

# Ökonomische Bewertung von Parallelfahrssystemen

Helmut Frank\*, Markus Gandorfer\*, Patrick Ole Noack\*\*

\*Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues

Technische Universität München

Alte Akademie 14

85350 Freising-Weihenstephan

\*\*Firma geo-konzept GmbH

85111 Adelschlag

helmut.frank@mytum.de

markus.gandorfer@wzw.tum.de

pnoack@geo-konzept.de

**Abstract:** Dieser Beitrag befasst sich mit der ökonomischen Bewertung von Parallelfahrssystemen. Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Reduktion der Überlappungen Einsparungen von variablen Kosten für Betriebsmittel bis zu 27 €/ha bei Winterweizen erzielt werden können. Dies bedeutet, dass bei Einsatz eines kostengünstigen manuellen Spurführungssystems der Break-Even bereits bei 110 ha erreicht werden kann.

## 1 Einleitung

Mit dem Einsatz von Parallelfahrssystemen sind viele Vorteile verbunden, wie z.B. exaktes Anschlussfahren auch bei widrigen Sichtbedingungen, eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit oder die Entlastung des Fahrers von der Aufgabe des Lenkens. Zu den bedeutenden ökonomischen Leistungen von Parallelfahrssystemen gehören vor allem die Einsparungen an variablen Spezialkosten. Diese Einsparungen ergeben sich überwiegend aus dem Vermeiden von Überlappungen bei der Bestellung und dem daraus resultierenden geringeren Aufwand an Saatgut, Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Kraftstoffen und einem reduzierten Arbeitszeitbedarf [HW00]. Außerdem zeigen verschiedene Studien, dass die Fahrgeschwindigkeit durch diese Technologie erhöht werden kann [BW99] und im Vorgewende Zeiteinsparungen möglich sind. Insgesamt sind neben den Kosteneinsparungen auch positive Auswirkungen auf die Schlagkraft möglich. Dies ist vor allem auf die Ausdehnung der täglichen Arbeitszeit zurückzuführen, da auch bei schlechteren Sichtbedingungen gearbeitet werden kann. Dies führt zu einer Reduzierung von Terminkosten, die z.B. durch verspätete Aussaat entstehen können. Parallelfahrssysteme werden in der Regel in drei Gruppen unterteilt: **(1) Manuelle Parallelfahrssysteme** zeigen dem Fahrer auf einem Lichtbalken die Abweichung von der Fahrspur an. Daraufhin muss er selbst die notwendigen Lenkkorrekturen vornehmen. **(2) Lenkassistenzsysteme** unterstützen den Fahrer, indem sie das Fahrzeug automatisch auf der Sollfahrspur halten.

**(3) Automatische Lenksysteme** greifen direkt in die Lenkhydraulik ein. Dazu ist ein Einbausatz nötig, der aus einem Hydraulikventil und verschiedenen Sensoren besteht. Diese Systeme arbeiten genauer und können bereits im Vorgewende oder während der Rückwärtsfahrt aktiviert werden.

## 2 Wirtschaftlichkeit von Parallelfahrssystemen

Die Entscheidung für oder gegen den Einsatz von Parallelfahrssystemen hängt zunächst von der ökonomischen Bewertung ab. Hierbei werden Kosten und Nutzen der Systeme gegenübergestellt. Kosten entstehen durch die Anschaffung sowie durch Reparaturen und die Nutzung kostenpflichtiger Korrekturdienstleistungen. Als Nutzen stehen Kosteneinsparungen durch die Verminderung variabler Spezialkosten aber auch durch die mögliche Reduzierung von Terminkosten gegenüber.

### 2.1 Kosten von Parallelfahrssystemen

Die beim Einsatz von Parallelfahrssystemen entstehenden Kosten setzen sich aus den Kosten für die Anschaffung und Wartung der Systeme sowie eventuelle Lizenzgebühren für Korrektursignale zusammen. Die Ermittlung der Anschaffungs- und Betriebskosten für Parallelfahrssysteme erfolgt hier am Beispiel von Produkten der Firma Trimble. Die Daten beruhen auf der Preisliste 2007 der Firma geo-konzept GmbH. Als Beispiel für ein manuelles Parallelfahrssystem dient das System Trimble AgGPS EZ-Guide Plus 252 System mit Omnistar HP Korrektursignal, als Lenkassistentensystem wird das System AgGPS EZ-Steer 252 System bei der Betrachtung berücksichtigt. Außerdem werden die Kostenstrukturen von automatischen Lenksystemen anhand eines Trimble AgGPS HP Autopilot und Trimble AgGPS RTK Autopilot Systems mit zugehöriger Referenzstation betrachtet. Alle Systeme erreichen eine systembedingte Genauigkeit von 5-10 cm, der Trimble AgGPS RTK Autopilot sogar eine Genauigkeit von 2,5 cm. In Tabelle 1 sind die jährlichen Kosten, die sich durch die Investition in verschiedene Parallelfahrssysteme ergeben, zusammengefasst.

Kennzahl	Einheit	Manuelles System	Lenkassistent	Autopilot	
		EZ-Guide Plus 252	EZ-Steer 252	HP Autopilot	RTK Autopilot*
erreichbare Genauigkeit	cm	5-10	5-10	5-10	2,5
Investitionsbedarf	€	7440	11640	18430	36940
Abschreibung bei 6 Jahren					
Nutzungsdauer	€/Jahr	1240	1940	3072	6157
Zinsen bei 5% Zinssatz	€/Jahr	226	353	559	1121
Reparaturkosten**	€/Jahr	223	349	553	1108
Korrekturdienst Omnistar HP	€/Jahr	1195	1195	1195	-
<b>jährliche Kosten</b>	<b>€/Jahr</b>	<b>2884</b>	<b>3837</b>	<b>5379</b>	<b>8386</b>
* bestehend aus Autopilot System 23670 € und betriebseigener RTK Referenzstation 13270 €.					
** 3% vom Investitionsbedarf					

Tabelle 1: Investitionsrechnung für ausgewählte Parallelfahrssysteme der Firma Trimble (auf Basis der Preisinformationen der Firma geo-konzept 2007)

Es wird ersichtlich, dass sich die jährlichen Kosten beim Einsatz von Parallelfahrssystemen deutlich unterscheiden können. So liegen die Kosten für ein manuelles Parallelführungssystem bei 2884 € im Jahr, für ein RTK-System mit Autopilot und Referenzstation müssen dagegen 8386 € im Jahr (für die oben genannte Genauigkeit) veranschlagt werden. Anders als bei Systemen mit kostenpflichtigen Korrekturdiensten fallen bei der RTK-Variante für jede weitere Maschine, die mit Autopilot ausgestattet werden soll, nur die Kosten für das Parallelfahrssystem an.

## **2.2 Break-Even-Analyse zum Einsatz von Parallelfahrssystemen**

Damit der Einsatz von Parallelfahrssystemen wirtschaftlich ist, müssen die Anschaffungs- und Betriebskosten durch deren zusätzlichen Nutzen gedeckt werden. Abbildung 1 zeigt die Kostenentwicklung von verschiedenen Parallelfahrssystemen je Hektar Einsatzfläche für das Produktionsverfahren Winterweizenanbau. Weiterhin ist das Kosteneinsparungspotenzial eingezeichnet. Grundlage für die Berechnung des Einsparpotenzials ist die Annahme, dass bei jedem Arbeitsgang eine Überlappung von 5 % gegeben ist. Durch die Reduktion der Überlappung auf die erreichbare Genauigkeit des Parallelfahrsystems ergibt sich die Kosteneinsparung. Für die zu Grunde liegenden Arbeitsbreiten (Grundbodenbearbeitung und Saat 6 m, Pflanzenschutz und Düngung 36 m) und einer Anschlussgenauigkeit des Parallelfahrsystems von 5-10 cm liegt das Einsparungspotenzial bei etwa 27 €/ha. Andere Berechnungen zeigen ähnliche Ergebnisse [HW00]. Beim Einsatz eines RTK-Autopilotensystems mit einer Genauigkeit von 2,5 cm erhöht sich das Einsparungspotenzial nochmals geringfügig. Somit ist der Break-Even, der für dieses System aus Abbildung 1 hervorgeht, eine eher konservative Einschätzung. Die Kosten für ein RTK-System können beispielsweise durch die überbetriebliche Nutzung der Referenzstation deutlich verringert werden. Ausgehend von den oben beschriebenen Einsparpotenzialen liegt der Break-Even-Punkt mit dem manuellen System bei etwa 110 ha, für den Lenkassistenten bei etwa 140 ha, für den HP-Autopilot bei 200 ha sowie für den RTK-Autopilot bei ca. 310 ha. Mit steigenden Kosten für Diesel, Handelsdünger und Pflanzenschutzmittel wird der Einsatz von Parallelfahrssystemen bei immer geringerer Einsatzfläche rentabel. Wenn zusätzlich auftretende Terminkosten berücksichtigt werden, bietet sich unter Umständen ein wesentlich höheres Kosteneinsparungspotenzial und die Rentabilitätsschwelle für die Anschaffung der Parallelfahrssysteme wird wesentlich früher erreicht. Terminkosten können durch höhere Saatgutkosten und geringeren Ertrag bei Saat nach dem optimalen Saattermin entstehen. Durch die Erhöhung der Schlagkraft mit Hilfe von Parallelfahrssystemen ist es möglich Terminkosten zu senken, da an den oft wenigen verfügbaren Feldarbeitstagen die Arbeitszeit ausgedehnt werden kann, so dass der zu spät gesäte Flächenanteil deutlich reduziert wird.

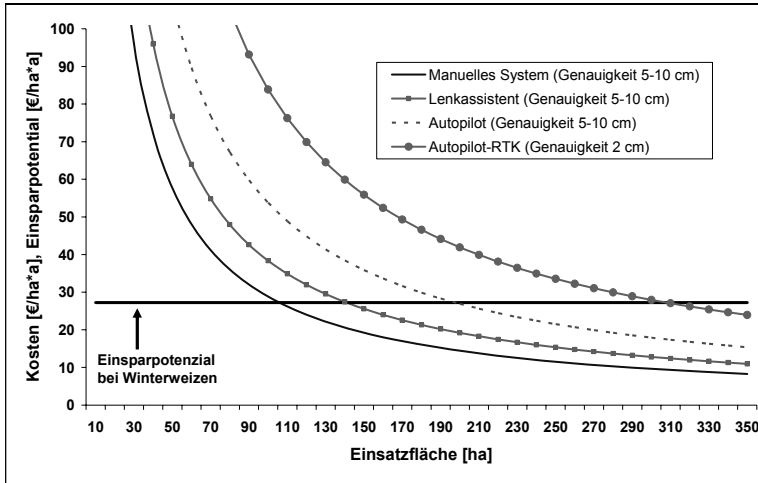


Abbildung 2: Entwicklung der jährlichen Kosten für den Einsatz ausgewählter Parallelfahrssysteme (€/ha) bei steigender Einsatzfläche und Einsparpotenzial bei Winterweizen

### 3 Schlussfolgerungen

Die dargestellten Kalkulationen zeigen, dass manuelle Spurführungssysteme schon bei kleineren Einsatzflächen (110 ha) wirtschaftlich eingesetzt werden können. Dabei muss jedoch auf den Arbeitskomfort verzichtet werden, den höhere Technisierungsstufen wie Lenkassistenten oder Autopilotensysteme bieten. Wenn zusätzlich zu den positiven ökonomischen Auswirkungen auch die Schlagkraftherhöhung (z.B. durch Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit) berücksichtigt wird, ergibt sich ein noch höheres Potenzial. Neben rein ökonomischen Kriterien sind es aber auch Aspekte des Arbeitskomforts, der Arbeitsqualität sowie ökologische Aspekte, die den Einsatz von Parallelfahrssystemen vorteilhaft erscheinen lassen. Die Steigerung des Arbeitskomforts, der sich direkt auf die Mitarbeitermotivation auswirkt und so zu einer Verbesserung der Qualität der Arbeitserledigung führt, ist ökonomisch nur schwer zu bewerten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass gerade die genannten weichen Faktoren einen nicht unerheblichen Einfluss auf den Unternehmenserfolg haben.

### Literaturverzeichnis

- [BW99] Buick, R.; White, E: Comparing GPS Guidance with Foam Marker Guidance. Proceedings of the 4th International Conference on Precision Agriculture 1998, 1999; S. 1035-1045.
- [HW00] Hank, K.; Wagner, P.: Autonome Fahrzeugführung mit hochgenauen Navigationssystemen: Ökonomische Effekte einer verringerten Überlappung bei der Bodenbearbeitung. In: Birkner, U, Amon, H., Ohmayer, G., Reiner, L.: Referate der 21. GIL\_ Jahrestagung in Freising- Weihenstephan. Freising, 2000; S. 259-262.