umweltrelevante Auswirkungen der Kombination von Holz- und Gasfeuerungen kleinerer Leistung. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan, Freising: Selbstverlag (1997), 76 S., Forschungsbericht Nr. 1.

*Hartmann, H.; Thuneke, K.:*

Cut- and Comminute Harvesters for Short Rotation Poplar - Field Tests and Model Calculations. In: Tagungsband "Biomass for Energy and Industry", Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition, 8-11 June 1998 in Würzburg (Germany), Hrsg.: C.A.R.M.E.N e.V., Würzburg-Rimpar: Selbstverlag (1998), pp. 184 - 187.

*Hartmann, H.; Thuneke, K.:*

Verfahrensketten und Kosten der Kurzumtriebsplantagenernte. - In: energie pflanzen 1 (1997), Nr. 4, S. 13 - 15.

*Kamann, B.; Klindtworth, K.; Kraetzl, W.-D.; Wendl, G.; Hartung, J.:*

Eignung eines injizierbaren Transponders mit integriertem Temperatursensor zur Erkennung von Veränderungen der Körpertemperatur. - In: Der Tiererschutzbeauftragte 7 (1998) H.1, S. 50 - 53.

*Kern, C.:*

Technische Leistungsfähigkeit und Nutzung von injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung. Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 316 (Dissertation, Institut für Landtechnik). Freising: Selbstverlag, 1997, 163 S.

*Kern, C.; Widmann, B.; Wilham, T.:*

Standardisation of rapeseed oil as fuel in adapted diesel engines. - In: Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry, Würzburg, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimpar: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 623 - 626.

*Klindtworth, K.; Pirkelmann, H.; Klindtworth, M.:*

Elektronische Kennzeichnungssysteme in der Rinderhaltung. - In: milchpraxis 36 (1998), H. 3, S. 134 - 136.

*Klindtworth, M.:*

Test für „kleinen Mann im Ohr“. - In: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 188 (1998), H. 37, S. 42 - 43.

*Kormann, G.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Testing Stand for Yield Measurement Systems in Combine Harvesters. St. Joseph: ASAE, 1998, Paper-No. 983102.

*Kormann, G.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Testing Stand for Yield Measurement Systems in Combine Harvesters. AgEng 98, Oslo, 24.-28. August 1998, Paper No. 98-A-054.

*Krötz, W.; Englert, G.:*

Grundlagen eines Rechenmodells zur Bestimmung der NH<sub>3</sub>-Emission aus Festmist. - In: Agrartechnische Forschung 4 (1998) Nr. 1, S. 29 - 36.

*Krötz, W.; Englert, G.:*

Rechenmodell für die NH<sub>3</sub>-Emission aus Festmist. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 2, S. 82 - 83.

*Launhardt, T.:*

Einzelöfen und Zentralheizkessel für Holz - Stand der Technik und Emissionen. - In: Tagungsband zur Holzmesse Nagold-Rottenburg, Nagold, 18./19. Juli 1998, Hrsg.: Stadt Nagold, Nagold: Selbstverlag, 1998, 9 S.

*Launhardt, T.:*

Emissionen und Aschequalität von Kleinfeuerungsanlagen - Prüfstandsergebnisse. - In: Tagungsband Sechstes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik, Regensburg, 19.-20. November 1997. Hrsg.: Ostbayerisches Technologie Transfer Institut e.V. (OTTI), Regensburg: Selbstverlag, 1997, S. 121 - 133.

*Launhardt, T.:*

Formation of Dioxins and PAH in Domestic Wood Furnaces - Contamination of Flue Gas, Ashes and Chimney Soot. - In: Biomass for Energy and Industry, Proceedings of the 10th European Conference and Technology Exhibition, Würzburg (Germany), 8-11 June 1998. Hrsg.: C.A.R.M.E.N. e.V., Würzburg-Rimpar: Selbstverlag, 1998, pp. 249 - 252.

*Launhardt, T.:*

Holz-Zentralheizungen - Techniken, Emissionen, Neuentwicklungen. - In: Tagungsband zum Kolloquium "Emissionsarme Holzverbrennung in häuslichen und gewerblichen Feuerungsanlagen", Stuttgart, 29. September 1998. Hrsg.: Institut für Verfahrenstechnik und Dampfkesselwesen, Universität Stuttgart, Stuttgart: Selbstverlag, 1998, S. 67 - 78. (Bericht 41 - 98)

*Launhardt, T.:*

PCDD/F-Emissions and Ash Quality at House Heating Systems for Biomass Combustion. - In: AgEng Oslo 98, Proceedings of the International Conference and Agricultural Engineering, Oslo (Norway), 24 - 27 August 1998. Hrsg.: EurAgEng, 1998, p. 1012.

*Launhardt, T.; Sirehler, A.; Dumler-Gradt, R.; Thoma, H.; Vierle, O.:*

PCDD/F- and PAH- Emission from House Heating Systems. - In: Chemosphere 37, Issue 9 - 12, pp. 2013 - 2020.

*Maier, B.; Dittmann, B.; Nitz, S.:*

Application of a piezoelectric quartz crystal sensor array for discrimination of hop varieties and quality estimation. - In: Seminars in food analysis 2 (1997) Nr. 4, S. 229 - 237.

*Meyer, J.:*

Probleme bei der Bewertung von Mulchverfahren. - In: Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1998, S. 71 - 77. (Arbeitspapier 251)

*Meyer, J.; Bertram, A.:*

Möglichkeiten zur Kostenreduktion bei der thermischen Unkrautbekämpfung. - In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (1998) Sonderheft 16, S. 309 - 316.

*Meyer, J.; Weber, H.:*

Die Weihenstephaner Trennhacke. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 2, S. 76 - 77.

*Meyer, J.; Weber, H.:*

Die Weihenstephaner Trennhacke - ein neuartiges Gerät zur mechanischen Unkrautregulierung in Beetkulturen. - In: Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz (1998) Sonderheft 16, S. 595 - 602.

*Meyer, J.; Weber, H.; Bertram, A.:*

Mit Feuer und Flamme gegen Unkräuter. - In: dlz 49 (1998) Nr. 4, S. 52 - 53.

*Mitterleitner, H.:*

Geldquellen anzapfen - Wo es Fördermittel für Biogasanlagen gibt. - In Bayer. Landw. Wochenblatt 188 (1998) Nr. 27, S. 46 - 47.

*Mitterleitner, H.:*

Wissen, was drin ist - Sinnvolle Messungen an Biogasanlagen und die Meßgeräte dafür. - In Bayer. Landw. Wochenblatt 188 (1998) Nr. 28, S. 40 - 41.

*Mitterleitner, H.; Wagner, M.:*

Roll Press Pack - Verfahren zur Verdichtung von hochwertigem Verkaufsfutter. - In: Bayer. Landw. Wochenblatt 188 (1998) Nr. 39, S. 29 - 30.

*Müller, J.:*

Stromaggregat auf dem Dach. - In: Bayer. Landwirtschaftliches Wochenblatt 188 (1998) Nr. 33, S. 27 - 28.

*Müller, J.; Reuß, M.:*

Modellierung des Wärme- und Stofftransportes in einem Hochtemperatur-Erdwärmesondenspeicher. - In: Tagungsband zum 3. Symposium Erdgekoppelte Wärmepumpen, 20.-22.11.97, Rauschholzhausen. Hrsg.: B. Sanner, A. Lehmann. IZW-Bericht 2/97. Karlsruhe, 1997, S. 225 - 230.

*Müller, J.; Reuß, M.; Kuckelkorn, J.; Röhle, B.; Uecker, G.:*

Simulationsmodell für einen neuen, saisonalen Speichertyp. - In: Solargestützte Energieversorgung von Gebäuden, Zwischenbericht an die Bayerische Forschungsstiftung. Hrsg.: Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung e.V. München: Selbstverlag, 1997, S. 65 - 73.

*Nawroth, P.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Roden und gleichzeitig säen. - In: Bayer. Landwirtschaftliches Wochenblatt 188 (1998) Nr. 14, S. 26 - 27.

*Nawroth, P.; Auernhammer, H.; Demmel, M.; Estler, M.:*

Test of a Harvester-Seeding-System for Winter Wheat in a Self propelled Six Row Sugar Beet Harvester. St. Joseph: ASAE, 1998, Paper-No. 981035.

*Nawroth, P.; Auernhammer, H.; Demmel, M.; Estler, M.:*

Test of a Harvester-Seeding-System for Winter Wheat in a Self propelled Six Row Sugar Beet Harvester. AgEng 98, Oslo, 24.-28. August 1998, Paper No. 98-A-118.

*Nawroth, P.; Demmel, M.; Auernhammer, H.:*

Zuckerrüben gerodet und gleichzeitig gesät. - In: Landwirtschaft ohne Pflug 1998 Nr. 3, S. 11 - 13.

*Neser, S.; Depta, G.; Gronauer, A.; Schön, H.:*

Validierung verfahrenstechnischer Innovationen zur Emissionsminderung ökosystem- und klimarelevanter Gase aus der Landwirtschaft (Tierproduktion). Forschungsbericht im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, im Druck.

*Neser, S.; Depta, G.; Stegbauer, S.; Gronauer, A. und Schön, H.:*

Mass Balance of the Compounds Nitrogen and Carbon in Housing Systems for Laying Hens. - In: International Symposium Ammonia and odour control from animal production facilities, Vinkeloord, 6.-10. Oktober 1997. Hrsg.: J.A.M. Voermans et al., Rosmalen: NVTL, 1997, S. 129 - 137. (Bd. 1)

*Pflaum, J.; Kahlstatt, J.; Mayer, J.:*

Tendenzen in der Futtermittelkonservierung. - In: Tagungsband einer Fachtagung am 13.11.1997 in Grub. Hrsg.: BLT, Grub. Selbstverlag Nr. 4, 1997. S. 20 - 25. (Gruber Info 4/97)

*Pirkelmann, H.; Klindtworth, K.; Reimann, W.:*

IDEA - Das EU-Vorhaben zur elektronischen Tieridentifizierung. - In: Elektronische Tieridentifizierung. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1998, S. 96 - 100. (KTBL-Arbeitspapier 258)

*Remmele, E.; Wachs, B.; Widmann, B.A.:*

Umweltverträglichkeit von Hydraulikölen auf Rapsölbasis beim Einsatz in mobilen Aggregaten sowie Möglichkeiten der Wiederverwendung, Verwertung und Entsorgung. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan. Freising: Selbstverlag, 1997, 192 S. (Landtechnik-Forschungsbericht Nr. 2)

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Abbaubarkeit und Ökotoxizität gealterter Hydrauliköle auf Rapsölbasis. - In: Technische Berichte T+S Tribologie und Schmierungstechnik, Nr. 13/14 (1998), S. 1 - 15.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Biodegradability and ecotoxicity of hydraulic fluids based on rapeseed oil used in agricultural machinery. - In: Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry, Würzburg, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimpar: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 411 - 414.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Schmierstoffe und Hydrauliköle auf Basis Rapsöl. - In: Raps 16 (1998), Nr. 4, S. 142 - 145.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Hydraulic Fluids Based on Rapeseed Oil in Agricultural Machinery - Suitability and Environmental Impact During Use. - In: Industrial and Automotive Lubrication, 11th International Colloquium, 13-15 January 1998, Technische Akademie Esslingen. Hrsg.: W.J. Bartz. Ostfildern: Technische Akademie Esslingen Eigenverlag, 1998, S. 179 - 187.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Hydrauliköle auf Rapsölbasis - technische Tauglichkeit und Umweltverträglichkeit. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen, KTBL Arbeitspapier 250 zur KTBL/FAL-Arbeitstagung 1998, Braunschweig, 11.-12.03.1998. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Münster-Hiltrup, Darmstadt: KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH, 1998, S. 85 - 89.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Hydrauliköle auf Rapsölbasis im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau. - In: ZVG Gartenbau Report 23 (1997) Nr. 10, S. 18 - 19.

*Remmele, E.; Widmann, B.A.:*

Hydrauliköle auf Rapsölbasis in landwirtschaftlichen Maschinen - Technische Tauglichkeit sowie Änderung der Umweltverträglichkeit während des Gebrauchs. - In: Tagungsband LANDTECHNIK 1997, Braunschweig, 16.-17.10.1997. Hrsg.: Verein Deutscher Ingenieure. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 261 - 264.

*Reuß, M.; Müller, J.:*

Großwärmespeicher im Untergrund - Erdwärmesonden - Großwasserspeicher. - In Tagungsband zum 3 Symposium Erdgekoppelte Wärmepumpen 20. - 22. 11. 1997, Hrsg.: B. Sanner, A. Lehmann, IZW - Bericht 2/97. Karlsruhe, 1997, S. 177 - 187.

*Reuß, M.; Hainzlmeier, F.:*

Solare Trocknung von Naßschlamm. - In: Landtechnik 53 1998, Nr. 1, S. 22 - 23.

*Reuß, M.; Müller, J.; Röhle, B.; Weckler, M.; Schölkopf, W.:*

A New Concept of a Hybrid Storage System for Seasonal Thermal Energy Storage in Solar District Heating. - In: Proceedings of 2<sup>nd</sup> Geothermal Conference at Richard Stockton College, New Jersey, USA 16. - 17.03.1998; Hrsg.: L. Stiles, Richard Stockton College, Pomona, New Jersey, USA 1998.

*Reuß, M.; Müller, J.:*

Concept of a Hybrid Store for Seasonal Storage of Heat in the Underground. In: Tagungsband zur 5. Geothermischen Fachtagung 1998, 12. - 15.05.1998 in Straubing, Geeste 1998, S. 539 - 545.

*Reuß, M.; Müller, J.:*

Saisonale Speicherung industrieller Abwärme im Untergrund. - In: Tagungsband zum BMBF - Statusseminar '98 Solarunterstützte Nahwärmeversorgung, Saisonale Wärmespeicherung 19. - 20.05.1998 in Neckarsulm. Hrsg.: Steinbeis - Transferzentrum, Energie-, Gebäude- und Solartechnik Stuttgart 1998, S. 151 - 160.

*Rittel L., Kübler H.:*

Hofgut Raitzen. - In: Bauen für die Landwirtschaft (1997) Nr. 3, S. 17 - 20.

*Rittel L.:*

Einen eigenen Stall zugestehen. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 188 (1998) Nr. 7, S. 25 - 26.

*Rittel L.:*

Außenklimastall für 70 Kühe und AMS. - In: Landtechnik 53 (1998) S. 308 - 309.

*Rittel L.:*

Endlich Platz zum Abstellen, Lagern und Rangieren. - In: Top agrar (1997) Nr. 11, S. 78 - 81.

*Röhrmoser, G.; Wendl, G.; Götz, K.-U.:*

Herkunftssicherung in der tierischen Produktion. - In: Gruber INFO 1997, H. 4, S. 26 - 36.

*Schäfer, K.; Emeis, S.; Stockhause, M.; Sedlmaier, A.; Martini, L.; Hoffmann, H.; Depta, G.; Gronauer, A.:*

Emission Rates from Area Sources of Ammonia and Further Trace Gases by Spectroscopic Remote Measurements and Inverse Dispersion Modelling. - In: 1. Eurotrac-Symposium, Garmisch-Partenkirchen, 23. - 27. März 1998. Garmisch-Partenkirchen: IFU, 1998, Nr. A29, 6 S.

*Schäfer, K.; Emeis, S.; Stockhause, M.; Sussmann, R.; Trickl, T.; Reitebuch, O.; Hoehstetter, K.; Sedlmaier, A.; Depta, G.; Gronauer, A.; Seedorf, J.; Hartung, J.; Steinecke, I.:*

Determination of Gaseous Emission Rates from Livestock Buildings and Manure Spreading by FTIR open-path Spectroscopy and Inverse Dispersion Modelling. - In: International Symposium Ammonia and odour control from animal production facilities, Vinkeloord, 06.-10. Oktober 1997. Hrsg.: J.A.M. Voermans et al., Rosmalen: NVTL, 1997, S. 169 - 174. (Bd. 1).

*Schäfer, K.; Steinecke, I.; Emeis, S.; Stockhause, M.; Sussmann, R.; Trickl, T.; Reitebuch, O.; Hoehstetter, K.; Sedlmaier, A.; Depta, G.; Gronauer, A.; Seedorf, J.; Hartung, J.:*

Inverse modelling on the basis of remote sensing to determine emission rates. - In: Meteorologische Zeitschrift, N.F. 7 (1998) Nr. 1, S. 7 - 10.

*Schattner, S.; Eggenmüller, M.; Gronauer, A.:*

Möglichkeiten der Präventivbehandlung von Gülle bzw. Stallmist zur Vermeidung des Eintrags von pathogenen Organismen in das Grundwasser. Literaturrecherche im Auftrag der Stadtwerke Rosenheim. Freising: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, im Druck.

*Schattner, S.; Gronauer, A.; Stanzel, H.; Honold, C.-U.:*

Überprüfung computergestützter, bodennaher Flüssigmistausbringsysteme hinsichtlich ihrer Längs- und Querverteilung. - In: Landtechnik 1997 (Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI). Braunschweig, 16./17. Okt. 1997. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 105 - 108. (VDI-Berichte Nr. 1356)

*Schattner, S.; Honold, C.; Gronauer, A.; Stanzel, H.; Schön, H.:*

Überprüfung computergestützter, bodennaher Flüssigmistausbringsysteme hinsichtlich ihrer Verteilgüte. - In: Agrartechnische Forschung 4 (1998) Nr. 2, S. 13 - 20.

*Schön, G.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

Technik, Arbeitsorganisation und bauliche Lösungen für das automatische Melken. - In: Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern e.V. Hrsg.: G. Wendl. Freising: 1997, S. 91 - 104 (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Schön, H.:*

Die Zukunft von Landwirtschaft und Landtechnik - überrollt die landtechnische Entwicklung unsere bäuerliche Struktur im Grünland und Ackerbau? - In: Sonderdruck zur Bundestagung 1988 der österr. Maschinenringe, Retz /Österr.: Hrsg.: Österr. Maschinenringe, 1998, 20 S.

*Schön, H.:*

Perspektiven landwirtschaftlicher Unternehmer in Deutschland. - In: Tagungsband der agrarpolitischen Tagung des Deutschen Bauernverbandes. Hrsg.: Deutscher Bauernverband und ifo Institut für Wirtschaftsforschung, Bonn-Röttgen, 1998, S. 1 - 27.

*Schön, H.:*

Verfahrenstechnische Entwicklungen in der Rinderhaltung. - In: Innovationen in Technik und Bauwesen für eine nachhaltige Landwirtschaft. Hrsg.: KTBL. Darmstadt, KTBL, 1998, S. 120 - 136. (KTBL-Arbeitspapier 254)

*Schön, H.:*

Vor der technischen Revolution im Kuhstall. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 3, S. 121.

*Schön, H.; Auernhammer, H.; Bauer, R.; Boxberger, J.; Demmel, M.; Estler, M.; Gronauer, A.; Haidn, B.; Meyer, J.; Pirkelmann, H.; Strehler, A.; Widmann, B.A.:*

Landtechnik, Bauwesen: Verfahrenstechnik - Arbeit - Gebäude - Umwelt. 9., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. München: BLV Verlagsgesellschaft, 1998, 576 S.

*Schön, H.; Gronauer, A.; Depta, G.; Neser, S.; Becher, S.C.; Schäfer, K.:*

Gaseous emissions from variable agricultural source types. - In: Tagungsband zur AgEng Oslo 98. Hrsg.: CIGR/EurAGEng., Oslo, 1998, S. 181 - 182. (Part I)

*Schön, H.; Kühner H.:*

75 Jahre KTBL. - In: Landtechnik 53 (1998), Nr. 2, S. 59.

*Schön, H.; Pirkelmann, H. (Hrsg.):*

Automatisches Melken. KTBL-Schrift 248, Münster-Hiltrup, 1997, 67 S.

*Schön, H.; Rittel, L.; Wendl, G.; Karrer, M.; Pirkelmann, H.:*

Stallbaulösungen für den Einsatz automatischer Melksysteme. - In: Landtechnik 53 (1998) H. 4, S. 262 - 263.

*Schön, H.; Wendl, G.:*

Technik in der Rinderhaltung. - In: Jahrbuch Agrartechnik. Hrsg.: J. Matthies u.a. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1998, S. 177 - 185. (Band 10)

*Schön, H.; Wendl, G.; Liebler, J.:*

Einsatz automatischer Melksysteme in der Milchviehhaltung. - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 6, S. 322 - 323.

*Schön, H.; Wendl, G.; Liebler, J.; Harms, J.; Stockinger, Chr.:*

Use and economics of automatic milking systems in dairying. In: Proceedings

of the international conference on agricultural engineering AgEng '98, Oslo, 24 - 27 August 1998. Hrsg.: EurAgEng. 1998, S. 55 - 56, Part I.

*Schön, H.; Wendl, G.; Liebler, J.; Harms, J.; Stockinger, Chr.:*

Use and economics of automatic milking systems in dairying. International conference on agricultural engineering AgEng '98, Oslo, 24 - 27 August 1998. Paper no 98-B011, 9 S.

*Schön, H.; Wendl, G.; Liebler, J.; Stockinger, Chr.:*

Use and economics of automatic milking systems in dairying. - In: Tagungsband der 27. Wissenschaftl. Tagung der Pannon Agraruniversität. Hrsg.: Pannon Agraruniversität, Mosonmagyaróvár/Ungarn, 1998, S. 1154 - 1157. (Band VI)

*Schön, H.; Wendl, G.; Pirkelmann, H.:*

Technik, Arbeitsorganisation und Management bei automatischen Melk-systemen (AMS). - In: Automatisches Melken. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1997, S. 11 - 18. (KTBL-Arbeitspapier 248)

*Schön, H.; Wendl, G.; Rittel, L.; Karrer, M.:*

Einsatzerfahrungen mit automatischen Melksystemen - Einboxenanlagen. - In: Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 1998, S. 121 - 130. (KTBL-Arbeitspapier 250)

*Schön, H.; Wendl, G.; Rittel, L.; Pirkelmann, H.:*

Technik, Arbeitsorganisation und bauliche Lösungen für das automatische Melken. - In: Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Hrsg.: G. Wendl, Freising, Selbstverlag, 1997, S. 91 - 104. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Sommer, C.; Schön, H.:*

Agrartechnische Forschung - quo vadis? - In: Landtechnik 52 (1997) Nr. 6, S. 332 und VDI-Bericht 1356, Landtechnik 1997, S. 3 - 6.

*Spieß, B.; Auernhammer, H.:*

Anpassung des Arbeitsvoranschlages an Klimazonen. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 1, S. 40 - 41.

*Spieß, B.; Auernhammer, H.:*

Planning programme for the use of machines based climate regions. AgEng '98, Oslo 24.-28. August 1998, Paper No. 98-G-136.

*Spieß, B.; Auernhammer, H.:*

Vergleich der Abgrenzung der Klimaregionen nach KTBL und Praxiserhebungen in Bayern für die Arbeitszeitplanung von Feldarbeiten. - In: Bornimer Agrartechnische Berichte: 11. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 1. und 2.10.1997, Potsdam-Bornim 1997, Nr. 16, S. 122 - 133.

*Stegbauer, B.; Nesper, S.; Grotz, W.; Gronauer, A. und Schön, H.:*

Qualitativer Vergleich von NH<sub>3</sub>-Betriebsmeßtechniken - Dauermessungen im Stallbereich. - In: Landtechnik 53 (1998) Nr. 2, S. 70 - 71.

*Strehler, A.:*

Technische Neuerungen bei der Biomassefeuerung. -In: Sechstes Symposium Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik, 19.-20. Nov. 1997. Hrsg.: Ostbayerisches Technologie Transfer Institut (OTTI). Regensburg: Selbstverlag, 1997, S. 57 - 69.

*Strehler, A.:*

Wärme-Kraftgewinnung aus Biomasse.-In: Landtechnik 52 (1997), Nr. 6, S. 296 - 297.

*Strehler, A.:*

Biomasse als Energieträger in Europa. -In: Mikronetze, Gebäudeübergreifende Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis. Internationale Fachtagung, Salzburg, 17. Oktober 1997. Hrsg.: Energieverwertungsagentur Wien; A. Strehler. Wien: Selbstverlag, 1997, S. 7 - 22.

*Strehler, A.:*

Main problems with planing, construction and use of wood furnaces for dwellings - experiences of consulting activities based on bavarian research projects. -In: Biomass for Energy and Industry. Proceedings of the International Conference Würzburg, Germany, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimpär: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 1344 - 1347.

*Strehler, A.:*

Necessity and changes of energy from biomass and its hindrance for succeed. - In: Biomass for Energy and Industry. Proceedings of the International Conference Würzburg, Germany, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimpär: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 333 - 335.

*Strehler, A.; et al.:*

Regenerative Energie; Körnerkonservierung und Lagerung; Verfahren der Heubereitung und Grünfuttertrocknung. In: Landtechnik und Bauwesen: Verfahrenstechnik - Arbeit - Gebäude - Umwelt. München: BLV Verlagsgesellschaft, 1998, S. 38 - 57; S. 256 - 278; S. 388 - 397.

*Wagner, M.:*

Futterzuräumen automatisiert durch selbstlaufende, fest installierte Raumeinheit. BW agrar Schwäbischer Bauer 50 (1998) Nr. 24, 18 S.

*Wagner, M.:*

Futterzuräumen automatisiert. Bayer. Landw. Wochenblatt 188 (1998) Nr. 18, S. 32-33.

*Walte, A.; Muenchmeyer, W.; Launhardt, T.:*

Monitoring of PAH and Chlorinated PAH in Biomass Combustion Emissions. - In: Biomass for Energy and Industry, Proceedings of the 10<sup>th</sup> European Conference and Technology Exhibition, Würzburg (Germany), 8-11 June 1998. Hrsg.: C.A.R.M.E.N e.V., Würzburg-Rimpär: Selbstverlag, 1998, pp. 1380 - 1382.

Wendl, G. (Hrsg.):

Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern e.V., Albertshofen, 05. 11. 1997. Freising: Selbstverlag, 1997, 161 S. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

Wendl, G.:

Automatische Melksysteme - Technik und Tierverhalten. Kurzfassung des Vortrags auf DLG-Milchviehtage '98 „Milcherzeugung mit Zukunft“ am 15. April. 1998 in Marktoberdorf, Frankfurt, 3 S.

Wendl, G.:

Automatische Melksysteme - Technik, Einsatzerfahrungen, Konsequenzen für Stallbau und Wirtschaftlichkeit. - In: Schule und Beratung 1998, H. 3, S. IV13 - IV14.

Wendl, G.:

Elektronikeinsatz in der Rinderhaltung - von der Identifizierung bis zur Automatisierung. - In: Elektronik in der Landtechnik. Beiträge zur SVIAL-Tagung, Tänikon (Schweiz), 1. - 2. Juli 1998. Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik. Tänikon: Selbstverlag, 1998, S. 101 - 112. (Schriftenreihe der FAT Nr. 47)

Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:

Elektronische Kennzeichnungssysteme in der Rinderhaltung - Einsatz von injizierbaren Transpondern und Pansenboli. In: Elektronische Tieridentifizierung. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1998, S. 45 - 57. (KTBL-Arbeitspapier 258)

Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:

Investigations on electronic identification with injectable and ruminal transponders in cattle. In: Proceedings of the international conference on agricultural engineering AgEng '98, Oslo, 24 - 27 August 1998. Hrsg.: EurAgEng. 1998, S. 57 - 58, Part I.

Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:

Investigations on electronic identification with injectable and ruminal transponders in cattle. International conference on agricultural engineering AgEng '98, Oslo, 24 - 27 August 1998. Paper no 98-B-012, 11 S.

Wendl, G.; Liebler, J.; Schön, H.; Sieber, O.; Sieber, S.:

Einboxen-Kompaktanlage Astronaut der Firma LELY. - In: Automatisches Melken. Hrsg.: KTBL. Darmstadt: KTBL, 1997, S. 19 - 30. (KTBL-Arbeitspapier 248)

Wendl, G.; Liebler, J.; Sieber, O.; Sieber, S.:

Erste Erfahrungen mit dem automatischen Melksystem der Firma LELY auf einem Praxisbetrieb. - In: Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern e.V. Hrsg.: G. Wendl. Freising: Selbstverlag, 1997, S. 105 - 114. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Wendl, G.; Schuch, S.; Callian B.; Wendling, F.:*

Besaugen verhüten - Ein verschließbarer Tränkestand für Kälbertränkeautomaten zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens. - In: Landtechnik 53 (1998) H. 4, S. 264 - 265.

*Wendl, G.; Schuch, S.; Wagner, M.:*

Besaugen kann verhindert werden. - In: Allgäuer Bauernblatt 66 (1998) H. 28, S. 16 - 18.

*Wendl, G.; Schuch, S.; Wendling, F.:*

Ein geschlossener Tränkestand zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens in der Kälberaufzucht mit rechnergesteuerten Tränkeautomaten. - In: Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern e.V. Hrsg.: G. Wendl. Freising: 1997, S. 81 - 90. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Wendl, G.; Wagner, M.; Rosenberger G.:*

Extensive Grünlandbewirtschaftung mit Pensionspferden. Modellvorhaben Wimmer - Gruppenhaltung mit rechnergestützter Fütterung. - In: KTBL-Arbeitspapier 245. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1997, S. 57 - 66.

*Wendl, G.; Wagner, M.; Rosenberger G.:*

Extensive Grünlandbewirtschaftung mit Pensionspferden. Modellvorhaben Behr - Laufstall mit Freßstandfütterung. - In: KTBL-Arbeitspapier 245. Hrsg.: KTBL. Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH, 1997, S. 67 - 80.

*Wendl, G.; Wagner, M.; Wendling, F.; Böck, S.:*

Artgerechte Pferdehaltung in Offenlaufställen. - In: Tiergerechte Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere - Neuere Entwicklungen und Lösungen. Beiträge zur 13. IGN-Tagung, Tänikon (Schweiz), 23. - 25. Okt. 1997. Hrsg.: Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik. Tänikon: Selbstverlag, 1997, S. 110 - 121. (Schriftenreihe der FAT Nr. 45)

*Wendl, G.; Klindtworth, M.; Klindtworth, K.:*

Elektronische Tieridentifizierung mit Bolustranspondern. - In: Außenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern e.V. Hrsg.: G. Wendl. Freising: 1997, S. 69 - 80. (Landtechnik-Schrift Nr. 7)

*Widmann, B.; Remmele, E.; Maier, L.:*

Technical suitability of hydraulic oils based on rapeseed oil - Results of a six-year-test in the field. - In: Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry, Würzburg, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimpfing: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 429 - 430.

*Widmann, B.A.:*

Pflanzenöle. - In: Landtechnik, Bauwesen: Verfahrenstechnik - Arbeit - Gebäude - Umwelt. Hrsg.: H. Schön et al. München: BLV Verlagsgesellschaft, 1998, S. 47 - 50.

*Widmann, B.A.:*

Production of vegetable oils in decentral plants and aspects of quality management - investigations on plants in practice to optimise the process. - In: Proceedings of the International Conference Biomass for Energy and Industry, Würzburg, 8-11 June 1998. Hrsg.: H. Kopetz; T. Weber; W. Palz; P. Chartier; G.L. Ferrero. Rimparr: C.A.R.M.E.N., 1998, S. 124 - 127.

*Widmann, B.A.; Kern, C.:*

Production and Energetic Use of Rape-Seed Oil and Rapeseed Oil Methyl Ester. Forschungsbericht für Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim. Freising: Landtechnik Weihenstephan, 1997, 55 S.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Automatisierte Analyse von Arbeitszeit- und Einsatzdaten auf Basis von GPS bei Futtererntemaschinen. - In: Bornimer Agrartechnische Berichte: 11. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 1. und 2.10.1997, Potsdam-Bornim 1997, Nr. 16, S. 92 - 102.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Field and Lab Tests of Sensors for Cutting Width Measurements at the Header of Combines. AgEng 98, Oslo, 24.-28. August 1998, Paper No. 98-A-145.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

GPS-Based Analysis and Visualization of Machinery Use and Working Time for Harvesting Operations. AgEng 98, Oslo, 24.-28. August 1998, Paper No. 98-A-038.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Lokale Ertragsermittlung in Rundballenpressen. - In: VDI-Berichte 1356, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997, S. 135 - 138.

*Wild, K.; Auernhammer, H.:*

Verfügbarkeit, Kontinuität und Genauigkeit des GPS beim Langzeiteinsatz in der Landwirtschaft. - In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Band 11: Referate der 19. GIL-Jahrestagung in Halle (Saale), 1998, Band 11. GIL 1998, S. 206 - 209.

*Zacherl-König, J.; Helm, M.; Gronauer, A.; Cerny, G.:*

Können anorganische Zuschlagsstoffe die Keimflora, das Madenaufkommen und die Geruchsentwicklung in Biotonnen günstig beeinflussen? - In: Müll und Abfall (1998) Nr. 1, S. 31 - 37.

**Anzahl der gehaltenen Vorträge 1997/98 (01.10.1997 - 30.09.1998)**

<b>Autor</b>	<b>Inland</b>	<b>als Coautor im Inland</b>	<b>Ausland</b>	<b>als Coautor im Ausland</b>
Auernhammer	13	9	3	11
Becher				2
Bertram	1		3	
Demmel	9	1	6	2
Depta	1	2	1	5
Englert	1	2		
Gronauer	5	7	4	2
Grotz	1			
Haidn	7	2	1	1
Hartmann, H.	6			
Hartmann, P.	1		2	
Hornauer	2	2	1	
Kahlstatt	1			
Klindtworth, K.		3		1
Klindtworth, M.	2	2		1
Kormann	1		2	
Launhardt	7		1	
Maier, B.			1	
Meyer	5		3	3
Müller	2	2	1	1
Nawroth			2	
Neser		1	2	4
Remmele	4			
Reuß	9	2	3	1
Rittel	8		1	
Schattner	1	1		
Schön	24	2	3	2
Schuch	2	2		
Schwenke	1			
Spieß	1		1	
Stegbauer	1	2		1
Strehler	15		3	
Thuneke	1			
Weber		1		
Wendl	15	1	4	
Widmann	5			
Wild	3		3	
<b>Vorträge gesamt</b>	<b>155</b>		<b>51</b>	

## **Auszeichnungen, Ehrungen 1997/1998**

- PD Dr. habil. G. Englert      Verdienstkreuz 1. Klasse des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland für Verdienste um das Gemeinwohl im sozialen Bereich verliehen am 14.10.1997
- Prof. Dr. M. Auernhammer      Verleihung des DigiGlobe durch die Deutsche Telekom AG und das Magazin Focus für den Satelliteneinsatz auf dem Acker am 11.04.1998

## **Neues interdisziplinäres Forschungsprojekt in Weihenstephan**

„Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung (IKB) - Dümast“

Die DFG hat auf Initiative durch Prof. Auernhammer zum 01.09.1998 die Einrichtung einer Forschergruppe „Informationssystem Kleinräumige Bestandesführung“ genehmigt. Die Förderung ist für die ersten 3 Jahre bewilligt, sie soll nach einer Zwischenbegutachtung auf 6 Jahre ausgedehnt werden. Beteiligt sind: Institut für Landtechnik, Lehrstuhl für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues und Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz der Fakultät für Forstwissenschaft. Die jährliche Fördersumme beträgt etwa 800.000 DM. Als Sprecher wurde Prof. Auernhammer eingesetzt.

## **Dissertationen 1997/98**

*Kern, C.:*

Technische Leistungsfähigkeit und Nutzung von injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung.

*Klindtworth, M.:*

Untersuchungen zur automatisierten Identifizierung von Rindern bei der Qualitätsfleischerzeugung mit Hilfe injizierbarer Transponder.

*Weber, Hj.:*

Geräte- und verfahrenstechnische Optimierung der mechanischen Unkrautregulierung in Beetkulturen.

*Wild, K.:*

Satellitengestützte Arbeitszeiterfassung und Ertragsermittlung in Rundballenpressen.

*Yong, Y.:*

Rechnergestützte Östrusüberwachung bei Milchkühen unter Anwendung der Fuzzy-Logic-Methode.

## Diplomarbeiten 1997/98:

*Baumgärtner, M.:*

Ökonomische und technische Aspekte bei der Neuplanung eines Zierpflanzenproduktionsbetriebes unter Einbeziehung der alten Betriebsstrukturen.

*Binsteiner, M.:*

Verfahren der Unkrautregulierung in der Integrierten Produktion am Beispiel der Zwiebelkultur.

*Böhm, T.:*

Chemisch-stoffliche Qualitätsmerkmale biogener Festbrennstoffe - Ursachen und Einflußmöglichkeiten anhand ausgewählter Energieträger.

*Burghardt, M.:*

Kennzahlen zur energetischen Bewertung von Hobbygewächshäusern.

*Callian, B.:*

Untersuchungen zum gegenseitigen Besaugen bei Kälbern bei verschiedenen Tränkesystemen.

*Grotz, W.:*

Aufbau und Überprüfung einer Multigas-Kalibrationseinheit.

*Huber, M.:*

Thermodynamische Optimierung von Dämpfungsverfahren.

*Kaßner, K.:*

Untersuchungen zum Einsatz von Mulchmaterialien im Heil- und Gewürzpflanzenbau.

*Krämer, W.:*

Stallklima und Verhalten von Mastschweinen in einem Außenklimastall mit Ruhekisten.

*Liebler, J.:*

Untersuchungen zum Einsatz eines automatischen Melksystems auf einem Praxisbetrieb.

*Mannsperger, J.:*

Erfassung von arbeits- und betriebswirtschaftlichen Daten beim Einsatz der Weihenstephaner Trennhacke.

*Rosenkranz, M.:*

Fütterungsverfahren für Pferde in der Laufstallhaltung.

## **Diplomarbeiten in Zusammenarbeit mit anderen Instituten**

*Kormann, G.:*

Auswahl geeigneter Meßsensoren für die Feuchtemessung in Futtererzeugnissen.

*Dillmann, A.:*

Auslegung und Meßdatenauswertung von photovoltaischer Stromversorgung in der Landwirtschaft. FH Weihenstephan, FB Landwirtschaft

*Hacker, R.:*

Untersuchung von Füllmaterialien bei saisonalen Erdwärmespeichern. FH Weihenstephan, FB Landwirtschaft

*Hlawna, P.:*

Stationäres Meßverfahren für Luftkollektoren. TU München, Physik-Department E 15 Garching

*Roßmann, P.:*

Energetische Optimierung eines Oberflächenbelüfters für Fischteiche mit Photovoltaischer Stromversorgung. TU München, Physik-Department E 15 Garching

*Schreier, S.:*

Vorversuche zur Feuchtemessung in einem Erdwärmesonden-Speicher. FH München, FB Landwirtschaft

## **Projektarbeiten 1997/98**

*Attenberger, G.; Dischinger, G.:*

Einsatzmöglichkeiten und ökonomische Beurteilung eines stufenlosen Schleppeertriebes am Beispiel FENDT-Vario. Betreuung: Prof. Auernhammer (Landtechnik), PD Dr. Hofmann (Wirtschaftslehre), Dr. Maidl (Pflanzenbau)

*Appel, R.; Naßwetter, B.; Peterreins, M.; Schächtl, J.:*

Ergonomische Voraussetzungen und Möglichkeiten einer Vorgewendeautomatik. Betreuung: Prof. Auernhammer (Landtechnik), PD Dr. Hofmann (Wirtschaftslehre), Dr. Maidl (Pflanzenbau)

*Höcherl, A.; Huber, A.:*

Verfahrenstechnische Definition und Einordnung von Breitspurfahrzeugen. Betreuung: Prof. Auernhammer (Landtechnik), Dr. Maidl (Pflanzenbau), Dr. Gutser (Pflanzenernährung)

## **Auswertige Lehraufträge 1997/98**

- Remmele, E.      **Staatliche Fachhochschule für Agrarwirtschaft, Landshut-Schönbrunn**, 20 Stunden  
Thema: Technik im Gartenbau
- Widmann, B.      **Fachhochschule Weihenstephan**, 2 Stunden  
Thema: Gewinnung und energetische Nutzung von Pflanzenölen

## **Mitwirkung bei Veranstaltungen, Tagungen, Fachgesprächen und Kolloquien 1997/1998**

**Fachgespräch „Anwendung der Systemtechnik in der landwirtschaftlichen Verfahrenstechnik“**, Freising-Weihenstephan, 06./07.10.1997

Veranstalter: Institut für Landtechnik PD Dr. G. Englert

**Internationale Fachtagung „Mikronetze, Gebäudeübergreifende Wärmeversorgung auf Biomasse-Basis“** am 17. Oktober 1997 in Salzburg,

Veranstalter: Energieverwertungsagentur Wien (Tagungsorganisation deutsche Seite)

**Biomassetag der europäischen Regionen**, Freising, 26.10.1997

Veranstalter: CARMEN e. V.

**Landtechnisch-bauliche Jahrestagung**, Albertshofen, 05.11.1997

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan, ALB

**Tag der Offenen Tür - Vorstellung eines Außenklimastalles für Mastschweine**

8.11.1997, Betrieb Sedlmair in Durchsamsried

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Agritechnica'97, Internationale DLG-Fachausstellung für Landtechnik**, Hannover, 09.-15.11.1997

Veranstalter: DLG

**Sechstes Symposium „Biobrennstoffe und umweltfreundliche Energietechnik“**, 19.-20. November 1997 in Regensburg

Veranstalter: Ostbayerisches Technologie Transfer Institut (OTTI)

**Öffentliche Ausschußsitzung „Automatisches Melken“ auf DLG Wintertagung**,

München, 12./13.01.1998

Veranstalter: DLG

**Holzfeuerungsanlagen für den Wohnbereich - Stand der Technik, Rahmenbedingungen und Demonstrationsprojekt**, Freising/Weihenstephan, 20.01.98

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Landtechnisch - bauliche Fachexkursion**, 23./24.1.1998

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Lehrfahrt über Außenklimaställe für Mastschweine für Berater und Landwirte der Landwirtschaftskammer Oberösterreich**, 25./26.2.1998

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Informationsveranstaltung zum „IDEA-Projekt (elektronische Tierkennzeichnung)“**, Freising/Weihenstephan, 04.03.1998 und 29.04.1998

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan/Bayerische Landesanstalt für Tierzucht in Grub

**KTBL-DLG Arbeitsgruppe „Automatisches Melken“**, FAL Braunschweig Völkensrode, 11.03.1998

Veranstalter: KTBL-DLG Arbeitsgruppe

**"Biomass for Energy and Industry", 10th European Conference and Technology Exhibition, 8-11 June 1998**, Würzburg

Veranstalter: EU-Kommission und C.A.R.M.E.N. e.V.

**Lehrfahrt über Außenklimaställe für Mastschweine für den Fachclub Landwirtschaft Linz**, 18.6.1998

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**Fachgespräch/Arbeitstreffen: Unkrautmanagement**, Freising/Weihenstephan, 29.07.1998

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan

**45. Pflüger-Weltmeisterschaft**, Altheim/Landshut, 05./06.09.1998

Veranstalter: Kuratorium Weltpflügen 1998

**Einweihungs- und Informationsveranstaltung "Agrarmeteorologische Meßstation"**, Weihenstephan (Schaugarten FH), 24.09.98

Veranstalter: Landtechnik Weihenstephan; Deutscher Wetterdienst - Geschäftsfeld Landwirtschaft; Fa. Lambrecht

**Fachtagung „Tiergerechte Verfahren zur Aufzucht gesunder Kälber**, Denkerdorf, 24.09.1998

Veranstalter: ALB, LTV

## **LTV-Arbeitskreise an der Landtechnik Weihenstephan 1997/1998**

**Arbeitskreis „Automatische Melksysteme“**

Prof. H. Schön, Dr. G. Wendl, Dr. H. Pirkelmann (ALB Bayern)

**Arbeitskreis „Physikalische Unkrautregulierung“**

Prof. J. Meyer, Dipl.-Ing. agr. P. Hartmann

**Arbeitskreis „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“**

Dr. B. Widmann, Dipl.-Ing. agr. Remmele, Dipl.-Ing. agr. Thuneke

**Arbeitskreis „Holzfeuerungsanlagen“**

Dr. A. Strehler

**Arbeitskreis „Biogas“**

Dr. A. Gronauer

## Mitarbeit von Mitarbeitern der Landtechnik Weihenstephan in nationalen und internationalen Gremien 1997/1998

Name	Organisation bzw. Arbeitsgruppe
Auernhammer, H.	<p>Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis „Arbeitswissenschaft im Landbau (AKAL)“</p> <p>Mitglied im VDI/MEG-Arbeitskreis „Forschung und Lehre“</p> <p>Mitglied im MEG-Arbeitskreis „Nachwuchsförderung“</p> <p>Vorsitzender des DLG-Ausschusses „Arbeitswirtschaft und Prozeßtechnik“</p> <p>Vorsitzender in der LAV-Normengruppe „Elektronische Schnittstelle“</p> <p>Beauftragter des BML-Bonn in der Arbeitsgruppe „Deutscher Satelliten Navigationsplan (DSNP)“; zuständig für die Bereiche Land- und Forstwirtschaft, Bauwirtschaft und Bergbau</p> <p>Member of the Editorial Advisory Board „Computers and Electronics in Agriculture“, Elseviers Science Publishers B. V. Amsterdam</p> <p>Chairman der EurAgEng SIG 16: Electronic Farm Communication</p> <p>Vorsitzender im Programmausschuß VDI/MEG</p> <p>Mitglied in der Studienkommission der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau</p> <p>Mitglied im Programmausschuß ZAI (Zeitschrift für Agrar-informatik)</p> <p>Full Member in Club of Bologna</p>
Depta, G.	<p>KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniak-Meßtechnik"</p> <p>VDI-DIN Arbeitsgruppe Richtlinie 4285 „Emissionsbestimmung bei diffusen Quellen“</p>
Englert, G.	<p>KTBL-Arbeitsgruppe „Ökologische Dämmstoffe“</p>
Gronauer, A.	<p>VDI-MEG AK „Umwelt und Energie“</p> <p>KTBL-Arbeitsgruppe „Kompostierungsverfahren“</p>

KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Umweltverträgliche Reststoffverwertung“

KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Technik im ökologischen Landbau“

VDI-DIN Arbeitsgruppe Richtlinie 3475 „Biologische Abfallbehandlungsanlagen“

Haidn, B.

DLG-Ausschuß: Technik in der tierischen Produktion

BML/KTBL: Prüfungskommission des Bundeswettbewerbs Landwirtschaftliches Bauwesen

IGN: Evaluierung von Gruppenhaltungssystemen für tragende Sauen

Hartmann, H.

VDI Fachausschuß "Regenerative Energien" (FaRe), Gesellschaft für Energietechnik (GET) im Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

KTBL Arbeitsgemeinschaft "Energetische Nutzung von Biomasse" (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, KTBL)

Gutachterliche Tätigkeit für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück

Fachausschuß zum Projekt: "Gesamtwirtschaftliche Bewertung der Energiegewinnung aus Biomasse unter Berücksichtigung externer und makro-ökonomischer Effekte (Externe Effekte der Biomasse). Projektträger: BML, Bundesfachagentur für Nachwachsende Rohstoffe, FNR, Gülzow

Arbeitsgemeinschaft Solar - Technische Universität München-Weihenstephan (Arge-Solar)

Launhardt, T.

Gutachterliche Tätigkeit für den Zentralverband Sanitär, Heizung, Klima (SHK-Zert)

DIN-Arbeitsausschuß NMP 691/AK2 "Briketts aus biogenem Material"

Meyer, J.

Vice-chairman der „Commission Horticultural Engineering“ der „International Society of Horticultural Science“

Chairman der „working group“ „Mechanization in Horticulture“ der „International Society of Horticultural Science“

- Beirat der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG)
- Redaktionsbeirat Gartenbauwissenschaft
- Neser, S. KTBL-Arbeitsgruppe "Ammoniak-Meßtechnik"
- Remmele, E. Transferzentrum für angepaßte Technologien Arbeitsgemeinschaft „Umweltschonende Schmier- und Verfahrensstoffe“
- LTV-Arbeitskreis „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“
- Reuß, M. VDI-Richtlinienausschuß der VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“
- Internationale Energie Agentur - IEA Annex VIII „Implementing of Underground Thermal Energy Storage“
- Internationale Energie Agentur - IEA Annex XII „Drilling Technologies“
- Internationale Energie Agentur - IEA Annex XIII „High Temperature Underground Thermal Energie Storage“
- Arbeitsgemeinschaft Solar - Technische Universität München-Weihenstephan (Arge-Solar)
- Rittel, L. KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Bau“
- Arbeitsgemeinschaft Ländliches Bauen in Bayern (ALB)
- KTBL-Ad Hoc-Gruppe EDV im Bauwesen
- Mitglied im Redaktionsbeirat Bauen für die Landwirtschaft
- ARGE-ALP-Bergbauernhof
- Schön, H. Stellv. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates des Instituts für Agrartechnik in Bornim
- Stellv. Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates der „Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe“ (FNR)
- Vorsitzender des Beirates der DEULA Freising
- Präsident des KTBL
- Mitglied der KTBL-Arbeitsgemeinschaft „Technik und Bauwesen“

Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe „Automatische Melksysteme“

Vorsitzender des MEG-Arbeitskreises „Forschung und Lehre“

Vorsitzender des Programmausschusses der 4. Intern. Tagung „Technik, Bauwesen und Umwelt in der Tierhaltung“

Mitglied der Bayer. Akademie Ländl. Raum e. V. Neubi-  
berg

Mitglied des Fachbereichsrates für Landwirtschaft und  
Gartenbau Weihenstephan

Vorsitzender der Strukturkommission der Fakultät für  
Landwirtschaft und Gartenbau

Mitglied der Versammlung der TUM

Strehler, A.

Forum für Zukunftsenergien  
Leitung Arbeitsgruppe „Biomasse“

Solares Allgäu, Renergie Buchenberg  
Leitung Arbeitskreis „Biomasse“

Thuncke, K.

LTV Arbeitskreis „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“

Wendl, G.

Mitglied der KTBL-Arbeitsgruppe „Logistik der Tieridenti-  
fikation“

Mitglied der KTBL-Arbeitsgruppe „Automatische Melksy-  
steme“

Mitglied der ISO/TC23/SC19/WG23 Technical Working  
Group „Electronic Animal Identification“

Mitglied der EDV-Kommission und der Kommission zur  
Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses der Fa-  
kultät für Landwirtschaft und Gartenbau Weihenstephan

Geschäftsführer des Landtechnischen Vereins in Bayern  
e. V.

Widmann, B.

Scientific Committee „Biofuel production and utilisation in  
the transportation market“ (10<sup>th</sup> Europ. Conference for  
Energy and Industry)

Transferzentrum für angepasste Technologien Arbeitsge-  
meinschaft „Umweltschonende Schmier- und Verfahrens-  
stoffe“

Vorsitzender des LTV-Arbeitskreises „Dezentrale Pflanzenölgewinnung“

Vorsitzender der KTBL-Arbeitsgruppe „Dezentrale Ölsaatenverarbeitung“

Wild, K.

SIG 7 (Precision Farming) of the EurAgEng

### **Mitwirkung bei Rundfunk- und Fernsehsendungen 1997/1998**

Auernhammer, H.:

3Sat, 11.04.1998, ARD, 18.04.1998, DigiGlobe-Verleihung

Fröhlich, G.:

Freisinger Nachrichten, FIB, 24.09.1998, Einweihung Agrarmeteorologische Meßstation

Haidn, B.:

"Unser Land", Bayern2Radio, 7.12.1997, Außenklimaställe für Mastschweine

Haidn, B.:

"Unser Land", Bayern2Radio, 3.12.1997, Wenn es kalt wird - Außenklimaställe im Winter

Schön, H.:

Bayern2Radio, 18.03.1998, Energieeinsatz in der Landwirtschaft

Schön, H.:

Deutschlandfunk, 28.04.1998, Wirtschaft und Gesellschaft

Schön, H.:

TV Landshut, 30.04.1998, Entwicklung der Landtechnik

Schön, H.; Wendl, G.:

TV Reuters, 06.08.1998, Automatisches Melken

Wendl, G.; Klindtworth, M.:

Vox, Click - das Multimedia-Magazin, 03.01.98, Elektronik zur fälschungssicheren Tierkennzeichnung



