

## Nutzerreport

# Parallelfahrssysteme – Einschätzungen und Anforderungen aus Sicht der Nutzer

im Rahmen des Experimentierfelds Agro-Nordwest

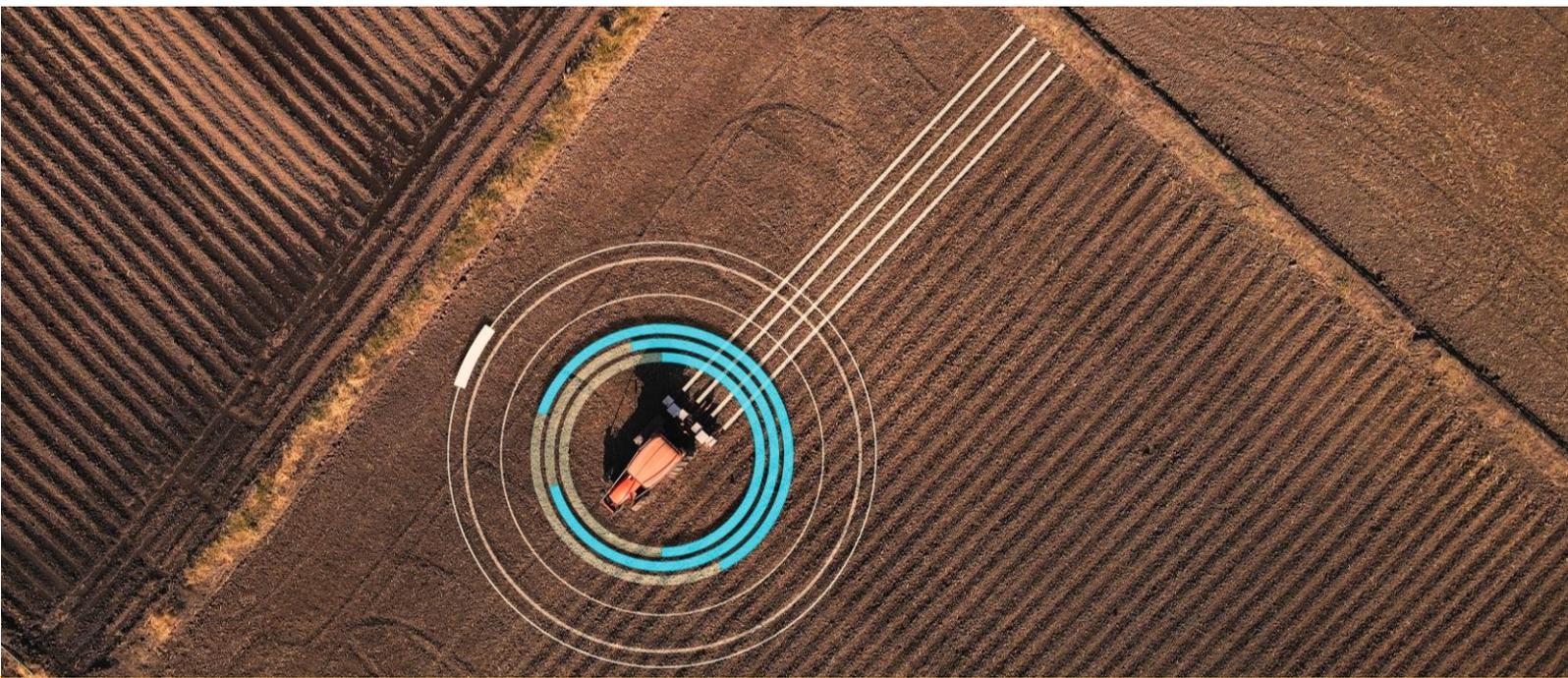


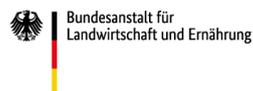
Foto: Shutterstock 2176781117 bereitgestellt durch Agrotech Valley Forum e.V.

Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Projektträger



## **Nutzerreport**

# Parallelfahrssysteme – Einschätzungen und Anforderungen aus Sicht der Nutzer

im Rahmen des Experimentierfelds Agro-Nordwest

Förderkennzeichen: 28DE103F18

### **Autorinnen**

Kathrin Gegner

k.gegner@izt.de

Christine Henseling

c.henseling@izt.de

unter Mitwirkung von Sabrina Linsmaier, Jost Neumann, Zoe Willim

23. September 2022

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung  
[www.izt.de](http://www.izt.de)

# Inhaltsverzeichnis

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Hintergrund: Anwenderintegration für bedarfsgerechte Innovationsansätze im Experimentierfeld Agro-Nordwest .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorgehensweise und Aufbau des Papiers.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Parallelfahrssysteme.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Der Use Case „Parallelfahrssysteme“ im Experimentierfeld Agro-Nordwest .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Einschätzungen und Anforderungen der Nutzer an Parallelfahrssysteme .....</b>	<b>9</b>
	5.1 Vorteile und Chancen des Einsatzes von Parallelfahrssystemen .....	9
	5.2 Defizite und Hemmnisse .....	11
	5.3 Nutzeranforderungen an Parallelfahrssysteme .....	15
<b>6</b>	<b>Einschätzungen zur zukünftigen Verbreitung der Technologie .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>19</b>

# 1 Hintergrund: Anwenderintegration für bedarfsgerechte Innovationsansätze im Experimentierfeld Agro-Nordwest

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert mit 14 bundesweiten digitalen Experimentierfeldern die Digitalisierung in der Landwirtschaft. Die Projekte sollen dabei helfen, digitale Technologien im Pflanzenbau und in der Tierhaltung zu erforschen und deren Eignung für die Praxis zu überprüfen, so dass sie optimal zum Schutz der Umwelt, Steigerung des Tierwohls und der Biodiversität sowie zur Arbeitserleichterung eingesetzt werden können.

Im Rahmen des Experimentierfeldes „Agro-Nordwest“, an dem zahlreiche Forschungspartner und Betriebe entlang der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette beteiligt sind ([www.agro-nordwest.de](http://www.agro-nordwest.de)), führt das IZT Fokusgruppen und Interviews zur Anwenderintegration durch.

Bei der Einrichtung und Ausgestaltung des Experimentierfeldes Agro-Nordwest spielt die frühe Integration von Anwendern<sup>1</sup> zur bedarfsorientierten Entwicklung der betrachteten digitalen Technologien eine bedeutende Rolle. Die Verbreitung innovativer Lösungsansätze ist maßgeblich auf die aktive Integration von Nutzern und Kunden in den Innovationsprozess angewiesen. Dies liegt zum einen daran, dass sich innovative Nachhaltigkeitslösungen nur dann durchsetzen werden, wenn sie bedarfs- und nachfragegerecht sind. Die frühzeitige Einbeziehung der Praxisakteure reduziert das Risiko, dass Innovationsvorhaben scheitern und erhöht die Anschlussfähigkeit neuer Lösungen an bestehende Nutzungssysteme und Nutzungskulturen (Fichter 2005). Hierbei sind die schon vorhandenen oder sich im Aufbau befindlichen Praktiken in der Region zu berücksichtigen. Zum zweiten ermöglicht das Testen von Prototypen nutzungs- und verhaltensbedingte Potenziale für neue Lösungen in realitätsgetreuen Verwendungssituationen zu ermitteln und unbeabsichtigte Nebenfolgen zu identifizieren und zu vermeiden. Zum dritten schließlich kommt der Kooperation mit Anwendern eine zentrale Rolle bei der Markteinführung und der Diffusion nachhaltiger Lösungen zu. Die Einbeziehung von potenziellen Anwendern ermöglicht also nicht nur die Überprüfung der Akzeptanz und Anschlussfähigkeit, sondern auch die Überprüfung der Tragfähigkeit möglicher Geschäftsmodelle für Agrarbetriebe. Die digitalen Technologien müssen gut in den Betriebsablauf integriert werden können, um wirklich die Schwelle zur breiten Anwendbarkeit zu überwinden. Das bedingt eine genaue Abstimmung mit den Nutzern dieser Technologien.

Mit Blick darauf wurden zu den im Experimentierfeld Agro-Nordwest untersuchten Technologien und Applikationen Fokusgruppen sowie Nutzerinterviews durchgeführt, die darauf abzielen, Nutzerbedarfe zu ermitteln und bei der Entwicklung und Ausgestaltung der Anwendungsfälle zu berücksichtigen.

Der vorliegende Report beschäftigt sich mit **Parallelfahrssystemen**<sup>2</sup> und nimmt hierbei die Einschätzungen und Anforderungen der Landwirte und Lohnunternehmer als mögliche Nutzer dieser Technologie in den Blick.

---

<sup>1</sup> Ein Hinweis vorab: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichermaßen für beiderlei Geschlecht.

<sup>2</sup> im vorliegenden Report werden die Begriffe Parallelfahrssysteme und Lenksysteme synonym verwendet, die Begriffe werden hierbei übergreifend für unterschiedlich umfangreiche Assistenzsysteme (vgl. Kapitel 3) genutzt

Folgende Fragen stehen dabei im Mittelpunkt:

- Welche Vorteile sehen Praxisakteure im Hinblick auf den Einsatz von Parallelfahrssystemen? Welchen Nutzen versprechen sie sich davon?
- Warum werden Lenksysteme eingesetzt bzw. nicht eingesetzt? Werden eingebaute Systeme auch genutzt?
- Welche Erfahrungen wurden damit gemacht?
- Unter welchen Bedingungen würden Praxisakteure ein solches System einsetzen wollen?
- Welche Hemmnisse stehen der Anschaffung und dem Einsatz von Parallelfahrssystemen entgegen?
- Wie können vorhandene Defizite überwunden werden?

## 2 Vorgehensweise und Aufbau des Papiers

Um die Anforderungen und Bedarfe der Nutzer mit Blick auf automatische Lenksysteme zu erheben, wurde eine Fokusgruppe mit Landwirten und Lohnunternehmern durchgeführt. Fokusgruppen sind eine qualitative Forschungsmethode, bei der Diskussionsgruppen anhand bestimmter Kriterien zusammengestellt und durch einen Informationsinput zur Diskussion über ein bestimmtes Thema angeregt werden. Die Ergebnisse der Diskussionen spiegeln nicht nur die Einzelmeinungen der Teilnehmer wider, sondern beziehen auch die Austausch- und Diskussionsprozesse der Teilnehmer untereinander mit ein und erhalten dadurch eine besondere synergetische Qualität. Kennzeichnend für Fokusgruppen sind eine vergleichsweise hohe Informationsdichte und Informationstiefe. Ergänzend dazu fanden Interviews mit Landwirten sowie Experteninterviews mit Akteuren aus den Bereichen Landtechnikhersteller und Landtechnikservice statt. Innerhalb des Experimentierfeldes Agro-Nordwest wurden außerdem Einzel- und Gruppengespräche mit den am Use Case beteiligten Wissenschaftlern der Hochschule Osnabrück durchgeführt.

Die Fokusgruppe „Einsatz und Nutzen von Parallelfahrssystemen für kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe“ fand am 25.05.2022 als digitale Veranstaltung statt. Es nahmen sowohl Landwirte als auch Mitarbeitende von Lohnunternehmen teil. Alle Teilnehmer hatten sich bereits mit dem Thema Lenksysteme beschäftigt und setzen diese auch am eigenen Betrieb bzw. Lohnunternehmen ein.

Ziel war es, mit den Teilnehmern herauszuarbeiten, wie sie die Technologie aus Sicht der Praxis bewerten, welche Chancen und Potenziale sie in dieser Technologie sehen und welche Hemmnisse der Anwendung entgegenstehen. Zentrales Anliegen dieser und weiterer Fokusgruppen-Diskussionen im Forschungsprojekt Agro-Nordwest ist es, in die Forschung und Entwicklung neuer, digitaler Technologien in der Landwirtschaft die Anwenderperspektive mit einzubeziehen.

Im Folgenden soll zunächst eine Einleitung zu den Potenzialen und zum aktuellen Stand der Parallelfahrssysteme gegeben werden (Kapitel 3). In Kapitel 4 wird der Use Case „Parallelfahrssysteme“, der im Experimentierfeld Agro-Nordwest bearbeitet wird, kurz vorgestellt. In Kapitel 5 werden die Einschätzungen und Anforderungen der Nutzer dargestellt, die aus der Fokusgruppe sowie den Interviews ermittelt werden konnten. In einem Fazit (Kapitel 7) werden die wesentlichen Ergebnisse zusammengefasst.

### 3 Parallelfahrssysteme

Die landwirtschaftliche Feldbearbeitung mit Traktor und Arbeitsgerät erfordert konzentriertes Halten der Fahrspur, um einerseits keine Feldbereiche doppelt zu befahren und andererseits auch keine Bereiche unbearbeitet zu lassen. Zur Unterstützung des Fahrens auf dem Feld bieten verschiedene Hersteller Parallelfahrssysteme für Traktoren (und weitere landwirtschaftliche Arbeitsmaschinen wie z.B. Mähdrescher) an. Die Lösungen reichen von einfachen und leicht nachrüstbaren Lenkhilfen, die dem Fahrer die optimale Fahrspur am Display anzeigen (sog. „Mäusekino“), aber nicht aktiv in die Steuerung eingreifen, bis hin zu Lenkassistenten und Lenkautomaten, die den Lenkvorgang selbstständig übernehmen (Treiber-Niemann et al. 2013). Lenkassistentensysteme greifen mithilfe eines elektrischen Motors in der Fahrerkabine in das Lenkrad oder die Lenksäule ein. Verschiedene Hersteller bieten Nachrüstlösungen an, bei denen je nach Gegebenheit und Modell, nur der Elektromotor angebaut oder auch das Lenkrad ausgetauscht wird. Neuere Traktoren werden mit einem automatischen Lenksystem als Komplettlösung ab Werk bezogen oder sind zumindest bereits für ein automatisches Lenksystem vorgerüstet (Standard seit etwa 5 Jahren).<sup>3</sup>

Gemeinsam ist den verschiedenen Lenksystemen, dass sie zur Positionsbestimmung Satellitenortungssysteme nutzen. Diese werden allgemein als GNSS („Global Navigation Satellite System“) bezeichnet. Satellitenortungssysteme sind unter anderem das GPS („Global Positioning System“) der USA und Galileo der Europäischen Union. Automatische Lenksysteme auf modernen Traktoren sind mit GNSS-Sensoren („GPS-Empfänger“) – bestehend aus einer Antenne und einem Empfänger – ausgestattet (DLG e.V. 2016). Da die Satellitenortungssysteme allein nur Genauigkeiten im Bereich von 10 Metern erreichen (Wanninger 2011) und die Anwendungen in der Präzisionslandwirtschaft eine wesentlich höhere Genauigkeit erfordern, werden Korrekturdienste eingesetzt. Die Übertragung von Korrekturdaten kann über Satelliten erfolgen. Verschiedene Systeme (u.a. EGNOS-Korrektursignal) erreichen hier unterschiedliche Genauigkeiten – meist im Bereich 5 bis 10 Zentimeter. Für bestimmte Lenksystemanwendungen wie das Controlled Traffic Farming (Regelfahrspurverfahren) ist RTK (Real Time Kinematic) Genauigkeit notwendig. RTK-Korrektursignale werden von RTK-Referenzstationen bzw. RTK-Netzwerken (Verbund von RTK-Stationen) ausgesandt. In der Regel erfolgt die Übertragung der Korrektursignale über Mobilfunk (DLG e.V. 2016). Eine RTK-Antenne am Traktor empfängt sowohl die GNSS-Signale als auch RTK-Korrektursignale und erreicht eine sehr hohe Genauigkeit mit Abweichungen im 2 Zentimeter-Bereich (Experteninterview). Angeboten werden RTK-Korrekturdienste von staatlicher Seite (Satellitenpositionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung SAPOS), von Herstellern sowie von herstellerunabhängigen privaten Anbietern. Landwirtschaftliche Betriebe mit vielen Fahrzeugen mit Lenksystemen und hohen Ansprüchen an Genauigkeit und Zuverlässigkeit (Sonderkulturen, Reihenfrüchte etc.) nutzen meist eigene Referenzstationen (DLG e.V. 2016).

Mithilfe eines Anfangspunkts (A) und Endpunkts (B) der ersten Fahrspur wird eine Referenzlinie für die Parallelführung des Traktors erzeugt. Das Lenksystem-Programm errechnet sich die weiteren Fahrspuren unter Berücksichtigung der Breite des Anbaugeräts durch Parallelverschiebung der Referenzlinie A-B. Die Systeme bestimmen fortlaufend die Abweichung von der Referenzlinie (Spurfehler) und zeigen diese an bzw. greifen in die Lenkung des Fahrzeugs ein (DLG e.V. 2016). Sind die Abmaße des Feldes in einem Geoinformationssystem erfasst, können die Fahrspuren für einige Lenkautomaten vorab festgelegt und auf dem Feld automatisch abgearbeitet werden. Lenkeingriffe wären theoretisch nicht

---

<sup>3</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

mehr nötig, die Betätigung der Arbeitsgeräte (wie Heben und Senken) erfolgt jedoch weiterhin manuell (Treiber-Niemann et al. 2013). Über die Spurführung des Traktors hinaus kann auch der Einsatz mehrerer Maschinen optimal aufeinander abgestimmt werden (Gaide und Böttcher o.J.). Je nach Assistenzumfang lassen sich Lenksysteme wie folgt unterteilen:

Tabelle 1: Übersicht Lenksysteme

	Lenkhilfen	Lenkassistenten	Lenkautomaten
Funktionsweise	optische Fahrspuranzeige („Mäusekino“) Lenkkorrektur erfolgt manuell	Lenkung durch elektrischen Motor am Lenkrad; Wendevorgänge weiterhin manuell	Eingriff zur Fahrzeugsteuerung direkt in der Lenkhydraulik
Referenzsignal	EGNOS	Satellit oder RTK	RTK
Präzision	± 30 cm	± 20 cm bzw. ± 2,5 cm mit RTK	± 2,5 cm
Kosten	800 - 2.500 Euro	4.000 - 15.000 Euro	8.500 - 40.000 Euro

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Treiber-Niemann et al. 2013 sowie Ergänzungen aus dem Projektteam

Die erreichbaren Arbeitsgenauigkeiten mit GNSS-Lenksystemen können durch verschiedene Störfaktoren in der Umgebung, wie die Abschattung des GNSS-Signals an einem Waldrand, reduziert sein. Navigationsrechner können dies teilweise durch Korrektursoftware ausgleichen (Treiber-Niemann et al. 2013).

Mit einigen Lenkautomaten lässt sich auch ein automatisches Vorgewendemanagement durchführen. Alle notwendigen Arbeitsschritte wie Abbremsen, Betätigung der Zapfwelle, Anheben des Gerätes und Lenken in die nächste Fahrspur wird dabei automatisch durchgeführt (Treiber-Niemann et al. 2013). Etliche Parallelfahrssysteme bieten auch die Zusatzoption einer elektronischen Teilbreitenschaltung – zum Einsatz vorwiegend beim Pflanzenschutz, aber auch bei der Düngung – in Kombination mit den entsprechend ausgerüsteten Pflanzenschutzgeräten bzw. Düngestreuern. Hierbei werden diejenigen Teilbreiten abgeschaltet, auf denen bereits eine Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln bzw. Dünger erfolgt ist (Treiber-Niemann et al. 2013).

In der Literatur wird der Nutzung von Parallelfahrssystemen eine steigende Flächenleistung sowie sinkende variable Kosten zugeschrieben (Treiber-Niemann et al. 2013):

- Verkleinerung von Überlappungen und Fehlstellen beim Anschlussfahren
- reduzierter Betriebsmittelaufwand
- sinkender Kraftstoffverbrauch
- Entlastung der Fahrer
- Optimierung der Wendevorgänge
- Ermöglichung höherer Fahrgeschwindigkeiten ohne Genauigkeitseinbußen
- präzise Fahrten bei Nacht und schlechter Sicht und damit Möglichkeit der Ausdehnung der nutzbaren Feldarbeitszeit
- Spurreißer und Schaummarkierungssysteme werden nicht mehr benötigt

Die Einsparung von Betriebsmitteln hat neben dem monetären Effekt auch eine Wirkung in der Verringerung von negativen Umweltwirkungen von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Auch kann die Zahl der Überfahrten und damit der Bodendruck verringert werden. Ein zusätzlicher, subjektiv wahrgenommener Zusatznutzen liegt in den ergonomischen Effekten der Lenkassistenten und Lenkautomaten, die die Fahrenden von der Lenkarbeit entlasten (Treiber-Niemann et al. 2013).

GNSS-Lenksysteme sind bereits weit verbreitet am Markt. In einer Online-Befragung bei Landwirten in Bayern wurde erhoben, welche digitalen Technologien in den Betrieben im Einsatz sind. Automatische Lenksysteme wurden von 17 Prozent der Befragten angeschafft und werden auch genutzt, weitere 12 Prozent der Befragten planen eine Anschaffung in den nächsten fünf Jahren (Gabriel und Gandorfer 2020). 40 Prozent derjenigen, die automatische Lenksystemen nutzen geben an, dass dies die derzeit für sie wichtigste digitale Unterstützung auf dem Feld sei (Gabriel und Gandorfer 2021).

In Anbetracht der unter Umständen hohen Investitionskosten bieten sich für kleine und mittlere Betriebe betriebsübergreifende Kooperationen zur gemeinschaftlichen Anschaffung und Nutzung von Maschinen mit Parallelfahrssystemen an (Treiber-Niemann et al. 2013).

## **4 Der Use Case Parallelfahrssysteme im Experimentierfeld Agro-Nordwest**

Der Use Case „Einsatz und Nutzen von Parallelfahrssystemen für kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe“ im Experimentierfeld Agro-Nordwest nimmt GNSS-Lenksysteme für Arbeitsmaschinen in den Blick und ist Teil des Projektschwerpunkts 2 „Precision Farming für jedermann“, in dem die Anwendbarkeit und Rentabilität verschiedener Systeme für kleinere Betriebe mit älteren Maschinen und wenig Digitalisierung Gegenstand der Untersuchung ist. Ziel ist es, vollautomatische und unterstützende GNSS-Lenksysteme mit einer konventionellen Durchführung (ohne unterstützendes System) zu vergleichen und mögliche Unterschiede aufzuzeigen.

### **Versuchsdesign**

Die Versuche zu GNSS-Lenksystemen werden in die normalen Arbeitsprozesse auf den Versuchsbetrieben eingebunden, um ein möglichst realistisches Anwendungsszenario zu erhalten. Sie finden sowohl auf Grünland wie auf Ackerflächen statt. Besonders hilfreich sind automatische Lenksysteme auf Grünland, da dort die Spurführung schwieriger ist als auf Ackerflächen mit sichtbaren Fahrspuren. Wichtige Bedingung für einen Vergleich der verschiedenen Systeme ist, dass die zu bearbeitenden Flächen gleich oder ähnlich in ihrer Größe und Beschaffenheit sind und dass gleiche oder ähnliche Maschinen zum Einsatz kommen. Des Weiteren müssen die Maschinenführer mit der Bedienung der Systeme vertraut gemacht worden sein.

Für eine detaillierte Datenauswertung zu den Parallelfahrversuchen ist eine hohe Positionsgenauigkeit auf dem Feld notwendig. Da die vom Hersteller bereitgestellten Schnittstellen zur Positionsermittlung keine ausreichende Datenrate aufweisen, um das Fahrverhalten des (am Versuchshof vorhandenen) Traktors detailliert zu untersuchen, wurde von den Forschenden ein GNSS-Empfänger zum Empfang des RTK-Korrektursignals über Mobilfunk gebaut und verwendet. Hiermit können genaue Informationen über den Fahrtweg und die Geschwindigkeit des Traktors erfasst werden.

Zusätzlich zum Fahrverhalten des Traktors sollen auch die Auswirkungen der verschiedenen Systeme auf die Arbeitsbelastung der Fahrer ermittelt werden. Hierbei werden die Einarbeitung der Fahrer in unterschiedliche Systeme sowie Fahrten mit und ohne automatische Parallelfahrssysteme betrachtet. Zur Messung des Stresslevels werden Vitaldaten (Herzfrequenz etc.) erhoben.

## 5 Einschätzungen und Anforderungen der Nutzer an Parallelfahrssysteme

Die Akzeptanz der Landwirte ist eine entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche Marktdiffusion. Um die Akzeptanz und somit die Innovationen im Bereich der Digitalisierung der Landwirtschaft zu fördern, müssen daher die Bedarfe und Anforderungen von Nutzern identifiziert und diese frühzeitig in die Prozesse der Innovationsgestaltung in den Testumgebungen der Anwendungsfälle integriert werden.

Aus der Fokusgruppe mit Landwirten sowie den durchgeführten Interviews können verschiedene relevante Aspekte für die Akzeptanz von Parallelfahrssystemen identifiziert werden.<sup>4</sup> In der Fokusgruppen-Diskussion kamen unterschiedliche Systeme zur Sprache: Neuere Traktoren mit vorgerüsteten Lenksystemen, Nachrüstsyste me für ältere Traktoren sowie Selbstbaulösungen zur Nachrüstung (Eigenbau aus Elektronikbauteilen und Lenkradmotor) mit herstellernerneutraler Software.

### 5.1 Vorteile und Chancen des Einsatzes von Parallelfahrssystemen

Aus Sicht der befragten Landwirte können sich durch den Einsatz von Parallelfahrssystemen verschiedene Vorteile und Chancen ergeben.

#### **Arbeitserleichterung**

Als Vorteil nennen die Diskussionsteilnehmer die Arbeitserleichterung, die durch den Einsatz eines Parallelfahrsystems erreicht werden kann. Genannt wird in diesem Zusammenhang die Konzentrationserleichterung, die besonders nach einem langen Arbeitstag zum Tragen kommt. Ein Landwirt berichtet konkret von der körperlichen Entlastung, dank der er am Abend keine Augen- oder Kopfschmerzen mehr habe.

*„In dem Zuge [...] stellt man den Komfort fest, den man mit so einem Parallelfahrssystem letztendlich hat, zum Beispiel bei der Aussaat, wenn man nicht mehr nach Spuranreißer fahren muss, sondern eben mit dem Parallelfahrssystem seine Reihen zieht.“<sup>5</sup>*

---

<sup>4</sup> Die folgenden Ergebnisse basieren auf der Fokusgruppe mit Landwirten sowie auf den mit Landwirten geführten Einzelinterviews. An einzelnen Stellen werden Einschätzungen aus Sicht von Experten (aus den Interviews mit Vertretern von Landmaschinenhandel bzw. -hersteller) ergänzt. Da es sich dabei nicht um Anwender handelt, wurden diese Passagen als Experten-Aussagen gekennzeichnet.

<sup>5</sup> Alle Zitate, die nicht anderweitig gekennzeichnet sind, stammen aus der Fokusgruppe mit Landwirten, die am 25.05.2022 durchgeführt wurde

*„Bei aufwendigeren Tätigkeiten wie eben der Aussaat, ist es eben schon eine enorme Arbeitserleichterung, wenn ich mich dann wirklich genau auf meine Maschine, auf meine Fahrgassen etc. konzentrieren kann, wenn meine Spuren und meine Fahrstrategie einfach von vornherein schon fest vorgeschrieben ist.“*

Genannt wird auch die Arbeitserleichterung bei Nachtfahrten mit Scheinwerfer. Erfasste Hindernisse auf dem Feld können so leichter umfahren werden.

### **Ermöglichung moderner Fahrstrategien und weiterer Anwendungen**

Parallelfahrssysteme ermöglichen Controlled Traffic Farming – die permanente Beibehaltung von Fahrspuren (über Jahre hinweg).

Auch die Möglichkeiten mithilfe des Parallelfahrssystems zunächst jede zweite Spur zu befahren und so das Wendemanöver zu vereinfachen, werden genutzt: *„Ich fahre jede zweite Spur, bisschen Schonung auf dem Vorgewende“*. Die verbleibenden Lücken können dann mithilfe des Lenksystems passgenau befahren und ebenfalls bearbeitet werden.

Auch weitere Anwendungen, wie die vorhergehende Spurplanung am PC, die Lagerfassung bestimmter Objekte wie Grenzsteine oder Masten oder die Bewirtschaftung von Agri-Photovoltaik-Flächen, werden mithilfe von Parallelfahrssystemen möglich bzw. erleichtert.

### **Verbessertes Arbeitsergebnis**

Die Teilnehmer der Fokusgruppe sehen einen weiteren Vorteil des Einsatzes von Parallelfahrssystemen in der Reduktion von Überlappungen und der gesteigerten Präzision des Arbeitsergebnisses. Besonders bemerkbar macht sich die erhöhte Genauigkeit durch die Lenkassistenzsysteme nach einem langen Arbeitstag, wenn die Konzentration nachlasse und dadurch die Überlappungen größer werden sowie bei schlechten Sichtverhältnissen und bei Dunkelheit.

Auch für bestimmte Anbau- bzw. Bearbeitungsverfahren werden die Lenksysteme als besonders hilfreich bzw. unverzichtbar beschrieben:

Beim Anbauverfahren der Direktsaat, bei dem der Ackerboden vor der Aussaat nicht bearbeitet und gelockert wird, ist der Einsatz von Parallelfahrssystemen nach Aussage eines Diskussionsteilnehmers unverzichtbar: *„Der Grund, warum ich nicht ohne Lenksystem kann, ist: Ich betreibe Direktsaat. Ich sehe nicht, wo ich lang gefahren bin. Ich kann mich nur an meinem Display orientieren.“*

Bei der bodennahen Gülleausbringung mit Schleppschlauch- oder Schleppschuhverteiler ist kaum mehr optisch erkennbar, wo schon Gülle ausgebracht wurde. Hier sind Lenksysteme besonders hilfreich, Überlappungen oder Lücken bei den Überfahrten zu vermeiden: *„Wir setzen sehr viel auf organische Düngung und da ist es natürlich auch von Vorteil, wenn die Spuren für jedes Jahr eben auf demselben Fleck sind, da man hier eben negativen Effekten vorbeugen kann.“*

### **Ersparung von Betriebsmitteln und Ressourcenschonung**

Genannt wird der Einsatz von Parallelfahrssystemen auch im Zusammenhang mit teilflächenspezifischer Feldbearbeitung wie beispielsweise der teilflächenspezifischen Maisaussaat auf Basis von Biomassekarten. Durch die erhöhte Präzision und verringerte Überlappungen sowie den Einsatz von Lenksystemen in Kombination mit Section Control-Systemen (Teilbreitenschaltung) können Betriebsmittel (Saatgut, Pflanzenschutzmittel, Dünger, Kraftstoff etc.) eingespart werden. Ein Landwirt berichtet, dass

diese Einsparungen zwar nicht ganz so hoch seien, wie vom Hersteller beworben, dennoch seien sie auch für ihn merkbar vorhanden und bei den aktuell hohen Betriebsmittelpreisen besonders relevant.

### **Einhaltung der Feldgrenzen**

Ein teilnehmender Landwirt berichtet von der Erfahrung mit Lenksystemen, dass sich bei großen Parzellen eine Einteilung in mehrere kleine Parzellen leichter über mehrere Jahre konstant halten lässt.

Ein anderer Diskussionsteilnehmer gibt an, auf seinem Betrieb mit großen Arbeitsbreiten (bei der Feldspritze) zu arbeiten. Lenksysteme helfen sicherzustellen, dass keine Überschreitung der Feldgrenzen (zum Beispiel beim chemischen Pflanzenschutz) stattfindet.

### **Effizienzsteigerung**

Nach Einschätzung eines Teilnehmers kann mithilfe von Lenksystemen die Arbeitsgeschwindigkeit – bei gleichbleibender Qualität – erhöht werden. Ein Vertreter eines Landmaschinenherstellers sieht insbesondere bei den Lenkautomaten einen Effizienzvorteil, da Reaktionszeiten und menschliche Fehler keine Rolle mehr spielen und die Arbeitszeiten verlängert werden können, ohne dass das Arbeitsergebnis ungenau wird.<sup>6</sup>

### **Zeitersparnis**

Ein befragter Landwirt gibt an, dass er pro Feld in etwa eine Überfahrt dank des Lenksystems einspart. Auch nach Abzug des zusätzlichen Zeitaufwands für die Systemeinrichtung und ggf. aufgrund von Störungen, spare er insgesamt Arbeitszeit ein. Gleichzeitig könne er auf dem Schlepper, während der Traktor automatisch lenkt, auch anderweitige Aufgaben am Smartphone erledigen (Ackerschlagkartei, E-Mails beantworten etc.).

### **Dokumentation und Vergleichbarkeit**

Auf Versuchsbetrieben optimiert die Nutzung von Parallelfahrssystemen mit RTK-Genauigkeit die Vergleichbarkeit von Flächen. Auch die Versuchsplanung und Dokumentation kann über die verknüpfte Software erfolgen. Die Anwendung von GNSS-Lenksystemen zur automatischen Ausmessung von Feldgrenzen erhöht auch den Arbeitskomfort, da die körperlich anstrengende händische Ausmessung des Feldes entfällt.

## **5.2 Defizite und Hemmnisse**

Aus Sicht der Nutzer bestehen allerdings (noch) eine Reihe von Defiziten und Hemmnissen für den Einsatz von Parallelfahrssystemen.

### **Funktionsausfälle (aufgrund von Signalabbrüchen etc.)**

Die Diskussionsteilnehmer berichten von Problemen mit der zuverlässigen Funktionsweise der Parallelfahrssysteme aufgrund von Signalabbrüchen. Probleme entstehen in Bereichen ohne GNSS-Empfang sowie in Regionen mit unzureichender Mobilfunkabdeckung (zur Korrekturdatenübermittlung).<sup>7</sup> Abschattungen des GNSS-Signals kommen beispielsweise an Waldrändern oder durch

<sup>6</sup> Gespräch mit einem Vertreter eines Landmaschinenherstellers am 01.07.2022

<sup>7</sup> Gespräch mit einem Vertreter eines Landmaschinenherstellers am 01.07.2022

Hochspannungsleitungen zustande. Bei Nutzung des staatlichen SAPOS-Signales kann es außerdem zu Problemen in den Bereichen der Bundeslandgrenzen kommen.<sup>8</sup>

*„Und ja, mit einem Mal ist das Satellitensignal weg und dann steht man da und dann weiß man nicht ganz genau, was man machen soll.“*

*„Also es ist dann schon eigentlich ärgerlich, [...] wenn man so ein System hat, aber sich eben dann doch nicht zu 100 % drauf verlassen kann [...] weil man immer wieder mit dem Hintergedanken fährt: Was wäre, wenn es jetzt dann doch wieder zu einem Signalabbruch kommt?“*

Ein Teilnehmer beschreibt seine Erfahrung, dass er das akustische Signal bei Verbindungsabbruch nicht gehört hatte und sich so die Spurlinien aufgrund des Versagens des Korrekturdienstes verschoben hatten. Ein anderer Diskussionsteilnehmer teilt die Erfahrung, dass – je nach Herstellermodell – dem Fahrer der Signalabbruch teilweise gar nicht deutlich gemacht wird und das Feld dann nicht in der gewünschten Präzision befahren worden ist. Ein anderer Teilnehmer berichtet insbesondere von Problemen bei der GNSS-gesteuerten Saatgutablage mit Teilbreitenschaltung (Section Control). Die Nutzer wünschen sich für Fälle des Signalabbruchs bessere Lösungen der Hersteller zum Überbrücken der „Offline“-Phasen.

*„ [...] sobald das Signal abbricht und man diese Section Control Funktion an den Maschinen beim Maisleger oder bei der Sämaschine [hat], hört die Maschine sofort auf zu legen oder zu säen.“*

Insbesondere an Waldrändern gebe es Probleme mit den Satellitensignalen.

*„Und ja, ganz klar, Mängel gibt es da an Waldrandlagen oder auch in Hanglagen, die wir festgestellt haben. Da gibt es immer wieder Probleme oder, dass ganz einfach das Bedienterminal dann einfach aussetzt, nicht mehr richtig funktioniert.“*

Die Teilnehmenden berichten von täglichen Problemen mit Abbrüchen bei den Mobilfunksignalen und sehen im mangelnden Netzausbau in Deutschland und Lücken in der Mobilfunkabdeckung ein dringend zu behebendes Defizit.

*„Das finde ich, da sind wir für unser digitales Deutschland, was wir so gerne sein wollen, noch ziemlich prähistorisch unterwegs. Dass wir unsere Mobilfunk-Abdeckung eigentlich ja sehr schlecht ausgebaut haben.“*

Im Interview mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik wurde von sogenannten Bridging-Systemen berichtet, die zur Überbrückung von Signalausfällen dienen. Wenn zum Beispiel das Mobilfunksignal wegbricht, können etwa 20 Minuten ohne Empfang überbrückt werden.<sup>9</sup> Gibt es Singalstörungen bei der Außenrunde zur genauen Einmessung des Feldes (Feldgrenze erstellen), ist das Ergebnis evtl. zu ungenau, um diese Feldgrenzen als Basis für die weiteren Arbeitsplanungen heranzuziehen: „Da stößt jedes Lenksystem an seine Grenzen“. Lösung bietet hier das Flächenkataster. Die eingemessenen Grenzen aus dem Kataster können auch mithilfe eines Geoinformationssystems auf das Lenksystem übertragen werden.<sup>10</sup>

Wie häufig es zu Problemen kommt, hängt stark von den örtlichen Begebenheiten ab. Ein Landwirt gibt auch an, das Glück zu haben, sehr wenige Flächen zu bewirtschaften, bei denen das Signal mal abreist.

---

<sup>8</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

<sup>9</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

<sup>10</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

Kurze Signalunterbrechungen, etwa bei einer Durchfahrt unter Bäumen, seien für ihn unproblematisch und durch die manuelle Lenkung überbrückbar.

### **Mangelnde Bedienfreundlichkeit**

Als Grund, warum vorhandene Systeme und Systemoptionen nicht vollumfänglich genutzt werden, wird mangelnde Bedienfreundlichkeit angegeben. Die Bedienung sei wahrscheinlich zu kompliziert und stellenweise nicht intuitiv. Hier werden besonders die Hersteller in der Verantwortung gesehen, die Lücke zu schließen, zwischen dem was bereits entwickelt und technisch möglich ist und dem, was die Nutzer der Technologie verstehen und umsetzen können.

*„Funktioniert auch alles, aber der Endnutzer selber, der ist da, nach meiner Erfahrung, zu großen Teilen überfordert mit dem ganzen System.“*

Die Diskussionsteilnehmer berichten insbesondere von Problemen beim Anlegen bzw. Aufrufen des richtigen Feldes am Bedienterminal. Werden dort Fehler gemacht, wird beispielsweise die Datei immer wieder überschrieben oder der Speicher läuft voll.

*„Der ist im Feld null drinnen bei dem [Herstellernamen]-Terminal und legt jede Spur immer ins gleiche Feld rein. Überschreibt die jedes Mal. [...] Dann ist irgendwann der Speicher von der Maschine voll und die Maschine schaltet das Display ab und dann ist Feierabend, dann kann man nichts mehr löschen, dann muss was eingeschickt werden.“*

Ein anderer Landwirt wiederum, der schon vier Jahre mit einem Lenksystem arbeitet, beschreibt sein System als bedienfreundlich: *„Wenn man sich auskennt und mehr damit arbeitet, ist es eigentlich kinderleicht.“* Genannte Aspekte, die die Bewertung der Bedienfreundlichkeit beeinflussen sind hierbei:

- die Technikaffinität der Nutzenden
- der Systemtyp (starke Unterschiede in der Bedienfreundlichkeit je nach Hersteller)
- die Erfahrung im Umgang mit Lenksystemen

### **Zusätzlicher Zeitaufwand zu Beginn der Tätigkeit / der Systemnutzung**

Bevor von der eingangs beschriebenen Arbeitserleichterung profitiert werden kann, muss nach Aussagen der Teilnehmenden zu Beginn der Tätigkeit sowie generell beim Erlernen der Funktionsweise des Systems anfangs zusätzliche Zeit investiert werden.

*„Man muss sich bei so einem System zu Anfang sehr viel Zeit nehmen, jede Fläche, jede Grenze exakt und genau einzumessen. Wenn man sich diese Mühe macht, die Zeit nimmt, dann ist es im Nachhinein eigentlich wirklich nur noch ein Abrufen. Und ich finde, dann geht auch die komplette Entspannung erst richtig los.“*

Besonders Landwirte, die neben der Feldbewirtschaftung noch mehrere andere Standbeine haben (z.B. Tierhaltung), wünschen sich ein System, dass sie ohne großen Zusatzaufwand einsetzen können.

*„Ich kann mich da nicht immer jeden Tag aufs Neue groß mit beschäftigen und irgendwelche Dinge korrigieren oder einpflegen. [...] Und wenn ich mich dann auf den Traktor setze, muss das System einfach zuverlässig funktionieren.“* Vor der Anschaffung eines Lenksystems ist es ratsam, Zeit in die Recherche zu investieren, um herauszufinden, welches System für den jeweiligen Betrieb das geeignete ist. Beratung und Hilfestellungen von außen sind gerade für kleine und mittlere Betriebe wichtig, die wenig Zeitressourcen haben.

## Kosten

Gerade für kleinere und mittlere landwirtschaftliche Betriebe stellen die Kosten für die Anschaffung eines GNSS-Lenkensystems ein relevantes Hemmnis dar.

*„Weil unsere Strukturen eigentlich relativ klein sind hier und auch die Betriebsgröße das eigentlich gar nicht unbedingt hergibt, dass in ein Parallelfahrersystem investiert wird, hat man eigentlich diese Überlegung [zunächst] auch verworfen.“*

Während im Automobilbereich die Kosten für Fahrassistenzsysteme gesunken seien, seien Lenksysteme auf Traktoren in den letzten zehn Jahren nicht deutlich günstiger geworden. Auch die Nachrüstung alter Maschinen ist mit einem hohen finanziellen Aufwand verbunden. Die Kosten für die Nachrüstung einer Lenkhilfe („Mäusekino“) liegen in etwa bei 1.000 bis 2.000 Euro. Soll jedoch für eine hohe Präzision auch eine RTK-Antenne nachgerüstet werden, belaufen sich die Kosten im fünfstelligen Bereich. Eine vollhydraulische Nachrüstung kostet in etwa 20.000 Euro.<sup>11</sup> Beispielrechnungen aus der Literatur zeigen, dass die Mindestbetriebsfläche für einen kostendeckenden Einsatz einer Lenkhilfe in den meisten Fällen bei etwa 50 Hektar liegt. Lenkautomaten amortisieren sich in Betrieben mit einem hohen Grünlandanteil ab etwa 125 Hektar bzw. bei Marktfruchtbetrieben ab einer Größe von etwa 100 Hektar (Treiber-Niemann et al. 2013). Die hohen Kosten werden - insbesondere für kleinere Betriebe - als das zentrale Hemmnis gesehen: *„Auch wenn die Nutzung der teuren Systeme Zeit und Ressourcen spart, lohnt sich eine Anschaffung dieser Systeme für kleinere Betriebe faktisch nicht aus meiner Sicht.“*<sup>12</sup>

Im Hinblick auf kleinere und mittlere Betriebe plädieren die Teilnehmer der Fokusgruppe für „abgespeckte“ Systeme, die weniger Funktionen bieten (die ohnehin oft nicht genutzt werden) und dafür kostengünstiger sein sollten. Zusätzlich zu den Anschaffungskosten der Hardware fallen unter Umständen auch Kosten für Softwarefreischaltungen an. *„Und wenn ich dann sehe, dass ich tausende Euros bezahlen muss für irgendwelche Freischaltungen, nur damit der Trecker eine bunte Karte anzeigen kann, da muss was passieren.“* Je nach verwendetem Korrekturdienst fallen auch Lizenzkosten für Korrektursignale an. Der SAPOS-Korrekturdienst (Satellitenpositionierungsdienst der Deutschen Landesvermessung) kann in einigen deutschen Bundesländern kostenlos genutzt werden. Nachteil von SAPOS sei aber, dass es keinen verfügbaren Service bei Funktionsschwierigkeiten oder -ausfällen gebe.

Die ökonomischen Vorteile sind aus Anwendersicht schwer zu kalkulieren. Aus Sicht der Lohnunternehmer kommt hinzu, dass sie die Kosten für die Lenksysteme – deren Nutzung von den auftraggebenden Landwirten oft auch erwartet wird – nicht vollständig auf die auftraggebenden Landwirte umschlagen können. Bei größeren Betrieben könne eine gute Wirtschaftlichkeit eher erreicht werden als bei kleineren.

Ein Landwirt gibt an, mit sehr langer Nutzungsdauer (von etwa 30 Jahren) seiner Lenksysteme zu rechnen, wodurch die Wirtschaftlichkeit durch die lange Gebrauchsphase gegeben sein wird. Ggf. lassen sich die Systeme auch weiterverkaufen oder auf einen neuen Schlepper umbauen.

---

<sup>11</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

<sup>12</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

## **Diebstahl**

Aus eigener Erfahrung eines Landwirts bringt die Nutzung der hochwertigen Lenksysteme auch die Gefahr des Diebstahls (von Antenne, Bildschirm etc.) mit sich, aufgrund dessen die Hardware nach jedem Arbeitstag vom Traktor abgebaut oder anderweitig gesichert werden sollte.

## **5.3 Nutzeranforderungen an Parallelfahrssysteme**

Aus der Fokusgruppe sowie den Interviews können folgende Aspekte identifiziert werden, die aus Sicht der Praxisakteure weiterentwickelt werden sollten.

### **Kompatibilität**

Kompatibilitätsprobleme liegen nach Erfahrung der Landwirte hauptsächlich im Bereich der Software vor: Kompatibilität von Karten, Übertragung vom PC auf das Traktor-Terminal etc. Insbesondere kleine und mittlere Betriebe, die verschiedene Tätigkeiten an ein Lohnunternehmen vergeben, stehen häufig vor dem Problem, dass das Lohnunternehmen mit dem System eines anderen Herstellers arbeitet als der landwirtschaftliche Betrieb selbst und so beispielsweise Probleme bei der Übernahme von Fahrspurdaten in das betriebseigene System auftreten. Die Problembehebung verursacht zusätzlichen Zeitaufwand bzw. macht das Hinzuziehen eines Beraters (z.B. vom Landtechnikhandel) notwendig.<sup>13</sup> Die befragten Landwirte der Fokusgruppe verweisen auf die Standardisierung durch das ISOBUS-System (bei dem es allerdings auch Probleme gebe) und fordern herstellerübergreifende Software-Kompatibilität bei Lenksystemen (z.B. Datentransfer zum/vom Farmmanagementinformationssystem). Momentan müsse der Nutzer die Kompatibilität mit hohem Aufwand selbst herstellen (Nutzung von Drittsoftware, selbst programmieren etc.).

Als hilfreich zur Wahrung der Datensouveränität, wenn mit verschiedenen Datenarten gearbeitet werden soll, wird das Geofencing-System erachtet. Mit Geofencing kann der Landwirt (z.B. einem Lohnunternehmen) den Zugriff auf Daten erlauben, diesen aber auf festgelegte geografische Grenzen oder auf eine bestimmte Nutzungsdauer beschränken (Kalmar und Rauch 2020).

### **Zuverlässigkeit**

Nachbesserungsbedarf wird seitens der Landwirte insbesondere bei den Problemen mit Signalabbrüchen gesehen – sowohl im Bereich der Infrastruktur (Mobilfunkabdeckung), als auch bei den Herstellern zur Überbrückung von Signalverlusten. Momentan stellen die Maschinen bei Signalabbruch unter Umständen einfach die Funktion ein. *„Aber wenn sie merken okay, ich bin jetzt mitten in der Fläche und ich verliere das Signal, dass sie zumindest weiterlaufen.“*

Ein Experte aus dem Bereich Landtechnik berichtet aus seiner Erfahrung, dass die Lenksysteme im Großen und Ganzen dennoch zuverlässig funktionieren. Bei 200 betreuten Systemen komme es im Jahr zu vier bis sechs Fällen, bei denen Signalausfälle Probleme bereiten.<sup>14</sup>

### **Service**

Die Zufriedenheit der Landwirte mit der Qualität und Verfügbarkeit (auch zu Feierabend- und Wochenend-Zeiten) des Kundenservice unterscheidet sich stark je nach Hersteller. Als positiv wird die

<sup>13</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

<sup>14</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

Möglichkeit bewertet, dass sich das Servicepersonal per Fernzugriff auf die Systeme zuschalten und direkt Probleme lösen kann. Ein Landwirt beschreibt, dass er die Notfallnummer seines Landtechnikhändlers vor Ort sehr schätzt, da die Erreichbarkeit hoch ist und sich viele Probleme bereits am Telefon lösen lassen.

### Neutrale Beratung

Auch wenn es weitere Informationsquellen gibt wie Magazine, Messen und Internetforen, wird Bedarf an neutraler, herstellerunabhängiger Beratung gesehen. Eine wichtige Rolle spielt auch der direkte Informations- und Erfahrungsaustausch der Landwirte untereinander.

## 6 Einschätzungen zur zukünftigen Verbreitung der Technologie

Um einen Eindruck zu erhalten, wie die weitere Entwicklung der Parallelfahrssysteme von Seiten der Landwirte eingeschätzt wird, wurde dieser Aspekt in der Fokusgruppe aufgegriffen. Die Gesprächspartner wurden gefragt, wie sie die Verbreitung von Parallelfahrssystemen in fünf bzw. in zehn Jahren einschätzen (auf einer Skala von 1 = „sehr gering verbreitet“ bis 10 = „sehr weit verbreitet“).

Die Diskussionsteilnehmer unterscheiden bei der Einschätzung der zukünftigen Verbreitung der Technologie zwischen landwirtschaftlichen Betrieben und Lohnunternehmen. Bei Lohnunternehmen wird die Verbreitung höher eingeschätzt.

*„[...] gerade bei den Aufgaben, wo es darauf ankommt, Aussaat, Pflanzenschutz, Düngung, sehe ich auf jeden Fall diesen Lenkautomat ganz klar vorne und auch im Lohnbetriebsbereich als Standard.“*

Die Präzision, die durch den Einsatz von Parallelfahrssystemen erreicht wird, wird von den Diskussionsteilnehmern auch als wichtige Voraussetzung für den Einsatz weiterer digitaler Technologien wie der Feldrobotik gesehen.

*„[...] dass im Nachgang dann eventuell auch Hacktechnik eingesetzt wird oder Robotertechnik eingesetzt wird, die eben auf diese präzise Ablage des Saatguts einfach angewiesen ist.“*

Während die Verbreitung der Lenksysteme in fünf Jahren eher im mittleren Bereich geschätzt wird (Mittelwert 3,6), gehen die Teilnehmer der Fokusgruppe von einer (sehr) weiten Verbreitung in zehn Jahren aus (Mittelwert 7,8). Experten aus dem Bereich Landtechnik gehen von einer zukünftig nahezu vollständigen Verbreitung der Lenksysteme aus und verweisen auf einen Anteil von 95 Prozent der neuen Traktoren (mit einer Leistung von 150 PS oder höher), die Lenksysteme integriert hätten (Automatisierung der Lenkung als neuer Standard).<sup>15, 16</sup> Erwartet wird auch, dass sich die behördlichen Dokumentationspflichten in Zukunft so gestalten werden, dass diese nur bzw. vorwiegend mithilfe digitaler Technologien erfüllt werden können. Steigende Betriebsmittelpreise werden ebenfalls als Einflussfaktor gesehen.<sup>17</sup>

---

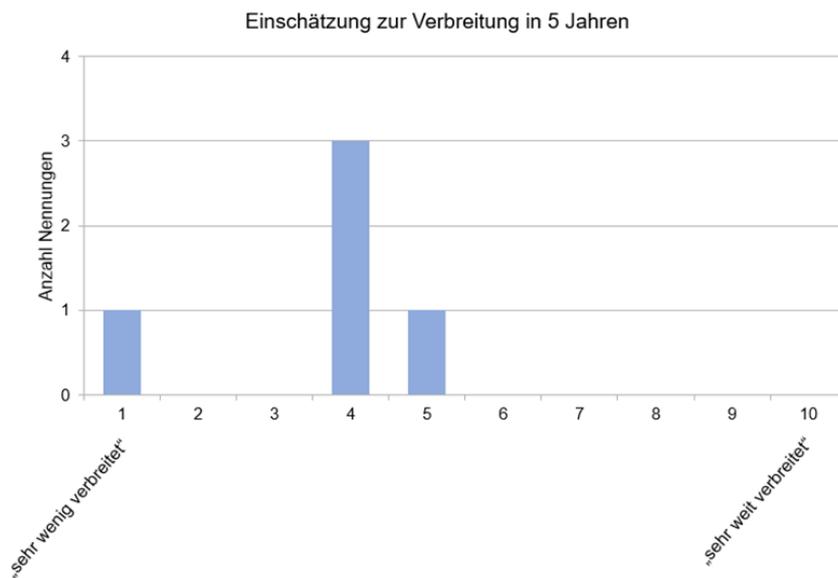
<sup>15</sup> Gespräch mit einem Vertreter eines Landmaschinenherstellers am 01.07.2022

<sup>16</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

<sup>17</sup> Gespräch mit einem Experten aus dem Bereich Landtechnik am 25.08.2022

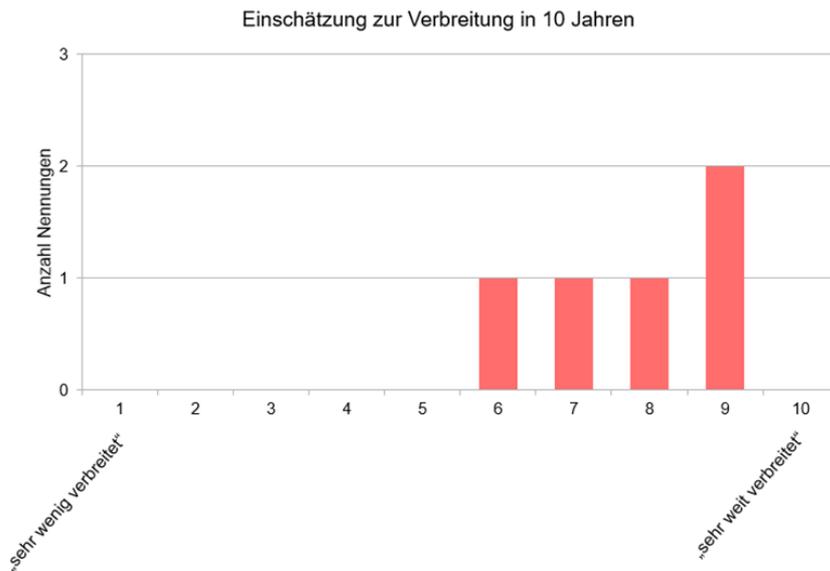
Im Hinblick auf kleine und mittlere Betriebe kommt zur Sprache, dass die zukünftige Verbreitung letztlich eine Preisfrage sei. Neben der Wirtschaftlichkeit können jedoch auch andere Motivationen die Entscheidung für die Investition in ein Lenksystem antreiben – wie etwa der höhere Arbeitskomfort oder der Wunsch, auf dem neuesten Stand der Technik zu sein.

Abbildung 1: Einschätzung der Verbreitung von Parallelfahrssystemen in fünf Jahren



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 2: Einschätzung der Verbreitung von Parallelfahrssystemen in zehn Jahren



Quelle: eigene Darstellung

## 7 Fazit

Technologien aus dem Bereich der GNSS-Lenksysteme sind bereits am Markt etabliert und werden von vielen Landwirten genutzt. Für die Zukunft wird ihre Nutzung als Standard angenommen.

Die befragten Landwirte verknüpfen mit GNSS-Lenksystemen vielfältige Chancen und konstatieren insgesamt einen positiven Einfluss auf ihren Betrieb. Wichtige Faktoren sind hier die Arbeitserleichterung durch die automatische Übernahme des Lenkvorgangs und die Vereinfachung des Wendemanövers. Besonders bei schlechten Sichtverhältnissen (Nacht, Nebel etc.) sowie bei Befahrungen von Grünland und Anwendung von Direktsaatverfahren erleichtern die Lenksysteme die Arbeit und erhöhen die Präzision des Arbeitsergebnisses. Auch werden weitere Anwendungen wie die Teilbreitenschaltung und das Controlled Traffic Farming durch Parallelfahrssysteme erst möglich. Ressourcenschonung und Effizienzsteigerung sind weitere genannte Vorteile. Für den erfolgreichen Einsatz eines Lenksystems wird jedoch ein zusätzlicher Zeitaufwand zum Erlernen des Systems sowie in der Arbeitsvorbereitung notwendig.

Aus der Erfahrung der Landwirte wird das Potenzial der Systeme aus diversen Gründen noch nicht voll ausgeschöpft. Genannt werden eine mangelnde Bedienfreundlichkeit mancher Lenksysteme und Kompatibilitätsprobleme bei der Software, insbesondere wenn Daten zwischen Systemen unterschiedlicher Hersteller übertragen werden sollen. Landwirte wünschen sich die Schaffung eines einheitlichen Software-Standards (ähnlich dem ISOBUS-System).

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Systeme und zur Vermeidung von Signalausfällen wird hauptsächlich Weiterentwicklungsbedarf in der Infrastruktur (Mobilfunkausbau), aber auch durch die Hersteller gesehen (Weiterbetrieb bei Signalausfällen, Verbesserung der Überbrückungszeiten).

Die Investitionskosten für ein Lenkassistenzsystem bzw. einen Lenkautomaten sind hoch und stellen dadurch insbesondere für kleine und mittlere landwirtschaftliche Betriebe ein relevantes Hemmnis für die Anschaffung dar. Vor diesem Hintergrund werden von den Nutzenden Systeme mit reduziertem Funktionsumfang gewünscht, die preisgünstiger sind und nur über die wichtigen Grundfunktionen verfügen.

## 8 Literaturverzeichnis

- DLG e.V. (2016): Satellitenortungssysteme (GNSS) in der Landwirtschaft. DLG-Merkblatt 388. Online verfügbar unter [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_388.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_388.pdf), zuletzt geprüft am 01.08.2022.
- Gabriel, Andreas; Gandorfer, Markus (2020): Landwirte-Befragung 2020. Digitale Landwirtschaft Bayern. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Online verfügbar unter [https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt6\\_praesentation\\_by\\_2390\\_27082020.pdf](https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt6_praesentation_by_2390_27082020.pdf), zuletzt geprüft am 25.07.2022.
- Gabriel, Andreas; Gandorfer, Markus (2021): Wer nutzt was? Entwicklung eines dynamischen Tools zur Erstellung von Nutzerprofilen bei digitalen Technologien in der Landwirtschaft. In: Andreas Meyer-Aurich, Markus Gandorfer, C. Hoffmann, C. Weltzien, S. Bellingrath-Kimura und Helga Floto (Hg.): Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft. Fokus Informations- und Kommunikationstechnologien in kritischen Zeiten : Referate der 41. GIL-Jahrestagung 08.-09. März 2021, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V., Potsdam. Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI-Edition. Proceedings, 309), S. 103–108.
- Gaide, Peter; Böttcher, Dirk (o.J.): Algorithmus schlägt Bauernregel. Digitalisierung in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.brandeins.de/magazine/brand-eins-wirtschaftsmagazin/2019/digitalisierung/digitale-landwirtschaft-algorithmus-schlaegt-bauernregel>, zuletzt geprüft am 02.08.2022.
- Kalmar, Ralf; Rauch, Bernd (2020): Wie schafft man Datensouveränität in der Landwirtschaft. Online verfügbar unter <https://www.iese.fraunhofer.de/blog/wie-schafft-man-datensouveraenitaet-in-der-landwirtschaft/>, zuletzt geprüft am 22.04.2022.
- Treiber-Niemann, Hendrik; Schwaiberger, Reinhart; Fröba, Norbert; Klopfer, Florian (2013): Parallelfahrssysteme. [2. Ausg.]. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL-Heft, 96).
- Wanninger, Lambert (2011): Qualitätssicherung bei GNSS-Diensten. Online verfügbar unter [https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/gi/gg/ressourcen/dateien/veroeffentlichungen/zfv\\_01\\_2011\\_8-17.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/gi/gg/ressourcen/dateien/veroeffentlichungen/zfv_01_2011_8-17.pdf?lang=de), zuletzt geprüft am 01.08.2022.