

## 4 Micro-precision-farming (TP I-3)

Teilprojektleiter und -bearbeiter: Prof. Dr. H. Auernhammer

### 4.1 Ziele

Mit dem Forschungsansatz „Micro-precision-farming“ soll für die in Deutschland überwiegen- den Regionen mit ungünstigen Schlaggrößen eine Verbesserung der Bewirtschaftungsmöglich- keiten unter gleichzeitiger Berücksichtigung standortspezifischer Gegebenheiten geschaffen werden. Dafür sind zuerst die möglichen systematischen Ansätze zu erarbeiten. Anschließend sind umsetzbare Alternativen in der Praxis zu testen. Dabei sollen neben den Fragen der Ökono- mik und Organisation vor allem ackerbauliche Fragestellungen berücksichtigt werden. Verglei- chende Bewertungen nach neu zu erarbeitenden Schemata müssen schließlich die Vorzüglichkeit der untersuchten Systeme beurteilen und einordnen.

### 4.2 Methode

Precision agriculture beruht auf der Erfassung und Berücksichtigung der kleinräumigen Hetero- genitäten innerhalb einzelner Schläge. Voraussetzung dafür sind Mindestschlaggrößen, welche die vorliegenden Heterogenitäten überdecken und diese bei gegebenen Arbeitsbreiten ausrei- chend genau berücksichtigen können. Unter kleinstrukturierten Gegebenheiten scheiden deshalb Ansätze für ein precision agriculture weitgehend aus, weil bei vorliegenden überhohen Bewirt- schaftungskosten die erforderlichen Techniken zusätzliche Kostennachteile verursachen und die Umsetzung bei geringen Ertragsdifferenzen eine noch nicht zu erfüllende Präzision innerhalb der benötigten Technik erfordern würde.

Andererseits kann precision agriculture aber auch als eine Bewirtschaftung über Schlaggrenzen hinweg verstanden werden („Virtuelle Flurbereinigung“), wobei die ursprüngliche Feldstruktur die in sich homogenen Teilflächen darstellt (Abb. 4-1). Dabei bleibt die gegebene Besitzstruktur erhalten. Für diese sind die möglichen Bewirtschaftungsformen und -systeme abzuleiten. Dabei müssen die zu erwartenden Heterogenitäten innerhalb der neuen Bewirtschaftungseinheiten be- rücksichtigt und die Umwelanforderungen aus der Veränderung des Landschaftsbildes beachtet werden. Völlig neue Anforderungen ergeben sich aus der Erfassung und Bewertung von Auf- wand und Ertrag im Hinblick auf die in die Bewirtschaftungseinheiten eingebrachten Flächen, wobei die unterschiedlichen Ertragspotentiale eine zusätzliche Herausforderung darstellen.

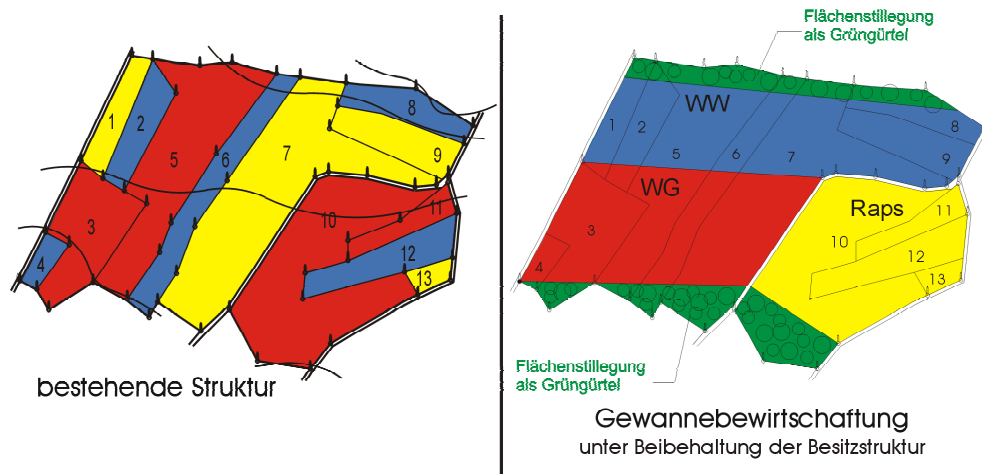


Abb. 4-1: Systematischer Ansatz für eine „Virtuelle Flurbereinigung“

### 4.3 Stand der Arbeiten

Im Untersuchungsyear 2000 wurden drei Arbeitsansätze verfolgt:

- Ableitung und Definition möglicher Bewirtschaftungssysteme für eine „Virtuelle Flurbereinigung“ in Form einer Gewannebewirtschaftung
- Bewirtschaftung und ackerbauliche Betreuung des Gewannes „Hausäcker“ in Zeilitzheim
- Vorarbeiten für zwei weitere Gewanne erbringen, um in der verbleibenden Projektlaufzeit in sich geschlossene Fruchtfolgen beurteilen zu können.

Begleitend dazu war das 1998 gestartete Projekt „Nürnberger Land“ mit einem dort befindlichen Gewinn zu betreuen, um daraus erkennbare Ergebnisse mit möglichen Konsequenzen oder anzustrebenden Vergleichen abzuleiten.

Im Untersuchungszeitraum wurden alle Arbeitsziele erreicht, wenngleich durch die große räumliche Distanz der zu betreuenden Gewanne ein überhoher Arbeitseinsatz erforderlich war. Zusätzliche Reisekosten und ein zusätzlicher Personalaufwand waren die Folge und mussten aus dafür eingeworbenen Finanzmitteln abgedeckt werden.

### 4.4 Ergebnisse und Diskussion

In Anlehnung an die Arbeitsziele des Versuchsjahres sollen die Ergebnisse gesondert aufgezeigt und diskutiert werden:

#### 4.4.1 Systemdefinitionen

Eine virtuelle Flurbereinigung kann nach ausschließlich ökonomischen oder ökologischen Zielen definiert werden. Beide Richtungen sind wiederum in unterschiedlichen Formen zu realisieren (Abb. 4-2).

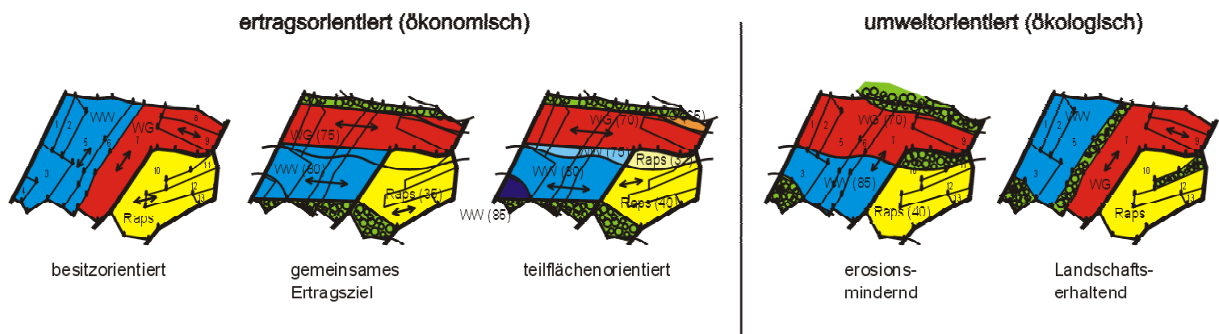


Abb. 4-2: Bewirtschaftungsziele für eine Gewannebewirtschaftung

Die Bewirtschaftung kann in dafür gebildeten Bewirtschaftungsgemeinschaften, über den Maschinenring oder über den Lohnunternehmer erfolgen. Die Interessen der Eigentümer bzw. Nutzer werden unterschiedlich berücksichtigt, letztlich muss jedoch eine Bewirtschaftung nach lokalen Gegebenheiten stattfinden, um die möglichen Ertragspotentiale auszuschöpfen und um Umweltbelastungen auf ein Minimum zu reduzieren (Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Bewirtschaftungsziele und ihre ökonomischen und ökologischen Effekte

Bewirtschaftungsform	Bewirtschaftungsziele				
	ertragsorientiert (ökonomisch)			umweltorientiert (ökologisch)	
	besitzorientiert	gemeinsames Ertragsziel	nach Teillflächen	erosionsmindernd	landschaftserhaltend
	1	2	3	4	5
<b>Bewirtschaftungsgemeinschaft oder Maschinenring oder Lohnunternehmer</b>	Der Eigentümer definiert Ertragsziel und Aufwendungen.	Für das Gewanne werden gemeinsames Ertragsziel und einheitliche Aufwendungen definiert.	Bewirtschaftung nach Informationskreislauf aus lokalem Ertrag und teilflächenspezifischer Applikation	Gewanne werden ohne Bindung an die vorliegende Besitzstruktur nach topografischer Gegebenheit gebildet.	Gewanne unterliegen den Anforderungen einer weitgehend unveränderten Kulturlandschaft.
	Aufwand und Ertrag werden besitzorientiert erfasst.	Aufwand und Ertrag werden nach Flächenanteil verrechnet.	Bewirtschaftung und Dokumentation mit Teilschlagtechnik	Alle Maßnahmen werden besitzorientiert dokumentiert.	Aufwand und Ertrag werden besitzorientiert erfasst.
<b>erforderlicher technischer Aufwand</b>	<b>Ertragsermittlung</b>		<b>Ertragsermittlung</b>	<b>Ertragsermittlung</b>	<b>Ertragsermittlung</b>
	<b>Prozessdokumentation</b>	<b>Prozessdokumentation</b>	<b>Prozessdokumentation</b>	<b>Prozessdokumentation</b>	<b>Prozessdokumentation</b>
	variable Sätechnik variable Düngetechnik (variable Spritztechnik)	Fuhrwerkswaage	variable Sätechnik variable Düngetechnik variable Spritztechnik	variable Sätechnik variable Düngetechnik variable Spritztechnik	variable Sätechnik variable Düngetechnik variable Spritztechnik
<b>ökonomische Effekte</b>	hohe Investitionen bei nicht ausgeschöpften Ertragsreserven	minimale Investitionen bei nicht ausgeschöpften Ertragsreserven	höchste Investitionen im optimierten Produktionsprozess	geringe Investitionen bei weitgehend uniformen Gegebenheiten	höchste Investition mit Produktion auf niedrigem Ertragsniveau
<b>ökologische Effekte</b>	wenig verändertes Landschaftsbild	lokale Überversorgung und Unterversorgung wahrscheinlich	lokale Gegebenheiten berücksichtigt	maximaler Erosionsschutz umgesetzt	gesellschaftliche Forderungen berücksichtigt

#### 4.4.2 Gewannebewirtschaftung „Hausäcker“

Im Gewinn Hausäcker wurden im Jahr 2000 Zuckerrüben gemeinschaftlich angebaut. Nach einheitlichen Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen wurden die Rüben gemeinsam geerntet. Die Ertragskartierung erfolgte mit einem Sensorsystem der Firma Rottmeier. Dabei wurden Tragrollen des umlaufenden Transportbandes durch Wiegerollen ersetzt und mit einem Messsystem in der Kabine verbunden. Das in einem 6-reihigen Baricello-Zuckerrübenvollernter eines Erdinger Lohnunternehmers erprobte System war im HOLMER-Zuckerrübenvollernter aus Zeilzheim nur schwierig zu integrieren, weil bei diesem Bautyp drei statt zwei Siebsterne einge-

setzt werden. Dadurch werden die geernteten Rüben mit einer wesentlich höheren Geschwindigkeit auf das Siebband geschleudert und bewegen sich zudem nur über eine relativ kurze Strecke ruhig auf dem Siebband. Trotz mehrerer Kalibrierungen konnte die Messgenauigkeit nicht optimiert werden. Erschwert wurden die Messungen zusätzlich durch einsetzenden Regen während des Rodevorganges.

Trotz dieser Einschränkungen wurde eine Ertragskarte (Abb. 4-3) erstellt. Daraus lässt sich die Ertragssituation auf dem Schlag ableiten und trotz der genannten Einschränkungen durch die höhere Ungenauigkeit interpretieren: So ist der geringere Ertrag im nord-östlichen Randbereich des Gewannes auf die „ungünstige Vorfrucht Zuckerrübe“ zurückzuführen, die zudem einen hohen Cercospora-Befall zur Folge hatte. Für das Vorgewende lassen sich aufgrund der vielen Überschneidungen keine konkreten Aussagen machen. Die beiden weißen Streifen beruhen auf einem kurzfristigen GPS-Ausfall. Insgesamt ergibt sich nur eine relativ geringe Ertragsdifferenz.

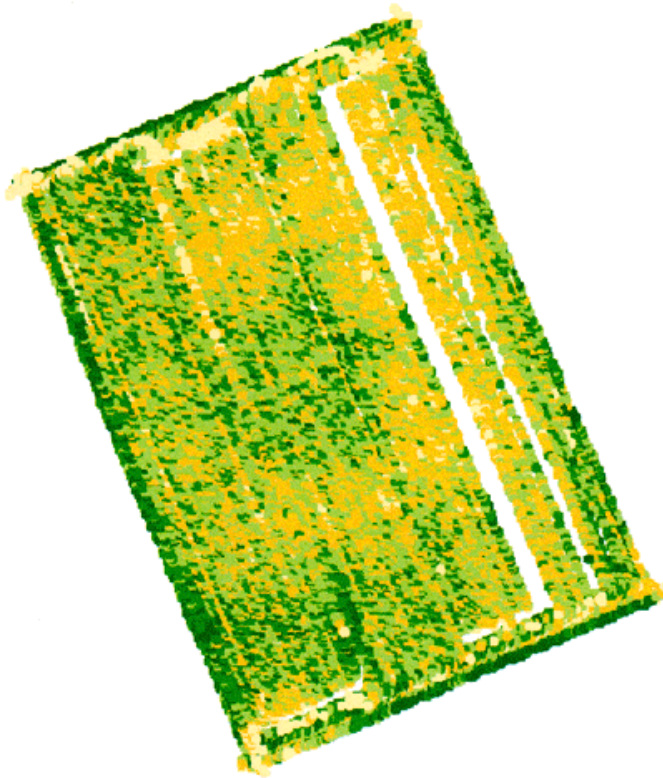


Abb. 4-3: Ertragskarte Hausäcker in Zeilitzheim, 2000, Zuckerrüben  
(gelb = niedrigerer Ertrag / grün = höherer Ertrag)

Bei einem Vergleich der Ertragskarte mit der Bodenkarte, die mit EM-38 erstellt wurde, zeigen sich rein optisch nur leichte Übereinstimmungen. Das mag daran liegen, dass die Fläche Hausäcker relativ homogen ist und Ertragsunterschiede hauptsächlich auf die historisch unterschiedliche Bewirtschaftung und Düngung zurückzuführen sind.

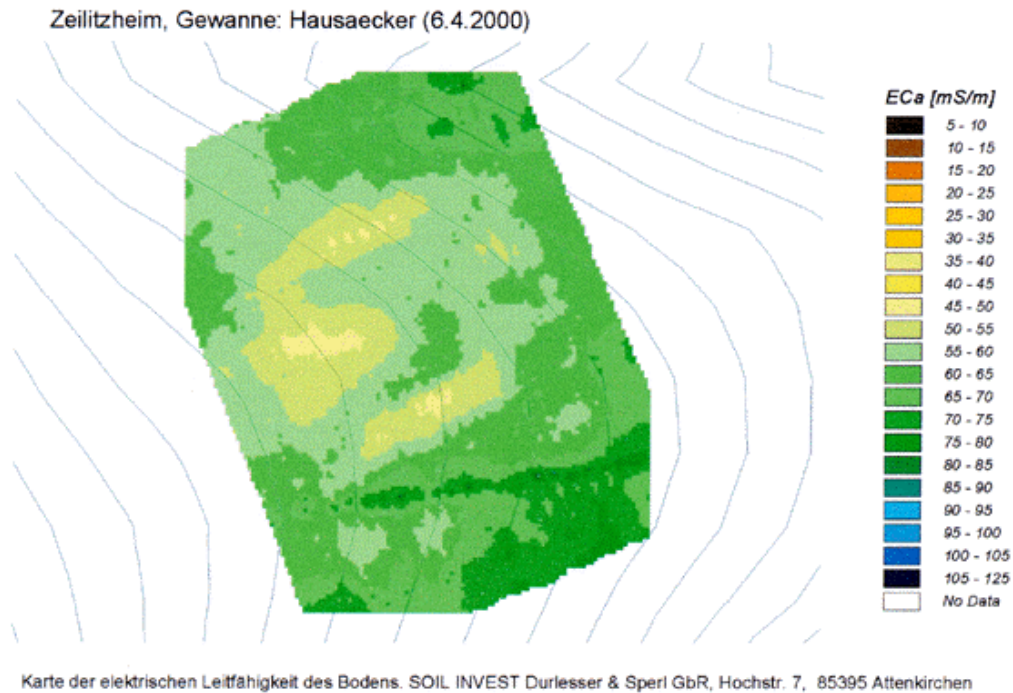


Abb. 4-4: Elektrische Leitfähigkeit des Bodens vom Gewinn Hausäcker in Zeilitzheim, 2000

Neben der Rodung mit dem Zuckerrübenvollernter wurden von der gesamten Zuckerrübenfläche auch Handproben gezogen. Dabei wurden aus jeder Einzelfläche des Gewannes jeweils drei Proben à 15 Rüben aus dem Bestand genommen und von der Firma Südzucker analysiert (Tab. 4-2).

Tab. 4-2: Analysewerte für die Proberodungen auf Gewinn Hausäcker in Zeilitzheim

Teilfläche	Polarisation	Kalium	Natrium	Stickstoff
1 Rettner	18,7	30,8	5,1	13,1
	18,8	35,8	4,6	11,2
	19,1	28,3	4,3	10,6
<b>Mittelwert</b>	<b>18,9</b>	<b>31,6</b>	<b>4,7</b>	<b>11,6</b>
2 Kukoll	18,4	33,7	5,7	8,2
	18,8	34,2	5,2	6,8
	19,0	36,8	4,9	8,2
Mittelwert	<b>18,7</b>	<b>34,9</b>	<b>5,3</b>	<b>7,7</b>
3 Räch (Herbert)	18,3	31,5	4,6	7,9
	18,9	33,0	5,5	12,4
	18,5	30,5	4,6	11,0
<b>Mittelwert</b>	<b>18,6</b>	<b>31,6</b>	<b>4,9</b>	<b>10,4</b>
4 Fehler (Herbert)	17,5	30,7	4,4	12,2
	16,6	29,8	5,9	9,8
	17,7	25,8	4,5	10,6
<b>Mittelwert</b>	<b>17,3</b>	<b>28,8</b>	<b>4,9</b>	<b>10,9</b>
5 Räch (Herbert)	17,6	33,1	5,9	10,3
	17,8	31,5	4,9	10,5
	18,5	31,2	4,0	10,9
<b>Mittelwert</b>	<b>18,0</b>	<b>31,9</b>	<b>4,9</b>	<b>10,6</b>

Statistisch gesicherte Aussagen sind bei der geringen Anzahl von Stichproben nur schwer möglich. Dennoch lassen sich Tendenzen erkennen. Dabei scheint sich insbesondere die Güllegabe der Teilfläche 1 hinsichtlich des Stickstoffs in der Rübe negativ bemerkbar zu machen. Dagegen scheint sich auf der Fläche 2 die langjährige pfluglose Bearbeitung bzgl. der Stickstoffwerte positiv auszuwirken. Auf der Fläche 4 verringert sich, begünstigt durch die ungünstige Vorfrucht Zuckerrübe (verbunden mit einem sehr hohen Cercospora-Befall), die Polarisation deutlich. Mit einem Wert von nur 17,3 liegt er erheblich unter den anderen Ergebnissen.

#### 4.4.3 Vorbereitung der neuen Gewanne

Nach langwierigen Gesprächen mit den Eigentümern und dem Maschinenring konnten zwei weitere Gewanne gebildet werden:

Gewann „In den Bandstauden“ war im Jahr 2000 mit Silomais bestellt. Aufgrund einer fehlenden Ertragsmesstechnik in einem Feldhäcksler musste jedoch auf die Ertragskartierung verzichtet werden. Der Transport der in Weihenstephan verfügbaren Maschine wäre unverantwortlich teuer gewesen und hätte zudem erhebliche zeitliche Probleme in der Gesamtorganisation aller damit abzuerntenden Flächen mit sich gebracht.

## Gewann „Hegern“

- Für das Teilstück des Landwirts „Möslein“ wurde eine Ertragskartierung zu Winterweizen durchgeführt, die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen.
- Für das Teilstück des Landwirts „Spiegel“ (bewirtschaftet von Herbert) wurden aus dem Silomaisbestand drei Streifen exakt verwogen, um daraus flächenabhängige Ertragsunterschiede abzuleiten. Die Ergebnisse liegen vor.
- Im Herbst 2000 erfolgte für das gesamte Gewann ein Testeinsatz mit der in Weihenstephan entwickelten automatischen Datenerfassung beim „Pflügen“ (Abb. 4-5).
- Schließlich wurde im Winter die Zuckerrübensaat unter Beibehaltung der bisherigen Arbeitsrichtung mit den beteiligten Landwirten abgestimmt, damit dieses Gewann 2001 „besitzorientiert“ bewirtschaftet werden kann.

Die genannte Datenerfassung mit georeferenzierter Aufzeichnung der Bodenwiderstandswerte zeigt deutliche Unterschiede innerhalb des Gewannes „Hegern“ und insbesondere an den ehemaligen Feldgrenzen. Darauf soll in der Zuckerrübenvegetation mit spezifischen Maßnahmen reagiert werden.

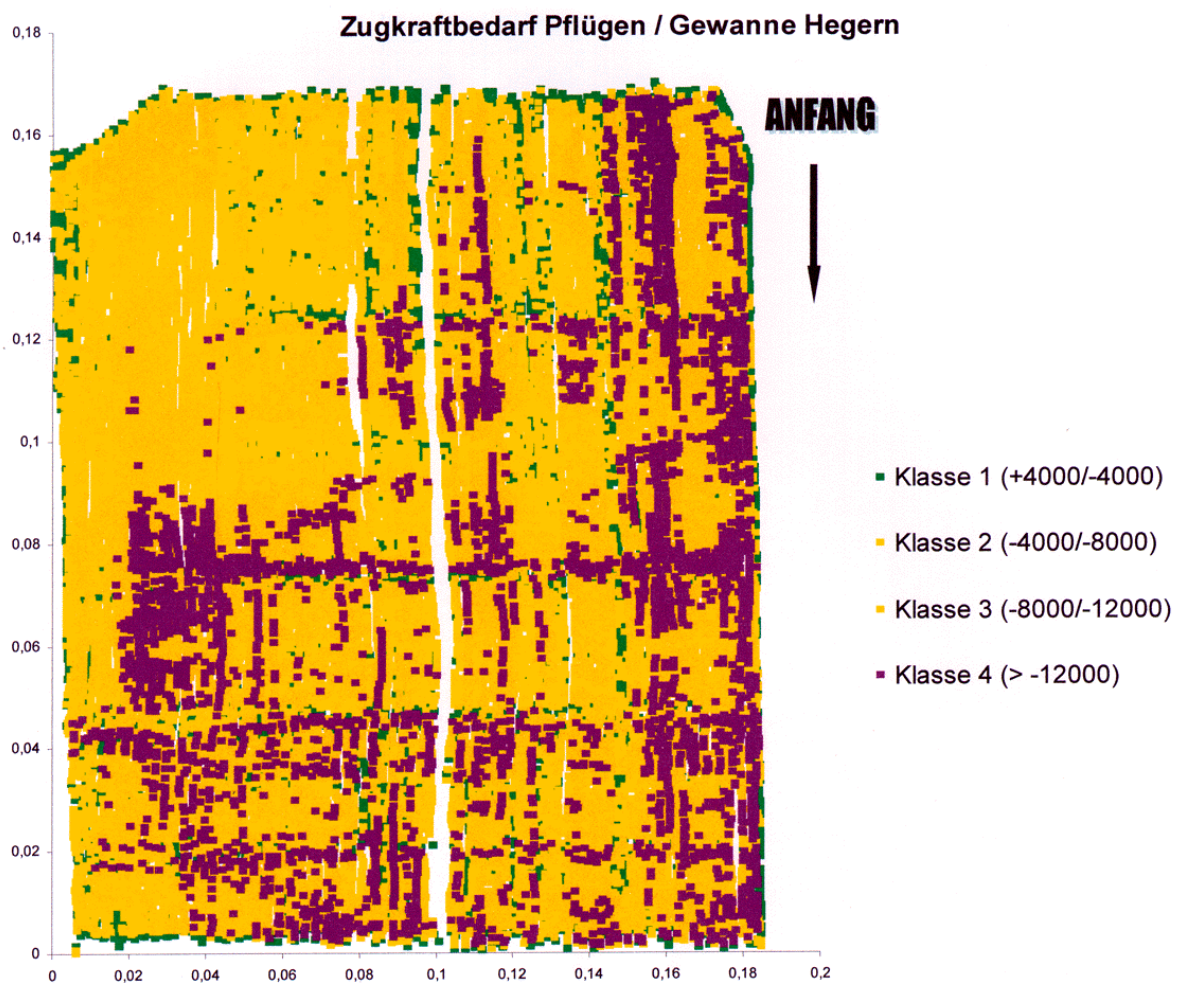


Abb. 4-5: Zugwiderstandswerte des Gewann „Hegern“

#### **4.4.4 Begleituntersuchungen im „Nürnberger Land“**

Auch im Gewinn „Nürnberger Land“ wurde eine Ertragsmessung realisiert. Wiederum ergaben sich dort erhebliche Probleme bei der Organisation einer geeigneten Maschine, weshalb bis heute die Auswertungen noch nicht erstellt werden konnten.

#### **4.5 Ausblick auf das Jahr 2001**

Nach der nunmehr fest installierten Gewannestruktur in Zeilitzheim wird im Jahr 2001 versucht, flexible Module und deren Algorithmen für die unterschiedlichen unternehmerischen Ziele der Landwirte zu entwickeln. Dabei sollen die spezifischen Anforderungen der Betriebsleiter berücksichtigt und die jeweilig richtige Entscheidung im Rahmen eines precision agriculture-Ansatzes umgesetzt werden. Dazu wurde im Jahr 2000 ein ausführlicher Fragebogen entwickelt, um die Ansprüche der jeweiligen Landwirte einordnen zu können. Allerdings fehlt dazu noch die Einschätzung der Risikobereitschaft der Landwirte.

#### **4.6 Literatur**

- Auernhammer, H., Demmel, M., Maidl, F.X., Schmidhalter, U., Schneider, T. and Wagner, P. (1999): An on farm communication system for precision farming with nitrogen real-time application.-ASAE Paper No.: 991150, ASAE, St. Joseph, MI, USA.
- Auernhammer, H., Spangler, A. and Demmel, M. (2000): Automatic process data acquisition with GPS and LBS. EurAgEng Paper No.: 00-IT-005, AgEng 2000, Warwick, GB.
- Auernhammer, H., Mayer, M. and Demmel, M. (2000): Transborder farming in small-scale land use system. CIGR Tsukuba, Japan 2000.
- Deiglmayr, K., Hahnenkamm, O. und Rothmund, M. (2000): Planung und Bewertung einer Gewannebewirtschaftung in Zeilitzheim (Unterfranken). Seminararbeit: Institut für Landtechnik, Technische Universität München, Weihenstephan.
- Königer, A. (2000): Rechtliche Fragen zur Gewannebewirtschaftung und mögliche Lösungsansätze. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik, Technische Universität München, Weihenstephan.
- Sailer, U. (2000): Zur Ökonomik der Gewannebewirtschaftung - dargestellt am Beispiel der Gemarkung Zeilitzheim. Diplomarbeit, Technische Universität München, Weihenstephan.
- Werner, A., Haberstock, W., Barkusky, D. und Jarfe, A. (2000): Virtuelle Flurbereinigung schafft flexible Strukturen.-Lohnunternehmer Jahrbuch 2000, S. 90-96.

#### **4.7 Adressen**

Prof. Dr. H. Auernhammer  
Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Department für Biogene Rohstoffe und Technologie der Landnutzung, Fachgebiet Technik im Pflanzenbau  
Am Staudengarten 2  
85354 Freising-Weihenstephan  
Tel: 08161/713-442 Fax: 08161/713-895  
E-Mail: [auernhammer@tec.agrar.tu-muenchen.de](mailto:auernhammer@tec.agrar.tu-muenchen.de)