

# Digitale Daten im Maschinenmanagement

Schriftenreihe, Heft 1/2023



# Untersuchung zur Kombination von Maschinenmanagementsystemen mit Agrarsoftwareanwendungen zur Bereitstellung entscheidungsrelevanter digitaler Daten und Weiterleitung in das Farm Management Information System (FMIS) sächsischer Landwirtschaftsbetriebe

## **Berichtsautoren:**

Dipl.-Ing. Stefan Schwede, Dipl.-Ing. Benjamin Striller, Dipl.-Ing. Jens Teichmann, Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Herlitzius, alle Technische Universität Dresden - Professur für Agrarsystemtechnik; M. Sc. Felix Schiller; Dr. Martin Schneider, B. Sc. Lisa-Marie Paul, alle IAK Agrar Consulting GmbH sowie Dipl. -Ing. Daniel Martini, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft

## **Projektleitung:**

Prof. Dr. Thomas Herlitzius  
TU Dresden, Institut für Naturstofftechnik  
Professur für Agrarsystemtechnik (AST)

unter Mitarbeit von  
Tobias Pohl und Nikolaus Staemmler

Projektidee und Forschungsprojekt  
des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Einen besonderen Dank an die gesamte Arbeitsgruppe sowie die beteiligten Landwirtschafts- und Softwareunternehmen für die vielen wertvollen Anregungen und Diskussionen, die wesentlich zum Gelingen der Studie beigetragen haben.

## **Vorbemerkung**

Die in den Untersuchungen erzielten Ergebnisse spiegeln die Rahmenbedingungen und spezifischen Konstellationen auf den Projektbetrieben wider und sind daher nicht ohne Weiteres verallgemeinerbar. Außerdem beziehen sie sich auf die jeweils aktuellen technischen Stände der betrachteten Systeme. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wurden Angaben und Daten zu den drei landwirtschaftlichen Projektbetrieben weitestgehend anonymisiert. Daher können in Screenshots aus den jeweiligen Softwaresystemen ggf. Informationen entfernt worden sein.

Rechtliche Fragestellungen erheben nicht den Anspruch einer juristischen Fachberatung.

Den Betrieben und deren Mitarbeitern gilt unser ausdrücklicher Dank für die gute Zusammenarbeit und die Unterstützung des Projektes.

Der vorliegende Bericht wurde vor der Veröffentlichung, den hier untersuchten Systemanbietern, zur Einsicht gegeben. Es konnte eine Kontrolle der Angaben und eine Diskussion dessen in Anspruch genommen werden.

## **Abstract**

Die digitale Transformation in der sächsischen Land- bzw. Ernährungswirtschaft bietet einerseits Chancen, stellt aber insbesondere landwirtschaftliche Betriebe vor große Herausforderungen. Produktionsprozesse werden immer stärker mit digitalen Daten verknüpft, deren Erfassung sowie Nutzung in verschiedensten Softwareanwendungen erfolgt.

Die Herausforderungen bei der Vernetzung technischer Systeme sind in der landwirtschaftlichen Praxis allgegenwärtig. Medienbrüche machen es schwer, notwendige Daten einzelbetrieblich zu entscheidungsrelevanten Kennzahlen zusammenzuführen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Durchführung und Ergebnisse: „Untersuchung zur Kombination von Maschinenmanagementsystemen mit Agrarsoftwareanwendungen zur Bereitstellung entscheidungsrelevanter digitaler Daten und Weiterleitung in Farm Management Information System (FMIS) sächsischer Landwirtschaftsbetriebe“.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Fragestellungen von Landwirten zur Erfassung, Bereitstellung und Übertragung von Daten aus Maschinenmanagementsystemen und deren Kombinierbarkeit mit Agrarsoftwareanwendungen zu beantworten. Mit den Erkenntnissen zu Möglichkeiten und Grenzen, Voraussetzungen und Aufwand sowie Praxistauglichkeit und Nutzen soll eine Unterstützung landwirtschaftlicher Betriebe bei der Einführung solcher Systeme im eigenen Unternehmen resultieren.

Das Projekt wurde auf drei landwirtschaftlichen Praxisbetrieben mit je einer Kombination aus Maschinenmanagementsystem sowie Ackerschlagkartei durchgeführt.

Mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragt wurde die Professur für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität Dresden. Zusammen mit ihren Unterauftragnehmern – der IAK Agrar Consulting GmbH sowie dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) – wurden verschiedene Prozesse auf den Projektbetrieben begleitet, die Nutzung der Systeme analysiert, erfasste Daten ausgewertet sowie Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Kapitel 2 skizziert den Untersuchungen vorangestellt eine **Idealvorstellung der betrieblichen Prozessdokumentation**, um mit geringem Aufwand einen maximalen Nutzen zu erreichen. Eine automatische Prozessdatenerfassung, ggf. unterstützt durch vordefinierte Arbeitseinsätze, erlaubt einen Überblick über aktuelle Arbeiten und eine detaillierte schlagspezifische Dokumentation. Medienbruchfrei gelangen die Daten zur Maßnahmenbuchung in die Ackerschlagkartei sowie über Schnittstellen zu weiteren Systemen, um vielfältige Auswertemöglichkeiten zu gewährleisten. Die Erkenntnisse können zur weiteren Optimierung von Managemententscheidungen genutzt werden.

Kapitel 3 gliedert Durchführung und Ergebnisse nach den drei Systemkombinationen. tabellarische Darstellungen führen die untersuchten Systemkonstellationen und Eckdaten des jeweiligen Projektbetriebes auf, für Ackerschlagkartei und Maschinenmanagement folgen detaillierte Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion, Schnittstellen. Die jeweiligen technischen Anforderungen betreffen im Wesentlichen aktuelle Standard-Hardware sowie eine stabile Internetverbindung.

- Systemkombination 1 besteht aus der Agrarmonitor-App, mit welcher Mitarbeiter ihre Tätigkeiten auf einem mobilen Endgerät erfassen können, und der zugehörigen Ackerschlagkartei. Als herstellerbezogenes Maschinenmanagementsystem stand zudem das John Deere Operations Center zur Verfügung.
- Systemkombination 2 umfasst das herstellerbezogene Maschinenmanagementsystem Claas Telematics, welches mit der Ackerschlagkartei Next Farming Agraroffice kombiniert wird.
- Systemkombination 3 besteht aus Exatrek als herstellerübergreifendes Maschinenmanagementsystem und der Ackerschlagkartei Next Farming Agraroffice. Zudem wurde die Next Farming MobileJob App mit mobilen Endgeräten eingesetzt.

Folgend werden für jede Systemkombination Antworten auf die im Vorfeld formulierten Fragestellungen gegeben.

- Eine **maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten** ist mit **Apps** wie Agrarmonitor oder der Next MobileJob App möglich. Der Dokumentationsaufwand liegt hier beim Mitarbeiter, wobei eine intuitive Benutzeroberfläche ausschlaggebend ist. Die Datenqualität ist stark vom Bediener und dessen aufrechtzuerhaltender Motivation abhängig. Sind die Stammdaten in die Systeme eingepflegt, können mit **automatischen Erfassungssystemen** wie Claas Telematics und Exatrek über die Maschinenpositionen Arbeitszeiten und Maschinendaten schlagspezifisch abgelegt und ausgewertet werden. Diese Systeme funktionierten bis auf wenige Ausnahmen sehr zuverlässig und lieferten Daten ohne Zutun der Mitarbeiter.

Im Projekt wurde durch eigene Messungen die Qualität der mit den Maschinenmanagementsystemen dokumentierten Daten bewertet.

Fehler bei der automatischen Zeiterfassung sind mit einer mittleren Zeitdifferenz von unter einer Minute zu vernachlässigen. Beim Kraftstoffverbrauch werden im Mittel nur 2,1 % mehr getankt als angezeigt, allerdings beträgt die Streuung  $\pm 6$  %-Punkte. Die gemessenen Betriebsmittelmengen (Ausbringmengen) wichen im niedrigen zweistelligen Prozentbereich ab. Da die Genauigkeit stark von anderen Systemen, wie den verbauten Sensoren und der Messmethodik abhängt, ist aber keine allgemeingültige Aussage möglich. Eine Bewertung der Ungenauigkeit hängt zudem von den agronomischen Auswirkungen sowie der betriebswirtschaftlichen Rolle der Messgröße ab.

- (Standardisierte) **Schnittstellen** des Maschinenmanagementsystems zur Maschine einerseits und zur Zielsoftware andererseits sind unabdingbar, um die erfassten Daten nutzen zu können. Agrarmonitor und Next Farming mit Agraroffice und Next MobileJob App implementieren ihre eigene (proprietäre) Schnittstelle für den Datenaustausch zwischen Erfassungssystem und Ackerschlagkartei. Während die Telematics-Hardware in den Claas-Maschinen vom Hersteller integriert wird, nutzt Exatrek mit seinen nachrüstbaren Telemetriemodulen Motorbus- und ISOBUS-Schnittstelle der Maschinen.

Beide Systeme erlauben den manuellen Datenexport als standardisierte ISOXML-Datei, welche in Agraroffice importiert werden können. Der manuelle Datentransfer stellte sich als für die Praxis zu aufwändig heraus. Die Erwartung der Landwirte, dass jede Maßnahme vor der Buchung in die Schlagkartei betrachtet und freigegeben werden muss, fordert entweder eine weitere Arbeitskraft, sehr viel Disziplin der Pflanzenbauleitung oder eine geringe Anzahl an Maßnahmen.

Mit dem Agrirouter existiert eine Plattform, die eine einheitliche Schnittstelle zum Datenaustausch zwischen Telemetrieinheiten wie bspw. den Exatrek-Modulen und Softwarelösungen anbietet. Hier ist im Detail zu prüfen, welche Austauschmöglichkeiten der Schnittstelle von den angebundenen Herstellern tatsächlich realisiert werden.

- Als **mobile Endgeräte** für die App-gestützte Dokumentation werden Tablets bevorzugt. Hilfreich für den effektiven Einsatz sind eine intuitive Menüführung und übersichtliche Auswahlmöglichkeiten aus den Stammdaten. Bei den Mitarbeitern sollte Verständnis für Hintergründe und Anforderungen an digitale Dokumentation aufgebaut werden.
- Eine **Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage** für Investitionen, die Identifizierung der Maschinenauslastung und von Kostentreibern sowie zur Maschineneinsatzplanung, stellt ein Bedürfnis der Betriebsleiter dar. Während beim John Deere Operations Center und Claas Telematics Analysemöglichkeiten zum Maschineneinsatz im Vordergrund stehen, verfügen Agrarmonitor und Agraroffice über Funktionen zur betriebswirtschaftlichen Bewertung. Exatrek erlaubt maschinen- und schlagesspezifische Auswertungen sowie die Dokumentation der Arbeitserledigungskosten auf Feld- bzw. Maßnahmenebene.
- **Nichtproduktive Spezialzeiten** wie z. B. Stillstands-, Rüst- oder Reparaturzeiten können mit Apps im gewünschten Detailgrad dokumentiert werden. Dafür sind entsprechende Auswahlmöglichkeiten durch die Arbeitsverantwortlichen vorzusehen und zu reflektieren. Die Angaben von Leerlaufzeiten im John Deere Operations Center bzw. Zeiten für Stillstand und ausgeschalteten Motor in Claas Telematics können auf unproduktive Zeiten hinweisen, weitere Informationen zum Hintergrund sind nicht ableitbar. Exatrek kann Warte- und Vorbereitungszeiten ableiten, die Ursache bzw. konkrete Tätigkeit ist auch hier beispielsweise durch Apps zu erfassen.
- Die **Datenübertragung** erfolgt bei allen Systemen über das Mobilfunknetz. Liveansichten zum Maschinenstatus und Arbeitsfortschritt benötigen eine entsprechende Netzabdeckung. Dokumentationsdaten werden auch ohne Mobilabdeckung gespeichert und dann bei nachfolgender Erreichbarkeit übertragen.
- Das **Arbeitsrecht** erlaubt prinzipiell eine **automatische Arbeitszeiterfassung**. Da es sich hierbei in der Regel um personenbezogene bzw. personenbeziehbare Daten geht, sind die mit der DSGVO verbundenen Pflichten zu beachten. Vor diesem Hintergrund sind Rechte- und Rollenkonzepte in den Softwarelösungen wichtig, die den Zugriff auf die Daten regeln. Maschinenmanagementsysteme sind nur langfristig erfolgreich einsetzbar, wenn durch eine offene Kommunikation zu den Zielen der eingesetzten Systeme eine hohe Akzeptanz unter den Mitarbeitern erreicht werden kann.
- **Teilflächenspezifische Betriebsmittelverbräuche** wie bspw. von Kraftstoff können im John Deere Operations Center dargestellt, jedoch nicht exportiert werden. Claas Telematics und Exatrek haben diese Möglichkeit ebenfalls. Um Betriebsmittelverbräuche von Anbaugeräten erfassen zu können, benötigen alle Maschinenmanagementsysteme Sensordaten der betreffenden Geräte. Diese werden üblicherweise über den ISOBUS zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe der erfassten Daten wurden zudem je Betrieb **Prozesskostenauswertungen** für jeweils drei Schläge mit den Kulturen Winterraps und Winterweizen durchgeführt. Mit den auf den drei Projektbetrieben etablierten Systemkombinationen konnten hierbei zwischen knapp 40 % und über 80 % der Prozesskosten und Leistungen mit digital vorliegenden und gewonnenen Daten abgebildet werden. Hierfür waren jedoch manuelle Arbeit beim Datentransfer, der -prüfung und -aufbereitung erforderlich. Außerdem erfolgten Auswertungen für verschiedene Maschinenkombination bei derselben Arbeitsart.

Eine **SWOT-Analyse** gibt für alle Systeme einen Überblick über Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (Abschnitte 3.1.11, 3.2.11, 3.3.11).

Die abschließende Bewertungsmatrix umfasst eine tabellarische vergleichende Bewertung der drei untersuchten Maschinenmanagementsysteme, orientiert an den Fragestellungen der Landwirte (Abschnitt 3.5). Eine Zeitgliederung von maschinenbezogenen Arbeitszeiten veranschaulicht grafisch, welche Zeitanteile eines Prozesses von welchem der untersuchten Systeme erfasst und einzeln dokumentiert werden.

Im Rahmen einer **Kosten-Nutzen-Analyse** (Abschnitt 3.4) werden einmalig anfallende Anschaffungskosten und jährliche Gebühren exemplarisch für einen 1.000 ha großen Betrieb mit 6 Maschinen, 15 Anbaugeräten und 5 Mitarbeitern ohne Berücksichtigung der Kosten für mobile Endgeräte ermittelt, wobei sich die zwischen 2,31 Euro (Agraroffice mit App) und 4,34 Euro pro ha und Jahr (Agrarmonitor) bewegen. Weiterer Aufwand entsteht abhängig von der betrieblichen Situation und den Anforderungen bei der Inbetriebnahme und Einführung der Systeme. Es wird von einer Einführungszeit ausgegangen, die sich bis mindestens in eine zweite Saison erstreckt. Mit der manuellen digitalen Dokumentation erfolgt eine Arbeitsverlagerung „vom Büro auf den Schlepper“. Die mögliche Zeitersparnis in der Prozessdokumentation ist betriebsindividuell. Die digitale und ggf. automatische Dokumentation erlaubt insbesondere eine höhere Detailschärfe und Qualität, welche umfangreiche Analysen ermöglicht.

Abschließend werden für Betriebs- und Pflanzenbauleitung, Mitarbeiter, Fachkräfteausbildung, Landtechnik- und Softwarehersteller sowie landwirtschaftliche Beratung jeweils konkrete **Handlungsempfehlungen** für die Vorbereitung, die Einführung, den Betrieb und die Nutzung von Maschinenmanagementsystemen gegeben (Kapitel 4).

Da die betrachteten Systeme nur in Ausnahmefällen Fahrten und Wegezeiten schlagspezifisch zuordnen, erfolgt hier zudem ein Vorschlag zur Verteilung der damit verbundenen Kosten. Werden mehrere Flächen in Folge abgearbeitet, wird die gesamte Fahrzeit den Schlägen anteilig nach dem Zeitaufwand für einzelne Anfahrten aufgeteilt (Abschnitt 4.6).

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorbemerkung</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Hintergrund .....	13
1.2 Ziele und Aufgabenstellung der Studie.....	13
<b>2 Idealvorstellung der betrieblichen Prozessdokumentation</b> .....	<b>14</b>
<b>3 Untersuchung der eingesetzten Systeme</b> .....	<b>16</b>
3.1 Systemkombination 1: Agrarmonitor und John Deere (JD) Operations Center .....	17
3.1.1 Projektbetrieb 1 .....	18
3.1.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten .....	19
3.1.3 Anforderungen an Schnittstellen .....	25
3.1.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten.....	26
3.1.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage .....	26
3.1.6 Nichtproduktive Spezialzeiten .....	27
3.1.7 Datenerfassung und -übertragung.....	28
3.1.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht .....	29
3.1.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche .....	31
3.1.10 Prozesskostenauswertung .....	32
3.1.11 SWOT-Analyse .....	37
3.2 Systemkombination 2: Claas Telematics und Next Farming Agraroffice.....	38
3.2.1 Projektbetrieb 2.....	40
3.2.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten .....	41
3.2.3 Anforderungen an Schnittstellen .....	43
3.2.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten.....	44
3.2.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage .....	44
3.2.6 Nichtproduktive Spezialzeiten .....	46
3.2.7 Datenerfassung und -übertragung.....	47
3.2.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht .....	48
3.2.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche .....	48
3.2.10 Prozesskostenauswertung .....	49
3.2.11 SWOT-Analyse .....	56
3.3 Systemkombination 3: exatrek und Next Farming Agraroffice .....	57
3.3.1 Projektbetrieb 3.....	60
3.3.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten .....	61
3.3.3 Anforderungen an Schnittstellen .....	65
3.3.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten.....	69
3.3.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage .....	70
3.3.6 Nichtproduktive Spezialzeiten .....	72
3.3.7 Datenerfassung und -übertragung.....	73
3.3.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht .....	75
3.3.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche .....	75
3.3.10 Prozesskostenauswertung .....	76

3.3.11	SWOT-Analyse .....	81
3.4	Kosten-Nutzen-Analyse.....	83
3.5	Bewertungsmatrix .....	87
<b>4</b>	<b>Handlungsempfehlungen zur Einführung automatischer Dokumentationssysteme .....</b>	<b>95</b>
4.1	Betriebs- und Pflanzenbauleitung.....	95
4.1.1	Vorbereitung .....	95
4.1.2	Laufender Betrieb.....	97
4.1.3	Daten nutzen - Potenziale heben .....	97
4.2	Mitarbeiter .....	97
4.2.1	Vorbereitung .....	97
4.2.2	Laufender Betrieb.....	97
4.3	Fachkräfteausbildung .....	98
4.3.1	Grundlagen .....	98
4.3.2	Maßnahmendokumentation und -auswertung .....	98
4.4	Landtechnik- und Softwarehersteller .....	98
4.4.1	Entwicklung.....	98
4.4.2	Service .....	98
4.5	Landwirtschaftliche Beratung .....	98
4.6	Verteilung von Kosten für Fahrten und Wegezeiten .....	99
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>101</b>
	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>103</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schemata der drei Systemkombinationen.....	16
Abbildung 2: Maßnahmendokumentation Agrarmonitor .....	20
Abbildung 3: Maßnahmendokumentation JD Operations Center .....	22
Abbildung 4: Abweichung des Dieserverbrauchs von Systemwerten (aus exatrek, Claas Telematics, JD Link) und den getankten Dieselmengen .....	23
Abbildung 5: Fuhrwerkswiegung beim Landhändler .....	24
Abbildung 6: Darstellung des Maschinendatenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine und JD Operations Center ohne Schnittstelle zur ASK .....	25
Abbildung 7: JD Maschinenanalyse mit Einteilung der Betriebsstunden nach Betrieb, Transport und Leerlauf .....	28
Abbildung 8: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in hügeligem Gelände .....	31
Abbildung 9: Darstellung einer Ertragskarte aus dem JD Operations Center.....	33
Abbildung 10: Datenquellen für Prozesskostenanalyse .....	34
Abbildung 11: Maßnahmendokumentation im Claas Telematics .....	41
Abbildung 12: Zeitabweichung tA zwischen Telematics und Goldstandard.....	42
Abbildung 13: Messaufbau Achswiegungen während der Getreideernte .....	43
Abbildung 14: Darstellung des Datenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine, Erfassungssystem und ASK .....	44
Abbildung 15: Beispiel - Übersicht Dieselfüllstand, -verbrauch und Motorauslastung aus Telematics .....	45
Abbildung 16: Betriebszeitanalyse im Claas-Telematics-Portal .....	47
Abbildung 17: Gebuchte Maßnahme im Agraroffice (Betrieb 2).....	48
Abbildung 18: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in Telematics .....	49
Abbildung 19: Aufzeichnung des Scheibeneggeinsatzes auf einem Beispielschlag in Telematics .....	51
Abbildung 20: Datenquellen der Prozesskostenanalyse .....	52
Abbildung 21: Exemplarische Gliederung eines Arbeitstages und Erfassung der Arbeitszeiten automatisch durch Maschinenmanagementsystem sowie manuell mittels App.....	61
Abbildung 22: Dokumentation der Tagesaktivität, schlagspezifische Dokumentation und grafische Darstellung in exatrek .....	62
Abbildung 23: Schlagspezifische Dokumentation in der Next MobileJob App .....	63
Abbildung 24: Zeitabweichung tA zwischen exatrek und Goldstandard .....	64
Abbildung 25: Darstellung des Maschinendatenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine, Erfassungssystem und ASK .....	65
Abbildung 26: ISOBUS- und Motorbusschnittstelle zwischen Maschine und Exatrek-T2-Modul .....	66
Abbildung 27: Austauschbare Nachrichtenformate exatrek-Telemetriemodul .....	67
Abbildung 28: Verknüpfung exatrek T2-Modul (Adapter) mit agrirouter .....	68
Abbildung 29: Anzeige von exatrek-Telemetriedaten im Next Machine Management.....	69
Abbildung 30: Vergleich Dieserverbrauch beim Pflügen aus exatrek .....	70
Abbildung 31: Übersicht Schlagauswertung eines Beispielschlags in exatrek .....	71
Abbildung 32: Maßnahmenübersicht Düngung (Quelle: exatrek).....	71
Abbildung 33: Beispielmaßnahme in exatrek.....	74
Abbildung 34: Gebuchte Maßnahme im Agraroffice (Betrieb 3).....	74
Abbildung 35: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in exatrek .....	75
Abbildung 36: Datenquellen der Prozesskostenauswertung .....	77

Abbildung 37: Beispielübersichten Bodenbearbeitung aus dem System exatrek .....	77
Abbildung 38: Gliederung der maschinenbezogenen Arbeitszeiten in verschiedene Zeitanteile .....	93
Abbildung 39: Zeitgliederung von maschinenbezogenen Arbeitszeiten und Dokumentation der Zeitanteile in den einzelnen Systemen .....	94

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Untersuchte Systemkombination .....	17
Tabelle 2:	Ackerschlagkartei Betrieb 1 .....	17
Tabelle 3:	Maschinenmanagement Betrieb 1 .....	18
Tabelle 4:	Eckdaten Betrieb 1 .....	18
Tabelle 5:	Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 1.....	21
Tabelle 6:	Datenvalidierung Aussaat.....	24
Tabelle 7:	Datenvalidierung Erntemengen .....	24
Tabelle 8:	Datenquellen Prozesskostenauswertung Projektbetrieb 1.....	32
Tabelle 9:	Übersicht der Arbeitszeiterfassung für einen Beispielschlag (26 ha) aus Agrarmonitor.....	33
Tabelle 10:	Prozesskostenauswertung auf Schlagebene Winterraps - Projektbetrieb 1.....	35
Tabelle 11:	Prozesskostenauswertung für drei Winterweizenschläge .....	36
Tabelle 12:	Untersuchte Systemkombination .....	38
Tabelle 13:	Ackerschlagkartei Betrieb 2.....	38
Tabelle 14:	Maschinenmanagement Betrieb 2 .....	39
Tabelle 15:	Eckdaten Projektbetrieb 2 .....	40
Tabelle 16:	Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 2.....	42
Tabelle 17:	Ergebnisse Datenvalidierung der Erntemengen über Achslastwaagen (Betrieb 2) .....	43
Tabelle 18:	Übersicht Datenquellen zur Prozesskostenauswertung in Projektbetrieb 2.....	50
Tabelle 19:	Übersicht erfasster Arbeitszeiten für die Bodenbearbeitung eines 13,4 ha großen Schlages .....	51
Tabelle 20:	Auswertung Bodenbearbeitung - Beispiel Winterweizen Schlag 1 (23,61 ha) .....	52
Tabelle 21:	Prozesskostenauswertung Öko-Winterraps auf Schlagebene - Projektbetrieb 2.....	53
Tabelle 22:	Prozesskostenauswertung Öko-Winterweizen auf Schlagebene - Projektbetrieb 2 .....	54
Tabelle 23:	Prozesskostenauswertung Öko-Kartoffeln auf Schlagebene - Projektbetrieb 2.....	55
Tabelle 24:	Untersuchte Systemkombination .....	57
Tabelle 25:	Ackerschlagkartei Betrieb 3 .....	58
Tabelle 26:	Dokumentations-App Betrieb 3.....	58
Tabelle 27:	Maschinenmanagement Betrieb 3 .....	59
Tabelle 28:	Eckdaten Projektbetrieb 3 .....	60
Tabelle 29:	Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 3.....	64
Tabelle 30:	Ergebnis Ausbringmenge Düngerstreuer Projektbetrieb 3.....	65
Tabelle 31:	Übersicht Datenquellen für Prozesskostenauswertung.....	76
Tabelle 32:	Maschinenvergleich dreier Maschinenkombinationen zur gleichen Arbeitsart im Betrieb 3 .....	78
Tabelle 33:	Kostenvergleich für drei verschiedene Maschinenkombinationen zur Arbeitsart Grubbern mit dem Horsch Terrano 6.4 GX .....	78
Tabelle 34:	Prozesskostenauswertung Winterrapsanbau auf Schlagebene - Projektbetrieb 3 .....	79
Tabelle 35:	Prozesskostenauswertung Winterweizen auf Schlagebene - Projektbetrieb 3 .....	80
Tabelle 36:	Prozesskostenauswertung auf Schlagebene Öko-Kartoffeln - Projektbetrieb 3.....	81
Tabelle 37:	Übersicht Anschaffungs- und Nutzungskosten der einzelnen Systeme für einen 1.000 ha großen Betrieb mit 6 Maschinen, 15 Anbaugeräten und 5 Mitarbeitern (Stand: Oktober 2022).....	85
Tabelle 38:	Tabellarische Bewertung der untersuchten Systeme .....	87

## **Abkürzungsverzeichnis**

AG	Agrargenossenschaft
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
API	Application Programming Interface (Programmierschnittstelle)
ASK	Ackerschlagkartei
ASL	Ammoniumsulfatlösung
DM	Düngemittel
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung der EU
FMIS	Farm Management Information System
GIS	Geografisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System
IAK	IAK Agrar Consulting GmbH
JD	John Deere
LfULG	Sächsisches Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und Geologie
LLG	Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
NMJA	Next MobileJob App
NMM	Next Machine Management
PSM	Pflanzenschutzmittel
VPE	Verpackungseinheit

# 1 Einleitung

Die Herausforderungen bei der Vernetzung landwirtschaftlicher technischer Systeme sind in der landwirtschaftlichen Praxis allgegenwärtig. Medienbrüche machen es schwer, notwendige Daten einzelbetrieblich zu entscheidungsrelevanten Kennzahlen zusammenzuführen. Mit Lösungsansätzen für den Umgang mit Medienbrüchen und dem betrieblichen Datenmanagement sowie der Darstellung von Kennzahlen zur Unternehmenssteuerung hat sich die Machbarkeitsstudie „Betriebliches Datenmanagement und FMIS“ (HERLITZIUS, 2021) intensiv auseinandergesetzt. Einige Erkenntnisse und Handlungsempfehlungen flossen in das Projekt „Untersuchung zur Kombination von Maschinenmanagementsystemen mit Agrarsoftwareanwendungen zur Bereitstellung entscheidungsrelevanter digitaler Daten und Weiterleitung in das Farm Management Information System (FMIS) sächsischer Landwirtschaftsbetriebe“ ein.

Im Folgenden werden der Hintergrund sowie die Ziele und die Aufgabenstellung dieser Untersuchung beschrieben.

## 1.1 Hintergrund

Die vorliegende Untersuchung ist eingebettet in das Teilprojekt „Test- und Demonstrationsfeld betriebliches Datenmanagement und FMIS“ innerhalb des „Themenverbunds Digitalisierung Landwirtschaft“ des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). Im Rahmen der darin durchgeführten Arbeiten hat das LfULG Forschungsbedarf zur digitalen Datenerfassung abgeleitet. Dieser resultiert auch aus auf den Landwirtschaftsbetrieben häufig vorzufindenden gemischten Maschinenflotten unterschiedlicher Hersteller. Des Weiteren soll eine Verbesserung der Datengrundlage für betriebliche Entscheidungsfindungen geschaffen werden.

## 1.2 Ziele und Aufgabenstellung der Studie

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Landwirten objektive Informationen zu folgenden Themen zur Verfügung zu stellen:

- Erfassung, Bereitstellung und Übertragung von Daten aus Maschinenmanagementsystemen
- Kombinierbarkeit dieser Daten mit Agrarsoftwareanwendungen.

Damit sollen technische, betriebswirtschaftliche, arbeitswissenschaftliche und rechtlich-soziale Fragestellungen beantwortet werden. Möglichkeiten und Grenzen, Voraussetzungen und Aufwand sowie Praxistauglichkeit und Nutzen stehen dabei im Vordergrund. Die Fragestellungen wurden durch das LfULG mit Führungskräften landwirtschaftlicher Unternehmen erarbeitet (siehe LfULG, 2020 und LfULG, 2021). Diese spiegeln den Wissensbedarf der Landwirte im Freistaat Sachsen wider. Aus den Erkenntnissen der Untersuchung, soll eine Unterstützung landwirtschaftlicher Betriebe bei der Einführung solcher Systeme im eigenen Unternehmen resultieren. Dies umfasst auch die Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Datengrundlage für die betriebliche Dokumentation und Entscheidungsunterstützung. Das Projekt wurde auf drei landwirtschaftlichen Praxisbetrieben durchgeführt.

## 2 Idealvorstellung der betrieblichen Prozessdokumentation

Werden aktuell in der landwirtschaftlichen Praxis Prozesse zur Erfassung und Dokumentation von Arbeitsabläufen betrachtet, wird deutlich, dass viele Daten unvollständig, doppelt bzw. nicht richtig erfasst oder in „Sackgassen“ abgelegt werden. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn keine weitere Auswertungsmöglichkeit oder keine Weiterleitung der Daten und Informationen in andere Systeme gegeben ist.

Die Idealvorstellung soll definieren, wie die automatische Dokumentation unter optimalen Bedingungen ablaufen könnte, um mit geringem Aufwand einen maximalen Nutzen zu erreichen. Während der verschiedensten Arbeitsabläufe können Daten gewonnen werden, die wichtige Informationen darstellen, welche sich effizient in der Betriebsleitung einsetzen lassen. Grundsätzlich sollte jeder Datensatz nur einmal digital erfasst werden und ebenso nur an je einem Ort aktuell gehalten werden müssen (Single Point of Truth – SPOT). Eine wiederholte Erfassung von gleichen Informationen führt zu unnötiger Redundanz sowie zu möglichen Fehlern. Dies kann passieren, wenn eine Information mehrfach und in unterschiedlicher Ausprägung erfasst wurde. Im Anschluss kann es sehr schwierig werden nachzuvollziehen, welcher Datensatz der korrekte ist.

Der Einsatz von Techniken der automatischen Datenerfassung soll die Datengrundlage auf den Betrieben quantitativ und qualitativ verbessern. Die Betriebsleiter nehmen eine Position ein, in der sie alle Abläufe überblicken können und detaillierte Informationen erhalten, welche sich gezielt für die weitere Betriebsorganisation nutzen lassen. Dafür müssen an das Datenerfassungssystem auch Analyse- und Empfehlungssysteme angeschlossen sein.

Der Ablauf kann sich folgendermaßen darstellen: Zuerst werden die geplanten Arbeitsmaßnahmen an die Mitarbeiter übergeben. Diese bekommen periodisch (täglich, wöchentlich etc.) ihre Arbeit in persönlichen Gesprächen oder als formalisierten (elektronisch oder zettelbasiert) Auftrag zugewiesen und nutzen dafür die vorgesehenen Maschinen. Mit dem idealen System entfällt die bisher oft bestehende analoge, handschriftliche Maßnahmendokumentation vollständig. Der Produktionsverantwortliche verteilt seinen Mitarbeitern Aufgaben. Durch diese bereits definierten Arbeitseinsätze wird automatisch während des Arbeitstages erfasst, welche Maschinen und Geräte zum Einsatz kommen. Ergänzt wird die Information, welche Betriebsmittel aus welchem Lager entnommen und auf welchem Feldschlag ausgebracht werden bzw. (ggf.) welche Erntemengen, von welchem Schlag in welches Lager eingebracht werden.

Während des Arbeitsgangs kann die Betriebsleitung (und ggf. auch andere Prozessbeteiligte) die Maschinenflotte vollständig über ihren PC oder ihr mobiles Endgerät überwachen. Sie hat Zugriff auf die Standorte der Maschinen, kann sich ein Bild vom Arbeitsfortschritt machen und erhält spätestens am Ende des Tages Auskunft über Dieserverbrauch, Betriebs- und Arbeitsstunden, genaue Ausbringmengen (Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Saatgut) sowie andere Maschinenparameter wie Zapfwelldrehzahlen oder Hubwerksstellungen. Außerdem sind diese Daten direkt schlagspezifisch zugeordnet und es bedarf nur noch einer Bestätigung des Prozessverantwortlichen (Betriebsleitung, Leitung Feldbau etc.), um sie in der Ackerschlagkartei zu verbuchen. Als Ackerschlagkartei wird hierbei ein System definiert, worin zu allen Schlägen eines Landwirtschaftsbetriebs alle Daten bezüglich des Produktionsprozessablaufs und der Ressourceneinsätze sachlogisch erfasst und ausgewertet werden können. An dieser Stelle sollte zusätzlich die Möglichkeit bestehen, die vom System vorgeschlagenen Buchungssätze zu korrigieren, da eine einhundertprozentige richtige Zuordnung der automatisiert erhobenen Daten zu

Maßnahmen bisher nicht verfügbar ist und der Prozessverantwortliche (z. B. der Pflanzenbauleiter) immer die Hoheit über die Dokumentation haben muss. Die über diesen Prozess in einem Datenbanksystem abgelegten Informationen können im Anschluss vielfältig ausgewertet werden bzw. in Gänze und mit praxisfähigem Aufwand („plug-and-play“) zur Nutzung in anderen Systemen exportiert werden.

Mittels Analysealgorithmen werden die Daten, durch weitere Verarbeitung zu Informationen, zu Arbeitsprozessen und Maßnahmen zusammengefasst. Während der Feldarbeiten können mehrmalige Anfahrten zu einem Schlag mit Unterbrechungen identifiziert und dem Produktionsablauf und -aufwand des Schlages zugeordnet werden. Bei der Ausbringung von Düngemitteln werden so beispielsweise auch An- und Abfahrtszeiten zur neuen Befüllung des Düngerstreuers differenziert.

In der Erntesaison werden alle Erzeugnisse nach Abfuhr gewogen. Es erfolgt eine automatische Übermittlung von der Fuhrwerkswaage an die Schlagkartei bzw. ins Warenwirtschaftssystem. Die Erntemengen werden, durch die automatische Erfassung, dem jeweiligen Acker zugeordnet. Nach Einbuchung erfolgt eine automatische Aufstockung des Lagerbestandes. Alle Informationen werden im Warenwirtschaftssystem angezeigt.

Damit die Daten für betriebswirtschaftliche Auswertungen zur Verfügung stehen, gibt es eine Schnittstelle zwischen Ackerschlagkartei und Warenwirtschafts- sowie Buchhaltungssystem, welche ebenfalls im stetigen Datenaustausch stehen. Beispielsweise werden Betriebsmittel, deren Eingang über Lieferscheine dokumentiert wurde, an die Schlagkartei übergeben, um die Lagerbestände und Betriebsmittelverbräuche laufend zu aktualisieren.

Um sich den Nutzen der dokumentierten Informationen höchstmöglich innerbetrieblich zu erschließen, können unter anderem folgende Auswertungen durchgeführt werden, deren Erkenntnisse zur weiteren Optimierung von Managemententscheidungen genutzt werden können:

- Prozesskostenauswertung zwischen Fruchtarten, einzelnen Produktionseinheiten (Schlägen), angebauten Sorten etc. und Vergleich mit überbetrieblichen Richtwerten zur Optimierung des Produktionsablaufs, Entscheidung für Flächenstilllegungen etc.
- Auswertung der Kosten einzelner Maßnahmen mit unterschiedlicher Mechanisierung (Maschinen- und Gerätekombinationen) zur Optimierung des Produktionsablaufs und zur Entscheidungsfindung bei Neuinvestitionen
- Auswertung der Kosten einzelner Maßnahmen mit unterschiedlichen Maschinenbedienern zur Optimierung und Nutzung in leistungsabhängigen Vergütungssystemen
- Analyse der produktiven Arbeiterledigungskosten (Arbeit auf dem Feld), der Nebenzeiten (Transporte etc.) und Gegenüberstellung zu den Gesamtkosten der Arbeiterledigung des Unternehmens (Abschreibung, Lohnkosten, Reparaturkosten etc.) aus der Buchhaltung/Jahresabschluss

Die Erkenntnisse aus den Auswertungen sollten die Führungskräfte mit Hilfe ausgewählter Kennzahlen an ihre Mitarbeiter kommunizieren und mit diesen diskutieren. So kann eine kontinuierliche Sensibilisierung hinsichtlich der Parameter, die den Unternehmenserfolg beeinflussen, gewährleistet werden. Außerdem erhalten die Mitarbeiter Feedbacks zur ihrer erbrachten Leistung.

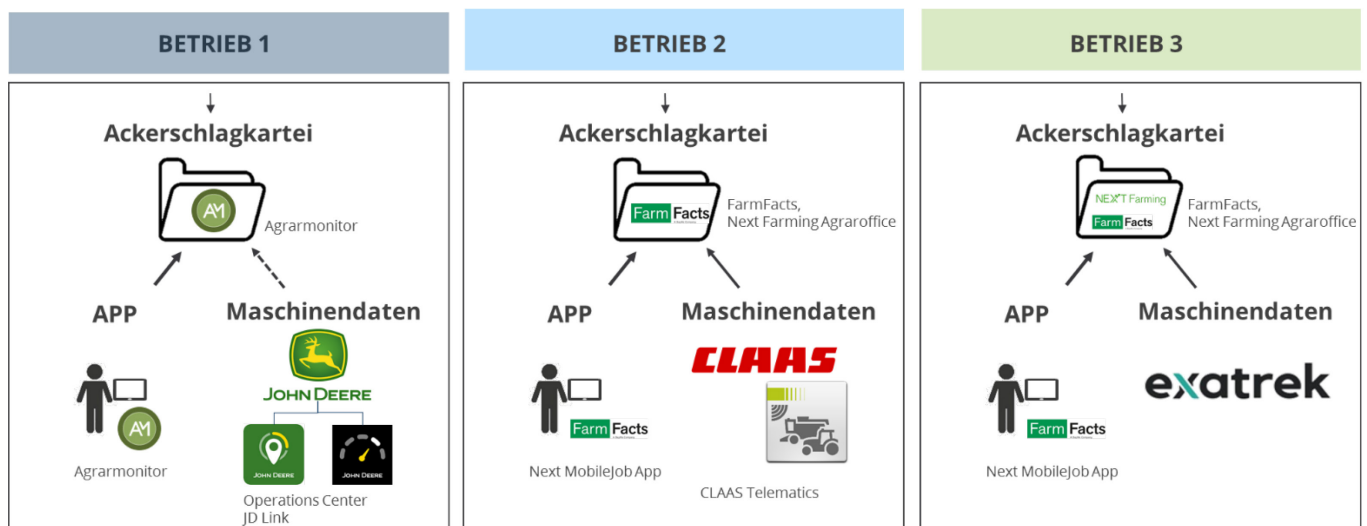
### 3 Untersuchung der eingesetzten Systeme

In drei Projektbetrieben wurden jeweils unterschiedliche Kombinationen aus Maschinenmanagementsystemen und angeschlossenen Softwarelösungen eingesetzt (Abbildung 1). In diesem Kapitel wird der Hauptteil der Untersuchungen erläutert. Außerdem werden folgende untersuchte Systeme dargestellt:

- 3.1 Systemkombination 1 auf Betrieb 1
- 3.2 Systemkombination 2 auf Betrieb 2
- 3.3 Systemkombination 3 auf Betrieb 3

In Unterabschnitten werden jeweils grundlegende Fragestellungen landwirtschaftlicher Betriebe in Bezug auf das Maschinenmanagement beantwortet. Dies umfasst auch das jeweilige Vorgehen zur Erreichung der aufgeführten Ergebnisse, welche unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen auf den drei Projektbetrieben in spezifischen Konstellationen erzielt wurden.

In Abschnitt 3.4 werden alle drei Systemkombinationen in einer Kosten-Nutzen-Analyse gegenübergestellt. Abschnitt 3.5 fasst in einer Bewertungsmatrix wesentliche Aspekte für alle Systeme zusammen.



**Abbildung 1: Schemata der drei Systemkombinationen**

Folgende Ziele werden mit den Systemen verfolgt:

- Automatische Erfassung
  - schlagspezifischer Arbeitszeiten und der zugehörigen Wegezeiten
  - von Maschineneinsatzzeiten
  - ausgebrachter Mengen, anstelle von händischer Übertragung vom Traktorterminal
- Minimierung der Büroarbeitszeiten durch teilautomatische Dokumentation in der Ackerschlagkartei (vorgebuchte Maßnahmen)
- Erzeugung einer Datengrundlage für Maschinenkosten
  - Schlaggenaue Dokumentation der Maschinenkosten inklusive Wartungs- und Reparaturarbeiten
  - Berechnung Maschinenvollkosten
  - Unterstützung von Investitionsentscheidungen bei (saisonal eingesetzten) Maschinen, z. B. Radlader für Erntelogistik
- Erzeugung einer Datengrundlage für betriebswirtschaftliche Auswertungen
  - Betriebszweigauswertung
  - Detaillierte Prozesskostenauswertung → Vollkostenrechnung
  - Kultur- und schlagspezifische Kosten-Leistungs-Rechnung



- Betrachtung von An- und Abfahrtsaufwand
- Liveansichten für eine verbesserte Arbeitsorganisation
- Am Prozess beteiligte Mitarbeiter: Standorte der Kollegen
- Prozessverantwortliche: Grad der Arbeitserledigung für Arbeitsplanung

### 3.1 Systemkombination 1: Agrarmonitor und John Deere (JD) Operations Center

Die auf Projektbetrieb 1 untersuchte Systemkombination umfasst die ASK-Software Agrarmonitor mit der zugehörigen App sowie entsprechenden mobilen Endgeräten und das JD Operations Center als herstellerbezogenes Maschinenmanagementsystem.

**Tabelle 1: Untersuchte Systemkombination**

Parameter	Wert
Traktoren/Mähdrescher/Feldhäcksler	6/2/1 (alle mit JD-Link-Telemetrie)
Maschinenmanagement	JD Link und JD Operations Center
Ackerschlagkartei (ASK)	Agrarmonitor
Dokumentations-App	Agrarmonitor
Einbezogene Arbeitskräfte	7
Mobile Endgeräte	Tablet (iPad)

Die Software Agrarmonitor kommt aus dem Lohnunternehmerbereich und dient zur schnellen Erfassung der geleisteten Arbeit mit direkter Rechnungsstellung. Mit einigen Weiterentwicklungen wie Ackerschlagverwaltung und Flottenmanagement ist die Anwendung für Landwirtschaftsbetriebe immer interessanter. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen von Agrarmonitor enthält Tabelle 2.

**Tabelle 2: Ackerschlagkartei Betrieb 1**

Agrarmonitor	
Fixkosten/Jahr	2.900 €
Kosten je aktiviertes Gerät/Monat	24 €
Zusatzkosten	Programmierung von betriebsindividuellen Schnittstellen z. B. zur Waage oder Tankstelle (einmalig 2.400 € zur Anbindung und dann 600 €/Jahr für den Service)
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Web-App (Cloud)</li> <li>■ Tablet/Smartphone</li> <li>■ PC und Browser</li> </ul>
Funktion (u.a.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Digitale „Stechuhr“</li> <li>■ Ackerschlagverwaltung</li> <li>■ Flottenmanagement</li> </ul>
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Buchhaltung (AgroOffice, Datev, Pebe Faktura, Sage), z. B. Arbeitsstunden in der Lohnbuchhaltung</li> <li>■ Waagenanbindung → Erfassung über App und Schlag-/Maßnahmenzuordnung</li> <li>■ Tankstellenanbindung → Erfassung über App und Schlag-/Maßnahmenzuordnung</li> <li>■ agrirouter (nur Empfang von Telemetriedaten)</li> <li>■ weitere</li> </ul>

Agrarmonitor	
Technische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software</li> <li>■ Standard-Büro-PC</li> <li>■ Android/Apple-Endgerät</li> <li>■ Internetanbindung</li> <li>■ DSL ab 3 Mbit/s (Desktop)</li> <li>■ Standard-LTE (mobile Endgeräte)</li> </ul>

Das JD Operations Center analysiert schlagbezogene Maßnahmen. Neben dem Operations Center, welches hauptsächlich für die Untersuchungen herangezogen wurde, ist im MyJohnDeere-Portal das Telemetriesystem JD Link verfügbar. JD Link legt den Fokus auf die Maschinenanalyse und kann schlagunabhängig maschinenbezogene Informationen liefern. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen des JD Operations Center enthält Tabelle 3.

**Tabelle 3: Maschinenmanagement Betrieb 1**

JD Operations Center und JD Link	
Fixkosten/Jahr	0 € (im Kaufpreis enthalten)
Kosten je aktiviertes Gerät/Monat	0 € (im Kaufpreis enthalten)
Zusatzkosten	-
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Web-App (Cloud)</li> <li>■ Mobile App</li> </ul>
Funktion (u.a.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ackerschlagverwaltung</li> <li>■ Flottenmanagement</li> </ul>
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ JD API</li> <li>■ Manuell nur Import möglich (Shape, ISOXML)</li> <li>■ Data Connect</li> </ul>
Technische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software</li> <li>■ Standard-Büro-PC</li> <li>■ Internetanbindung</li> <li>■ DSL ab 3 Mbit/s (Desktop)</li> </ul>

### 3.1.1 Projektbetrieb 1

Durch folgende Eckpunkte zeichnet sich Projektbetrieb 1 aus (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Eckdaten Betrieb 1**

Parameter	Wert
Bewirtschaftungsform	konventionell
Betriebsart	Ackerbau
Flächenausstattung Ackerland ca.	1.700 ha
Flächenausstattung Grünland ca.	250 ha
Hauptkulturen	Weizen, Raps, Gerste, Mais, Dinkel, Hafer, Kartoffeln, Roggen, Zuckerrüben, Triticale
Betriebsstandorte	2
Arbeitskräfte Feldbau	7,5
Bürokräfte	1

Parameter	Wert
Maschinenzusammensetzung	Schwerpunkt John Deere
Maschineneinsatz	auch überbetrieblich
Pachtverwaltung	Next Farming Agraroffice
Warenmanagement	Fuhrwerkswaage je Standort 1. verknüpft mit Agrarmonitor 2. digitale Anzeige
Tankstelle	Mitarbeiterausweisung per Chip, Anbindung an Agrarmonitor
Arbeitsplanung	Betriebsleiter → in der Regel mündlich zu Arbeitsbeginn
Precision Farming	GPS-gestützte Bodenproben und teilflächenspezifische Düngung

Alle Mitarbeiter dokumentieren ihre Arbeiten in der Agrarmonitor-App. Dabei werden folgende Parameter erfasst:

- Beginn und Ende der täglichen Arbeitszeit
- Betriebsstunden
- Arbeitsgang
- eingesetzte Maschine und eingesetztes Gerät
- bearbeiteter Schlag
- eingesetztes Betriebsmittel inkl. Menge

### 3.1.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten

Für die betriebliche Dokumentation und weitere Auswertungen müssen Arbeiten schlagspezifisch und maschinenübergreifend erfasst werden können. Die Dokumentation ist in der Systemkombination 1 wie folgt möglich:

#### Agrarmonitor

- Der Mitarbeiter dokumentiert Arbeitszeiten über die Agrarmonitor-App mittels mobiler Endgeräte
- Über die Menüführung wird ein Auftrag gestartet und die Maschinenkombination ausgewählt
- Arbeitszeiten können durch die Schlagauswahl schlaggenau erfasst werden
- Unterbrechungen während der Arbeitszeit können hinzugefügt werden
- An- und Abfahrtszeiten können nur einmal pro Auftrag eingetragen werden
  - In der Auftragsdokumentation werden An- und Abfahrt angezeigt
  - In der ASK wird nur die Arbeitszeit auf dem Schlag dokumentiert, keine Fahrzeiten
- Es können Aufträge mit Kosten bewertet und zusammengefasst werden
  - In einer Nachkalkulation werden die Gesamtkosten pro Auftrag (Maschine, Anbaugerät, Mitarbeiter, Diesel) auf die bearbeiteten Schläge verteilt und in ASK übernommen
  - Die Nachkalkulation ist ein Modul und muss aktiviert sein
- Werden mehrere Schläge mit der gleichen Maschinenkombination an einem Tag bearbeitet, wird typischerweise nur ein Auftrag gestartet (siehe Abbildung 2)
  - Je Auftrag kann eine An- und eine Abfahrt eingetragen werden (Zusatzaufwand für Fahrer)
  - Arbeitszeiten für jeden Schlag können separat erfasst und in der ASK dokumentiert werden (siehe Abbildung 2 rechts)
  - Zeiten für Schlagwechsel ergeben sich aus Zeitlücken zwischen den Schlagarbeiten
    - Diese werden nicht separat ausgewiesen
    - Die Zuweisung der Zeit erfolgt auf den folgend bearbeiteten Schlag
- Die Erfassung erfolgt zeitgleich mit dem Ereignis und kann im Nachgang nicht durch den Mitarbeiter geändert werden

- Ausbringmengen können dem Auftrag bzw. der Maßnahme durch manuelle Eingabe zugeordnet und in die ASK übernommen werden
- Besonderheit: virtuelle Erntekette
  - Jeder Mitarbeiter wählt sich über Agrarmonitor in die Erntekette ein
  - Die Erntemaschine ist das Leitfahrzeug in der Erntekette und gibt den beernteten Schlag vor
  - Abfahrer müssen nur den Schlagwechsel bestätigen (Pop-up-Fenster in der App).
  - Wiegedaten können vom Abfahrer in Agrarmonitor eintragen werden
    - Fuhrwerkswaagen können eingebunden werden (zusätzliche betriebsspezifische Einbindung ist notwendig und mit Zusatzkosten verbunden)
  - Die Erntemenge wird schlaggenau dokumentiert und ins Lager (z. B. Silo) gebucht.

Unterbrechungen				Artikel	
Pause	Keine Pause erfasst.		0,00h		
Reparatur	Keine Reparatur erfasst.		0,00h		
Wartezeit	Keine Wartezeit erfasst.		0,00h		
Auftragszeiten				Ackerschläge	
Auftrag (39,32km)	02.08.22 (06:15)	-	02.08.22 (16:34)	10,32h	
Anfahrt (0,00km)	02.08.22 (06:15)	-	02.08.22 (07:09)	0,90h	
Arbeit (39,32km)	02.08.22 (07:09)	-	02.08.22 (16:34)	9,42h	
Abfahrt (0,00km)	02.08.22 (16:34)	-	02.08.22 (16:34)	0,00h	
Effektive Arbeitszeit				9,42h	
Maschinen					
Zugmaschine	Traktor 1				
				07:09 - 09:30	123 - Schlag
				2,35h - 17,771ha - Weizen	
				17,77 ha	Hektar
				09:49 - 12:25	321 - Schlag
				2,60h - 19,731ha - Weizen	
				19,73 ha	Hektar
				12:32 - 13:15	231 - Schlag
				0,72h - 4,443ha - Weizen	
				4,44 ha	Hektar
				13:43 - 16:34	213 - Schlag
				2,85h - 37,321ha - Weizen	
				24,88 ha	Hektar
				79,27 ha	Gesamtfläche
				66,82 ha	Hektar

**Abbildung 2: Maßnahmendokumentation Agrarmonitor**

- Der Betriebsleiter kann Einträge kontrollieren, auf Plausibilität prüfen und bei Bedarf korrigieren.
  - Zeitaufwand: ca. 0,5 h pro Woche
  - Wöchentliche Durchführung ist ratsam, falls sich Rückfragen ergeben.

### Kommentare der Systemnutzer

- Spontane Arbeitsunterbrechungen, z. B. wenn ein Kollege kurzfristig Unterstützung braucht, werden oft nicht zeitgleich in Agrarmonitor eingetragen und fehlen in der Dokumentation.

### JD Operations Center

- Stammdaten von Schlägen und Maschinen müssen im System hinterlegt und im Terminal des Traktors auswählbar sein.
- Im Maschinenterminal müssen Angaben zu Schlag und Anbaugerät gemacht werden.
- Die Arbeitsaufzeichnung im Terminal muss aktiv sein und korrekt funktionieren.
  - Die Aufzeichnung ist Grundlage für die Arbeitsauswertung im JD Operations Center.
  - Die Aufzeichnung beginnt, wenn mindestens eine Teilbreite des Maschinengespanns aktiv oder das Hubwerk abgesenkt ist.
- Die schlagspezifische Dokumentation umfasst gemäß der Arbeitsaufzeichnung
  - die Arbeitszeit ohne Wende- und Wartezeit
  - den in dieser Zeit verbrauchten Diesel
- Ausgebrachte Saatgut-, Dünger- und Erntemengen werden automatisch erfasst, sofern die Informationen über den ISOBUS des Anbaugerätes zur Verfügung gestellt bzw. im Terminal angezeigt werden.
- Die Daten können nicht exportiert und somit auch nicht in die ASK digital eingepflegt werden.

Für die schlagspezifische Erfassung von Arbeiten sollen die von landwirtschaftlichen Maschinen generierten Daten mit genutzt werden. Zur Beantwortung der Frage, wie genau mit diesen Daten die Realität abgebildet wird, ist die Kenntnis über deren Präzision bedeutend.

### Vorgehen und Durchführung

Um Unsicherheiten in den Daten aufzuzeigen, werden diese validiert. An stichprobenartig ausgewählten Tagen werden dafür maschinengebundene Arbeiten auf dem Betrieb begleitet. Die betriebswirtschaftlich relevanten Daten werden separat gemessen und protokolliert. Diese Kontrollwerte sind die im Projekt bestmögliche und praktikabel erfassbare Abbildung der Realität und werden deshalb als „Goldstandard“ bezeichnet. Der Goldstandard dient dem Vergleich mit den in den Systemen dokumentierten Maschinendaten. In der folgenden Tabelle (Tabelle 5) werden die untersuchten Parameter und die dazugehörige Messmethode des Goldstandards aufgeführt.

**Tabelle 5: Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 1**

Parameter	Messmethode Goldstandard	Erläuterung
Zeitanteil	Anfang und Ende von Ereignissen messen	z. B. Abfahrt Hof, Ankunft Feld, Wartezeiten (von - bis), Abfahrt Feld, Ankunft Hof
Dieserverbrauch	Ermittlung über Dieseltankuhr an der Tankstelle	Volltanken des Fahrzeugs vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende, Messung über Tankuhr
Saatgutverbrauch	Anzahl Verpackungseinheiten (VPE)	Mit Berücksichtigung von Anfangs- und Endmengen
Erntemenge Druschfrucht	Fuhrwerkswaage (Landhändler)	Wiegewert Lieferschein
Kornfeuchte	Feuchtesensor (Landhändler)	Abgleich mit Lieferschein

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Zeiterfassung in der Systemkombination 1 dargestellt:

#### Ergebnis Zeiterfassung Agrarmonitor

- Die Zeiterfassung erfolgt durch den Mitarbeiter, nicht auf Grundlage von Maschinendaten
- Präzision und Vollständigkeit hängen von den Einträgen der Mitarbeiter ab
- Die Präzision schwankt stark von korrekter Erfassung bis „keine Daten vorhanden“ (falls ein erfolgter Schlagwechsel nicht eingetragen wurde)
- Transportzeiten werden nicht in die ASK übernommen (Nur über Kostenbewertung in der Nachkalkulation zugeordnet)

#### Ergebnis Zeiterfassung JD Operations Center

- Die erfassten Maßnahmen können in der Schlagansicht einzeln angezeigt werden (siehe Abbildung 3)
- Die Angabe der Arbeitszeit bezieht sich ausschließlich auf die Zeitanteile, in denen mindestens eine Teilbreite bzw. die Aufzeichnung der bearbeiteten Fläche aktiv ist
- Zeitanteile für Wenden, Warten oder Transportieren sind nicht enthalten
- Der reale Zeitbedarf wird unterschätzt und kann für die betriebswirtschaftliche Auswertung nicht herangezogen werden
- Aber: Mähdrescher können z. B. besser hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit verglichen werden, da nur die reine Dreschzeit betrachtet wird

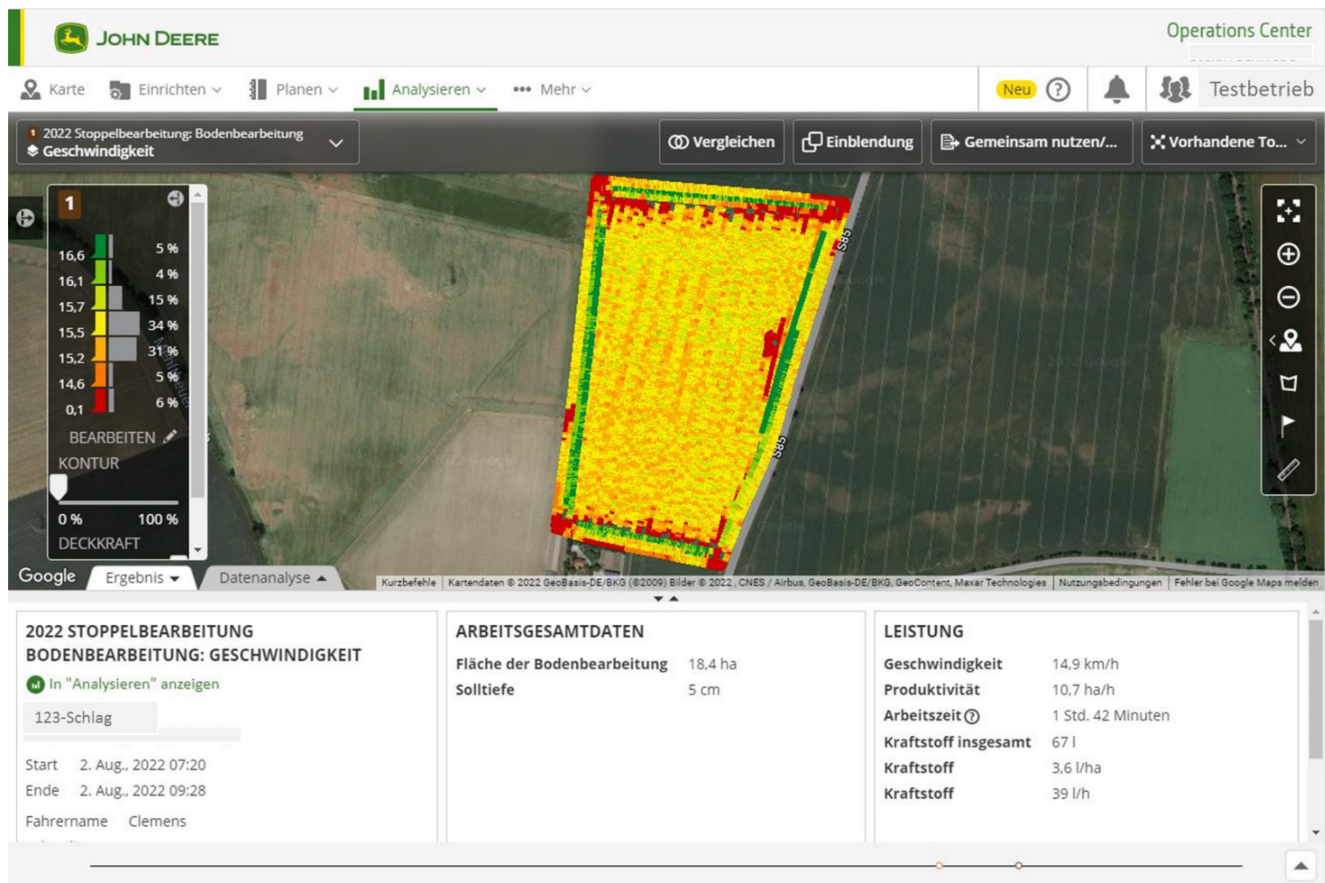
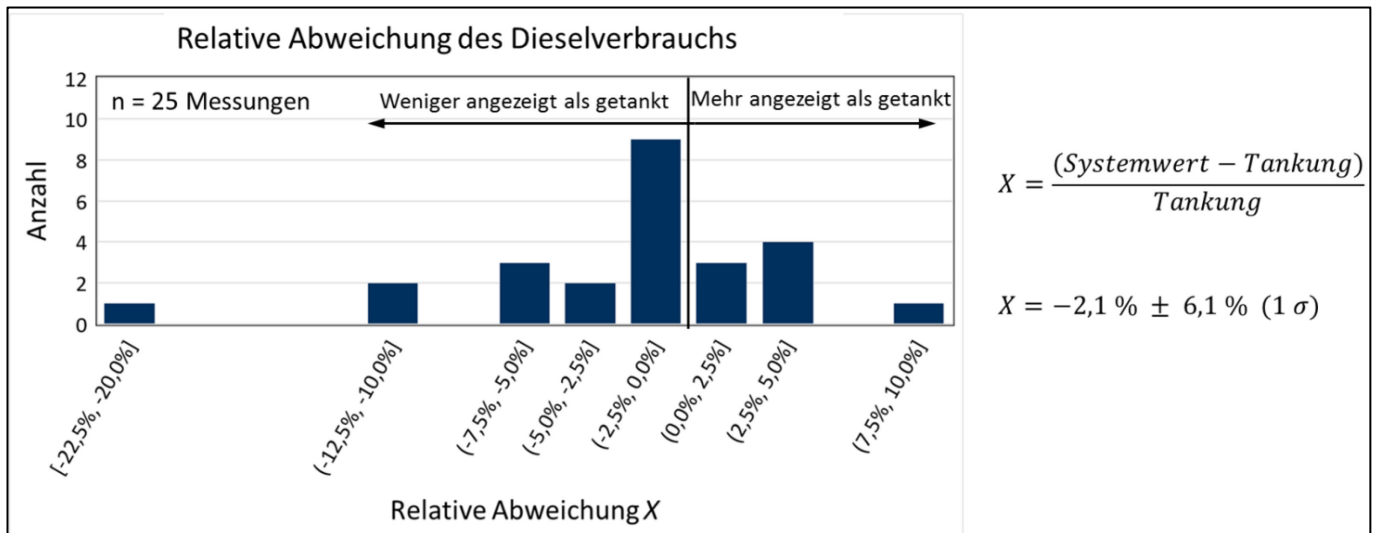


Abbildung 3: Maßnahmendokumentation JD Operations Center

### Ergebnis Dieserverbrauch

- Dieserverbrauchsdaten werden vom Motorsteuergerät zur weiteren Auswertung/Darstellung zu Verfügung gestellt
- In die Agrarmonitor-App kann der verbrauchte Diesel für den betreffenden Auftrag eingetragen werden
  - Der Dieserverbrauch wird dann in Agrarmonitor im Auftrag aus Dienstleisterperspektive geführt, wird in einer entsprechenden Rechnung mitgelistet, kann aber nicht maßnahmenbezogen in die Agrarmonitor-Ackerschlagkartei übernommen werden.
- Das JD Operations Center zählt den verbrauchten Diesel, wenn mindestens eine Teilbreite bzw. die Arbeitsaufzeichnung aktiv ist (Analog zur Arbeitszeiterfassung)
  - Unterschätzt dadurch deutlich den tatsächlichen Verbrauch
  - Kann nicht für die betriebswirtschaftliche Auswertung auf Schlagebene genutzt werden
- Im JD Link kann der Dieserverbrauch für ein beliebiges Zeitfenster (lückenlos) angezeigt werden
  - Der Dieserverbrauchswert aus JD Link für den Zeitraum von Tankung bis Tankung wird als Systemwert für den Abgleich mit der tatsächlich getankten Kraftstoffmenge herangezogen
  - Hinweis: Verbrauchswert aus JD Link ist identisch zum Zählerwert im Maschinenterminal

Abbildung 4 fasst die Abweichungen zwischen per „Goldstandard“ gemessenem Dieserverbrauch und den in den Systemen ermittelten Werten aus 25 Stichproben projektübergreifend für alle Betriebe zusammen. Die Angabe der Abweichung erfolgt mittels Mittelwert und einfacher Standardabweichung.



**Abbildung 4: Abweichung des Dieserverbrauchs von Systemwerten (aus exatrek, Claas Telematics, JD Link) und den getankten Dieselmengen (n=25)**

- Dieserverbrauchswerte aus JD Link sind für die realitätsnahe Dokumentation geeignet.
- Der Zählerwert im Terminal der Maschine ist für die Abbildung der Realität geeignet.
- Hinweis: Die Messung durch Betanken der Maschine ist toleranzbehaftet.
  - Abweichungen bei Abschaltzeitpunkt der Zapfpistole durch Schaumbildung bzw. Luftblasen im Tank
  - Bei sehr geringen Tankmengen (< 30 l) führen die resultierenden absoluten Abweichungen zu höheren relativen Abweichungen
  - Die Tankuhr wurde nicht geeicht.

### Ergebnis Saatgutmengen

- Rapssaatgut wird in Verpackungseinheiten (VPE) zu 1,5 Mio. Körnern gehandelt
- Über das Tausendkorngewicht ist die Ausbringungsmenge in eine Masse umrechenbar
- Die Soll-Ausbringungsmenge wurde im Traktorterminal in kg/ha eingegeben und beim Nachfüllen mit der tatsächlichen Fläche überprüft
- Mittels Anfangsmenge, Anzahl voller VPE und Endmenge wird der Goldstandard ermittelt
- Im JD Operations Center wird die von der Maschine ausgebrachte Gesamtmenge angezeigt
  - JD Operations Center kann herangezogen werden, da nur während der aktiven Arbeitszeiten gesät wird

Das Versuchsergebnis zeigt die folgende Tabelle. Es wurde ca. 10 % mehr Saatgut ausgebracht als eingestellt. Die Abweichung von der geplanten Ausbringungsmenge verursacht höhere Produktionskosten. Eine Abweichung auf diesem Niveau wirkt sich auch suboptimal auf die Bestandsentwicklung, beispielsweise durch eine schlechtere Bestockung, aus.

**Tabelle 6: Datenvalidierung Aussaat**

	Messung (Goldstandard)	JD Operations Center
Schlaggröße	74,9 ha	
Bearbeitete Fläche		79,5 ha
Überlappung		6,1 %
Anfangsmenge in Saatguttank	23 kg	
eingefüllte VPE (26 STK)	214,5 kg	
Endmenge	2,7 kg	
Ausgebrachte Menge Saatgut	234,8 kg	214 kg
Relative Abweichung		-9,7 %

**Ergebnis Erntemengen Druschfrucht**

- Der Goldstandard für Erntemenge und -qualität wurde über die Auswertung der Lieferscheine ermittelt (Abbildung 5).



**Abbildung 5: Fuhrwerkswiegung beim Landhändler**

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse eines Erntetags dargestellt:

**Tabelle 7: Datenvalidierung Erntemengen**

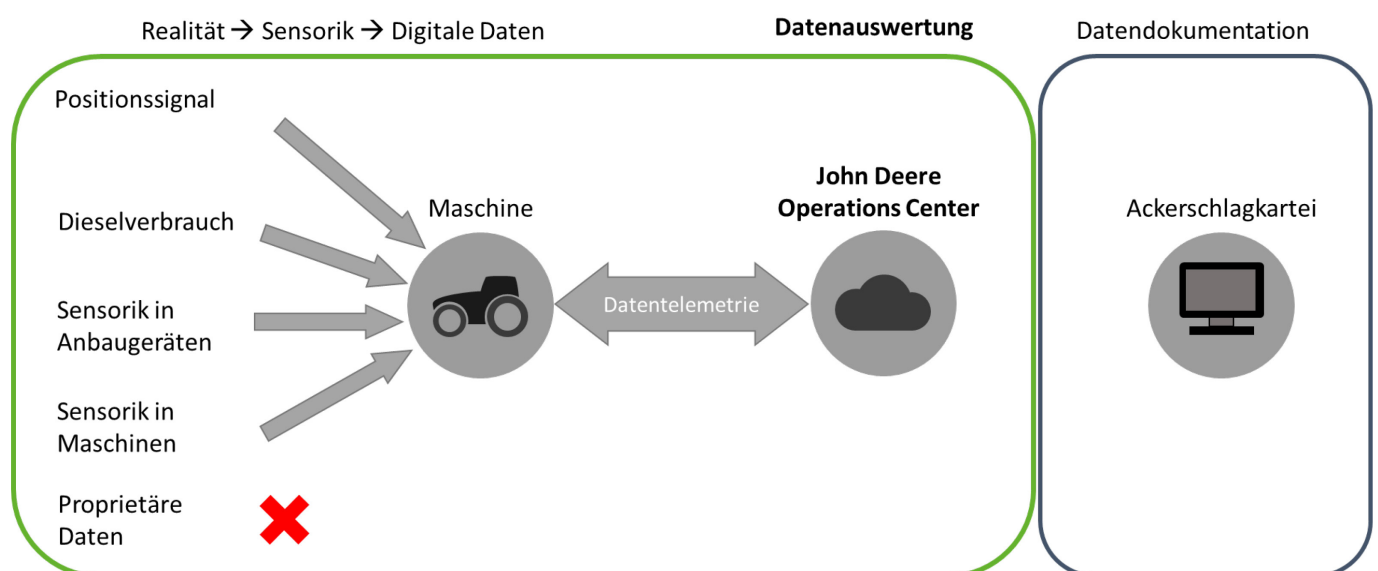
	Erntemenge	Erntequalität (Kornfeuchte)
Summe der Lieferscheine	181,7 t	6,01 %
JD Operations Center	162,0 t	6,40 %
Abweichung	-10,9 %	ca. 0,4 %-Punkte



- Die Abweichung der Erntemenge beläuft sich beim Versuch auf -10,9 %, die der Kornfeuchte auf 0,4 %-Punkte. Der Mähdrescher verfügte über Wiegezellen im Korntank. Damit können die Ertragsangaben nicht direkt weiterverarbeitet werden. Eine Verrechnung mit der tatsächlich geernteten Menge, welche über die Wagenwiegung ermittelt wird, ist notwendig, um Ertragskarten mit absoluten Aussagen zur Erntemenge zu generieren.
- Hinweis: Die Gesamtmenge im Mähdrescherterminal wird als Trockengewicht und im JD Operations Center als Nassgewicht bezeichnet
  - Für beides wurde der identische Wert angegeben
  - Ein Unterschied zwischen Trocken- und Nassgewicht wird erst dann geführt, wenn die Feuchte einen fruchtabhängigen Grenzwert überschreitet

### 3.1.3 Anforderungen an Schnittstellen

Um digitale Datenerfassungssysteme umfassend nutzen zu können, werden einige Anforderungen an den Betrieb und den Maschinenpark gestellt. Die Maschinenmanagementsysteme sind in der betrieblichen Prozessdatenerfassung Systeme, die die von den Maschinen und Geräten zur Verfügung gestellten Daten aufnehmen, verarbeiten, auswerten und ablegen. Die abgelegten Daten können dann zur Verarbeitung weitergegeben werden, z. B. an die ASK. Es entstehen somit zwei Schnittstellen zwischen betrieblichen Systemen (siehe Abbildung 6). Für den Projektbetrieb 1 wird der Datenfluss von der Maschine zum Operations Center als eine herstellerinterne Einheit betrachtet.



**Abbildung 6: Darstellung des Maschinendatenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine und JD Operations Center ohne Schnittstelle zur ASK**

#### Schnittstelle Maschine - Erfassungssystem

- Die Datenübertragung vom JD-Maschinenterminal zum JD Operations Center ist möglich und hängt ab von:
  - Hardwaregeneration
  - Softwareversion

#### Schnittstelle Erfassungssystem - ASK

- Es ist keine Schnittstelle vorgesehen, um Daten aus dem JD Operations Center digital in die ASK zu übertragen
- Übertragung durch Kopieren und Einfügen von Daten ist möglich

- Das System Agrarmonitor mit seiner App und ASK erlaubt den Excel-Export vollständiger Maßnahmen

### 3.1.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten

In diesem Abschnitt werden folgende Fragen untersucht:

- Wie kann der Einsatz von mobilen Endgeräten inklusive Apps zur Datenerfassung (Alternative zur automatisierten Datenerfassung, ggf. modifizierbare App) durch Arbeitskräfte realisiert werden?
- Welche Anforderungen bestehen bezüglich der Robustheit der verwendeten Geräte, der Gestaltung der Programmoberflächen und der Gestaltung der Arbeitsabläufe?

In Abschnitt 3.1.2 wird der Einsatz von mobilen Endgeräten für Eingaben der Mitarbeiter in Agrarmonitor zur schlagspezifischen Dokumentation für die ASK beschrieben. Die Qualität der Maßnahmendokumentation ist maßgeblich vom Mitarbeiter abhängig. Der Betriebsleiter muss eine entsprechende Motivation aufrechterhalten.

- Erzeugen eines Zusatznutzens für Mitarbeiter durch Navigationshilfe/Flottenansicht der App
- Möglichkeit längere Stillstandszeiten mit Notiz zu erläutern
- Verständnis für Hintergründe und Anforderungen an digitale Dokumentation
- Gemeinsame Auswertungen des im Betrieb Erreichten durch Nutzung der digitalen Dokumentation

Beim Einsatz von mobilen Endgeräten werden die im Folgenden aufgeführten Anforderungen sichtbar.

#### Anforderungen:

- Große Displays mit großen Bedienungsfeldern können besser genutzt werden
  - Tablets werden gegenüber Smartphones bevorzugt
- Intuitive Menüführung, ohne umfangreiche Listen oder Untermenüs, ist übersichtlicher
- Die Vorauswahl von Geräten für bestimmte Maschinen erleichtert die Eingabe
- Die automatische Vorauswahl von Schlägen, wenn die Position des mobilen Endgeräts und damit umliegende Schläge erkannt werden, erleichtert die Eingabe
- Agrarmonitor zeichnet nur dann den Standort auf, wenn die App aktiv und der Bildschirm dauerhaft an ist
  - Hoher Energieverbrauch → Anschluss an Stromversorgung notwendig
- Tablets werden auf den Maschinen und im Tagesablauf mitgeführt
  - Zusätzliche Tablet-Halterungen in der Kabine sind ratsam
    - Geschraubte Halterungen erweisen sich als langfristig stabiler
  - Schlagfestigkeit, Staub- und Spritzwasserunempfindlichkeit sind vorteilhaft

### 3.1.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage

Die Analyse der Maschinenflotte kann eine Grundlage für Investitionen, die Identifizierung der Maschinenauslastung und von Kostentreibern sowie zur Maschineneinsatzplanung darstellen. Um zuverlässige Resultate zu erzielen, sind Art und Umfang der Datenerfassung, die Möglichkeiten der Auswertung sowie die Gestaltung der Ergebnisausgabe ausschlaggebend.

#### JD Operations Center

In der Anwendung von JD lassen sich Daten in verschiedenen Kategorien darstellen und auswerten. In der Rubrik der Maschinenanalyse können für die angelegten Maschinen unter anderem der Kraftstoffverbrauch sowie die Betriebsstunden veranschaulicht werden, die Werte sind jedoch zur Nutzung für betriebswirtschaftliche Auswertungen, z. B. zum Ansetzen der zugehörigen Maschinenkosten, unzureichend. Für die im System verwaltete Flotte besteht zudem die Möglichkeit, Berichte zu erstellen, welche Auskunft über die Maschinenauslastungen und Wartungen bieten. Neben den schwerpunktmäßigen

maschinellen Auswertungen lassen sich Arbeitsprozesse auf den Schlägen grafisch in einem geografischen Informationssystem (GIS) darstellen und analysieren.

In der Feldübersicht des GIS ist es möglich, die Arbeitsprozesse Ernte, Bestellung und Bodenbearbeitung sowie die Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln einzusehen. Es ist darstellbar, welche Flächenumfänge bereits bearbeitet oder abgeerntet wurden. Des Weiteren werden Ertrag und ermittelte Kornfeuchte angezeigt. Für die Anwendungen von Aussaat, Pflanzenschutz sowie die Ausbringung von Düngemitteln werden zu Fahrgeschwindigkeit und Maßnahmendatum zusätzlich die eingesetzten Betriebsmittel und ihr tatsächlicher Mengeneinsatz angezeigt. Für die Maßnahmen der Bodenbearbeitung können die Bearbeitungstiefe sowie die durchschnittlichen Geschwindigkeiten des Arbeitsganges angezeigt werden.

Schlagspezifische Auswertungen können direkt angesehen werden. Für den gewählten Schlag werden die durchgeführten Maßnahmen angezeigt. Bei vollständiger Ausstattung in der Erntetechnik ist es möglich, eine Ertragskartierung für das Feld zu erhalten und so für die weitere Bewirtschaftung wichtige Informationen zu gewinnen. Werden einzelne Prozesse betrachtet, wird ersichtlich, wie lange die Maschine für die Maßnahme gebraucht hat, wie viel ha sie in der Stunde bearbeiten konnte, welcher Bedarf an Kraftstoff gegeben war und wie effizient die Maschine auf dem Schlag arbeiten konnte. Jedoch bezieht sich die Dokumentation im JD Operations Center nur auf ausgewählte Maschinenzustände auf dem Schlag, nämlich nur, wenn die Arbeitsaufzeichnung aktiv ist (Details s. Abschnitt 3.1.2.). Somit fallen Wendezeiten etc. auf dem Schlag aus der Auswertung raus. Die Analysen des Systems sind deshalb nur eingeschränkt aussagekräftig. Betriebswirtschaftliche Auswertungen werden in der Webanwendung nicht generiert, auch Kostensätze einzelner Maschinen oder Arbeitsgänge bleiben vom System unberücksichtigt.

### **Agrarmonitor**

In der Webanwendung von Agrarmonitor werden die Abläufe des Betriebes sowie die Ressourcenverbräuche erfasst und schlagspezifisch dokumentiert. Das System wurde für den Einsatz bei Lohnunternehmen entwickelt. Deshalb enthält es die Funktionen, Rechnungen für erbrachte Maschinendienstleistungen zu erstellen, Erlöse zu kalkulieren, Aufträge zu überblicken und ausgewählte Daten in die Buchhaltungssoftware zu exportieren. Es stehen mehrere Auswertungsansichten zur Verfügung. Diese unterteilen sich in Arbeitszeit, Aufträge, Belege, Maschinen, Mitarbeiter, Kraftstoff und Artikel. In letztgenannter Rubrik können die Lagerbestände mit ihrem zugehörigen Warenwert oder Betriebsmittel in einzelnen Lagerstätten einbezogen werden. Werden die Auswertungsmöglichkeiten der Maschinen des Betriebes betrachtet, können hier beispielsweise zugeordnete Arbeitszeiten und Artikel je Maschine ausgewiesen werden. Eingrenzbare sind unter anderem die Maschinengruppen und die Warengruppen, ausgegeben werden die Aufwendungen an Arbeitszeit in Stunden und Geldbeträgen.

### **3.1.6 Nichtproduktive Spezialzeiten**

Unter nichtproduktiven Spezialzeiten können z. B. Stillstands-, Rüst- oder Reparaturzeiten verstanden werden. Im Folgenden soll geklärt werden, ob aus den Maschinendaten nichtproduktive Spezialzeiten abgeleitet werden können oder ob es Alternativen gibt.

#### **Ergebnis/Antwort**

- Über die Maschinenanalyse können die Zeitanteile Betrieb, Transport und Leerlauf für einzelne Maschinen dargestellt werden (siehe Abbildung 7)
- Der Leerlauf-Zeitanteil kann auf unproduktive Zeiten hinweisen

- Maschine steht, Motor läuft, Zapfwelle aus
- Der Leerlauf-Zeitanteil bezieht sich nur auf die Zeit, in welcher die Maschine eingeschaltet ist
- Was während der Leerlaufzeiten stattfand, kann nicht näher abgeleitet werden

Geräte	Motorbetriebsstunden ⌚ Lebensdauer (h)	Motorbetriebsstunden ⌚ Zeitraum (h)	Nutzung insgesamt (Landwirtschaft)			
			● Betrieb (%)	● Transport (%)	● Leerlauf (%)	
Two-Wheel Drive Tractors - 140 Hp And Above	5	2.684	841	49% 404 Stunden	23% 194 Stunden	28% 232 Stunden
6215R	2	2.149	961	47% 441 Stunden	25% 238 Stunden	28% 267 Stunden
6250R	1	5.324	1.098	43% 471 Stunden	24% 264 Stunden	32% 351 Stunden
7250R	1	1.939	375	62% 230 Stunden	15% 55 Stunden	23% 83 Stunden
8R 410	1	1.858	809	55% 438 Stunden	22% 174 Stunden	24% 189 Stunden

**Abbildung 7: JD Maschinenanalyse mit Einteilung der Betriebsstunden nach Betrieb, Transport und Leerlauf**

#### Alternative:

- Mitarbeiter können nichtproduktive Spezialzeiten über Maßnahmen, z. B. Reparatur, Vorbereitungs-/Rüstzeiten, im Agrarmonitor erfassen
- Eintragung durch Mitarbeiter müssen zeitgleich mit dem Ereignis erfolgen
  - Um Zeitanteil (z. B. Reparatur) im Nachgang zu ändern:
    - Notiz an die Maßnahme anfügen mit Hinweis auf jeweiligen Zeitanteil
    - Korrektur muss durch Betriebsleiter erfolgen

### 3.1.7 Datenerfassung und -übertragung

Ein wichtiger Aspekt ist die Datenübertragung in das Zielsystem der Dokumentation. Für den Bereich Pflanzenproduktion ist dies die Ackerschlagkartei. Dabei spielen Datenumfang und die Auswahlmöglichkeit des passenden Datenformats für das Zielsystem eine entscheidende Rolle. Diese Fragestellungen sollen in folgendem Abschnitt näher beleuchtet werden. Zudem soll der Einfluss der Verfügbarkeit eines Mobilfunknetzes bewertet werden.

#### Antwort JD Operations Center

- Datenumfang und -Format sind in Abschnitt 3.1.2 beschrieben
- In Liveansicht ist der aktuelle/zuletzt gemeldete Maschinenstandort und Standortverlauf des Tages zu sehen
  - Schläge können angezeigt werden
  - Angaben zum Verfahren oder der aktuelle Dieserverbrauch werden nicht angezeigt

#### Übertragungszeit

- Die Maßnahmenauswertung findet nach Beendigung der Tätigkeit statt
  - Daten werden zwischengespeichert (gepuffert), wenn kein Mobilfunknetz vorhanden ist
  - Lange Übertragungszeiten aufgrund schlechtem Mobilfunknetz wirken sich nicht spürbar nachteilig aus

#### Antwort Agrarmonitor

- Daten zur Arbeitszeiterfassung werden gepuffert, wenn kein Mobilfunknetz vorhanden ist
- In der Liveansicht werden die Standorte des Tablets und der Name des dazugehörigen Mitarbeiters angezeigt
  - Positionsbestimmung erfolgt über Standort des Tablets
  - Tablet muss dauerhaft aktiv sein

- Zusätzlich werden Schläge auf der Karte angezeigt
- Standort wird alle 15 Sekunden aktualisiert
  - Wenn kein Mobilfunknetz vorhanden ist, kann der Standort in der Liveansicht nicht aktualisiert werden
- In Gebieten mit schwacher Mobilfunkabdeckung können Absprachen zwischen Fahrern, z. B. vor engen Straßenpassagen, nicht durch die Liveansicht ersetzt werden

### 3.1.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht

Da bei der automatisierten bzw. App-gestützten Arbeitszeiterfassung auch Standort und Aktivitäten der Mitarbeiter erfasst werden, stellt sich die Frage nach der arbeitsrechtlichen Konformität.

Nach dem jüngsten Urteil des Bundesarbeitsgerichts (BAG) in Erfurt (1 ABR 22/21) vom 13.09.2022, sind Arbeitgeber nach § 3 Abs. 2 Nr. 1 ArbSchG verpflichtet, ein System einzuführen, mit dem die von Arbeitnehmern geleistete Arbeitszeit erfasst werden kann. Was unter einem geeigneten System zur Erfassung von Arbeitszeiten zu verstehen ist, wird der Urteilsbegründung zu entnehmen sein. (ZMI 2022)

Regelmäßig wird darüber hinaus unter dem Stichwort „DSGVO“ (Datenschutz-Grundverordnung der EU) die Rechtmäßigkeit der Verwendung personenbezogener Daten diskutiert. Im Folgenden soll die Nutzung von Maschinenmanagementsystemen in der landwirtschaftlichen digitalen Dokumentation und Prozessanalyse aus der datenschutzrechtlichen Perspektive betrachtet werden. Außerdem wird auf Mitarbeiterbelange eingegangen.

#### Datenschutzrecht

Die DSGVO (EU 2016), die bereits 2016 in Kraft trat und seit dem 25. Mai 2018 anzuwenden ist, regelt die Verarbeitung personenbezogener Daten. Dabei fallen unter diesen Begriff gemäß Art. 4 Nr. 1 DSGVO nicht nur direkt einer Person zuordenbare Informationen, sondern auch solche, welche ggf. über mehrere Schritte indirekt einer Person zugeordnet werden können.

Für den Umgang mit personenbezogenen Daten sind spezifische Pflichten vorgeschrieben, darüber hinaus gibt es eine gesetzliche Auskunftspflicht.

#### Pflichten (auszugsweise):

Personenbezogene Daten müssen

- für festgelegte, eindeutige und legitime Zwecke erhoben werden („Zweckbindung“)
  - z. B. Gehaltszahlung (Vertragserfüllung)
- dem Zweck angemessen und auf das notwendige Maß beschränkt sein („Datenminimierung“)
  - z. B. Lieblingsbiersorte
- in einer Form gespeichert werden, die eine Identifizierung der betroffenen Person nur so lange ermöglicht, wie erforderlich („Speicherbegrenzung“)
  - z. B. Ausscheiden aus dem Betrieb
  - Ausnahme: Zugriffsmöglichkeit nur noch für Personengruppen, die diese Daten noch verarbeiten müssen wie Buchhaltung, Kontrolle von Aufbewahrungspflichten

#### Auskunftspflicht (auszugsweise, siehe u.a. Artikel 15)

- Kann ohne Begründung verlangt werden
- Anfrage muss keiner bestimmten Form entsprechen
- Beantwortung in der Form der Anfrage bzw. nach Angabe der anfragenden Person
- Inhalt u.a.:

- Alle Informationen, die mit einer Person in Verbindung gebracht werden können, unabhängig von der Form der Speicherung, Speicherort, Speicherndem (GIESELER 2022)
- Verarbeitungszwecke
- Verarbeitungs- bzw. Speicherdauer
- Herkunft
- Empfänger (intern, extern)

Herausragend ist die Frage nach dem Zweck der Datenerfassung. Daten, die erforderlich sind für die agronomische und betriebswirtschaftliche Bewertung der landwirtschaftlichen Prozesse, sind in der Regel nicht direkt personenbezogen. Durch Arbeitsaufträge mit genannten Fahrern kann jedoch z. B. ein Personenbezug hergestellt werden. Dennoch stellt die Erfassung der Maschinenpositionen und -zustände zur automatisierten schlagspezifischen Auswertung einen legitimen Zweck dar.

Für den ausschließlich befugten Zugriff sind Rechte- und Rollenkonzepte, wie diese häufig auch schon von den Softwareanbietern vorbereitet sind, wichtig. Nur die Mitarbeiter, die mit bestimmten personenbezogenen Daten arbeiten müssen, sollten auf diese zugreifen können.

Diese Möglichkeit ist sowohl bei Agrarmonitor als auch beim JD Operations Center umgesetzt. In der jeweiligen Maßnahmendokumentation werden die Namen der Ausführenden erfasst, so dass es sich auch bei den aufgezeichneten Standorten der Mitarbeiter um personenbezogene Daten handelt, die eines Schutzes entsprechend der obengenannten Pflichten bedürfen.

Werden Clouddienste genutzt (was alle drei betrachteten Maschinenmanagementsysteme betrifft), ist der rechtliche Sitz der Anbieter in Deutschland oder der EU ausschlaggebend für die Einhaltung der DSGVO. Andernfalls sollten Bedingungen zum rechtlichen Umgang mit Daten konkret geprüft werden (zur Einschätzung der Sicherheit von cloudbasierten Systemen siehe auch HERLITZIUS 2022).

Als internationales Unternehmen nutzt John Deere weltweit Serverstandorte. John Deere verpflichtet sich in „Verbindlichen internen Datenschutzvorschriften (BCR Policy) des Deere Konzerns“ zur Verarbeitung personenbezogener Daten gemäß den in der DSGVO festgelegten Grundsätzen, „um ein angemessenes Schutzniveau für personenbezogene Daten und besondere Kategorien personenbezogener Daten sicherzustellen, die aus dem Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) stammen und der DSGVO oder diese umsetzenden nationalen Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten unterliegen.“ Für Verstöße seitens sogenannter „gebundener Konzernmitglieder“ außerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes (EU + Island, Liechtenstein, Norwegen) haftet die John Deere GmbH & Co KG. (JOHN DEERE 2022) Agrarmonitor hat einen Serverstandort in Deutschland.

### **Umgang mit den Mitarbeiterbelangen**

Vorbehalte gegenüber Systemen, die Vorgesetzten ermöglichen, Standorte und Bewegungsprofile fahrrergeführter Maschinen nachzuvollziehen, sind weit verbreitet.

Folgende Befürchtungen können damit unter dem Stichwort „Überwachung“ verbunden sein:

- Penible Kontrolle von Pausenzeiten
- Beurteilung der Leistung des Fahrers (Effizienz)
- Aufdecken von Gefälligkeitstätigkeiten außerhalb der Arbeitszeiten („Nachbarschaftshilfe“)

Maschinenmanagementsysteme sind nur langfristig erfolgreich einsetzbar, wenn eine hohe Akzeptanz unter den Mitarbeitern erreicht werden kann. Dafür sind eine offene Kommunikation zu den Zielen der eingesetzten Systeme, ein ehrlicher Umgang zwischen Vorgesetzten und Mitarbeitern sowie klare Regeln unabdingbar:

- Pausen dienen der Aufrechterhaltung der gesunden Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter. Bedarf und Umsetzung sind miteinander zu kommunizieren. Durch die Stillstandszeit einer Maschine kann nicht zweifelsfrei auf die Pausenzeit der Mitarbeiter geschlossen werden. Wartungsarbeiten, z. B. Schmieren von Geräten, erfolgen gern im Anschluss an Pausenzeiten
- In Bezug auf die Beurteilung der Leistungsfähigkeit dienen die Maschinenmanagementsysteme der Bewertung und dem Vergleich der (einstellungsabhängigen) Effizienz der Maschinen, nicht der Fahrer. Fahrer können unter Umständen analysebasierte Optimaleinstellungen übernehmen
- Für die private Verwendung von betriebseigener Technik sind klare, faire Regeln zu kommunizieren
- Winterschulungen, mit Reflexion der erfassten Daten, können zu mehr Akzeptanz der Systeme und Optimierung der Betriebsabläufe führen. Viele Mitarbeiter haben gute Ideen und bringen sich gerne ein

### 3.1.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche

Betriebsmittelverbräuche, z. B. der Kraftstoffverbrauch, lassen sich im JD Operations Center farbig aufbereitet darstellen (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in hügeligem Gelände

- Zusätzlich können weitere Daten farbig kartiert dargestellt werden:
  - Geschwindigkeit
  - Motorauslastung
  - Höhenprofil des Schlages
  - Ausbring- oder Erntemengen
  - Weitere
- Über die John Deere API werden zahlreiche Softwarelösungen von Partnerunternehmen angebunden. Vordergründig können die dortigen Dienste genutzt werden, eine Weiterleitung von teilflächenspezifischen Betriebsmittelverbräuchen aus dem JD Operations Center ist nicht vorgesehen
- Kartierungen dienen auf dem Projektbetrieb 1 bislang nur der Anschauung
  - Ertragskartierung ist Entscheidungshilfe für teilflächenspezifische Aussaat und Düngung

### 3.1.10 Prozesskostenauswertung

Die Prozessdatenerfassung sollte eine detaillierte Prozesskostenrechnung auf Basis einzelner Produktionsverfahren (Winterweizen-, Winterraps-, Maisanbau etc.) sowie auf Basis einzelner Produktionseinheiten (einzelne Felder) ermöglichen. Darin werden die Direkt- (Saatgut, Pflanzenschutzmittel, Dünger etc.) sowie die Arbeitserledigungskosten (Lohnkosten, variable- und feste Maschinenkosten sowie Lohnarbeit) erfasst. Es erfolgt eine Betrachtung von pagatorischen (zahlungswirksamen) und kalkulatorischen Kosten (z. B. Verzinsung des eingesetzten Kapitals). Neben der Betrachtungsebene „Schlag“ oder „Produktionsrichtung“ können auch einzelne Arbeitsgänge betrachtet und ausgewertet werden.

#### Vorgehen und Durchführung

Für den Projektbetrieb 1 wurden Prozesskostenrechnungen, für jeweils drei Schläge aus der Produktion von Winterweizen und Winterraps, durchgeführt. Tabelle 8 veranschaulicht die Herkunft der Daten für die einzelnen Positionen der Berechnung. Es zeigt sich, dass es kein einzelnes System gibt, aus dem alle Daten für die Kalkulation übernommen werden konnten. Des Weiteren existiert in den eingesetzten Softwaresystemen auch keine separate Funktion, eine Prozesskostenauswertung automatisiert erstellen zu lassen. Daher wurden die Daten für die Analyse manuell zusammengeführt.

Die Direktkosten wurden aus den verschiedenen Systemen zugewiesen. Teilweise wurden zusätzliche Informationen beim Betriebsleiter abgefragt. Einzelne Positionen wurden aufgrund partiell unzureichender Datenverfügbarkeit auch durch Standardwerte aus Veröffentlichungen des KTBL (KTBL 2022) ergänzt.

**Tabelle 8: Datenquellen Prozesskostenauswertung Projektbetrieb 1.**

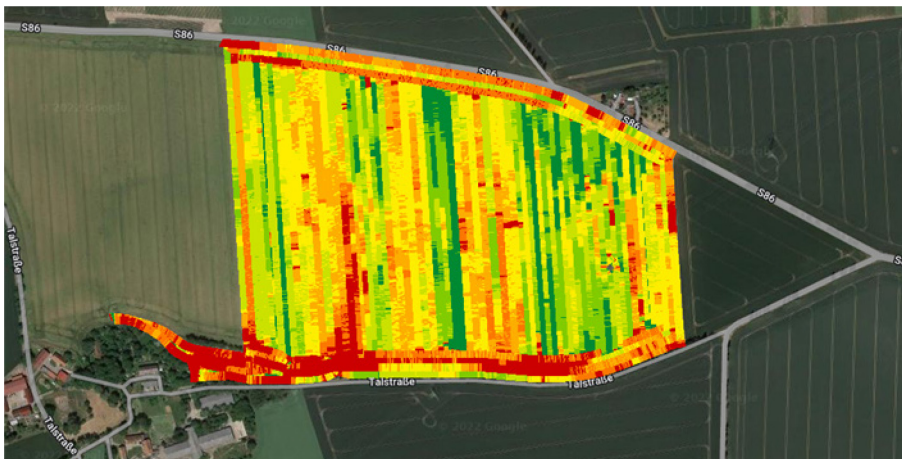
Parameter	Datenquelle
Ertrag	JD Operations Center
Preis	Information Betriebsleitung
Marktleistung	Preis x Ertrag
Saatgut	Information Betriebsleitung
Düngemittel	Teilweise Eintragungen Agrarmonitor, Ergänzungen von Betriebsleitung
PSM	
Versicherung	Standardwerte mit Erlösen verrechnet
Zwischensumme	Summe aus Saatgut, Düngemitteln, PSM und Versicherungskosten
Zinsansatz	Unterstellung: 3 Monate, Zinssatz 6 %
Summe Direktkosten	Zwischensumme + Zinsansatz
Lohnkosten	Lohnansatz von 21 €/h verrechnet mit dokumentierten Arbeitszeiten aus Agrarmonitor
Reparaturen	Standardwerte auf Maschinenkombinationen angepasst
Betriebsstoffe (Diesel)	Durchschnittliche maschinenspezifische Verbräuche aus Agrarmonitor
Zinsansatz	Unterstellung: 3 Monate, Zinssatz 6 %
Feste Maschinenkosten (AfA, Unterhaltung, Zins)	Standardwerte auf Maschinenkombinationen angepasst
Arbeitszeitbedarf	Eintragungen der Mitarbeiter, entnommen aus Agrarmonitor



Parameter	Datenquelle
Arbeiterledigungskosten	Summenbildung Lohnkosten + Reparaturen + Betriebsstoffe + Zinsansatz + Feste Maschinenkosten
Prozesskosten	Direktkosten + Arbeiterledigungskosten
Prozesskostenfreie Leistung	Marktleistung - Prozesskosten

Das JD Operations Center lieferte für die vorliegenden Auswertungen die aktuellen Ernteergebnisse der einzelnen Schläge nach Ertragskartierung.

Abbildung 9 veranschaulicht beispielhaft eine Ertragskartierung aus dem System. Alternativ könnten die Daten, bei Wiegung aller Transporteinheiten, schlagspezifisch in Agrarmonitor erfasst werden.



**Abbildung 9: Darstellung einer Ertragskarte aus dem JD Operations Center**

In der Weblösung von Agrarmonitor wurden insbesondere die Arbeitszeiten erfasst. Beispielsweise liefert der Anbau von Winterrapen nach der Aufzeichnung aus dem System einen Arbeitszeitbedarf von 3,01 h je ha auf einem Schlag mit der Gesamtgröße von 26 ha. Tabelle 9 veranschaulicht alle durch die Mitarbeiter erfassten Arbeitsgänge des Produktionsablaufs.

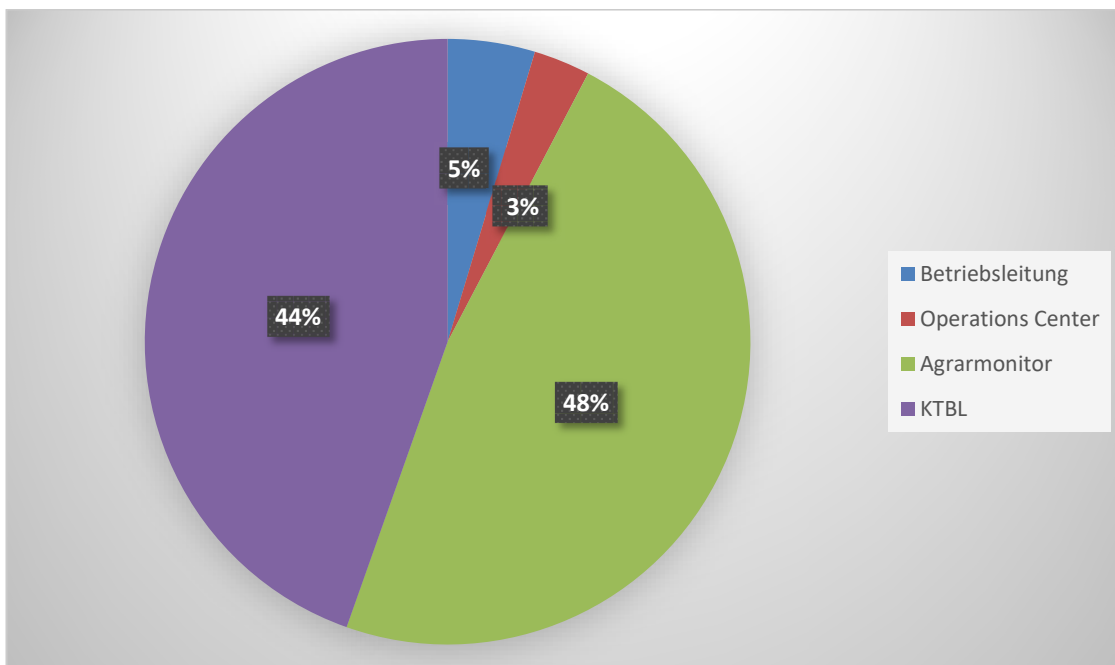
**Tabelle 9: Übersicht der Arbeitszeiterfassung für einen Beispielschlag (26 ha) aus Agrarmonitor**

Datum	Arbeitsgang	h/ha
04.08.2021	Stoppeln Mulchen	0,21
05.08.2021	Stoppeln Mulchen	0,13
18.08.2021	Pflanzenschutz	0,10
20.08.2021	Bodenbearbeitung	0,24
25.08.2021	Aussaat	0,19
03.09.2021	Pflanzenschutz	0,10
13.09.2021	Pflanzenschutz	0,10
18.10.2021	Pflanzenschutz	0,10
18.10.2021	Pflanzenschutz	0,10
02.03.2022	Pflanzenschutz	0,10
02.03.2022	Pflanzenschutz	0,10
18.03.2022	Pflanzenschutz	0,10

Datum	Arbeitsgang	h/ha
18.03.2022	Pflanzenschutz	0,10
12.05.2022	Mulchen	0,16
04.07.2022	Transport	0,22
04.07.2022	Ernte	0,95
	<b>Summe</b>	<b>3,01</b>

Bei der Plausibilitätsprüfung, der in Agrarmonitor hinterlegten Arbeitszeitdokumentationen, fiel auf, dass eine größere Anzahl an unplausiblen Arbeitszeiten zu verschiedenen Maßnahmen gebucht wurde. Grund ist, dass Mitarbeiter hin und wieder entweder zu früh oder zu spät die manuelle Aufzeichnung einer Maßnahme in der App dokumentierten und diese anschließend nicht korrigierten. Auch der Pflanzenbauleiter prüfte die Eintragungen nicht regelmäßig auf Plausibilität. Für die Auswertung wurden unplausible Werte angepasst. Wurde z. B. die Abmeldung der Zeiterfassung in der Agrarmonitor-App versäumt und eine Arbeitszeit von 24 Stunden für das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln in der Schlagkartei eingetragen, wurde diese um einen geläufigen betrieblichen Wert ergänzt.

Für Betrieb 1 wurden Daten für 6 Schläge zusammengeführt. Insgesamt sind für die Auswertungen 397 Datensätze verknüpft worden. Abbildung 10 zeigt die Lieferung von den Rohdatenmengen in ihren prozentualen Anteilen. Zum Ansetzen der Auswertungen konnte zu 48 % auf die Anwendung von Agrarmonitor zurückgegriffen werden. Wie viele Daten dem Betriebsleiter in diesem System am Ende digital vorliegen, hängt davon ab, wie diszipliniert die manuellen Eingaben der Mitarbeiter auf dem Tablet erfolgen. Eine Kontrolle und Rückmeldung dessen ist, vor allem bei der Einführung des Systems, empfehlenswert. Das Operations Center lieferte für die vorliegenden Auswertungen vorwiegend die Ertragsdaten. Eine Verknüpfung zwischen den Systemen war in diesem Fall nur durch das Zusammenführen in Excel gegeben. Daten, die von Mitarbeitern in die Kartei von Agrarmonitor eingepflegt wurden, mussten auf ihre Richtigkeit geprüft und gegebenenfalls korrigiert werden.



**Abbildung 10: Datenquellen für Prozesskostenanalyse**

## Ergebnisse der Prozesskostenauswertung

Tabelle 10 veranschaulicht die Prozesskostenkalkulation für drei Schläge des Winterrapsanbau. In der rechten Spalte werden den Ergebnissen die Planungs- und Bewertungsdaten (5-jähriges Mittel 2015-2020) des LFULG (2022) gegenübergestellt. Die angesetzten Preise wurden vom Betriebsleiter angegeben, um die Leistungen der Vergleichsbetriebe auf die aktuellen Marktbedingungen anzupassen, wurde ein höherer Preis aus der Kalenderwoche 38, der AMI (2022) unterstellt.

Es werden deutliche Ertragsunterschiede zwischen den einzelnen Schlägen sichtbar. Der Einsatz von Saat- und Düngemitteln war nach Angaben des Betriebsleiters auf allen drei Schlägen simultan. Herbizide wurden nur an den Vorgewenden, Insektizide und Fungizide ebenfalls eher verhalten angewendet. Werden die Kosten des Betriebes mit dem Mittel der sächsischen Betriebe verglichen, zeigen sich im Durchschnitt des Projektbetriebes niedrigere Aufwendungen als in den Vergleichswerten.

Der Arbeitszeitbedarf aller drei Schläge liegt bei durchschnittlich 3,21 Arbeitskraftstunden je ha. Im Mittel der Vergleichsbetriebe Sachsens beträgt die Feldarbeitszeit hingegen 4,5 Stunden je ha. Werden bezüglich des Arbeitszeitbedarfs die Schläge untereinander verglichen, so wird sichtbar, dass der größere Schlag mit 26 ha den geringsten Arbeitszeitbedarf von 3,01 Stunden je ha ausweist.

Nach Auskunft des Betriebsleiters sind in der ASK alle Arbeitsgänge erfasst. Dennoch muss angemerkt werden, dass die Qualität der Zeiterfassung von den individuellen Eintragungen der Mitarbeiter abhängt und dadurch zu unvollständiger Dokumentation geführt haben könnte.

**Tabelle 10: Prozesskostenauswertung auf Schlagebene Winterraps - Projektbetrieb 1.**

Position	Einheiten	Schlag 1 (8,02 ha)	Schlag 2 (8,18 ha)	Schlag 3 (26,42 ha)	Vergleich - Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	25	16	19	35
Preis	€/dt	60	60	60	48
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.488</b>	<b>952</b>	<b>1.131</b>	<b>1.680</b>
Saatgut	€/ha	61	61	61	67
Düngemittel	€/ha	249	249	249	194
PSM	€/ha	60	60	63	196
Versicherung (26,64 €/ 1.000 €)	€/ha	40	25	30	29
<i>Zwischensumme</i>	€/ha	410	396	403	485
Zinsansatz	€/ha	6,2	5,9	6,0	7,3
<i>Summe Direktkosten</i>	€/ha	416	402	409	492
Lohnkosten (21 €/h)	€/ha	67	73	63	95
Reparaturen	€/ha	75	80	67	89
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	182	156	184	76
Zinsansatz	€/ha	4,8	4,6	4,7	3,9
Feste Maschinenkosten (AfA, Unterhaltung, Zins)	€/ha	301	305	286	-
Arbeitszeitbedarf	h/ha	3,2	3,5	3,0	4,5
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	€/ha	628	619	606	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	1.045	1.020	1.014	
<b>prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>443</b>	<b>-68</b>	<b>116</b>	

Die Prozesskosten der Schläge im Winterraps unterscheiden sich in ihren Kostenstrukturen nur geringfügig. Die prozesskostenfreien Leistungen spiegeln insbesondere die Ertragsunterschiede zwischen den Schlägen wider.

Tabelle 11 stellt die Prozesskostenauswertung von Winterweizen dar. Der Saatguteinsatz konnte aus der automatischen Dokumentation im JD Operations Center entnommen werden. Der Düngemitelein-  
satz wurde nachträglich in der ASK Agrarmonitor dokumentiert. Gedüngt wurde mit ASL und AHL.

Die Arbeiterledigungskosten sind bei Schlag 2 mit 572 Euro je ha am höchsten. Nach den Aufzeichnungen in Agrarmonitor waren hier die betrieblichen Arbeitszeiten am längsten. Vorausgesetzt, die Zeiten wurden durch die Mitarbeiter in der Agrarmonitor-App richtig erfasst, kann ein deutlicher Unterschied in den Arbeiterledigungskosten zwischen den drei Schlägen ausgemacht werden. Dies ist sicherlich durch höhere Wendezeitanteile an der Gesamtarbeitszeit auf kleineren Schlägen (Schlag 1 und 2) zu begründen. Durch diese Auswertungsergebnisse kann der Produktionsverantwortliche für zukünftige Planungen der Bewirtschaftungsmaßnahmen sensibilisiert werden, er kann sich hinterfragen, ob verschiedene Maßnahmen anders organisiert werden könnten, bspw. durch Anpassung der Mechanisierung oder Einsparungen von Überfahrten.

**Tabelle 11: Prozesskostenauswertung für drei Winterweizenschläge**

Position	Einheiten	Schlag 1 (4,14 ha)	Schlag 2 (2,87 ha)	Schlag 3 (37,32 ha)	Vergleich Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	80	37	84	75
Preis	€/dt	32	32	32	32
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>2.520</b>	<b>1.166</b>	<b>2.646</b>	<b>2.423</b>
Saatgut	€/ha	121	107	95	82
Düngemittel	€/ha	327	222	333	208
PSM	€/ha	68	68	68	148
Versicherung (8,21 €/ 1.000 €)	€/ha	21	10	23	18
<i>Zwischensumme</i>	€/ha	536	407	519	455
Zinsansatz	€/ha	8,1	6,1	7,8	6,8
<i>Summe Direktkosten</i>	€/ha	544	413	526	462
Lohnkosten (21 €/h)	€/ha	69	78	43	88
Reparaturen	€/ha	68	64	39	84
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	196	163	132	72
Zinsansatz	€/ha	5,0	4,6	3,2	3,7
Feste Maschinenkosten (Afa, Unter- haltung, Zins)	€/ha	194	262	121	
Arbeitszeitbedarf	h/ha	3,3	3,7	2,1	4,2
<i>Arbeiterledigungskosten</i>	€/ha	531	572	338	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	1.075	985	864	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.445</b>	<b>181</b>	<b>1.782</b>	

### 3.1.11 SWOT-Analyse

#### Agrarmonitor

<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ASK wird von den Mitarbeitern direkt vom Feld gepflegt und geführt. Mitarbeiter werden somit mitgenommen und in die Digitalisierung eingebunden</li> <li>■ Alle Maßnahmen können abgebildet werden, Betriebsleiter kann Detailtiefe festlegen</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung der App kann im Alltagsgeschäft schnell vergessen werden, was zu Datenlücken führt</li> <li>■ Stammdaten sollten täglich aktualisiert und gepflegt werden, ansonsten ist keine vollumfängliche Nutzung möglich</li> </ul>
<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsaufwand im Büro wird ggf. minimiert</li> <li>■ ASK wird direkt vom Feld ausgeführt</li> <li>■ Anbindung an Buchhaltung</li> <li>■ Schnelle (Vor-) Auswahl der Schläge anhand des Standorts</li> <li>■ Einbindung von Fuhrwerkswaagen, Tankstellen etc.</li> <li>■ Aufbau einer virtuellen Häckselkette für minimalen Dokumentationsaufwand</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Daten (z. B. Start und Stopp der Maßnahmen) müssen eigenständig notiert werden, zusätzlicher Arbeitsaufwand für den Fahrer</li> <li>■ Verlagerung der exakten Dokumentationsarbeit vom Büro aufs Feld</li> <li>■ Transportzeiten können kostenseitig berücksichtigt werden aber sind in ASK nicht direkt sichtbar</li> <li>■ Ereignisse müssen zeitgleich eingegeben werden (bspw. Maßnahmenbeginn)</li> <li>■ Kurze Unterbrechungen müssen direkt erfasst werden</li> <li>■ Es wird ein „Kontrolleur“ der korrekten Dateneingabe benötigt</li> </ul>

#### JD Operations Center und JD Link

<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kaum Zusatzaufwand für die Fahrer, da Aufzeichnung automatisch erfolgt</li> <li>■ Ertragsdaten können zur weiteren Potenzialabschätzung genutzt werden</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Deutliche Datenlücken</li> <li>■ Weltweiter Zugriff auf die Daten durch JD kann erfolgen</li> <li>■ Zeit- und Dieserverbrauch irreführend</li> <li>■ Maschinenherstellerabhängig, „Lock-in-Effekt“ möglich</li> </ul>
<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Im Maschinenpreis enthalten</li> <li>■ Erfassung von Ertrags- und Ausbringmengen (Genauigkeit abhängig von Maschinensensorik)</li> <li>■ Anschauliche Darstellung von Ertragsdaten</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Keine direkte Anbindung an ASK</li> <li>■ Nur maschinengebundene Arbeiten können erfasst werden</li> <li>■ Daten sind an Hektarzähler gebunden</li> <li>■ Unterschätzt reale Zeit- und Dieselaufwendungen deutlich</li> <li>■ Vorbereitung des Terminals notwendig</li> <li>■ Erfasst nur, wenn Arbeit im Terminal registriert wird</li> </ul>

### 3.2 Systemkombination 2: Claas Telematics und Next Farming Agraroffice

In Projektbetrieb 2 wurde das herstellerbezogene Maschinenmanagementsystem Claas Telematics (nachfolgend als Telematics bezeichnet) in Kombination mit der ASK Next Farming Agraroffice (nachfolgend als Agraroffice bezeichnet) untersucht. Die Schlagkartei wurde in Kombination, mit der auf Smartphones installierten Next Farming MobileJob App, betrachtet.

**Tabelle 12: Untersuchte Systemkombination**

Parameter	
Traktoren	2 (ausgerüstet mit Telematics)
Maschinenmanagement	Telematics
Ackerschlagkartei (ASK)	Next Farming Agraroffice
Dokumentations-App	Next MobileJob App
Einbezogene Arbeitskräfte	4
Mobile Endgeräte	Smartphone

Die Next MobileJob App wurde bereits vor Projektbeginn im Unternehmen eingeführt, um Buchungen für die ASK mobil durch alle Mitarbeiter durchführen zu lassen. Die App wurde nach Aussagen des Betriebsleiters nur zu ca. 20 % für die Dokumentation genutzt, da die dortige vollständige Maßnahmen Erfassung Doppelerfassungen erfordert. Zum Beispiel müssen Ausbringmengen im Traktorterminal und in der App eingegeben werden.

Für das Projekt wurde die App angepasst. Einstellungen in den auswählbaren Arbeiten müssen vor der Nutzung angelegt werden. Die Prozessdatendokumentation wurde automatisiert in Telematics durchgeführt und zusätzlich analog durch die Mitarbeiter erfasst. Im Anschluss wurden diese Daten manuell durch den Betriebsleiter und zeitnah zur Maßnahmendurchführung ins Agraroffice übertragen und mit weiteren Informationen (z. B. Kosten) angereichert. Die App hatte unter den Mitarbeitern eine niedrige Akzeptanz, da die Benutzerführung gewöhnungsbedürftig und langwierig ist. Alle Versuche, die Einstellungen so anzupassen, dass eine schnellere Eintragung und Bearbeitung durch die Anwender erfolgen kann, konnten nicht erfolgreich abgeschlossen werden. Demzufolge wurden die Ziele, der Erfassung von Nebenarbeiten, mit der Next MobileJob App nicht erreicht. In den weiteren Ausführungen zur Systemkombination 2 wird nicht weiter auf die App eingegangen.

Zur Dokumentation und Aufzeichnung wird die Desktop-Ackerschlagkartei Agraroffice genutzt. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen von Agraroffice enthält Tabelle 13.

**Tabelle 13: Ackerschlagkartei Betrieb 2**

Agraroffice	
Einmalige Kosten	ca. 9.000 € (abhängig von Modulfreischaltung)
Fixkosten/Jahr	187,2 € (Softwarepflegegebühr)
Zusatzkosten	Modulfreischaltung bspw. ISOXML-Import:
Bereitstellung	■ Lokal Server/Desktop
Funktion (u.a.)	■ Ackerschlagverwaltung ■ Pachtverwaltung
Schnittstellen	■ Manueller Import/Export (Shape, ISOXML, csv) ■ MyJohnDeere

Agraroffice	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fendt VarioDoc</li> <li>■ Wiegetechnik</li> <li>■ Tankstellen (Tecalemit)</li> <li>■ Fremdterminals</li> <li>■ Satellitendaten</li> <li>■ Weitere, u.a. zu Partnerunternehmen</li> </ul>
Technische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software</li> <li>■ Standard-Büro-PC</li> <li>■ Internetanbindung</li> <li>■ DSL ab 3 Mbit/s (Updates, Service, Support)</li> </ul>

Das Maschinenmanagementsystem Claas Telematics umfasst ein Datenübertragungssystem mit Telemetriemodulen sowie eine zugehörige App und ein Web-Portal.

Von den Maschinen sind zwei Traktoren telemetriefähig und mit Telematics erfassbar. Der dritte Traktor und der Mähdrescher waren für die Untersuchungen nicht verfügbar. Laut Hersteller kann das Telemetriemodul auf Maschinen von Claas und anderen Herstellern nachgerüstet werden. Die Maschinendaten wären damit in Telematics erfassbar. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen des Claas Telematics enthält Tabelle 14.

**Tabelle 14: Maschinenmanagement Betrieb 2**

Telematics	
Einmalige Kosten/Maschine	2.300 € (Hardware)
Fixkosten/Jahr	Software: 280 bis 450 € (abhängig von gewähltem Funktionsumfang)
Zusatzkosten	Modulfreischaltung
Bereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Web-App (Cloud)</li> <li>■ Mobile App</li> </ul>
Funktion (u.a.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ackerschlagverwaltung</li> <li>■ Flottenmanagement</li> </ul>
Schnittstellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 365FarmNet</li> <li>■ Manueller Export (ISOSXML, csv)</li> <li>■ Data Connect</li> </ul>
Technische Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software</li> <li>■ Standard-Büro-PC</li> <li>■ ggf. Android/Apple-Endgerät für mobile App</li> <li>■ Internetanbindung</li> <li>■ DSL ab 3 Mbit/s (Desktop)</li> <li>■ ggf. Standard-LTE für mobile App</li> </ul>

### 3.2.1 Projektbetrieb 2

Durch folgende Eckpunkte zeichnet sich Projektbetrieb 2 aus (Tabelle 15).

**Tabelle 15: Eckdaten Projektbetrieb 2**

Parameter	Wert
Bewirtschaftungsform	ökologisch
Betriebsart	Ackerbau und Direktvermarktung sowie teilweise Weiterverarbeitung
Flächenausstattung Ackerland ca.	500 ha
Flächenausstattung Grünland ca.	0 ha
Hauptkulturen	Weizen, Kartoffeln, Mais, Sonnenblumen, Lein, Luzerne, Rauhafer, Raps, Dinkel, Erbsen
Betriebsstandorte	1
Arbeitskräfte Feldbau	3
Bürokräfte	1
Maschinenzusammensetzung	Hersteller Claas (Leasing)
Maschineneinsatz	auch überbetrieblich
Ackerschlagkartei (ASK)	Next Farming Agraroffice (seit 2016/17)
Pachtverwaltung	Next Farming Agraroffice
Warenmanagement	Möglichkeit zur Waagennutzung in der Nachbarschaft zur Gewinnung von Referenzwerten, genaue Erntemengenerfassung nur bei Verkauf
Tankstelle	Digitaler Datensatz exportierbar
Arbeitsplanung	Betriebsleiter → mündlich zu Arbeitsbeginn inklusive Betriebsmitteleinsatz
Mitarbeiterdokumentation	Papier/mündliche Weitergabe an Betriebsleiter, maschinengebundene Arbeiten ohne Rüstzeiten, Betriebsmitteleinsatz durch Betriebsleiter nach Vorgabe bzw. mit Korrektur durch Mitarbeiter nach Arbeitserledigung
Precision Farming	Teilflächenspezifische Bodenbeprobung, digital vorliegende Ergebnisse; keine teilflächenspezifischen Applikationen

Alle Mitarbeiter dokumentieren ihre Arbeit auf Papier oder geben ihre Angaben mündlich weiter. Dabei werden folgende Parameter erfasst:

- Arbeitszeit
- Dieserverbrauch
- Betriebsstunden
- bearbeiteter Schlag
- eingesetzte Betriebsmittel und Menge
- Wetter



### Bisherige Auswertungen/Analysen:

- Überprüfung Dieselvebrauch/Betriebsstunde
- Geleistete Arbeitsstunden als Basis für Personalplanung
- Derzeit keine Kostenträger-/Kostenstellenrechnung
- Datensatz Tankstelle importiert in Buchhaltungssoftware nur für Dienstleistungsabrechnung

### 3.2.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten

Für die betriebliche Dokumentation und weitere Auswertungen ist es ausschlaggebend, Arbeiten schlagspezifisch und maschinenübergreifend erfassen zu können. Die Dokumentation ist in der Systemkombination 2 auf Projektbetrieb 2 wie folgt möglich:

#### Erfassung durch Telematics

- Im Telematics müssen Stammdaten zu Schlägen, Hof, Maschinen und Geräten hinterlegt worden sein
- Die Zuordnung von Arbeiten erfolgt über die GPS-Position in folgenden Kategorien:
  - Hofarbeiten: Maschine befindet sich innerhalb der Hofgrenzen
  - Feldarbeiten: Maschine befindet sich innerhalb der Schlaggrenzen
  - Transport/Fahrten: Maschine bewegt sich zwischen Standorten bzw. verlässt einen Standort
- Das Anbaugerät und die damit verbundene Auswahl der Arbeitsart wurden über das Maschinenterminal dokumentiert
  - Auswahl muss bei Gerätewechsel geändert werden → sonst fehlerhafte Dokumentation
- Weitere dokumentierte Daten, siehe Abbildung 11

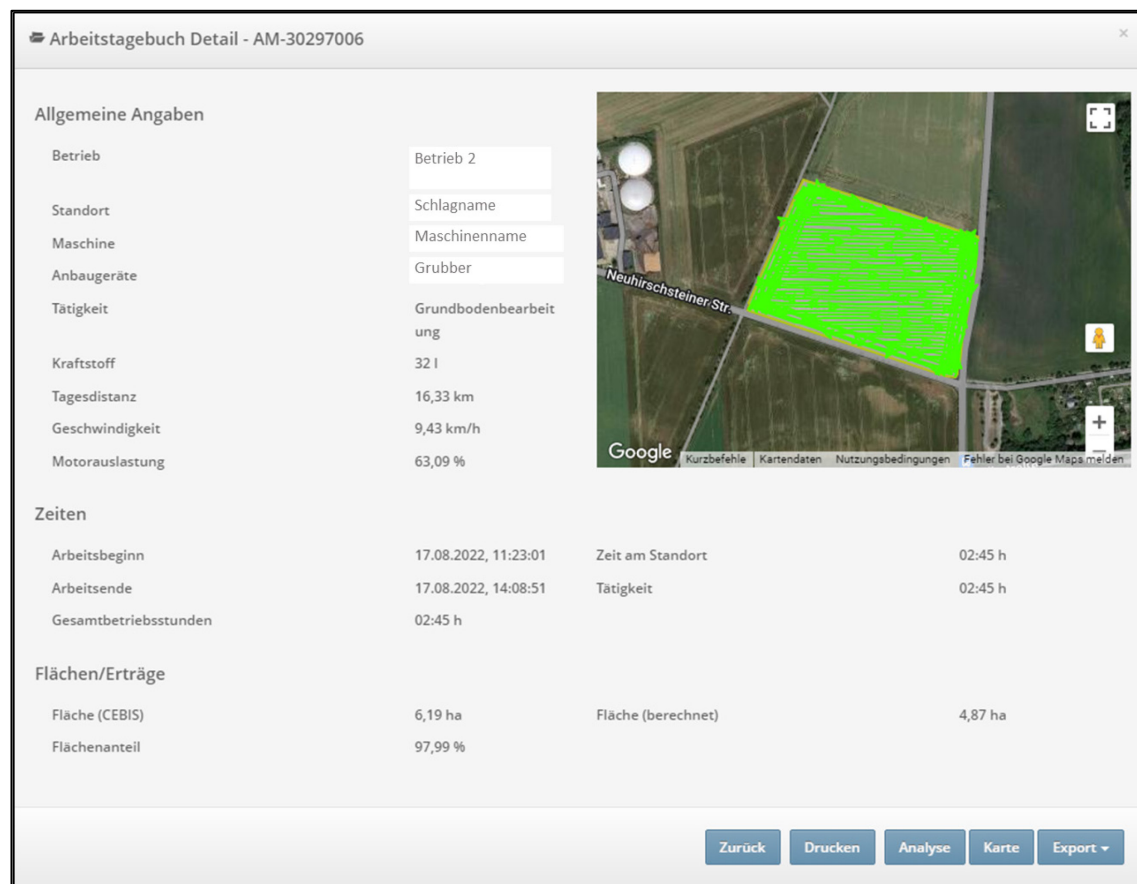


Abbildung 11: Maßnahmendokumentation im Claas Telematics

## Erfassung mit Agraroffice

- Die Daten werden händisch direkt in die ASK eingetragen
- Die Dokumentation erfolgt alle zwei Wochen

Für die schlagspezifische Erfassung von Arbeiten sollen Daten von landwirtschaftlichen Maschinen herangezogen werden. Zur Beantwortung der Fragestellung, wie genau mit diesen Daten die Realität abgebildet wird, ist die Kenntnis über deren Präzision bedeutend.

## Vorgehen und Durchführung

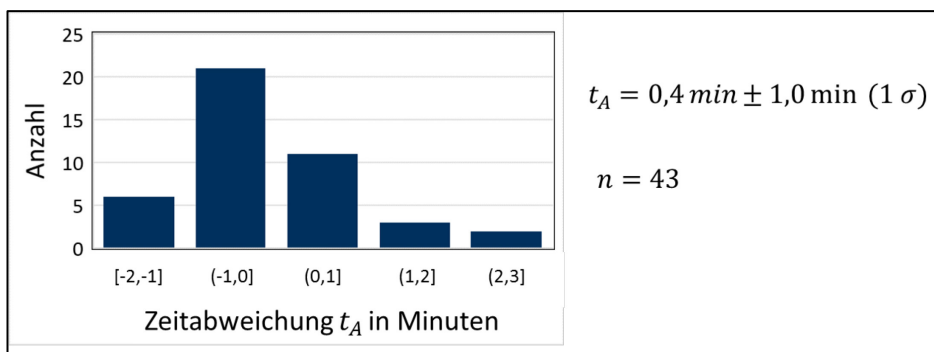
Bei der Datenvalidierung wurde wie für die Systemkombination 1 unter 3.1.2 dargestellt vorgegangen. Tabelle 16 listet die betrachteten Parameter und die dazugehörige Messmethode des Goldstandards (Kontrollwert, welcher die Realität im Projekt bestmöglich und praktikabel erfassbar abbildet) auf.

**Tabelle 16: Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 2**

Parameter	Messmethode Goldstandard	Erläuterung
Zeitanteil	Uhrzeit von Ereignissen festhalten	Z. B. Abfahrt Hof, Ankunft Feld, Wartezeiten (von - bis), Abfahrt Feld, Ankunft Hof
Dieserverbrauch	Ermittlung über Dieseltankuhr an der Tankstelle	Volltanken des Fahrzeugs vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende, Messung über Tankuhr
Erntemenge Druschfrucht	Anhängerwiegung über Achswaagen	Bestimmen des Nettogewichts durch Messen der Achslasten am Anhänger

## Ergebnis Zeiterfassung Telematics

- Anhand von 43 Ereignissen wurden die dokumentierten Zeiten in Telematics mit dem Goldstandard verglichen (siehe Abbildung 12)



**Abbildung 12: Zeitabweichung  $t_A$  zwischen Telematics und Goldstandard (n=43)**

- Ereignisse, z. B. Ankunft/Abfahrt vom Feld, werden präzise abgebildet
- Zeitangabe im Telematics kann für die Arbeitserledigungskosten herangezogen werden
- Hinweis: wenn ein Schlag mehrmals am Tag angefahren wird (z. B. Getreide abfahren):
  - Feldarbeitszeiten werden aufsummiert, sobald sich Maschine innerhalb der Schlaggrenzen befindet
  - Transportzeiten werden in separaten Maßnahmen dokumentiert
- Der Zeitaufwand für An- und Abfahrt wird nicht automatisch dem Schlag zugeordnet
- Transportfahrten werden separat dokumentiert

### Ergebnis Dieserverbrauch

- In Abschnitt 3.1.2, Abbildung 4, werden die allgemeinen Ergebnisse dargestellt und diskutiert
- Speziell für Telematics können folgende Aussagen getroffen werden:
  - Der Dieserverbrauch aus Telematics wird als Systemwert für den Abgleich herangezogen
  - Für den Abgleich wurden Verbräuche aus Transport, Feldarbeit und ggf. Hofarbeit aufsummiert
  - Hinweis: der Verbrauchswert aus Telematics ist identisch zum Zählerwert im Maschinenterminal
  - Dieserverbrauchswerte aus Telematics (inkl. Terminal) sind für die realitätsnahe Dokumentation geeignet.

### Ergebnis Erntemenge

Bislang wurde die Erntemenge im Vorfeld durch den Pflanzenbauleiter geschätzt. Der geschätzte Wert wurde für den Schlag dokumentiert. Die Schätzung des Landwirts wurde der Messung durch eine mobile Wage gegenübergestellt.

Abbildung 13 zeigt den Messaufbau zur Achslastmessung auf dem Testbetrieb während der Weizenernte



Abbildung 13: Messaufbau Achswiegungen während der Getreideernte

In Tabelle 17 ist das Ergebnis des Versuchs dargestellt:

Tabelle 17: Ergebnisse Datenvalidierung der Erntemengen über Achslastwaagen (Betrieb 2)

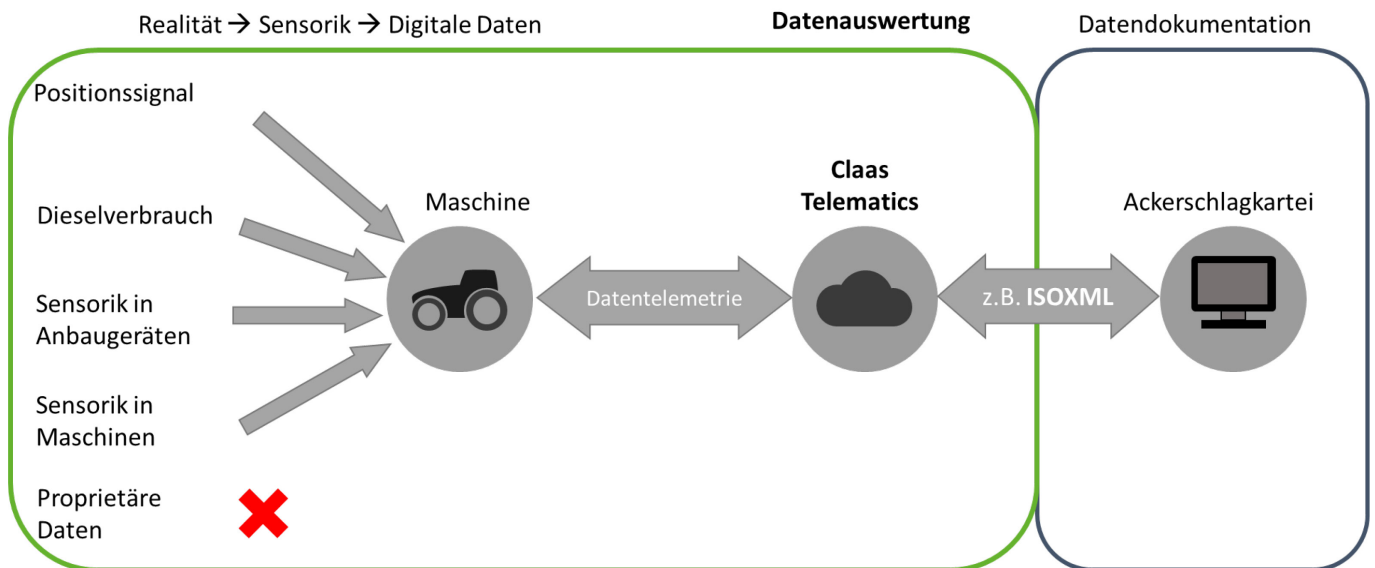
	Goldstandard (Wiegung)	Schätzwert	Abweichung
Erntemenge	232 t	176 t (4 t/ha auf 44 ha Fläche)	-24 %

- Das Ergebnis zeigt, dass eine Schätzung zu starken Abweichungen führen kann und damit zum Unter- bzw. Überschätzen der Marktleistung
- Eine schlagspezifische Kosten-Leistungs-Rechnung auf der Grundlage von geschätzten Werten, ist mit einer hohen Unsicherheit verbunden
- Aufgrund der betriebsinternen Lagerung ist der reale Ertrag erst beim Verkauf der Ernte sichtbar
- Präzises und zeitnahes Wissen bringt zudem Sicherheit über das betriebswirtschaftliche Ergebnis

### 3.2.3 Anforderungen an Schnittstellen

Um digitale Datenerfassungssysteme umfassend nutzen zu können, werden einige Anforderungen an den Betrieb und den Maschinenpark gestellt. Die Maschinenmanagementsysteme sind in den betrieblichen Prozessdatenerfassungssystemen, die die von den Maschinen und Geräten zur Verfügung gestellten Daten aufnehmen, verarbeiten, auswerten und ablegen. Die abgelegten Daten können dann zur Verarbeitung weitergegeben werden, z. B. an die ASK. Es entstehen somit zwei Schnittstellen zwischen

betrieblichen Systemen (siehe Abbildung 14). Für den Projektbetrieb 2 wird der Datenfluss von der Maschine zu Telematics als eine herstellerinterne Einheit betrachtet.



**Abbildung 14: Darstellung des Datenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine, Erfassungssystem und ASK**

### Schnittstelle 1: Maschine - Erfassungssystem

- Vorgerüstete Telemetrieinheiten sind mit den erforderlichen Bus-Systemen auf der Maschine verbunden. Die Telemetriefunktion war durch den Hersteller einzurichten und freizuschalten.

### Schnittstelle 2: Erfassungssystem - ASK

- Für den digitalen Datentransfer von Telematics ins Agraroffice ist das ISOXML-Format vorgesehen
- Aus Telematics können Maßnahmen einzeln oder als Sammeldatei exportiert werden
  - Ein Export im MS-Excel-Format ist zusätzlich möglich
- In Agraroffice ist die Freischaltung des ISO-Bordcomputers notwendig
- Das Laden, Kontrollieren und Buchen der Maßnahmen in Agraroffice sind in Abschnitt 3.2.7 näher beschrieben
- Aufgrund des mehrstufigen Imports und des separaten Buchens von Maßnahmen wurde die digitale Schnittstelle vom Betriebsleiter als umständlich empfunden
- Mit der visuellen Unterstützung durch die Daten in Telematics, konnte die Maßnahmenbuchung in Agraroffice leichter vom Betriebsleiter erledigt werden. Vorteil dabei ist, dass er nicht von den Aufzeichnungen der Mitarbeiter abhängig ist.
- Für einen objektiven Vergleich sind routinierte Abläufe nötig.

### 3.2.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten

Der unterstützende Einsatz von mobilen Endgeräten mit der Next MobileJob App wurde auf Projektbetrieb 3 getestet, siehe Abschnitt 3.3.4. Die Ergebnisse bleiben in der Systemkombination 2 ebenfalls aktuell.

### 3.2.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage

Relevant für die Generierung eines größtmöglichen Nutzens der Anwendungen ist die Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Analyse der dokumentierten Daten und Erzeugung von Entscheidungsvorlagen.

## Vorgehensweise und Durchführung

Die einzelnen Systeme wurden hinsichtlich der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit dieser Funktionen untersucht. Die vorgefundenen Auswertungsmöglichkeiten werden in den folgenden Ausführungen näher aufgeführt.

### Telematics

In der Weboberfläche von Telematics lassen sich direkt im Menü „Analyse“ verschiedene Auswertungen generieren, die der Betrachtung der Arbeitsprozesse dienen. Die Funktionen in Telematics lassen z. B. zu, durch die Betriebszeitanalyse die Arbeitseffizienz einzusehen. Betriebswirtschaftliche Auswertungen sind mit dem System nicht möglich.

Die Betriebszeitanalyse zeigt in erster Linie, wie effizient der Maschineneinsatz in den aufgezeichneten Zeiten war. Die Auswertung unterteilt sich in Transportzeit, Stillstand, Prozesszeit mit und ohne eingeschaltete Heckzapfwelle, sowie die Zeitdauer, in der der Motor abgestellt war.

Durch die Leistungsanalyse lassen sich für die Traktoren frei definierbare Parameter für einzelne Tage darstellen und vergleichen. Ausgewählt werden können beispielsweise Dieselfüllstand, Fahrgeschwindigkeiten, Kraftstoffverbräuche und Motorauslastung. Abbildung 15 veranschaulicht ein beispielhaft erzeugtes Liniendiagramm. Hier sind für eine Maschine und einen Arbeitstag der Dieselfüllstand, der Kraftstoffverbrauch und die Motorauslastung ausgegeben. Insgesamt lassen sich bis zu sechs Parameter wählen. Separat lassen sich für alle Maschinen der Flotte zu Stichtagen nochmals alle Kraftstoffverbräuche einsehen.

Um die Daten für Berechnungen mit betriebswirtschaftlichen Aussagen zu verwenden, können diese in weitere Systeme übertragen werden. Die Übertragung kann nach Herstellerangaben durch eine ISOXML-Datei erfolgen. Der begleitete Praxisbetrieb überträgt die Daten nach Prüfung händisch in die ASK „Agraroffice“. Das System bietet keine Funktionen zur betriebswirtschaftlichen Bewertung der aufgezeichneten Maßnahmen.

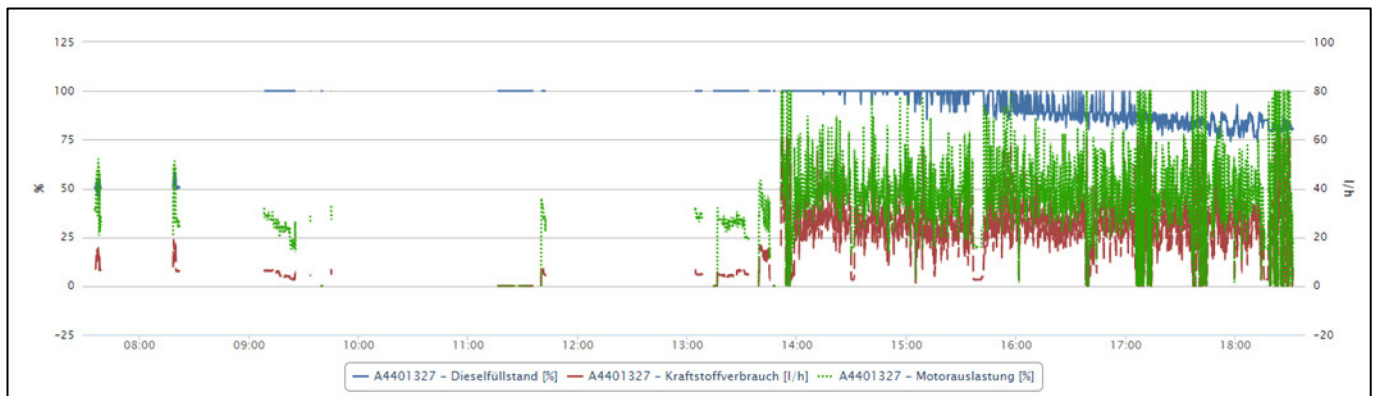


Abbildung 15: Beispiel - Übersicht Dieselfüllstand, -verbrauch und Motorauslastung aus Telematics

### Agraroffice

In der Schlagkartei von Next Farming kann die Erntejahr- und Kostenplanung durchgeführt werden. Betriebsmittel- (Saatgut, Pflanzenschutz, mineralische Düngemittel) und Maschinenkosten lassen sich in den Stammdaten hinterlegen, sodass diese bei der Buchung bestimmter Arbeitseinsätze auf das gewünschte Feld übertragen werden. Um während des gesamten Wirtschaftsjahres bestimmte Kostenpositionen im Blick zu behalten, besteht die Möglichkeit, Plan-Kostensätze anzusetzen und diese für die Maßnahmenbuchungen zu nutzen. Die einzelnen gebuchten Maßnahmen können dann mit den tatsächlich entstandenen Kosten noch einmal überarbeitet werden.

Um Abschreibungen jeder einzelnen Maschine einzubeziehen, werden Anschaffungswert, Anschaffungsdatum und Nutzungsdauer der Maschine angegeben. Der jährliche AfA-Betrag wird mit diesen Angaben vom System berechnet. Durch die Eingabe der Daten wird ein Stunden- bzw. Hektarsatz für die Abschreibungskosten ermittelt. Der ermittelte Kostensatz kann dadurch bei jeder Buchung von Arbeitsprozessen für die bestimmte Maschine übernommen werden.

Die tatsächlichen Kosten, die je Maschine entstehen, können nachträglich eingepflegt und verwendet werden. Hier werden Reparaturen und Kraftstoffverbräuche berücksichtigt. Mit diesen Informationen lassen sich Maschinenabrechnungen für bestimmte Zeiträume erstellen, um die angesetzten Plan-Kosten mit den Ist-Zuständen zu vergleichen.

Sind die Informationen aller Aufwandspositionen vorhanden sowie Ernteerträge und Erlöse eingepflegt, lassen sich in der Schlagkartei die Fruchtkosten ermitteln und anhand von Diagrammen darstellen. Für jede Fruchtart kann eine betriebswirtschaftliche Auswertung dargestellt werden. Für die Ergebnisausweisung kann auch eine Untergliederung in bestimmte Schläge erfolgen.

### **3.2.6 Nichtproduktive Spezialzeiten**

Unter nichtproduktiven Spezialzeiten können z. B. Stillstands-, Rüst- oder Reparaturzeiten verstanden werden. Im Folgenden soll geklärt werden, ob aus den Maschinendaten nichtproduktive Spezialzeiten abgeleitet werden können oder ob es Alternativen gibt.

#### **Ergebnis/Antwort**

- Im Telematics-Portal können die Zeitanteile Prozesszeit, Transportzeit, Stillstand und Motor-aus für einzelne Maschinen dargestellt werden (siehe Abbildung 16)
- Der Zeitraum ist wählbar.
- Der Zeitanteil für Stillstand und Motor-aus kann auf unproduktive Zeiten hinweisen.
- Was während dieser Zeiten stattfand, kann nicht abgeleitet werden.

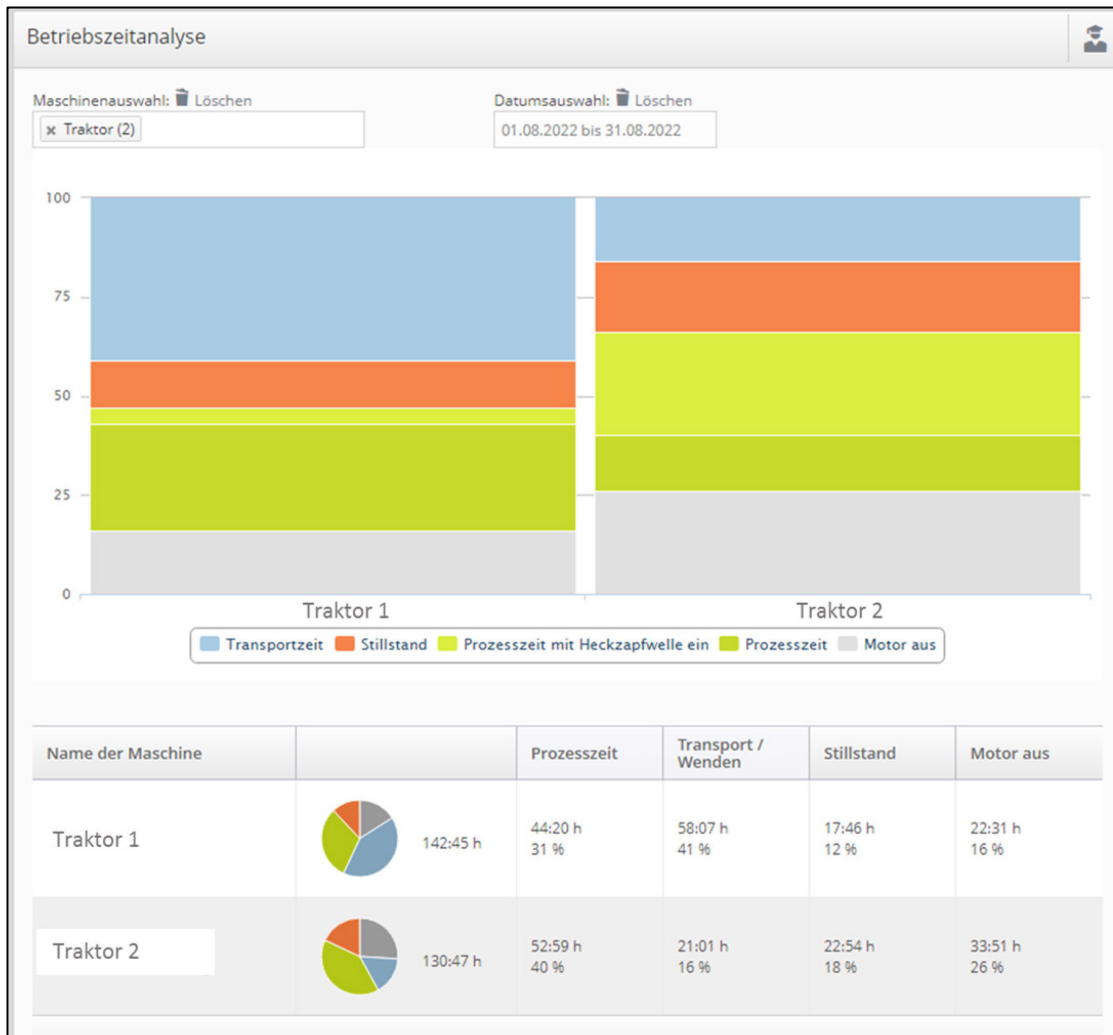


Abbildung 16: Betriebszeitanalyse im Claas-Telematics-Portal

### Alternative

- Mitarbeiter können nichtproduktive Spezialzeiten über Maßnahmen, z. B. Reparatur, Vorbereitungs- / Rüstzeiten, in der Next MobileJob App erfassen
- Problem: Auswahlmöglichkeiten werden erweitert → war für Mitarbeiter unübersichtlich

### 3.2.7 Datenerfassung und -übertragung

Ein wichtiger Teil ist die Datenübertragung in das Zielsystem. Dabei spielen Datenumfang und Auswahlmöglichkeit des passenden Datenformats für das Zielsystem eine entscheidende Rolle. Diese Fragestellungen sollen in diesem Abschnitt näher beleuchtet werden. Zudem soll der Einfluss von schlechtem Mobilfunknetz bewertet werden.

#### Ergebnis/Antwort

- Die Datenerfassung beginnt und endet mit dem Ein- bzw. Ausschalten der Zündung.
- Schlagspezifische Arbeiten werden nur erfasst, wenn sich die Maschine innerhalb der Schlaggrenzen befindet.
- Die ausgewerteten Maschinendaten können in Telematics eingesehen werden, siehe Abbildung 11.
- Daten werden zeitnah innerhalb weniger Minuten nach Beenden der Maßnahme hochgeladen und ausgewertet.

- Livedaten, wie der Maschinenstandort, werden fortlaufend aktualisiert bzw. der zuletzt gemeldete angezeigt.
- Bei lückenhafter Mobilfunkabdeckung werden die Daten zwischengespeichert und später versendet.
  - Für die Datenauswertung konnten keine Nachteile festgestellt werden.
  - In der Liveansicht der Maschinenstandorte werden die Standorte erst verzögert aktualisiert.

### Umsetzung des Datenimports

- In Telematics kann aus allen Maßnahmen nach Maschinen, Zeitraum, Maßnahmenkategorie gefiltert werden.
- Einzelne Maßnahmen oder Sammelmaßnahmen können ausgewählt und als MS Excel oder ISOXML exportiert werden.
- Zur Übertragung ins Agraroffice muss zwingend das ISOXML-Format gewählt werden.
  - Datenumfang siehe Abbildung 11
  - Zusätzlich sind Datensätze aus Position, Kraftstoffverbrauch und Geschwindigkeit vorhanden und können zur Kartierung genutzt werden
- Über den ISO-Bordcomputer kann die Datei geladen und ins Agraroffice importiert werden.
  - Die Maßnahmen erscheinen als ungebuchte Maßnahmen.
  - Wenn Schlag-, Maschinen- oder Gerätebezeichnungen nicht identisch sind, dann:
    - Kann Bezeichnung aus Telematics zu Stammdaten im Agraroffice zugeordnet werden (Zuordnung wird für spätere Importe gespeichert)
    - Kann ein neuer Stammdatensatz im Agraroffice angelegt werden
    - Daten können korrigiert, fehlende Angaben können ersetzt werden.
- Korrektur und anschließendes Buchen erfolgt für jede Maßnahme separat (siehe Abbildung 17)

Maschine	Arbeitsiefe	Leistung	Kraftstoff	Kraftstoff/Leistung	Dieselpreis/l	Kostensatz	Kosten/ha	Gesamtkosten
Traktor 1	0,00 cm	2,76 h	32,000 l	11,594 l/h				

Abbildung 17: Gebuchte Maßnahme im Agraroffice (Betrieb 2)

### 3.2.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht

Grundlegende Ausführungen zur Thematik der Erfassung von Arbeitszeiten sowie rechtlichen Aspekten umfasst Abschnitt 3.1.8.

Um personenbezogene Daten vor unbefugtem Zugriff zu schützen, verfügen Agraroffice und Telematics über einsprechende Rechte- und Rollenkonzepte.

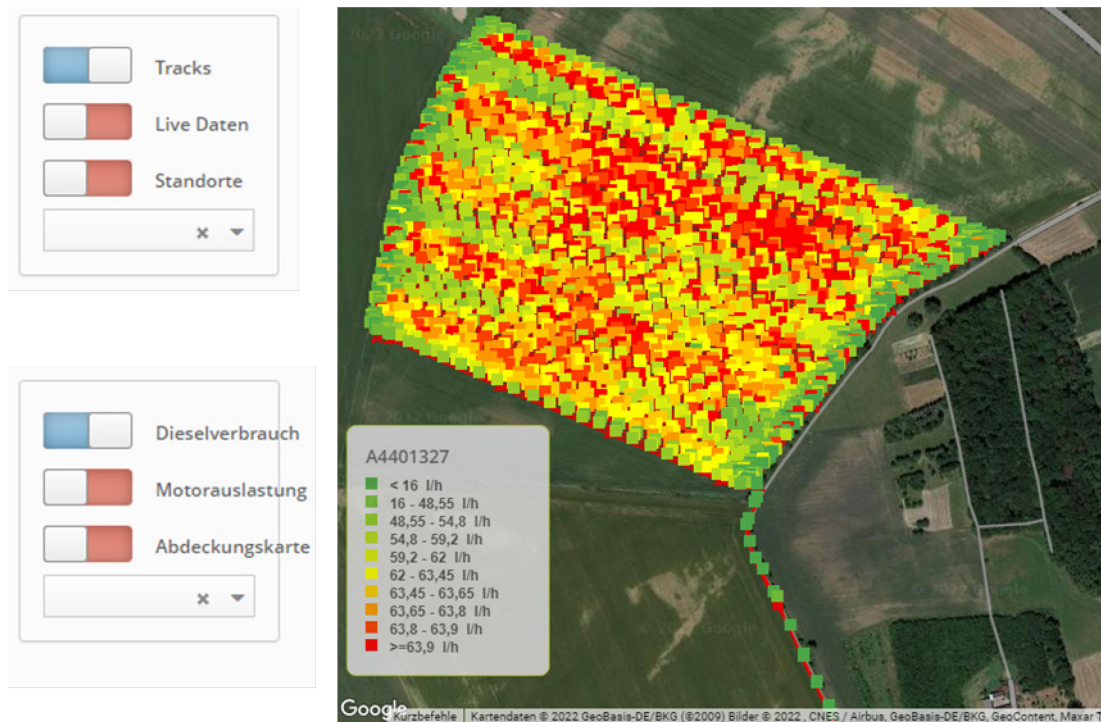
In Bezug auf die Einhaltung der DSGVO spielt bei Cloudsoftware der Serverstandort eine Rolle (s. Abschnitt 3.1.8). Das cloudbasierte Telematics nutzt genauso wie Next Farming mit der MobileJob App einen Serverstandort in Deutschland, womit die Anbieter der DSGVO unterliegen. Agraroffice wird lokal auf einem Betriebsrechner betrieben, so dass die meisten die DSGVO betreffenden Pflichten im Verantwortungsbereich des Betriebes selbst liegen.

### 3.2.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche

Betriebsmittelverbräuche, z. B. Kraftstoffverbrauch, lassen sich in Telematics farbige aufbereitet darstellen, siehe Abbildung 18. Um weitere Betriebsmittelverbräuche erfassen zu können, benötigen die



Maschinenmanagementsysteme Sensordaten der betreffenden Geräte. Diese werden üblicherweise über den ISOBUS zur Verfügung gestellt.



**Abbildung 18: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in Telematics**

Auf dem Projektbetrieb 2 standen keine Maschinen und Maschinen-Geräte-Kombinationen zur Verfügung, mit denen weitere Betriebsmittelverbräuche teilflächenspezifisch untersucht und dargestellt werden konnten.

Aufgrund der bei der Systemkombination 2 verfügbaren Maschinenkonstellationen, wurde kein Gerät über den ISOBUS an die Traktoren angebunden. Daher sind, trotz prinzipiell auf den Geräten generierter Sensorinformationen, keine Daten durch das Maschinenmanagementsystem erfass-, auswert- und dokumentierbar.

### 3.2.10 Prozesskostenauswertung

Der Betriebsleiter lieferte eine detailliert geführte ASK, auf deren Basis die Prozesskostenauswertung erstellt wurde. Durch die Nutzung von Agraroffice und Claas Telematics liegt zur Auswertung ein großer Pool an betriebspezifischen Daten vor. Die Daten aus Telematics, über Dieselverbräuche und Arbeitszeiten, sind durch die regelmäßige Einpflege in die Ackerschlagkartei direkt zur Auswertung verfügbar.

Ernteerträge sind den jeweiligen Schlägen zugeordnet, Betriebsmitteleinsätze klar dokumentiert und mit den zugehörigen Preisen bereits durch den Betriebsleiter versehen. Auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln wird nach der betrieblichen Wirtschaftsweise (ökologischer Anbau) verzichtet. Es finden sich diverse Düngemittel und Bodenhilfsstoffe im Einsatz. Tabelle 18 gibt einen Überblick über die für die Auswertung verwendeten Daten sowie deren Herkunft.

**Tabelle 18: Übersicht Datenquellen zur Prozesskostenauswertung in Projektbetrieb 2**

Parameter	Datenquelle
Ertrag	Agraroffice
Preis	Agraroffice, teilweise Rücksprache Betriebsleitung
Marktleistung	Ertrag x Preis
Saatgut	Agraroffice, teilweise Rücksprache Betriebsleitung
Dünger	Agraroffice
Kosten BHS €/ha	Agraroffice
Versicherung	Standardwerte mit betrieblichem Erlös verrechnet
Zwischensumme	Summe aus Saatgut, DM, PSM und Versicherungskosten
Zinsansatz	Eigene Unterstellung: 3 Monate, Zinssatz
Direktkosten	Zwischensumme + Zinskosten
Kosten Lohnarbeiten	Agraroffice
Lohnkosten	Agraroffice, Zeiterfassung durch Telematics
Reparaturen	Standardwerte auf Maschinenkombinationen angepasst
Betriebsstoffe (Diesel)	Übernahme aus Agraroffice, Erfassung in Telematics
Zinskosten (3 Monate, 6 %)	Eigene Unterstellung: 3 Monate, Zinssatz bei 6 %
Feste Maschinenkosten (AfA, Unterhaltung, Zins)	Agraroffice, gepflegt durch Betriebsleitung
Arbeitszeit	Übernahme aus Agraroffice, Erfassung in Telematics
Arbeiterledigungskosten	Summe Lohnarbeiten + Lohnkosten + Reparaturen + Betriebsstoffe + Zinskosten + Feste Maschinenkosten
Prozesskosten	Arbeiterledigungskosten + Direktkosten
Prozesskostenfreie Leistung	Marktleistung - Prozesskosten

Für organische Dünger erfolgte die Bewertung nach dem durchschnittlichen Nährstoffgehalt der Substrate. Dafür wurden die Reinnährstoffkosten angesetzt. Werden aktuelle mineralische Reinnährstoffpreise für die Kalkulation des Nährstoffwertes unterstellt, so errechnen sich Preisansätze von 12,6 Euro/m<sup>3</sup> für Rindergülle und 12,4 Euro/m<sup>3</sup> für den Einsatz von Gärresten. Ausgewiesen ist die Ausbringungsmenge je ha. Im Winterraps wurden je ha in der ausgewerteten Bewirtschaftungsperiode 22 Kubikmeter ausgebracht.

Um die Kosten der Arbeiterledigung für eine Maßnahme auf einem Schlag zu kalkulieren, sind genaue Kenntnisse über die Arbeitszeiten erforderlich. Tabelle 19 enthält eine Aufstellung für einen 13,4 ha großen Schlag, worauf Bodenbearbeitung zu Winterraps durchgeführt wurde.

**Tabelle 19: Übersicht erfasster Arbeitszeiten für die Bodenbearbeitung eines 13,4 ha großen Schlages**

Arbeitsgang	Datenquelle	Arbeitszeit h/ha	Stunden gesamt
Scheiben	Telematics	0,57	7,65
Grubbern	Telematics	0,48	6,50
Saatbettbereitung	Telematics	0,32	4,33

Die Fixkosten für Maschinen und Geräte wurden durch den Betriebsleiter im Agraroffice nach betriebsindividuellen Kalkulationen vorgegeben. Für alle Traktoren und vorhandenen Anbaugeräte sind die Kostensätze in Euro je Stunde ausgewiesen. Der Traktor „Claas Axion 930“ hat einen Stundensatz an Fixkosten in Höhe von 31 Euro je Stunde zugewiesen, die Kurzscheibenegge „Lemken Rubin“ wird mit 8,27 Euro je Stunde bewertet.

Zur Kalkulation der Gesamtmaschinenkosten des Arbeitseinsatzes müssen die variablen Kosten für Diesel, Reparaturen und Lohn erfasst werden. Der automatisch erfasste Dieserverbrauch wurde vom Unternehmen in der Schlagkartei mit tagesaktuellen Dieselpreisen verrechnet. Als Ansatz der Reparaturkosten wurden Standardwerte des KTBL (KTBL, 2022) in den Kalkulationen ergänzt. Als Lohnansatz wurden 21 Euro je Stunde berücksichtigt.

Die Bewertung der Arbeitserledigungskosten kann damit aufgrund der guten Datengrundlage sehr nah am betrieblichen Prozess erfolgen. Die Aufzeichnungen aus dem System Telematics dokumentieren die Arbeitsprozesse sehr präzise hinsichtlich ihrer Zeitdauer und dem Dieserverbrauch.

Abbildung 19 veranschaulicht einen 4,87 ha großen Schlag, der nach den Aufzeichnungen des Systems in 2 h 45 min mit einem 6 m breiten Grubber bearbeitet wurde.



**Abbildung 19: Aufzeichnung des Scheibeneggeneinsatzes auf einem Beispielschlag in Telematics**

Tabelle 20 enthält eine Kostenaufstellung für alle Arbeitsgänge zur Bodenbearbeitung auf einem Beispielschlag mit 23,61 ha Flächenumfang, worin eine Vollkostenbetrachtung der einzelnen Arbeitsgänge durchgeführt wurde. Es wird sichtbar, dass zwei aufeinanderfolgende Grubberarbeitsgänge (04.09.2021 und 30.09.2021) zu unterschiedlichen Vollkosten der einzelnen Arbeitsgänge führte. Die Maßnahme mit

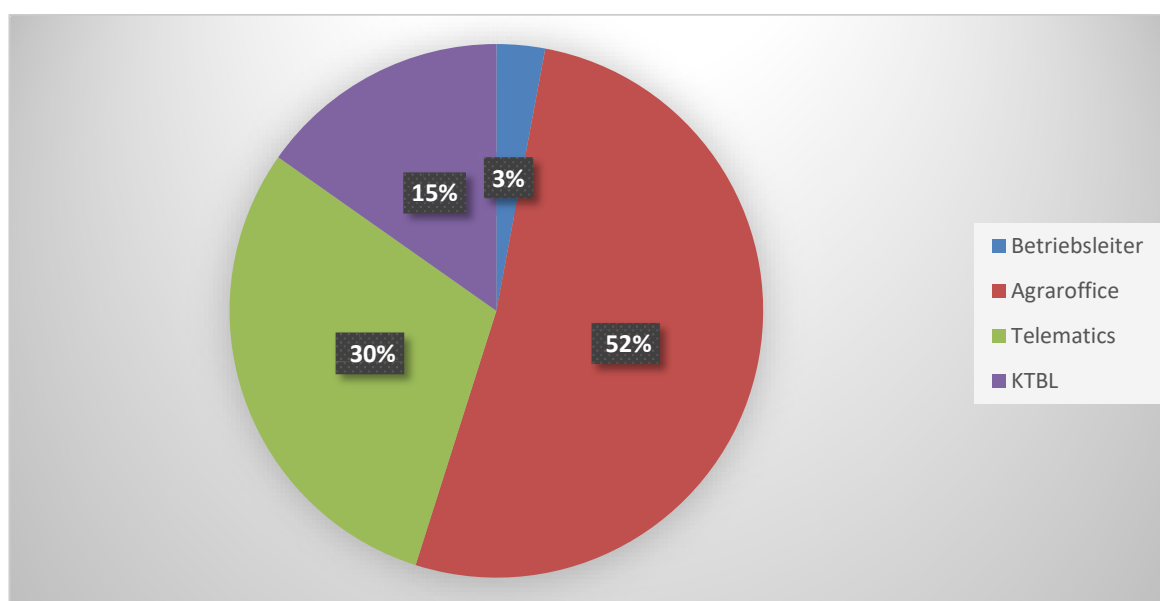
der höheren Mechanisierung (Claas Axion 930) konnte schneller durchgeführt werden als die Maßnahme mit der niedrigeren Mechanisierung (Claas Axion 810). Es ergibt sich ein Kostenvorteil der höheren Mechanisierung gegenüber der niedrigeren in Höhe von 7 Euro je ha. Die Tiefenführung des Arbeitsgerätes wurde bei der Auswertung nicht mitbetrachtet.

**Tabelle 20: Auswertung Bodenbearbeitung - Beispiel Winterweizen Schlag 1 (23,61 ha)**

Maßnahme	Datum	Maschinenkombination	Dauer (h/ha)	Feste Kosten (€/ha)	Variable Kosten (€/ha)	Dieselskosten (€/ha)	Lohnkosten (€/ha)	Gesamtkosten (€/ha)
Scheiben	11.08.2021	Claas Axion 810, Lemken Rubin	0,26	8,26	8,36	10,17	5,46	32,25
Grubber	04.09.2021	Claas Axion 930, Lemken Kristall	0,23	9,00	9,45	9,46	4,83	32,74
Grubber	30.09.2021	Claas Axion 810, Lemken Kristall	0,34	10,76	9,74	12,27	7,14	39,91
Pflug	08.10.2021	Claas Axion 930, Pflug mit Packer	0,50	23,75	19,20	23,75	10,50	77,20
Pflug	11.10.2021	Claas Axion 930, Pflug mit Packer	0,48	22,80	18,90	20,07	10,08	71,85

Im Vergleich zu Projektbetrieb 1 kann Betrieb 2 durch die detailliert geführte ASK vermehrt digitale Daten zur Verfügung stellen, um die einzelnen Positionen in ihren Kosten und Leistungen anzusetzen. Die Eintragungen der Ackerschlagkartei wurden ausschließlich durch den Betriebsleiter durchgeführt. Die Erfassung der Maschinen- und Arbeitszeiten erfolgt automatisch durch Telematics. Die dadurch generierten Daten werden jedoch manuell in die ASK übertragen.

Für die ausgewiesenen Schläge wurden zum Ansetzen der Kosten und Leistungen insgesamt 817 Datensätze verwendet. Der größte Datenanteil ist auf die erfasste Arbeitszeit und den damit verknüpften Maschineneinsätzen- und -Kosten verbunden. Abbildung 20 zeigt die relative Datenherkunft aus den verschiedenen Quellen.



**Abbildung 20: Datenquellen der Prozesskostenanalyse**

Telematics liefert durch die Erfassungen von Zeit, Maschineneinsätzen und Dieserverbräuchen, zusammen mit dem Agraroffice den größten Anteil der Informationen. Dennoch ist hervorzuheben, dass die Übertragung der Daten von dem automatischen System in die Ackerschlagkartei mit einem zusätzlichen Aufwand für den Betriebsleiter verbunden ist.

Auch die Aufarbeitung der Rohdaten bis hin zur Prozesskostenauswertung auf Schlagebene ist mit weiterer manueller Arbeit verbunden. Die Daten aus der Ackerschlagkartei können in eine Exceldatei überführt und so, beispielsweise durch den eigenen Berater, weiterverarbeitet und verrechnet werden.

### Ergebnisse der Prozesskostenauswertung

Tabelle 21 weist die Ergebnisse der Prozesskostenauswertung für drei Schläge mit dem Anbau von Öko-Winterraps aus. Schlag 1 hat eine Größe von 13,49 ha, Schlag 2 ist ca. 3 ha kleiner. In der letzten Spalte der Tabelle wurden Vergleichswerte aus Veröffentlichungen des Bundeslandes Sachsen gegenübergestellt (LFULG 2022).

Die verschiedenen angebauten Sorten führen zu unterschiedlichen Saatgutkosten. Die Direktkosten für Saatgut, Düngemittel und Bodenhilfsstoffe belaufen sich auf 1.117 bzw. 1.329 Euro je ha. Den größten Anteil an den Direktkosten haben die Düngekosten. Hier wurden organische Düngemittel eingesetzt, deren Nährstoffgehalt mit den Reinnährstoffpreisen des aktuellen Anbaujahres bewertet wurden.

Die Kosten der Arbeitserledigung, insbesondere die Lohnkosten, sind auf Schlag 2 rund 275 Euro je ha höher als auf Schlag 1 (höherer Zeiteinsatz). Der Betrieb betreibt generell eine intensive Bestandsführung mit der Reihenhacke und hat vermehrte Feldüberfahrten durch die Ausbringung von Bodenhilfsstoffen. Werden die Lohnkosten im Mittel der sächsischen Betriebe verglichen, lässt sich erkennen, dass die betrieblichen Aufwendungen auf einem deutlich höheren Niveau liegen.

Schlag 2 erzielt gegenüber dem Vergleichsschlag in der Auswertung die höhere prozesskostenfreie Leistung. Zwar steht dem ein höherer Faktoreinsatz gegenüber, welcher auch einen erhöhten Arbeitszeitbedarf und damit verbundene Lohnkosten mit sich bringt. Der Schlag erreicht mit einer Erntemenge von 37,9 dt/ha aber auch ein Ertragsniveau, welches dem des konventionellen Anbaus gleichkommt.

**Tabelle 21: Prozesskostenauswertung Öko-Winterraps auf Schlagebene - Projektbetrieb 2**

Öko-Winterraps 2022	Einheiten	Schlag 1 (13,49 ha)	Schlag 2 (10,55 ha)	Öko- Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	27	38	30
Preis	€/dt	95	95	87
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>2.535</b>	<b>3.602</b>	<b>2.610</b>
Saatgut	€/ha	46	98	65
Dünger	€/ha	827	948	0
Kosten BHS	€/ha	160	167	0
Versicherung	€/ha	68	96	55
<i>Zwischensumme</i>	<i>€/ha</i>	<i>1.101</i>	<i>1.309</i>	<i>119</i>
Zinsansatz	€/ha	16,5	19,6	1,8
<i>Direktkosten</i>	<i>€/ha</i>	<i>1.117</i>	<i>1.329</i>	<i>121</i>

Öko-Winterraps 2022	Einheiten	Schlag 1 (13,49 ha)	Schlag 2 (10,55 ha)	Öko- Betriebe Sachsen
Kosten Lohnarbeiten	€/ha		80	180
Kalkung	€/ha		21	
Gülle fahren	€/ha		59	
Lohnkosten	€/ha	110	140	92
Reparaturen	€/ha	114	128	58
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	125	152	39
Zinsansatz	€/ha	5,2	7,5	5,5
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	200	242	-
Arbeitszeit	Akh/ha	5,3	6,7	4,4
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	€/ha	554	830	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	1.671	2.159	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>863</b>	<b>1.444</b>	

Tabelle 22 veranschaulicht die Prozesskostenauswertung des Winterweizenanbaus. Schlag 1 und Schlag 2 liegen räumlich dicht beieinander. Nach Ertragserfassung (keine Ertragskartierung) waren die Erträge der Bestände gleich bei einem Niveau von 51 dt/ha. Der Betrieb hat für den Winterweizen unterschiedliche Sorten im Einsatz, was sich im Verkaufspreis geringfügig widerspiegelt.

Bodenhilfsstoffe wurden bei Schlag 1 und 3, im Verhältnis zu Schlag 2 mengenmäßig eher verhalten eingesetzt, was sich in niedrigeren Direktkosten widerspiegelt. Der Arbeitszeitbedarf, und damit die gesamten Arbeitserledigungskosten, sind bei Schlag 1 am höchsten. Im Gegensatz zu Schlag 2 wurde hier ein höherer Arbeitszeitbedarf für den Einsatz des Striegels dokumentiert. Beispielsweise wurden am selben Tag auf Schlag 1 bei der Überfahrt mit dem „Treffler Striegel“ 0,18 h/ha aufgezeichnet. Auf Schlag 2 wurden für diesen Arbeitsgang 0,11 h/ha eingesetzt. Im Vergleich zu den Vergleichswerten der Ökobetriebe aus Sachsen ist der Lohnaufwand höher (außer auf Schlag 3).

Deutlich ist der Anstieg der Dieselposten gegenüber den Vergleichswerten aus Sachsen sichtbar. Dies ist durch den enormen Preisanstieg beim Bezug von Dieselpflanzenstoffen zu erklären. Zwischen den drei Schlägen gibt es jedoch eine enorme Schwankungsbreite.

**Tabelle 22: Prozesskostenauswertung Öko-Winterweizen auf Schlagebene - Projektbetrieb 2**

Position	Einheiten	Schlag 1 (23,61 ha)	Schlag 2 (20,26 ha)	Schlag 3 (12,09 ha)	Vergleich Öko- Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	51	51	31	45
Preis	€/dt	43	43	45	33
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>2.193</b>	<b>2.193</b>	<b>1.416</b>	<b>1.485</b>
Saatgut	€/ha	88	106	115	167
Dünger	€/ha	158	158	97	
Kosten BHS	€/ha	55	119	58	
Versicherung	€/ha	18	18	12	11

Position	Einheiten	Schlag 1 (23,61 ha)	Schlag 2 (20,26 ha)	Schlag 3 (12,09 ha)	Vergleich Öko- Betriebe Sachsen
Zwischensumme	€/ha	319	401	282	177
Zinsansatz	€/ha	4,8	6,0	4,2	2,9
Direktkosten	€/ha	324	407	286	180
Dienstleistungen	€/ha			21	150
Lohnkosten	€/ha	103	89	53	82
Reparaturen	€/ha	138	101	57	63
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	146	84	76	42
Zinsansatz	€/ha	5,8	4,1	3,1	5,1
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	195	161	103	-
Arbeitszeit	Akh/ha	4,9	4,2	2,5	3,9
Arbeiterledigungskosten	€/ha	588	439	312	
Prozesskosten	€/ha	911	846	598	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.282</b>	<b>1.348</b>	<b>817</b>	

Tabelle 23 weist die prozesskostenfreien Leistungen für einen Kartoffelschlag aus. Der Kartoffelanbau ist für den Betrieb mit allen Pflegemaßnahmen die arbeitsintensivste Kultur. Die Daten konnten vollständig aus der Schlagkartei entnommen werden. Dies beinhaltet allerdings nicht die Zeiten für die Kartoffelernte, da diese zum Zeitpunkt der Auswertung noch nicht abgeschlossen war. Hier wurde auf die Zeitdokumentation der Kartoffelernte aus dem Vorjahr zurückgegriffen. Der Naturalertrag wurde vom Betriebsleiter vorab geschätzt.

**Tabelle 23: Prozesskostenauswertung Öko-Kartoffeln auf Schlagebene - Projektbetrieb 2**

Öko-Kartoffeln 2022	Einheiten	Schlag 1 (13,72 ha)	Öko-Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	220	200
Preis	€/dt	35	39
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>7700</b>	<b>7800</b>
Pflanzgut	€/ha	2425	2940
Dünger	€/ha	524	0
BHS/PSM	€/ha	217	211
Versicherung	€/ha	63	56
Zwischensumme	€/ha	3228	3207
Zinsansatz	€/ha	48,4	48,1
Direktkosten	€/ha	3277	3255
Dienstleistungen	€/ha	317	0
Lohnkosten	€/ha	517	359

Öko-Kartoffeln 2022	Einheiten	Schlag 1 (13,72 ha)	Öko-Betriebe Sachsen
Reparaturen	€/ha	307	189
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	353	108
Zinsansatz	€/ha	22,4	9,8
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	1091	-
Arbeitszeitbedarf	h/ha	24,6	17,1
<i>Arbeits erledigungskosten</i>	€/ha	2607	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	5884	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1816</b>	

Mit 24,61 h/ha weist der Kartoffelanbau des Schlages einen deutlich höheren Arbeitszeitbedarf aus als die Vergleichsbetriebe mit 17,10 h/ha. Dies zeugt von einer intensiven Bestandsführung. Zu berücksichtigen ist, dass der Schlag auch beregnet wurde. Diese Aufwendungen wurden jedoch nicht in der ASK erfasst und bleiben daher unberücksichtigt.

Beim Vergleich der prozesskostenfreien Leistung des Kartoffelanbaus mit den Leistungen aus dem Winterweizen- bzw. Winterrapsanbau zeigt sich, dass der Kartoffelanbau mit einem enormen Arbeits- und Managementaufwand keine allzu großen wirtschaftlichen Vorzüge gegenüber den anderen aufgeführten Feldfrüchten hat. Dies verstärkt sich noch, wenn zusätzlich die Kosten der Bewässerung veranschlagt werden.

### 3.2.11 SWOT-Analyse

#### Agraroffice

<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vielseitige Nutzungsmöglichkeiten</li> <li>■ Betriebswirtschaftliche Auswertungen für Fruchtarten lassen sich generieren</li> </ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bei unregelmäßiger Pflege ist es schwierig/zeitintensiv vorhandene Datenlücken wieder "auszubessern"</li> </ul>
<b>Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsabläufe lassen sich gut überblicken und nachvollziehen</li> <li>■ Fehlende Daten können laufend nachgepflegt werden</li> <li>■ Integration der fixen Maschinenkosten im System möglich</li> </ul>	<b>Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Für Betriebsleiter ist die Dokumentation und Übertragung von Daten in die ASK sehr zeitintensiv</li> </ul>

#### Next MobileJob App

<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mobile Erweiterung zum weitverbreiteten Agraroffice</li> <li>■ Realitätsnahe Dokumentation möglich</li> </ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nutzung der App kann im Alltagsgeschäft schnell vergessen werden → Datenlücken</li> <li>■ Wenn Stammdaten nicht tagesaktuell gepflegt sind, ist keine vollumfängliche Nutzung möglich</li> <li>■ Qualität der Auswahllisten abhängig vom Betrieb</li> </ul>
---	---



<b>Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsaufwand im Büro wird verringert</li> <li>■ ASK wird direkt vom Feld ausgeführt</li> <li>■ Nachträgliche Dokumentation möglich</li> <li>■ Fahrer können Transportzeiten oder länger dauernde Maßnahmen unabhängig von der Maschine festhalten</li> <li>■ Dokumentation nicht zeitkritisch</li> </ul>	<b>Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Daten müssen eigenständig notiert werden, mit extra Arbeitsaufwand für den Fahrer</li> <li>■ Auswahllisten wachsen an und werden unübersichtlich</li> <li>■ Keine Mehrfachauswahl von Feldern unterschiedlicher Kulturen möglich</li> <li>■ Maschinenführer sind eventuell nicht für Mehrarbeit zu motivieren</li> </ul>
--	--

Die Grenze der Next MobileJob App bildete die Akzeptanz der Mitarbeiter. Der langwierige Dokumentationsprozess wird als umständlich und zeitaufwändiger als das Schreiben von Tätigkeitszetteln empfunden. Die Arbeitslast wird vom Büro zu den Fahrern verschoben.

**Telematics**

<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wenig Zusatzaufwand für die Fahrer, da Aufzeichnung automatisch erfolgt</li> </ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Datenlücken</li> <li>■ Falsche Prozessdokumentation durch nicht aktualisiertes Anbaugerät (manueller Aufwand)</li> <li>■ Maschinennachrüstung erforderlich</li> <li>■ Festlegung auf System eines Maschinenanbieters, möglicher „Lock-in-Effekt“</li> <li>■ „gläserner Kunde“ für Maschinenhersteller</li> </ul>
<b>Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kann auf allen Claas-Maschinen mit Telemetriemodul genutzt werden</li> <li>■ Dokumentation von Transportfahrten zwischen zwei Standorten</li> </ul>	<b>Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Keine direkte Anbindung an ASK (Ausnahme 365FarmNet)</li> <li>■ Nur maschinengebundene Arbeiten können erfasst werden</li> <li>■ Anbaugerät wird über Terminaleingabe des Fahrers ausgewählt</li> <li>■ Hersteller- und hardwareabhängig</li> </ul>

**3.3 Systemkombination 3: exatrek und Next Farming Agraroffice**

Die Systemkombination 3 aus exatrek als herstellerübergreifendes Maschinenmanagementsystem und der ASK Next Farming Agraroffice mit der Next Farming MobileJob App sowie entsprechenden mobilen Endgeräten wurde auf Projektbetrieb 3 untersucht.

**Tabelle 24: Untersuchte Systemkombination**

Parameter	Wert
Traktoren	8
Maschinenmanagement	exatrek
Ackerschlagkartei (ASK)	Next Farming Agraroffice
Dokumentations-App	Next MobileJob App
Einbezogene Arbeitskräfte	8
Mobile Endgeräte	Tablet

Zur Dokumentation und Aufzeichnung wird die Desktop-Ackerschlagkartei Agraroffice genutzt. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen von Agraroffice enthält Tabelle 25.

**Tabelle 25: Ackerschlagkartei Betrieb 3**

Agraroffice	
Einmalige Kosten	ca. 9.000 € (abhängig von Modulfreischaltung)
Fixkosten/Jahr	187,2 € (Softwarepflegegebühr)
Zusatzkosten	Modulfreischaltung bspw. ISOXML-Import:
Bereitstellung	■ Lokal Server/Desktop (hier: Serverinstallation bei IT-Dienstleister)
Funktion (u.a.)	■ Ackerschlagverwaltung ■ Pachtverwaltung
Schnittstellen	■ Manueller Import/Export (Shape, ISOXML, csv) ■ MyJohnDeere ■ Fendt VarioDoc ■ Wiegetechnik ■ Tankstellen (Tecalemit) ■ Fremdterminals ■ Satellitendaten ■ Weitere, u.a. zu Partnerunternehmen
Technische Anforderungen	■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software ■ Standard-Büro-PC ■ Internetanbindung ■ DSL ab 3 Mbit/s (Updates, Service, Support)

Die Next Mobile Job App dient zur digitalen Dokumentation nicht maschinengebundener Arbeiten mittels Tablets, mit denen die Mitarbeiter ausgerüstet wurden. Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen enthält Tabelle 26.

**Tabelle 26: Dokumentations-App Betrieb 3**

Next MobileJob App	
Einmalige Kosten	0 €
Fixkosten/Jahr	44 €/App (erstes Gerät), 24 € (ab zweitem Gerät)
Zusatzkosten	-
Bereitstellung	■ Mobile App
Funktion (u.a.)	■ Dokumentation inkl. Tracking-Funktionalität ■ Navigation
Schnittstellen	■ Agraroffice
Technische Anforderungen	■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software ■ Android-Endgerät (Android 6.0 oder höher) ■ Internetanbindung ■ Standard-LTE

Das System exatrek umfasst mobilfunkfähige Telemetrie-Module (T2-Module), die in der Maschine verbaut werden, ein Webportal sowie eine App. Zudem können Bluetooth-Sendemodule, sogenannte Beacons, an Anbaugeräten und Anhängern mittels Magneten montiert werden, womit diese für die T2-Module identifizierbar sind.

Eingesetzt werden:

- 4 x Pro-Lizenz, welche ggü. der Light-Lizenz neben Positionsdaten auch Maschinendaten zu erfassen erlaubt
- 4x Ultimate-Lizenz, welche auch Prozessdaten wie von ISOBUS-Anbaugeräten zu erfassen erlaubt

Über den Anschluss an den CAN-Bus sowie den ISOBUS kann ein T2-Modul Motordaten (u.a. Dieselverbrauch, Betriebsstunden) bzw. Maschinendaten (u.a. Hubwerksstellung, Zapfwelldrehzahl, Ausbringungsmenge) erfassen.

Angaben zu Kosten, Bereitstellung, Funktion und Schnittstellen von exatrek enthält Tabelle 27.

**Tabelle 27: Maschinenmanagement Betrieb 3**

exatrek	
Einmalige Kosten/Maschine	■ 788 € (ISOBUS-Telemetriemodul), 100 € (Bluetooth-Beacon für Gerät/Anhängen)
Fixkosten/Jahr	■ 195 bis 439 € (Software - abhängig von gewähltem Funktionsumfang)
Zusatzkosten	■ 0 €
Bereitstellung	■ Web-App (Cloud) ■ App
Funktion (u.a.)	■ Flottenmanagement (Webportal, App)
Schnittstellen	■ 365FarmNet ■ agrirouter ■ Manueller Export (ISOXML, csv, kml, pdf) ■ MyDataPlant
Technische Anforderungen	■ Geringe Anforderungen an Hard- und Software ■ Standard-Büro-PC ■ ggf. Android/Apple-Endgerät für mobile App ■ Internetanbindung ■ DSL ab 3 Mbit/s (Desktop) ■ ggf. Standard-LTE für mobile App

### 3.3.1 Projektbetrieb 3

Durch folgende Eckpunkte zeichnet sich Projektbetrieb 3 aus (Tabelle 28).

**Tabelle 28: Eckdaten Projektbetrieb 3**

Parameter	Wert
Bewirtschaftungsform	konventionell und ökologisch
Betriebsart	Ackerbau und Milchviehhaltung
Flächenausstattung Ackerland ca.	2.100 ha
Flächenausstattung Grünland ca.	220 ha
Hauptkulturen	Weizen, Mais, Dinkel, Kartoffeln, Zwiebeln, Soja, Rote Bete, Triticale, Luzerne, Hafer, Erbsen, Möhren, Wickroggen, Raps, Zuckerrübe, Lupine
Betriebsstandorte	1
Arbeitskräfte Feldebau	8, > 10 Saisonarbeitskräfte
Bürokräfte	1
Maschinenzusammensetzung	gemischte Traktorenflotte (Case, Claas, Fendt)
Maschineneinsatz	auch überbetrieblich
ASK	Next Farming Agraroffice
Pachtverwaltung	Next Farming Agraroffice
Warenmanagement	Mehrere Fuhrwerkswaagen mit unterschiedlichen Wägesystemen; Lieferscheinerzeugung für jeden Wägeprozess; Ernte: separate Dokumentation durch Maschinenführer und Übergabe an Buchhaltung zum Kampagnenende; Lagerverwaltung mit MS Excel
Tankstelle	Mitarbeiterausweisung per Chip; Maschinenzuordnung technisch möglich; Datensätze per USB-Stick exportierbar
Arbeitsplanung	Arbeitsplan durch 2 Pflanzenbauverantwortliche → mündlich zu Arbeitsbeginn Schriftliche Auftragserteilung für Pflanzenschutz
Mitarbeiterdokumentation	Papier/mündliche Weitergabe an Betriebsleiter Maschinengebundene Arbeiten ohne Rüstzeiten Betriebsmitteleinsatz durch Betriebsleiter nach Vorgabe bzw. mit Korrektur durch Mitarbeiter nach Arbeitserledigung Übernahme der für Lohnbuchhaltung notwendigen Informationen durch Buchhaltung Übernahme der Dokumentation und Maßnahmenbuchung in Acker Schlagkartei durch Pflanzenbauleiter; Aufwand ca. 180 Akh (zuvor 450-€-Kraft)
Precision Farming	Teilflächenspezifische Bodenbeprobung mit digital vorliegenden Ergebnissen; keine teilflächenspezifischen Applikationen

Alle Mitarbeiter dokumentieren ihre Arbeit auf einem einheitlichen Formblatt. Folgende Parameter werden erfasst:

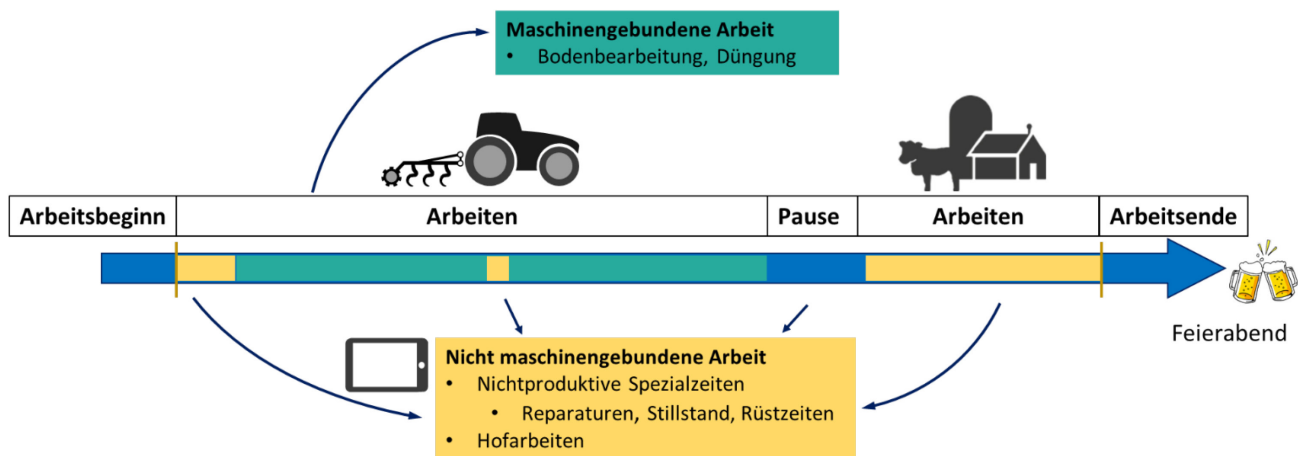
- Beginn und Ende der Arbeitszeit
- Betriebsstunden
- Arbeitsgang
- Eingesetzte Maschine und eingesetztes Gerät
- Bearbeiteter Schlag
- Eingesetztes Betriebsmittel mit Menge

#### Bisherige Auswertungen/Analysen:

- Kostenträger-/Kostenstellenrechnung
  - Kostenträger: motorisierte Maschinen
  - Wartung und Reparatur von Maschinen und Geräten größtenteils extern → Rechnungsbuchung auf Kostenstelle
- Excel-basierte Auswertungen unter Zusammenführung von Informationen aus ASK, Controlling und Lohnbuchhaltung, z. B. Vergleich eingesetzter Arbeitskraft- und Maschinenstunden
- Geleistete Arbeitsstunden als Basis für Personalplanung
- Datensatz Tankstelle nicht genutzt

### 3.3.2 Maschinenübergreifende Erfassung schlagspezifischer Arbeiten

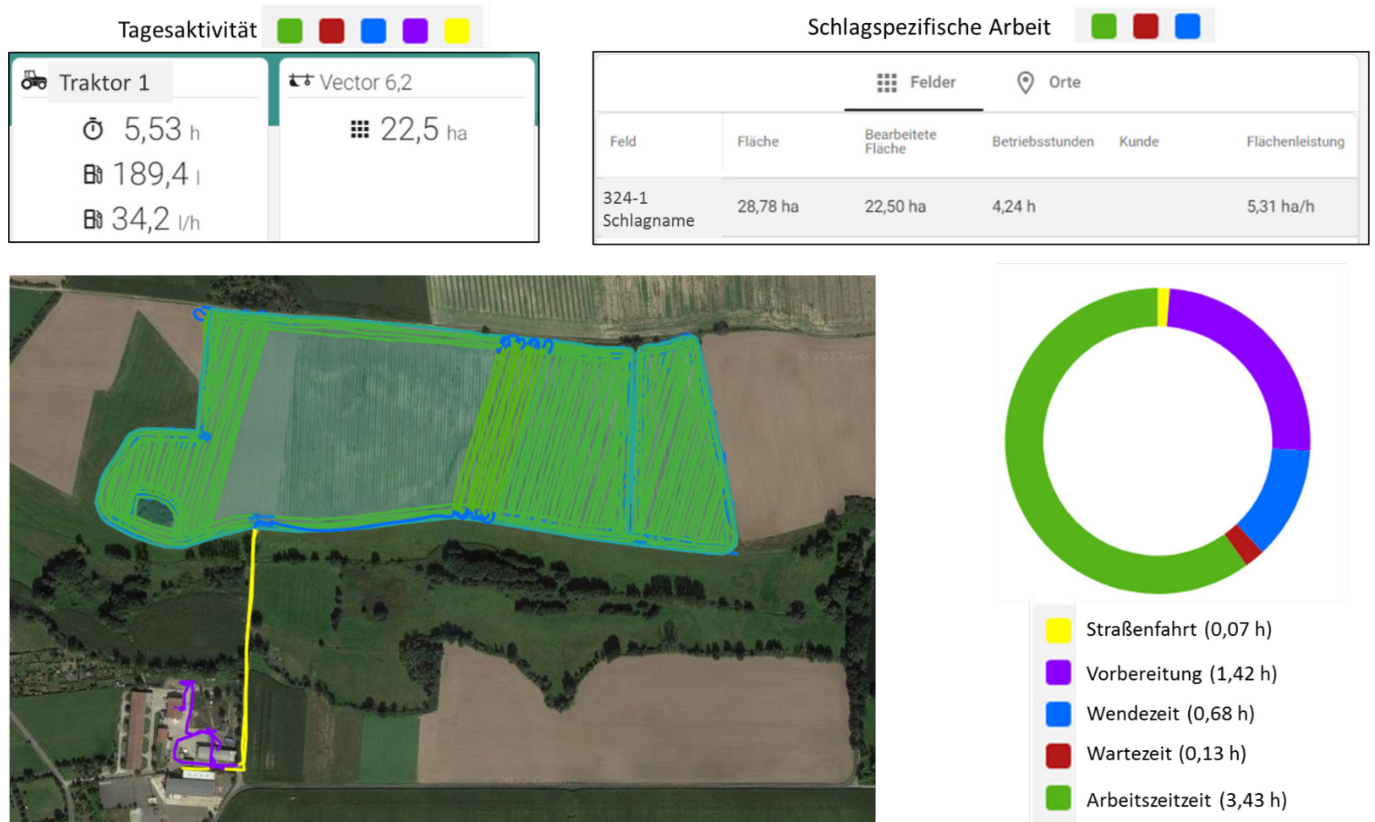
Für die betriebliche Dokumentation und weitere Auswertungen ist es ausschlaggebend, Arbeiten schlagspezifisch und maschinenübergreifend erfassen zu können. Die Erfassung und Dokumentation von maschinengebundenen und nicht maschinengebundenen Arbeiten ist in Systemkombination 3 in Projektbetrieb 3 wie folgt möglich (Abbildung 21):



**Abbildung 21: Exemplarische Gliederung eines Arbeitstages und Erfassung der Arbeitszeiten automatisch durch Maschinenmanagementsystem sowie manuell mittels App**

#### Schlagspezifische Erfassung durch exatrek

- In exatrek wurden Stammdaten zu Schlägen, Höfen, Maschinen und Geräten hinterlegt
- Die Datenaufzeichnung beginnt, sobald die Zündung angeschaltet ist
  - Wird in Tagesaktivität zusammengefasst, siehe Abbildung 22 oben links
- Über ein Beacon (Bluetooth-Sender) am Anbaugerät wird das Arbeitsverfahren bestimmt
- Die schlagspezifische Dokumentation beginnt, wenn sich das Positionssignal der Maschine innerhalb der Schlaggrenzen befindet
  - Beinhaltet Zeitanteile: Arbeiten, Wenden, Warten, siehe Abbildung 22
- Die Biogasanlage inklusive der Fahrsilos kann als separater Ort markiert werden
  - Z. B. Silos walzen oder Beschicken der Anlage kann direkt einem Betriebszweig zugeordnet werden



**Abbildung 22: Dokumentation der Tagesaktivität, schlagspezifische Dokumentation und grafische Darstellung in exatrek**

- Anbaugeräte können nachträglich ergänzt oder geändert werden
- Sind keine Schlaggrenzen vorhanden, wird die Tagesaktivität trotzdem erfasst
  - Schlag kann hinzugefügt und Tagesaktivität für schlagspezifische Arbeit neu berechnet werden

**Schlagspezifische Erfassung durch Next MobileJob App**

- Für die Dokumentation schlagspezifischer Maßnahmen wird das Auftragsprotokoll ausgefüllt, s. Abbildung 23
- Den Kategorien sind Auswahllisten hinterlegt.
  - Synchronisieren sich automatisch mit den Stammdaten von Agraroffice
- Der ausgefüllte Auftrag wird abschließend an den Next Farming-Server versendet.

**Maßnahme bearbeiten**

**Grubbern** →

Testbetrieb Bodenbearbeitung

Schlag: 2,9000 ha

**123 - Schlag** ✕

EJ: 2022 /HF

Fläche: 2,9000 ha

Schlag hinzufügen ...

Dauer

Tracking starten →

Beginn: 30.05.2022 08:07

Ende: 13:07 →

Maßnahmendauer: 5,00 Std.

Ressourcen

Praktikant **5,00 h**

Grubber - Köckerling 6m **5,00 h**

Fendt 1046 Vario **5,00 h**

**Maschinen**

Fendt 1046 Vario

1,7241 h je Hektar

5,0000 h gesamt

- Maßnahme und Arbeitsart wählen
- Schlag wählen
- Zeitdauer eintragen
- Ressourcen wählen
  - Mitarbeiter
  - Maschine/Geräte
  - Betriebsstunden können separat eingetragen werden

**Abbildung 23: Schlagspezifische Dokumentation in der Next MobileJob App**

- Beim Import in die ASK muss der Betriebsleiter die Maßnahme kontrollieren bzw. auf Plausibilität prüfen und bei Bedarf korrigieren
  - Wöchentliche Durchführung ist ratsam, falls sich Rückfragen ergeben

Für die schlagspezifische Erfassung von Arbeiten sollen Daten von landwirtschaftlichen Maschinen herangezogen werden. Zur Beantwortung der Fragestellung, wie genau mit diesen Daten die Realität abgebildet wird, ist die Kenntnis über die Präzision bedeutend.

### Vorgehen und Durchführung

Bei der Datenvalidierung wurde wie für die Systemkombination 1 unter 3.1.2 dargestellt vorgegangen. Tabelle 29 listet die betrachteten Parameter und die dazugehörige Messmethode des Goldstandards (Kontrollwert, welcher die Realität im Projekt bestmöglich und praktikabel erfassbar abbildet) auf.

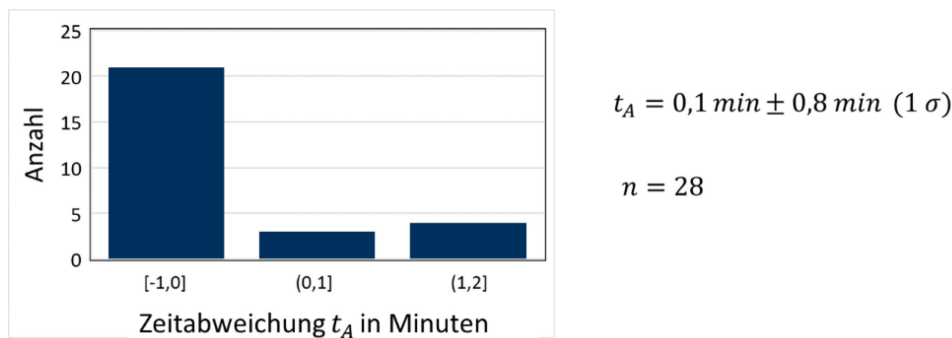
**Tabelle 29: Kennzahlen und Messmethode des Goldstandards für Systemkombination 3**

Parameter	Messmethode Goldstandard	Erläuterung
Zeitanteil	Uhrzeit von Ereignissen festhalten	Z. B. Abfahrt Hof, Ankunft Feld, Wartezeiten (von - bis), Abfahrt Feld, Ankunft Hof, Warten auf dem Feld
Dieserverbrauch	Ermittlung über Dieseltankuhr an der Tankstelle	Volltanken des Fahrzeugs vor Arbeitsbeginn und nach Arbeitsende, Messung über Tankuhr
Ausbringmenge Düngemittel	Ausbringmenge über Fuhrwerkswaage messen	Messen des Maschinengewichtes vor und nach dem Beladen mit Düngemittel

Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Arbeitszeiterfassung mit der Systemkombination 3 aufgeführt:

### Zeiterfassung in exatrek

Anhand von 28 Ereignissen wurden Uhrzeiten von Ereignissen aus der grafischen Darstellung in exatrek, siehe Abbildung 22, mit der Realität verglichen, siehe Abbildung 24.



**Abbildung 24: Zeitabweichung  $t_A$  zwischen exatrek und Goldstandard (n=28)**

- Ereignisse, z. B. Ankunft/Abfahrt vom Feld oder kurze Wartezeiten, werden präzise abgebildet
- Entsprechend gut kann die Zeitangabe in exatrek für die Arbeitserledigung herangezogen werden
  - Hinweis: wenn ein Schlag mehrmals am Tag angefahren wird (z. B. Getreide abfahren):
    - Feldarbeitszeiten werden aufsummiert, sobald sich Maschine innerhalb der Schlaggrenzen befindet
- Der Zeitaufwand für An- und Abfahrt wird nicht dem Schlag zugeordnet

### Ergebnis Dieserverbrauchsmessung

- In Abschnitt 3.1.2, Abbildung 4, werden die allgemeinen Ergebnisse dargestellt und diskutiert
- Speziell für exatrek können folgende Aussagen getroffen werden:
- Der Dieserverbrauch für die Tagesaktivität aus exatrek wird als Systemwert für den Abgleich herangezogen
  - Entspricht dem lückenlosen Zeitraum zwischen zwei Tankungen
  - Hinweis: der Verbrauchswert aus exatrek ist identisch zum Zählerwert im Maschinenterminal
  - Dieserverbrauchswerte aus exatrek (inkl. Terminal) sind für die realitätsnahe Dokumentation geeignet



### Ergebnis Ausbringungsmenge Düngerstreuer

- Folgende Ausbringungswerte können herangezogen werden:
  - Ermittlung über Fuhrwerkswaage gemäß Tabelle 29
  - Ausbringungsmenge aus Terminal des Düngerstreuers (mit integriertem Wiegerahmen)
  - Dokumentierte Menge in exatrek

Das Ergebnis ist in Tabelle 30 zu sehen:

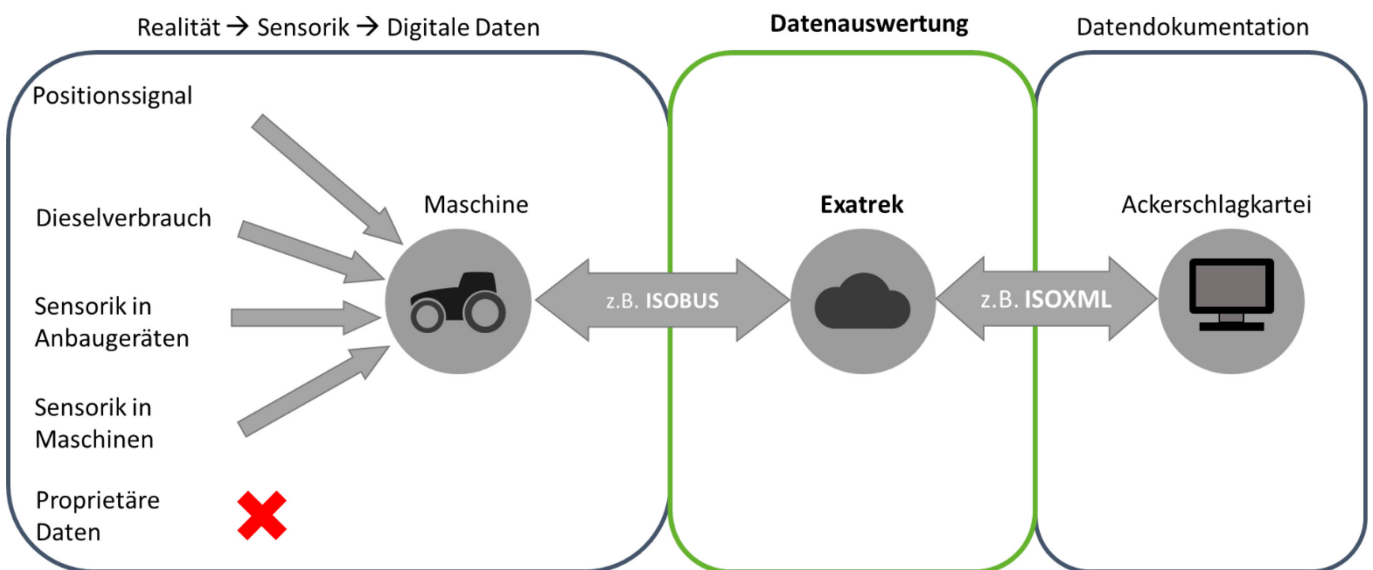
**Tabelle 30: Ergebnis Ausbringungsmenge Düngerstreuer Projektbetrieb 3**

	Fuhrwerkswaage	Streuerwaage	exatrek
Ausbringungsmenge	2.950 kg	3.089 kg	(2.642 kg)
Relative Abweichung		4,5 %	(-10,5 %)

- Der Datensatz der gesamten Ausbringungsmenge (Wert Streuerwaage) wird nicht über ISOBUS übertragen
  - Laut Herstellerangaben muss im Düngerstreuerterminal der Task-Controller (TC) aktiviert sein
  - Ist der TC deaktiviert, werden nur Ist-Ausbringungsmenge und Ist-Arbeitsbreite über ISOBUS übermittelt
  - exatrek berechnet anhand der zur Verfügung stehenden Daten die Ausbringungsmenge → mit entsprechender Unsicherheit
  - Ist der TC aktiviert, soll laut exatrek der Ausbringungswert der Streuerwaage in exatrek übertragen werden können
- Die Abbildung der Realität und die Präzision der Daten hängen von der verbauten Sensorik ab

### 3.3.3 Anforderungen an Schnittstellen

Um digitale Datenerfassungssysteme umfassend nutzen zu können, werden einige Anforderungen an Betrieb und Maschinenpark gestellt. Für exatrek, als herstellerunabhängiges System, ist die Betrachtung der Schnittstelle 1 zwischen Maschine und T2-Modul zur Übertragung der Daten notwendig. Die abgelegten Daten können dann zur weiteren Verarbeitung weitergegeben werden, z. B. an die ASK. Es entstehen somit zwei Schnittstellen zu betrieblichen Systemen, siehe Abbildung 25.



**Abbildung 25: Darstellung des Maschinendatenflusses mit Schnittstellen zwischen Maschine, Erfassungssystem und ASK**

## Schnittstelle 1: Maschine ↔ Erfassungssystem

- exatrek wird mit dem ISOBUS und dem Motorbus der Maschine verbunden
  - exatrek hat die notwendigen Verbindungskabel, nach vorheriger Absprache hinsichtlich der auszurüstenden Maschine, vorkonfektioniert (siehe Abbildung 26)



**Abbildung 26: ISOBUS- und Motorbusschnittstelle (links) zwischen Maschine und Exatrek-T2-Modul (rechts)**

- Im Terminal muss der ISOBUS angeschaltet sein, damit exatrek die Daten erkennt
- Sind im Traktor keine Schnittstellen vorhanden, erfolgt die „Minimaldokumentation“ über den Standortverlauf
  - Im T2-Modul befindet sich ein GPS-Empfänger
  - Das T2-Modul muss mit 12 V Spannung versorgt werden

## Schnittstelle 2: Erfassungssystem ↔ ASK

- Der Datenaustausch zwischen exatrek und Agraroffice erfolgt digital über ISOXML-Dateien
- Der Datenexport der Maßnahmenliste aus exatrek ist schlaggenau möglich
- In Agraroffice ist die Freischaltung des ISO-Bordcomputers notwendig
- Das Laden, Kontrollieren und Buchen der Maßnahmen in Agraroffice ist in Abschnitt 3.3.7 näher beschrieben

### agrirouter

Der agrirouter der DKE-Data GmbH & Co. KG versteht sich aktuell als reine Datenaustausch Plattform (umgangssprachlich Datendrehscheibe). Der in der Cloud betriebene Datenrouter erlaubt den herstellerübergreifenden Austausch von Daten in verschiedenen Formaten (Task Data (ISOXML), Telemetriedaten (GPS-Position z.T. inkl. agronomischer Daten), Bild, Video, Shape, Dokumente, GPS-Position) zwischen derzeit 19 zertifizierten Telemetrieinheiten und 13 Softwareanwendungen. Zu beachten ist, dass nicht alle Telemetrieinheiten und Softwaresysteme Informationen in allen genannten Datenformaten versenden und empfangen werden können. Auf seiner Website führt der agrirouter je System eine Übersicht zu den austauschbaren Informationen (Nachrichtenformate) auf. Abbildung 27 zeigt diese beispielhaft für die Telemetrieinheiten von exatrek.

Nachrichtenformate	
Kann senden	Kann empfangen
<input type="checkbox"/> Task Data (TaskData)	<input type="checkbox"/> Task Data (TaskData)
<input checked="" type="checkbox"/> Telemetriedaten (EFDI)	<input type="checkbox"/> Telemetriedaten (EFDI)
<input type="checkbox"/> Bild	<input type="checkbox"/> Bild
<input type="checkbox"/> Video	<input type="checkbox"/> Video
<input type="checkbox"/> Shape	<input type="checkbox"/> Shape
<input type="checkbox"/> Dokumente	<input type="checkbox"/> Dokumente
<input checked="" type="checkbox"/> GPS Position	<input type="checkbox"/> GPS Position

Quelle: agrirouter

### Abbildung 27: Austauschbare Nachrichtenformate exatrek-Telemetriemodul

Im Rahmen des Projektes wurde ergänzend auch der Datenaustausch zwischen den T2-Modulen von exatrek als Telemetriesystem und Next Farming Live, einer in der Cloud betriebenen Ackerschlagkartei, erprobt. Grundsätzlich ist ein Transfer von ISOXML-Dateien zwischen Next Farming Live und der Desktop-Software Next Farming Agraroffice möglich. Für Next Farming live wird für 349 € je Jahr und Maschine das Modul „Next Machine Management“ (NMM) angeboten, welches agrirouter-zertifiziert ist. Somit können letztlich auch ISOXML-Dateien zwischen agrirouter und Agraroffice ausgetauscht werden.

Erforderlich ist für den Datenaustausch zudem ein kostenloser agrirouter-Account. Die Hersteller der angebundenen Systeme zahlen eine Umsatz- und Return on Sales abhängige Jahresgebühr an die DKE-Data GmbH & Co. KG und stellen ihren Kunden je nach ihrem Geschäftsmodell die agrirouter-Nutzung in Rechnung. So betragen die Kosten für die Lizenz zur Einbindung von Maschinen in das Next Machine Management je Telemetriemodul und Jahr 349 €. Bei exatrek fallen hierfür keine Kosten an.

exatrek erlaubt mit den T2-Modulen derzeit nur das live-Tracking über den agrirouter. Es können Telemetriedaten versandt werden. Hier sind jedoch derzeit nur GPS-Positionen und einige wenige Daten übertragbar (siehe unten).

Der in Arbeit befindliche EFDI-Standard erlaubt prinzipiell den Austausch aller vom Fahrzeug zur Verfügung gestellten Daten. Dies konnte in vorliegender Untersuchung nicht realisiert werden. Ein Datenempfang von ISOXML-Dateien (TaskData), welche alle zur Maßnahmendokumentation erforderlichen Daten enthalten können, ist mit den exatrek Modulen derzeit nicht möglich. Anbieter sollten hier genau angeben, welche Daten übertragen werden. Dies sollte von Anwenderseite nachgefragt werden.

Nach einmaliger Verbindung der Anwendung exatrek mit dem agrirouter-Konto, können die einzelnen T2-Module (Adapter) im exatrek-Portal einfach für den agrirouter aktiviert werden (Abbildung 28). Im NMM wiederum sind die zu verknüpfenden Telemetrieinheiten im Rahmen der freigeschalteten Lizenzen zu definieren.

The screenshot shows a web interface for hardware management. The main content is a table with columns for 'Typ', 'Seriennummer', 'Firmware-Version', 'Fahrzeug', 'Zuletzt online', and 'Verknüpfung'. The table lists 8 rows of T2 modules. A tooltip 'Adapter in Agrirouter aktivieren' is displayed over the 'Verknüpfung' column of the fourth row.

Typ	Seriennummer	Firmware-Version	Fahrzeug	Zuletzt online	Verknüpfung
T2	EXA-T2_000684	3.7.6	Traktor	13.05.2022 14:24	...
T2	EXA-T2_000687	3.7.6	Traktor	13.05.2022 14:23	...
T2	EXA-T2_000688	3.8.2	Traktor	12.05.2022 19:36	...
T2	EXA-T2_000689	3.7.6	??	13.05.2022 14:24	...
T2	EXA-T2_000690	3.7.6	Traktor	13.05.2022 10:06	...
T2	EXA-T2_000686	3.7.6	Traktor	13.05.2022 08:56	...
T2	EXA-T2_000682	3.7.6	Traktor	13.05.2022 14:23	...
T2	EXA-T2_000734		Traktor	13.05.2022 14:09	...

8 Gesamt

**Abbildung 28: Verknüpfung exatrek T2-Modul (Adapter) mit agrirouter**

Nun können im NMM in der Live-Ansicht für jede Maschine folgende Parameter aktuell verfolgt werden:

- Aktivitätsdauer
- AdBlue-Füllstand
- Aktuelle Motorauslastung
- Betriebsstunden Motorlebenszeit
- Dieserverbrauch l/h
- Geschwindigkeit

Zudem ist es möglich, genauso wie im exatrek-Portal selbst, sich in einer Kartenansicht für die vergangenen sieben Tage Fahrspuren farblich skaliert nach Dieserverbrauch pro Zeit oder Fahrgeschwindigkeit anzeigen zu lassen (Abbildung 29). Deutlich sichtbar sind Unterbrechungen im Mobilfunkempfang, wobei keine Daten übertragen und angezeigt werden konnten.

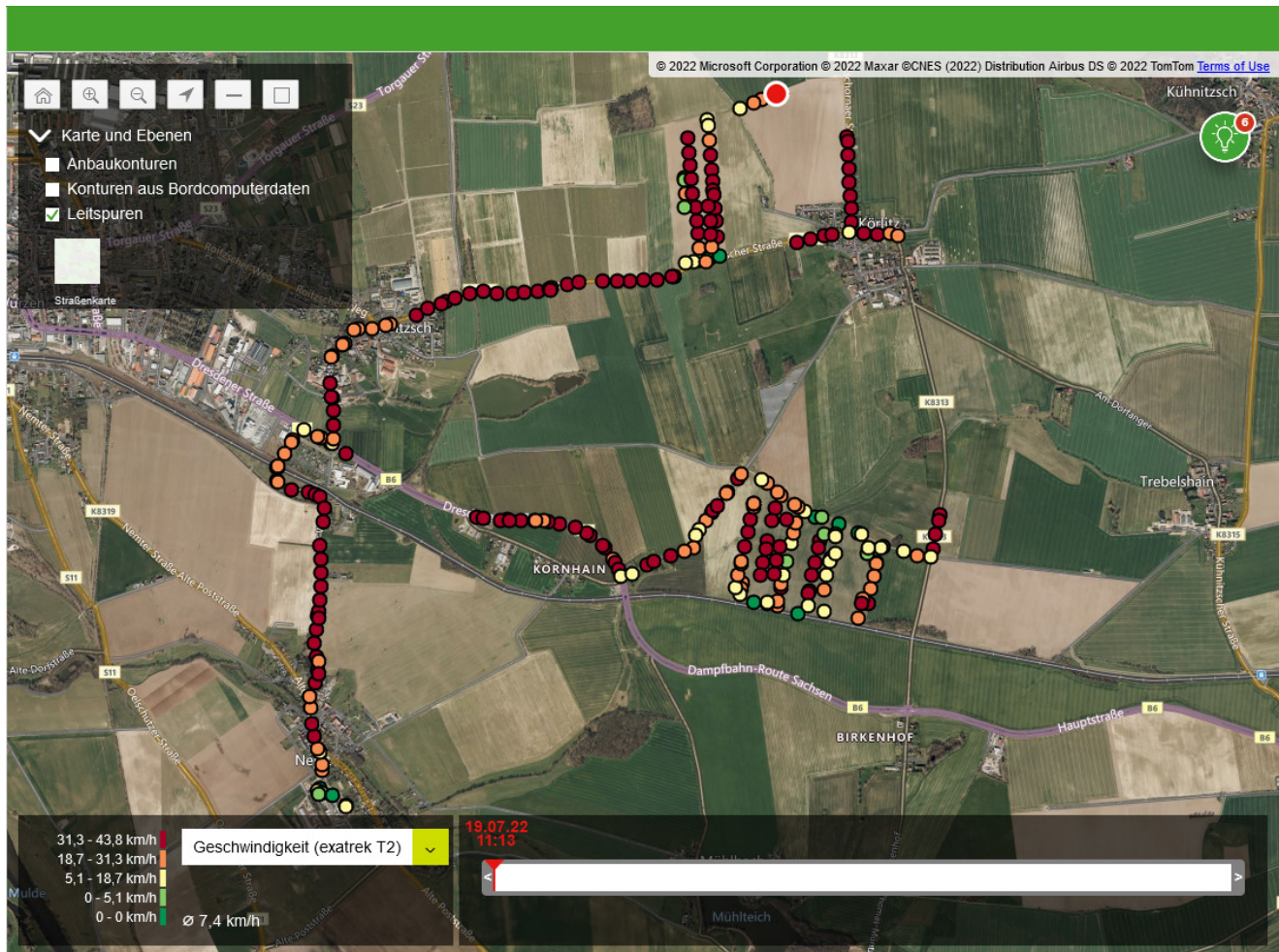


Abbildung 29: Anzeige von exatrek-Telemetriedaten im Next Machine Management

### 3.3.4 Unterstützender Einsatz von mobilen Endgeräten

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Frage: Wie kann der Einsatz von mobilen Endgeräten inklusive Apps zur Datenerfassung (Alternative zur automatisierten Datenerfassung, ggf. modifizierbare App) durch Arbeitskräfte realisiert werden? Welche Anforderungen bestehen bezüglich der Robustheit der verwendeten Geräte, der Gestaltung der Programmoberflächen und der Gestaltung der Arbeitsabläufe?

#### Ergebnis/Antwort

- In Abschnitt 3.3.2 werden der Einsatz von mobilen Endgeräten zur schlagspezifischen Dokumentation für die ASK und wie dies durch die Eingaben der Mitarbeiter in der Next MobileJob App umgesetzt wird beschrieben.

#### Anforderungen an mobile Endgeräte und Apps:

- Große Displays mit großen Bedienungsfeldern können besser genutzt werden
- Tablets werden gegenüber Smartphones bevorzugt
- Logische Menüführungen ohne umfangreiche Listen oder Untermenüs sind übersichtlicher
- Eine Vorauswahl von Geräten für bestimmte Maschinen erleichtert die Eingabe
- Eine Vorauswahl von Schlägen, wenn die Position des mobilen Endgeräts und damit umliegende Schläge erkannt werden, erleichtert die Eingabe
- Tablets werden teils auf der Maschine bzw. im Arbeitsalltag mitgeführt.
  - Schlagfestigkeit, Staub- und Spritzwasserunempfindlichkeit sind von Vorteil

## Kommentare der Systemnutzer

- Auswahl von Maßnahmen/Schlägen über Listen und Unterlisten mit langer Ladezeit ist nicht intuitiv bedienbar
- App wurde von den Mitarbeitern nur kurzzeitig genutzt

### 3.3.5 Flottenanalyse als Entscheidungsgrundlage

Relevant für die Generierung eines größtmöglichen Nutzens der Anwendungen ist die Verfügbarkeit von Werkzeugen zur Analyse der dokumentierten Daten und Erzeugung von Entscheidungsvorlagen. Die einzelnen Systeme wurden hinsichtlich der Verfügbarkeit und Nutzbarkeit dieser Funktionen untersucht. Die vorgefundenen Auswertungsmöglichkeiten werden in den folgenden Ausführungen näher aufgeführt.

#### exatrek

Mit exatrek lassen sich die erfassten Arbeitsprozessdaten veranschaulichen und in verschiedenen Kategorien auswerten. Die in exatrek verfügbare Webanwendung bietet dem Betrieb eine schlagspezifische Auswertung und eine Auswertung der Maschinendaten über alle einzelnen Arbeitsprozesse. Im Menü „Einstellungen“ lässt sich durch den Betriebsleiter angeben, in welchem Wirtschaftsjahr gearbeitet wird. Hierfür lässt sich der gewünschte Monat als Startzeitpunkt eintragen. Ebenfalls wird der Kraftstoffpreis für das gewählte Wirtschaftsjahr hinterlegt.

Unter dem Menüpunkt „Statistik“ lassen sich alle betrieblich erfassten Arbeitsgänge im Durchschnittswert einsehen. Es besteht die Möglichkeit, die gesamte Auswertung für das jeweilige Wirtschaftsjahr zu veranschaulichen oder einen bestimmten Zeitraum zu definieren. Der Nutzer kann durch diese Funktionen einsehen, wie die Flächenleistung pro Stunde, der Kraftstoffverbrauch je ha, der CO<sub>2</sub>-Austoß pro ha, der stündliche Dieserverbrauch sowie die gesamte bearbeitete Fläche in den einzelnen Prozessen charakterisiert ist. Die einzelnen Arbeitsprozesse lassen sich überblicken und die Maschinen innerhalb dieser Prozesse können, auf Grundlage der angesprochenen Parameter, verglichen werden. Ausweisbar sind die Betriebsstunden, die Flächenleistungen und der Dieserverbrauch je Stunde. Abbildung 30 zeigt den Vergleich des Dieserverbrauchs von drei unterschiedlichen Traktoren, welche zum Pflügen eingesetzt wurden.

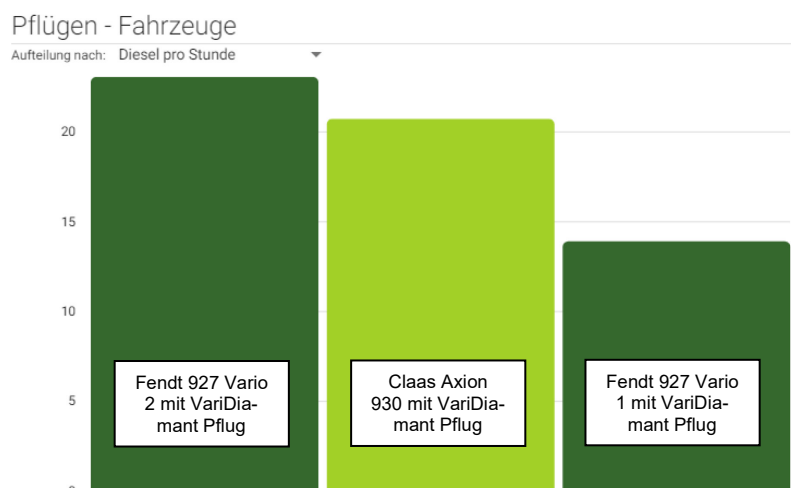
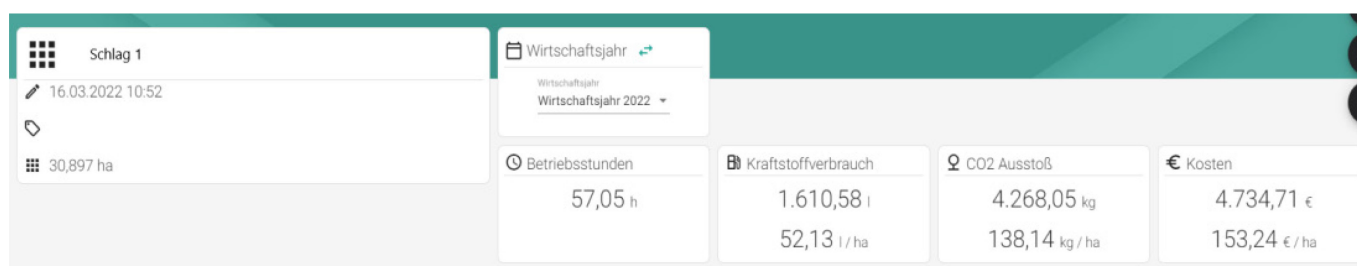


Abbildung 30: Vergleich Dieserverbrauch beim Pflügen aus exatrek

Der in der Auswertung von Abbildung 30 zugrunde gelegte Flächenumfang ist für den Fendt Vario 2 142 ha, für Claas Axion 137 ha sowie für den Fendt Vario 1 82 ha. Es werden signifikante Unterschiede im Kraftstoffverbrauch bei gleicher Arbeitsart aber unterschiedlichen Traktoren bzw. Fahrern sichtbar. Bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden können die Unterschiede in gewählten Arbeitstiefen und Arbeitsbreiten. Jedoch gewinnt der Nutzer in der exatrek Anwendung mit dieser Auswertung eine Motivation, diesen Unterschieden auf den Grund zu gehen. Diese Motivation sollte mit zunehmenden Kraftstoffpreisen steigen.

Im System können für alle Maschinen und Geräte individuelle Kostensätze hinterlegt werden. Unter dem Menüpunkt „Schlag“ können die einzelnen Flächen des Betriebes eingesehen werden. Es kann betrachtet werden, wie hoch die eingesetzten Betriebsstunden, der Kraftstoffverbrauch und die Gesamtkosten für die Maschineneinsätze auf der jeweiligen Fläche sind. Die Maschinenkosten lassen sich somit für jede Ackerfläche einsehen und quantifizieren. Berücksichtigt werden dabei die Maschinenkostensätze und die Kosten des Kraftstoffs. Der genaue Kraftstoffverbrauch des Arbeitsganges wird verrechnet und der Fläche spezifisch zugewiesen. Abbildung 31 zeigt eine Übersicht der Schlagsauswertung des Systems mit Daten aus dem Praxisbetrieb.



**Abbildung 31: Übersicht Schlagsauswertung eines Beispielschlags in exatrek**

Detaillierte Auswertungen auf Ebene einzelner Maßnahmen sind im System ebenfalls möglich. Abbildung 32 zeigt eine solche Auswertung für die Maßnahme der mineralischen Düngung auf einem ausgewählten Feld. Die Einsatzstunden werden durch das System mit den hinterlegten Maschinen- und Gerätekostensätzen sowie dem verbrauchten Kraftstoff verrechnet.

Name	Kostensatz	Menge	Kosten
Fendt 720 Vario	45,00 €/h	4,13 h	186,03 €
Düngerstreuer Amazone	1,00 €/ha	35,14 ha	35,14 €
Kraftstoff	1,80 €/l	32,14 l	57,86 €
<b>Gesamtkosten</b>			<b>279,03 €</b>

**Abbildung 32: Maßnahmenübersicht Düngung (Quelle: exatrek)**

Mit diesem Funktionsumfang bietet das System Möglichkeiten, die Arbeitserledigungskosten auf Feld- bzw. Maßnahmenebene zu dokumentieren. Voraussetzung ist, dass der Nutzer vorher die Maschinen- und Gerätekosten individuell bestimmt. Dazu sind die Abschreibungen, die Reparatur- und Instandhaltungsaufwendungen, die Lohnkosten des Maschinenführers sowie die Verzinsung des eingesetzten Kapitals zu berücksichtigen. Es wäre hilfreich, wenn das System hierfür ein Rechenschema (z. B. Formular) vorgeben würde, um die Kosten nach einer einheitlichen Struktur zu ermitteln. Sonst kann es leicht dazu kommen, dass die Maschinen- und Gerätekostensätze falsch kalkuliert werden und damit die Aussagen der betriebswirtschaftlichen Auswertung des Systems falsch sein können.

### **Agraroffice**

In der Schlagkartei von Next Farming kann die Erntejahr- und Kostenplanung durchgeführt werden. Betriebsmittel- (Saatgut, Pflanzenschutz, mineralische Düngemittel) und Maschinenkosten lassen sich in den Stammdaten hinterlegen, sodass diese bei der Buchung bestimmter Arbeitseinsätze auf das gewünschte Feld übertragen werden. Um während des gesamten Wirtschaftsjahres bestimmte Kostenpositionen im Blick zu behalten, besteht die Möglichkeit, Plan-Kostensätze anzusetzen und diese für die Maßnahmenbuchungen zu nutzen. Die einzelnen gebuchten Maßnahmen können dann mit den tatsächlich entstandenen Kosten noch einmal überarbeitet werden.

Um Abschreibungen jeder einzelnen Maschine einzubeziehen, werden Anschaffungswert, Anschaffungsdatum, und Nutzungsdauer der Maschine angegeben. Der jährliche AfA-Betrag wird mit diesen Angaben vom System berechnet. Durch die Eingabe der Daten wird ein Stunden- bzw. Hektarsatz für die Abschreibungskosten ermittelt. Der ermittelte Kostensatz kann dadurch bei jeder Buchung von Arbeitsprozessen für die bestimmte Maschine übernommen werden.

Die tatsächlichen Kosten, die je Maschine entstehen, können nachträglich eingepflegt und verwendet werden. Hier werden Reparaturen und Kraftstoffverbräuche berücksichtigt. Mit diesen Informationen lassen sich Maschinenabrechnungen für bestimmte Zeiträume erstellen, um die angesetzten Plan-Kosten mit den Ist-Zuständen zu vergleichen.

Sind die Informationen aller Aufwandspositionen vorhanden sowie Ernteerträge und Erlöse eingepflegt, lassen sich in der Schlagkartei die Produktionskosten je Fruchtart ermitteln und anhand von Diagrammen darstellen. Für die Ergebnisausweisung kann auch eine Untergliederung in bestimmte Schläge erfolgen.

### **3.3.6 Nichtproduktive Spezialzeiten**

Unter nichtproduktiven Spezialzeiten können z. B. Stillstands-, Rüst- oder Reparaturzeiten verstanden werden. Im Folgenden soll geklärt werden, ob aus den Maschinendaten nichtproduktive Spezialzeiten abgeleitet werden können oder ob es Alternativen gibt.

#### **Ergebnis/Antwort**

- Im exatrek-Portal können für jede Tagesaktivität folgende Zeitanteile dargestellt werden:
  - Feldeinsatz: Arbeiten, Wenden, Warten
  - Straßenfahrt: Fahren, Warten
  - Hof: Vorbereitungszeit
- Die gleichen Anteile können für Arbeiten in Kombination mit einem Gerät und für ein Wirtschaftsjahr zusammengefasst werden
- Hohe Warte- und Vorbereitungszeiten können auf unproduktive Zeiten hinweisen
  - Was während dieser Zeiten stattfand, kann nicht näher abgeleitet werden



### **Alternative:**

- Eintragungen über Next MobileJob App:
  - Entsprechende Arbeitsart muss in Auswahlliste aufgenommen werden
  - Übersichtlichkeit und Eindeutigkeit der Listen muss für Mitarbeiter gewährleistet werden
  - Zeiteinheiten können im Nachgang nichtproduktiven Spezialzeiten zugeordnet werden

### **3.3.7 Datenerfassung und -übertragung**

Ein wichtiger Teil ist die Datenübertragung in das Zielsystem. Dabei spielen Datenumfang und Auswahlmöglichkeit des passenden Datenformats für das Zielsystem eine entscheidende Rolle. Diese Fragestellungen sollen in diesem Abschnitt näher beleuchtet werden. Zudem soll der Einfluss von schlechtem Mobilfunknetz bewertet werden.

#### **exatrek:**

- Die Datenerfassung beginnt und endet mit dem Ein- bzw. Ausschalten der Zündung.
- Schlagspezifische Arbeiten werden nur erfasst, wenn sich die Maschine innerhalb der Schlaggrenzen befindet
- Erfasst werden:
  - Standort
  - Arbeitszeit
  - Diverse Sensordaten von Maschine und Anbaugerät (Hubwerkstellung, Ausbringmengen etc.)
    - Insofern die Daten für das T2-Modul zur Verfügung stehen
- Das Hochladen und Auswerten der Daten erfolgen ca. 20 min nach Abschalten der Maschine
- Folgende Livedaten werden übertragen:
  - Standort aller Maschinen mit Anbaugerät, Geschwindigkeit, Zustand
  - Zeitverzögerung, falls keine Rückmeldung der Maschine vorhanden ist
- Bei lückenhafter Mobilfunkabdeckung werden die Daten zwischengespeichert und später versendet
  - Für die Datenauswertung konnten keine Nachteile festgestellt werden
  - In der Liveansicht der Maschinenstandorte werden die Standorte erst verzögert aktualisiert
  - Auf Absprachen zwischen Maschinenführern vor engen Straßenpassagen kann in kritischen Gebieten nicht verzichtet werden

#### **Next MobileJob App**

- Im Auftragsprotokoll können alle betriebswirtschaftlich notwendigen Angaben eingetragen werden.
- Bei schlechtem Mobilfunknetz werden Daten gepuffert und später versendet.
  - Für die Weiterverarbeitung konnten keine Nachteile festgestellt werden.
- Festgestellter maximaler Datenverbrauch je Endgerät: 350 MB/Monat
- Abhängig von eingesetzten Zusatzanwendungen ist je Endgerät ein verfügbares Datenvolumen von mindestens 500 MB/Monat ratsam

## Übertragung ins Agraroffice

- Maßnahmen werden in exatrek schlaggenau aufgelistet (siehe Abbildung 33).

The screenshot displays the exatrek software interface. At the top, it shows the user profile '324-1 / Schlagname' and the current economic year 'Wirtschaftsjahr 2022'. Summary statistics are provided: Betriebsstunden (16,9 h), Kraftstoffverbrauch (660,77 l / 22,96 l/ha), and CO2 Ausstoß (1.751,05 kg / 60,84 kg/ha). A table lists various agricultural processes, with one entry for 'Grubben' (weeding) on 22.06.2022, performed with a 'Traktor Vector 6,2', taking 4,24 hours and covering 22,5 ha, with a cost of 533,46 €. To the right, a satellite map shows the location of the field. A red box highlights the 'Grubben' entry in the table. In the top right corner, there are export options for 'KML Datei', 'CSV Datei (Maßnahmen auf de...', and 'ISOXML Datei (Maßnahmen auf...'.

Abbildung 33: Beispielmaßnahme in exatrek

- Über die Export-Funktion kann die Maßnahmenliste im .csv-Format oder als ISOXML mit allen Maßnahmen exportiert werden
- Zur Übertragung ins Agraroffice muss zwingend das ISOXML-Format gewählt werden
  - Zusätzlich sind Datensätze aus Position, Kraftstoffverbrauch, Geschwindigkeit vorhanden und können zur Kartierung genutzt werden
- Über die Geräteauswahl „ISO-Bordcomputer“ kann die Datei geladen und importiert werden
  - Die Maßnahmen erscheinen als ungebuchte Maßnahmen
  - Wenn Schlag-, Maschinen-, Geräte- oder Mitarbeiternamen nicht identisch sind, dann:
    - Kann Bezeichnung aus exatrek zu Stammdaten im Agraroffice zugeordnet werden (Zuordnung wird für spätere Importe gespeichert)
    - Kann ein neuer Stammdatensatz im Agraroffice angelegt werden
    - Daten können korrigiert oder fehlende Angaben ersetzt werden
- Korrektur und anschließendes Buchen erfolgen für jede Maßnahme separat (siehe Abbildung 34)

The screenshot shows the Agraroffice software interface for a booked measure. The measure is 'Grubben' (weeding) on 22.06.2022, with a duration of 4,24 hours and a cost of 11,5747 ha. The measure is marked as 'korrigiert' (corrected). A table below shows machine details for 'Fendt Vario 527 A' and 'Grubber - Köderling 5m'. The table has columns for Maschine, Arbeitstiefe, Leistung, Kraftstoff, Kraftstoff/Leistung, Dieselpreis/l, Kostensatz, Kosten/ha, and Gesamtkosten.

Maschine	Arbeitstiefe	Leistung	Kraftstoff	Kraftstoff/Leistung	Dieselpreis/l	Kostensatz	Kosten/ha	Gesamtkosten
Fendt Vario 527 A	0,00 cm	4,24 h	177,766 l	41,926 l/h				
Grubber - Köderling 5m	0,00 cm	4,24 h	0,000 l	0,000 l/h				

Abbildung 34: Gebuchte Maßnahme im Agraroffice (Betrieb 3)

- Über die Next MobileJob App erfasste Aufträge werden über die Geräteauswahl „Online Connector“ geladen und wie ISOXML-Dateien einzeln gebucht
- Es ist ratsam, die angefallenen Maßnahmen in wöchentlichem Rhythmus zu kontrollieren und zu buchen

### 3.3.8 Automatisierte Arbeitszeiterfassung und Arbeitsrecht

Grundlegende Ausführungen zur Thematik der Erfassung von Arbeitszeiten sowie rechtlichen Aspekten umfasst 3.1.8.

Um personenbezogene Daten vor unbefugtem Zugriff zu schützen, verfügen Agraroffice und exatrek über entsprechende Rechte- und Rollenkonzepte.

exatrek erfasst zunächst nur Maschinendaten, die jedoch durch Arbeitsaufträge personenbeziehbar sind. Zudem ist es möglich, sich über die exatrek-App mit ggf. personengebundenen Endgeräten mit dem T2-Modul zu verbinden, also eine Zuordnung zur Maschine und deren Standortdaten herzustellen.

In Bezug auf die Einhaltung der DSGVO spielt bei Cloudsoftware der Serverstandort eine Rolle (s. Abschnitt 3.1.8). Das cloudbasierte exatrek nutzt genauso wie Next Farming mit der MobileJob App einen Serverstandort in Deutschland, womit die Anbieter der DSGVO unterliegen. Agraroffice wird lokal durch einen spezialisierten IT-Dienstleister betrieben, so dass die meisten die DSGVO betreffenden Pflichten im Verantwortungsbereich des Dienstleisters liegen.

### 3.3.9 Erfassung teilflächenspezifischer Betriebsmittelverbräuche

Betriebsmittelverbräuche, z. B. Kraftstoffverbrauch, lassen sich in exatrek farbig aufbereitet darstellen, siehe Abbildung 35.

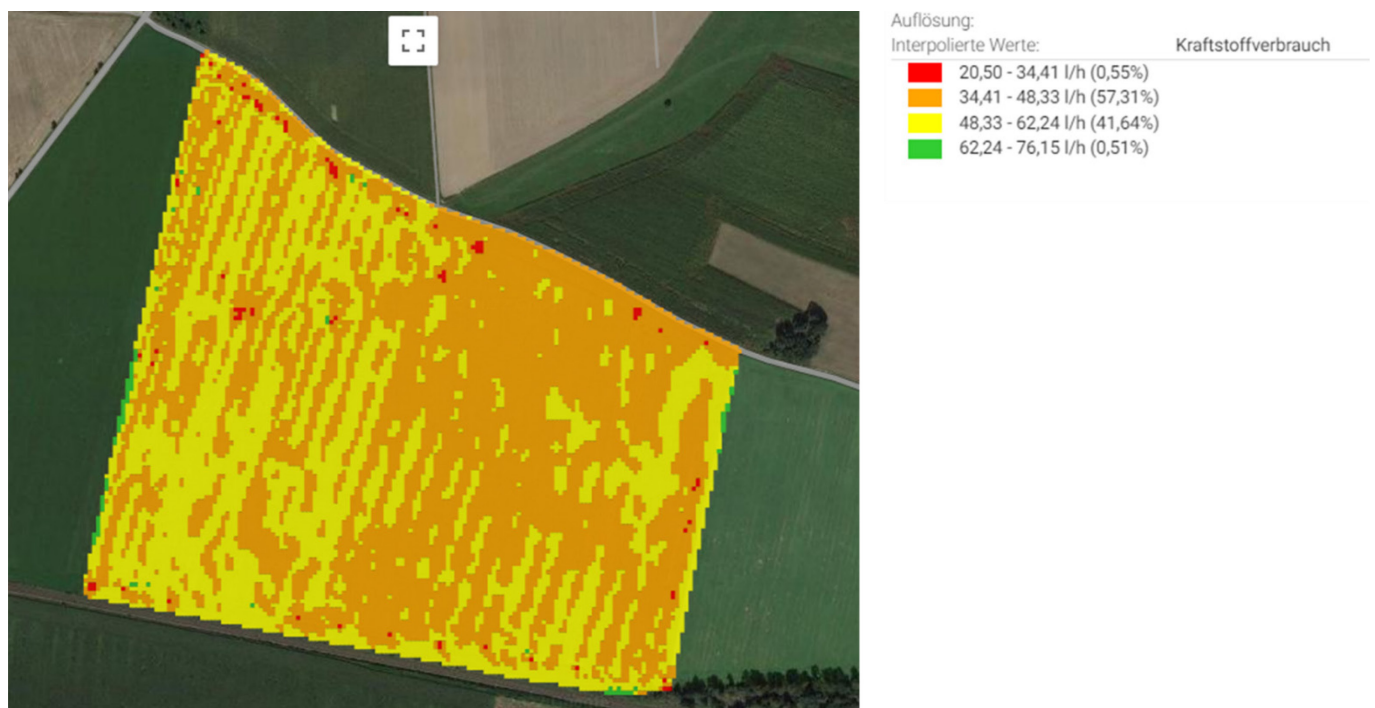


Abbildung 35: Teilflächenspezifischer Kraftstoffverbrauch in exatrek

- Zusätzlich können weitere Daten farbig kartiert dargestellt werden, z. B.:
  - Geschwindigkeit
  - Motorauslastung
  - Ausbringmengen (wenn vorhanden)
- Ertragskartierung oder kartierte Kraftstoffverbrauch werden bisher nicht aus exatrek genutzt

### 3.3.10 Prozesskostenauswertung

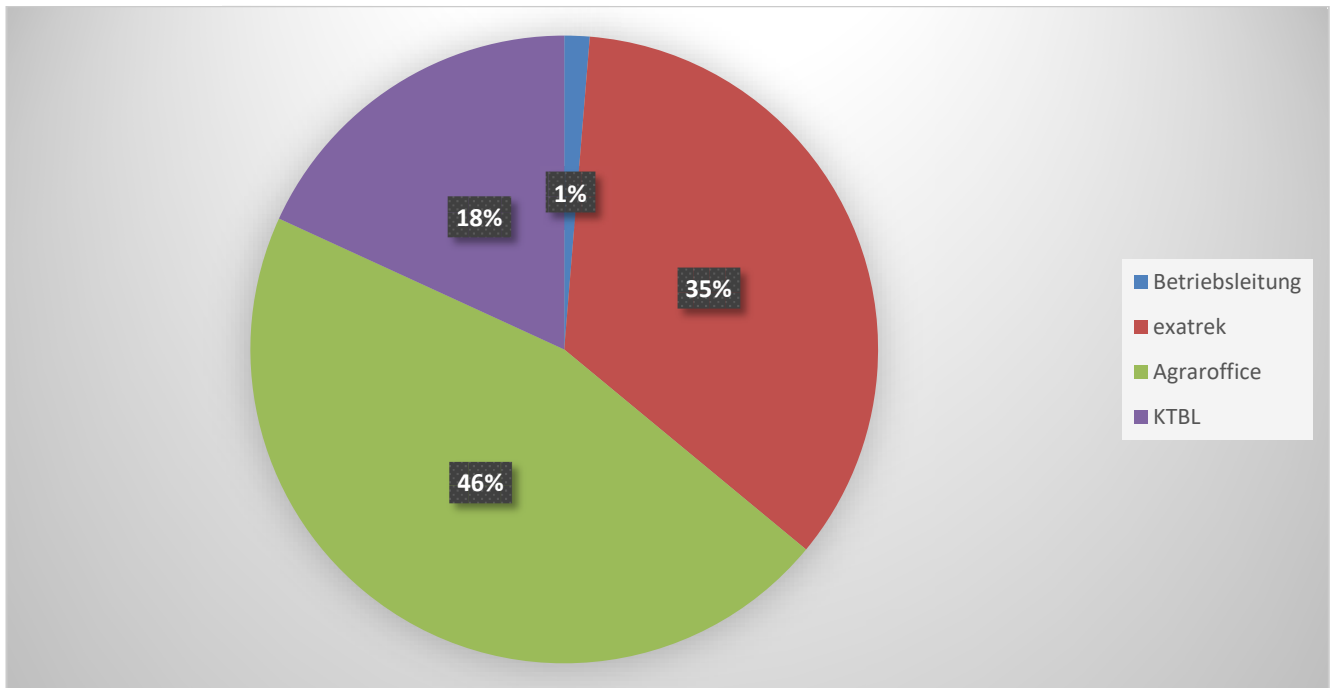
Durch die Erfassung der Daten mit exatrek, soll es machbar sein, notwendige Informationen als Grundlage für eine Prozesskostenauswertung vollständig automatisiert zu erfassen. Innerhalb der Etablierungszeit des Systems und der Projektlaufzeit war dies nicht vollständig möglich, dennoch zeigt das System Ansätze der präzisen Ablaufferfassung. Für die vorliegenden Auswertungen werden, wie in den Projektbetrieben 1 und 2, die Daten auf unterschiedlichen Wegen generiert. Tabelle 31 veranschaulicht, was als Quelle der notwendigen Informationen zur Durchführung der Prozesskostenanalyse bei Betrieb 3 nutzbar war.

**Tabelle 31: Übersicht Datenquellen für Prozesskostenauswertung.**

Datenauswertung Projektbetrieb 3 - Übersicht der Datenquellen	
Ertrag	Informationen Betriebsleitung
Preis	Aktuelle Preise der KW 38, 2022 (AMI), Informationen Betriebsleiter
Marktleistung	Ertrag x Preis
Saatgut	Standardwerte, Agraroffice, Informationen Betriebsleiter
Düngemittel	Agraroffice
Pflanzenschutz	Agraroffice
Versicherung nach Erlös	Standardwerte mit betrieblichem Erlös verrechnet
Zwischensumme	Summe aus Saatgut, DM, PSM und Versicherungskosten
Zinsansatz	Eigene Unterstellung: 3 Monate, 6 % Zinssatz
Summe Direktkosten	Zwischensumme + Zinsansatz
Lohnkosten	Verrechnet auf die Arbeitszeiten, Lohnansatz von 21 €/h
Reparaturen	Standardwerte auf Maschinenkombinationen angepasst
Betriebsstoffe (Diesel)	Übernahme der durchschnittlichen/tatsächlichen Verbräuche aus exatrek
Zinsansatz	Eigene Unterstellung: 3 Monate, 6 % Zinssatz
Feste Maschinenkosten (AfA, Unterhaltung, Zins)	Standardwerte auf Maschinenkombinationen angepasst
Arbeitszeitbedarf	Datenquellen unterschiedlich: teilweise Agraroffice und exatrek, Anpassungen von Betriebsleitung
Arbeitserledigungskosten	Summe aus Lohnkosten, Reparaturen, Betriebsstoffen, Zinsansatz und festen Maschinenkosten
Prozesskosten	Summe Direktkosten und Arbeitserledigungskosten
prozesskostenfreie Leistung	Marktleistung - Prozesskosten

Betrieb 3 liefert durch die Systeme rund 1.000 Datensätze. Die Datensätze wurden manuell geprüft, korrigiert, doppelt gebuchte Maßnahmen auskorrigiert und nicht vorhandene, sowie lückenhafte Informationen ergänzt. Aus ASK und Exatrek wurden die Informationen als Exceldateien geladen und für die Verrechnung der Prozessdaten miteinander verknüpft und mit einem geringen Anteil an Daten, die analog von der Betriebsleitung kamen zusammengeführt. Informationslücken in den Systemen, die nachträglich nicht mehr durch betriebliche Daten ergänzt werden konnten, wurden mit Standardwerten des KTBL (KTBL, 2022) aufgefüllt.

Abbildung 36 veranschaulicht die prozentualen Anteile der Rohdaten, welche zur weiteren manuellen Berechnung verwendet werden konnten.



**Abbildung 36: Datenquellen der Prozesskostenauswertung**

Abbildung 37 zeigt einen Grubbereinsatz auf zwei Schlägen nach der Ernte 2022. Im Einsatz war ein Fendt 1046 Vario in Kombination mit einem Horsch Terrano 6.4 GX.



**Abbildung 37: Beispielübersichten Bodenbearbeitung aus dem System exatrek**

Durch die Statistik der exatrek-Webanwendung kann der Nutzer einzelne Maschinen in den unterschiedlichen Arbeitsgängen vergleichen. Tabelle 32 veranschaulicht die Überfahrten mit dem Horsch Terrano 6.4 GX in Kombination mit drei Traktoren. Ersichtlich wird, dass der Fendt 927 Vario I im Maschinenvergleich die höhere Flächenleistung erzielen kann.

**Tabelle 32: Maschinenvergleich dreier Maschinenkombinationen zur gleichen Arbeitsart im Betrieb 3**

Maschine	Anbaugerät	Kraftstoffverbrauch	durchschnittliche Flächenleistung	ausgewerteter Flächenumfang
Fendt Vario 927 I	Horsch Terrano 6.4 GX	7,62 l/ha	4,17 ha/h	111 ha
Fendt Vario 927 II	Horsch Terrano 6.4 GX	9,79 l/ha	2,85 ha/h	242 ha
Fendt Vario 1046	Horsch Terrano 6.4 GX	12,48 l/ha	3,68 ha/h	1.470 ha

Werden für diese Maschinen fixe und variable Kosten zu den gemessenen Flächenleistungen und Kraftstoffverbräuchen angesetzt (Tabelle 33), lässt sich festhalten, dass der Fendt Vario 927 I die geringsten Kosten während des Arbeitsgangs verursacht. Durch den geringeren Arbeitszeitbedarf und den dokumentierten niedrigen Kraftstoffverbrauch können hier Gesamtkosten in Höhe von 39 Euro je ha ausgewiesen werden.

**Tabelle 33: Kostenvergleich für drei verschiedene Maschinenkombinationen zur Arbeitsart Grubbern mit dem Horsch Terrano 6.4 GX**

Maschine	Arbeitszeit (h/ha)	fixe Kosten (€/ha)	variable Kosten (€/ha)	Kraftstoffaufwand (€/ha)	Lohnkosten (€/ha)	Gesamtkosten €/ha)	ausgewerteter Flächenumfang
Fendt Vario 927 I	0,24	10,92	9,60	13,72	5,04	39,28	111 ha
Fendt Vario 927 II	0,35	14,00	11,25	17,57	7,35	50,17	242 ha
Fendt Vario 1046	0,27	12,88	10,05	22,46	5,67	51,06	1.470 ha

Die Kosten eines einzelnen Arbeitsganges mit unterschiedlichen Zugmaschinen und unterschiedlichen Fahrern variieren also zwischen 39 und 51 Euro pro ha, was 30 % Unterschied entspricht. Dabei berücksichtigt werden muss allerdings der jeweilige Flächenumfang (111 bis 1.470 ha), der der Auswertung zugrunde liegt. Damit ergeben sich folgende Fragen:

- Wurde von allen Fahrern die optimale Tiefe eingestellt?
- Welche natürlichen Gegebenheiten konnten die unterschiedlichen Schläge aufweisen (Größe, Topografie, Bodenart, ...)?
- Ist die große Zugmaschine unter den gegebenen Bedingungen ggf. übermechanisiert?
- etc.

Das Vorhandensein solcher Auswertungen kann eine vollkommen neue Sensibilisierung für weitere Optimierungsschritte sein, die aus betriebswirtschaftlicher Sicht sinnvoll sind. Insbesondere bei steigenden Kraftstoffpreis- oder Lohnniveaus differenzieren sich Unterschiede im Arbeitszeitbedarf wie auch im Kraftstoffverbrauch aus betriebswirtschaftlicher Sicht immer weiter aus.

## Ergebnis Prozesskostenauswertung

Bei der Aufstellung der Prozesskosten werden, wie in den vorherigen Auswertungen (siehe Projektbetrieb 1 und 2), die Vergleichswerte der sächsischen landwirtschaftlichen Betriebe einbezogen. Tabelle 34 weist die Auswertungen für drei Schläge mit Winterrapsanbau aus. Alle drei Schläge konnten in der aktuellen Ernte vergleichbare Ertragsniveaus erzielen.

Der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln ist durch die ASK im Unternehmen detailliert aufgeführt, um insbesondere den gesetzlichen Dokumentationspflichten nachzukommen. Organische Düngemittel wurden, wie bereits bei Projektbetrieb 2 beschrieben, mit den aktuellen Reinnährstoffkosten angesetzt. Beim Vergleich mit den sächsischen Daten wird sichtbar, in welchem Ausmaß die Düngemittelkosten im ausgewerteten Anbauzeitraum im Vergleich zu Vorjahresniveaus gestiegen sind.

Die Arbeitszeitaufwendungen und damit auch die Lohnkosten bleiben, mit den erfassten Arbeitsmaßnahmen von der Saatbettbereitung bis zur Ernte, im Vergleich zu den sächsischen Betrieben auf einem niedrigeren Niveau. Nach den erfassten Prozesskosten können für die drei Schläge durchschnittlich rund 442 Euro je ha an prozesskostenfreier Leistung ausgewiesen werden.

**Tabelle 34: Prozesskostenauswertung Winterrapsanbau auf Schlagebene - Projektbetrieb 3**

Raps 2022	Einheiten	Schlag 1 (28,2 ha)	Schlag 2 (29,32 ha)	Schlag 3 (53,15 ha)	Vergleich Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	34	34	35	35
Preis	€/dt	57	57	57	57
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.942</b>	<b>1.925</b>	<b>1.960</b>	<b>1.978</b>
Saatgut	€/ha	86	86	86	67
Düngemittel	€/ha	541	666	662	193
Pflanzenschutz	€/ha	211	200	196	196
Versicherung	€/ha	52	51	52	29
<i>Zwischensumme</i>	<i>€/ha</i>	<i>890</i>	<i>1.003</i>	<i>995</i>	<i>485</i>
Zinsansatz	€/ha	13,4	15,0	14,9	7,3
<i>Summe Direktkosten</i>	<i>€/ha</i>	<i>904</i>	<i>1.018</i>	<i>1.010</i>	<i>492</i>
Lohnkosten	€/ha	54	65	60	95
Reparaturen	€/ha	48	60	58	89
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	131	148	141	76
Zinsansatz	€/ha	3,5	4,1	3,9	3,9
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	254	299	264	-
Arbeitszeit	h/ha	2,6	3,1	2,9	4,5
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	<i>€/ha</i>	<i>490</i>	<i>576</i>	<i>528</i>	
<i>Prozesskosten</i>	<i>€/ha</i>	<i>1.394</i>	<i>1.594</i>	<i>1.538</i>	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>549</b>	<b>331</b>	<b>422</b>	

In Tabelle 35 wird die Prozesskostenauswertung für den Anbau von Winterweizen auf drei Schlägen den sächsischen Vergleichsdaten gegenübergestellt. Hier liegen die erfassten Arbeitszeiten der Winterweizenschläge näher bei denen der Vergleichsbetriebe. Die durchschnittliche Arbeitszeit der drei Schläge

liegt bei 4,26 h/ha, die Vergleichsbetriebe weisen eine Zeit von 4,20 h/ha aus. Der kleinste Schlag der vorliegenden Ergebnisse hat an dieser Stelle den höchsten Arbeitszeitbedarf, was sich in den höheren Arbeitserledigungskosten widerspiegelt und aufgrund des erhöhten Aufwands bei der Bearbeitung (höhere Anzahl an Wendezeiten im Vergleich zur Geradeausfahrt) erklären lässt.

Die höchsten prozesskostenfreien Leistungen erzielt Schlag 3, durch die Ertragsleistung von 80,60 dt/ha und durch die geringeren Kostenpositionen. Hierzu wurden interessanter Weise auch die niedrigsten Düngemittelaufwendungen dokumentiert. Insgesamt liegen die Aufwendungen für Pflanzenschutzmittel auf einem höheren Niveau, als es bei den sächsischen Vergleichsbetrieben der Fall ist.

**Tabelle 35: Prozesskostenauswertung Winterweizen auf Schlagebene - Projektbetrieb 3**

<b>Weizen 2022</b>	<b>Einheiten</b>	<b>Schlag 1 (1,46 ha)</b>	<b>Schlag 2 (3,3 ha)</b>	<b>Schlag 3 (10,6 ha)</b>	<b>Vergleich Betriebe Sachsen</b>
Ertrag	dt/ha	49	59	81	75
Preis	€/dt	33	33	33	32
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>1.601</b>	<b>1.947</b>	<b>2.660</b>	<b>2.423</b>
Saatgut	€/ha	104	104	105	82
Düngemittel	€/ha	183	221	94	208
Pflanzenschutz	€/ha	214	172	172	148
Versicherung	€/ha	13	16	22	18
<i>Summe</i>	€/ha	514	513	392	455
Zinsansatz	€/ha	7,7	7,7	5,9	6,8
<i>Summe Direktkosten</i>	€/ha	522	521	398	462
Lohnkosten (21€/h)	€/ha	92	90	86	88
Reparaturen	€/ha	89	88	85	84
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	189	185	183	72
Zinsansatz	€/ha	5,6	5,4	5,3	3,7
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	297	294	289	
Arbeitszeitbedarf	h/ha	4,4	4,3	4,1	4,2
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	€/ha	673	663	647	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	1.195	1.184	1.045	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>405</b>	<b>763</b>	<b>1.614</b>	

Tabelle 36 weist die Prozesskostenauswertungen für einen 21,75 ha großen Kartoffelschlag aus. Zur Zeit der Pflanzung war exatrek vollständig im Betrieb etabliert und konnte insbesondere zu diesem Schlag viele Maschineneinsätze aufzeichnen. Im Nachhinein bestand hier die Herausforderung, nicht erkannte Maschinen, die unter Leerfahrten kategorisiert waren, schlüssig zuzuordnen. Diese Korrektur kam nachträglich nach Rücksprache mit der Betriebsleitung, um die einzelnen Arbeitsgänge in ihren Kosten vollständig bewerten zu können. Der Kartoffelanbau wird im Betrieb nach den Regeln des ökologischen Landbaus durchgeführt. Neben organischen Düngemitteln kamen Pflanzenschutzmittel mit Zulassung für diese Bewirtschaftungsform zum Einsatz. Weitere Pflegemaßnahmen, wie mehrere Überfahrten mit dem Dampfpflug und dem Hackgerät, lassen die Kultur in den Arbeitserledigungskosten relativ kostenintensiv werden. Dennoch können die erzielten Erlöse die Prozesskosten vollständig decken und eine Leistung von rund 2.464 Euro je ha erzielen.



**Tabelle 36: Prozesskostenauswertung auf Schlagenebene Öko-Kartoffeln - Projektbetrieb 3**

Kartoffeln 2022	Einheiten	Schlag 1 (21,75 ha)	Vergleich Betriebe Sachsen
Ertrag	dt/ha	225	200
Preis	€/dt	37	39
<b>Marktleistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>8.213</b>	<b>7.800</b>
Pflanzgut	€/ha	2.375	2.940
Düngemittel	€/dt	634	0
Pflanzenschutz (ökologisch)	€/ha	540	211
Versicherung	€/ha	67	56
<i>Zwischensumme</i>	€/ha	3.617	3.207
Zinsansatz	€/ha	54,2	48,1
<i>Direktkosten</i>	€/ha	3.671	3.255
Kosten Lohnarbeiten	€/ha		104
Lohnkosten	€/ha	361	359
Reparaturen	€/ha	297	189
Betriebsstoffe (Diesel)	€/ha	528	108
Zinsansatz	€/ha	17,8	9,8
Feste Maschinenkosten (Afa, Unterhaltung, Zins)	€/ha	874	0
Arbeitszeit	h/ha	17,2	17,1
<i>Arbeitserledigungskosten</i>	€/ha	2.078	
<i>Prozesskosten</i>	€/ha	5.749	
<b>Prozesskostenfreie Leistung</b>	<b>€/ha</b>	<b>2.464</b>	

Auch wie bei Projektbetrieb 2 wurden in dieser Auswertung aufgrund fehlender Informationen die Aufwendungen für die eingesetzte Beregnung auf dem Kartoffelschlag nicht mitberücksichtigt.

### 3.3.11 SWOT-Analyse

#### Agraroffice

<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vielseitige Nutzungsmöglichkeiten</li> <li>■ Betriebswirtschaftliche Auswertungen für Fruchtarten lassen sich generieren</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Bei unregelmäßiger Pflege ist es schwierig/zeitintensiv vorhandene Datenlücken wieder „auszubessern“</li> </ul>
<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsabläufe lassen sich gut überblicken und nachvollziehen</li> <li>■ Fehlende Daten können laufend nachgepflegt werden</li> <li>■ Integration der fixen Maschinenkosten im System möglich</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Für Betriebsleiter ist die Dokumentation und Übertragung von Daten in die ASK sehr zeitintensiv</li> </ul>

## exatrek

<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Auf allen Betrieben einsetzbar</li><li>■ Kein Zusatzaufwand für die Fahrer, da Aufzeichnung automatisch erfolgt</li><li>■ Es sind keine Eingaben durch den Fahrer notwendig</li><li>■ Anbieter, der sich ausschließlich auf die Entwicklung und den Vertrieb einer Dokumentationslösung fokussiert</li><li>■ Keine Kopplung mit Maschinenkaufentscheidungen oder „Lock-in-Effekte“ zur Betriebsausstattung</li></ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Datenlücken</li><li>■ Qualität hängt ab von den bereitgestellten Daten, z. B. ungenaue Werte werden unter Umständen nicht als solche erkannt (Düngertreuer)</li></ul> Fehlerhafte Geräteerkennung durch Beacons möglich
<b>Stärken</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Erkennt Tätigkeiten auf dem Feld und dokumentiert diese</li><li>■ Erkennt Anbaugeräte mit Beacon und damit Maßnahmen automatisch</li><li>■ Ohne Anbaugerät oder Gerät ohne Beacon wird Leerfahrt erkannt</li><li>■ Herstellerunabhängig</li><li>■ Übersichtliche Web-Oberfläche</li><li>■ Differenzierung von Arbeits-, Wende- und Stillstandszeit auf dem Feld und Transportzeit zwischen Feldern/Orten</li><li>■ Schlagspezifische Dokumentation und Export als CSV-Datei und ISOXML</li><li>■ Maschinen- und geräteindividuelle Kostensätze können hinterlegt werden</li></ul>	<b>Schwächen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Nur maschinengebundene Arbeiten können erfasst werden</li><li>■ Keine Einbindung der Transportzeit in Schlagdokumentation</li></ul>

Die Grenzen von exatrek bilden im Moment die Zuordnung von Transportzeiten. Laut Hersteller soll eine Zuordnungsmethode demnächst auf den Markt kommen.

## Next MobileJob App

<b>Chancen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Mobile Erweiterung zum weitverbreiteten Agraoffice</li><li>■ Realitätsnahe Dokumentation möglich</li></ul>	<b>Risiken</b> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Nutzung der App kann im Alltagsgeschäft schneller vergessen werden → Datenlücken</li><li>■ Wenn Stammdaten nicht gepflegt sind, ist keine vollumfängliche Nutzung möglich</li><li>■ Qualität der Auswahllisten abhängig vom Betrieb</li></ul>
---	--

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arbeitsaufwand im Büro wird verringert</li> <li>■ ASK wird direkt vom Feld ausgeführt</li> <li>■ Nachträgliche Dokumentation möglich</li> <li>■ Fahrer können Transportzeiten oder länger dauernde Maßnahmen unabhängig von der Maschine festhalten</li> <li>■ Dokumentation nicht zeitkritisch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verlagerung der exakten Dokumentationsarbeit vom Büro aufs Feld</li> <li>■ Auswahllisten wachsen an und werden unübersichtlich</li> <li>■ Keine Mehrfachauswahl von Feldern unterschiedlicher Kulturen möglich</li> </ul>

Die Grenze der Next MobileJob App bildet die Akzeptanz der Mitarbeiter. Der langwierige Dokumentationsprozess wird als umständlich und zeitaufwändiger als das Schreiben von Tätigkeitszetteln empfunden. Die Arbeitslast wird vom Büro zu den Fahrern verschoben.

### 3.4 Kosten-Nutzen-Analyse

Die Kosten der Systeme unterteilen sich in einmal anfallende Anschaffungskosten und jährliche Gebühren. Außerdem können zusätzliche Kosten bei der Inbetriebnahme entstehen.

So müssen:

- Hardware auf Maschinen und Geräten installiert (exatrek, Claas Telematics),
- Software auf mobilen Endgeräten installiert (Next MobileJob App, Agrarmonitor),
- Software eingerichtet
- Stammdaten gepflegt (alle Systeme) und
- Mitarbeiter geschult werden.

Hierzu können keine pauschalen Aussagen hinsichtlich des Aufwands gemacht werden, da dieser von der individuellen Situation des Betriebes abhängig ist.

Die Fragestellung, welcher reale Zeitaufwand hinter der Einführung eines der beschriebenen Systeme steht, kann nicht abschließend beantwortet werden. Das Stoppen von Zeitanteilen für einzelne Arbeitsschritte, wie zum Beispiel das Einpflegen von Stammdaten, und Aufsummieren zu einer Gesamtheit beschreibt den Einführungsprozess nur unvollständig. Es sind eine Reihe betriebsindividueller Rahmenbedingungen zu ermitteln und Entscheidungen zu treffen, wie zum Beispiel:

- Was ist mit der eigenen Technik möglich?/ Welcher Erfassungsumfang wird angestrebt?
- Welche(n) Wissensstand/Erfahrungen/Präferenzen haben Mitarbeiter und Verantwortliche bereits?
- Welche Betriebe oder Betriebszweige sind zuzuordnen?

Die Antworten stehen zum Teil nicht direkt zu Beginn der Systemeinführung zur Verfügung, sondern ergeben sich im laufenden Betrieb, bzw. es sind eine Reihe von Iterationsschleifen einzuplanen. Auf der Grundlage der bisherigen Erfahrungen und Erkenntnisse soll anhand wesentlicher Arbeitsschritte eine Schätzung und Extrapolation des Aufwandes gegeben werden:

Für die Systeminstallation auf dem Betrieb und Schulung der Mitarbeiter sollte mindestens 1 Arbeitstag eingeplant werden.

Während der ersten Wochen/Monate sollte sich der Verantwortliche (z. B. Betriebsleiter) ein Zeitfenster von 1 Tag bis 1 Stunde pro Woche vorhalten für:

eigene Einarbeitung

Kontrolle und Fehlerkorrektur

Rücksprache mit Mitarbeitern, Anbietern, Maschinenherstellern.

Während der ersten Saison ist es ratsam, sich zeitnah (max. 1 Woche Verzug) die laufenden Prozesse anzuschauen und zu optimieren, damit sich Mitarbeiter/Maschinen/Routinen aufeinander einspielen können.

Werden alle Maßnahmen in der gewünschten Detailschärfe erfasst?

Werden die Systeme richtig bedient (bspw. Angaben unter Verwendung der richtigen Einheiten)?

Geschätzt wird, dass sich die Einführungszeit bis in die zweite Saison hineinzieht, um alle Prozesse mindestens ein zweites Mal zu überprüfen

Der Arbeitsaufwand für den Verantwortlichen sollte sich in dieser Zeit verringern und einen konstanten Wert annehmen

Geschätzt werden ca. 0,5 bis 1 Stunde pro Woche

Als Zeitaufwand für die Erfassung von Maßnahmen über mobile Endgeräte durch die Mitarbeiter wird ein prozentualer Anteil von 1 % der Arbeitszeit geschätzt. Nach verschiedenen Aussagen der Mitarbeiter der Projektbetriebe entsteht ein zusätzlicher Zeitbedarf von 1 bis 5 % der Gesamtarbeitszeit.

Wird mit der Next Farming- oder Agrarmonitor-App gearbeitet, müssen täglich alle Maßnahmen im mobilen Gerät dokumentiert und später durch den Produktionsverantwortlichen kontrolliert und bestätigt werden, damit diese in die Dokumentationssysteme übernommen werden. Hierbei findet eine Arbeitsverlagerung „vom Büro auf den Schlepper“ statt, da die Dokumentation sehr präzise erfolgen muss. Haben die Mitarbeiter in der Vergangenheit ihre manuell geführten Stundenzettel meist recht individuell ausgefüllt, müssen jetzt alle Informationen präzise in der App eingetragen werden. In der Vergangenheit haben Büroarbeitskräfte die Angaben auf den manuell geführten Stundenzetteln „interpretiert“ und in die ASK übertragen. Dies muss nun von Anfang an vollständig durch den Maschinenführer dokumentiert werden.

Die folgende Tabelle 37 enthält eine Aufstellung der einmaligen Anschaffungs- und jährlichen Betriebsaufwendungen zur Nutzung der Dokumentationssysteme.

**Tabelle 37: Übersicht Anschaffungs- und Nutzungskosten der einzelnen Systeme für einen 1.000 ha großen Betrieb mit 6 Maschinen, 15 Anbaugeräten und 5 Mitarbeitern (Stand: Oktober 2022)**

	exatrek	Agraroffice mit App		Claas Telematics	Agrarmonitor
Anschaffungskosten, abgeschrieben über eine 5-jährige Nutzung, in €/ha und Jahr	1,24 €*	1,98 €*		2,76 €	
Jährliche Nutzungsgebühr €/ha und Jahr	1,54 €*	0,33 €*		0,35 €	4,34 €*
Gesamtkosten insgesamt in €/ha und Jahr	2,78 €*	2,31 €*		3,11 €	4,34 €*
* Kosten zur Anschaffung von mobilen Endgeräten sind nicht mitberücksichtigt.					

Der mögliche Nutzen, der durch die Systeme erzeugt werden kann, ist auf verschiedenen Ebenen denkbar:

- Zeitersparnis bei der Prozessdokumentation durch geleitete Menüführung (z.B. Vorauswahl vom Anbaugeräten) bzw. eine qualitativ hochwertigere Dokumentation
- Prozessoptimierung in Echtzeit zwischen den Mitarbeiter bzw. durch nachträgliche Analyse der erfassten Daten
- Zukünftig mögliche Vorteile im Absatz durch z. B. korrekte Bestimmung des Treibhausgasfoodprints

Die mögliche Zeitersparnis in der Prozessdokumentation richtet sich betriebsindividuell danach, wie der Grad der Dokumentation bisher vorstatten lief. Aus der Praxis ist bekannt, dass in vielen Betrieben die Prozessdokumentation nicht bis zum letzten Detail auf Feldebene erfolgt. Wohl werden alle Cross-Compliance relevanten Daten, wie beispielsweise der Pflanzenschutz- und Düngemittelmiteinsatz vollständig dokumentiert. Andere Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Aussaat oder Ernte werden oftmals nicht vollständig in einem softwarebasierten System erfasst. Hier kann auf Grundlage der vorgestellten App-basierten Dokumentationssysteme, worin Mitarbeiter manuell Daten erfassen und ein Prozessverantwortlicher diese kontrolliert, ggf. korrigiert und „bestätigt“, ein größerer Arbeitszeitbedarf im Vergleich zum Status Quo entstehen. Es ist davon auszugehen, dass die detaillierte Dokumentation des Produktionsablaufs zukünftig an Bedeutung gewinnen wird. So muss beispielsweise bei der Berechnung des Treibhausgasfoodprints der Primärproduktion feldindividuell bewertet werden, wie der Produktionsablauf stattfand. Nur darauf basierend kann zukünftig eine betriebsindividuelle Optimierung des Produktionsablaufs stattfinden. Hier werden die Dokumentationssysteme ihre Stärken bei der Einführung strukturierter Dokumentationsabläufe ausspielen können.

Für die Nutzung der Ergebnisse der Dokumentation zur Prozessoptimierung ist eine Vielzahl an Ansatzpunkten denkbar. Beispielsweise können unterschiedliche Maschinen-Gerätekombinationen für eine Maßnahmenart untereinander verglichen werden. Hierzu wird auch eine betriebsgrenzenübergreifende Auswertung interessant. Des Weiteren können einzelne Felder hinsichtlich der Produktionseffizienz bei unterschiedlichen Flächengrößen, Hof-Feldentfernungen, Produktionsabläufen etc. untereinander verglichen werden. Hierfür ist es notwendig, dass entsprechende Auswertungs- und Analysefunktionen mit

wenig zusätzlichem Aufwand in den Systemen dem Nutzer angeboten werden. Voraussetzung ist weiterhin, dass eine vollständige Datenbasis vorliegt, worin beispielsweise auch individuelle Kostensätze für Maschinen und Geräte hinterlegt sind. Wird hier mit unvollständigen oder fehlerhaften Daten gearbeitet, so kann die Aussage einer Effizienzanalyse auch kontraproduktiv sein. Es ist also notwendig, dass Entscheidungsunterstützungssysteme für den Nutzer a) einfach aufrufbar und bedienbar sind und b) valide Aussagen treffen. Für letzteres ist es sinnvoll, dass wenn möglich automatisierte Plausibilitätschecks der Ergebnisse bzw. Eingangsdaten in der Software etabliert sind.

Es muss hier also angemerkt werden, dass der Nutzen betriebsindividuell ist und die Führungsebene eines Betriebs selbst entscheiden muss, wie intensiv die Auswertung und Analyse durchgeführt und anschließend auch in Bewirtschaftungsentscheidungen einfließt, um einen hohen Grad an Nutzen zu erzielen. Mit digitalen Systemen sind umfangreiche Analysen möglich. Diese benötigen mit bestehenden Auswertungssystemen jedoch Zeit und entsprechende Interpretationskompetenz des Bedieners.

### 3.5 Bewertungsmatrix

Tabelle 38 enthält eine vergleichende Bewertung der drei untersuchten Maschinenmanagementsysteme orientiert an den Fragestellungen der Landwirte.

**Tabelle 38: Tabellarische Bewertung der untersuchten Systeme**

Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
Erfassung von schlagspezifischen Arbeiten, maschinenübergreifend	Arbeitsgang richtig erkannt?	Richtigkeit liegt in der Hand des Bedieners	Abhängig, davon ob Beacon erkannt wurde bzw. Beacon vorhanden ist	Arbeitsgerät muss im Terminal ausgewählt werden → Geräteprofil mit allen Einstellungen hinterlegt; Muss vom Fahrer auch angewandt werden!	Bedienereingaben → abhängig vom Bediener	Im Terminal muss Aufzeichnung aktiv sein, dann wird Arbeit dokumentiert
	Arbeitsgänge vollständig?	Arbeiten werden schlagspezifisch durch den MA erfasst, Zusatzzeiten können nach Ermessen des MA mit auf die Tätigkeit gebucht werden.	Arbeitsgänge werden innerhalb der Feldgrenze dokumentiert, dort dann vollständig alles außerhalb der Feldgrenze wird für Dokumentation NOCH nicht berücksichtigt (Ankündigung für Herbst '22)	Trennung in Arbeit auf dem Feld, Transport zwischen Standorten und Hofarbeit Dokumentation sehr vollständig	Arbeit/Transport kann separat dokumentiert werden; Muss vom Fahrer zum richtigen Zeitpunkt ausgewählt werden	Dokumentation ohne Transport-, Wende- und Stillstandszeit, Unterschätzt eigentliche Arbeit enorm Wenn Daten erfasst werden, dann sehr vollständig in Bezug auf ausgebrachte Menge/ Ertrag/ Feuchte...

Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
Wie genau wird Realität abgebildet	Stimmen Flächen überein; Bezug auf bearbeitete Fläche?	Richtigkeit liegt in der Hand des Bedieners; kleine Stücke werden z.T. nicht mitefassen. Personenabhängig	Bei korrekten Stammdaten sind bearbeitete Flächen plausibel	Bei korrekten Stammdaten sind bearbeitete Flächen plausibel	Bedienereingabe: übernimmt Angabe im Terminal	Wenn Stammdaten und automatische Arbeitsaufzeichnung korrekt, sind bearbeitete Flächen plausibel
	Stimmen Verbrauchsmittel überein	Eingabe und Übertragung von Ausbringungsmengen in ASK möglich. → abhängig von Mitarbeitern	Diesel wird realitätsnah abgebildet Ausbringungsmengen sind abhängig von den verfügbaren ISOBUS Daten	Diesel wird realitätsnah abgebildet Im Projektbetrieb keine weiteren Verbrauchsmittel dokumentiert	Diesel kann eingetragen werden und fließt in kostenseitige Nachkalkulation mit ein Eingabe und Übertragung von Ausbringungsmengen in ASK möglich. → abhängig von Mitarbeitern	Diesel weicht stark ab, nicht für Dokumentation geeignet Ausbringungsmenge entsprechend der Gerätedaten
	Stimmen Zeiten überein	Richtigkeit liegt in der Hand des Bedieners Maßnahmen können im Nachhinein erstellt werden; beste Möglichkeit die Realität inklusive Sonderzeiten, Wartezeiten, An-/Abfahrt abzubilden	> 1 min Differenz in Bezug auf reine Feldarbeit	> 1 min Differenz in Bezug auf reine Feldarbeit	Eingabe nur Zeitauftrag, nachträgliche Änderung nur aus Büro heraus; Zeiten können am individuellen Ermessen gestartet/gestoppt werden	keine Abbildung der Arbeitszeit, nur aktive Zeiten werden erfasst; ungeeignet für Dokumentation; Gut geeignet für Maschinenvergleich

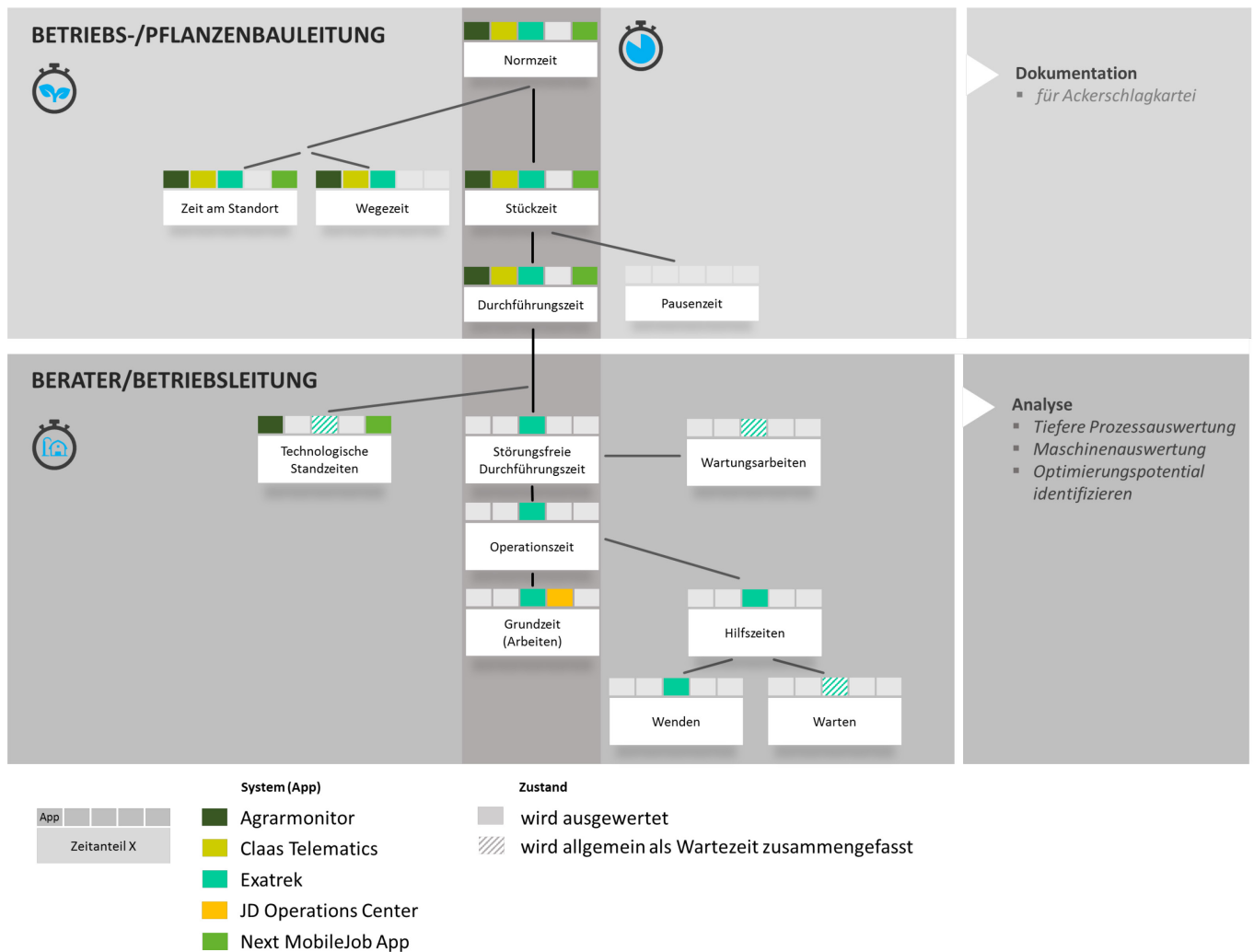


Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
Einsatz von mobilen Endgeräten: Robustheit, Oberfläche, Gestaltung Arbeitsabläufe, Usability	Fehlerrate	Abhängig von Eingaben des Bedieners.	Anfangsschwierigkeiten: alle Geräte müssen in Bezug auf Zustandserkennung überprüft werden; dazu müssen alle Geräte mindestens einmal im Einsatz überprüft worden sein	Fehler treten beim Gerätewechsel auf, z.T. wird das Gerät im Terminal nicht geändert; Drillmaschinen-Kombination wird auch nur als Kreiselegge ohne Aussaat benutzt; jeder Anhänger ist der Miststreuer	Abhängig vom Bediener; ab und zu wird ein Feldwechsel vergessen zu dokumentieren/ Auftrag vergessen zu stoppen/ Waage falsch bedient	Dokumentationsabbruch oder fehlende Dokumentation sehr häufig
	Subjektiver Eindruck der Nutzer	viele Drop Down Menüs (schlechte Übersicht bei kleinem Display (Smartphone)); Mehrfachauswahl von Schlägen dauern lange Auswahlmöglichkeiten werden vom Betrieb erstellt → oft historisch gewachsen und unübersichtlich Eingabeabfolge von Maßnahmen mit relevanten Daten ist logisch aufgebaut	Arbeitet unabhängig vom MA App ist nicht Teil der Betrachtung Flottenmanagement ist abhg. von Mobilfunkverbindung; Standort sekundengenau bis minutengenau; Minutengenau ist für enge Ortsdurchfahrten nicht zu gebrauchen	Arbeitet größtenteils unabhängig vom MA Vereinfacht Dokumentation in ASK durch weniger Absprache mit den Fahrern	Fordert Zeitaktuelle Eintragungen; Gewöhnung notwendig; bietet Vereinfachungen bei Häckselkette und Waagenintegration Übersichtliche Programmoberfläche Wenn Dauerhaft aktiv, dann wird Standort und Feld automatisch zusammen gebracht	Doppeleingaben mit AM; sollte vereinfacht werden

Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
	Energieverbrauch der App	für Tagesdokumentation nach Arbeitsende maximal 30 min aktive Zeit; bei dauerhafter Aktivität muss geladen werden	App ist nicht Teil der Betrachtung	keine dauerhaft aktive App, nur zum Schauen; abhängig davon, wie oft man schaut	Bei dauerhafter Nutzung an Versorgung anschließen!	keine App verfügbar
	Usability	Kann das was es soll → Arbeiten Dokumentieren; aber im Vergleich zum Zettel langer Eingabeaufwand in Abhängigkeit von Anzahl der Maßnahmen/Schläge Stammdatenabgleich ungefiltert → alle jemals zugehörigen Geräte/ Maßnahmen werden ungefiltert angezeigt	Webanwendung ist sehr übersichtlich, gut getrennte Auswerteebenen/-richtungen je nach Interessengebiet; Schlagdokumentation als Einzeiler für Maßnahmen ohne Zutun erfassbar; auch ohne erkanntes Anbaugerät wird eine Maßnahme erstellt	Reine Dokumentation des Arbeitstages; Flächenauswertung muss über Suchfunktion zusammengestellt werden	Eingabe einfacher und es wird viel vorgeschlagen, kann einstellen, was zur Auswahl steht und was nicht --> kleinere Listen	Mittelmäßig, da Doppelingaben, AM ist die ASK, OC in Priorität niedriger
Bewertung: wie gut dienen die Daten als Basis für Beratungsleistungen	Flottenanalyse Datenerfassung und -auswertung		Erfassung der Maschinen mit Leistungsvergleich übersichtlich möglich.	Die Zeiterfassung läuft präzise und kann sich neben den Kraftstoffverbräuchen für Vergleiche übernehmen lassen.	Die Qualität der Aufzeichnungen hängt von dem Eintragenden ab und sollte auf Plausibilität geprüft werden.	Durch die „produktive Arbeitszeit“ ist der Vergleich nur für die tatsächliche Bearbeitung gegeben. Wendezeiten etc. entfallen, welche bei einem Maschinenvergleich eventuell relevant sein könnten.

Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
	Berechnung der realen Maschinenkosten		Betriebliche Festkostensätze können eingepflegt werden. Maßnahme kann damit fixe Kosten und die Kosten für den Dieselverbrauch direkt zugewiesen bekommen.	Im System ist keine Kostenzuteilung möglich. Die Daten lassen sich im Nachhinein zur Ermittlung der tatsächlichen Maschinenkosten verwenden.	Kalkulationstool, Kosten der gebuchten Ersatzteile, Reparaturzeiten und Fremdrechnungen können eingepflegt und ggf. einer Maschine zugeordnet werden	Hierfür muss auf andere Quelle zurückgegriffen werden, da die gesamte Arbeitszeit für den Kostenansatz berücksichtigt werden sollte.
Informationen über nichtproduktive Spezialzeiten? (Stillstand, Wartung, Rüstzeit, Reparatur)	Ja/nein, stimmen Zeiten überein	Möglich, wenn Maßnahme gelistet und genutzt wird	Nur wenn Maschine aktiv ist	Nur wenn Maschine aktiv ist	Möglich, wenn Maßnahme gelistet und genutzt wird	nein
	Alles in Maßnahmen verbucht?	Nicht maschinengebunden, kann individuell gebucht werden	Als Vorbereitungszeit auf dem Hof Wartezeit auf dem Feld (In Maßnahme enthalten	Nur in Form von „Zeit am Standort“	Nicht maschinengebunden, kann individuell gebucht werden	Keine Dokumentation
Erfassung und Übertragung von Daten (Datenumfang, -format) / Übertragungszeit / Mobilfunknetz	Reale Datenmengen MB/s bzw. Kosten für Tablet/SIM-Karte; Monatliches Datenvolumen	Pro Tablet 350 MB/Monat	In der Datenmenge der Next MobileJob App mit inbegriffen	Keine Angaben	Keine Angaben	Keine Angaben
	Ist Übertragungszeit wichtig?	Nein	Liveansicht möglich; kurze Übertragungszeit notwendig	Nein	Liveansicht möglich; kurze Übertragungszeit notwendig	Nein
Datenschutz / Erfassung von Standort und Aktivität		Alles was mit Erfüllung der Arbeit zu tun hat. Auch wenn Person erfasst wird → beim Verlassen des Betriebes kann eingefordert werden, dass alles Personenbezogene gelöscht wird. Zur Einführung müssen die Mitarbeiter der Erfassung der personenbezogenen Daten schriftlich zustimmen. Diese Zustimmung muss in der Personalakte archiviert werden.				

Kriterium	Zusatzbemerkung	Next MobileJob App	exatrek	Telematics	Agrarmonitor	Operations Center
Ermittlung von teilflächenspezifische Betriebsmittelverbräuche		nein	Kartierungen können erstellt werden	Kam im Projektbetrieb nicht vor	nein	Kartierungen können erstellt werden

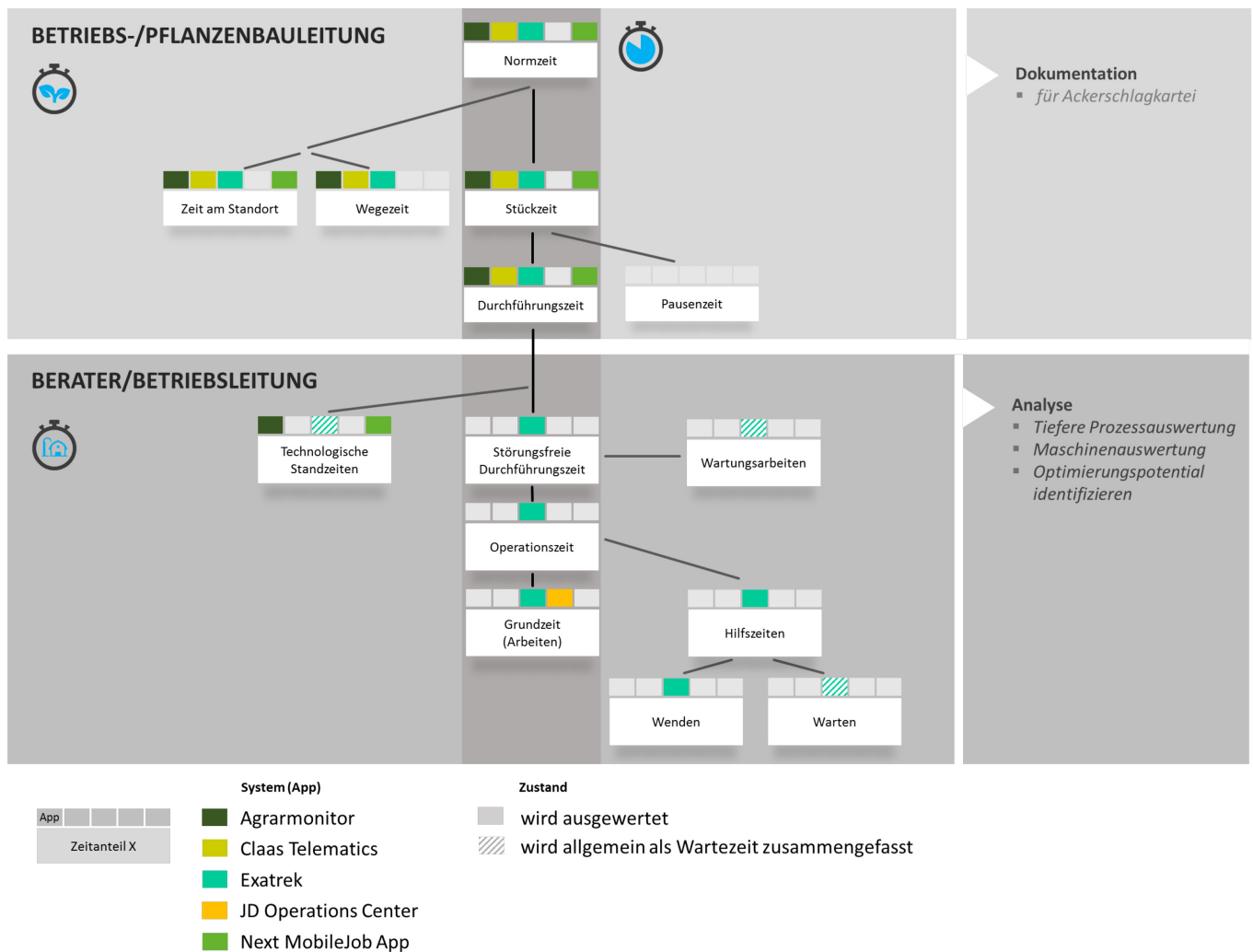


**Abbildung 38: Gliederung der maschinenbezogenen Arbeitszeiten in verschiedene Zeitanteile**

Abbildung 38 gliedert maschinenbezogene Arbeitszeiten in verschiedene Zeitanteile. Die Ergebnisse resultieren aus der Nutzungsweise der Systeme auf den Betrieben und geben eine Übersicht, welche Zeitanteile ohne großen Aufwand abgeleitet werden können. Der Darstellung liegt das Zeitgliederungsschema nach TGL 80-22289 zugrunde und wurde auf die beschriebenen Systeme angepasst. Weiterführende Schriften sind u.a. REITH (2017) UND WINKLER (2014).

#### Die Darstellung baut sich wie folgt auf:

- Grundzeit beschreibt die reine Arbeits- oder Prozesszeit, z. B. pflügen
- Operationszeit: Grundzeit + Hilfszeiten
  - Hilfszeiten beinhaltet Wende- oder Wartezeiten
- Störungsfreie Durchführungszeit: Operationszeit + Pflegearbeiten
  - Pflegearbeiten beinhalten u.a. Wartungs- und Einstellzeiten, bei denen der Arbeitsgang unterbrochen wird
- Durchführungszeit: störungsfreie Durchführungszeit + technologisch bedingte Wartezeit
  - Technologisch bedingte Wartezeiten beinhaltet: Störungsbeseitigungen oder Wartezeiten in der Ertekette
- Stückzeit: Durchführungszeit + Pausenzeiten (Pausen des Mitarbeiters werden von Maschine nicht erfasst)
- Normzeit: Stückzeit + Zeit am Standort (Hof) + Wartezeiten



**Abbildung 39: Zeitgliederung von maschinenbezogenen Arbeitszeiten und Dokumentation der Zeiteile in den einzelnen Systemen**

- Der obere Teil in der Darstellung ist interessant für die Dokumentation in der ASK und beinhaltet:
  - Zeit am Standort (Hof)
  - Zeit auf der Straße
  - Zeit auf dem Schlag
- Dieser Bereich ist in den meisten Systemen direkt ausgewertet oder kann m. H. von angepassten Listen in den Apps erfasst werden
- Der untere Bereich der Darstellung geht spezieller auf schlag- und Prozessbezogene Zeiteinteilung ein
  - Über die Apps Agrarmonitor und Next MobileJob App können Störungen als Unterbrechung beigefügt werden
  - exatrek erfasst schlagbezogene Wartezeiten sobald die Maschine steht
    - Warte- oder Stillstandszeiten werden nicht tiefer detailliert
  - Schlagbezogene Arbeitszeiten sind aus exatrek und JD Operations Center leicht ableitbar
  - Telematics und JD Operations Center unterteilen ebenfalls in Betriebs-, Leerlauf und Wartezeiten
    - Angaben beziehen sich auf einen bestimmten Zeitraum und nicht auf einen Schlag
    - Angaben sind umständlich auf einen Schlag abzuleiten

## 4 Handlungsempfehlungen zur Einführung automatischer Dokumentationssysteme

Bei der Entscheidung zur Einführung von automatischen Dokumentationssystemen gilt es, als erstes die aktuellen Wege der Dokumentation in den Betriebsabläufen zu erfassen. Darauf basierend sollten Überlegungen angestrengt werden, welche Prozesse vereinfacht werden müssen und was das eigentliche Ziel (kurz-, mittel- und langfristig) der Einführung des Dokumentationssystems ist. Sobald diese Zielsetzung definiert ist, sollte am Markt geschaut werden, welche relevanten Lösungen angeboten werden. Sinnvoll kann es sein, die in die nähere Auswahl einbezogenen Lösungen auf dem eigenen Betrieb zu testen. Im Hinblick auf die selbstgesteckten Ziele können die Systeme dann entsprechend bewertet werden. Neben der Bewertung des Funktionsumfangs der einzelnen Lösungen sollte die Servicequalität und -verfügbarkeit des Anbieters mit betrachtet werden.

Wichtig ist die Planung einer umfassenden Schulung aller Mitarbeiter und diese auch von Anfang an in den Prozess einzubeziehen. Dies zeigt Wertschätzung und erhöht die Erfolgsaussichten einer Implementierung und Nutzung der Systeme.

Als nächster Schritt müssen die Verantwortlichkeiten geklärt werden. Wer ist für die Pflege der Stammdaten zuständig und wer aktualisiert diese regelmäßig. Ist beispielsweise ein Düngemittel im System nicht hinterlegt, die Zeit zur Ausbringung aber drängt, können die Maßnahmen nicht entsprechend gebucht werden und müssen mit Mehraufwand korrigiert werden. Durch feste Zuteilungen der Aufgaben lassen sich diese extra Arbeiten verhindern und die Nutzerzufriedenheit bleibt hoch.

Die Einführung eines Datenmanagementsystems betrifft einen Großteil der Mitarbeiter über alle Arbeitsbereiche (Fahrer, Bereichsleiter, Geschäftsführer) eines Betriebes hinweg. Je nach Arbeitsbereich müssen aber zu unterschiedlichen Anteilen Anstrengungen unternommen werden, um die Daten zu pflegen. Auf der anderen Seite profitieren die Mitarbeiter je nach Arbeitsbereich unterschiedlich stark von den Systemen. Das führt dazu, dass nach der Einführung der Systeme nicht zwangsläufig jeder Arbeitsalltag erleichtert wird. In Teilen kommt es auch zu zusätzlichen Belastungen, zum Beispiel bei der Pflege des Systems oder die Fehlerbehebung bei Störungen. Gerade bei Betrieben mit einer feinen Untergliederung der Arbeitsbereiche ist deshalb eine gute Kommunikation von enormer Bedeutung, um die Motivation in jedem Arbeitsbereich zu halten.

### 4.1 Betriebs- und Pflanzenbauleitung

#### 4.1.1 Vorbereitung

##### Organisation/Management

- Wohin möchte sich das Unternehmen zukünftig hinsichtlich der digitalen Betriebssteuerung entwickeln?
- Welche Ziele werden verfolgt?
- Welcher finanzielle Rahmen steht dafür zur Verfügung (jährlich, in den kommenden Jahren etc.)? → Dementsprechend etappenmäßige Planung (ggf. modulare Systeme)
- Analyse: Welche Softwaresysteme sind im Unternehmen vorhanden und sollen weiter genutzt werden? Welche Systeme sollen ggf. zukünftig dazukommen?
- Verständigung darüber, wie der Dokumentationsprozess auf Grundlage der neuen Technologie zukünftig ablaufen wird

- Durchführung von Tests der möglichen Dokumentationssysteme im Betrieb bezüglich
  - des allgemeinen Funktionsumfangs
  - der Schnittstellen zu vorhandenen oder zukünftig geplanten Drittsystemen
  - des Verständnisses der zukünftigen Bediener im Unternehmen
  - des Service und Supports des Anbieters
- Einplanung von Mehraufwand für Organisation und Verwaltung (u.a. Einarbeitung, Kontrolle und Fehlerkorrektur, Rücksprachen) in der Zeit der Einführung des neuen Systems (schätzungsweise bis in die zweite Einsatzsaison), s.a. Abschnitt 3.4

## **Mitarbeiter**

- Zielvermittlung an alle Mitarbeiter für einheitlichen Informationsstand
- Einbeziehung ausgewählter Mitarbeiter (sehr digital affin, weniger digital affin) in die Tests der auszuwählenden Systeme
- Einbeziehung der Mitarbeiter in die Definition des optimalen Dokumentationsablaufs
- Crashkurs für Mitarbeiter in Betriebswirtschaft
  - Klare Absprache in Bezug auf erforderlichen und gewünschten Dokumentationsmaßstab
  - Selbstständiges Erkennen von Lücken in der automatischen Dokumentation
- Schulung der Mitarbeiter in Softwareanwendungen
  - Wie können die Softwareanwendungen eingesetzt werden, um zum Ziel zu kommen
  - Menüführung/Eingabemöglichkeit und Zuordnung von Daten nicht überall gleich und nicht dem Ideal entsprechend
- Rückmeldung ausgewählter Erfolgskennzahlen aus Auswertungen des neuen Systems an die Mitarbeiter
- Berücksichtigung der DSGVO (ggf. schriftliche Zustimmung zur Erfassung personenbezogener Daten durch die Mitarbeiter notwendig)

## **Technik**

- Verschaffung eines Marktüberblicks
- Erstellen von Maschinen- und Gerätelisten/Anlage in den einzurichtenden Systemen
  - Maschinen und Geräte müssen zwingend in den Stammdaten zur Verfügung stehen → Dokumentationslücken
  - Anzahl/Marke/ Art der Datenbereitstellung Maschinen → Herstellerunabhängiges System notwendig?
  - Anzahl/Art der Geräte und Anhänger → Sollten diese automatisch identifiziert werden können?
  - Welche Schnittstellen maschinen- und softwareseitig existieren bzw. werden benötigt?
  - Ggf. Konformitätstest von exportierbaren Daten aus vorhandenen Systemen bei der AEF:  
<https://www.aef-isobus-database.org/isobusdb/login.jsf>
- Berücksichtigung von Exportmöglichkeiten als Strategie zur Vermeidung von Lock-in-Effekten
- Eindeutige Bezeichnungen für Maschinen und Geräte festlegen
- Vorhandene Daten/Datenqualität des Maschinenparks prüfen
- Welche Informationen zu Ausbringungsmengen können Anbaugeräte in welcher Genauigkeit liefern?
  - Gezielter Vergleich von Dieserverbrauchszähler mit Tankungen
  - Ausbringungsmenge von Anbaugerät → Nachrichten vorhanden und vergleichbar mit Fuhrwerkswaage
  - Erntemengensensorik beim Mähdrescher vs. Fuhrwerkswaage



## 4.1.2 Laufender Betrieb

### Organisation/Management

- Regelmäßige Pflege/Aktualisierung von Stammdaten
  - Schlaggrenzen
  - Kostensätze
- Regelmäßige Plausibilitätsprüfungen erforderlich
  - Maßnahmendauer
  - Vollständigkeit

### Mitarbeiter

- Einhalten einer gewissen Transparenz der Dokumentation im laufenden Betrieb
- Möglichkeit zur Einsichtnahme in digitale Dokumentation durch Mitarbeiter, ggf. nur für selbstdurchgeführte Maßnahmen
  - Eigenkontrolle der Dokumentation
  - Einschränkung des Datenzugriffs durch Rollenzuweisungen
  - Fahrer kann am besten die Richtigkeit der automatischen Dokumentation bewerten
- Rückmeldung an MA über bspw. Jahresabschluss zu Erkenntnissen/Änderungen zum Vorjahr/Saison etc.
- Zuständigkeiten besprechen und wahrnehmen
- Kommunikation mit Mitarbeitern aufrechterhalten
  - Kommen Informationen auch wie gewünscht im System an?

## 4.1.3 Daten nutzen - Potenziale heben

### Organisation/Management

- Auswertung der Prozesskostenrechnung fruchtartenspezifisch und einzelschlagspezifisch, Vergleich über verschiedene Anbauperioden und ggf. in einem horizontalen Betriebsvergleich
- Regelmäßige Analyse der Entwicklung der Arbeitserledigungskosten, Vergleich produktive Feldarbeitszeit mit Gesamtaufwendungen der Arbeitserledigungskosten
- Bewertung der Kosten und Leistungen einzelner Maschinen-Gerätekombinationen zur Nutzung in der Einsatzplanung (kurzfristig) sowie in der Optimierung des Fuhrparks (langfristig)

### Mitarbeiter

- Regelmäßige Diskussion der Entwicklung verschiedener Kennzahlen gemeinsam mit den Mitarbeitern und Entwicklung von Optimierungsmöglichkeiten

## 4.2 Mitarbeiter

### 4.2.1 Vorbereitung

- Grundsätzliches Verständnis für den Umfang und Zweck der Dokumentation erlangen
- Voraussetzungen für Dokumentation von Betriebsmittelverbräuchen prüfen
  - ISOBUS angeschaltet
  - Task Controller aktiv

### 4.2.2 Laufender Betrieb

- Gewissenhafte Dokumentation
  - Mobile Endgeräte mitführen
  - Erforderliche Eingaben durchführen
- Selbstkontrolle, ob Daten in gewünschter Form und an richtiger Stelle verbucht werden
- Offene Kommunikation von Unklarheiten
  - bei erforderlichen Eingaben
  - Zuordnung von Maßnahmen
  - Fehlenden/fehlerhaften Stammdaten

## 4.3 Fachkräfteausbildung

### 4.3.1 Grundlagen

- Anreißer der betriebswirtschaftlichen Grundlagen und bildhafte Vermittlung mit Fokus auf schlag- bzw. mechanisierungsspezifische Auswertungen
- Was sind die relevanten Erfolgskennzahlen?
- Ausbildung unabhängig von herstellerindividuellen Datenerfassungssystemen durchführen
- „Datengenerator Traktor/Erntemaschinen/Anbaugeräte“ und Datenqualität beschreiben
- Ziel: Erkennen der Notwendigkeit und Motivation für Dokumentation

### 4.3.2 Maßnahmendokumentation und -auswertung

- Gemeinsames Erarbeiten der Vorgehensweise für die Schlag- und Maßnahmenauswertung als Maßstab zur Prozesskostenanalyse
- Übung mit Zettel & Stift? → frei von Vorgaben der Eingabemöglichkeiten in den Erfassungssystemen
- Schwerpunkt Reparaturkosten
  - Dokumentation Reparaturkosten aus: Reparaturzeit, Kosten Ersatzteile, Lohnkosten, etc.
  - Eingliederung in Maschinenkostensätze
  - Nutzen zur Analyse der betriebsinternen Maschinenkosten
- Erarbeitung einer Systematik zur kontinuierlichen Diskussion der Erfolgskennzahlen mit den Mitarbeitern (Maschinenführern) eines Betriebs

## 4.4 Landtechnik- und Softwarehersteller

### 4.4.1 Entwicklung

- Bereitstellung von offenen (standardisierten) Schnittstellen
- Umgang mit der Verteilung von Kosten für Fahrten und Wegezeiten
  - Bereitstellung von Lösungen zur Zuordnung von Transporten zur Schlagdokumentation
  - Zuordnung der An- und Abfahrt zwischen Hof und Feld
  - Auswertestrategien und Aufteilung der Transportanteile eines Arbeitstages mit mehreren bearbeiteten Schlägen
- Integration von vielfältigen und einfach zu bedienenden Analyse- und Entscheidungsunterstützungssystemen für die kontinuierliche betriebliche Optimierung auf Grundlage der dokumentierten Daten
- Softwareseitige Durchführung von Plausibilitätschecks
- Integration von Benchmarkingwerten bzw. Ermöglichen eines Betriebsgrenzen übergreifenden Benchmarkings (unter Maßgabe einzelbetrieblicher Zustimmung)

### 4.4.2 Service

- Kompetente Ansprechpartner bereitstellen
  - Gesicherte Verfügbarkeit der Servicepartner während landwirtschaftlich üblicher Einsatzzeiten
  - Erweiterte Verfügbarkeit während landwirtschaftlicher Arbeitsspitzen, bspw. 6:00-22:00, bis hin zu 24/7
- gegebenenfalls Urlaubsvertretungen kommunizieren

## 4.5 Landwirtschaftliche Beratung

- Übersicht zum Marktangebot an Dokumentationssystemen verschaffen
- Aufklärung der Betriebe hinsichtlich möglicher Lock-in-Effekte, Transparenz der betrieblichen Daten zum Maschinen- bzw. Betriebsmittelanbieter
- Unterstützung bei der betriebsspezifischen Bewertung der verschiedenen Möglichkeiten von Dokumentationssystemen etc. sowie der damit verbundenen strategischen Planung
- Unterstützung bei der Einführung im Unternehmen

- Erarbeitung: Wie soll zukünftig der optimale Workflow zur Dokumentation aussehen?
- Typische Lücken in der betrieblichen Dokumentation (automatisch und manuell erfasste Daten) auf den Betrieben feststellen
- Wie gut sind Mitarbeiter mit digitalen Hilfsmitteln wie Apps, entsprechenden Eintragungen, etc. vertraut?
- Wie hoch sind betriebswirtschaftliche Grundlagenkenntnisse?
- Unterstützung bei der Mitarbeiterschulung
- Schwachstellenanalyse
  - Welche Daten kommen aktuell von Systemen dokumentiert und welche Daten sind zwar verfügbar, aber noch nicht automatisch dokumentiert
  - Häufige Dokumentationslücken fehlerhafte/unvollständige Eintragungen
- Nutzung der aufgezeichneten Daten für spezifische Auswertungen zur weiteren Optimierung des Mandantenbetriebs

#### 4.6 Verteilung von Kosten für Fahrten und Wegezeiten

Durch Fahrten von der Hofstätte zu verschiedenen Arbeitsorten – in der Regel bewirtschafteten Schlägen – entstehen Kosten:

- Kosten durch Maschinennutzung (Betriebsstoffe, Verschleiß, Abschreibung usw.)
- Kosten für Arbeitskräfte (Fahrer, ggfs. weitere transportierte Personen)

Sowohl für schlagbezogene als auch für produktbezogene ökonomische Auswertungen müssen diese Kosten mitberücksichtigt und einzelnen Schlägen zugewiesen werden. Wird nur eine einzelne Fläche bearbeitet und erfolgt Arbeitsbeginn und Arbeitsende jeweils an der Hofstätte, können die o.g. Kostenpositionen unmittelbar dieser Fläche zugeordnet werden. Weniger eindeutig ist die Zuordnung, wenn mehrere Flächen in Folge, ohne zwischenzeitliche Rückkehr zum Hof, abgearbeitet werden. Es stellt sich die Frage, wie Kosten in dem Fall auf einzelne Schläge zu verteilen sind.

Zunächst ist festzuhalten, dass sich beide o.g. Kostenpositionen – also für Arbeit und Maschinen – anhand der Fahrzeiten ermitteln lassen. Der geeignete und auch einfach digital und (teil)automatisiert zu erfassende Parameter ist daher die Zeit.

Die Ermittlung von Durchschnittskosten je Schlag – d. h. gesamte Fahrtkosten geteilt durch die Anzahl der in Folge bearbeiteten Schläge – führt insbesondere bei großen Unterschieden in der Hof-Feld-Entfernung der einzelnen Schläge zu Fehlern: wenn es beispielsweise anschließend Ziel ist, schlagbezogene Kostenkalkulationen auch für die Planung eines Flächentausches oder einer Änderung von Pachtverhältnissen zu nutzen, würden bei einer solchen Aufteilung Kosten für weit entfernte Schläge unter- und für nahe am Hof liegende Flächen überschätzt. Ebenso wenig erscheint es in der Hinsicht korrekt, die Kostensumme nur einem einzelnen Schlag zuzuweisen oder jeweils nur die Anfahrt zuzuordnen und für den letzten Schlag seine Anfahrt und die abschließende Abfahrt zum Hof (oder umgekehrt dem ersten Schlag An- und Abfahrt und allen weiteren nur die Abfahrt). Auch hierbei kommt es zu systematischem Über-/Unterschätzen der Kosten für einzelne Schläge.

Ökonomisch betrachtet handelt es sich bei der direkt aufeinander folgenden Abarbeitung mehrerer Schläge um eine Prozessoptimierung, die zu einer Einsparung führt – und zwar für alle bearbeiteten Flächen anteilig in gleichem Maße. Für die Ermittlung einer geeigneten Rechenregel kann man daher von der umgekehrten Betrachtung ausgehen, welche Kosten für jeden einzelnen Schlag angefallen wären, hätte man die Optimierung einer Bearbeitung direkt nacheinander nicht durchgeführt: im Verhältnis

dieser Kosten zueinander können dann die tatsächlich angefallenen Kosten auf die einzelnen Schläge verteilt werden.

Da sich die Kosten in dem Fall proportional zur Fahrzeit verhalten, reicht es aus, Fahrzeiten zum und von den einzelnen Schlägen zu ermitteln. Da in der Regel keine langfristigen Durchschnittswerte hierfür vorliegen dürften, die mittleren Zeiten aber auf Wegen im ländlichen Raum meist eng mit den Wegstrecken zusammenhängen, können hilfsweise auch die kürzest praktisch möglichen Strecken verwendet werden.

Beispiel:

Es werden 3 Schläge mit folgenden Hof-Feld-Entfernungen (zurückzulegende Wegstrecke) bei einzelner Anfahrt bearbeitet:

Schlag A, Hof-Feld-Wegstrecke 1 km

Schlag B, Hof-Feld-Wegstrecke 3 km

Schlag C, Hof-Feld-Wegstrecke 2 km

Die Entfernungssumme beträgt also 6 km. Die gemessene Gesamtfahrzeit vom Hof über Schlag A, B, C und zurück zum Hof betrug im konkreten Fall beispielsweise 12 Minuten. Dann sind den Schlägen jeweils zuzuordnen:

Schlag A:  $1 \text{ km} / 6 \text{ km} * 12 \text{ Minuten} = 2 \text{ Minuten}$

Schlag B:  $3 \text{ km} / 6 \text{ km} * 12 \text{ Minuten} = 6 \text{ Minuten}$

Schlag C:  $2 \text{ km} / 6 \text{ km} * 12 \text{ Minuten} = 4 \text{ Minuten}$

Basierend auf diesen Zeitwerten lassen sich anschließend die Kosten für Fahrer und Maschinen berechnen.

Werden Erntegüter von mehreren Schlägen (A, B) abgefahren und der letzte Trailer fährt teilbeladen von Schlag A zu Schlag B um dort vollends beladen zu werden, so ließen sich die Kosten für diesen Trailer und die Fahrt von A nach B anhand der Lademenge verteilen. Das heißt, Kosten für das Ernteprodukt von Schlag A werden auch A zugeordnet sowie analog für Schlag B. Je mehr Fahrten für den Abtransport jedoch notwendig sind, desto geringer fällt eine genaue Kostenverteilung für die eine, letzte Fahrt ins Gewicht, sodass in dem Fall auch vereinfachende Methoden (z. B. Zuweisung zu Schlag A oder B) in Betracht gezogen werden können.

## 5 Zusammenfassung

Ausgehend von konkreten Fragestellungen landwirtschaftlicher Praktiker zu Möglichkeiten und Grenzen, Voraussetzungen und Aufwand sowie Praxistauglichkeit und Nutzen von Maschinenmanagementsystemen und deren Kombinationen mit betrieblichen Agrarsoftwareanwendungen werden auf drei landwirtschaftlichen Projektbetrieben Untersuchungen durchgeführt.

Gegenstand der „Untersuchung zu Digitalen Daten im Maschinenmanagement - DiDaMM“ sind die Maschinenmanagementsysteme Claas Telematics sowie exatrek, die mit der Ackerschlagkartei Agraroffice zu kombinieren ist, ergänzt durch die die App-unterstützte Dokumentation mittels der Next MobileJob App. Zudem wurde Agrarmonitor mit Ackerschlagkartei und App auf einem Betrieb eingesetzt, der zudem über das John Deere Operations Center und JD Link als Datenquelle verfügt.

Es erfolgen zunächst eine detaillierte Analyse des Status quo auf den Projektbetrieben, um die Maschinenmanagementsysteme in Betrieb zu nehmen und adäquat einzuführen.

Im Projektverlauf werden die Prozesse Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung/Pflanzenschutz sowie Häcksel- und Getreideernte abschnittsweise vor Ort begleitet, um die automatisch erfassten Daten einem Vergleichsstandard gegenüberstellen zu können. Für schlagspezifische Einsatzzeiten, Dieserverbrauch, Verbrauch von Betriebsmitteln sowie Erntemengen erfolgt wo möglich die Analyse und Bewertung der Präzision der Systeme.

Sind die Stammdaten in die Systeme eingepflegt, können über die Maschinenpositionen Arbeitszeiten und Maschinendaten schlagspezifisch abgelegt und ausgewertet werden. Fehler in der Zeiterfassung sind bei dieser Auswertemethodik mit einer mittleren Zeitdifferenz von unter einer Minute zu vernachlässigen. Entwicklungsbedarf besteht bei der automatischen Zuordnung von Transportfahrten zwischen Hof und Schlag bzw. zwischen mehreren Schlägen und dem Hof. Beim Kraftstoffverbrauch werden im Mittel nur 2,1 % mehr getankt als angezeigt, allerdings beträgt die Streuung +/-6 %-Punkte. Die gemessenen Betriebsmittelmengen (Ausbringmengen) wichen im niedrigen zweistelligen Prozentbereich ab. Da die Genauigkeit stark von anderen Systemen wie den verbauten Sensoren und der Messmethodik abhängt, ist aber keine allgemeingültige Aussage möglich. Eine Bewertung der Ungenauigkeit hängt zudem von den agronomischen Auswirkungen sowie der betriebswirtschaftlichen Rolle der Messgröße ab.

Für jeden Betrieb erfolgte eine betriebswirtschaftliche Auswertung bestehend aus Stückkostenrechnung und Prozesskostenbewertung für ausgewählte Schläge bzw. Prozesse auf Basis der mit den Maschinenmanagementsystemen erfassten Daten. Diese wurde durch eine Kosten-Nutzen-Analyse ergänzt.

Mit den auf den drei Projektbetrieben etablierten Systemkombinationen konnten hierbei zwischen knapp 40 % und über 80 % der Prozesskosten und Leistungen mit digital vorliegenden und gewonnenen Daten abgebildet werden. Hierfür waren jedoch manuelle Arbeit beim Datentransfer, der -prüfung und -aufbereitung erforderlich.

Mittels einer SWOT-Analyse werden die Stärken und Schwächen der Systemkombinationen herausgearbeitet. Mit Dokumentations-Apps können durch Mitarbeitereingaben prinzipiell alle Tätigkeitsarten wie auch Hofarbeiten erfasst werden. Qualität und Umfang hängen wesentlich von den einzelnen Mitarbeitern ab. Maschinenmanagementsysteme (Logger) erlauben nach einer Anlaufphase von bis über eine Saison hinaus die fehlerarme automatische Erfassung schlagspezifischer und maschinengebundener Arbeiten.

Bei der Einführung eines jeden Systems zur digitalen Dokumentation ist ein nicht zu unterschätzender Zeitaufwand für Schulung und Einarbeitung, Pflege, Kontrolle, Fehlerkorrektur etc. einzuplanen.

Abschließend werden für verschiedene Stakeholder vom Fahrer über Betriebsleiter bis hin zu Beratern konkrete Handlungsempfehlungen für die Vorbereitung, die Einführung, den Betrieb und die Nutzung von Maschinenmanagementsystemen gegeben.

## Literaturverzeichnis

- AGRIROUTER (2022): Marketplace - von DKE-Data GmbH & Co. KG bereitgestellte zentrale Informationsplattform zu App- und Hardwarelösungen, <https://agrirouter.com/de/marketplace/telemetrieverbindungen/>, <https://agrirouter.com/de/marketplace/agrarsoftware/>, 29.11.2022
- EU (2016): (EU) 2016/679 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). In: Amtsblatt der Europäischen Union 04.05.2016, S. L119/1-L119/85, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>, 14.09.2022
- JOHN DEERE & CO. KG (2022): Verbindliche interne Datenschutzvorschriften (BCR Policy) des Deere Konzerns. [https://www.deere.de/assets/pdfs/common/privacy-and-data/bcr-statements/bcr\\_de\\_DE.pdf](https://www.deere.de/assets/pdfs/common/privacy-and-data/bcr-statements/bcr_de_DE.pdf), 01.09.2022
- GIESELER, C., WEIDENHAMMER, A., MÖLLER, L. (2022): Game Changer Datenschutz - der Landwirt als Kunde. <https://digital-livestock.com/download-gdpr-whitepaper/>, 14.09.2022
- HERLITZIUS, T. et al. (2021): Machbarkeitsstudie für „Betriebliches Datenmanagement und Farm-Management-Information-System (FMIS)“ in sächsischen Landwirtschaftsbetrieben. Schriftenreihe des LfULG, Heft 4/2022, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/39272/documents/60415>, 29.08.2022
- KTBL (2022): KTBL-Feldarbeitsrechner. <https://www.ktbl.de/webanwendungen/feldarbeitsrechner>, 27.10.2022
- LFULG (2020): Positionspapier zum Workshop - Farm Management Information System (FMIS). 29.01.2020. [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Positionspapier\\_betriebliches\\_Datenmanagement\\_und\\_FMIS.pdf](https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Positionspapier_betriebliches_Datenmanagement_und_FMIS.pdf), 01.09.2022
- LFULG (2021): Positionspapier II zum 2. Workshop - Farm Management Information System (FMIS). 18.01.2021. [https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/2\\_Positionspapier20.01.2021.pdf](https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/2_Positionspapier20.01.2021.pdf), 01.09.2022
- LFULG (2022): Planungs- und Bewertungsdaten. <https://www.landwirtschaft.sachsen.de/planungs-und-bewertungsdaten-14594.html>, 27.10.2022
- REITH, S., FRISCH, J., WINKLER, B. (2017): Revision of the Working Time Classification to Optimize Work Processes in Modern Agriculture. In: Chemical Engineering Transactions, Vol. 58, 2017, S. 121-126
- WINKLER, B., FRISCH, J. (2014): Weiterentwicklung der Zeitgliederung für landwirtschaftliche Arbeiten. In: Bornimer Agrartechnische Berichte Heft 83, Potsdam-Bornim / Dresden 2014
- ZMI (2022): Ab wann wird die Arbeitszeiterfassung durch das EuGH-Urteil Pflicht? <https://zmi.de/arbeitszeiterfassung-pflicht-eugh-urteil/>, 28.09.2022

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: + 49 351 2612-0

Telefax: + 49 351 2612-1099

E-Mail: Poststelle.LfULG@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

**Autor:**

Prof. Dr. Thomas Herlitzius, Stefan Schwede

TU Dresden, Institut für Naturstofftechnik

Bergstraße 120, 01069 Dresden

Telefon: + 49 351 46 33 2777

Telefax: + 49 351 46 33 7133

E-Mail: Thomas.Herlitzius@tu-dresden.de

Benjamin Striller, Jens Teichmann

TU Dresden

Felix Schiller; Dr. Martin Schneider, Lisa-Marie Paul

IAK Agrar Consulting GmbH

Daniel Martini

Kuratorium für Technik und Bauwesen

in der Landwirtschaft (KTBL)

**Redaktion:**

Nikolaus Staemmler

Abteilung 7/Referat 71

August-Böckstiegel-Straße 3, 01326 Dresden Pillnitz

Telefon: + 49 351 2612-2217

Telefax: + 49 351 451 2610 010

E-Mail: Nikolaus.Staemmler@smekul.sachsen.de

**Redaktionsschluss:**

12.12.2022

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

*Täglich für  
ein gutes Leben.*

www.lfulg.sachsen.de