

**HOCHSCHULE WEIHENSTEPHAN-TRIESDORF**  
**Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme**

**Bachelorarbeit**

**Welchen Mehrwert bietet der Landwirtschaftliche Fahrzeugpositionierungsservice des bayerischen Vermessungsamts seinen Nutzern und wie kann dieser weiter verbessert werden?**

**Verfasser: Leonie Schäfer**

**Betreuer: Prof. Dr. Markus Beinert**

**Ort, Abgabetermin: Freising, 17.04.2023**

## Eidesstattliche Erklärung / Zugänglichkeitserklärung

Name der Verfasserin oder des Verfassers:

Name der Gutachterin oder des Gutachters:

Thema der Bachelorarbeit:

1. Ich erkläre hiermit, dass ich die Bachelorarbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Weihenstephan, den

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Verfasser(in)

2. Ich bin damit einverstanden, dass die von mir angefertigte Arbeit mit o.g. Titel innerhalb des Bibliothekssystems der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf aufgestellt und damit einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Die Arbeit darf im Bibliothekskatalog der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (und zugeordneten Verbundkatalogen) nachgewiesen werden und steht allen Nutzern der Bibliothek entsprechend den jeweils gültigen Nutzungsmodalitäten der Hochschulbibliothek der HSWT zur Verfügung. Ich bin mir auch darüber im Klaren, dass die Arbeit damit von Dritten ohne mein Wissen kopiert werden kann. Die Veröffentlichung der Arbeit habe ich mit meiner Gutachterin oder meinem Gutachter und falls zutreffend, mit der Firma/ Institution abgesprochen, die eine Mitbetreuung übernommen hatte.

Ja

Ja, nach Abschluss des Prüfungsverfahrens am

Ja, nach Ablauf einer Sperrfrist von \_\_\_\_\_ Jahren

Nein

Weihenstephan, den

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Verfasser(in)

Als Gutachter(in) bin ich mit der Aufnahme im Bibliothekssystem der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf einverstanden.

Weihenstephan, den

\_\_\_\_\_ Datum

\_\_\_\_\_ Unterschrift Gutachter(in)

# Inhaltsverzeichnis

<b>Eidesstattliche Erklärung / Zugänglichkeitserklärung.....</b>	<b>II</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>V</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Digitalisierung in der Landwirtschaft.....</b>	<b>7</b>
1.1 Fragestellung .....	9
<b>2 Theoretische Hintergründe .....</b>	<b>10</b>
2.1 Historie des LFPS.....	10
2.2 Entwicklung der Nutzerzahlen des LFPS.....	11
2.3 Technische Funktionsweise des LFPS .....	14
2.3.1 Absolute Positionierung .....	14
2.3.2 Differenzielle Positionierung .....	17
2.4 GNSS in der Landwirtschaft .....	21
<b>3 Methoden.....</b>	<b>24</b>
<b>4 Ergebnisse .....</b>	<b>28</b>
4.1 Quantitative Befragung .....	28
4.1.1 Demographische Ergebnisse .....	28
4.1.2 Auswertung der quantitativen Befragung .....	30
4.2 Experteninterviews.....	38
4.2.1 Betriebsbeschreibung der Befragten .....	38
4.2.2 Auswertung der qualitativen Befragung .....	38
<b>5 Diskussion .....</b>	<b>42</b>
<b>6 Empfehlung.....</b>	<b>45</b>
<b>7 Fazit .....</b>	<b>47</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>48</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>51</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einwahlminuten nach Monat (Eigene Darstellung nach J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023) .....	13
Abbildung 2: Aktive SAPOS GNSS-Referenzstationen ( <i>Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung - Produkte - Dienste &amp; Anwendungen - SAPOS - Allgemeines</i> , o. J.).....	19
Abbildung 3: Break-Even-Analysen RTK-Lenksystem (Gandorfer et al., 2017).....	23
Abbildung 4: Betriebsschwerpunkte der in der Landwirtschaft Beschäftigten.....	29
Abbildung 5: Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des LFPS .....	31
Abbildung 6: Wahrnehmung der Internetpräsenz und Zugänglichkeit der Informationsseite .....	33
Abbildung 7: Wahrnehmung der Handhabung des Anmeldeformulars .....	34
Abbildung 8: Wahrnehmung der Anwenderfreundlichkeit der Eingabe der Zugangsdaten im Traktorterminal.....	34

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Anmeldungen LFPS p.a. (J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023) .....	12
Tabelle 2: Fehlerquellen bei Satellitenortungssystemen (Eigene Darstellung in Anlehnung an DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016) .	17
Tabelle 3: Berufe der Befragten .....	28
Tabelle 4: Betriebsgröße in Hektar.....	30
Tabelle 5: Maschinen mit LFPS Korrektursignal Nutzung .....	31
Tabelle 6: Absolute Nennungen der Arbeiten mit LFPS Einsatz.....	35
Tabelle 7: Weitere Produkte des LDBV die Befragte nutzen .....	36

## Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
BBV	Bayerischer Bauernverband
GIS	Geografischen Informationssystemen
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
iBALIS	Integriertes Bayerisches Landwirtschaftliches Informations-System
LDBV	Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung
LFPS	Landwirtschaftlicher Fahrzeugpositionierungsservice
RTK	Real Time Kinematic
SAPOS	Satellitenpositionierungsdienst
VRS	Virtuelle Referenzstation

# 1 Digitalisierung in der Landwirtschaft

Wir wollen die Betriebe fit für die Zukunft machen. Damit wir sie dabei effektiv begleiten können, müssen wir wissen, wie schnell sie auf technische Neuerungen reagieren und wo sie die Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen. Das Ergebnis zeigt uns, dass unsere Landwirtschaft digital vorne mit dabei ist. Unsere Landwirtinnen und Landwirte sind sehr offen für die vielen digitalen Einsatzmöglichkeiten. Sie sehen darin eine effektive Arbeitsentlastung, Digitalisierung bringt mehr Tierwohl, sie hilft wirtschaftlicher mit ihren Betriebsmitteln umzugehen und kommt damit nicht zuletzt auch der Umwelt zugute. (*Bits, Bytes und Bauernhof*, 2023)

Dies sagte die bayerische Agrarministerin Michaela Kaniber über eine LfL Studie zur Digitalisierung. Laut dieser Studie steigt der Einsatz von automatischen Lenksystemen, rund 30 % der bayerischen Betriebe nutzen mittlerweile diese Technologie. Außerdem setzten 20 % der Betriebe auf GPS-Steuerung beim Düngen und Spritzen. Unter den Landwirten und Landwirtinnen, die noch nicht Teilflächenbewirtschaftung betreiben, steigt ebenfalls das Interesse für das Thema (*Bits, Bytes und Bauernhof*, 2023).

Mit der Digitalisierung der Landwirtschaft werden die Ziele verfolgt, die Arbeit zu erleichtern, die Transparenz der Betriebe zu erhöhen, die Rückverfolgbarkeit und Verbraucherkommunikation durch Daten- und Informationsaustausch zu verbessern und generell die landwirtschaftlichen Prozesse zu optimieren. So kann digitale Technik dem Strukturwandel entgegenwirken, da auch kleinere und mittlere Betriebe von Entwicklungen mit geringen Investitionskosten profitieren. Neben Robotik und Automation sind ein Bereich der Digitalisierung in der Landwirtschaft die öffentlichen Geodaten. Dabei handelt es sich beispielsweise um Basisdaten, wie Schlagumrisse, Bodeninformationen und Erosionskataster. Generell bietet die Bereitstellung der Daten den in der Landwirtschaft Beschäftigten eine Arbeitserleichterung, eine verbesserte Transparenz, einen erleichterten Daten- und Informationsaustausch mit Dritten und die Möglichkeit, Prozesse zu verbessern. Auf Länderebene unterscheiden sich die Vorgehensweisen in der Bereitstellung von Geodaten in offenen Formaten (*dlg-merkblatt\_447.pdf*, o. J.). In Bayern ist hierfür das Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung zuständig, kurz LDBV (Strobl, 2023)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Interne Quelle, nicht öffentlich zugänglich

Ein Vorstufe der Digitalisierungen ist das sogenannte Precision Farming (*dlg-merkblatt\_447.pdf*, o. J.). Dabei wird bei der Bearbeitung der Acker nicht als homogene Fläche betrachtet, sondern die unterschiedlichen Bodengegebenheiten und Ertragsfähigkeit berücksichtigt (*Precision Farming*, o. J.). Erntemaschinen optimieren anhand von Veränderungen der Erntebedingungen automatisch ihre Maschineneinstellungen. Bei der Teilflächenbewirtschaftung werden anhand von Karten Betriebsmittel variabel dosiert und präzise appliziert, außerdem werden automatische Lenksysteme und Teilbreitenschaltung eingesetzt (*dlg-merkblatt\_447.pdf*, o. J.). Informationen über die Position einer Maschine sind die Grundlage für Lenksysteme und damit auch die Grundlage für andere Verfahren im Precision Farming Bereich (Paetow, 2017).

Die Positionsbestimmung von landwirtschaftlichen Maschinen wurde ermöglicht, da mit Beginn der 1980er-Jahre das amerikanische Satellitensystem GPS auch in ziviler Anwendung erlaubt wurde. Ab den 1990er-Jahren folgte das sowjetische System GLONASS und von 2000 bis 2015 das europäische Galileo und das chinesische Beidou (Beutler, 2017). Schnell wurden erste Versuche über den möglichen Einsatz in der Landwirtschaft gemacht. Bei diesen Anfängen zur Positionsbestimmung mit Hilfe von GPS bewegte sich die Genauigkeit im 100 m Bereich, da aufgrund des Irankrieges das US-Militär die zivile Nutzung begrenzte. Mit der Aufhebung der Störung verbesserte sich die Koordinaten Präzision auf 5 m. In den späten 1990er-Jahren kamen Parallelführungssysteme auf, die mit Lichtbalken die Abweichung von der Fahrspur anzeigten (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016). In dieser Zeit kam auch der Begriff Precision Farming auf (*dlg-merkblatt\_447.pdf*, o. J.). Die ersten Systeme hatten eine geringe Akzeptanz, was sich erst mit den automatischen Lenksystemen im Jahr 2003 änderte. Da erstmals die Bedienung derselben leichter war und der Nutzen für die Landwirtschaft hoch. Seitdem steigt die Bedeutung und der Anspruch von Prozessen an die Genauigkeit der Positionierung (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

Um eine zentimetergenaue Steuerung durch Satellitennavigation zu ermöglichen, bedarf es eines Korrekturdatensignals. Neben Anbietern aus der freien Wirtschaft bietet das LDBV flächendeckende, individuell berechnete Korrekturdaten zur Echtzeitpositionierung an. Bekannt ist dieser Dienst auch unter dem Namen des Sachgebietes, SAPOS. Hier gilt aber zu differenzieren zwischen landwirtschaftlichen Kunden und Kundinnen, die den Landwirtschaftlichen



Fahrzeugpositionierungsservice, abgekürzt LFPS, nutzen und nicht landwirtschaftlicher Kundschaft, die den gebührenpflichtigen SAPOS-Dienst nutzen (Strobl, 2020)<sup>2</sup>.

Zu den eigenen Vorteilen zählt der LFPS die flächendeckende Verfügbarkeit, und dass aufgrund von Spurhaltung Überlappungen vermieden werden, Erträge gesteigert und Produktionskosten gesenkt werden können. Auch im Dunkeln und bei schlechter Sicht ist somit die Feldarbeit möglich. Außerdem ergibt sich eine Zeitersparnis und Schonung der Böden durch geringere Verdichtung (Strobl, 2023).

## 1.1 Fragestellung

In der folgenden Arbeit sollen nun die Fragen beantwortet werden, welchen Mehrwert die landwirtschaftlichen Nutzenden in dem Landwirtschaftlichen Fahrzeugpositionierungsservice sehen und wofür die Kunden und Kundinnen die amtlichen Positionierungsdaten nutzen. Damit die landwirtschaftlichen Anwender und Anwenderinnen langfristig von dem Dienst profitieren, sollen außerdem mögliche Verbesserungsvorschläge beschrieben werden.

---

<sup>2</sup> Interne Quelle, nicht öffentlich zugänglich

## 2 Theoretische Hintergründe

Zunächst einmal soll die Historie, die Entwicklung der Nutzerzahlen und die technische Funktionsweise des LFPS erklärt werden. Außerdem soll der GNSS-Einsatz in der Landwirtschaft beschrieben werden.

### 2.1 Historie des LFPS

Der Satellitenpositionierungsdienst (SAPOS) der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) bietet seit 2002 in Bayern flächendeckend den amtlichen Raumbezug (Strobl, 2020). Unter amtlichem Raumbezug versteht man die Möglichkeit der genauen Positionsbestimmung mithilfe von Koordinaten im amtlichen Referenzrahmen (*Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen - AdV-Online*, o. J.). Dabei umfasst das Angebot zwei Arten von Korrekturdaten, Postprocessing Korrekturen und Echtzeitkorrekturen, wobei sich nur letztere für die Anwendung in der Landwirtschaft eignen (Streicher, 2018). Anfangs gab es in Bayern keine Unterscheidung zwischen den landwirtschaftlichen und nicht landwirtschaftlichen Nutzenden. Allerdings konnten Landwirte und Landwirtinnen für die Nutzung der Korrekturdaten über Vertriebspartner einen Rabatt von 40 % erhalten. Das änderte sich 2017 im Rahmen des Smart-Farming Paketes, welches als Teil des Digitalisierungspaketes Land- und Forstwirtschaft beschlossen wurde. Hierbei wurde neben der Einführung von Vergünstigungen für das Jagdkataster, die Nutzungsgebühren für den amtlichen Korrekturdatendienstes abgeschafft, mit dem Ziel die Landwirtschaft zukunftssicher zu gestalten (Strobl, 2020).

In Zusammenarbeit mit Walter Heidl, dem damaligen Präsidenten des Bayerischen Bauernverbandes (BBV), gab Dr. Markus Söder, damaliger Staatsminister für Finanzen, Landesentwicklung und Heimat, den Startschuss für den LFPS am 01.10.2017. Die Nutzungsgebühr von 1.000 € per annum, wurde für den amtlichen Fahrzeugpositionierungsservice abgeschafft, auch wurde der Dienst umbenannt in Landwirtschaftlichen Fahrzeugpositionierungsservice (LFPS) (Strobl, 2020, 2023). Bei der kostenlosen Nutzung des Dienstes ist seitdem nur eine Anmeldegebühr fällig und Mobilfunkgebühren, die vom jeweiligen Anbieter erhoben werden (Strobl, 2020). Die Anmeldegebühr beträgt 50 € und ist für drei Jahre gültig. Diese wird, bei nicht Einhaltung der drei monatigen Kündigungsfrist, erneut für einen Zeitraum von drei Jahren automatisch abgebucht (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf*, o. J.). Unter landwirtschaftlichen Nutzer und Nutzerinnen werden neben Beschäftigten in der Land- und in der Forstwirtschaft, auch Lohnunternehmen, Maschinenringe und landwirtschaftliche Dienstleister zusammenge-

fasst, andere SAPOS Dienste sind für alle nicht landwirtschaftliche Kunden und Kundinnen weiterhin kostenpflichtig. Da durch den Staat in den Markt eingegriffen wurde, drohte der Unmut privater Korrekturdatenanbieter und Dienstleister, da diese befürchteten, Kundschaft zu verlieren. Infolge gab es Gespräche zwischen dem Finanzministerium, dem LDBV und dem BBV, als Vertreter der Dienstleister. Nach mehreren Treffen ergab sich der Kompromiss, dass die Dienstleister aufgrund ihrer etablierteren Erfahrungen mit dem Schlepper-System, unter Erhebung einer Servicegebühr den technischen Support übernehmen, welchen die Landwirte und Landwirtinnen auf freiwilliger Basis in Anspruch nehmen können. So kam man den privaten Dienstleistern entgegen, da kein technischer Support, wie Hilfe bei Anmeldeproblemen, Installation oder Geräteeinstellung, vom LDBV geboten werden konnte (Strobl, 2020). Eine Liste mit Kontaktdaten verschiedener Dienstleister und ihren jeweiligen Leistungen ist auf der Internetseite des LFPS veröffentlicht (*LFPS\_Dienstleisterliste.pdf*, 2022). Seitens des LDBV werden außerdem keine Marketing Maßnahmen ergriffen (Strobl, 2020).

## 2.2 Entwicklung der Nutzerzahlen des LFPS

Obwohl der LFPS nicht aktiv beworben wird, gibt es einen stetigen Zuwachs an Anmeldungen. Um sicherzustellen, dass es sich um landwirtschaftliche Nutzer und Nutzerinnen handelt, wird bei der Erstanmeldung als Verifizierung die Betriebsnummer gefordert. Über die Website der bayerischen Vermessungsverwaltung können sich die Kunden und Kundinnen anmelden (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf*, o. J.). Innerhalb von zwei bis drei Werktagen nach der Anmeldung werden eine Bestätigung und Zugangsdaten per Mail zugestellt (*Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung - Produkte - Dienste & Anwendungen - Landwirtschaftlicher Fahrzeugpositionierungsservice - FAQ*, o. J.).

Bereits ab September 2017, mit der Abschaffung der Kosten und Umbenennung in LFPS, wurden 238 Anmeldungen aufgezeichnet. In den folgenden Jahren von 2019 bis 2020 blieben die jährlichen Anmeldungen recht konstant, vgl. Tabelle 1. Die meisten Anmeldungen pro Monat waren, seit 2018, immer im Monat März (J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023). Die gesamte Kundenanzahl des LFPS beläuft sich auf 7258 (A. Drust, persönliche Kommunikation, 05.04.2023).

Tabelle 1: Anmeldungen LFPS p.a. (J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023)

Jahr	Anmeldungen
2017 (ab September)	238
2018	1217
2019	1265
2020	1375
2021	1272
2022	1374

Jedes unabhängig voneinander genutzte Fahrzeug braucht zur Authentifizierung eine eigene Kennung und ein eigenes Passwort. Das heißt aber auch, dass Fahrzeuge, die nicht gleichzeitig genutzt werden, dieselben Anmeldedaten nutzen können (*LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf*, o. J.). Daher wird bei der Betrachtung der Entwicklung der Nutzerzahlen nicht nur die reine Anzahl der Kennungen berücksichtigt, sondern auch die Einwahlminuten. Um einen Vergleich zu ermöglichen, kann die SAPOS Kundengruppe des hochgenauen Echtzeitpositionierungsdienstes (HEPS) hinzugezogen werden, da dieser die gleiche Technologie wie beim LFPS nutzt. Der Dienst wird beispielsweise für Kataster- und Ingenieursvermessungen verwendet (*Faltblatt.pdf*, o. J.). Insgesamt machte die Kundengruppe des LFPS im Jahr 2022 93 % der Einwahlminuten aus und HEPS 7 % (J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023). Die niedrigeren Einwahlzeiten liegen wohl auch daran, dass HEPS 0,10 € pro Minute kostet und Kunden und Kundinnen vermutlich daher die Nutzung limitieren (*Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung - Produkte - Dienste & Anwendungen - SAPOS*, o. J.). Auch stagnieren die jährlichen Einwahlminuten des HEPS, wie aus Abbildung 1 entnommen werden kann; während die Trendlinie des LFPS ein eindeutiges Wachstum aufweist. Seit 2017 zeigt sich eine gesteigerte Nutzung des Dienstes.

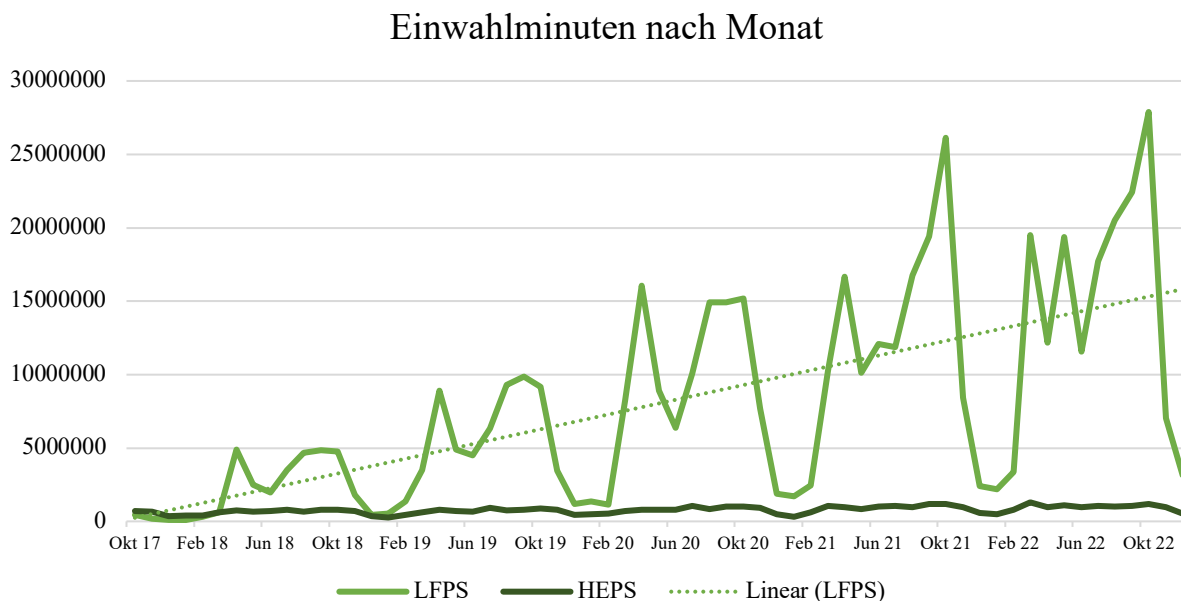


Abbildung 1: Einwahlminuten nach Monat (Eigene Darstellung nach J. Strobl, persönliche Kommunikation, 15.03.2023)

Bei der detaillierten monatlichen Betrachtung in Abbildung 1 sind die Einwahlminuten des HEPS konstant, während der LFPS starken saisonalen Schwankungen unterliegt. Hier machen sich die Arbeitsspitzen in der Landwirtschaft bemerkbar. So kam es 2018 bis 2021 im April zu einem Hochpunkt. In den darauffolgenden Monaten nahmen die Einwahlzeiten ab und erreichten im Juni einen Tiefpunkt. Im Jahr 2021 trat der Tiefpunkt bereits im Mai auf. Während 2018 bis 2020 zwischen August und Oktober die Minuten einem Plateau ähneln, entwickelten sich die Minuten 2021 bis zu einem Hochpunkt im Oktober positiv. Im Jahr 2022 wich der Graph von den Jahren zuvor ab, im April kam es zu einem Tiefpunkt und im März und Mai zu einem zuvor nie dagewesenen Hochpunkt. Auch im Jahr 2022 stiegen die Einwahlzeiten erst nach einem Tiefpunkt im Juni, um im Oktober das letzte jährliche Maximum zu erreichen.

Der Anstieg im März mit einem Hochpunkt im April in den Jahren 2018 bis 2021 lässt sich durch die zunehmende Aktivität, der in der Landwirtschaft Beschäftigten im Frühling erklären. In dieser Zeit beginnt die Bodenbearbeitung, mit dem Düngen und Säen angefangen („Frühling“, o. J.). Im Zeitraum Juli bis August findet die Getreideernte statt. Die Aktivität der Landwirte und Landwirtinnen auf dem Feld nimmt erst wieder ab, nachdem im Herbst die Ernte eingefahren wurde, der Boden gepflügt und die Wintersaat ausgebracht wurde („Herbst“, o. J.; „Sommer“, o. J.). Der Tiefpunkt im Mai 2021 hängt vermutlich mit den sehr niedrigen Temperaturen und dem hohen Niederschlag in diesem Jahr zusammen (*Wetter und*

*Klima - Deutscher Wetterdienst - Presse - Deutschlandwetter im Mai 2021, 2021*). Durch die hohe monatliche Durchschnittstemperatur bereits am Anfang des Jahres 2022 und dem dadurch verbundenen Aktivitätsanstieg in der Landwirtschaft verschob sich der Hochpunkt der Einwahlminuten nach vorne (*Wetterstatistik Bayern, 2023*). Im April 2022 folgte mit Schnee zu Monatsbeginn ein überdurchschnittlich warmer Mai mit vielen Sonnenstunden, was die vorliegenden Aktivitätsschwankungen begründen könnte (*Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Presse - Deutschlandwetter im April 2022, 2022; Wetter und Klima - Deutscher Wetterdienst - Presse - Deutschlandwetter im Mai 2022, 2022*).

## 2.3 Technische Funktionsweise des LFPS

Das gemeinschaftliche Projekt der AdV, SAPOS, dient der infrastrukturellen Grundversorgung und ist Teil des gesetzlich vorgeschriebenen Aufgabenbereichs der deutschen Landesvermessungsbehörden (Strobl, 2023). Obwohl die Funktionsweise identisch ist mit SAPOS, wurde die Bezeichnung LFPS in Bayern gewählt, um zwischen landwirtschaftlicher und nicht landwirtschaftlicher Kundschaft zu differenzieren (Strobl, 2020). Zum Einsatz kommt in der Landwirtschaft nur die Echtzeit Positionierung. Der Dienst ist flächendeckend und 24 Stunden am Tag verfügbar (*Faltblatt.pdf, o. J.*). Je nach Gerät ist mit dem LFPS eine Koordinatengenauigkeit von 1-2 cm in der Lage und 2-3 cm in der Höhe möglich. Hierbei können momentan die drei globalen Navigationssatellitensysteme<sup>3</sup> GPS, GLONASS und Galileo genutzt werden (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf, o. J.*). In Zukunft soll auch BeiDou<sup>3</sup> nutzbar sein (Strobl, 2023).

### 2.3.1 Absolute Positionierung

Navigationssatellitensysteme bieten die Möglichkeit, Fahrzeuge zu orten, zu navigieren, Ausbringungsmengen zu regulieren und Prozessdaten zu dokumentieren. Dabei bestehen diese Systeme aus Satelliten und Bodenstationen (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016). Satelliten bestehen aus einem Zentralkörper mit Sonnenpaneelen und Sendeantenne, diese zeigt immer zur Erde (Beutler, 2017). Unabhängig von der Zugehörigkeit zu Navigationssatellitensystemen senden Satelliten Navigationsnachrichten aus, die ihre Position und den Sendezeitpunkt als Bahndaten enthalten (Strobl, 2023). Mit dem Prinzip der Signallaufzeitmessung kann die dreidimensionale Position und Bewegungsrichtung von Empfängern

---

<sup>3</sup> GNSS: Global Navigation Satellite System

bestimmt werden; dabei wird die Position mit Hilfe eines räumlichen Bogenschnittes zu mindestens drei Satelliten berechnet. Bei der Laufzeitdauer des Signals vom Satelliten zur Antenne des Empfängers wird angenommen, dass das Signal konstante Lichtgeschwindigkeit hat. Ein Signal enthält neben der Satellitenposition immer die Satellitenkennung und Zeitangabe der integrierten Atomuhr. Die GNSS-Sensoren der Nutzenden bestehen aus Empfänger, Antenne und einer Recheneinheit zur Verarbeitung des Signals und Ausgabe der Position. Dabei können die Bauform und Qualität der Antenne entscheidenden Einfluss auf die erreichbare Genauigkeit nehmen.

Durch GNSS kann auch die genaue Geschwindigkeit bestimmt werden, was sich als nützlich bei der Regelung geschwindigkeitsabhängiger Maßnahmen, beispielsweise bei Düngerstreuern, erweist. Eine weitere Unterstützung bieten Navigationssatellitensysteme bei der Dokumentation durch das Verknüpfen der Daten, die bei Arbeit erhoben werden, mit der aktuellen Zeit. (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

Auf dem gesamten Globus können jederzeit mindestens vier Satelliten eines Systems empfangen werden, die für die Positionsbestimmung in Echtzeit mittels GNSS-Empfänger erforderlich sind. Drei zum Lösen des räumlichen Bogenschnittes und einer zum Zeitabgleich zwischen Satelliten- und Empfängeruhr. Zur Lösung dieses sogenannten Empfängeruhrfehlers wird ein vierter Satellit benötigt, um die minimale Laufzeitverfälschung zwischen den untereinander synchronisierten Atomuhren der Navigationssatelliten und den etwas ungenaueren Quarzuhren der GNSS-Empfänger zu korrigieren (Strobl, 2023).

So erreicht man bei der absoluten Positionierung, also eine Positionierung ohne Korrekturdaten einer Referenzstation, von GPS und GLONASS eine Genauigkeit von kleiner-oder-gleich 15 Meter (Strobl, 2023).

Die verschiedenen Störfaktoren, welche Einfluss auf die Positionsbestimmung durch globale Satellitensysteme nehmen, lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- Die Genauigkeit des Messverfahrens
- das Ausmaß der Fehlereinflüsse (Zuverlässigkeit)
- die Anzahl und Konstellation der Satelliten (Verfügbarkeit)

---

### 2.3.1.1 Genauigkeit des Messverfahrens

Die zwei möglichen GNSS-Messverfahren sind die Code-Entfernungsmessung und die Trägerphasenmessung. Bei der Code-Entfernungsmessung wird die Laufzeit der Satellitensignale zum Empfänger gemessen. Dieses Messverfahren hat eine Genauigkeit im Dezimeter bis Meter Bereich. Eine verbesserte Genauigkeit, im Millimeter bis Zentimeter Bereich, erreicht man durch die zusätzliche Trägerphasenmessung. Bei diesem präziseren Verfahren wird iterativ die Anzahl der ganzen Wellenlängen sowie ein Reststück ermittelt, welche in der zurückgelegten Strecke des Signals zwischen Satelliten und Empfänger einfließen (Strobl, 2023).

---

### 2.3.1.2 Zuverlässigkeit

Fehler, die die Zuverlässigkeit beeinträchtigen, lassen sich in entfernungsabhängige Fehler und stationsabhängige Fehler unterscheiden. Zu den entfernungsabhängigen Fehlern gehört die atmosphärische Refraktion, also der variierende Einfluss der Laufzeitverzögerung, bzw. der Strahlenkrümmung der Signale in der Erdatmosphäre (Strobl, 2023).

Ein weiterer frequenzabhängiger Fehler besteht aus der Refraktion in der Ionosphäre, also den höheren Schichten. Da hier die Laufzeit von elektromagnetischen Wellen dem Grad der Ionisation und somit dem unmittelbaren Einfluss der Sonnenaktivität unterliegt. Sonnenaktivität, wie Sonnenwinde oder Sonnenflecken verfälschen die Laufzeit durch den variierenden Elektronengehalt in der Ionosphäre (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016; Strobl, 2023).

Obwohl bei der Signallaufzeitmessung die Annahme getroffen wird, dass das Satellitensignal gradlinig mit konstanter Geschwindigkeit eintritt, kommt es bei Eintritt in der Atmosphäre zu einer Ablenkung (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016). Bei der frequenzunabhängigen Refraktion, beeinflusst der Luftdruck und Wasserdampf die Laufzeit in der Troposphäre, also die unterste Schicht der Atmosphäre.

Satellitenbahnfehler und Empfängeruhrfehler sind weitere entfernungsabhängige Fehler. Hierunter versteht man Schwankungen der Satellitenumlaufbahnen aufgrund der Sonnengravitationskräfte; diese können bis zu zwei Meter Abweichungen bewirken. Empfängeruhrfehler, also das Fehlen eines vierten Satelliten, können die Genauigkeit um 30 cm pro Nanosekunde verfälschen.

Stationsabhängige Fehler sind zum einen Antennenphasenzentrumsfehler, bei dem die Lage des elektrischen Phasenzentrums relativ zum Antennenreferenzpunkt in der Antenne durch



falsche Antennen-Kalibrierung um bis zu 20 cm in der Höhe und mehrere Millimeter in der Lage verfälschen. Zum anderen gibt es Mehrweg- oder Multipath-Effekte, mit Abweichungen im Millimeter bis Zentimeter Bereich. Diese entstehen durch Überlagerung des direkten Satellitensignals mit reflektierten Anteilen durch Reflexionsfläche (Strobl, 2023).

### 2.3.1.3 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit beschreibt wie viele Satelliten empfangen werden und in welcher Konstellation diese zueinanderstehen, da je nach Winkel und Entfernung bestimmte Signale nicht mehr genutzt werden können. Eine hohe Positionsgenauigkeit wird erreicht, wenn die Satelliten einen weiteren Abstand zueinander haben und gleichmäßig über dem Empfänger verteilt sind. Bei zu engem Abstand oder bei Abschattung durch Hindernisse, wie Hecken, Wald oder Gebäude verschlechtert sich die Genauigkeit (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016; Strobl, 2023). Ein Größenvergleich von verschiedenen Fehlerquellen ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Weitere Größen, die die Genauigkeit beeinflussen sind die Hardware und Software der Empfänger (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

Tabelle 2: Fehlerquellen bei Satellitenortungssystemen (Eigene Darstellung in Anlehnung an DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016)

Fehlerquelle	Positionsfehler
Satellitenposition	1-10 m
Empfängeruhrfehler	0-1,5 m
Ionosphäre	0-90 m
Troposphäre	0-10 m

### 2.3.2 Differenzielle Positionierung

Die beschriebenen Einflüsse der exakten Echtzeit-Positionsbestimmung haben große Auswirkungen auf die Koordinaten. Um die Genauigkeit zu verbessern, nutzt man das Prinzip der differenziellen, bzw. relativen Positionierung (Strobl, 2023). Diese Methode der Zentimeter

genauen Echtzeitpositionierung, kurz RTK<sup>4</sup>, wurde Mitte 1990 entwickelt (Wanninger, 2004). Dabei bezieht sich ein Rover<sup>5</sup> auf eine Referenzstation. Diese fungiert als zweiter Empfänger, dessen Koordinaten bekannt sind. Rover und Referenzstation empfangen gleichzeitig mindestens vier Signale derselben Satelliten. Da die Fehler, die auf beide Stationen Einfluss nehmen, bei kurzer Basislinie gleich sind, heben sich diese bei der Berechnung auf. Die Basislinie ist der Abstand zwischen der Rover Position und Referenzstation (Strobl, 2023). Durch die Ermittlung der Fehler bei der festgelegten Position der Referenzstation, ist es möglich den Laufzeitfehler bei dem Rover mit einzuberechnen, da Fehler die in der Ionosphäre, Uhr- oder Satellitenbahnfehler unter gleichen atmosphärischen Bedingungen auftreten, identisch sind (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016). Durch die gleichzeitige Messung und die gleich ausfallenden Fehler der Referenzstation und des Empfängers, kann die Differenz gebildet werden und dadurch die Position der Maschine durch die relative Genauigkeit der Position der Referenzstation korrigiert werden. Dafür werden die Korrekturdaten mittels Mobilfunks übertragen. Das hat den Vorteil, dass die Nutzung kostengünstig und einfach ist. Ein Problem stellen aber Funklöcher und die Auslastung des Netzes dar. Genutzt wird der sogenannte Ntrip<sup>6</sup> Standard in RTCM Format<sup>7</sup> (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016; Strobl, 2023).

Nutzt man diese Technik mit einer einzelnen Referenzstation so ist die Reichweite eingeschränkt für einen Radius von 10 km bis 20 km. Um die Reichweite zu erhöhen wird ein Netz aus permanenten GNSS-Referenzstationen von SAPOS genutzt (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf*, o. J.; Wanninger, 2004). Durch den Einsatz von Netz-RTK kann kostengünstig eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit auch bei Referenzstationsabständen von 50 km bis 60 km erreicht werden. So hat ein einzelner Ausfall einer Station nur geringe Auswirkungen auf die Nutzer des Netzes (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016; Strobl, 2023). Das SAPOS Netz in Deutschland, zu sehen in Abbildung 2, besteht aus über 250 Stationen, 56 dieser GNSS-Referenzstationen werden in Bayern genutzt. Davon sind 38 Stationen innerhalb und 18 außerhalb des Bundeslandes, mit einem Abstand von 50 km bis 60 km (Strobl, 2023). Durch die Vernetzung mit Nachbarländern wird die komplette Fläche Bay-

---

<sup>4</sup> Real Time Kinetic

<sup>5</sup> In der Fachliteratur wird der Begriff Rover genutzt, kann im landwirtschaftlichen Kontext synonym zu Maschine oder Traktor verstanden werden.

<sup>6</sup> Networked Transport of RTCM via Internet Protocol

<sup>7</sup> Internationaler Standard mit unterschiedlichen Versionen



LFPS im LDBV in München statt (*Faltblatt.pdf*, o. J.; Wanninger, 2004). Im letzten Schritt wird mit Hilfe der Korrekturmodelle und der horizontalen Koordinatendifferenzen zwischen Referenzstation und Maschinenposition die Referenzbeobachtung virtuell zum Standort des Fahrzeugs verschoben. Die virtuelle Referenzstation wird vom Empfänger auf der Maschine zur Positionsbestimmung genutzt (Wanninger, 2004). Man spricht daher auch von dem Verfahren der virtuellen Referenzstation (VRS) (*LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf*, o. J.).

Die LFPS Nutzende können eigenständig am Ntrip-Mountpoint, den Zugangspunkt bzw. Korrekturdatenstrom wählen ob GPS plus GLONASS oder GPS, GLONASS plus GALILEO genutzt werden sollen (*LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf*, o. J.). Damit ein individuelles Korrektursignal auf einer Maschine empfangen werden kann, wird ein geodätischer RTK-fähiger GNSS-Empfänger und Mobilfunk-Modem mit einer bei einem Mobilfunknetzbetreiber angemeldeten SIM Karte benötigt (*Faltblatt.pdf*, o. J.). Das bei SAPOS für den amtlichen Raumbezug genutzte Lagebezugssystem ist das ETRS89(DREF91)-System<sup>8</sup> (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf*, o. J.). Bei diesem System handelt es sich um das Koordinatenreferenzsystem der Geobasisdaten Deutschlands, das heißt die Lagekoordinaten stimmen mit den amtlichen Geobasisdaten des LDBV überein (*Faltblatt.pdf*, o. J.; *LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf*, o. J.). Im amtlichen Raumbezug sind auch historische Positionen rekonstruierbar (*LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf*, o. J.). Neben dem Bereitstellen der Korrekturdaten gehört unter anderem die Qualitätssicherung zu den Aufgaben von SAPOS/LFPS. Hierfür gibt es ein Koordinatenmonitoring, dabei werden Ergebnisse der Berechnung der Referenzkoordinaten veröffentlicht und ein HEPS-Performance-Monitoring durchgeführt. Dafür sind vier Rover Stationen mit unterschiedlicher Hardware im Einsatz, um ungünstige Entfernungsbedingungen zu simulieren (Strobl, 2023).

Differenzielle Korrekturdaten werden auch von Wide Area Augmentation Systems berechnet, in Europa ist dieses System unter EGNOS bekannt. Dieses System setzt sich zusammen aus GNSS-Referenzstationen, Bodenkontrollstationen und geostationären Satelliten mit fester Position. Da nur die GPS-Frequenz genutzt wird, liegt die Genauigkeit bei 50 cm. Auch die EGNOS Signale können durch Gelände und Wald abgeschattet werden (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

---

<sup>8</sup> Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 / Deutsches Referenznetz 1991 Realisierung 2016, Positionstatus 489, EPSG 4936 (*Faltblatt.pdf*, o. J.)

## 2.4 GNSS in der Landwirtschaft

In der Literatur wird als Nutzerschaft der Netz-RTK-Technologie vor allem Lohnunternehmen, kleinere Betriebe und Betriebe in Splitterlage genannt. Während Betriebe mit Lenksystem, Betriebe mit beisammen liegenden Flächen und Betriebe mit Sonderkulturen, Dauerkulturen und Reihenfrüchten, eigene Referenzstationen bevorzugen (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

GNSS wird in den verschiedenen Gebieten eingesetzt:

- Vermessung und Kartierung
- Parallelführung, Lenk- und Lenkassistenzsysteme
- Steuerung von Anbaugeräten und Dokumentation
- Messwerterfassung

Bei Vermessung und Kartierung werden Punkte, Linien und Flächen gemessen; die Daten werden meist von einem Programm im Terminal graphisch als Karte angezeigt. Kartierte Punkte können beispielsweise Hindernisse wie Grenzsteine sein, kartierte Linien beispielsweise Drainagen und kartierte Flächen Feldgrenzen. Auch kann die Position mit einer Information aus Bodenproben verknüpft werden. Mit Hilfe von Geografischen Informationssystemen (GIS) können Daten ausgewertet und zur Arbeitsplanung genutzt werden.

Bei Parallelführung, Lenk- und Lenkassistenzsystemen werden Referenzlinien, basierend auf Arbeitsbreite zur ersten Spur und deren Anfangspunkt und Endpunkt, berechnet. Neben geraden Spuren können auch Kurven und Vorgewende erstellt werden. Lenksysteme werden genutzt für Maßnahmen der Strip Till Bearbeitung, damit ein genaues Anfahren der Streifen gelingt. Auch im Controlled Traffic Farming werden Lenksysteme eingesetzt, um langfristig die gleichen Spuren zu befahren, um so die Bodenverdichtung zu reduzieren und die Erträge zu steigern.

Bei der Steuerung der Anbaugeräte wird bei der Teilbreiten- oder Einzelreihenabschaltung die Position einzelner Teilbreiten aus der Position und der Fahrtrichtung des GNSS-Sensors berechnet. Um Überlappungen zu vermeiden, werden Teilbreiten automatisch an- und ausgeschaltet. Auch ein Arbeiten nach Sollwerten, das heißt das automatische Anpassen der Ausbringungsmenge, ist durch Applikationskarten möglich.

Bei der Dokumentation und Messwerterfassung ist es möglich, die Sensordaten zu Position, Uhrzeit und Geschwindigkeit zu nutzen und anhand der Informationen die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen zu analysieren.

Beim landwirtschaftlichen Einsatz von GNSS gibt es unterschiedliche Anforderungen an die Positionsbestimmung je nach Maßnahme. Dabei wird in absolute und relative Genauigkeit unterschieden. Die absolute Genauigkeit beschreibt die „Abweichung von der wahren Position“ (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016). Diese absolute Genauigkeit ist von großer Bedeutung bei Arbeiten mit absoluter Positionierung, die auf offiziellen Daten basieren wie Flurgrenzen, bei der Anlage von Reihen- oder Sonderkulturen oder bei langfristig geplanten Maßnahmen wie Controlled Traffic Farming und Strip Till. Bei dem Erfassen von Messwerten, wie Ausbringungsmenge oder von Prozessdaten, wie Kraftstoffverbrauch ist der Anspruch an die absolute Genauigkeit geringer.

Die relative Genauigkeit basiert auf mehreren Messungen der Empfängerposition in unter einer Stunde, diese werden als Referenz mit ihrem Mittelwert verglichen. Eingesetzt wird das bei der Größenbestimmung von Flächen und klassischer Parallelführung mit großer Arbeitsbreite. Eine Sonderform ist die Spur-zu-Spur-Genauigkeit oder auch der Spurfehler, dieser wird genutzt bei der Berechnung des Abstands von Soll- und Referenzlinie des Parallelführungs- oder Lenksystems und gibt die Genauigkeit der Fahrspur innerhalb von 15 Minuten an (DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik & Noack, 2016).

Unter dem Gesichtspunkt der Profitabilität, siehe Abbildung 3, ist eine höhere Flächenausstattung notwendig, um die Gewinnschwelle bei RTK-Lenksystemen zu erreichen, selbst bei der gebührenfreien Nutzung des LFPS (Gandorfer et al., 2017).

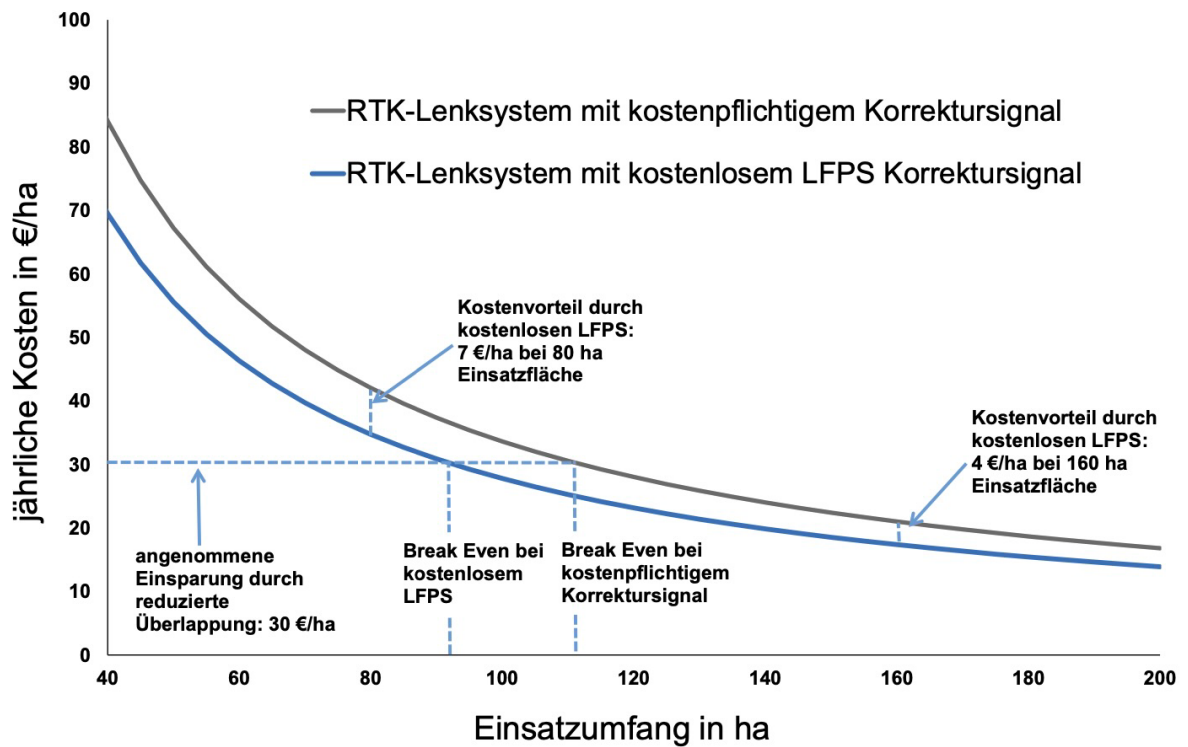


Abbildung 3: Break-Even-Analysen RTK-Lenkssystem (Gandorfer et al., 2017)

Befragungen von 2012 zu der Nutzung von Lenksystemen zeigen allerdings auch, dass die Wertversprechen, wie Arbeitsentlastung, verbesserte Qualität der Arbeit und die Möglichkeit auch nachts zu arbeiten, als wichtiger empfunden werden als die Reduzierung variabler Kosten. Deshalb investieren auch kleinere Betriebe in diese Technologie (Gandorfer et al., 2017 zitiert nach Schöfbeck und Gandorfer, 2012)

### 3 Methoden

Um die Fragestellung dieser Arbeit zu beantworten, wurde eine quantitative und eine qualitative Untersuchung durchgeführt. Somit wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt, welche in Form einer schriftliche Online-Umfrage mit folgenden Experteninterviews stattgefunden hat. Das zweigeteilte Vorgehen war nötig, da es noch keine Forschung, Befragung oder ähnliches über den LFPS gab und im ersten Schritt erstmals quantitative Daten erhoben wurden. In dem darauffolgenden Teil konnten die Erkenntnisse vertieft und die nötige Praxisnähe erreicht werden.

Als Grundlage der quantitativen Online-Umfrage diente die Literaturrecherche des Theorie-teils. Da wenig Literatur über den LFPS verfügbar ist, wurden vor allem interne und öffentliche Quellen des LDBV (Referat 83 Geodätischer Raumbezug) herangezogen. Außerdem wurden Quellen genutzt, deren Herausgeber Expertise auf dem Gebiet der Landwirtschaft haben, wie die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft und der Experte im Bereich der RTK-Technologie, Prof. Dr.-Ing. habil. Wanninger.

Als zusätzliche Vorbereitung des Fragebogens wurde ein Vorgespräch mit einem bei der BayWa angestellten Dienstleisters geführt, der die Rolle des Servicespezialist IT-Systeme Landtechnik innehat. Der Kontakt entstand über die Zusammenarbeit der BayWa mit dem LDBV. Das Interview fand am 22.12.2022 per Videoanruf statt und dauerte 25 Minuten. Neben dem Ziel, den Fragebogen zu verbessern, sollte das Thema aus Servicesicht beleuchtet werden. Die Form der Gesprächsführung orientiert sich an einem semistrukturierten Interview. Das heißt, der Leitfaden war vorgegeben und umfasste die drei Teilbereiche erstens Feedback, bzw. Probleme der Landwirte und Landwirtinnen, zweitens Vertrieb und drittens Maschinenausrüstung. Folgende Fragen waren im Leitfaden enthalten:

- Mit welchen Problemen kommen die Kunden hauptsächlich auf den Service Leister zu?
- Was machen kommerzielle Anbieter besser?
- Wie steht es um die Wechselbereitschaft hin zu kostenpflichtigen Anbietern?
- Was wird am häufigsten kritisiert und was gelobt?
- Betreibt die BayWa aktives Marketing für den LFPS?
- Welche Themen sind aus Sicht der Landwirte aus dem Bereich Precision Farming besonders relevant?



- Welche Ausstattung haben die Maschinen, bei welchen das Korrektursignal genutzt wird?

Die Reihenfolge der Fragen war nicht festgelegt, um flexibel auf die Aussagen reagieren zu können. Im Anschluss wurde das Gespräch transkribiert. Die Auswertung des Interviews wurde qualitativ vorgenommen und die Ergebnisse werden in Kapitel 3, Experteninterviews, beschrieben.

Der quantitative Fragebogen wurde in Unipark erstellt, und umfasste einen Begrüßungstext, 24 Fragen und einen Abbinde. Der Begrüßungstext erklärte, dass die Umfrage im Rahmen einer Bachelorarbeit stattfindet und gab Auskunft über den Umfang und den Datenschutz. Die Fragen waren in vier Kategorien eingeteilt:

- Einstiegsfragen zur Zufriedenheit und Feedback
- Status-quo der Kombinierbarkeit und Nutzung
- Innovation
- Demographie

Sowohl offene als auch geschlossene Fragen waren Teil der Umfrage. Damit der Fragebogen einfach zu beantworten war und möglichst wenig Abbrüche vorkamen, wurde eine Kombination aus Einfachauswahl, Mehrfachauswahl und offenen Textfeldern gewählt. Um den Befragten eine gute Übersicht zu bieten, wurden innerhalb der Kategorien, je nach Umfang und Zusammengehörigkeit, zwei bis fünf Fragen pro Seite angezeigt. Außerdem gab eine Fortschrittsanzeige im Verlauf an wie viel bereits beantwortet wurde.

Damit nur Nutzende des LFPS am Fragebogen teilnehmen, wurde in der ersten Frage, eine Pflichtfrage, ein Filter eingebaut. So wurden Personen, die nicht den Dienst nutzen, direkt zu dem Schluss mit den Demographie Fragen geleitet. Insgesamt gab es zwei Pflichtfragen. Eine weitere Pflichtfrage folgte im späteren Teil der Befragung, und zwar bei der Ja-Nein-Einfachauswahl-Frage, ob Verbesserungspotential im LFPS gesehen wird. Bei Fragen die nicht mit Ja-Nein oder nicht mit einer vorgegebenen Skala zu beantworten waren gab es immer die Option *Sonstiges* zu wählen und die Möglichkeit ein dazugehöriges Textfeld auszufüllen. Im Demographie Teil wurde auch ein Filter eingebaut. So wurden nur die Personen, die auswählten in der Landwirtschaft tätig zu sein, nach Produktionsschwerpunkt und landwirtschaftliche Nutzfläche in einem vorgegebenen Hektarspektrum befragt.

Der erarbeitete Fragebogen wurde mit dem LFPS-Newsletter am 29.12.2022 verteilt, dieser wurde an 4.105 Mailadressen zugestellt. Da die Zielgruppe der Umfrage alle LFPS Nutzende

umfasste, waren die Empfänger und Empfängerinnen des Newsletters geeignete Testpersonen. Um zur Teilnahme zu motivieren, wurde noch vor dem Link zum Umfrageportal ein kurzer Text über die Digitalisierung der Landwirtschaft und dem Hintergrund der Umfrage im Newsletter integriert. Um zu erreichen, dass möglichst viele den Text und die Umfrage erfassen und sich angesprochen fühlen, wurde beides ganz oben in der Mail als erster Punkt platziert. Mit 314 Impressionen wurde die Umfrage von 260 Personen beendet mit einer Durchschnittszeit (arithmetische Mittel) von 6 Minuten 10,3 Sekunden. Die Beendigungsquote bei Abschluss am 26.01.2023, von 82,8 % zeugt davon, dass das Ziel, wenig Abbrüche zu erreichen umgesetzt werden konnte.

Bei der Auswertung wurden entweder absolute Nennungen im Text, oder in Klammern genannt, oder die gültigen Prozent genutzt. Unter gültige Prozent werden nur die Werte miteinbezogen, die tatsächlich bei der Frage eine Antwortoption gewählt haben. Die offenen Textfelder wurden qualitativ ausgewertet teilweise in dem sie kategorisiert wurden und teilweise indem einzelne Antworten aufgrund ihrer Relevanz hervorgehoben wurden. Die Anzahl der Summe der Nennungen entspricht nicht immer der Summe der Antworten, da in manchen Antworten mehrere Themen aufgegriffen wurden.

Durch die Erkenntnisse der Onlinebefragung konnte der Fragebogen für die zweite Phase, den Experteninterviews der Landwirte, erstellt werden. Der Kontakt zu den Experten entstand über zwei im Service tätige Mitarbeiter der BayWa. Als Kriterien war vorgegeben, dass die Landwirte Erfahrung mit der LFPS Nutzung haben und die Betriebsflächen in Bayern liegen. Um unterschiedliche Betriebe zu befragen, sollte es sich um zwei innovative und einen traditionellen Betrieb handeln. Anderweitige Ausstattung war unwichtig. Aus Datenschutzgründen wurden mögliche Interviewpartner von der BayWa angefragt und dann im zweiten Schritt ihre Kontaktdaten für den Zweck dieser Arbeit geteilt.

Um bei den Interviews gezielt Fragen vertiefen zu können, wurde als Form ein semistrukturiertes Interview gewählt. Da in der quantitativen Umfrage Rückmeldungen bezüglich regionaler Ausfälle der Korrekturdaten im Herbst 2022<sup>9</sup> auftraten, bestand nun die Möglichkeit genauer auf die Experten einzugehen, wenn sie zu den Betroffenen zählen sollten. Im Interviewleitfaden wurden offene Fragen vorformuliert. Angefangen mit der Demographie-Beschreibung, wurde gefragt, ob der Betrieb über oder unter dem bayerischen Durchschnitt

---

<sup>9</sup> Mehr dazu in Kapitel 4.1.2 Auswertung der quantitativen Befragung und 4.2.2 Auswertung der qualitativen Befragung

liege, sowie welchen Schwerpunkt der Betrieb habe. Danach war die Fragenreihenfolge nicht strikt vorgeben, um Antworten über den Einsatz, Vorzüge, Probleme und Potenzial des LFPS zu sammeln. Als Leitfaden wurden folgende Fragen vorformuliert:

- Auf welchen Maschinen wird der LFPS eingesetzt
- Wann wird bei welchen Arbeiten der LFPS eingesetzt?
- Was sind die größten Vorzüge des LFPS? / Wo sehen Sie Potenzial des LFPS?
- Gibt es Nutzungsbedingte wiederkehrende Probleme?

Nur wenn die Befragten Probleme nannten, sollte auch nach möglichen Lösungen gefragt werden.

Um mögliche Innovationen für die Zukunft zu beurteilen, wurden im abschließenden Teil des Interviews Konzepte vorgestellt, die die Experten hinsichtlich ihres Mehrwerts für die Landwirte bewerten sollten. Dazu zählte ein LFPS Onlineportal, eine LFPS App, Mail- oder SMS-Hinweise bei Signalstörungen oder Wartungen, mehr Satelliten<sup>10</sup>, ausreichender Informationsbedarf zu dem LFPS, Signalüberbrückung in Echtzeit.

Die Landwirte, die als Experten interviewt werden sollten, wurden vor dem Gespräch per Telefon kontaktiert und befragt, ob sie an der Umfrage teilnehmen möchten und ob sie ein Interview per Videokonferenz über die Plattform Zoom oder Telefon bevorzugten. Zwei entschieden sich für Telefon und einer für die Videokonferenz. Die Telefonate dauerten jeweils ca. 10 Minuten. Zuvor wurde um Erlaubnis gebeten, das Gespräch aufzeichnen zu dürfen, um es anschließend transkribieren zu können. Außerdem wurde die Bachelorarbeit kurz vorgestellt und ein Überblick über das Vorgehen des Interviews gegeben. Landwirt 1 und 2 wurden am 13.03.23 interviewt und Landwirt 3 am 14.03.23. Da die Befragten im Dialekt sprachen, wurden die Transkripte der Interviews anschließend verbessert. Die Interviews wurden, wie die Befragung des Dienstleisters qualitativ ausgewertet.

---

<sup>10</sup> Die Nutzung von BeiDou3 ist zukünftig bereits geplant

## 4 Ergebnisse

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse beider Umfragen dargelegt, angefangen mit der quantitativen Befragung.

### 4.1 Quantitative Befragung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Online-Umfrage beschrieben, angefangen mit den Demographischen Ergebnissen. Diese wurden im Fragebogen am Schluss abgefragt.

#### 4.1.1 Demographische Ergebnisse

Alle Teilnehmern und Teilnehmerinnen, unabhängig davon, ob sie den Korrekturdatendienst nutzen, wurden nach ihrem Beruf gefragt, die Ergebnisse sind aus Tabelle 3 zu entnehmen. Unter den Teilnehmenden die *Sonstiges* auswählten und das Textfeld ausfüllten, waren drei Personen mit Berufen ohne und vier mit landwirtschaftlichen Hintergrund (einmal Gemüsebau; dreimal Landwirtschaft in Kombination mit weiteren Tätigkeiten).

Tabelle 3: Berufe der Befragten

Beruf	Prozent	Absolute Zahlen
Landwirtschaft	90,4 %	235
Lohnunternehmen	3,5 %	9
Forstwirtschaft	0,8 %	2
Landtechnik Handel	1,9 %	5
Sonstiges	3,5 %	9
Summe	100 %	260

Teilnehmende, die anführten in der Landwirtschaft tätig zu sein, wurden nach Betriebschwerpunkt, Betriebsart und Hektar gefragt. Ein Großteil, mit 64,4 %, nannte Ackerbau als Schwerpunkt, gefolgt von 16,3 % Milchvieh und 9 % Veredelung (Schweine, Geflügel, Eier). Die gesamte Verteilung ist in Abbildung 4 dargestellt.

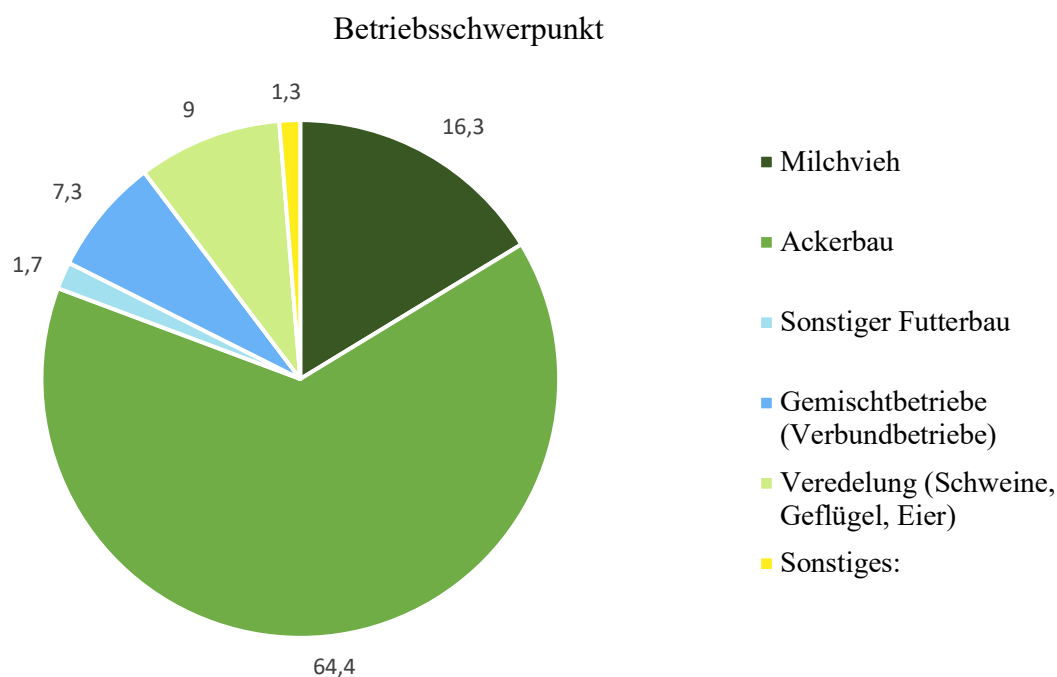


Abbildung 4: Betriebsschwerpunkte der in der Landwirtschaft Beschäftigten

Bei *Sonstiges* wurde Biogasanlage mit dazugehörigem Mischbetrieb und Mutterkuhhaltung, Bullenmast und Ackerbau und Gewürzanbau aufgeführt. Bei Betriebsart gaben 72,8 % Haupterwerbsbetriebe an und 26,8 % Nebenerwerbsbetriebe. Eine Nennung (0,4%) nutzte die Option *Sonstiges* und erklärte, dass gerade der Wandel vom Haupterwerbs- zu Nebenerwerbsbetrieb vollzogen wird. Von den Befragten gaben 84,6 % eine Betriebsgröße von über 40 ha an, die restliche Verteilung ist in Tabelle 4 zu sehen.

Tabelle 4: Betriebsgröße in Hektar

Hektar	Prozent
< 25 ha	8,1 %
25,0-27,9 ha	2,1 %
28,0-30,9 ha	0,9 %
31,0-33,9 ha	1,3 %
37,0-39,9 ha	3%

#### 4.1.2 Auswertung der quantitativen Befragung

Bei der ersten Pflichtfrage wurde herausgefiltert, dass nur Personen den folgenden Fragebogen ausfüllen, die das Korrektursignal des LFPS auch tatsächlich nutzen. Von den 260 Teilnehmenden nutzten fünf Personen den Dienst nicht.

Da für den LFPS nicht aktiv Marketing betrieben wird, wurde eingangs die Frage gestellt, wie die Befragten von dem Dienst erfahren haben. Am häufigsten, mit 34,1 %, wurden Landtechnikhändler genannt, ein Viertel der Befragten (25,1%) gab an eigenständig gezielte Informationssuche betrieben zu haben, 15,7 % gaben Freunde und Bekannte und 11,8 % den BBV an. Mit 4,3 % waren Soziale Medien und mit 3,5 % Nachrichten (Rundfunk, Fernsehen) die am geringsten gewählten Antwortmöglichkeiten. 5,5% wählten *Sonstiges*. In diesem Textfeld wurden vor allem Fachzeitschriften wie das Wochenblatt genannt (5), aber auch Internetforen (3) und der Maschinenring (2).

Die Maschinen, bei welchen das Korrektursignal genutzt wird, sind in Tabelle 5 aufgelistet. Außerdem wurde bei *Sonstiges* der Einsatz des LFPS für die Grenzsteinsuche erwähnt (8), dabei wurden verschiedene mobile Geräte für den Einsatz genannt. Des Weiteren wurden Bodenproben beziehungsweise Bodenprobenfahrzeuge (2) und Vermessungsarbeiten (2) angeführt. Einzelne interessante Nennungen waren ein autonomes Mähsystem, Selbstfahrerspritze und Section Control bei Düngung und Pflanzenschutz.

Tabelle 5: Maschinen mit LFPS Korrektursignal Nutzung

Maschine	Absolute Nennungen
Traktor	252
Mähdrescher	23
Sonstiges	20
Autonome Landmaschinen (bspw. Drohnen, Feldroboter)	4

46,9 % gaben an, ihren Traktor nachgerüstet zu haben, um ein RTK-Lenksystem nutzen zu können und 53,1 % haben dies nicht.

Der Großteil der Befragten führte an, sehr zufrieden mit der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des LFPS zu sein. Die Verteilung ist der folgenden Abbildung 5 zu entnehmen.

Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des LFPS

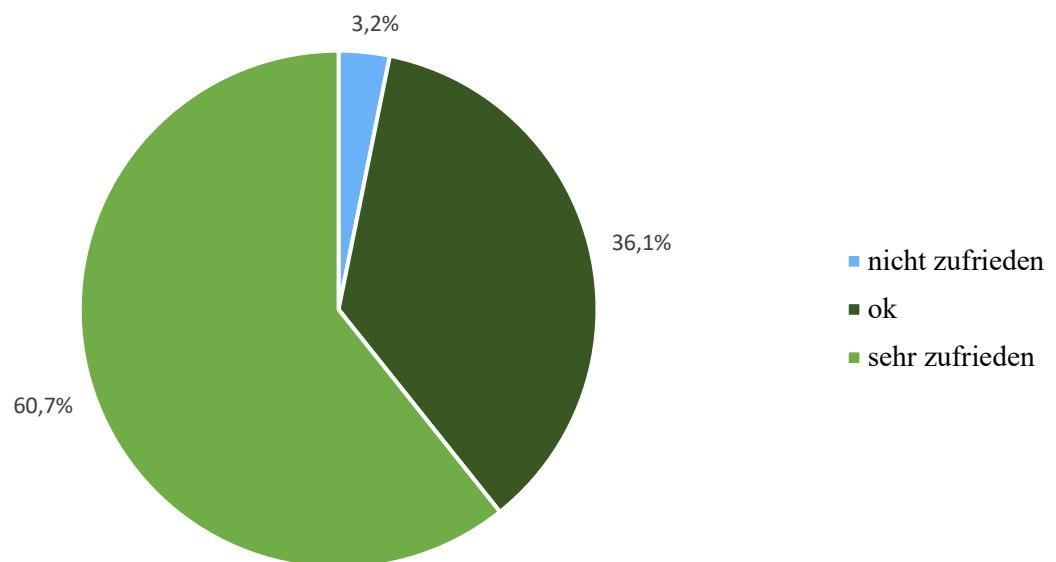


Abbildung 5: Zufriedenheit mit der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des LFPS

Bei der Pflichtfrage, ob ein Verbesserungspotenzial beim LFPS gesehen wird, wählten 34,9 % Ja und 65,1 % Nein.

Fast ein Viertel der Befragten nutzte das offene Textfeld für Verbesserungsvorschläge (63). Die Rückmeldungen enthielten Anmerkungen zu den Themen Empfang des Signals (28), Mobilfunk (15), Serviceleistungen (9), Zukunftspotenzial (6) und Anmeldung (3).

Die häufigste Kritik zu dem Signal und dessen Stabilität und Abdeckung stammt von Abschattung durch Bäume, Hecken oder Gelände. Erwähnt wurde auch, dass die Signalstärke tagesabhängig ist. Eine Antwort gab an, dass in Bezug auf die Signalstärke der Empfänger eine wichtige Rolle spielt und empfiehlt Novatel. Gefordert wurden Warnhinweise, die rechtzeitig vor Ungenauigkeit durch Signalstörungen oder -minderungen warnen. Gewünscht wurde, dass trotz Signalstörung die Option besteht zentimetergenau weiterzuarbeiten. Im Feedback ist von einem Ausfall des Signals im Herbst 2022 dreimal die Rede. Eine Person gibt an seitdem eine private RTK-Station zu nutzen. Eine weitere Person beschrieb, dass sich seit dem letzten Jahr die Signalstärke verschlechtert hat. Gefordert wurde auch eine reine RTK-Daten-SIM-Karte. Im Zusammenhang mit dem Mobilfunk kommt es, laut den Befragten, vor allem in der arbeitsintensiven Zeit zu Problemen. Diese Problematik besteht im Frühjahr und Herbst und wurde, wenn es um den Prozess Section Control geht, als störend empfunden. Außerdem wurde ein schnellerer Verbindungsaufbau gewünscht und als Innovation wurde freies Internet für die Nutzung des Dienstes vorgeschlagen. Unter einer besseren Einsicht, bei Ausfällen des Korrektursignals, können sich die Befragten Meldungen via App oder Mail vorstellen. Wichtig wäre es ihnen hierbei, dass Hinweise rechtzeitig geschickt werden. Da Ausfälle nicht nur bei dem Korrektursignal auftreten können, sondern auch bei der Hard- oder Software der Maschinen. Von Interesse ist auch ein Webportal, über das man Buchungen durchführen kann. Außerdem besteht der Wunsch, das Passwort bei Verlust online zurücksetzen zu können und dass es eine Unterstützung bei der Mobilfunk-Netzwahl gibt. Auch wurden digitale Flurkarten gefordert, da die Daten aus iBALIS bei einigen Schlägen nicht korrekt dargestellt werden. Als weitere Ergänzungen wurden die Daten der Grenzsteine angefordert und eine vereinfachte Verfügungsstellung der Schlaggrenzen. Um die Verbindung zu vereinfachen, wurde von den Teilnehmenden vorgeschlagen, dass die Einrichtung ohne IP-Adressen funktionieren sollte. Als zukünftige Ergänzung wurden kostenlose Flurkarten, Luftbilder und Feldkarten mit Stützpunkten, wie in online Geoportalen in anderen Bundesländern, genannt. Verbesserungspotential wurde gesehen in einer höheren Genauigkeit und besseren Verfügbarkeit. Auch könnte die Anmeldung vereinfacht werden in dem ein Zugang und eine einmalige Zahlung der Anmeldegebühr für mehrere Maschinen gültig wäre. Eine Person wünschte sich das die Anmeldung komplett entfallen sollte.



Die Anmeldegebühr von 50 € über die Laufzeit von 3 Jahren, wird von 85,9 % als angemessen empfunden. Als neutral eingestuft werden sowohl die Internetpräsenz und die Zugänglichkeit der Informationsseite zum LFPS, als auch die Handhabung des digitalen Anmeldeformulars und auch die Anwenderfreundlichkeit der Eingabe der LFPS-Zugangsdaten. Die genauen Verteilungen sind in Abbildung 6 bis 8 dargestellt. Bei der Eingabe der Zugangsdaten handelt es sich um Nutzernamen, Passwort, IP-Adresse und den Mountpoint an dem Maschinenterminal.

Wahrnehmung der Internetpräsenz und der Zugänglichkeit der Informationsseite des LFPS

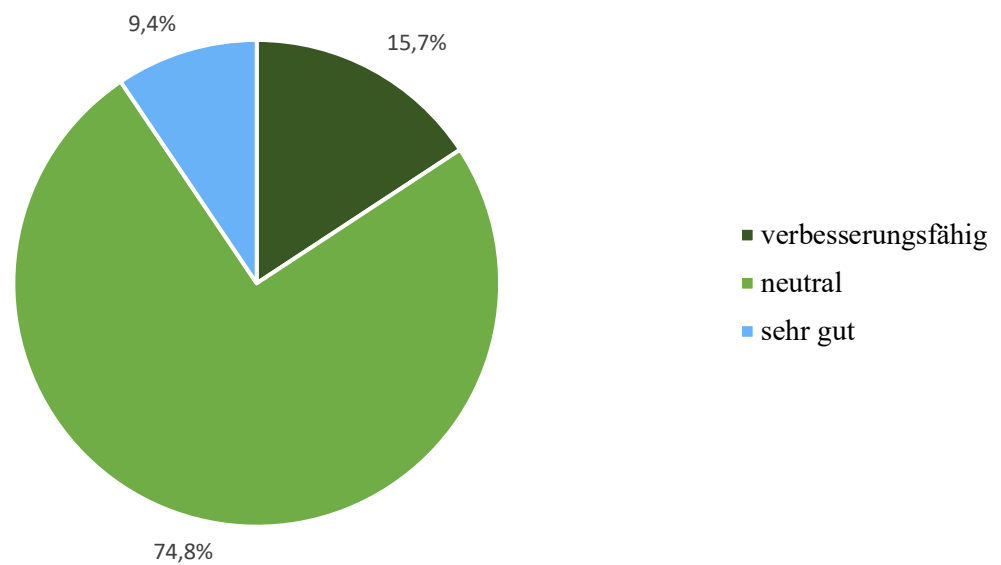


Abbildung 6: Wahrnehmung der Internetpräsenz und Zugänglichkeit der Informationsseite

## Wahrnehmung der Handhabung des Anmeldeformulars des LFPS

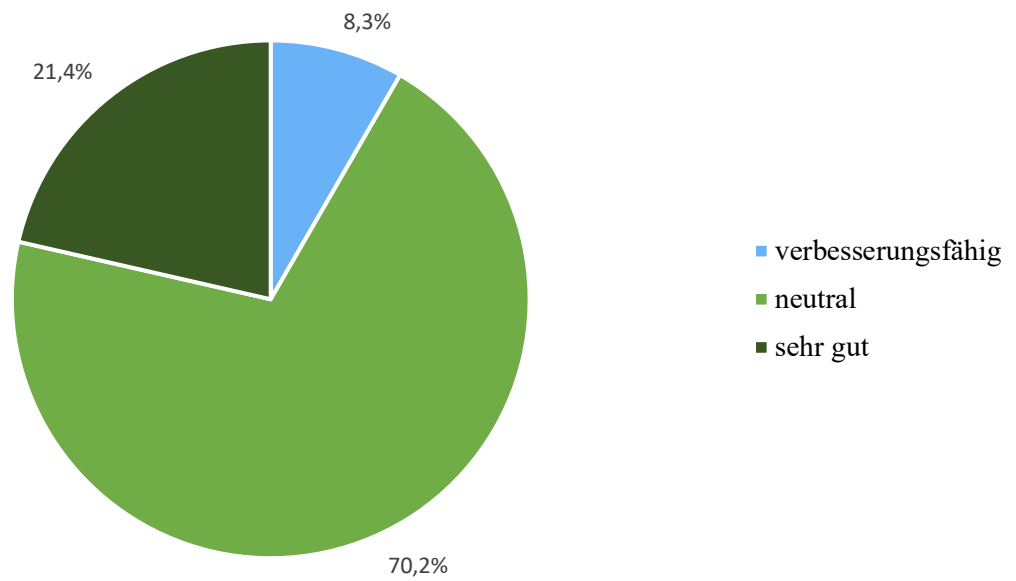


Abbildung 7: Wahrnehmung der Handhabung des Anmeldeformulars

## Wahrnehmung der Anwenderfreundlichkeit der Eingabe der Zugangsdaten im Traktorterminal

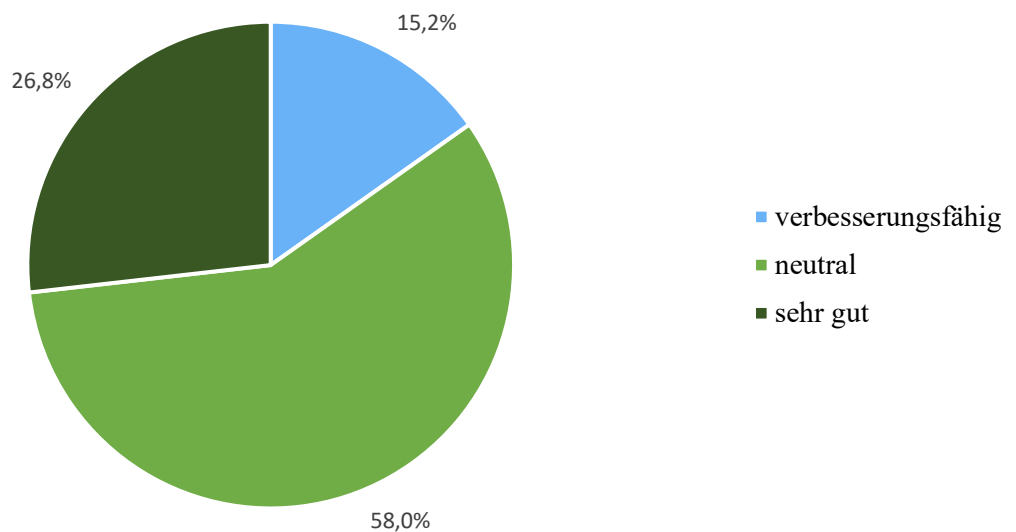


Abbildung 8: Wahrnehmung der Anwenderfreundlichkeit der Eingabe der Zugangsdaten im Traktorterminal

Als Vorteile des LFPS-Angebotes durch die bayerische Vermessungsverwaltung wurde 201-mal die hohe Genauigkeit, 187-mal die niedrige Anmeldegebühr, 109-mal die Zuverlässigkeit und Wiederherstellbarkeit der amtlichen Position und 73-mal die Kombinierbarkeit mit anderen amtlichen Daten (bspw. Flurkarten) gewählt. Unter *Sonstiges* wurde die ständige Verfügbarkeit, dass man keine eigene Basisstation braucht und das Potential für weitere Anwendungen gelobt. Zwei der Kommentare waren kritisch, zum einen, dass das Signal ständig abbricht und zum anderen, dass es nicht funktioniert, aber prinzipiell sei die niedrige Anmeldegebühr in Kombination mit der hohen Genauigkeit von Vorteil.

Die Fahrspuren werden von 67,9 % aufgezeichnet und für Folgeanwendungen verwendet. Bei der Frage, wofür das LFPS-Signal eingesetzt wird, wurde am häufigsten die Gerätesteuerung (125), die automatische Teilbreitenschaltung für Spritzen (124) und die automatische Schaltung von Schleuderstreuern (110) genannt. Die gesamten Anwendungen und absoluten Nennungen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Tabelle 6: Absolute Nennungen der Arbeiten mit LFPS Einsatz

Anwendung	Absolute Nennungen
Gerätesteuerung	125
Automatische Teilbreitenschaltung für Spritzen	124
Automatische Schaltung von Schleuderstreuern	110
Reihenabschaltung	89
Sonstiges	60
Kartenbasierte variable Ausbringung	51
Streifenbearbeitung	26

Von den 60 Nennungen bei *Sonstiges*, nutzen 50 Personen das Textfeld. In 18 der Antworten wurde generelle Bodenbearbeitung wie Saat, Mähen und Gülleausbringung beschrieben. Außerdem wurde 10-mal aufgeführt, dass das Korrektursignal für ein Lenksystem oder Parallelfahrssystem genutzt wird. Spurführung wurde siebenmal aufgelistet und Grenzsteinsuche

fünfmal. Jeweils einmal wurde die Ertragskartierung, der Einsatz bei kamerabasierten Hacken und die automatische Lenkung beim Controlled Traffic Farming genannt.

Die am häufigsten genannten Produkte der Bayerischen Vermessungsverwaltung, die von den Befragten genutzt werden, sind Feldstückkarten. Die gesamten Nennungen sind Tabelle 7 zu entnehmen. Im Textfeld bei *Sonstiges* wurde zweimal ALKIS, also das Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem, beschrieben. Außerdem wurde jeweils einmal digitale Kataster, digitale topographische Karten, Ertragskarten und FFH-Gebiete genannt. Geodaten für Grenzsteine wurden jeweils zweimal gelistet.

Tabelle 7: Weitere Produkte des LDBV die Befragte nutzen

Produktname	Absolute Nennung
Feldstückkarten	218
Luftbild	187
Historische Luftbilder	56
Biotopflächen- und Trinkwasserschutzkarten	41
Geologische Karten (Boden-, Gesteinskarten)	37
DGM (Digitales Geländemodell)	20
Keine Produkte	20
Sonstiges	10

Die Nutzung der Produkte der bayerischen Vermessungsverwaltung in Echtzeit, auf dem Traktor, kombiniert mit dem LFPS findet bei 18,9 % und bei 81,1 % noch nicht statt. Eine Kombination der Daten zwischen iBALIS, dem Farmmanagementprogramm und dem Terminal besteht bei 25,6 % und bei 74,4 % noch nicht.

Das folgende offene Textfeld, mit der Frage welche Kombination genutzt wird, wurde 39-mal beantwortet. Von den Antworten handelten 18 davon, dass die Kombination genutzt wird, um die Flächendaten in dem Terminal verfügbar zu machen. Die Übertragung der Feldkonturdaten aus iBALIS in das Maschinenterminal wurde 12-mal genannt. Die Daten werden unter anderem für die Spurführung genutzt und die Spuren gespeichert. Dabei wird die hauseigene

Software der Schlepperhersteller und die Software eigenständiger Unternehmen genutzt. Die folgenden Softwares wurden genannt: NEXT Farming, FendtONE, HELM-Software, AgOpenGPS und geoTRAX.

Kritisiert wurde, dass die Grenzen in iBALIS ungenau sind (1), dass Systeme nicht kompatibel und das Einlesen aufwendig sei (2). Zur Vereinfachung wurde eine Übertragung der Geodaten über die SIM-Karte gewünscht. Die Genauigkeit der Grenzen scheint zu variieren, da eine weitere Person angab überrascht zu sein, wie einfach der Import und Export sei und dass die geraden Feldgrenzen korrekt wären. Die Nutzung der digitalen Flurkarten, bzw. des Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem, kurz ALKIS, wurde dreimal erwähnt. Eine Person gab an, die ALKIS Daten mit einer GIS-Anwendung offline zu verarbeiten, um sie dann auf dem Traktor zu nutzen. Der Grund sei, dass der Datenaustausch zwischen Farmmanagementsystem und iBALIS nicht funktioniert und verwies darauf, dass es in anderen Bundesländern besser funktionieren würde. Applikationskarten und Auftragsdatenmanagement wurden jeweils einmal genannt.

Das offene Textfeld zu der Frage, welche innovativen Anwendungen sich die Befragten zukünftig für Spurführungsdienste in ihrem Betrieb vorstellen können, füllten 56 der Teilnehmenden aus. Sechs davon gaben an keine weiteren Erwartungen zu haben, beziehungsweise nichts dazu beitragen zu können.

Einmal wurde die Unabhängigkeit des Systems vom Mobilfunk gefordert. Eine Person gab an, die Schlepperposition in einem Onlineportal, mit Auswertung der Zeiten, auf den einzelnen Schlägen abrufen zu wollen. Des Weiteren wurden einmalig genannt das Strip Till Verfahren, die Nachbearbeitung aufgezeichneter Spuren und die Kombination der Arbeitsgänge mit mehreren Traktoren. Das Prinzip des Controlled Traffic Farming wird ebenso wie Ertragskarten für Pflanzenschutzmaßnahmen und Düngung zweimal erwähnt. Teilflächenspezifische Düngung findet zweimal Erwähnung, auch in Zusammenhang mit den sogenannten Roten Gebieten und den damit verbundenen Auflagen bei Stickstoff Düngung. Dreimal gewünscht wurde, dass die Daten in ihrer Aufzeichnung und weiterführender Nutzung kompatibel werden. Beispielsweise um sie zur Erzeugung eines digitalen Zwillings des Betriebs zu nutzen. Applikationskarten wurden dreimal genannt, einmal auch im selben Zug mit Section Control, welches wiederum achtmal benannt wurde. Section Control ist für die Befragten vor allem für Düngearbeiten und Pflanzenschutzmaßnahmen von Relevanz. Für diese Arbeiten wurde auch die Nutzung von Satellitenaufnahmen als Empfehlung zweimalig diskutiert. Der Einsatz von Innovationen bei Anbaugeräten, wie beispielsweise durch eine zweite Antenne,

wurde viermal genannt (für die Arbeitsprozesse des Hackens, des Säens und des Düngens). Auch autonome Maschinen wurden viermal genannt. Konkrete Forderungen einer Schnittstelle zwischen iBALIS und der Maschine, beispielsweise mit dem Spurführungssystem auf dem Terminal, gab es fünfmal. Von Bedeutung war für fünf der Befragten, dass eine Kostensparnis mit den Innovationen einhergeht. Der Einsatz des LFPS, um Grenzsteine zu suchen, wurde neunmal genannt. Hier ist das Ziel zum einen genauer an der Feldgrenze zu wirtschaften, zum anderen auf Basis der Grenzsteinkoordinaten Fahrspuren zu planen.

An einer Online-Übersicht der LFPS-Einwahlzeiten sind 50,6 % nicht und 49,4 % interessiert.

## 4.2 Experteninterviews

Nachdem im letzten Kapitel die Ergebnisse der quantitativen Befragung vorgestellt wurden, sollen nun in diesem Kapitel die landwirtschaftlichen Betriebe und die Ergebnisse der Interviews mit dem Dienstleister der BayWa und den drei Landwirten vorgestellt werden.

### 4.2.1 Betriebsbeschreibung der Befragten

Landwirt 1 betreibt Ackerbau, mit einer Betriebsgröße von 120 ha. Das Korrektursignal wird auf zwei Schleppern eingesetzt. Landwirt 2 gab keine genaue Hektaranzahl an, jedoch dass die Betriebsgröße über dem bayerischen Durchschnitt<sup>11</sup> liegt und der Betriebsschwerpunkt auf Ackerbau, Schweinemast und Biogas liegt. Das LFPS-Signal wird auf sechs Schleppern eingesetzt. Der Betriebsschwerpunkt von Landwirt 3 liegt auf Ackerbau und Biogas. Mit einer Betriebsgröße von 450 ha. Hier wird das Signal bei Schleppern und bei einem Vermessungssystem genutzt.

### 4.2.2 Auswertung der qualitativen Befragung

Der Dienstleister gab an, dass der Kontakt bezüglich des Korrekturdienstes mit den Kunden nur selten entsteht und wenn, dann nur wenn dieser funktionsuntüchtig ist. Ein häufig auftretendes Problem ist das falsche Eingeben der Zugangsdaten. Der Dienst läuft stabil und es gab mit Ausnahme des Jahres 2022 keine Ausfälle. Da diese Funktionsstörung in die Zeit der Weizenaussaat auftrat, wurde der Ausfall mit freien Testlizenzen von privatwirtschaftlichen Anbietern für zwei Wochen überbrückt. Durch Nachfragen, was kommerzielle Anbieter in

---

<sup>11</sup> 30,6 ha (Halama, 2021)

solch einem Fall anbieten, gab der Befragte an, dass diese bei Wegfallen der Basisstation ein Backup System im Hintergrund laufen haben. Der Befragte verwies darauf, dass das Funktionieren der Korrekturdaten wichtig ist, auch in dem Hinblick an die steigende Anzahl der Schlepper.

Der Vorteil, dass die Nutzung des LFPS kostenlos ist, sieht der Befragte nur als Mehrwert für die Kunden, solange der Dienst funktioniert. Sollten die Ausfälle mehr werden, dann ist die Wechselbereitschaft, auch zu kostenpflichtigen Diensten, hoch und der Wechsel schnell vollzogen. Wichtig ist im Umgang mit Problemen laut dem Befragten, dass die Fehleranalyse und -behebung seitens des LDBV schnell vonstatten geht. Aber auch seitens der Landwirte empfiehlt er die Aussaat nicht ausschließlich von einem Korrekturdienst abhängig zu machen und beispielsweise die Spuranreißer an der Sämaschine zu belassen.

Prinzipiell gibt er an, dass der Dienst sehr gut funktioniert und die Genauigkeit und die Qualität des Korrektursignals ohne Nutzungskosten überzeugt.

Laut dem Befragten versteht ein Großteil der Landwirte nicht, was im Hintergrund bei der Nutzung des Signals abläuft. Bei Themen des Precision Farming ist die Positionierung zwar wichtig, läuft aber unterbewusst mit. Das zeigt sich laut dem Befragten darin, dass über Korrekturdaten so gut wie nie gesprochen wird, wohl auch da es gut funktioniert.

Aktiv wird auch seitens der BayWa der Dienst nicht vertrieben, allerdings wird beim Schlepper Neukauf der LFPS empfohlen und die benötigte SIM-Karte mitverkauft. In der Regel werden dann von einem BayWa Mitarbeiter die Benutzerdaten des LFPS am Terminal eingegeben. Bei Kunden, die sich über die Kosten anderer Fabrikate beklagen, wird zu einem Wechsel geraten.

Die Bedeutung von Nachrüstung schätzt der Befragte gering ein, da die neu auf dem Markt kommenden Maschinen voll ausgerüstet sind. Bei älteren Maschinen und in Grünlandregionen wird noch eher gespart und auf das Satellitenkorrektursignal von Trimble, genannt RangePoint, oder EGNOS gesetzt.

Landwirt 1 gab an, den größten Vorteil des LFPS in der Genauigkeit zu sehen. Dadurch lassen sich Überlappungen und letztendlich Geld einsparen. Bei der Frage nach Problemen, die bei der Nutzung des Dienstes auftreten, gab er zunächst an, dass es keine gebe. Im Laufe des Interviews fiel dem Befragten jedoch ein, dass sich im Herbst 2022 die Genauigkeit verschlechtert habe. Er vermutete, dass dies mit dem Ukraine Krieg zusammenhängen könne. Landwirt 1 hat in der Vergangenheit Vorträge über RTK-Positionierung gehalten. Er kritisiert, dass

einige Landwirte noch EGNOS nutzen, weil sie denken, dass die Beschaffung, Nutzung und das Einwählen in ein Korrektursignal zu kompliziert sei. Er spricht davon, dass ganz im Gegenteil zu dieser Meinung der Prozess einfacher sei. Daher ist er auch der Meinung der LFPS müsste mehr in den Medien kommuniziert werden, so dass Landwirte erfahren, dass es den Dienst gibt und wie leicht die Nutzung ist.

Ein LFPS Onlineportal wäre seiner Meinung nach eine interessante Ergänzung, während eine App nicht zwingend erforderlich ist. Er empfindet Hinweise per Mail und SMS als gleich nützlich. Die Verfügbarkeit von mehr Satelliten, wie es zukünftig durch BeiDou3 möglich ist, nimmt er als neutral war, da er zufrieden ist, solange es weiter funktioniert. Da es vor allem am Waldrand zu Problemen kommt, würde Landwirt 1 eine Signalüberbrückung begrüßen.

Landwirt 2 gibt an, dass für ihn der LFPS eine einfache, kostengünstige und sehr sichere Lösung ist. Mit Ausnahme des Ausfalls im Herbst 2022, funktioniere der Dienst fehlerfrei. Im Zusammenhang mit dem Vorfall kritisiert er, dass es keine Hinweise gab. Normalerweise hätten die Nutzer eine E-Mail erhalten müssen, die über den Ausfall informiert hätte. Abgesehen von diesem Ereignis hatte er bei der LFPS Nutzung keine Probleme.

Landwirt 2 findet, dass sowohl ein Onlineportal also auch eine App nützlich wäre. Dabei fände er vor allem die Funktion, weitere Maschinen hinzufügen zu können interessant und über die App Hinweise über Ausfälle und Wartungen zu gewinnen. Wie die Hinweise verschickt werden, egal ob SMS, Mail oder App, ist ihm unwichtig. Wichtig ist nur, dass sie zuverlässig sind. Die Verfügbarkeit von mehr Satelliten ist für ihn ein wichtiger Schritt, um die Genauigkeit zu verbessern. Eine Signalüberbrückung empfindet er als sinnvoll, da das Handynetz teils schlecht sei. Er hofft, dass der Ausbau des Mobilfunks vorangetrieben wird, obwohl er weiß, dass die Datenmenge, die für den LFPS genutzt wird, gering ist und dadurch bereits 2G oder 3G für die Nutzung ausreichen. Den Informationsgehalt über den LFPS empfindet er als zu gering.

Landwirt 3 nutzt den LFPS unter anderem, um in Echtzeit Grenzsteine zu suchen. Sein Ziel ist es die Grenzlinien abzufahren, ohne natürliche Hindernisse im Weg. Anschließend sollen mit dem Programm geo-konzept die Fahrspuren des Schleppers geplant werden. Einen großen Vorteil sieht er in der Nutzung des LFPS, dass auch bei unterschiedlichen Fahrern, unter der Voraussetzung, dass diese das System bedienen können, zentimetergenau im Feld gearbeitet werden kann. Das korrekte Einpflegen der Feldgrenzen ist laut Landwirt 3 vor allem für Personen mit geringer Computer-Sachkenntnis herausfordernd und das Erstellen zeitintensiv. Bei



der LFPS Nutzung ist das bei ihm am häufigste auftretende Problem die Verschattung. Als mögliche Lösung schlägt er Signalüberbrückung vor.

Weder in einem Onlineportal noch in einer App sieht Landwirt 3 einen Nutzen. Die Funktion, ein Passwort zurücksetzen zu können findet er gut ist aber der Meinung, dass diese Anwendung nicht oft verwendet wird. Auch gibt er an, keine Hinweise per Mail oder SMS auf Signalausfälle zu benötigen. Er begrüßt, dass zukünftig mehr Satelliten verfügbar sind. Mehr Informationen über den LFPS benötigt er nicht.

## 5 Diskussion

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit sollte der Mehrwert des LFPS untersucht werden. Außerdem sollte herausgefunden werden, wofür die Positionierungsdaten genutzt werden. In der quantitativen und der qualitativen Befragung dieser Bachelorarbeit hat sich gezeigt, dass die Nutzer und Nutzerinnen mit dem LFPS größtenteils zufrieden sind. Den größten Mehrwert sehen die Befragten in der Genauigkeit des LFPS, insbesondere in Kombination mit den niedrigen Anmeldegebühren. In dieser Arbeit konnte erwiesen werden, dass 85,9 % die 50 € als angemessen empfinden, 96,8 % gaben an *ok* bis *sehr zufrieden* mit der Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Dienstes zu sein.

Als Betriebsgröße gaben 84,6 % an über 40 ha zu bewirtschaften. Zum Vergleich, die bayerische durchschnittliche Betriebsgröße im Jahr 2021, lag bei 30,6 ha (Halama, 2021). Die Demographie-Auswertung der Arbeit widerlegt teils die Aussagen über die Netz-RTK-Nutzer aus der Literaturrecherche. Während beim DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik und Noack (2016) die Rede davon ist, dass vor allem kleine landwirtschaftliche Betriebe und Lohnunternehmen diese Technologie nutzen, waren die an der Umfrage partizipierenden Landwirte und Landwirtinnen hauptsächlich von überdurchschnittlich großen Betrieben beteiligt und der Anteil an Befragten von Lohnunternehmen lag bei 3,5 %.

Die Innovationsbereitschaft der Teilnehmenden ist klar gegeben. Dies zeigt sich darin, dass über 20 % das offene Textfeld zu der Frage beantworteten, welche Innovationen sie sich zukünftig für den eigenen Betrieb vorstellen können.

Das Korrektursignal des LDBVs wird hauptsächlich auf Traktoren verwendet. Dabei zeichnen 67,9 % die Spuren auf und verwenden diese für Folgeanwendungen. Das Signal wird bei den meisten Arbeitsprozessen, wie Düngen, Spritzen und der Saat genutzt. Sowie im Einsatz bei der Steuerung von Geräten und der Teilbreitenschaltung von Spritzen. Neben dem LFPS sind die am häufigsten genutzten LDBV Produkte Feldstückkarten und Luftbilder. Der Einsatz von Produkten des LDBVs in Echtzeit auf dem Traktor findet erst bei 18,9 % der Befragten statt. Eine Verknüpfung der Daten aus iBALIS, dem Farmmanagementprogramm und dem Terminal existiert bei 25,6 %. Die geringen Anteile zeigen auf, dass der Vorgang sowohl komplex als auch durch inkompatible Daten nicht möglich ist.

Die Thematik des LFPS-Einsatzes bei der Grenzsteinsuche ergibt sich aus der Verpflichtung des Abmarkungsgesetzes, dass die Markierungen erhalten und erkennbar bleiben müssen. Mit der Verpflichtung zur Grenzsteinpflege geht einher, dass die Standorte bekannt sein müssen.

Die Koordinaten können aber auch aus dem Liegenschaftskataster entnommen werden. Diese kostenpflichtige Lösung empfiehlt sich eher als iBALIS, da hier die Genauigkeit regional abweichen kann (Wilmes et al., 2020).

49,6 % der Befragten gaben an, ihren Traktor nachgerüstet zu haben. Entgegen der Wahrnehmung des Dienstleisters, welcher im qualitativen Teil interviewt wurde, hat das Thema Nachrüsten eine Relevanz. Nicht alle Traktoren, die das Signal nutzen sind bereits ab Werk voll ausgerüstet, daher scheint die Aussage von Schöffbeck und Gandorfer (2012) nach wie vor gültig zu sein, da die Mehrwertversprechen von RTK-Lenksystemen die Wichtigkeit einer Senkung der variablen Kosten überwiegen.

Diese vorliegende wissenschaftliche Arbeit konnte aufzeigen, dass die Nutzenden des LFPS zufrieden mit dem Dienst sind, was sich auch darin zeigt das nur 34,9 % ein Verbesserungspotenzial als wünschenswert erachten. Die häufigste Kritik gilt der vegetations- oder geländebedingten Abschattung, diese ist aber unvermeidbar. Auch der Verbindungsaufbau ist von unterschiedlichen technischen Faktoren, wie Mobilfunk abhängig und kann dadurch nicht direkt vom LDBV beeinflusst werden (Strobl, 2023). Im Zusammenhang mit dem Mobilfunk kommt es, laut der Befragten, vor allem in der arbeitsintensiven Zeit zu Problemen, vermutlich aufgrund der hohen Netzauslastung. Dem Wunsch nach leichterem und kostenlosem Zugriff auf Geodaten, wie in anderen Bundesländern möglich, wird bereits nachgekommen. Seit Anfang des Jahres 2023 werden ehemals kostenpflichtige Daten im BayernAtlas stufenweise in Form von OpenData freigegeben und können bearbeitet, geteilt und auch kommerziell genutzt werden. Das betrifft unter anderem Daten der Landesvermessung, wie Luftbilder, aber auch Daten des Liegenschaftskatasters, wie Verwaltungsgrenzen. Andere Produkte wie ALKIS, SAPOS, LFPS und Flurkarten bleiben kostenpflichtig. Dies begründet das Landesamt mit den benötigten Mitteln zur Refinanzierung und damit „die Nutzer an Stelle des Steuerzahlers an den Kosten zur Bereitstellung der Daten zu beteiligen“ (*Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung - Produkte - Weitere Geodaten - OpenData*, o. J.). Dass die Freigabe von Geodaten nur bedingt bekannt ist, wie auch die Aussagen des Experten (Landwirt 1) zeigt, zeugt davon, dass über den Dienst besser informiert werden müsste. Anstelle von Informationen, die vom LDBV herausgegeben werden, erfuhren die meisten Befragten von dem staatlichen Korrekturdatendienst durch die Landtechnikhändler oder durch eigenständige Informationssuche.

Es ist zu beachten, dass die Stichprobe, die als Ergebnis dieser Arbeit hervorgebracht wurde als repräsentativ für die LFPS-Nutzenden betrachtet wird, da es hier keine Datenlage gibt, auf

die zurückgegriffen werden kann. Allerdings variiert die Verteilung von Neben- und Haupterwerbsbetrieben. In Bayern sind 33 % Haupterwerbsbetriebe, 60,3 % Nebenerwerbsbetriebe und Betriebe mit sonstiger Rechtsform 6,7% (Halama, 2021). 84,6 %, gaben eine Betriebsgröße von über 40 ha an, dies liegt wahrscheinlich daran, dass 72,8 % der Teilnehmer und Teilnehmerinnen Haupterwerbsbetriebe bewirtschafteten. Um die größeren Betriebe genauer zu erfassen wäre die Wahl einer breiteren Skala im Demographie Teil des Fragebogens sinnvoll gewesen. Ein limitierender Faktor ist, dass die Landwirte, die als Experten befragt wurden, im bayerischen Vergleich überdurchschnittlich große Betriebe hatten. Der Kontakt zu den Interviewpartnern ist über die BayWa, einem großen landwirtschaftlichen Konzern, entstanden. Das könnte der Grund für die geringe Fächerung der Stichprobe sein.

## 6 Empfehlung

Aus den Ergebnissen lassen sich Empfehlungen ableiten, die langfristig den Nutzen des landwirtschaftlichen Positionierungsdienst für die Kunden und Kundinnen sichern.

Zukünftig sind, nach der Prognose des Dienstleisters und infolge der konstant hohen Anmeldungen, weiterhin steigende Nutzerzahlen zu erwarten. Um diesem Anstieg gerecht zu werden sind seitens LDBV die nötigen technischen Vorkehrungen zu treffen, beispielsweise durch das rechtzeitige Bereitstellen von ausreichender Serverkapazität. Außerdem sind steigende Einwahlminuten während der Arbeitsspitzen bei Saat und Ernte zu erwarten. Vor allem in diesen Zeiten müssen die Verfügbarkeit und Funktionalität sichergestellt werden. Sollte es doch zu Problemen kommen, müssen die Nutzer und Nutzerinnen schnell und zuverlässig informiert werden. Wenn Warnhinweise, egal über welches Medium, verlässlich geschickt werden, wird das Vertrauen der Kunden gewahrt. Denn sollte keine Meldung kommen, könnten die Benutzende den LFPS als Quelle ausschließen und die Ursache bei der eingesetzten Maschine suchen.

Da die Rückmeldung der Nutzenden, mit Ausnahme des Ausfalls im Jahr 2022, größtenteils positiv war und um weiterhin die Zufriedenheit der LFPS Kundschaft im Blick zu haben, könnten im zweijährigen Rhythmus Abfragen stattfinden. Durch diese Rückmeldungen können auf die Zuverlässigkeit und auf die Genauigkeit des Signals Schlüsse gezogen werden.

Zudem sollten die Kontaktdaten des LFPS bei allgemeinen Problemen leichter auf der Website zu finden sein, damit die Kunden besser Feedback geben können. Alternativ könnte auf der Website auch ein Kontaktformular integriert werden, also ein Textfeld mit der Möglichkeit eine E-Mail-Adresse anzugeben und ein Feld, um eine Nachricht zu hinterlassen. Mit einer Überschrift wie „Nehmen Sie Kontakt zum LFPS auf“, sollten diese Nachrichten direkt an das verantwortliche Referat des LFPS geleitet werden. Außerdem sollte, um den Kunden und Kundinnen die Wahl des Mobilfunkanbieters zu erleichtern, im PDF *Kundeninformation* auf der Website ein Link zur Karte der Mobilfunkabdeckung in Deutschland abzurufen zu sein.

Die Einführung einer Signalüberbrückung würde vor allem die Häufung der Probleme durch Abschattung reduzieren, sowohl durch Gelände als auch Wald, aber auch lückenhafte Mobilfunkabdeckung kann dadurch temporär ausgeglichen werden. So gibt beispielsweise die Firma Trimble an, bis zu fünf Minuten eine gleich gute Genauigkeit überbrücken zu können und bis zu 20 Minuten mit abnehmender Genauigkeit (Brüse, 2013).

Die Meinung zur Handhabung der Anmeldung wird als *neutral* befunden. Anstelle hier an eine Verbesserung zu denken, wäre der nächste Schritt die Einführung eines Online-Kundenportals. Wichtig erscheint die Funktion eigenständig das Passwort zurücksetzen zu können, Einwahlzeiten einzusehen und weitere Zugänge zu beantragen. Damit kann auch das Portal zur Kommunikation zwischen dem LDBV und den Nutzern verwendet werden. Vorteile hier, es können Mitteilungen des LDBVs veröffentlicht werden, neben Statusmeldungen können die Themen des Newsletters in verkürzter und vereinfachter Form aufgegriffen werden. Im Newsletter wäre eine einfache Sprache zu empfehlen, da nicht jeder Nutzende die technische Komplexität nachvollziehen kann. Wichtig ist, wie bisher nur bei relevanten Themen, Newsletter und Meldungen an die Kunden und Kundinnen zu schicken, da das Thema LFPS, solange es funktioniert, im Bewusstsein der Kundschaft keine aktive Rolle spielt. Sollte die Funktionalität oder Genauigkeit aber nachlassen ist es umso wichtiger, rechtzeitig in Kontakt mit den Benutzenden zu treten, damit eine schnelle Lösung herbeigeführt werden kann.

## 7 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit sollte die Beantwortung der Fragen sein, welchen Mehrwert der LFPS seinen Nutzern und Nutzerinnen bietet und wofür die amtlichen Positionierungsdaten genutzt werden. Damit der Dienst langfristig für die landwirtschaftlichen Anwender von Vorteil ist, sollten zudem mögliche Verbesserungsvorschläge beschrieben werden. Um ein Ergebnis zu erlangen, wurde ein Mixed-Methods-Ansatz gewählt und eine Literaturrecherche, eine Online-Umfrage und Experteninterviews durchgeführt.

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass das höchste Nutzversprechen des LFPS in der Kombination der hohen Genauigkeit und den niedrigen Anmeldegebühren liegt. Die Zuverlässigkeit und die Verfügbarkeit des Dienstes werden ebenso positiv wahrgenommen.

Am häufigsten wird der Dienst auf Traktoren eingesetzt. Dabei konzipieren und speichern über die Hälfte der Befragten die Fahrspuren. Die häufigsten Korrekturdaten gestützten Arbeitsprozesse sind die Anbaugerätesteuerung und Teilbreitenschaltung von Spritzen. Die Nutzung von amtlichen Geodaten in dem Traktorterminal in Echtzeit findet erst bei einem kleinen Teil der Befragten statt.

Die Funktionalität, auch bei steigenden Nutzerzahlen zu gewährleisten, ist für die Zukunft des Dienstes entscheidend. Um die Zufriedenheit der Nutzenden im Blick zu behalten, empfiehlt es sich, im zweijährigen Rhythmus Abfragen durchzuführen. Außerdem könnte durch das Einrichten eines Kontaktformulars auf der LFPS Website die Rückmeldung für Nutzenden erleichtert werden. Um die Problematik der Signalstörungen zu lösen, könnte eine Signalüberbrückungsfunktion eingeführt werden. Der nächste Schritt, um die Handhabung der Anmeldung und Benutzerfreundlichkeit zu verbessern, wäre ein Onlineportal. Auf diesem kann zusätzlich zu der Möglichkeit, eigenständig das Passwort zurückzusetzen, weitere Maschinen hinzugefügt werden und die Kommunikation zwischen Nutzenden und LDBV verbessert werden.

## Literaturverzeichnis

*Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen—AdV-Online*. (o. J.). Abgerufen 9. März 2023, von <https://www.adv-online.de/AdV-Produkte/Integrierter-geodaetischer-Raumbezug/>

Beutler, G. (2017, September 3). *Atomuhren und Navigation mit Satelliten-Systemen (GNSS)*. [https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb\\_mitteilungen/mitt2017/Heft3/PTB-Mitteilungen\\_2017\\_Heft\\_3.pdf#page=54](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/ptb_mitteilungen/mitt2017/Heft3/PTB-Mitteilungen_2017_Heft_3.pdf#page=54)

*Bits, Bytes und Bauernhof: Bayerns Landwirte nutzen Digitalisierung immer stärker – Neueste Untersuchung belegt Trend der Betriebe zu digitaler Technik – Bayerisches Landesportal*. (2023, Januar 25). <https://www.bayern.de/bits-bytes-und-bauernhof-bayerns-landwirte-nutzen-digitalisierung-immer-staerker-neueste-untersuchung-belegt-trend-der-betriebe-zu-digitaler-technik/>

Brüse, C. (2013, April 12). *Trimble: XFill und RangePoint RTX*. profi online. <https://www.profi.de/aktuell/neuheiten/trimble-xfill-und-rangepoint-rtx-11748847.html>

DLG-Ausschuss Arbeitswirtschaft und Prozesstechnik, & Noack, P. O. (2016, Mai). *Satellitenortungssysteme (GNSS) in der Landwirtschaft*. <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/dlg-merkblatt-388>

*Dlg-merkblatt\_447.pdf*. (o. J.). Abgerufen 8. November 2022, von [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_447.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_447.pdf)

*Faltblatt.pdf*. (o. J.). Abgerufen 15. Februar 2023, von <https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/12304/Faltblatt.pdf>

Frühling. (o. J.). *Unsere Bayerischen Bauern*. Abgerufen 1. März 2023, von <https://unserebauern.de/jahreszeiten/fruehling/>

Gandorfer, M., Schleicher, S., Heuser, S., Pfeiffer, J., & Demmel, M. (2017). *Landwirtschaft 4.0 – Digitalisierung und ihre Herausforderungen (Ackerbau – technische Lösungen für die Zukunft)*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. [https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/ackerbau-technische-loesungen-zukunft-landtechnische-jahrestagung-2017\\_lfl-schriftenreihe.pdf#page=9](https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/ackerbau-technische-loesungen-zukunft-landtechnische-jahrestagung-2017_lfl-schriftenreihe.pdf#page=9)



Halama, M. (2021). *Strukturwandel in der Landwirtschaft – Betriebsgröße*.

<https://www.lfl.bayern.de/iba/agrarstruktur/295158/index.php>

Herbst. (o. J.). *Unsere Bayerischen Bauern*. Abgerufen 1. März 2023, von <https://unserebauern.de/jahreszeiten/herbst/>

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung—Produkte—Dienste & Anwendungen—Landwirtschaftlicher Fahrzeugpositionierungsservice—FAQ. (o. J.). Abgerufen 12. April 2023, von <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/fps/faq.html>

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung—Produkte—Dienste & Anwendungen—SAPOS. (o. J.). Abgerufen 13. Februar 2023, von <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/sapos.html>

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung—Produkte—Dienste & Anwendungen—SAPOS - Allgemeines. (o. J.). Abgerufen 4. April 2023, von <https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/sapos/allgemeines.html>

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung—Produkte—Weitere Geodaten—OpenData. (o. J.). Abgerufen 31. März 2023, von <https://www.adbv-freyung.de/produkte/weitere/opendata.html>

LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf. (o. J.). Abgerufen 15. November 2022, von <https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/7975/LFPS-Bayern-Zugangsinfo.pdf>

LFPS\_KundenInfoBlatt.pdf. (o. J.). Abgerufen 15. November 2022, von [https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/12643/LFPS\\_KundenInfoBlatt.pdf](https://www.ldbv.bayern.de/file/pdf/12643/LFPS_KundenInfoBlatt.pdf)

Paetow, H. (2017). *Landwirtschaft 4.0 – Erfahrungen aus der Praxis* (Ackerbau – technische Lösungen für die Zukunft). Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

[https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/ackerbau-technische-loesungen-zukunft-landtechnische-jahrestagung-2017\\_lfl-schriftenreihe.pdf#page=9](https://lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/ackerbau-technische-loesungen-zukunft-landtechnische-jahrestagung-2017_lfl-schriftenreihe.pdf#page=9)

Precision Farming. (o. J.). JKI - Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Abgerufen 3. April 2023, von <https://www.julius-kuehn.de/agrartechnik/precision-farming/>

Sommer. (o. J.). *Unsere Bayerischen Bauern*. Abgerufen 1. März 2023, von <https://unserebauern.de/jahreszeiten/sommer/>

Streicher. (2018, Dezember). *Landwirtschaft, Landtechnik, LFPS, Korrekturdaten*.

[https://www.alb-bayern.de/De/Technik/SatellitengestuetzteLandtechnik/Lenkssysteme/bauen-bewaessern-biogas\\_SAPOS](https://www.alb-bayern.de/De/Technik/SatellitengestuetzteLandtechnik/Lenkssysteme/bauen-bewaessern-biogas_SAPOS)

Strobl, J. (2020, Februar 6). *Landwirtschaftlicher Fahrzeugpositionierungsservice (LFPS)*.

Strobl, J. (2023, März 7). *Ausbildungsvortrag GNSS + SAPOS QE2 Kataster 2022*.

Wanninger, L. (2004, Juni 11). *Introduction to Network RTK*.

<http://www.wasoft.de/e/iagwg451/intro/introduction.html>

*Wetter und Klima—Deutscher Wetterdienst—Presse—Deutschlandwetter im April 2022*.

(2022, April 29).

[https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2022/20220429\\_deutschlandwetter\\_april2022\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2022/20220429_deutschlandwetter_april2022_news.html)

*Wetter und Klima—Deutscher Wetterdienst—Presse—Deutschlandwetter im Mai 2021*.

(2021, Mai 31).

[https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210531\\_deutschlandwetter\\_mai2021\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2021/20210531_deutschlandwetter_mai2021_news.html)

*Wetter und Klima—Deutscher Wetterdienst—Presse—Deutschlandwetter im Mai 2022*.

(2022, Mai 30).

[https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2022/20220429\\_deutschlandwetter\\_mai2022\\_news.html](https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2022/20220429_deutschlandwetter_mai2022_news.html)

*Wetterstatistik Bayern: Durchschnittstemperatur pro Monat 2022/2023*. (2023, Februar 8).

Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/576638/umfrage/monatliche-durchschnittstemperatur-in-bayern/>

Wilmes, R., Bauer, B., Braun, K., Breunig, P., Fleischmann, A., Meyer, T., & Noack, P.

(2020, Juli 2). *Feldgrenzen auf den Zentimeter bestimmen | Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt*. <https://www.wochenblatt-dlv.de/feld-stall/landtechnik/feldgrenzen-zentimeter-bestimmen-561871>

## Abstract

Schäfer, Leonie

*Welchen Mehrwert bietet der Landwirtschaftliche Fahrzeugpositionierungsservice des bayerischen Vermessungsamts seinen Nutzern und wie kann dieser weiter verbessert werden?*

*What added value does the agricultural positioning service of the Bavarian Agency for Digitisation, High-Speed Internet and Surveying offer its users and how can it be further improved?*

Bachelorarbeit, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme, {April 2023}, {51}

The goal of this thesis was to determine the added value of the agricultural positioning service (LFPS) and how the costumers use this service. Finally, improvements to ensure its benefits for the future should be suggested. To achieve this and since no data has yet been collected on this, a mixed-methods approach in form of an online survey and expert interviews were implemented. Before the online survey was published via unipark, an expert interview with a service provider was carried out. After finishing and evaluating the survey, three interviews with farmers followed.

The results have shown that the accuracy in combination with the low registration fee pose the biggest added value for the users. The reliability and availability of the service are also valued. The service is most used on tractors, with over half of the participants using it to plan and save the rows in the field. The most common use is for the tractor's attachments and for section control of sprayers.

Even with increasing user numbers, functionality is crucial in the future of the service. In order to monitor and keep user satisfaction high, it is advised to carry out queries every two years. In addition, a contact form on the LFPS website could simplify the feedback process for the costumers. To solve the signal interference problem, a RTK bridging function could be introduced. The next step to improve the registration process is an online portal. In addition to functions like a password reset and adding additional machines, the communication between users and LDBV can be improved.

