



# LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

## Technik im Ackerbau - *schlagkräftig und effizient*



**Schriftenreihe**

**10  
2010**

**ISSN 1611-4159**

## **Impressum**

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan  
Internet: [www.LfL.bayern.de](http://www.LfL.bayern.de)

Redaktion: Institut für Landtechnik und Tierhaltung  
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising-Weihenstephan  
E-Mail: [TierundTechnik@LfL.bayern.de](mailto:TierundTechnik@LfL.bayern.de)  
Telefon: 08161/71-3450

1. Auflage: November 2010

Druck: ES-Druck, 85356 Freising-Tüntenhausen

Schutzgebühr: 10,00 Euro

© LfL

Titelfotos: Fa. Fritzmeier, Fa. Agricon, Fa. Zunhammer, Kirchmeier (LfL-ILT)

Die Beiträge in dieser Schriftenreihe geben die Meinung der Autoren wieder.



in Zusammenarbeit mit dem  
Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e. V. (KBM)

# **Technik im Ackerbau - schlagkräftig und effizient**

**Landtechnische Jahrestagung**

**am 10. November 2010 in Deggendorf**

**Dr. Georg Wendl (Hrsg.)**

**Tagungsband**



# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Politische Rahmenbedingungen und Strategien für Ackerbaubetriebe in Bayern .....</b>	<b>7</b>
<i>Ministerialdirektor Martin Neumeyer</i>	
<b>Techniken für eine sensorgestützte mineralische Düngung .....</b>	<b>13</b>
<i>Dr. Detlef Ehlert</i>	
<b>Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auch im Bestand !? .....</b>	<b>23</b>
<i>Dr. Stefan Nesper, Reinhold Böhner und Roland Schleicher</i>	
<b>Bestellverfahren für Mais – Stand der Technik und zukünftige Entwicklung.....</b>	<b>33</b>
<i>Dr. Markus Demmel, Hans Kirchmeier und Dr. Andreas Weber</i>	
<b>Maschinengemeinschaften – wie organisieren ? .....</b>	<b>45</b>
<i>Peter Spandau</i>	
<b>Schlagkräftige Technik in bayerischen Strukturen .....</b>	<b>53</b>
<i>Dr. Johann Habermeyer</i>	
<b>Schlagübergreifende Bewirtschaftung von kleinen Parzellen – Erfahrungen aus 10-jähriger Praxis in BadenWürttemberg .....</b>	<b>57</b>
<i>Harald Gasser</i>	



# Politische Rahmenbedingungen und Strategien für Ackerbaubetriebe in Bayern

Ministerialdirektor Martin Neumeyer,  
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten,  
Ludwigstraße 2, 80539 München

## 1 Einleitung

Dass ich bereits im ersten Jahr als Amtschef des Landwirtschaftsministeriums die Möglichkeit habe, im Rahmen dieser renommierten Veranstaltung, der **Landtechnischen Jahrestagung** der ALB Bayern und des LfL-Institutes für Landtechnik und Tierhaltung, die Möglichkeit habe, Ihnen einen Überblick über die **agrarpolitischen Rahmenbedingungen** und die **Perspektiven** aus unserer Sicht zu geben, darüber freue ich mich sehr.

Ich darf Ihnen die Grüße unseres Ministers Helmut Brunner übermitteln, der Ihre Arbeit als **Motor des Wissenstransfers** im landwirtschaftlichen Bauen und in der Landtechnik ebenfalls sehr schätzt!

Der laufende **Wissenszuwachs** in den vielfältigen Bereichen der Landwirtschaft ist **enorm**. Je schneller wir die neugewonnen Erkenntnisse in die Praxis bringen, umso größer ist der **Wettbewerbsvorteil!** Wir als Landwirtschaftsverwaltung sind aus personellen Gründen nicht mehr in der Lage, dieses Wissen allein über die staatliche Beratung zu vermitteln. Wir brauchen Organisationen wie die bäuerlichen Selbsthilfeeinrichtungen oder die ALB, wenn es darum geht, mit dem **Faktor Wissen** die Nachteile unserer Strukturen und unserer Standorte auszugleichen. Für die langjährige erfolgreiche Arbeit spreche ich Ihnen meinen herzlichen **Dank und meine Anerkennung** aus!

## 2 Leistungen der Landwirtschaft

Zu den Dingen, die mich in den ersten Monaten in der neuen Funktion am meisten beeindruckt haben, zählen die enormen Leistungen, die die Landwirtschaft tagtäglich erbringt. Sie erzeugt nachhaltig hochwertige und gesunde **Nahrungsmittel, Energie** und nachwachsende Rohstoffe; sie erhält und pflegt unsere **Kulturlandschaft**. Sie leistet einen unverzichtbaren Beitrag zum Ressourcen- und Klimaschutz und sorgt durch ihr Wirtschaften für Wachstum und **Beschäftigung** im vitalen ländlichen Raum – in unserer Heimat. Kurz gesagt: **Sie kostet wenig und leistet viel!**

Damit hat sich auch das Erscheinungsbild der Landwirtschaft grundlegend gewandelt. Statt dem klassischen Acker-Vieh-Milch-Betrieb gibt es heutzutage vielfältige **betriebsindividuelle** Konzepte und Lösungen. Die Größe oder der Produktionsumfang allein sind heute nicht mehr so entscheidend, sondern vielmehr die **Qualifikation**, der **Unternehmergeist** und das **Geschick** der Unternehmerfamilie; d.h. der Unternehmer selbst.

Als landwirtschaftlicher **Unternehmer entscheiden** Sie für Ihren Betrieb eigenverantwortlich, welchen Weg Sie gehen wollen und wir **unterstützen** Sie mit unseren Dienstleistungen. Die Vielfalt unserer **nachhaltigen, multifunktionalen Landwirtschaft** ist dabei eine Stärke und kein Manko!

### 3 Landwirtschaft als Lebensmittelerzeuger

Die **Lebensmittelerzeugung** ist und bleibt die Hauptaufgabe der Landwirtschaft. **Rd. 117.000** landwirtschaftliche Betriebe in Bayern erzeugen nachhaltig gesunde und qualitativ **hochwertige** Lebensmittel – nicht nur für Bayern! Und das in einer Vielfalt und Produktsicherheit wie sie es nie zuvor gegeben hat! Täglich können wir unter knapp 120.000 Lebensmittelprodukten bei (im EU-Vergleich) niedrigen Preisen wählen.

### 4 Landwirtschaft als Kulturlandschaftspfleger

Die flächendeckende Landbewirtschaftung erhält unsere attraktive und abwechslungsreiche **Kulturlandschaft** und schont die natürlichen **Ressourcen**. Sie ist Grundlage für Bayern als Tourismusland Nr. 1 und sichert allein **600.000** Arbeitsplätze. Von dieser einzigartigen Landschaft profitieren nicht nur unsere Gäste, sondern auch die bayerische Wirtschaft und wir, die hier leben. Diese **Gemeinwohlleistung** muss auch künftig entlohnt werden.

### 5 Landwirtschaft als Energiedienstleister

Die Erzeugung und Verwertung von **Nachwachsenden Rohstoffen**, allen voran Energie aus Biomasse, ist zu einem echten wirtschaftlichen Standbein der Landwirtschaft geworden. Die Landwirtschaft als **Energiedienstleister** bietet **konkurrenzfähige Alternativen** zu fossilen Brennstoffen und leistet durch die Speicherung von Kohlendioxid im Grünland und Wald einen essentiellen Beitrag zum **Klimaschutz**.

#### 5.1 Biogas

In Bayern werden auf 255.000 ha **Nachwachsende Rohstoffe** angebaut; das entspricht etwa 8 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

**Biogasanlagen** haben sich dabei als verlässlicher Stromeinspeiser im Grundlastbereich etabliert. Rechnerisch erhält heute schon **jeder 7.** Haushalt in Bayern seinen Strom (als Biogasstrom) vom Bauern. Damit wir keine „**Vermassung** der Landschaft“ bekommen, müssen wir noch stärker als bisher Rest- und Koppelprodukte aus der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft – vor allem Gülle aus der Tierhaltung – verwerten. Ist es nicht unser Ziel, die Biomasse möglichst **vollständig** zu verwerten?

Angesichts der bereits vereinzelt auftretenden erheblichen **Konkurrenzsituationen** in tierischen Veredelungsgebieten hat Herr Staatsminister Brunner **Bundesumweltminister** Norbert Röttgen um Prüfung gebeten, ob

- der **NaWaRo-Bonus** an einen landwirtschaftlichen Preisindex gebunden,
- eine sinnvolle **Wärmenutzung** gestärkt und
- evtl. ein Bonus für die **Grünlandnutzung** geschaffen

werden kann.

## 5.2 Biomasseheizwerke

In Gebieten mit vielen **Biomasseheizwerken** können auch **Kurzumtriebskulturen** z.B. mit Pappeln und **Miscanthus** größere Bedeutung erlangen. Ein Ausbau von **Mikrowärmenetzen** bietet noch viel Potenzial. Auch Landwirte könnten sich zum „**Wärmediensleister**“ entwickeln. Damit ergeben sich weitere Einnahmequellen: für den heimischen Mittelstand, die Handwerker und die Bauern.

**Fazit:** **Nachwachsende Rohstoffe** und **erneuerbare Energien** sind auch eine Möglichkeit zum **Ausgleich** von Marktkrisen, zur Preisstabilisierung und zur Abnahme von Minderqualitäten wie dieses Jahr.

## 6 Situation im Getreidebau

Wir haben eine Ernte unter **schwierigsten Witterungsverhältnissen** hinter uns. Bei Weizen lag die Erntemenge um 6 % unter dem Rekordwert des Vorjahrs, bei Roggen wurden rund 30 % weniger geerntet. Generelle Versorgungsengpässe sind nicht zu erwarten, aber bei Mahlgetreide und Qualitätsbraugerste wird es auch in Bayern **Zufuhrbedarf** geben.

Dies hat sich auch auf die Preise niedergeschlagen, sodass seit Anfang Juli die Getreidepreise **um etwa 80 % gestiegen** sind. Damit kann das gute Niveau von 2007 erreicht werden.

Aufgrund der europaweit erheblichen Qualitätsunterschiede sind heute **einheitliche Partien** mit guter Qualität gesucht. Erfahrungsgemäß gehen die Lebensmittelhersteller in Abstimmung mit dem Handel Kompromisse im Hinblick auf die Qualitätsparameter ein. Das ist eine Voraussetzung dafür, dass abgeschlossene Verträge zumindest mengenmäßig erfüllt werden können. Deshalb ist ein **intensiver Informationsaustausch** zwischen Erzeugern und Handel zu den vorhandenen Qualitäten und Mengen erforderlich, damit der Bedarf des Marktes qualitätsgerecht bedeckt werden kann. Wir empfehlen, die vorhandene Nachfrage **jetzt zu bedienen**, weil sich der Handel sonst übergebietlich versorgt und jetzt die Möglichkeit besteht, eingelagerte Mengen abzusetzen!

Zu berücksichtigen ist auch, dass sich die **Warenströme** durch den Exportstopp Russlands und die Mengendefizite im Schwarzmeerraum erheblich verändern werden. Im neuen Jahr könnte eine möglicherweise gute Ernte auf der Weltsüdhälfte wieder zu einer entsprechenden **Entspannung der Marktsituation** führen.

Niemand weiß, ob die Witterung in diesem Jahr eine Ausnahme bleiben wird. Deshalb gilt es, durch **Nutzung der pflanzenbaulichen und technischen Möglichkeiten** Qualitätsbeeinträchtigungen soweit als möglich vorzubeugen. Ich denke dabei an eine gezielte Sortendifferenzierung oder an eine Ernte bei höheren Feuchtegehalten und späterer Trocknung.

Um die Risiken des Marktes minimieren und die Chancen bestmöglich nutzen zu können, ist **Markttreue** und der Aufbau **langjähriger Handelspartnerschaften** nach wie vor Gebot der Stunde. Nur so kann die Erzeugung an den Bedürfnissen und Vermarktungschancen des Handelspartners ausgerichtet und damit ökonomisch optimiert werden. Im Umkehrschluss heißt das aber auch, dass wir diese Vertragstreue auch **von unseren Partnern** verlangen müssen!

## 7 Erkenntnisse für die Landwirtschaft

Die Geschichte zeigt uns, dass es erhebliche Änderungen der Flächennutzung gegeben hat. Dabei hat **jede Gesellschaft** die Flächen nach **ihren Bedürfnissen** genutzt; d.h. wir erleben einen dauerhaften Wandel.

In gut funktionierenden Märkten wandern die Produktionsfaktoren dabei zur **effizientesten** Verwertung. Der Staat darf hier nicht durch Planwirtschaft eingreifen. Er ist lediglich gefordert, **Impulse** für notwendige Weiterentwicklungen zu setzen und durch vernünftige **Regelungen** (Rahmenbedingungen) die öffentlichen Güter zu sichern und **natürliche Ressourcen** zu schützen. Das bestätigt auch das Ergebnis der von Minister Brunner und Ministerpräsident Seehofer einberufenen **Zukunftskommission Landwirtschaft** (ZKL).

## 8 Agrarpolitik

Damit die Landwirte auch nach 2013 Planungssicherheit haben, setzen wir uns massiv auf allen politischen Ebenen für eine Fortführung und Weiterentwicklung der bisherigen **Gemeinsamen Agrarpolitik** (GAP) ein. Eine grundsätzliche Neuausrichtung halte ich dabei nicht für erforderlich. Da 2014 der Beginn einer neuen EU-Förderperiode ist, werden derzeit Kürzungen in unterschiedlichsten Bereichen und Höhen diskutiert.

Wir in Bayern stellen uns auf die **Herausforderungen** ein und ruhen uns nicht auf den bisherigen Erfolgen z.B. Agrardieselbesteuerung, Kulturlandschaftsprogramm, Ausgleichszahlung, Investitionsförderung und Sofortprogramm Landwirtschaft aus. Wir wollen die Zukunft aktiv gestalten und setzen **Akzente**:

- Eine **breitgefächerte Agrarbildung** auf hohem Niveau mit laufend an die Bedürfnisse angepassten Lerninhalten, einer besseren Durchlässigkeit zum jeweils höheren Bildungsabschluss und einem Angebot für „lebenslanges Lernen“.
- Eine **kompetente Beratung** im Bereich der nachhaltigen Landwirtschaft und der Unternehmensentwicklung an jedem Amt. Für Spezialfragen und für den Aufbau neuer Standbeine stehen Ihnen künftig kompetente Fachzentren zur Verfügung. Die Beratung in einzelbetrieblichen produktionstechnischen Fragen soll künftig grundsätzlich von unseren Verbundpartnern durchgeführt werden.
- Eine praxisnahe, **angewandte Forschung** mit schnellem Know-how-Transfer in die Praxis. Zusammen mit Wissenschaft und Wirtschaft wollen wir auch die Innovationskraft der mittelständischen Unternehmen der Ernährungswirtschaft in Bayern stärken.
- Wir wollen ermöglichen, dass die bäuerlichen **Familienbetriebe** noch stärker als bisher die vielfältigen Möglichkeiten zur Erschließung weiterer Einkommensquellen nutzen können und so ein Auskommen finden (**Diversifizierung**). **Investitionsanreize** sollen die Wettbewerbsfähigkeit stärken.
- Den **Klima- und Ressourcenschutz** wollen wir verstärkt bei Bildung und Beratung sowie bei der angewandten Forschung berücksichtigen und die Landwirte bei der Erfüllung dieser gesamtgesellschaftlichen Aufgabe tatkräftig unterstützen. Bereits begonnene Forschungsvorhaben und Initiativen wollen wir intensivieren und neue Themen zügig aufgreifen. Freiwillige **Umwelleistungen** und Anpassungsmaßnahmen an die gesellschaftlichen Herausforderungen wollen wir über die Agrarumweltprogramme fördern.

- Für das gesamtgesellschaftlich wichtige Thema **Ernährung** werden wir ein **Kompetenzzentrum** einrichten, das das Wissen bündelt, aufbereitet, Forschungsmittel (besonders auch der EU) akquiriert und die Innovation gesunder Lebensmittel intensivieren soll.
- Zusammen mit der Ernährungswirtschaft wollen wir die Wettbewerbsposition heimischer **Lebensmittel** auf regionalen und nationalen **Märkten** sowie im Agrarexport weiter stärken und so Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Bayern erhalten. Dazu werden wir die erfolgreichen Aktivitäten bei der Qualitätssicherung, beim Herkunftsschutz, auf dem Ökomarkt und bei der Entwicklung regionaler **Vermarktungskonzeptionen** intensiv fortführen.
- Mit der **integrierten ländlichen Entwicklung**, Dorferneuerung, Flurneuordnung und LEADER bieten wir maßgeschneiderte Konzepte für den ländlichen Raum als Heimat mit Zukunft. Um im Wettbewerb bestehen zu können, müssen die landwirtschaftlichen Betriebe ihre Erzeugungskosten weiter senken. Die **Flurneuordnung** trägt ganz entscheidend dazu bei, Arbeitszeit zu sparen, Maschinenkosten zu senken und damit die Produktivität zu erhöhen. Die landwirtschaftlichen Grundstücke werden zu großen Wirtschaftsflächen zusammengelegt und die Grundstücke über ein bedarfsgerechtes Wegenetz erschlossen.

## 9 Unternehmerische Verantwortung

Mit all diesen politischen Initiativen können wir niemals die **Eigenverantwortung** und die **Leistung der bäuerlichen Unternehmen** ersetzen. Sie werden immer die entscheidenden Faktoren für Erfolg und Misserfolg bleiben. Ich spreche dazu deshalb nur einige wenige Grundsätze an:

- Nicht das Patentrezept, sondern **viele kleine Bausteine** führen zum Erfolg!
- Erfolgreiche Unternehmer setzen sich selbst mit möglichst vielen **unternehmerischen Details** auseinander und stellen sich Ihren Managementaufgaben!
- Auch bei volatilen Märkten sind standortangepasste, **hohe Erträge** der beste wirtschaftliche Erfolgsgarant!
- Es genügt nicht, die eigenen Schwächen zu kennen, man muss auch offen und bereit sein, sie **mit aller Konsequenz abzustellen!**
- Konsequente **Liquiditätsplanung** über das ganze Jahr und konsequente **Ausnutzung der Kostensenkungsspielräume** in der Arbeitserledigung schaffen Spielraum für betriebliches Wachstum und zusätzliche Einkommensmöglichkeiten!

Diese **Unternehmerqualität** kann und wird Ihnen niemand abnehmen! Ich bin aber auch überzeugt, dass jeder der fachlich auf der Höhe der Zeit bleibt, der sich informiert und die angebotenen Möglichkeiten nutzt, der sich geeignete Partner und Netzwerke sucht auch unter den aktuellen und künftigen Rahmenbedingungen erfolgreich sein kann. Die dokumentierten **Wirtschaftsergebnisse** unserer Betriebe sprechen hier eine klare und eindeutige Sprache!

Ich wünsche Ihnen eine **interessante, informative Tagung** und eine erfolgreiche Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis!



## Techniken für eine sensorgestützte mineralische Düngung

Dr. Detlef Ehlert,  
Leibnitz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB),  
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam

### Zusammenfassung

Es kann grundsätzlich zwischen Düngungsverfahren mit schlageinheitlicher und variabler (teilflächenspezifischer) Ausbringung unterschieden werden. Die variable Düngung ihrerseits lässt sich in den Kartenansatz, den Sensoransatz sowie den Sensoransatz mit Kartenüberlagerung untergliedern. Hinsichtlich der praktischen Anwendung ist einzuschätzen, dass die schlageinheitliche Düngungsform gegenwärtig noch klar dominiert und nur schrittweise die teilflächenspezifische Düngung mit zunehmender Tendenz zur Anwendung kommt.

In Anbetracht der vorgestellten sensortechnischen Lösungen für die teilflächenspezifische Düngung wird offensichtlich, dass die Angebotspalette seitens der Industrie bei den Echtzeit-Pflanzensensoren - wie auf der Agritechnica 2009 angekündigt - erheblich erweitert worden ist. Hinsichtlich der angewendeten Messprinzipie dominieren die optoelektronischen Messverfahren, mit denen bestimmte Indizes bezüglich des Reflexionsverhaltens - vorrangig im roten und NIR Bereich - ermittelt werden. Eine objektive vergleichende Bewertung der angebotenen Sensorsysteme ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur eingeschränkt möglich.

Dies ist zum einen darin begründet, dass einige der vorgestellten Sensoren wie der GreenSeeker®, der ISARIA, der Crop Sensor und das CropSpec™ sich noch in der Einführungsphase befinden und daher wenige Einsatzerfahrungen in Landwirtschaftsbetrieben vorliegen. Andererseits existieren über bereits länger eingesetzte Sensoren unterschiedliche Aussagen, die näher zu betrachten sind.

Insgesamt kann das Fazit gezogen werden, dass infolge des verstärkten Angebots von technischen Lösungen für die teilflächenspezifische Düngung und des somit gestiegenen Wettbewerbs unter den Anbietern vor allem die Landwirtschaftsbetriebe profitieren werden. Sie sollten sich allerdings vor dem Kauf gründlich über die spezifischen Eigenschaften der angebotenen Sensorsysteme informieren, um für ihre betrieblichen Bedingungen die beste Lösung auswählen zu können.

## 1 Einleitung

Das Ziel jeder Düngungsmaßnahme besteht darin, dem Boden bzw. den darauf wachsenden Pflanzen die Menge an Nährstoffen zur Verfügung zu stellen, die notwendig ist, um einen vom Landwirt angestrebten Pflanzenertrag zu erzielen. Als noch die Handarbeit das Bild in der Landwirtschaft prägte, kamen vorrangig Düngestoffe aus der Tierhaltung und weniger mineralische Düngemittel zum Einsatz. Bei dieser Bewirtschaftungsform konnte die zur Verfügung stehende Düngermenge ohne zusätzliche Aufwendungen manuell kleinräumig angepasst werden, wobei die Bodenverhältnisse und der angestrebte Ertrag als die entscheidenden Bemessungsgrundlagen dienten.

Ab Mitte des vergangenen Jahrhunderts setzte die Anwendung immer leistungsfähigerer Düngungstechnik auf gleichzeitig wachsenden Schlaggrößen ein. Positive Effekte der technischen Entwicklung waren zweifellos die enorm gesteigerte Flächenleistung und die verbesserte Verteilgenauigkeit. Negativ ist zu bewerten, dass die kleinräumige Anpassung der Düngermenge an die Bodenvariabilität verloren ging. Erst mit dem Aufkommen und der technischen Umsetzbarkeit einer teilflächenspezifischen Düngung als Kernbestandteil von "Precision Farming" rückte die kleinräumige Anpassung der Düngermenge an den tatsächlichen Bedarf mehr und mehr in das Interesse von Wissenschaft und Praxis.

Zum gegenwärtigen Entwicklungsstand kann grundsätzlich zwischen Düngungsverfahren mit schlageinheitlicher und variabler (teilflächenspezifischer) Ausbringung unterschieden werden. Die variable Düngung ihrerseits lässt sich in den Kartenansatz, den Sensoransatz sowie den Sensoransatz mit Kartenüberlagerung untergliedern (Abb. 1). Hinsichtlich der Anwendung ist einzuschätzen, dass die schlageinheitliche Düngungsform gegenwärtig noch klar dominiert und nur schrittweise die teilflächenspezifische Düngung zur Anwendung kommt.

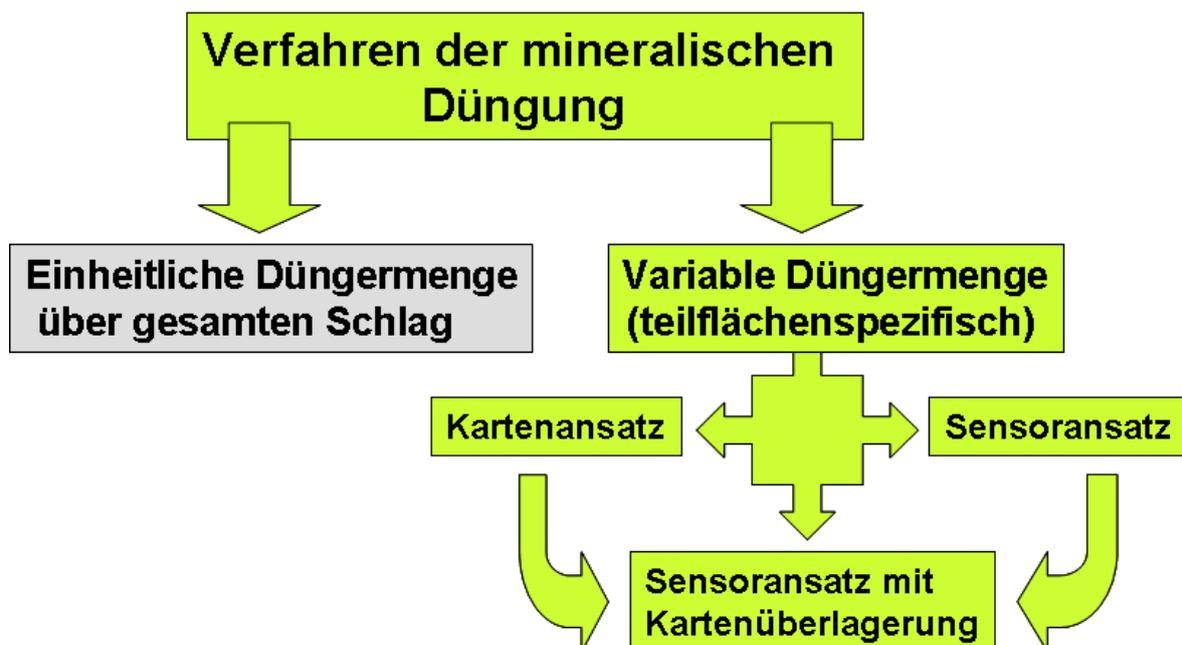


Abb. 1: Verfahren der mineralischen Düngung

Um einen Beitrag zur beschleunigten Einführung der teilflächenspezifischen mineralischen Düngung zu leisten, sind die folgenden Ausführungen vorrangig auf das Vorstellen der Technik zur variablen Ausbringung von Düngemitteln ausgerichtet.

## 2 Begriffserklärungen

Beim **Kartenansatz**, als absätziges Verfahren werden ortsbezogene Daten von Boden- oder Pflanzenparametern erfasst. Auf dieser Datengrundlage werden am PC nach mehr oder weniger definierten Algorithmen Sollwerte für Applikationskarten erarbeitet. Die positionsgebundenen Sollwerte für die auszubringenden Düngermengen auf den generierten Teilflächen werden mittels elektronischer Datenträger oder per Funk auf das Terminal einer Landmaschine (Traktor) übertragen und zur Maschinensteuerung abgerufen. Damit die Sollwerte sich dem entsprechenden Standort der Maschine zuordnen lassen, ist ein Positionssystem unverzichtbar. Das Positionssystem leistet außerdem wertvolle Dienste, tatsächlich applizierte Mengen (*as applied*-Karten) geo-referenziert aufzuzeichnen und zur Kontrolle mit den Sollwerten zu vergleichen.

Der Einsatz von Sensoren in Echtzeit (**Sensoransatz**) hingegen ermöglicht es, aktuelle Boden- oder Bestandsinformationen über Sensoren zu erfassen und mittels entsprechender Hard- und Softwarekomponenten unmittelbar ohne Zeitverzug in einen Sollwert zu überführen. Der Verzicht auf zusätzliche zeitraubende Bearbeitungsschritte macht die Anwendung von Sensoren in der Praxis attraktiv, da dies eine Einsparung von Managementaufwand für einen Betrieb bedeutet. Die Sollwerte werden unverzüglich in einen Steuerungsbefehl für die jeweilig eingesetzte Maschine umgesetzt. Die für Echtzeit-Verfahren notwendigen Applikationsalgorithmen setzen allerdings die Kenntnis von Richt- oder Orientierungswerten voraus, die aus bisher praktizierter einheitlicher Behandlung abzuleiten sind. Anfänglich subjektive Schätzungen der Spannweiten lassen sich rasch durch Erfahrungen beim Sensoreinsatz ersetzen und sichern. Beim Sensoreinsatz ist in der einfachsten Realisierungsform das Positionssystem entbehrlich. Eine nachträgliche Kontrolle der durchgeführten Bewirtschaftungsmaßnahme wäre dann allerdings nicht mehr möglich.

Der **Sensoransatz mit Kartenüberlagerung**, d.h. eine Verknüpfung des Einsatzes von Echtzeit-Sensoren mit in geo-referenzierten Karten hinterlegten Informationen (auch Map-overlay bezeichnet) eröffnet zusätzliche Wege für eine teilflächenspezifische Düngung. Dabei fließen sowohl aktuell in Echtzeit gewonnene Sensordaten als auch auf der Landmaschine vorhandene Kartenwerte in die Sollwerte einer Applikationsanweisung ein. Einerseits können die aktuell gewonnenen Sensordaten als Korrekturgröße oder zur Bestätigung der Kartenwerte für Applikationsmengen dienen; andererseits können Kartenwerte zur Bestätigung bzw. zur Korrektur der in Echtzeit gewonnenen Sensorwerte für Applikationsmengen herangezogen werden.

## 3 Verfahrenstechnische Umsetzung der Lösungsansätze

### 3.1 Kartenansatz

In Abb. 2 sind in Übersichtform Informationsquellen für das Beschaffen von Boden- und Pflanzenparameter dargestellt. Es wird deutlich, dass für den Kartenansatz offensichtlich mehr Boden- als Pflanzeninformationen zur Verfügung stehen.

Neben **Bodenkarten** und **Bodenbeprobungen** stellen **Ertragskartierungssysteme** auf Erntemaschinen (Mähdrescher und Feldhäcksler) eine häufig genutzte Form der Informationsgewinnung als Voraussetzung für den Kartenansatz dar (Abb. 2). Um genaue Kartierungsergebnisse zu erhalten, sind allerdings ein sorgfältiger Umgang und eine ständige Kalibrierung der Systeme erforderlich.



Abb. 2: Technische Umsetzung des Kartenansatzes

In zunehmendem Maße bieten Dienstleister aus der **Fernerkundung** Karten in dichter zeitlicher Folge an (z.B. RapidEye, Auflösung 6,5 m), die gut geeignet sind, großflächige Information über die Variabilität von Boden- und Pflanzenparametern zu erhalten. Einschränkung muss bemerkt werden, dass die Bilder bei Wolkenbildung über den Aufnahmegebieten nur begrenzt bzw. nicht aussagefähig sind.

Einige Landwirtschaftsbetriebe nutzen Überfliegungen mit Sportflugzeugen, um sich ein Bild von Boden- und Bestandesheterogenitäten zu machen. Es ist davon auszugehen, dass mit der weiteren Perfektionierung der Elektronik kleine unbemannte Flugkörper verstärkt auf dem Markt angeboten werden, die auch von Landwirten zur Informationsgewinnung genutzt werden können.

Messungen der **elektrischen Bodenleitfähigkeit** sind in der Praxis in erheblichem Maße erfolgt und sie ermöglichen im Gegensatz zu Bodenbeprobungen entlang der gefahrenen Trasse eine sehr hohe Messdichte.

Von der amerikanischen Firma Veris technologies® wird ein mobiles Gerät zur **Messung des pH-Wertes** angeboten (Abb. 3), das während der Überfahrt entnommene Proben analysiert. Erste Geräte sind zu Testzwecken in Deutschland. Bei positiven Ergebnissen würde die teilflächenspezifische Kalkung einen enormen Fortschritt erfahren. Die gleiche Firma bietet ein mobiles Foto-Spektrometer an, mit dem der **Kohlenstoffgehalt** des Bodens außerhalb des Labors vor Ort auf dem Feld gemessen werden kann.

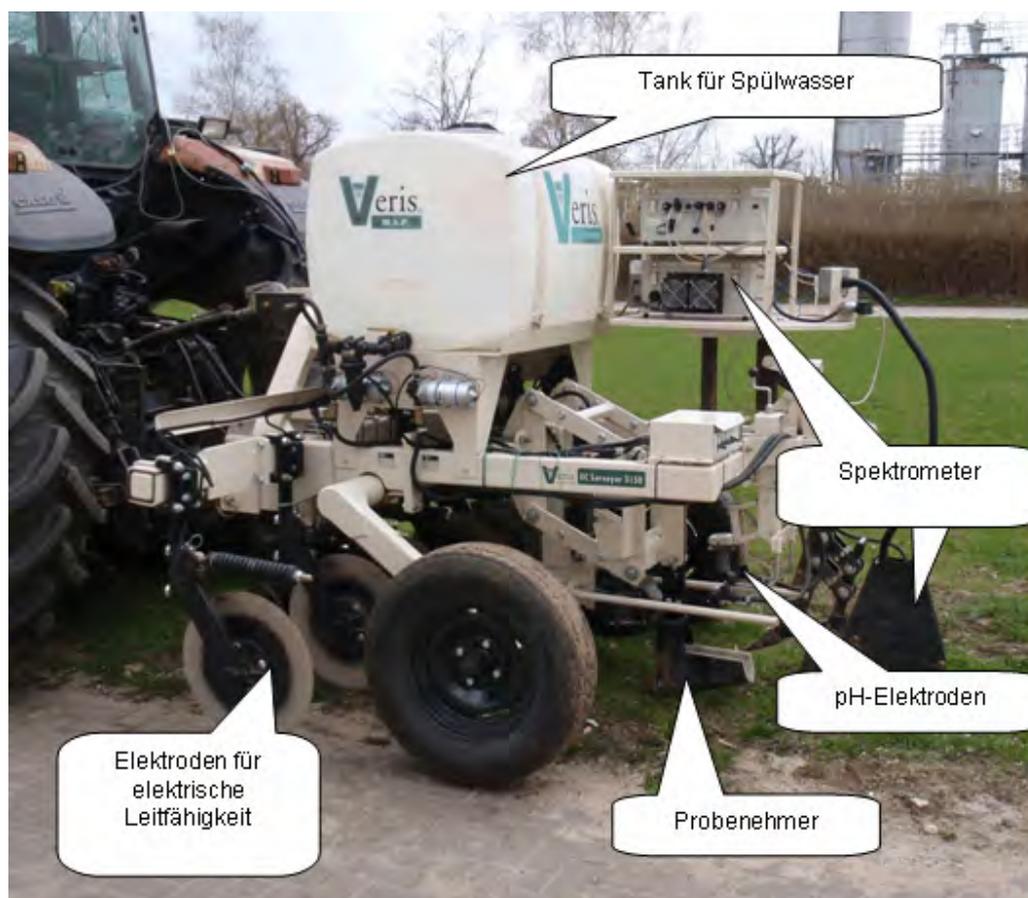


Abb. 3: Veris-Gerät zur pH-Messung

Grundsätzlich ist einzuschätzen, dass die Gültigkeit gewonnener Daten Jahrzehnte (Bodenkarten) bis hin zu wenigen Tagen (N-Ernährungsstatus der Pflanzen) betragen kann. Dies ist bei ihrer Anwendung unbedingt zu berücksichtigen. So hat sich herausgestellt, dass z.B. Ertragskarten von derselben Fläche oft in aufeinander folgenden Jahren unterschiedliche Ertragsmuster wiedergeben. Auf Grund dessen ist z.B. die Erstellung von Applikationskarten für Stickstoffdünger auf der Datenbasis von einzelnen Ertragskarten mit Problemen behaftet (BLACKMORE ET AL. 2003).

Der Kartenansatz wurde bereits vielfach in der Forschung untersucht, von praktischen Landwirten praktiziert und von Firmen wie AGROCOM, AGRO-SAT und AGRICON in Form von Dienstleistungen unterstützt. LEITHOLD (2008) schätzt ein, dass in Deutschland mit dem Kartenansatz gegenwärtig auf ca. 150.000 ha der Grunddünger teilflächenspezifisch ausgebracht wird. Sollten sich die oben beschriebenen Geräte für eine quasi-kontinuierliche Messung von Bodenparametern wie pH-Wert und Kohlenstoffgehalt etablieren, wäre für den Kartenansatz eine deutliche Steigerung in den nächsten Jahren zu erwarten.

### 3.2 Sensoransatz

In Abb. 4 sind **Echtzeit-Sensoren zur Erfassung von Boden- und Pflanzenparametern** in Übersichtsform zusammengestellt. Es wird deutlich, dass hier im Verhältnis zum Kartenansatz (Abb. 2) die Sensoren zum Erfassen von Pflanzenparametern klar dominieren. In der Vergangenheit war das Angebot von praxistauglichen Echtzeit-Sensoren als begrenzt

einzuschätzen. Mit der Agritechnica 2009 änderte sich dieses Bild, indem neue Pflanzensensoren für das Erfassen von Pflanzenparametern auf der Grundlage opto-elektronischer Messprinzipien für den europäischen Markt angeboten wurden (Abb. 4). Im internationalen Maßstab betrachtet sind Sensoren für Boden- und Pflanzenparameter seit mehr als einem Jahrzehnt verfügbar. Die vorrangig in den USA entwickelten Sensoren wurden vor dem Jahr 2010 in einzelnen Exemplaren in Deutschland eingesetzt und hinsichtlich ihrer Eignung unter europäischen Bedingungen untersucht. Der Import und Vertrieb von größeren Stückzahlen dieser Sensoren erfolgte bis dahin nicht.

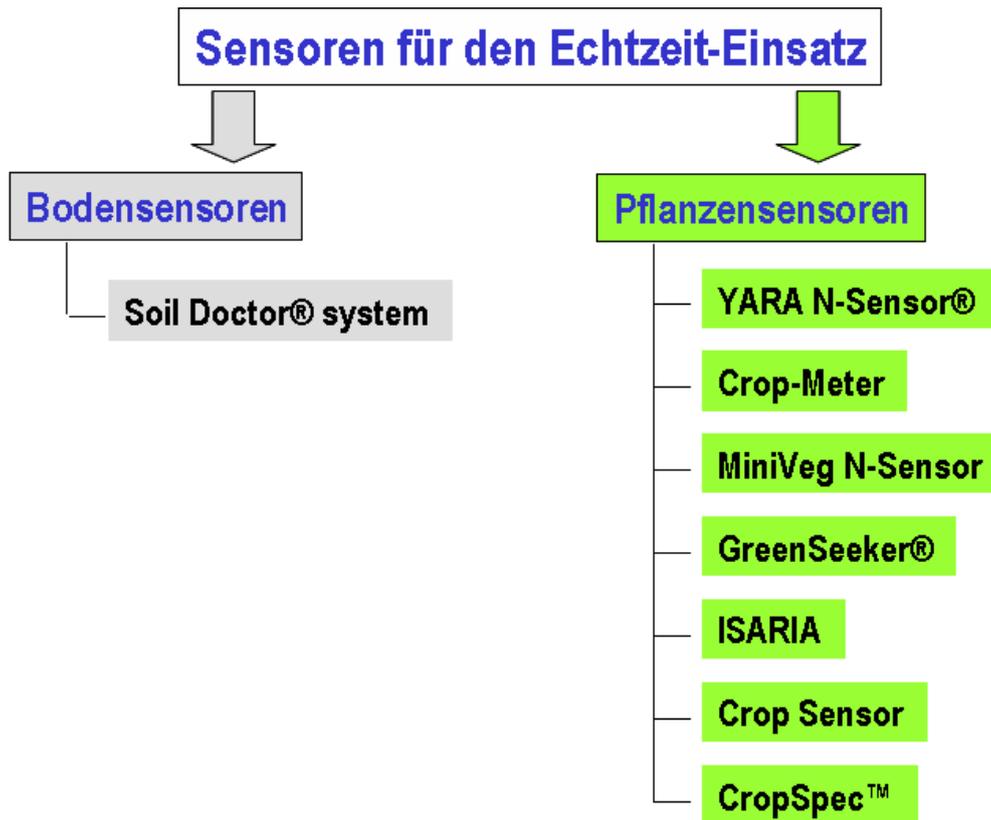


Abb. 4: Sensoren für den Echtzeitansatz

Der einzige marktverfügbare **Bodensensor** für den Betrieb in Echtzeit, der in den USA von der Fa. Crop Technology Inc. seit Ende der achtziger Jahre angeboten wurde, trägt die Bezeichnung "**Soil Doctor® system**". Dieser Sensor basiert auf der Messung der elektrischen Bodenleitfähigkeit mit galvanischer Ankopplung. Vom Hersteller ist bekannt, dass mit dem Sensor die Bodenparameter: Bodentyp, organische Substanz, Kationen-Austauschkapazität, Bodenfeuchte, Oberbodentiefe, verfügbares Nitrat im Ap-Horizont und Bodenfruchtbarkeit im Sinne einer Bodenanalyse gemessen werden. Da diese einzelnen Parameter z.T. von sehr komplexer Natur sind und teilweise miteinander korrelieren, ist eine nähere Bewertung des Messprinzips schwierig. Kombiniert mit entsprechender Applikationstechnik, wird das Sensorsystem zur teilflächenspezifischen Aussaat und N-Düngung eingesetzt. Haupteinsatzgebiete sind der mittlere Westen in den USA und Argentinien sowie vereinzelt in Europa. Laut Hersteller betragen die Investitionskosten ca. 12.000US\$, und es werden Nettogewinne von 37-54 US\$ je ha ausgewiesen.

Im Gegensatz zu den Bodensensoren für den Echtzeit-Betrieb gibt es bei den **Pflanzensensoren** ein ungleich umfangreicheres Angebot. Der in Deutschland entwickelte **YARA N-Sensor®** ist bereits seit 1999 auf dem Markt und wird von der Fa. AGRI CON gegenwärtig für einen Preis von 24.700 € angeboten (<http://www.kalkulator.n-sensor.de/>). Das Gerät ist auf dem Dach der Fahrerkabine montiert und misst foto-spektrometrisch (nur bei Tageslicht) den Stickstoffversorgungsgehalt in Pflanzenbeständen. Laut Vertreiber werden durch den Einsatz des Sensors homogenere Bestände mit geringerer Lagerbildung, höhere Leistungen der Mähdrescher, höhere Proteingehalte und Erträge sowie verbesserte N-Bilanzen erzielt. Detaillierte Ergebnisse sind zahlreichen Veröffentlichungen zu entnehmen. Entsprechend Fa. AGRI CON sind mehr als 800 Systeme verkauft worden (vorrangig in Europa); in Deutschland wurden 2009 auf mehr als 0,5 Mio ha Düng- und Pflanzenschutzmittel teilflächenspezifisch ausgebracht. Um auch bei ungünstigen Lichtbedingungen und nachts den Einsatz zu ermöglichen, wurde für einen Preis von 37.700 € eine Version mit aktiver Beleuchtung (YARA N-Sensor® ALS) entwickelt, der Xenon-Blitzlampen und Fotodioden verwendet.

Das **Crop-Meter** ist ein von der Fa. CLAAS Agrosystems angebotener Sensor mit einem Preis von ca. 13.000 € (incl. Multi-Funktions-Terminal Cebis Mobile), der als einziger Sensor auf einem mechanischen Messprinzip beruht. Gemessen wird der Auslenkwinkel eines Pendels, der durch den Biege widerstand und die Masse des oberirdischen Pflanzenbestandes entsteht. Infolge des mechanischen Messprinzips hat das Crop-Meter grundsätzlich andere Messeigenschaften als opto-elektronische Sensoren. Das Crop-Meter wurde 2004 in die Praxis eingeführt. Auf der Grundlage der mit den ersten Geräten gemachten Erfahrungen ist es konstruktiv überarbeitet worden, so dass für 2009 eine Weiterentwicklung dieses Sensors als Crop-Meter II der Landwirtschaft zur Verfügung steht. Zur Bewertung der entstehenden betriebswirtschaftlichen und umweltrelevanten Effekte bei der teilflächenspezifischen N-Düngung sind in der Vergangenheit ebenfalls Untersuchungen sowie entsprechende Veröffentlichungen erfolgt. Grundsätzlich wird darin eingeschätzt, dass unter praxisüblichen Bedingungen durch das Crop-Meter vor allem N-Dünger in einer Größenordnung von 10-15 % eingespart werden kann, ohne dabei Ertragseinbußen in Kauf zu nehmen. Infolge des Messprinzips ist dieser Sensor vor allem geeignet, in Regionen mit Frühsommertrockenheit Wachstumsdepressionen zu erkennen, um dann unnötige Düngergaben zu vermeiden.

Der **MiniVeg N-Sensor** ist ein optischer Sensor mit einem Preis von ca. 45.000 €, der mittels Laser-induzierter Fluoreszenz in zwei Wellenlängen den Chlorophyllgehalt des Pflanzenbestandes misst. Der am Dreipunkt-Frontanbau von Traktoren angebrachte Sensor besitzt vier Messköpfe, die unmittelbar im Bereich der oberen Fahnenblätter den Chlorophyllgehalt sowie die Pflanzenhöhe ermitteln, um daraus die Menge an zu applizierendem Stickstoffdünger bzw. Pflanzenschutzmitteln zu errechnen. Der Sensor wurde erstmalig von der Fa. Fritzmeier Umwelttechnik auf der Agritechnica 2003 der Öffentlichkeit vorgestellt. Seit dem wurden zahlreiche technische Verbesserungen realisiert, um die bisher noch nicht erfolgte Markteinführung voranzutreiben.

Der **GreenSeeker® RT200** von der Fa. NtechIndustries Inc. wird nach seiner Einführung in den USA im Jahr 2002 nun auch in Deutschland von der Fa. LAND-DATA Eurosoft GmbH & Co KG im Zusammenwirken mit der Fa. John Deere angeboten. Der einzelne Sensor ist sehr kompakt ausgeführt und misst auf einer Fläche von ca. 0,6 x 0,6 m den normalisierten differenzierten Vegetationsindex (NDVI). Er besitzt eine aktive Lichtquelle und kann daher auch in der Nacht und bei schlechten Sichtverhältnissen arbeiten. Das

ganze System besteht aus vier Einzelsensoren, die in einem ausklappbaren Rahmen im Frontanbau am Basisfahrzeug über dem Pflanzenbestand geführt werden. Als betriebswirtschaftlicher Gewinn werden beim Einsatz dieses Sensors laut Hersteller etwa 20 US\$ je ha erzielt. Durch die Einbindung des Sensors in den ISO-Bus eröffnen sich Einsatzmöglichkeiten auf dem europäischen Markt. Das Sensorsystem wird für einen Preis von ca. 15.000 € angeboten.

Auf der Agritechnica 2009 wurde ebenfalls von der Fa. Fritzmeier Umwelttechnik das neu für die teilflächenspezifische N-Düngung entwickelte Sensorsystem **ISARIA** vorgestellt (Abb. 5). Das Sensorsystem besteht aus zwei Einzelsensoren, die die Reflexionsintensität des Pflanzenbestandes in vier Wellenlängen messen. Sie werden an einem Gestell mit schwenkbaren Auslegern in einem Abstand von 60-100 cm über den Pflanzenbestand hinwegbewegt. Das Gestell wird im Frontanbau an Traktoren angebracht und kann während der Straßenfahrt in die Transportstellung geschwenkt werden. Da ebenfalls eine künstliche Lichtquelle verwendet wird, ist ein Einsatz auch nachts und bei schlechten Sichtverhältnissen möglich. Referenzmessungen sind entsprechend Herstellerangaben nicht erforderlich, da eine systeminterne dynamische Kalibrierung hinterlegt ist. Bemerkenswert ist, dass hier bereits die Option des Sensoreinsatzes mit Kartenüberlagerung (Map-Overlay) ausdrücklich angeboten wird. Es soll ab 2011 mit einem Preis von ca. 17.000 € auf den Markt erscheinen. Die entstehenden betriebswirtschaftlichen Effekte werden laut Anbieter mit ca. 28 € (höhere N-kostenfreie Leistung) pro Hektar beziffert.



Abb. 5: Neues Sensorsystem „ISARIA“ der Fa. Fritzmeier Umwelttechnik

Ebenso wird von der Fa. CLAAS Agrosystems seit kurzem der **Crop Sensor** angeboten. Das Sensorsystem basiert auf dem von der Fa. Holland Scientific (USA) entwickelten opto-elektronischen Sensor CropCircle. Auch er wird mit einer künstlichen Lichtquelle betrieben, misst die Reflexionseigenschaften des Pflanzenbestandes und errechnet daraus den NDVI. Im System kommen zwei dieser kompakten Einzelsensoren zum Einsatz, die (ähnlich wie beim ISARIA) mit zwei schwenkbaren Auslegern über dem Pflanzenbestand

geführt werden. Auch hier erfolgen ein Fontanbau am Basisfahrzeug und ein Einklappen der beiden Ausleger während der Straßen- und Transportfahrten. Zum Betreiben des Sensorsystems wird das Multi-Funktions-Terminal Cebis Mobile angeboten, mit dem über ISOBUS oder serielle Schnittstelle die Applikationstechnik gesteuert wird. Das Sensorsystem wird 2011 für einen Preis von ca. 18.000 € in Serie gehen.

Von der Fa. TopCon wird das **CropSpec™** angeboten, das 2011 auf den Markt kommen soll. Dieses System besteht aus zwei auf dem Fahrzeugdach angebrachten Sensoren, die unter Verwendung einer aktiven Lichtquelle (gepulste Laserdiode) die Reflexionseigenschaften des Pflanzenbestandes im roten und nahen IR Bereich unter allen Lichtbedingungen (auch nachts) messen. Infolge der empfohlenen hohen Anbringung von 2 bis 4 m und des großen Messwinkels von 45 bis 55° werden von den beiden seitwärts gerichteten Sensoren relativ große Flächen des Pflanzenbestandes erfasst. Da die Sensoren sehr kompakt ausgeführt sind und sich auf dem Fahrzeugdach befinden, besteht nur eine geringe Beschädigungsgefahr und der Frontraum des Basisfahrzeuges wird nicht wie bei den meisten anderen Lösungen durch die Sensoranordnung in Anspruch genommen. Laut Anbieter kann das Sensorsystem sowohl mit einer freien Zweipunkt-Kalibrierung wie auch mit spezifischen Düngungsalgorithmen betrieben werden. Ein Preis für das Sensorsystem konnte noch nicht in Erfahrung gebracht werden.

## 4 Diskussion und Schlussfolgerungen

In Anbetracht der vorgestellten sensortechnischen Lösungen für die teilflächenspezifische Düngung wird offensichtlich, dass die Angebotspalette seitens der Industrie bei den Echtzeit-Pflanzensensoren - wie auf der Agritechnica 2009 angekündigt - erheblich erweitert worden ist. Hinsichtlich der angewendeten Messprinzipie dominieren die optoelektronischen Messverfahren, mit denen bestimmte Indizes bezüglich des Reflexionsverhaltens vorrangig im roten und NIR Bereich ermittelt werden. Grundsätzlich gilt, dass bei keiner der vorgestellten Lösungen die gesamte Arbeitsbreite moderner Applikationstechnik messtechnisch erfasst wird. Die ganze Fläche wie z.B. bei Luftaufnahmen zu erfassen, ist technisch nicht sinnvoll umsetzbar und entsprechend eigenen Erfahrungen auch nicht unbedingt erforderlich.

Prinzipbedingt werden bei reflexions-optischen Messungen die gewonnenen Messwerte stark von der Oberflächenbeschaffenheit des Pflanzenbestands beeinflusst. Feuchte Pflanzenoberflächen (Regentropfen, Taubelag) können die Messergebnisse erheblich beeinflussen. Dieser Umstand ist insbesondere beim nächtlichen Einsatz zu berücksichtigen. Ob und in welchem Maße diese Effekte bei den einzelnen Sensoren auftreten, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt schwer einschätzbar. Dies ist zum einen darin begründet, dass einige der vorgestellten Sensoren wie der GreenSeeker®, der ISARIA, der Crop Sensor und das CropSpec™ sich noch in der Einführungsphase befinden. Andererseits existieren über bereits länger eingesetzte Sensoren unterschiedliche Aussagen.

Für die Einführung und Annahme der nun von der Industrie angebotenen Option des Sensoreinsatzes mit Kartenüberlagerung ist die Handhabbarkeit durch den Landwirt in der Praxis entscheidend. Unbedingt zu erfüllende Voraussetzungen sind eine einfache Bedienung durch den Anwender, die Entwicklung von robusten Applikationsalgorithmen, geringe Kosten und nachgewiesene positive pflanzenbauliche Effekte.

Insgesamt kann das **Fazit** gezogen werden, dass infolge des verstärkten Angebots von technischen Lösungen für die teilflächenspezifische Düngung und des somit gestiegenen Wettbewerbs unter den Anbietern vor allem die Landwirtschaftsbetriebe profitieren werden. Sie sollten sich allerdings vor dem Kauf gründlich über die spezifischen Eigenschaften der angebotenen Sensorsysteme informieren, um für ihre betrieblichen Bedingungen die beste Lösung auswählen zu können. So sollten unbedingt auch Fragen der Kompatibilität (ISO-Bus) geklärt werden. Um ein möglichst objektives Bild über die angebotenen Sensorsysteme zu erhalten, sollten nicht ausschließlich die Verkaufsargumente der Anbieter in Betracht gezogen werden. Zusätzliche Aussagen anderer Landwirte über gemachte Erfahrungen und neutrale Beiträge in der Fachliteratur sind weitere wichtige Informationsquellen, die dazu beitragen, das am besten geeignete Sensorsystem auszuwählen zu können.

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] BLACKMORE, S., GODWIN, R.J. UND S. FOUNTAS (2003): The analysis of spatial and temporal trends in yield map data over six years. *Biosystems Engineering*, 84 (4), 455-466.
- [2] LEITHOLD, P. (2008): Standard statt Spielwiese - Die "neue Ökonomie" im Precision Farming. Vortrag auf der Agri Con Precision Farming Konferenz am 18.11.2008 in Magdeburg

## Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auch im Bestand !?

Dr. Stefan Neser<sup>1</sup>, Reinhold Böhner<sup>2</sup> und Roland Schleicher<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,  
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

<sup>2</sup> Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Bayreuth,  
Adolf-Wächter-Straße 10-12, 95447 Bayreuth

<sup>3</sup> Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Schwandorf, Regensburger Straße 51,  
92507 Nabburg

### Zusammenfassung

Die Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger in den Bestand stellt eine pflanzenbau-lich sinnvolle und zunehmend wirtschaftlich interessante Ergänzung zur mineralischen Düngung dar. Um die positiven Effekte einer Düngung im Bestand zu nutzen ist die Berücksichtigung verschiedener Punkte hinsichtlich der Technik und des Managements notwendig. Bei der Ausbringung in die Reihenkultur Mais besteht hier noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um insbesondere die Problematik der direkten Schädigung der Pflanzen zu beherrschen und die Akzeptanz in der Praxis zu verbessern.

### 1 Einleitung

Generell hat der Einsatz von Wirtschaftsdüngern eine Vielzahl von positiven Effekten. So wird z.B. die Bodenstruktur, der Humusgehalt und der Wasserhalt verbessert und die biologische Aktivität des Bodens insgesamt erhöht. Auch Spurenelementmängel treten seltener auf. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund zunehmender Kosten (Abb. 1) für mineralische Düngemittel gewinnt die bedarfsgerechte Anwendung von Wirtschaftsdüngern zunehmend an Bedeutung.

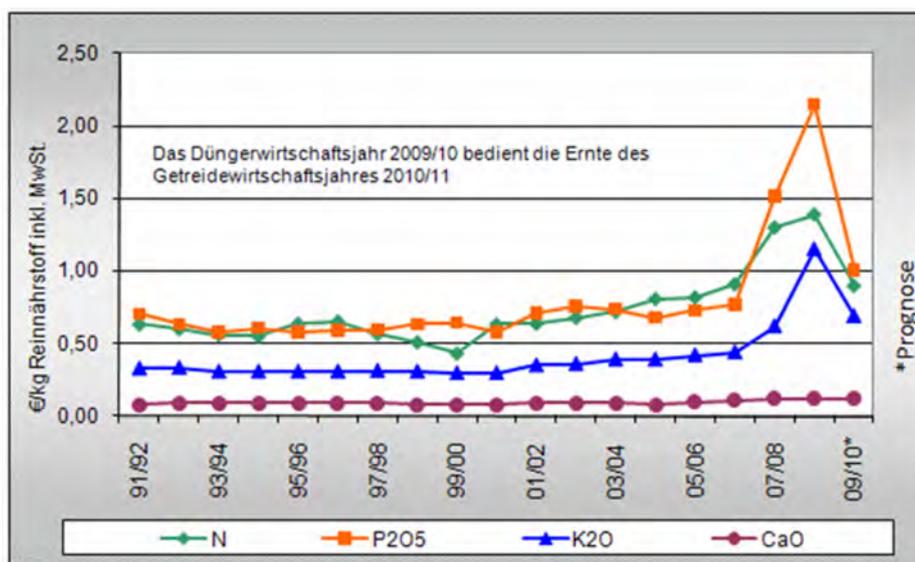


Abb. 1: Reinnährstoffpreise (inkl. MwSt.) auf der Basis des in Bayern verwendeten Düngersortiments (Quelle: Internetangebot der LfL-ILB)

Daher ist eine verlustarme, boden- und bestandschonende Applikation besonders in wachsende Bestände notwendig. Dies ist aus technischer Sicht durch Schleppschlauch-, Schleppschuh- und Schlitzverteiler für Getreide und Grünland gegeben. Defizite bestehen bei Mais. Vor allem aus technischen Gründen wird in Bayern der größte Teil der betriebs-eigenen organischen Dünger vor der Saat ausgebracht und mit der Saatbettbereitung eingearbeitet, obwohl GUTSER (1991) nachwies, dass Mais rund 60% des gesamten Stickstoffbedarfes erst ab 50 cm Wuchshöhe aufnimmt.

Für die Anwendung im höheren Maisbestand wird an die Ausbringtechnik eine Vielzahl von Herausforderungen gestellt, die je nach Betrieb und Region unterschiedlich gewichtet werden müssen. Besonders zu nennen sind folgende Punkte:

- Vermeiden von
  - direkten Beschädigungen der Pflanzen => Wachstumsbeeinträchtigung bis Totalausfall
  - Verschmutzung der Pflanzen => Minderung der Fotosyntheseleistung, Verätzungen
  - Schäden durch Bodendruck
  - gasförmigen  $\text{NH}_3$ -Verlusten
- Exakte (Quer- und Längs)verteilung der ausgebrachten Nährstoffe
- Hohe Verfahrensleistung bei geringen Kosten

## 2 Ausbringung im Bestand

### 2.1 Nährstoffbedarf

Die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in den Bestand ist seit langem die Forderung des Pflanzenbaus an die Landtechnik und liegt in erster Linie im N-Bedarf der Pflanzen begründet. Abbildung 2 zeigt den Stickstoffbedarf bei Mais im Vegetationsverlauf. Neben der Anwendung flüssiger Wirtschaftsdünger zum Vegetationsbeginn ist auch eine Ausbringung in den Bestand (Getreide bis Ende Schossen, Mais bis Ende Rispenschieben) pflanzenbaulich sinnvoll, allerdings sind neben einer exakten Kenntnis der Inhaltsstoffe des Wirtschaftsdüngers vor allem die Anforderungen an die Technik ausschlaggebend für den Erfolg des Verfahrens.

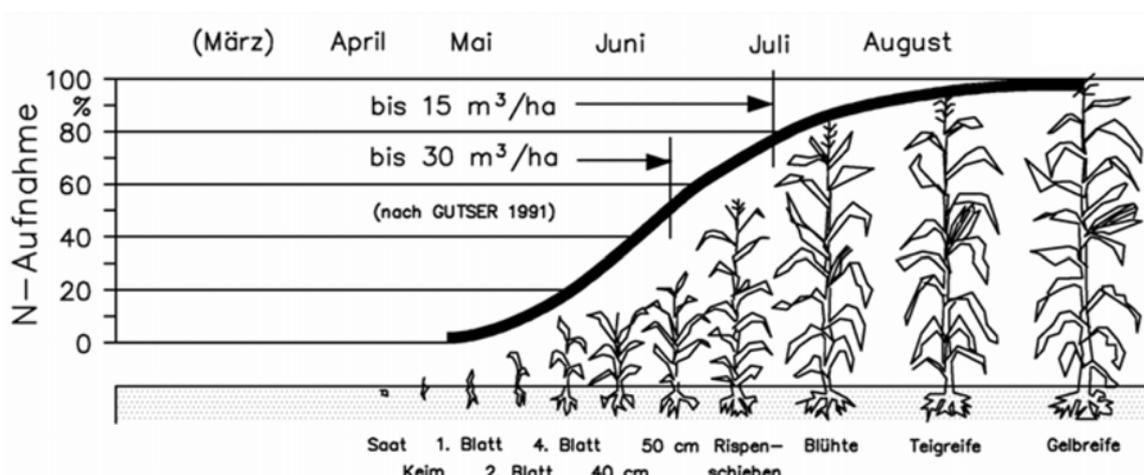


Abb. 2: N-Aufnahme von Mais (GUTSER, 1991 in AUERNHAMMER, 1991)

## 2.2 Vermeiden von direkten Beschädigungen der Pflanzen

Je später im Vegetationsstadium in den Bestand ausgebracht werden soll, desto höher ist hier die Anforderung zu stellen. Generell sind hier verschiedene Strategien oder auch Kombinationen denkbar:

- Anlegen von Fahrgassen und Abstimmung der gesamten Verfahrenskette
- Erhöhung der Bodenfreiheit/Durchgang des/der Geräte z.B. durch Pflegebereifung, Stelzenschlepper
- Niederdruckreifen (evtl. mit Reifendruckregelanlage)
- Lenkachse, verschiebbare Achse oder
- Verwendung von RTK-GPS Lenksysteme für genaues Anschlussfahren.

## 2.3 Vermeiden von Verschmutzung der Pflanzen

Die Pflanzenverschmutzung kann von einer einfachen Minderung der Fotosyntheseleistung bis hin zu Verätzungen führen. Dies setzt eine Technik oder ein System voraus, das den Wirtschaftsdünger neben die Pflanzen direkt auf oder in den Boden ablegt. Im Wesentlichen kann dieser Anspruch durch Schleppschlauch, Schlepp- oder Schlitzschuhverteiler und flache Injektionsverfahren erfüllt werden. Die Eignung der Breitverteilungsverfahren für eine Ausbringung im Bestand ist in einem sehr frühen Entwicklungsstadium prinzipiell gegeben, wird aber durch eine sehr hohe Witterungsabhängigkeit (kühle Phase vor Niederschlagsereignis) stark eingeschränkt.

## 2.4 Vermeiden von Schäden durch Bodendruck

Dem Bodenschutz kommt eine hohe, auch rechtlich verankerte Bedeutung zu. Trotz zunehmenden Transportvolumina und schwerer Technik stehen Maßnahmen zur Verfügung, die eine bodenschonende Bewirtschaftung ermöglichen:

- Einsatz leichterer Fässer
- Trennung von Transport und Ausbringung
- Verschlauchung
- Niederdruckreifen in Verbindung mit Reifenfülldruckanpassung
- Hundegang
- spurweitenverstellbare Achsen etc.

## 2.5 Vermeiden von NH<sub>3</sub>-Verlusten

Gasförmige NH<sub>3</sub>-Verluste sollen u.a. wegen der negativen Umweltwirkung (Eutrophierung, Versauerung), den verminderten Ertragsleistungen und der Belastung des betrieblichen Nährstoffsaldos vermieden werden.

Neben der Witterung und der Beschaffenheit des Gärrestes kommt der Technik eine wichtige Rolle zu. Allerdings bleibt das Management (Ausbringzeitpunkt, angepasste Düngermenge) ein wichtiger Einflussparameter.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über das NH<sub>3</sub>-Emissionseinsparpotenzial.

Tab. 1:  $NH_3$ -Emissionsfaktoren bei der Anwendung flüssiger Wirtschaftsdünger auf Ackerland (Auszug aus verändert nach DÄMMGEN (2005) und DÖHLER (2002))

Verfahren auf Ackerland		Emissionsfaktor [%] des ausgebrachten Ammonium-Stickstoffes nach 48 h
Rinderflüssigmist	Breitverteilung <b>ohne Einarbeitung</b> , 15°C (25°C)	50 (90)
Schweineflüssigmist		25 (70)
Rinderflüssigmist	Breitverteilung, <b>Einarbeitung innerhalb 1 h</b> , 15°C	10
Schweineflüssigmist		4
Rinderflüssigmist	Schleppschlauch <b>ohne Einarbeitung, ohne Bewuchs</b> , 15°C	46
Schweineflüssigmist		18
Rinderflüssigmist	Schleppschlauch <b>Einarbeitung innerhalb 1 h</b> , 15°C	4
Schweineflüssigmist		2
Rinderflüssigmist	Schleppschlauch, <b>in den Bestand &gt; 30cm</b> , 15°C	35
Schweineflüssigmist		13

Neben der sofortigen Einarbeitung vor der Saat ist die Ausbringung in den höheren Bestand (>30 cm Höhe) ein sinnvolles Mittel zur Emissionsreduzierung. Diese Emissionsminderung kommt durch die Verminderung der Sonneneinstrahlung und der Temperatur, der Verringerung der Windgeschwindigkeit über dem ausgebrachten Dünger sowie durch eine Verringerung der emissionsaktiven Oberfläche zu Stande (Abb. 3).



Abb. 3: Wirtschaftsdüngerausbringung im Bestand (links Schleppschlauch, rechts Grubber)

## 2.6 Exakte Verteilung

Gerade bei der Ausbringung in den Bestand kommt einer exakten Verteilung des Wirtschaftsdüngers (in Längs- und Querrichtung) eine hohe Bedeutung zu. Sie wird durch den Variationskoeffizient (VK) ausgedrückt. Er sollte möglichst niedrig sein.

Untersuchungen zeigten, dass moderne geprüfte Verteiler bzw. Verteiler, die den Vorgaben der DIN EN 13406 (2002) entsprechen, in der Verteilqualität an Mineraldüngerstreuer

heranreichen. Diese Verteiler erreichen Variationskoeffizienten zwischen 5 und 10% in der Querverteilung. Geräte, die mit einer Regelung des ausgebrachten Flüssigmistvolumenstromes anhand der realen Vorfahrtgeschwindigkeit ausgestattet sind, erreichen diese Verteilgenauigkeit auch in der Kombination der Längs- und Querverteilgenauigkeit, also in der Fläche.

Eine ungleichmäßige Flüssigmistverteilung hat pflanzenbauliche Konsequenzen und Auswirkungen auf den Ertrag. Wenn Getreide durch die schlechte Verteilung ins Lager geht, sind Ertragseinbußen bis zu 10% möglich (Abb. 4).

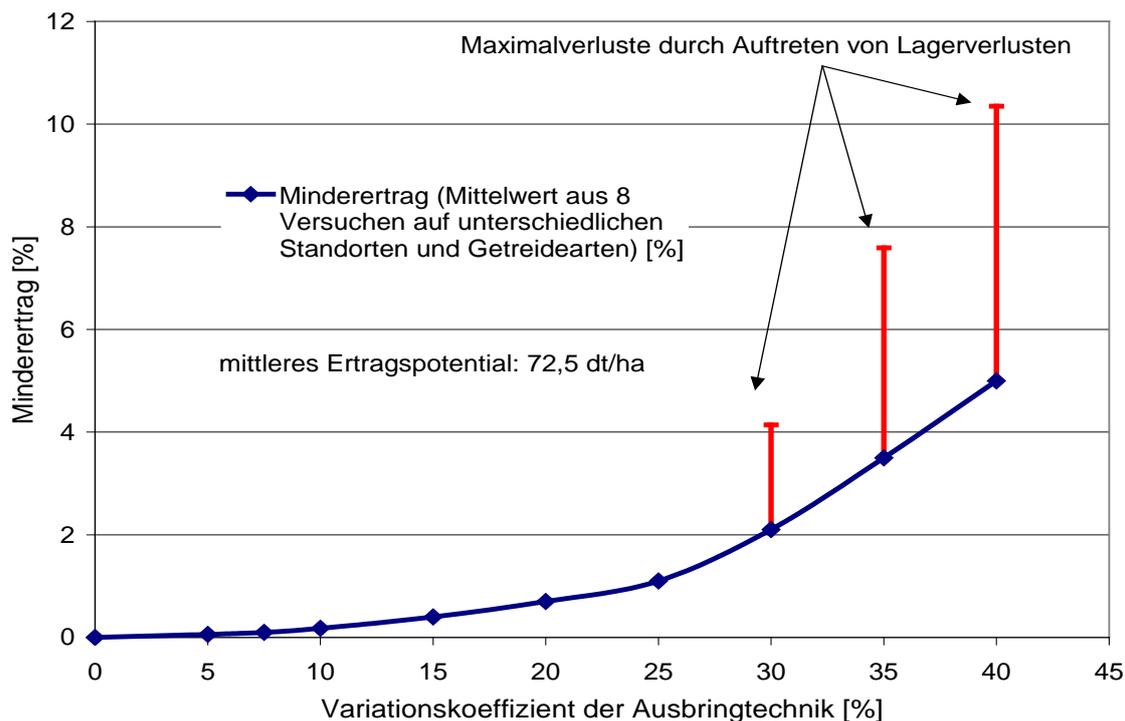


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Verteilgenauigkeit und Ertragspotential (KOWALEWSKY ET AL. 2006)

## 2.7 Hohe Verfahrensleistung bei geringen Kosten

Die Kosten der Wirtschaftsdüngerenausbringung korrelieren eng mit der Verfahrensleistung und sind stets auf der Basis des Einzelbetriebes und seiner Besonderheiten zu kalkulieren. Insbesondere die einzelbetrieblichen Fördermöglichkeiten (z.B. KULAP A62/63) und die strukturellen und naturräumlichen Rahmenbedingungen (Schlaggröße, Schlagentfernung, Schlagform, Fruchtfolge, Hangneigung etc.) sind hier zu berücksichtigen. Ein Kostenvergleich der verschiedenen Ausbringsysteme ist in Abbildung 5 zu finden.

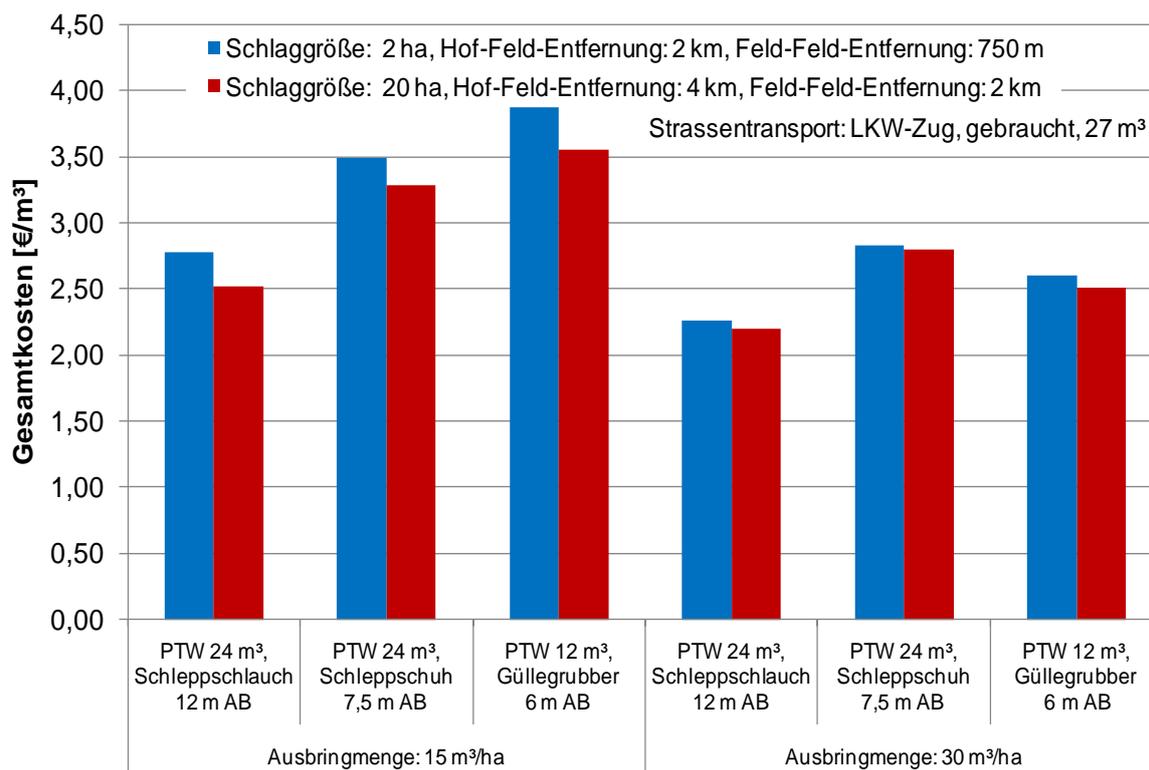
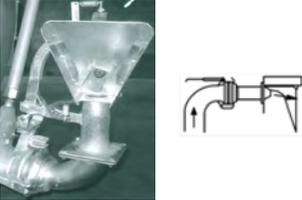


Abb. 5: Kostenvergleich verschiedener Ausbringungssysteme (KTBL, 2008)

## 2.8 Ausbringtechnik für flüssige Wirtschaftsdünger im Vergleich

Die Auswahl der geeigneten Technik muss in Abwägung einer Vielzahl von Parametern geschehen. In Tabelle 2 werden die Ausbringtechniken unter verschiedenen Aspekten vergleichend gegenüber gestellt.

Tab. 2: Bewertung der verschiedenen Ausbringetechniken

System	Prallkopf, Schwenkverteiler	Schleppschauch	Schleppschuh (federbelastet), Schlitzschuh	Injektor, Schlitzgerät	Scheiben- oder Federzinken- egge, Güllegrubber
Parameter	 	 	 	 	 
Anschaffungspreis	++	~	--	-	~
Arbeitsbreite	++ (evtl. Duplex)	++	-	-	-
Gewicht	++	~	-	-	~
Ammoniakemission	Prallkopf – Schwenkverteiler --	~+	~+	++	++
Geruchsemission	Prallkopf – Schwenkverteiler --	~+	~+	++	++
Phosphataustrag	-	~ (?)	~ (?)	++	++
Verteilgenauigkeit	+	+	+	□+	++
Futtermverschmutzung	++	~	~	++	
Narbenschäden	~	~	~	?	
Ätزشäden	~	~	~	+	
Eignung	für Eigenmechanisierung, gezo- gene Fässer, eher bei geringen Ausbringungsmengen/Jahr, Aus- bringung im Bestand möglich, Grünland: Ausbringung direkt nach der Futterernte	für Eigenmechanisierung, gezo- gene Fässer, Ausbringung im Bestand möglich, Einsatzbereich v.a. im Ackerbau, im Grünland mit verdünnter Gülle/Gärrest, eingeschränkte Tauglichkeit bei TS- und faserreicher Gül- le/Gärrest	für Eigenmechanisierung und überbetrieblichen Maschinenein- satz, gezogene Fässer, Kombi- nationsgerät „Grünland & Acker- bau“, im Grünlandeinsatz auf „angewachsenen“ Beständen	für überbetrieblichen Maschi- neneinsatz, hoher konstruktiver Aufwand an gezogenen Fässern, daher für Selbstfahrer geeignet, Ausbringung im Bestand <sup>1</sup> , zul. Gesamtgewicht beachten	für Eigenmechanisierung oder überbetrieblichen Maschinenein- satz im Ackerbau, mit zuneh- mender Arbeitsbreite – nimmt der konstruktive Aufwand zu und somit der Zugkraftbedarf, daher für Selbstfahrer geeignet

++ sehr günstig + günstig ~ durchschnittlich ~+ durchschnittlich-Tendenz zu günstig -- durchschnittlich-Tendenz zu ungünstig – ungünstig

<sup>1</sup>Für die Ausbringung in Getreide- bzw. Maisbestand fehlen bisher gesicherte Aussagen unter bayerischen Bedingungen

Quelle: Eigene Darstellung

## 2.9 Verfahrenstechnische Weiterentwicklung – Strip Tillage

Als eine mögliche Weiterentwicklung ist derzeit die Streifenbodenbearbeitung (Strip Tillage) für Reihenkulturen zu sehen. Es verbindet die positiven Eigenschaften von Direktsaat mit minimalem Eingriff in die Bodenstruktur mit intensiver Bearbeitung im Bereich der Kulturpflanzen. Durch die Verwendung von hochgenauen Ortungssystemen (z.B. RTK-DGPS „Realtime Kinematic DGPS“, Trägerphasenmessung, Genauigkeit immer besser  $\pm 0,05$  m, oft besser  $\pm 0,02$  m) steht zu erwarten, dass Pflanzenschäden durch direkte Verletzungen bei der Ausbringung vermieden werden können.

## 3 Fazit

Die Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger in den Bestand ist eine aus pflanzenbaulicher Sicht sinnvolle Maßnahme, stellt aber hohe Ansprüche an die Technik und das Management. Im Wesentlichen sind folgende Punkte relevant:

### Technik:

- ausreichende Rahmenhöhe für ein Fahren in stehenden Beständen
- hohe Verteilgenauigkeit der Ausbringtechnik (Längs- und Querverteilung)
- Bereifung (Pflegebereifung, Bodendruck)
- Verwendung von Schleppschlauch, Güllegrubber und Gülleinjektoren (emissionsmindernde Ausbringung)

### Management:

- Fahrgassen bzw. Arbeitsbreitenabstimmung über die gesamte Verfahrenskette
- verfügbare Feldarbeitstage (Zeitfenster) ziemlich begrenzt
- Koordinierung Güllelogistik – für hohe Flächenleistungen
- pflanzenbauliche Faktoren (z.B. Nährstoffbedarf usw.)
- Kenntnis über den Nährstoffgehalt der auszubringenden Gülle

## 4 Literaturverzeichnis

- [1] AUERNHAMMER, H.: Vorlesungsblatt „N-Aufnahme von Getreide und Mais und rechnerisch mögliche Güllemengen“, TU München-Weihenstephan, 1991
- [2] DÄMMGEN, U. (Hrsg.): Berechnungen der Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft- Nationaler Emissionsbericht (NIR) 2007 für 2005, Einführung, Methoden und Daten (2007)
- [3] DIN EN 13406 Landmaschinen - Flüssigmisttankwagen und Verteileinrichtungen - Umweltschutz; Anforderungen und Prüfmethode für die Verteilgenauigkeit; Deutsche Fassung EN 13406, 2002
- [4] DÖHLER, H., U. DÄMMGEN, B. EURICH-MENDEN, B. OSTERBURG, M. LÜTTICH, W. BERG, A. BERGSCHMIDT UND R. BRUNSCH: Anpassung der deutschen Methodik zur rechnerischen Emissionsermittlung an internationale Richtlinien sowie Erfassung und Prognose der Ammoniak-Emissionen der deutschen Landwirtschaft und Szenarien zu deren Minderung bis zum Jahre 2010. Umweltbundesamt, Berlin. UBA-Texte 05/02., 2002
- [5] GUTSER, R.: Grundlagen zur Nährstoffwirkung von Gülle und Festmist. Tagungsband Landtechnik Weihenstephan 27./28.6.90, 88-100, 1991
- [6] Internetangebot der LfL-ILB, Download vom 20.10.2010  
[http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/14249/db\\_berechnung.php?was=w\\_weizen](http://www.lfl.bayern.de/ilb/db/14249/db_berechnung.php?was=w_weizen)
- [7] KTBL (Hrsg.): Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/2009 , Daten für Betriebsplanung in der Landwirtschaft, 21. Auflage 2008
- [8] KOWALEWSKY H.H. UND M. SCHWAB: Technik zur Ausbringung von Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdüngern in: KTBL-Schrift 444, 2006



## **Bestellverfahren für Mais – Stand der Technik und Entwicklung**

Dr. Markus Demmel<sup>1</sup>, Hans Kirchmeier<sup>1</sup> und Dr. Andreas Weber<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung,  
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

<sup>2</sup>Dr. Andreas Weber, Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches  
Bauwesen in Bayern e. V., Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

### **Zusammenfassung**

Speziell in Betrieben mit Biogaserzeugung führt die zunehmende Anbaufläche von Silomais zusammen mit der Ernte von Vorfrüchten und der Ausbringung von Gärresten zu Arbeitsspitzen bei der Frühjahrsbestellung. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass der Klimawandel mit häufigeren Starkregenereignissen und längeren Trockenperioden die Ackerbausysteme zusätzlich belastet. Eine hohe Wasserinfiltration, ein sicherer Erosionsschutz und eine gute Wasserrücklieferung werden immer wichtiger.

In den Jahren 2007-2009 wurden alternative Säverfahren wie die Grubbersaat und die Scheibendrillsaat in einem Feldversuch mit der Einzelkornsaat verglichen. Die Ergebnisse der dreijährigen Untersuchung auf zwei Standorten zeigen, dass die Feldaufgänge der „alternativen“ Sätechniken niedriger waren als die der Einzelkornsaat. Dieser Vorteil führte jedoch nur unter bestimmten Bedingungen zu signifikant höheren Trockenmasseerträgen. Während die Trockenmasseerträge der Scheibendrillsaat in Abhängigkeit von Ort, Jahr und Bodenverhältnissen stärker schwankten, variierten sie bei der Grubbersaat weniger. Die Saatbeetbereitung hatte immer einen positiven, die Bodenbelastung einen negativen Einfluss auf den Trockenmasseertrag.

Da bei der Streifenbearbeitung – Strip Tillage – für die Reihenkulturen Mais und Zuckerrüben die Vorteile der Direktsaat (Erhalt des natürlichen, stabilen Bodengefüges) mit den Eigenschaften einer intensiveren Bodenbearbeitung im Bereich der Saatreihe (schnellere Erwärmung, optimale Saatgutablage und Einbettung des Korns) verbunden werden können, werden in einem 2009 begonnenen Vorhaben das Verfahren der Streifenbearbeitung und technische Lösungen an drei Standorten in Bayern untersucht.

## 1 Einleitung

Der Anbau von Mais hat mit der zunehmenden Verwertung von Silomais in Biogasanlagen eine gewisse Ausweitung erfahren und stellt für viele landwirtschaftliche Betriebe eine große Herausforderung dar. Ziel ist es, den Mais so früh und so schnell wie möglich zu bestellen, um die begrenzte Vegetationszeit bestmöglich auszunutzen und hohe Flächenerträge zu realisieren. Neben der erforderlichen Bodenerwärmung verzögern im Biogasbetrieb oft die Ernte einer Vorfrucht und die Ausbringung der Gärreste die Bestellung. Die Aussaat von Silomais stellt dadurch für manche Betriebe eine kritische Arbeitsspitze dar.

Daneben zeichnet sich ab, dass die Klimaveränderung mit mehr Starkregenereignissen und zunehmenden Trockenperioden für unsere Ackerbausysteme eine große Herausforderung darstellen wird. Besonders beim Anbau von Reihenkulturen mit spätem Bestandsschluss, wie der Mais eine ist, ist daher eine maximale Wasserinfiltration, in Hanglagen ein sicherer Erosionsschutz und eine gute Wasserrücklieferung notwendig. Mulchende Bestellsysteme, besonders die Mulchsaat ohne Saatbettbereitung, erfüllen diese Anforderungen bereits weitestgehend, die verzögerte Bodenerwärmung stellt jedoch bei „wärmeliebenden“ Kulturen wie Mais einen gravierenden Nachteil dar.

## 2 Stand des Wissens

Bei der etablierten und bewährten Technik der Einzelkornsaat lässt sich die Schlagkraft nur über die Vergrößerung der Arbeitsbreite erreichen. Ein neuer Ansatz ist eine veränderte Vereinzlungstechnik, die höhere Arbeitsgeschwindigkeiten erlaubt (AMAZONE EDX, EIKEL 2007). Eine andere Alternative für eine schlagkräftige und kostengünstige Maisbestellung ist die Nutzung von Universal-Drillmaschinen für die Maisausaat. Es wird immer wieder berichtet, dass Landwirte die von der Getreidebestellung verfügbare moderne Drilltechnik auch für die Maisausaat nutzen (WILDENHAYN, 2005; TECHOW ET AL. 2007; GROß, 2007; JÄNSCH, 2007; BRÜSE, 2008), der Anteil der so bestellten Flächen ist aber nicht bekannt. Ebenso wenig existieren belastbare Untersuchungen über die Erträge von Silomais, der mit Drillsaattechnik bestellt wurde.

Bereits in den Jahren 1984 bis 1987 wies ESTLER (1989) nach, dass eine streifenweise Bodenbearbeitung entlang der Maisreihe das Problem der langsamen Bodenerwärmung bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung lösen kann. Wegen des oft feuchten Bodens, der geringen Flächenleistung und der schlechten Bodenanpassung konnte sich die Frässaat jedoch nicht durchsetzen. Seit Anfang des neuen Jahrtausends gewinnt in den intensiven Maisanbaugebieten der USA die Streifenbearbeitung – Strip Tillage – zu Mais, Sojabohnen und Zuckerrüben zunehmend an Verbreitung. Wenn möglich erfolgt die Bodenbearbeitung getrennt von der Saat im Herbst oder im Frühjahr, oft verbunden mit der Mineraldüngerapplikation. Wissenschaftliche Untersuchungen weisen eine schnellere Bodenerwärmung, eine bessere Keimung und einen höheren Ertrag als Direktsaatvarianten nach (MORRISON 2002). Erste Untersuchungen in Deutschland wurden ab 2007 auf dem Ihinger Hof durchgeführt (HERMANN 2008, 2010) und ab 2009 auf Mais ausgedehnt (HERMANN 2010). Er stellte ebenfalls eine schnellere Bodenerwärmung als bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung fest, wobei der bereinigte Zuckerertrag im Mittel der drei Versuchsjahre 12% höher war als bei der Mulchsaat (ohne Saatbettbereitung). SCHNEIDER ET AL. (2009) stellen das große Potenzial der Streifenbearbeitung beim Erosionsschutz heraus, während

KOWALEWSKY (2009) eine positive Ertragsreaktion bei einer streifenweisen Einarbeitung der Gülle bis zu 10 Tagen vor der Saat feststellte.

### 3 Eigene Untersuchungen

Aus den oben angeführten Gründen hat das Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. in den Jahren 2007 bis 2009 Universaldrilltechnik bei der Maisbestellung mit der klassischen Maiseinzelkornsaat verglichen. Es wurde dabei nur Technik einbezogen, die auch bei der Bestellung mit reduzierter Bodenbearbeitungsintensität eingesetzt werden kann, da davon ausgegangen werden muss, dass der Wasserbedarf einer Vorfrucht und der Zeitdruck bei der Bestellung großer Silomaisflächen keine intensive Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung zulassen und der Erosionsschutz in vielen Fällen (nicht erst seit Erosionskataster und CC) einen Pflugverzicht notwendig macht. Um die spezielle Situation auf Biogasbetrieben abbilden zu können, wurde die Saatbettbereitung variiert und auf einem Teil der Versuchspartellen kontrolliert Bodenbelastungen (Fahrspuren) gesetzt.

#### *Ausgewählte Gerätetechnik*

Ziel der Versuche sollte sein, für die Bestellung mit reduzierter Bodenbearbeitungsintensität geeignete „Universal-Drilltechnik“ hinsichtlich ihrer Eignung für die Maisaussaat zu untersuchen. Berücksichtigung fanden dabei nur Maschinen, für die der Hersteller auch eine Eignung für die Aussaat von Mais angibt. Basierend auf einer intensiven Marktrecherche im Jahr 2006 wurden typische Maschinengruppen identifiziert. Neben der Mulchsaat tauglichen Mais-Einzelkornsätechnik wurden die Gerätegruppen der Sägrubber und der Mulchdrillmaschinen mit vorlaufender Kurzscheibenegge und Scheibensäscharen (Scheiben-Drillsaat) für die Untersuchungen ausgewählt. Diese drei Gerätegruppen wurden repräsentiert durch Maschinen der Firmen Kuhn (Maxima), Köckerling (AT bzw. Triathlon) und Väderstad (Rapid) (Abbildung 1).



Abb. 1: Einzelkornsägerät, Scheiben-Drillmaschine und Sägrubber



Abb. 2: Vorbereitung Feldversuch: abgespritzter Winterroggenbestand, Bodenbelastung (Fahrspuren) quer zu den Versuchsstreifen, Variante ohne und mit flacher Bodenbearbeitung mit Grubber

### Feldversuche

Die Untersuchungen wurden auf zwei Standorten im Landkreis Dingolfing im Südosten Bayerns durchgeführt.

Der Standort „Gut Rosenau“ befindet sich im Isartal. Der Bodentyp ist eine Kalkpaternia aus jungen kalkhaltigen Flusssedimenten. Die Bodenart ist schluffiger Lehm, der einen hohen Humusgehalt aufweist. Der dunkle Auenboden lässt sich gut bearbeiten und trocknet schnell ab. Bei feuchten Bodenverhältnissen ist er verdichtungsgefährdet.

Der Standort „Oberteisbach“ liegt im tertiären Hügelland. Es handelt sich um einen Kolluvisol über Parabraunerde aus Löß. Die Bodenart ist wiederum schluffiger Lehm, jedoch mit einem deutlich niedrigeren Humusgehalt. Der Boden neigt, wie Starkregenereignisse gezeigt haben, sehr schnell zur Verschlammung und Erosion. Er war zum Zeitpunkt der Bestellung stets feuchter als auf Gut Rosenau.

Im Sommer wurde nach Grubber bzw. Pflug auf beiden Standorten als Vorfrucht Winterroggen angebaut und im zeitigen Frühjahr abgespritzt, da es nicht als möglich erachtet wurde, dass eine Ernte mit identischer Bodenbelastung (Fahrspuranteil) je Wiederholung möglich ist. Um die Reaktion der Bestellvarianten auf Bodenverdichtungen feststellen zu können, wurde in den quer zum Versuch laufenden Fahrspuren vom Abspritzen Bodenbelastungen wie bei einer Gärrestaubsbringung (Überfahrt mit Güllefass) gesetzt. Die Maisaussaat erfolgte entweder direkt in den abgespritzten Zwischenfruchtbestand oder nach einer flachen Saatbettbereitung mit Grubber (Väderstad Cultus bzw. Köckerling Trio) (Abbildung 2).

Die Versuche wurden als Blockstreifenanlage mit 3 Wiederholungen und 3 x 2 alternierenden Parzellen innerhalb der Streifen angelegt (Abbildung 3). Versuchsfaktoren waren die drei Sätechniken (Einzelkornsaat, Grubbersaat, Scheibendrillsaat), zwei Bodenbelastungsvarianten (ohne und mit Bodenbelastung/Fahrspuranteil 25-30%) und zwei Bodenbearbeitungsvarianten (ohne und mit Saatbettbereitung mit Grubber).

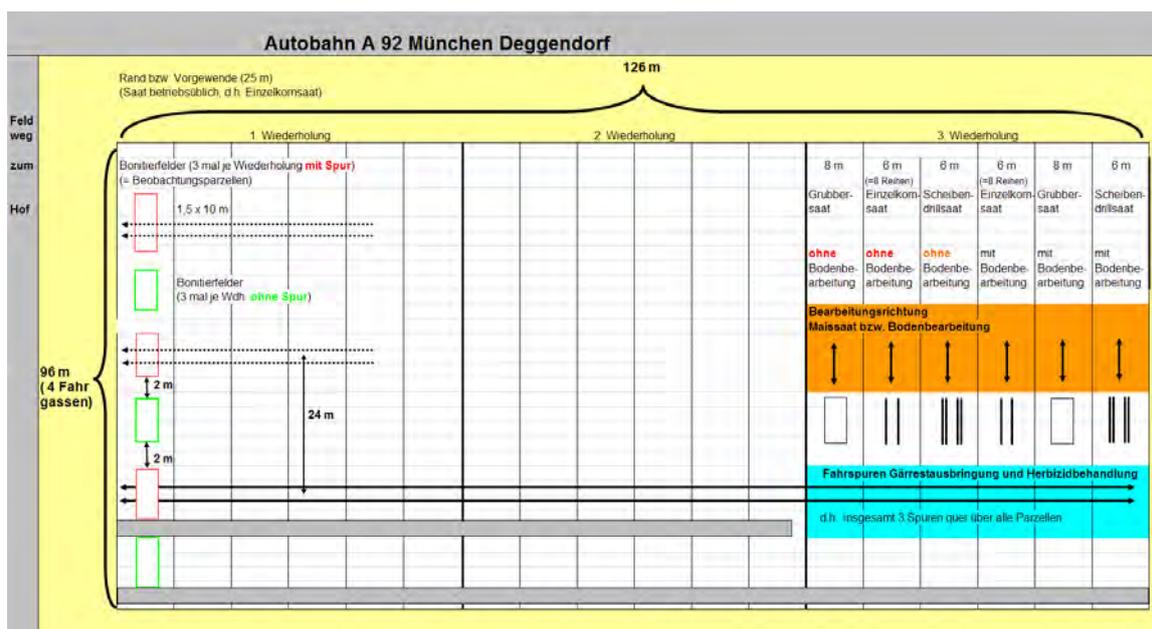


Abb. 3: Versuchsplan Standort „Gut Rosenau“

Im Rahmen der Untersuchungen wurde neben der technischen Funktion der Feldaufgang, die Pflanzenentwicklung, Lager, Ertrag, Trockenmasse und Energiegehalt ermittelt und statistisch ausgewertet.

### Ergebnisse

Bei der Aussaat von Mais mit den oben beschriebenen Universal-Drillmaschinen gab es keine technischen Schwierigkeiten. Die Arbeitsgeschwindigkeit bei der Einzelkornsaat betrug 5-6 km/h, bei der Scheiben-Drillsaat und der Grubbersaat über 10 km/h.

Wie von den Drillmaschinenherstellern empfohlen wurde die Aussaatstärke gegenüber der Einzelkornsaat um 10 % erhöht. Zu beachten ist, dass die Einstellung der Aussaatmenge aufwändiger ist, da zuerst über die angestrebte Pflanzenzahl und das Gewicht einer Einheit des Maissaatgutes die angestrebte Aussaatmenge (kg/ha) ermittelt werden muss, um dann die Drillmaschinen abdrehen zu können. Die Aussaatmenge wird von den Dosierorganen nicht so exakt eingehalten, wie dies bei der Einzelkornsaat üblich ist, die Abweichungen betragen zumeist + 5-10%.

Die Feldaufgänge der Säverfahren unterschieden sich signifikant (Tabelle 1). Während bei der Einzelkornsaat (mit und ohne Bodenbearbeitung / mit und ohne Bodenbelastung/Spur) der mittlere Feldaufgang mit 86 % am höchsten war, lag er bei der Scheiben-Drillsaat (81 %) und der Grubbersaat (78 %) niedriger. In der Variante „ohne Bodenbearbeitung mit Spur“ lag der Feldaufgang von allen Sätechniken bei etwa 77 %.

Tab. 3: Feldaufgang „Maissaat mit Universall-Drilltechnik“ (alle Jahre, alle Standorte)

Standort bzw. Jahr	Feldaufgang	Gut Rosenau 2007	Gut Rosenau 2008	Gut Rosenau 2009	Ober- teisbach 2008	Ober- teisbach 2009	alle Jahre und Standorte	
Variante		Feldaufgang [%] der Aussaatstärke					Feldaufgang MW [%] der Aussaatstärke	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur ohne Bodenbearbeitung mit Spur mit Bodenbearbeitung ohne Spur mit Bodenbearbeitung mit Spur	Grubbersaat	65,2	87,6	80,6	78,9	76,1	77,7	77,9
		65,8	86,1	77,3	80,2	75,6	77,0	
		66,7	84,2	81,4	85,3	78,3	79,2	
		66,5	86,6	79,6	83,3	72,3	77,7	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur ohne Bodenbearbeitung mit Spur mit Bodenbearbeitung ohne Spur mit Bodenbearbeitung mit Spur	Scheiben- Drillsaat	75,7	89,1	85,9	82,1	83,6	83,3	81,3
		67,6	81,7	80,2	74,9	84,6	77,8	
		74,1	83,7	87,5	90,9	86,3	84,5	
		72,1	84,4	80,2	76,2	84,2	79,4	
ohne Bodenbearbeitung ohne Spur ohne Bodenbearbeitung mit Spur mit Bodenbearbeitung ohne Spur mit Bodenbearbeitung mit Spur	Einzelkornsaat	76,2	94,4	91,0	93,0	89,3	88,8	86,1
		76,7	92,4	66,1	73,2	77,2	77,1	
		82,2	92,9	89,6	95,5	89,9	90,0	
		82,4	94,4	88,7	89,6	86,8	88,4	
Durchschnitt der Jahre und Standorte		72,6	88,1	82,3	83,6	82,0	81,7	

Beim Trockenmassegehalt des Silomaises gab es nur geringe Unterschiede. Während die Einzelkornsaat im Mittel einen TM-Gehalt von 37,7 % aufwies, verzeichnete die Scheiben-Drillsaat 36,5 % und die Grubbersaat 35,7 %. Zwischen den Bodenbearbeitungs- und Belastungsvarianten gab es keine signifikanten Unterschiede.

Die Erträge der einzelnen Versuchsjahre und auch Standorte schwankten stark. Der Standort Oberteisbach hatte, bedingt durch ein höheres Ertragspotenzial, in der Regel einen höheren Ertrag als Gut Rosenau, die relativen Unterschiede zwischen den Varianten waren jedoch nahezu identisch.

Tabelle 2 zeigt die absoluten und relativen Trockenmasseerträge über alle Standorte und Jahre.

Tab. 4: Absoluter und relativer Trockenmasseertrag „Maissaat mit Universal-Drilltechnik“ (alle Jahre, alle Standorte)

Variante/Kombination (Sätechnik, Bodenbearbeitung, Spurbelastung)	TM Ertrag absolut [dt/ha]	TM Ertrag relativ [%]	Signifikanz (SNK Test)
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	236.0	106	A
Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	229.6	104	AB
Scheibendrillsaat mit Bodenbearbeitung o. Last	228.7	103	AB
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	224.6	101	ABC
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung ohne Last	224.4	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung ohne Last	223.8	101	ABC
Grubbersaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	220.4	99	ABCD
Scheibendrillsaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.9	99	ABCD
Grubbersaat mit Bodenbearbeitung mit Last	219.1	99	BCD
Scheibendrillsaat ohne Bodenbearbeitung o. Last	216.4	98	BCD
Einzelkornsaat ohne Bodenbearbeitung mit Last	211.2	95	CD
Scheibendrillsaat o. Bodenbearbeitung mit Last	206.3	93	D
<b>Mittel</b>	<b>221.7</b>	<b>100</b>	

Es ist zu erkennen, dass sich nur wenige Varianten signifikant von einander unterscheiden (unterschiedliche Buchstaben = signifikanter Unterschied). Die relativen Unterschiede betragen +/- 6 %. Den höchsten Ertrag verzeichnet mit 106 % die Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung ohne Bodenbelastung, den niedrigsten Ertrag die Scheiben-Drillsaat ohne Bodenbearbeitung mit Bodenbelastung mit 93%. Die Energieerträge verhalten sich vollkommen analog.

Generell verbesserte die Bodenbearbeitung sowohl Feldaufgang als auch Ertrag. Die Bodenbelastung durch Befahren (25-30% Spuranteil) wirkte sich auch in den Einzeljahren fast immer negativ aus. Von allen drei Sätechniken reagierte die Grubbersaat am geringsten auf diese negativen Einflüsse. Die Variante Einzelkornsaat mit Bodenbearbeitung verzeichnete auch in den Einzeljahren zumeist den höchsten Ertrag. Die beiden Universal-Drillvarianten unterscheiden sich jedoch davon meist nicht signifikant.

Sehr interessant ist auch die Auswertung der Trockenmasseerträge hinsichtlich des Einflusses der einzelnen Faktoren (Tabelle 3).

Der Unterschied zwischen dem höchsten und niedrigsten mittleren relativen Ertrag innerhalb jeder Faktorgruppe (Sätechnik, Bodenbearbeitung und Bodenbelastung) beträgt jeweils 4 % (98-102%) und dieser Unterschied ist bei allen drei Faktoren signifikant. Die flache Bodenbearbeitung hat gegenüber keiner Bodenbearbeitung (Mulchsaat ohne Saattbettbereitung) einen positiven Ertragseffekt, wie auch das Fehlen von Fahrspuren gegenüber den Varianten mit einem Flächenanteil von 25 % Fahrspuren in der Parzelle günstiger abschneidet. Ein signifikanter Ertragsunterschied ergab sich auch zwischen der klassischen Einzelkornsaat und der Scheibendrillsaat, die Grubbersaat liegt dazwischen.

Tab. 5: *Mittlere relative Trockenmasseerträge gruppiert nach Sätechnik, Bodenbearbeitung, Bodenbelastung (alle Jahre und Standorte, SNK Test)*

<b>Faktor</b>	<b>TM Ertrag absolut [dt/ha]</b>	<b>TM Ertrag relativ [%]</b>	<b>Signifikanz (SNK Test)</b>
<b>Sätechnik</b>			
Einzelkornsaat	225.3	102	A
Grubbersaat	221.9	100	AB
Scheiben-Drillsaat	217.8	98	B
<b>Bodenbearbeitung</b>			
mit Bodenbearbeitung	226.3	102	A
ohne Bodenbearbeitung	217.1	98	B
<b>Bodenbelastung</b>			
ohne Spur	225.6	102	A
mit Spur	217.7	98	B

## 4 Streifenbearbeitung als neue Alternative

Die Streifenbearbeitung – Strip Tillage - bei Mais hat ihren Ursprung in den intensiven Maisanbauregionen Nordamerikas als Reaktion auf stagnierende Erträge bei der Direktsaat. Zwischenzeitlich hat sie sich in weiteren Regionen der USA etabliert und wird aus unterschiedlichen Gründen angewendet (Abbildung 4).

Streifenbearbeitung zu Reihenkulturen wird demnach nicht nur wegen seines hervorragenden Erosionsschutzes, sondern auch wegen der möglichen Verlängerung der Wachstumsperiode in nördlichen Bundesstaaten und wegen der Konservierung von Bodenfeuchte (75% der Fläche nicht bearbeitet) im Regenschatten der Rocky Mountains angewendet. Dazu kommt der Einsatz bei Baumwolle im Süden der USA.

Zu sehr schneller Verbreitung hat in den zurückliegenden Jahren vor allem die Verfügbarkeit automatischer Lenksysteme für Traktoren beigetragen. Sie sind Voraussetzung dafür, dass bei der Aussaat die Saatgutablage sicher in die vorgelockerten Bereiche erfolgt. Dazu ist eine absolute Genauigkeit besser als +/- 5 cm notwendig, da die bearbeiteten Streifen nur 20-25 cm breit sind. Diese Genauigkeit kann mit Lenksystemen mit Realtime Kinematik Differential GPS (RTK-DGPS) erreicht werden.

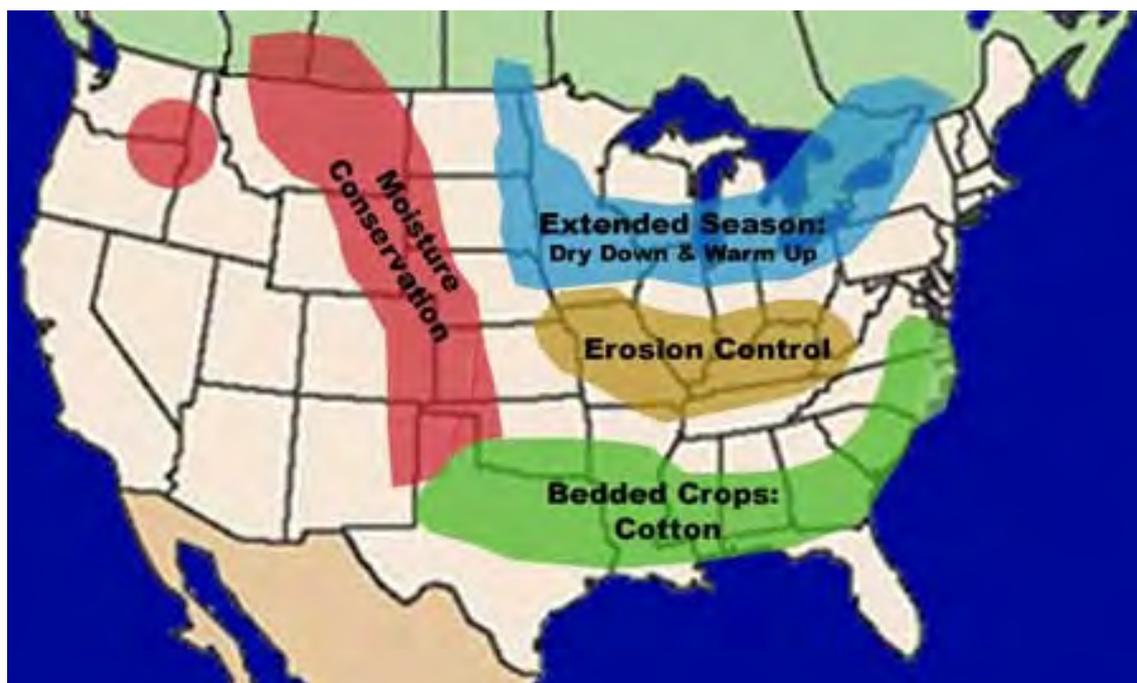


Abb. 4: Verbreitung und Motivation für Strip Tillage in den USA  
(Quelle: Strip Till Guidelines <http://www.reportcard.wordpress.com>)

Die in den USA eingesetzte Gerätetechnik nutzt Parallelogramm geführte Werkzeugkombinationen (Abbildung 5). Die Werkzeugkombinationen werden an klappbare Geräterahmen montiert und bestehen zumeist aus vorauslaufenden Schneidscheiben zum Trennen des organischen Materials und einem Paar Räumsternen, die wie ein Schneepflug alles Pflanzenmaterial aus dem 20-25 cm breiten Bearbeitungsbereich entfernen. Die eigentliche Lockerung erfolgt bis in eine Tiefe von 15-20 cm mittels eines Meiselschares, wobei ein Paar Hohl-scheiben verhindert, dass die aufgeworfene Erde aus dem Lockerungsbe-reich herausgeworfen wird. Alternativ werden von einigen Herstellern V-förmig angestellte und gewellte Scheibenseche zur Lockerung eingesetzt. Die Werkzeugkombinationen sind Parallelogramm geführt und weisen Gewichte zwischen 150 und 300 kg pro Reihe auf. Als optimale Arbeitsgeschwindigkeit werden 10-15 km/h angegeben.

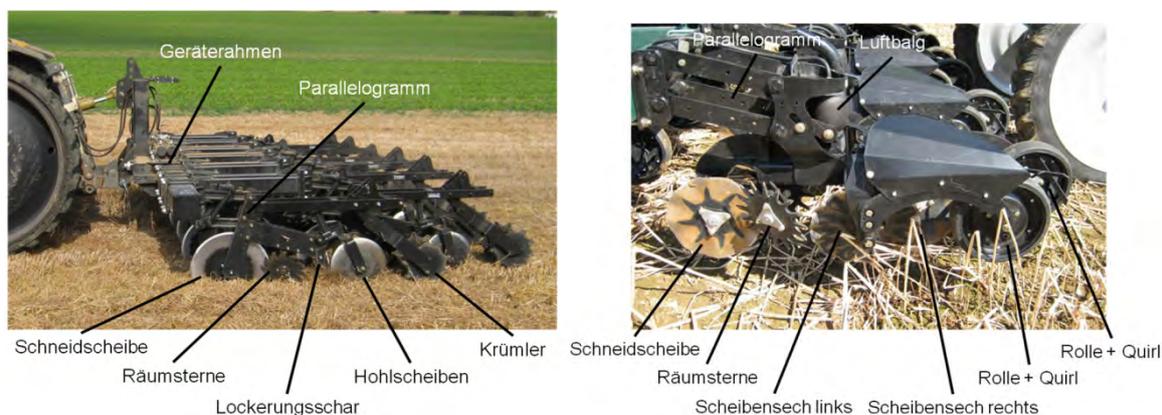


Abb. 5: Werkzeugkombinationen für die Streifenbearbeitung. Links: mit Lockerungsschar. Rechts: mit zwei V-förmig angestellten gewellten Scheibensechen

Auf dem deutschen Markt bietet die Firma Horsch als erster Hersteller mit dem Modell Fokus ein Gerät mit federgesichertem Lockerungszinken ohne vorlaufende Schneidscheibe und Räumsterne für die Streifenlockerung an.

In den 2009 angelaufenen Untersuchungen zu Regelfahrspurverfahren – Controlled Traffic Farming – und Streifenbearbeitung – Strip Tillage - werden die oben vorgestellten Werkzeugkombinationen auf drei Standorten in Bayern zu Mais und Zuckerrüben untersucht.

Auf einem langjährig pfluglos bewirtschafteten Standort in Niederbayern zu Mais wurde die Streifenbearbeitung im Frühjahr (Arbeitstiefe 10 – 15 cm) mit der Ausbringung von 25 m<sup>3</sup>/ha Gülle im Streifen etwa 14 Tage vor der Maissaat kombiniert (Abbildung 6).



Abb. 6: Links: Streifenbearbeitung mit Gülleausbringung auf Weizenstoppel am 12.04.2010. Rechts: Maiseinzelkornsaat am 28.04.2010

Auf der Fläche für die Streifenbearbeitung stand zur Ernte 2009 Winterweizen. Nach dem Drusch wurde der komplette Schlag mit einem Schwerstriegel bearbeitet, im Spätherbst erfolgte nur auf einer Hälfte eine Bodenbearbeitung mit dem Grubber. Die Entwicklung des Maisbestandes verlief auf beiden Hälften identisch (Abbildung 7).



Abb. 7: Maisbestand am 25.06. und 08.07.2010. Links vom Stab: Streifenbearbeitung auf Weizenstoppel. Rechts vom Stab: Streifenbearbeitung nach Bodenbearbeitung mit Grubber im Spätherbst

Bisher konnten keine Unterschiede zum betriebsüblich bestellten Mais festgestellt werden. Auch ist keine Differenzierung zwischen den unterschiedlichen Gerätetechniken erkennbar.

Auf Anregung von Kollegen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Karlstadt, in Pfarrkirchen und in Pfaffenhofen wurden für „Tast- und Schauversuche“ im April 2010 kurzfristig ein vierreihiges, ein sechstreihiges und ein achtreihiges Gerät zur Streifenlockerung vor der Maissaat aufgebaut.

## **5 Fazit**

Die bei der Aussaat von Mais untersuchten „Universall-Drillsaattechniken“ (Scheiben-Drillsaat, Grubbersaat) sind durch die große Schlagkraft und ihre universelle Einsetzbarkeit für Landwirte zunehmend von Interesse. Bei günstigen Voraussetzungen (keine Bodenverdichtungen und vorausgegangene flache Bodenbearbeitung) verfügte die Einzelkornsaat über gewisse Ertragsvorteile. Unter den übrigen Verhältnissen haben die Universaldrilltechniken einen vergleichbaren Ertrag aufgewiesen. Sie stellen somit eine Alternative für Betriebe dar, die eine Doppelmechanisierung vermeiden wollen oder deren Arbeitskapazität bei der Frühjahrsbestellung bereits ausgelastet ist.

Die bisherigen Untersuchungen aus dem deutschsprachigen Raum zeigen ein großes Potential der Streifenbearbeitung als boden- und wasserschonende Alternative bzw. Weiterentwicklung der Mulchsaat bei Reihenkulturen wie Mais und Zuckerrüben auf. Bei der technischen Umsetzung ist noch eine Zahl von Fragen offen, beispielsweise nach geeigneten bzw. optimalen Werkzeugkombinationen und Geräteführungen. Darüber hinaus ist die Integration in das Pflanzenbau- und Unkrautmanagement notwendig. Die technischen Fragestellungen und die Effekte auf den Bodenwasserhaushalt werden im Jahr 2009 begonnenes und vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziertes Forschungsprojekt bearbeitet.

## 6 Literatur

- [1] BRÜSE, C. (2008): Mais gesät statt gelegt. In: Profi, 2008, Heft 7, S. 66-68.
- [2] EIKEL, G. (2007): Vor einer Revolution – Erster Fahrbericht Amazone-Maissäuger EDX 9000-T. In: Profi, 2007, Heft 9, S. 24-27.
- [3] ESTLER, M. (1989): Landtechnische Maßnahmen zur Verminderung der Boden-erosion bei Reihenfrüchten in Hanglagen. Schriftenreihe des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. 83 S.
- [4] GROB, U. (2007): Weg von der Einzelkornsaat. In: DLG Mitteilungen 2007, Heft 11, S. 72-73
- [5] HERMANN, W.: Strip-Till: Streifenlockerung bei Zuckerrüben, Raps und Mais - Alternative zur Mulch- und Direktsaat. In: LOP Landwirtschaft ohne Pflug, Heft 7, 2008, S. 31-34.
- [6] HERMANN, W.: Streifenlockerung – eine neue Lösung für Rüben. In: top agrar, Heft 2, 2010, S. 62-65.
- [7] HERMANN, W., LINK-DOLEZAL, J. UND W. CLAUPELN (2010): Nur einzelne Streifen lockern – Strip Till – den Boden nur dort lockern, wo Maisreihen stehen. In: dlz agrarmagazin, Heft 4, S. 38-41.
- [8] JÄNSCH, M. (2007): Eine Maschine für Mais und Getreide? In: Lohnunternehmen, Oktober 2007, S. 32-33.
- [9] KIRCHMEIER, H., DEMMEL, M. UND A. WEBER (2010): Maisaussaat mit Direktsätechnik. Endbericht, Institut für Landtechnik und Bauwesen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. 65 S., <http://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/03549/>
- [10] KOWALEWSKY, H.-H. (2009): Geld sparen durch Gülleunterfußdüngung zu Mais. In: mais, Heft 2, 2009. S. 72-73.
- [11] MORRISON, J.E. (2002): Strip Tillage for „No-Till“ Row Crop Production. In: Applied Engineering in Agriculture Vol. 18(3), American Society of Agricultural Engineering, pp 277-284.
- [12] SCHNEIDER, M., GUNSTMANN, K., HOFMANN, B., WAGNER, P. UND O. CHRISTEN (2009): Vorteile auf erosionsgefährdeten Standorten. In: LOP Landwirtschaft ohne Pflug, Heft 3, 2009, S. 20-23.
- [13] TECHOW, E., ERHARDT, N., PEYKER, W. UND M. DEMMEL (2007): Maisengsaat – raus aus der Nische? In: Mais-Die Fachzeitschrift für den Maisanbau, 34 Jg. 2007, Heft 2, S. 64-67.
- [14] WILDENHAYN, M. (2005): Mehr Masse, aber geringere Futterqualität – Vor- und Nachteile der Mulch-Breitsaat. In: Landwirtschaft ohne Pflug, 2005, Heft 2, S. 24-27.



## **Maschinengemeinschaften – wie organisieren ?**

Peter Spandau,  
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,  
Nevinghoff 40, 48147 Münster

### **Zusammenfassung**

Je nach Zahl der Beteiligten, der Ausgangssituation der Betriebe und der Zielsetzung, mit der eine Zusammenarbeit in der Mechanisierung der Außenwirtschaft begründet wird, muss eine passende Organisationsform gesucht werden.

Grundsätzlich gilt:

Je größer die Zahl der Beteiligten, umso höher muss der Organisationsgrad sein! So eignen sich Bruchteilsgemeinschaften und GbRs für maximal 5 Personen. Wird die Zahl größer, kommt eine GmbH mit verbindlichen Statuten und einer geregelten Geschäftsführung in Frage. Bei einer deutlich größeren Zahl ist der Maschinenring als e.V. die Organisationsform der Wahl.

Sofern keine Beteiligung an der direkten Arbeitserledigung mehr gewünscht ist, liefert der Bewirtschaftungsvertrag mit einer teilweisen Erfolgskomponente eine gute Möglichkeit der Zusammenarbeit.

Eine Ackerbaugesellschaft hat den höchsten Organisationsgrad und liefert auch die größten Synergieeffekte, sie kommt aber aufgrund der steuerrechtlichen Problematik nur bei reinen Ackerbaubetrieben zum Tragen.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass der Hauptantrieb immer eine geplante Kostensenkung sein sollte. Um diese zu erreichen, müssen Maschinen an ihre Auslastungsgrenzen gebracht werden. In einer Gemeinschaft eine ähnliche Strategie zu fahren wie im Einzelbetrieb, d. h. ständig ungenutzte Kapazitäten vorzuhalten, ist aus ökonomischer Sicht kontraproduktiv und wird nicht zu dem gewünschten Erfolg einer Maschinenkooperation führen.

## 1 Einleitung

Der Druck auf landwirtschaftliche Betriebe Kosten zu senken ist erheblich. Das gilt für alle Produktionsbereiche gleichermaßen. Egal ob Schweinehaltung, Milchproduktion oder Ackerbau, in allen Sparten muss an den kleinen und großen Schrauben gedreht werden.

In der Außenwirtschaft ist schon seit längerem klar, dass bei den Direktkosten wie Saatgut, Dünger und Pflanzenschutz zwar auch ein gewisses Einsparpotential vorhanden ist, dass der ´große Brocken´ der Kosten und damit auch der Einsparmöglichkeiten jedoch in der Arbeitserledigung liegt. Im Fokus steht hier die Höhe des Maschinenkapitals je ha, dass über Abschreibung und Zinsanspruch die Fläche belastet. Dieses kann einzelbetrieblich entweder dadurch gesenkt werden, dass die Fläche bei gleichbleibendem Maschinenpark erhöht wird, was angesichts der weit verbreitet hohen Pachtpreise wirtschaftlich trotzdem keinen Sinn macht, oder dass durch Zusammenarbeit mit anderen Landwirten die Auslastung eines dann gemeinsamen Maschinenbestandes erhöht wird.

Oft spielen neben der reinen Kostensenkung aber auch andere Faktoren noch eine Rolle, warum eine Zusammenarbeit in der Außenwirtschaft angestrebt wird. Typische Praxisfälle in der Beratung sind:

- 2 bis 3 große Ackerbaubetriebe (> 1.000ha LF), die gemeinsam ihre gesamte Außenwirtschaft organisieren wollen!
- 2 bis 4 typische Veredlungs- oder Gemischtbetriebe (+/- 70ha je Betrieb), die ihre Arbeitserledigungskosten senken möchten!
- Eine größere Zahl kleinerer Gemischtbetriebe (> 8 Beteiligte), die beabsichtigen, aus Kostengründen Maschinen gemeinsam zu nutzen!
- Intensiver Veredlungsbetriebe (Einkommensanteil Tierhaltung > 75%), die sich komplett der Außenwirtschaft entledigen wollen!
- Nebenerwerbslandwirte, die einzelne (teure) Arbeitgänge auslagern möchten!
- Aussteiger (aus der Landwirtschaft), die ihren ´Landwirte-Status´ nicht verlieren wollen!

In all diesen Fälle geht es einerseits natürlich um die praktische Organisation der Maschinengemeinschaft. Dies betrifft Fragen nach der Größe des optimalen Maschinenparks, nach bevorzugten Arbeitsbreiten und speziellen Arbeitsverfahren.

## 2 Möglichkeiten der gemeinsamen Maschinennutzung

Sehr schnell muss geklärt werden, welche rechtliche Organisationsform die geeignete ist, um das geplante Ziel sicher und auf Dauer ohne Probleme zu erreichen. Tabelle 1 zeigt insbesondere vor dem Hintergrund der möglichen Arbeits- und Kapitalbeteiligung am Maschinenpark, welche unterschiedlichen Organisationsmöglichkeiten vorhanden und wodurch sie gekennzeichnet sind.

Tab. 1: Mögliche Organisationsformen

Arbeitserledigung durch Dritte und keine Beteiligung am Maschinenkapital		Arbeitserledigung selbst und Beteiligung am Maschinenkapital	
Lohnunternehmer, Maschinenring	Bewirtschaftungs- vertrag	Maschinen- gemeinschaft	Ackerbau- gesellschaft
Management bleibt beim Flächenbesitzer	Management wechselt zum Bewirtschafter	Kooperation lediglich bei den Maschinen	Kooperation im gesamten Ackerbau
Einzelne Leistungen werden abgerechnet	Gesamte Arbeits- erledigung wird abgerechnet	Bruchteileigentum oder Gesamthands- vermögen	Sonderbetriebs- und Gesamthands- vermögen
Erfolgsbeteiligung kaum möglich und nicht üblich	Erfolgsbeteiligung gut möglich und üblich	Handhabung und Abrechnung teil- weise umständlich	Handhabung und Abrechnung einfach
Risiko ausschließ- lich beim Flächen- besitzer	Risiko wird 'in Grenzen' geteilt	Jeder Beteiligte wirtschaftet auf eigenes Risiko	Risiko verteilt sich auf Einlagen und Arbeitsleistung

In Bezug auf die genannten Praxisfälle wird deutlich, dass z. B. eine Ackerbaugesellschaft als Organisationsform für große, reine Ackerbaubetriebe eine gute Lösung darstellt, während viehhaltende Betriebe zur Vermeidung der Gewerblichkeit zwingend ihre Flächen zurückhalten müssen und daher die Maschinengemeinschaft die richtige Organisationsform ist.

Intensive Viehhalter, die sich von der Außenwirtschaft trennen möchten, müssen ebenfalls zur Vermeidung der Gewerblichkeit den Bewirtschaftungsvertrag wählen und der kleinere Betrieb bzw. Nebenerwerbler wird in vielen Fällen einzelne Arbeitsgänge an den Maschinenring oder den Lohnunternehmer abgeben.

Der Fokus soll im Weiteren insbesondere auf den Maschinengemeinschaften liegen.

### 3 Maschinengemeinschaften

Betrachtet man hier die rechtlichen Organisationsformen, so können drei Varianten zum Tragen kommen:

#### ➤ Gesellschaften (GbR, KG, GmbH)

- o Teilnehmerzahl beliebig
- o Gesamthandseigentum mit Übergang vorhandener Maschinen
- o eigene Buch- und Kontoführung
- o Abrechnung der Arbeitsgänge zu Marktpreisen erforderlich
- o Umsatzsteueroption zwingend
- o bei Lohnständigkeit für Dritte sofortige Gewerblichkeit (GbR, KG)

➤ **Vereine (e.V. oder w.V.)**

- o mindestens 7 Mitglieder
- o Vorstand erforderlich
- o Einzel- oder Gesamthandseigentum
- o Organisation der Abrechnung zwischen den Betrieben
- o eigene Buch- und Kontoführung
- o steuerliche Behandlung situationsabhängig (Mitglieder/Nicht-Mitgl.)

➤ **Bruchteilseigentum**

- o keine eigene Buchführung, keine Kontoführung
- o Verrechnung der Maschinen untereinander
- o Separate Abschreibung der eigenen Besitzanteile
- o Spielraum beim Einsatz auf Betrieben Dritter
- o starre Zuordnung zwischen Betrieb und Festkosten

Da die Organisation über einen Verein die klassische Rechtsform des Maschinenrings ist und eine Mindestmitgliederzahl von 7 Personen erreicht werden muss, kommt sie im Sinne einer klassischen Maschinengemeinschaft eher nicht in Frage. So zeigt es sich, dass in der Praxis, bei Teilnehmerzahlen zwischen zwei und 10 Beteiligten im Regelfall eine Gesellschaftsform zwischen GbR und GmbH mit dem Bruchteilseigentum konkurriert.

Dabei haftet dem Bruchteilseigentum, das den Vorteil der einfachen Organisation hat, ein erheblicher Makel an: Die Kapitalanteile an den Maschinen sind starr an die Betriebe gekoppelt. Bei vom Flächenschlüssel abweichender Nutzung der Maschinen oder auch bei Veränderungen in der Betriebsfläche passen diese Verhältnisse oftmals nicht mehr und es kommt nicht nur zu gefühlten, sondern auch tatsächlichen Ungerechtigkeiten bei der Zuteilung der Kosten auf die beteiligten Betriebe.

### **3.1 Maschinengemeinschaften als formale Gesellschaft**

Daher wurde in den letzten Jahren oftmals die Maschinengemeinschaft in Form einer GbR favorisiert.

Doch auch diese hat, neben dem Vorteil einer sauberen Zuordnung der entstandenen Kosten auf die Betriebe im Umfang der jeweiligen Nutzung, einige Nachteile, die teilweise schon in der Gründungsphase, zum Teil aber auch erst während des laufenden Geschäftsbetriebes entstehen. So sind zu nennen:

- Die Aufdeckung von stillen Reserven bei Gründung durch Einbringung vorhandener bzw. Verkauf überzähliger Maschinen!

Aufdeckung von stillen Reserven am Beispiel eines Ackerschleppers, der von einem der Gesellschafter wegen Überkapazität veräußert werden muss

•	Fendt Vario 820, 136kW, Anschaffungsdatum: 28.06.2008	
•	Anschaffungswert: 141.500 Euro, netto, AfA: degressiv, 24%	
•	Buchwert am 30.06.2010:	69.645 Euro
•	Verkaufs-/Schätzwert am 01.07.2010:	100.000 Euro, netto
•	Verkaufserlös:	110.700 Euro, brutto
•	<b>zu versteuernder Buchgewinn:</b>	<b>41.055 Euro</b>

- Keine Wahlmöglichkeit des einzelnen Gesellschafters im Hinblick auf die Abschreibungsmethode!
- Die Geschäftsführung - insbesondere Büroarbeit- stellt ein nicht unbedeutendes arbeitswirtschaftliches Problem dar!
- Die Nebenkosten werden von den Beteiligten teilweise unterschätzt. So ergeben sich aus Buchführung, Versicherung, etc. schnell Allgemekosten von 5.000 Euro und mehr!
- Der Hang zur Übermechanisierung bleibt z. T. auch in der Gemeinschaft vorhanden und resultiert aus einem überschätzten 'Wir'-Gefühl!
- Die Auseinandersetzung des Vermögens bei Auflösung der Gesellschaft oder beim Ausscheiden eines einzelnen Gesellschafters kann wiederum zur Aufdeckung stiller Reserven führen!

Angesichts dieser Punkte sind die Vorbehalte gegen eine formale Gesellschaftsgründung erheblich gewachsen.

### 3.2 Maschinengemeinschaften als Bruchteilseigentum

Als Alternative mit deutlich geringerem organisatorischen Aufwand steht das Bruchteilseigentum dem gegenüber. Eine dem tatsächlichen Nutzungsumfang entsprechende Vollkostenverteilung kann aber nur dann gewährleistet werden, wenn auch die Festkostenanteile in die Kostenermittlung einbezogen und am Ende einer Abrechnungsperiode verrechnet werden. Wie eine entsprechende Verrechnung aussehen kann zeigt die Übersicht 1.

Übersicht 1: Kostenverrechnung in einem Fallbeispiel

**Kostenermittlung für:**

<b>Maschine:</b>	Schlepper
<b>Typ:</b>	Fendt 714

<b>Eigentümer:</b>		<b>Anteil:</b>	
Meyer	50 %		
Müller	20 %		
Schmidt	30 %		

**Wirtschaftsjahr:**

**2005**

Einbringungsjahr:	2002
Einbringungswert (brutto):	80.000 €
(Rest-)Nutzungsdauer in Jahren:	12
Restwert:	10.000 €
Zinssatz:	6,0 %
kalkulierte Afa/Jahr:	5.833 €
kalkulierter Zinsanspruch/Jahr:	2.700 €

**Reparaturen:**

<b>Datum:</b>	<b>Rech.summe:</b>
	5.000 €
<b>Summe:</b>	<b>5.000 €</b>

**Angefallene Kosten**

**Unterhaltung:**

<b>Datum:</b>	<b>Rech.summe:</b>
	5.000 €
<b>Summe:</b>	<b>5.000 €</b>

**Einsatzzeiten/-fläche**

<b>Nutzer</b>	<b>h oder ha</b>
Meyer	400
Müller	290
Schmidt	320
<b>Summe:</b>	<b>1.010</b>

**Einsatzkosten**

Festkosten/Jahr:	8.533 €
Variable Kosten/Jahr:	10.000 €
<b>Gesamtkosten/Jahr:</b>	<b>18.533 €</b>
<b>Gesamtkosten/Einheit:</b>	<b>18,35 €</b>

**Kostenabrechnung**

<b>Nutzer</b>	<b>getragene Kosten</b>	<b>Kostenanteile</b>	<b>Ausgleich</b>
Meyer	50 % 9.266,67 €	7.339,93 €	1.926,74 €
Müller	20 % 3.706,67 €	5.321,45 €	- 1.614,78 €
Schmidt	30 % 5.560,00 €	5.871,95 €	- 311,95 €

Die drei am Schlepper beteiligten Landwirte haben die Maschine mit den Eigentumsanteilen von 50, 20 und 30% finanziert und in ihren jeweiligen Buchführungen erfasst. Für diesen Schlepper wurden eine kalkulatorische Abschreibung – ausgehend vom Bruttopreis und einem definierten Restwert – sowie ein Zinsanspruch als Jahresbeträge festgesetzt. Sämtliche laufenden Kosten werden entsprechend der Eigentumsanteile getragen, insoweit entspricht das Vorgehen typischerweise dem üblichen.

Entscheidend für die Abrechnung sind dann jedoch nicht die Eigentumsanteile, sondern der tatsächliche Nutzungsumfang am Ende einer Bewirtschaftungsperiode. Im Beispiel wurde der Schlepper, abweichend von den Eigentumsanteilen mit 400, 290 bzw. 320 Stunden genutzt.

Die gesamten Kosten werden auf die Einsatzstunden verteilt, danach werden die so ermittelten Vollkosten auf die jeweiligen Nutzungsumfänge verteilt und mit den bereits getragenen Kosten abgeglichen.

Am Ende ergibt sich für jeden Nutzer ein Differenzbetrag, der auszugleichen ist. In der Summe ergeben diese Differenzbeträge immer null.

Im Beispiel erhält Meyer also noch 1.926,74 Euro von seinen Partnern, weil sein Nutzungsumfang kleiner war, als es den 50% getragenen Kosten entspricht, die anderen zahlen entsprechend nach.

Wird jetzt für jede gemeinsame Maschine ein entsprechendes Formular angelegt, können am Ende einer Abrechnungsperiode sämtliche Ausgleichsbeträge aufaddiert werden, so dass es insgesamt nur zu einem einzigen Zahlungsvorgang kommt.

In dieses System können sogar Maschinen eingebunden werden, die ausschließlich im Eigentum von nur einem der Beteiligten sind.

Weicht am Ende der Nutzung der realisierte Restwert einer Maschine beim Verkauf von dem kalkulierten ab, kann selbst diese Differenz über die Nutzungseinheiten zurückverteilt werden, so dass auch hier keine Ungerechtigkeiten entstehen.

Um eine Maschinengemeinschaft in Form des Bruchteilseigentums auch formal zu begründen, ist natürlich kein Gesellschaftsvertrag erforderlich. Man sollte die gemeinsamen Spielregeln jedoch in Form eines "Maschinennutzungsvertrages" festlegen. Dieser sollte folgende Punkte enthalten:

- §1 Vertragschließende Personen und genutzte Maschinen
- §2 Verpflichtung zur Überlassung und Nutzung
- §3 Dauer und Kündigung
- §4 Abrechnungsmodus
- §5 Wartung, Pflege und Unterbringung
- §6 Reihenfolge der Nutzung, Fahrlässige Schäden

### **3.3 Kosten und Vorteile 'gerecht' verteilen!**

Einer der wesentlichen Faktoren, der dazu beiträgt eine Maschinengemeinschaft erfolgreich zu betreiben, liegt in der gerechten Verteilung der Kosten wie auch der entstehenden Vorteile. Dass nicht immer das erste Ergebnis das Beste ist, soll das folgende Beispiel dokumentieren.

Eine bereits aus zwei Betriebsleitern bestehende viehlose Betriebsgemeinschaft (GbR) mit 295 ha LF beabsichtigte mit einem benachbarten Ferkelerzeuger mit 85 ha LF im Ackerbau zu kooperieren. Da einer der Gesellschafter außerlandwirtschaftlich tätig ist, waren bislang in der Außenwirtschaft nur der andere Gesellschafter mit einem Auszubildenden und in den Arbeitsspitzen zusätzliche Aushilfskräfte tätig. Auch der Sauenhalter wollte sich aus der Arbeitserledigung im Ackerbau zurückziehen, da er diese frei werdende Zeit für die Aufstockung seines Sauenbestandes benötigte. Mit Ausnahme des Mähdreschers konnten die in der GbR vorhandenen Maschinen für die gesamte Fläche genutzt werden. Der Ferkelerzeuger war bereit seinen vorhandenen Maschinenbestand aufzulösen.

Aufgrund des Viehbestandes konnte der Ferkelerzeuger der Ackerbaugesellschaft nicht beitreten, da dann seine Ferkelerzeugung, die er natürlich weiterhin alleine betreiben wollte, gewerblich geworden wäre. Die Gründung einer Maschinengesellschaft als GbR bzw. GmbH war hingegen allen Beteiligten zu aufwändig und zu kostenintensiv.

Eine mögliche Kooperationsform bot aber ein Bewirtschaftungsvertrag zwischen dem Ferkelerzeuger als Auftraggeber und der bestehenden Ackerbau-GbR als Auftragnehmer. Verhandlungsgrundlage hierfür war die in Tabelle 2 dargestellte Kostenkalkulation.

Tab. 2: *Kostenkalkulation zur Findung der Optimallösung*

	Gemeinschaft (Ist, Eigendrusch)	Ferkelerzeuger (Ist, Lohndrusch)	Kooperation (Lohndrusch)	Kooperation (Eigendrusch)
<b>Fläche</b>	<b>295ha</b>	<b>85ha</b>	<b>380ha</b>	<b>380ha</b>
Afa	87 €	119 €	64 €	91 €
Zinsanspruch	32 €	29 €	19 €	25 €
Lohnunternehmer	54 €	212 €	135 €	48 €
Treibstoff, Öle	58 €	50 €	50 €	58 €
Reparaturen	54 €	54 €	54 €	54 €
Lohnanspr./-kosten	174 €	195 €	159 €	168 €
<b>Kosten der Arbeitserledigung</b>	<b>459 €/ha</b>	<b>659 €/ha</b>	<b>481 €/ha</b>	<b>444 €/ha</b>

Anhand der Zahlen wurde deutlich, dass die bestehende Ackerbaugesellschaft praktisch keine Vorteile durch die Zusammenarbeit mit dem Ferkelerzeuger gewonnen hätte, da ihre bisherigen Arbeitserledigungskosten von 459 Euro je ha selbst bei Beibehaltung des Eigendruschs durch Kauf eines neuen Dreschers kaum gesunken wären. Der Ferkelerzeuger hingegen wäre auf einen Kostenvorteil von 200 Euro je ha gekommen.

Um nun eine beide Seiten befriedigende Lösung zu finden, eignete sich der Vergleich der Arbeitserledigungskosten bezogen auf die Gesamtfläche von 380 ha in der Ist- sowie der Zielsituation. In der damaligen Ist-Situation belief sich die Summe der Arbeitserledigungskosten der Ackerbau-GbR und des Ferkelerzeugers auf 191.420 Euro, bzw. 504 Euro je ha. Im Ziel mit Eigendrusch wäre dieser Betrag auf 168.720 Euro gesamt, bzw. 444 Euro je ha gesunken. Je Hektar konnte demnach eine Kostensenkung von 60 Euro erreicht werden.

Dieser Betrag war die Grundlage für den Arbeitserledigungsvertrag zwischen der Ackerbau-GbR und dem Ferkelerzeuger, in dem die Bewirtschaftungskosten für den Ferkelerzeuger auf 600 Euro je ha festgelegt wurden. So konnte der Ferkelerzeuger seine Arbeitserledigungskosten im Ackerbau um insgesamt mehr als 5.000 Euro reduzieren und seine Arbeitszeit für die Ferkelerzeugung zusätzlich freisetzen.

Für die Ackerbaugesellschaft entstand aufgrund der deutlich größeren Fläche ein Kostenvorteil von mehr als 17.000 Euro.

# **Schlagkräftige Technik in bayerischen Strukturen**

Dr. Johann Habermeier,  
Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e. V.,  
Amalienstraße 21, 86633 Neuburg a. d. D.

## **Zusammenfassung**

Die notwendige kosten- und arbeitseffektive Nutzung von Großtechnik in der bayerischen Agrarstruktur setzt in erheblichem Umfang die Bereitschaft der Betriebe zu Denken in Netzwerken und Kooperationen voraus. Die Geschwindigkeit des einzelbetrieblichen Wachstums in Bayern wird auch zukünftig geringer sein, als es die effektive Nutzung des landtechnischen Fortschritts erfordert, da die landtechnischen Innovationen sich am Weltmarkt und immer weniger am bayerischen Markt orientieren. Um die bayerische Landwirtschaft die Teilhabe an diesen Innovationen zu ermöglichen, bedarf es erheblicher Beratungsanstrengungen und Bewusstseinsänderungen bei allen Partnern der Landwirtschaft.

## **1 Einleitung**

Die Faszination Landtechnik übt auf viele Betriebsleiter eine magische Anziehungskraft aus. Häufig ist die unbändige Schlagkraft moderner Landtechnik und damit die Frage von Arbeitseinsparung der bestimmende Faktor für Investitionsentscheidungen in landwirtschaftlichen Betrieben oder beim Zukauf überbetrieblicher Leistungen von Lohnunternehmen bzw. in Maschinengemeinschaften. Buchführungsauswertungen zeigen jedoch, dass die Tatsache hoher überbetrieblicher Umsätze noch kein Garant für kosteneffizientes Wirtschaften darstellen muss. Die Ursachen dafür sind meist sehr unterschiedlich und liegen meist in der Struktur und im Gesamtmechanisierungskonzept der Betriebe.

## **2 Steigerung der Arbeitsproduktivität – eine zentrale Herausforderung**

Geht man von den in Übersicht 1 dargestellten Parametern für eine wettbewerbsfähige Landwirtschaft aus, dann wird der Bereich der Arbeitsproduktivität eine der zentralen Fragen zukünftiger Betriebsentwicklung darstellen. Wenn es gilt, pro eingesetzter Arbeitskraftstunde 18 dt Weizen oder 250 kg Milch zu erzeugen, dann ist dies nachhaltig nur durch den Einsatz modernster Agrartechnik möglich.

Bereiche	So sieht es in vielen Betrieben aus!	Der Zukunftsbetrieb
Verfügbare Akh pro Betrieb	3000 – 3500 AKh/AK bei durchschnittlich 1,5 Familien-AK - in Betrieben mit starker Viehhaltung erhebliche Überlastung und kaum Freizeit - im 80 ha–Ackerbaubetrieb keine ausreichende produktive Beschäftigungsmöglichkeit	- Sozial verträgliche Arbeitszeiten für Familien-AK - Fam.-AK-Verfügbarkeit darf bei Wachstumsüberlegungen nicht begrenzen
Arbeitsproduktivität	7 dt Weizen/AKh (12 h /ha) 130 kg Milch/AKh	16 - 18 dt/AKh (4 h/ha) 250 kg
Kapitalproduktivität z.B. Maschinenkapital /ha	4000 €/ ha im HEB (BF: 2007/08) 4800 €/ha im NEB (BF: 2007/08)	1000 € /ha Maschinenkapital darf Wachstumsinvestition in Innenwirtschaft oder 2. Standbein nicht behindern!
Maschinenkosten/ Einheit	8,5 -10 €/dt Weizen 10 -14 ct/kg Milch (ohne Melken)	3,5 - 4 €/dt Weizen 4 - 5 ct/kg Milch

Nach Dr. Walter Pfadler, FÜAK

Übersicht 1: Anforderungen an den Zukunftsbetrieb

Die bayerische Agrarstruktur ist gekennzeichnet von Schlaggrößen meist zwischen 0,5 und 5 ha bei üblichen Betriebsgrößen zwischen 40 und 100 ha. Damit ist die größte Herausforderung, einen kostengünstigen Einsatz dieser modernen Großtechnik für bayerische Haupt- und Nebenerwerbsbetriebe zu organisieren, die es den Betrieben ermöglicht, die es den Betrieben ermöglicht, wettbewerbsfähige Kostenziele zu erreichen, d.h. mit ihrer Arbeit auch Geld zu verdienen (Abb. 1).

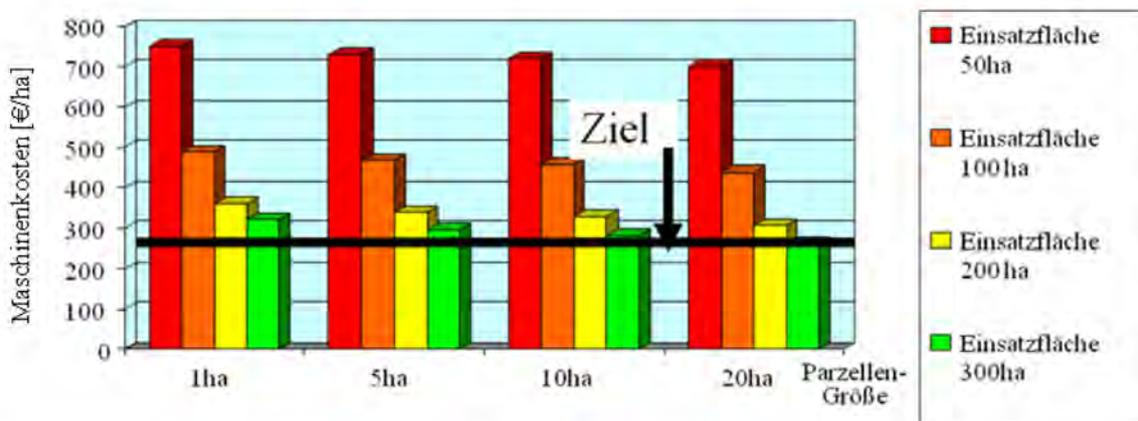


Abb. 1: Einfluss der Auslastung und der Parzellengröße auf die Maschinenkosten

Grundsätzlich sind drei Ansatzpunkte denkbar, die die arbeits- und betriebswirtschaftlichen Notwendigkeiten rasch auch in bayerischen Strukturen ermöglichen könnten:

- Gemeinsame Nutzung von Großtechnik, z.B. eine Bewirtschaftungseinheit für 500 ha Fläche, die gemeinsam organisiert wird.
- Ausnutzung von organisatorischen Synergieeffekten mit dem Ziel der Reduzierung von Rüst- und Standzeiten durch gemeinsame Absprache von Flächennutzungen, Reihenfolge der Flächenbewirtschaftung, Absprache von Kultur- und Sortenwahl in einer Gemarkung.
- Nutzungs- oder Flächentausch.

Jegliche Anwendung der genannten (hauptsächlich organisatorischen) Effekte setzt die effektive Kommunikation von Landwirten untereinander in einem engbegrenzten räumlichen Umfeld voraus. Diesem Denken in Netzwerken und dem Nutzen der damit einhergehenden Synergieeffekte steht in hohem Maß vordergründig das Konkurrenzdenken um Flächen bei betrieblichem Wachstum sowie häufig auch historisch gewachsene Werte wie „Freude am Selbermachen“ im Weg.

Viele Betriebe sehen aufgrund historisch gewachsener Wertevorstellungen den selbständigen Landwirt mit eigener Technik als Ziel ihrer betrieblichen Entwicklungsstrategie. Dies wird häufig erkaufte mit unsozialen Arbeitsbedingungen und hohen Kosten bei zu geringen Betriebsgewinnen. Aufgrund zu geringer Flächenausstattung glauben sich die meisten bayerischen Betriebe im Wettbewerb, dies erschwert Zusammenarbeit zusätzlich. Meist werden betriebswirtschaftliche Kenntnisse durch vordergründiges Maßnahmendendenken ausgeblendet.

### **3 Das Beratungsangebot der Maschinenringe**

Seit 19.12.2009 sind die 73 Maschinenringe in Bayern offiziell anerkannter Beratungspartner der Landwirtschaftsämter. Überregionale MR-Betriebsberater, die für unsere Beratungsinhalte durch FÜAK und LfL geschult wurden, führen die Beratungen bei den Betrieben durch. Wie gehen wir hier vor?

#### **3.1 Orientierungs- und Strategieseminare**

Ein Weg, um Zugang zu den Denkstrukturen und Entscheidungen des Betriebes zu finden, sind sog. Orientierungs- und Strategieseminare in kleinen Gruppen. In diesen ganztägigen Gruppenberatungen überprüfen die Teilnehmer anhand einfacher Faustzahlen und Zielerlös- und Kostenstrukturen die Machbarkeit der eigenen Überlegungen (einfacher Businessplan) und sehen dabei auch, welche Strategien andere Betriebe verfolgen. Dabei werden den Teilnehmern auch die meist strukturell bedingten Begrenztheiten mit den Notwendigkeiten zur Zusammenarbeit in bestimmten betrieblichen Bereichen bewusst. Die größten Effekte in dieser Richtung lassen sich erzielen, wenn die teilnehmenden Betriebe aus der Umgebung stammen und damit gleich die konkrete Möglichkeit für weitere Zusammenarbeit genutzt werden kann.

#### **3.2 Was erreichen wir durch diesen Beratungsansatz?**

Wenn es durch Seminare gelungen ist, die einzelbetrieblichen Perspektiven der Landwirte deutlich zu erweitern und neue Optionen ins Spiel zu bringen, wird den Landwirten

schnell klar, dass ihre Möglichkeiten enorm ansteigen, wenn sie die Grenzen des Einzelbetriebes sprengen und in Netzwerken und Kooperationen arbeiten. Überall dort, wo erfolgreich Außenwirtschaftsgemeinschaften (gemeinsame Technik für 300 – 500 ha) installiert werden konnten, zeichnen sich ähnliche Entwicklungen ab. Kostenersparnis in einer Größenordnung von 200 – 300 €/ha und eingespartes Investivkapital in Höhe von 2.000 – 4.000 €/ha, das für andere Betriebsentwicklungen (Stallbau, Biogas, Diversifizierung) dann zur Verfügung steht, sind die Regel. Meist ist die gemeinsame Technik erst der Anfang weitergehender Zusammenarbeit. Gemeinsamer Ein- und Verkauf, Flächentausch, gemeinsame Anbauplanung und Kulturführung bis hin zu gemeinsamen Lagerhallen und weiteren Projekten können folgen. Spezialisierungen in der einzelbetrieblichen Ausrichtung innerhalb einer Gruppe werden erkennbar und rasch neue Einkommensmöglichkeiten erschlossen. Während sich innerhalb einer Kooperation die einen auf verstärktes innerbetriebliches Wachstum fokussieren, bauen andere Betriebe neue (teilweise auch außerlandwirtschaftliche) Standbeine auf.

### **3.3 Auch Einkauf von Komplettdienstleistungen ist ein Weg zur Nutzung von Großtechnik**

Aus Sicht der einzelbetrieblichen Kostenoptimierung und Überlegungen zur Arbeitseffizienz nutzen die stark in der Innenwirtschaft wachsenden Betriebe mit großen Tierbeständen zunehmend auch Komplettdienstleistungen von Lohnunternehmern. Dieser Weg der einzelbetrieblichen Nutzung von Großtechnik in bayerischen Agrarstrukturen bietet sich z.B. bei zeit- und qualitätssensiblen Erntearbeiten an. Meist können aber dadurch nur Teileffekte bei der Reduzierung von Rüst- und Standzeiten oder bei der Absprache von gemeinsamen Parzellennutzungen oder Anbauverfahren innerhalb einer Gemarkung realisiert werden, vor allem dann wenn die durch ungünstige Parzellen- oder Wegeverhältnisse entstehenden Mehrkosten nicht durch die Lohnunternehmer an ihre Kunden weitergegeben werden (können). Dann entsteht bei den Kunden auch kein Handlungsdruck zur Parzellen- oder Anbauoptimierung.

# **Schlagübergreifende Bewirtschaftung von kleinen Parzellen – Erfahrungen aus 10-jähriger Praxis in Baden Württemberg**

Harald Gasser,  
Pfrungener Straße 3, 88377 Riedhausen

## **Zusammenfassung**

Eine kleinräumige Ackerstruktur erschwert eine wettbewerbsfähige Pflanzenproduktion. Viele kleine Einzelschläge zu bewirtschaften führt zu höheren Arbeitserledigungskosten und belastet auch die Umwelt. Deshalb haben 12 Landwirte in der Gemeinde Riedhausen in Baden-Württemberg in Eigeninitiative eine schlagübergreifende Bewirtschaftung von kleinen Parzellen verwirklicht. Über die gemachten Erfahrungen wird berichtet.

## **1 Ausgangssituation**

Die landwirtschaftliche Flächennutzung in der Gemeinde Riedhausen, Landkreis Ravensburg, stellte sich folgendermaßen dar. Insgesamt 75% der Gemarkungsfläche wurden durch 15 Haupt- und 12 Nebenerwerbsbetriebe landwirtschaftlich genutzt, wobei auf 315 Hektar Ackerbau betrieben wurde. Da innerhalb der Gemeinde noch kein Flurbereinungsverfahren durchgeführt worden war, sind die Flächen in viele kleine Parzellen aufgeteilt. Die Landwirte bedienen sich verschiedener Maschinen unterschiedlicher Bauart und Baujahr. Der Maschinenpark der meisten Landwirte war grundsätzlich überaltert, d. h. er entsprach nicht mehr dem Stand modernster Technik (z. B. Pflanzenschutzspritze, Düngerstreuer).

Aufgrund der kleinstrukturierten Parzellierung wurden

- a) mit den vorhandenen Maschinen relativ kleine Flächen aufwendig bearbeitet und
- b) es entstanden große Überlappungsflächen von ca. 15 %. Dünger und Pflanzenschutzmittel wurden hier doppelt ausgebracht (unnötige Umweltbelastung).

Bei Feldversuchen haben wir festgestellt, dass wegen der eng anliegenden Grenzen sehr viel Zeit und Energie für die Wendemanöver (z. B. beim Mähdreschen über 50 %) verbraucht wird. Dadurch wird der Boden unnötig verdichtet, was sich in einem geringeren Ertrag bemerkbar macht. Hinzu kam, dass die Betriebsflächen der einzelnen Betriebe (im Durchschnitt 17 Hektar) auf der ganzen Gemarkung verteilt sind. Zur Bewirtschaftung der Felder waren weite Anfahrtswege zu bewältigen, was eine Belastung der Umwelt durch den Energieverbrauch hervorruft.

## **2 Zielsetzung des Projekts**

Um die Umwelt nachhaltig zu entlasten und zusätzlich die Produktionskosten zu senken, haben wir das Projekt „Virtuelle Flurbereinigung Riedhausen“ ersonnen. Dieses ist durch das sogenannte „Global Positioning System“ (GPS), ein satellitengestütztes Ortungssystem, möglich geworden. Damit können Bewirtschaftungsflächen zusammengelegt werden

und entsprechend der digitalisierten Flurkarte kann eine genaue Betriebskosten- und Ertragsverteilung erfolgen. Ziel war, die bisherige Schlaggröße von 0,63 ha auf ca. 10 ha zu vergrößern und dadurch die Überlappungsfläche auf 5 % zu reduzieren. Auch Stilllegungsflächen können dadurch entlang von Biotopen und / oder Waldrändern konzentriert und somit für den Naturschutz sinnvoll angelegt werden.

### 3 Flurstücksübergreifende Landbewirtschaftung in Riedhausen

Nach Beantragung beim Ministerium Ländlicher Raum Baden – Württemberg haben wir das Modellprojekt „Flurstücksübergreifende Landbewirtschaftung mit Hilfe von GPS – Technologie“ beginnen können (Beginn 2000 / Ende 2005).

An diesem Modellprojekt nehmen 12 Landwirte teil, diese gründeten eine Gesellschaft „Virtuelle Flurbereinigung Riedhausen GbR“ mit einem Flächenumfang von 180 ha. Auch nach Auslaufen der Projektphase wird das Projekt von den Beteiligten weitergeführt.

Die Gesellschafter haben sich auf einen gemeinsamen modernen Maschinenpark geeinigt, wobei die Gesellschaft selbst keine Maschinen anschafft. Maschinen werden von einzelnen Mitgliedern gekauft, im Gegenzug garantieren alle anderen Gesellschafter mit ihrer Fläche eine Auslastung.

Beim Gewinn „Kirchsteig“ mit 22 Hektar Größe und bestehend aus über 40 Parzellen, ergeben sich 14 km lange Grenzstreifen (Abbildung 1). Durch diese Grenzstreifen sind von den 22 ha ca. 7 ha nur unzureichend bepflanzt. Allein das Wegfallen dieser Grenzen ergibt einen Mehrertrag von über 10% bei einer Aufwandsersparnis von über 30%. Ebenso wird der Verbrauch von Dünge- und Pflanzenschutzmittel reduziert.

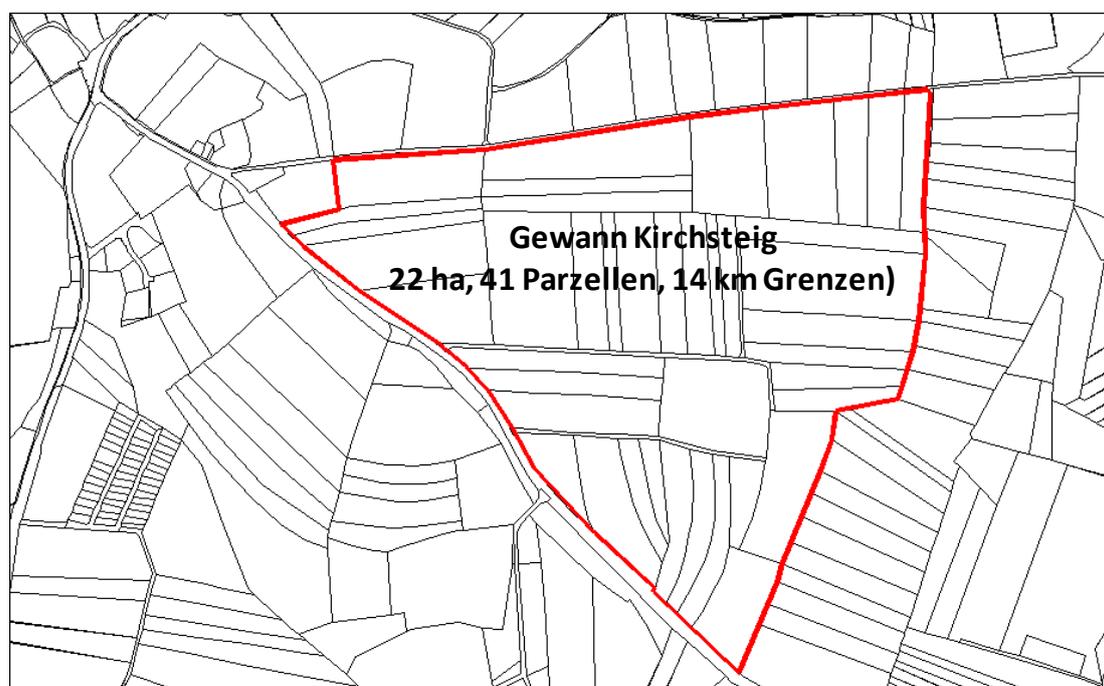


Abb. 1: Digitalisierte Flurkarte der Gemeinde Riedhausen mit Gewanne Kirchsteig

Die gemeinsame Bewirtschaftung mit GPS bietet, wie man aus Tabelle 1 und den Abbildungen 2 bis 6 ersehen kann, neue Chancen für kleinstrukturierte Gebiete (Betriebe), ihre Flächen mit modernster Technik zu bewirtschaften und trotzdem ihre Arbeitszeit und Kosten zu reduzieren, und dabei die Selbständigkeit nicht zu verlieren.

Weiterer Vorteil der gemeinschaftlichen Bewirtschaftung ist die Stärkung der Kommunikation unter den Landwirten. Ein neues „Wir-Gefühl“ wurde geschaffen.

Das Zusammenführen der einzelnen Parzellen bereite im Hinblick auf die Grenzsteine keine großen Schwierigkeiten, da diese zum Großteil nicht mehr vorhanden sind. Außerdem wurde die Gemeinde Riedhausen vom staatl. Vermessungsamt digitalisiert, d.h. die Grenzen sind mittels GPS jederzeit erkennbar.

Dieses Projekt ist einzigartig in Deutschland und wurde von der Fachhochschule Nürtingen (unter Prof. Dr. Mohn) wissenschaftlich betreut.

Bekannt wurde das Projekt durch die Vorstellung auf der Agritechnica im Jahre 2007 sowie bei verschiedenen landesweiten Vorträgen (KTBL, Maschinenringe, Fachschulen usw.) und durch zahlreiche Presseberichte.

*Tab. 1: Reduzierung der Gesamtarbeits erledigungskosten / ha durch eine höhere Auslastung*

Auslastung	230 ha	60 ha im Vergleich
Schlepper	88,-- €	278,-- €
Diesel	60,-- €	60,-- €
Geräte	91,-- €	288,-- €
Arbeitslohn	62,-- €	62,-- €
Lohndrusch	113,-- €	130,-- €
<b>Gesamt</b>	<b>414,-- €</b>	<b>818,-- €</b>
Differenz	< 404,-- €	

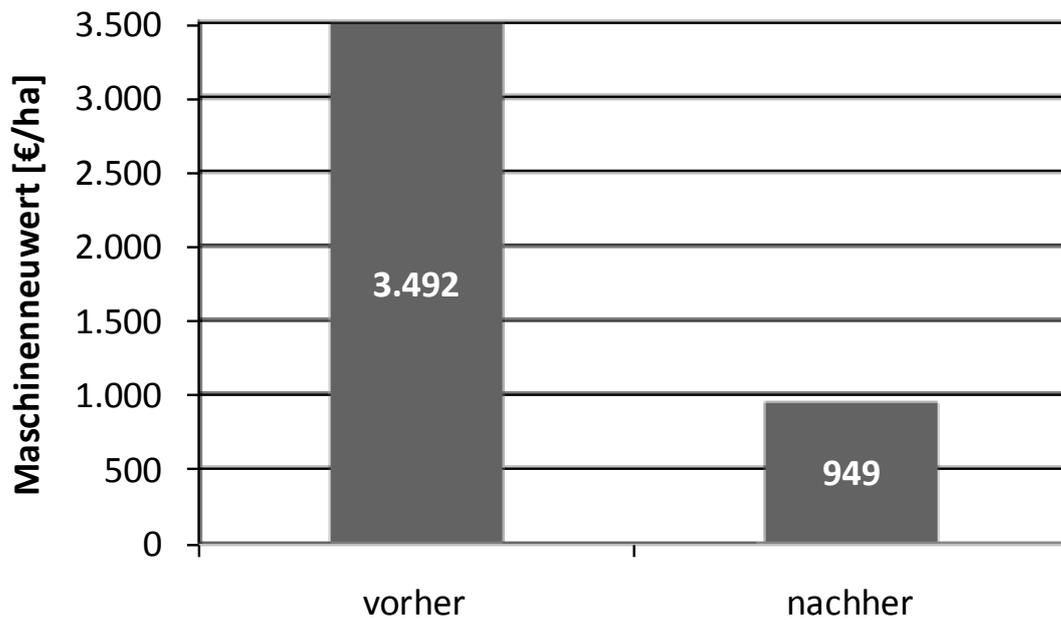


Abb. 2: Maschinenneuwert in beiden Bewirtschaftungsformen

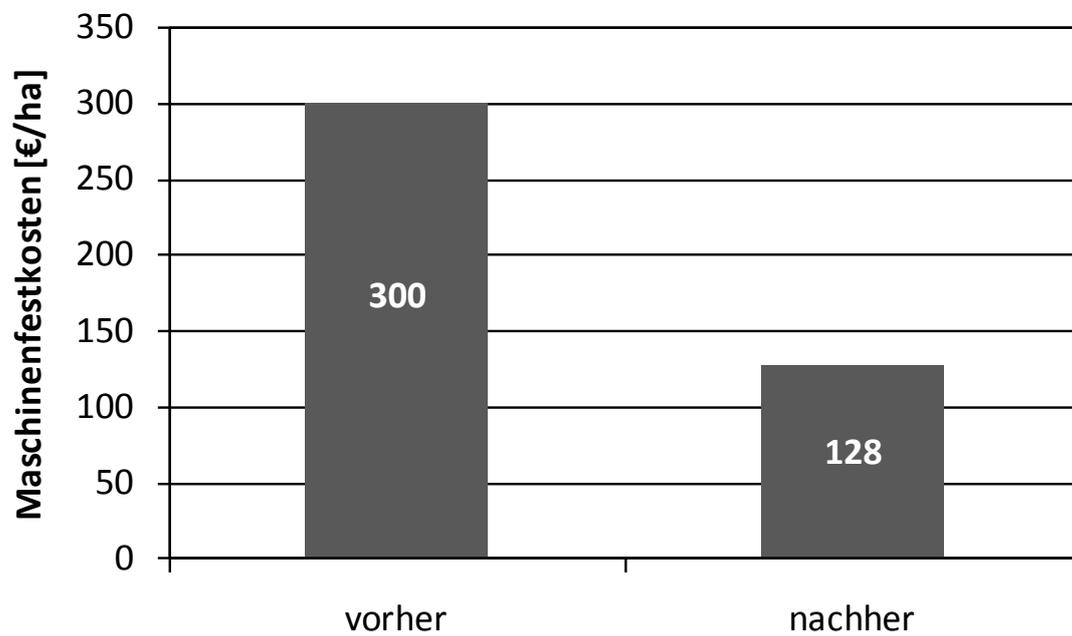


Abb. 3: Maschinenfestkosten in beiden Bewirtschaftungsformen

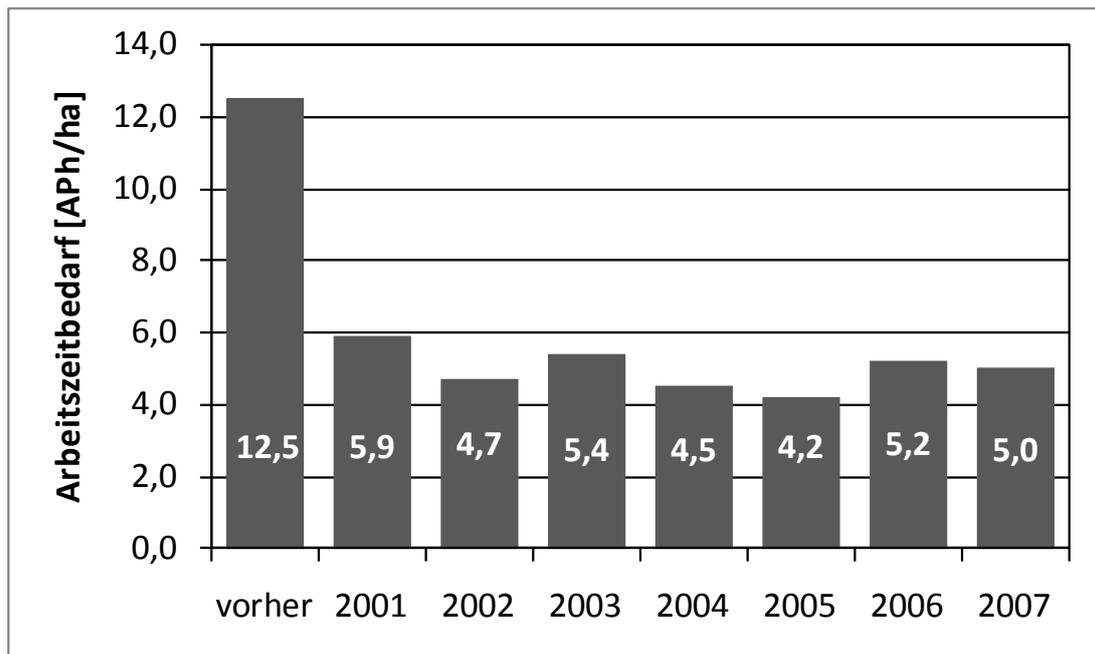


Abb. 4: Arbeitszeitaufwand in beiden Bewirtschaftungsformen

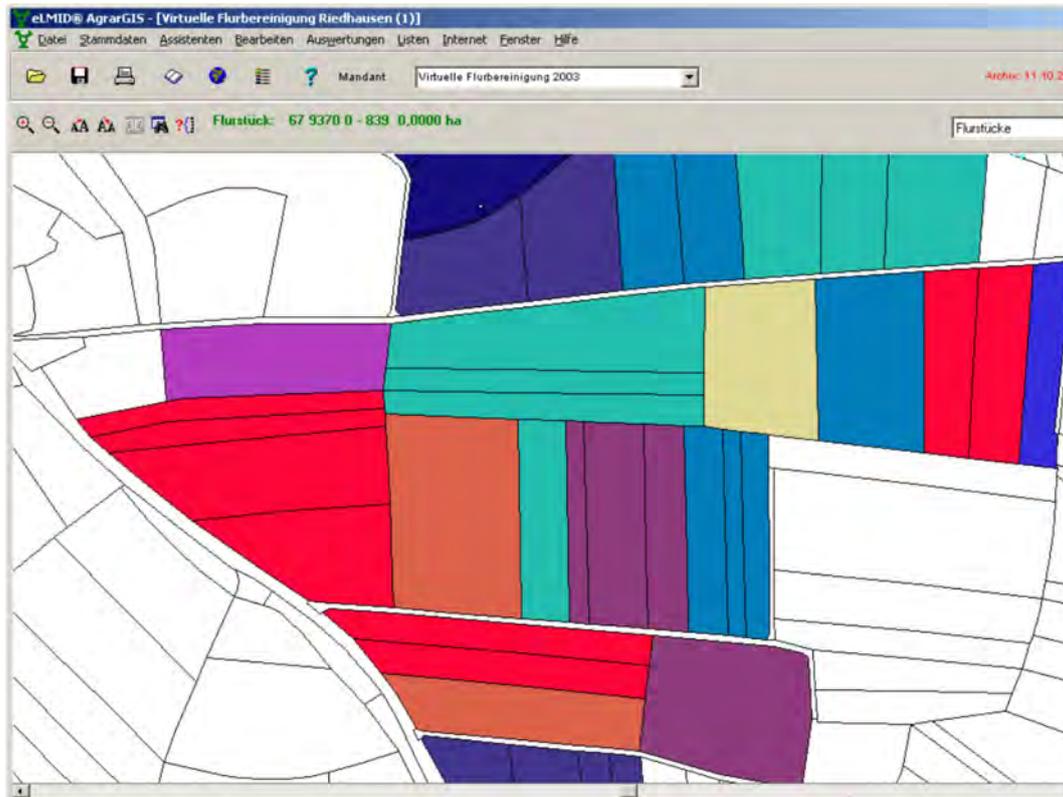


Abb. 5: Bewirtschaftung von kleinen Parzellen vor der Gewannebewirtschaftung

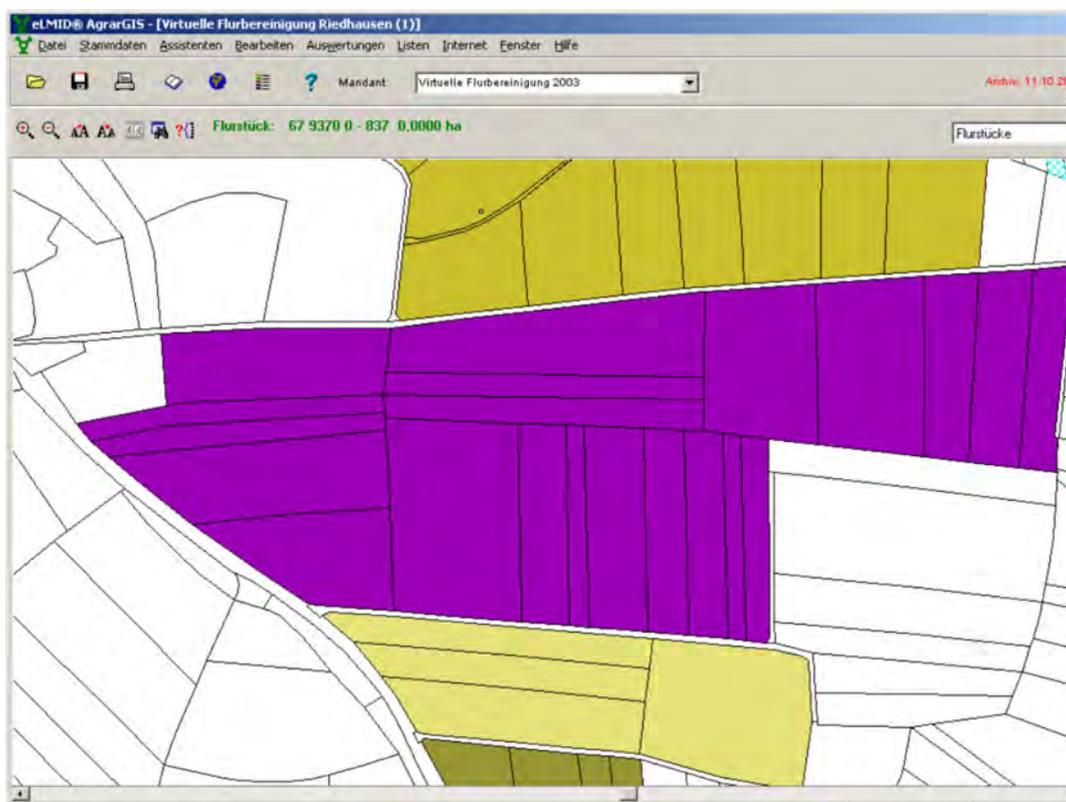


Abb. 6: *Bewirtschaftung von größeren Schlägen mit der Gewannebewirtschaftung*



Parzellen gemeinsam bewirtschaften mit moderner Technik