

Schlussbericht für das Verbundprojekt
Offene smarte Komponenten für die digitale Nahrungsmittelwirtschaft (OsKoNa) -
Teilprojekt C

Teil I (Kurzbericht)

<u>Zuwendungsempfänger:</u>	Technische Universität Dresden Institut für Naturstofftechnik, Professur für Agrarsystem- technik Bergstraße 120 01062 Dresden
Förderkennzeichen:	281A509C19
<u>Vorhabenbezeichnung:</u>	Offene smarte Komponenten für die digitale Nahrungs- mittelwirtschaft (OsKoNa) - Teilprojekt C
<u>Laufzeit des Vorhabens:</u>	01.10.2020 bis 31.03.2024 (nach Verlängerung)

Inhalt

I.	Kurzbericht	3
I.1.	Aufgabenstellung und Anknüpfung an den wissenschaftlichen und technischen Stand.....	3
I.2.	Ablauf des Vorhabens	3
I.3.	Wesentliche Ergebnisse, Zusammenarbeit mit anderen Stellen	4
II.	Eingehende Darstellung	6
II.1	Eingehende Darstellung des abgeschlossenen Projektes	6
II.1.1	AP 1: „Projektmanagement und -koordination“	6
II.1.2	AP 2: „Analyse und Spezifikation“	8
II.1.3	AP 3: „Inbetriebnahme Initialsystem“	10
II.1.4	AP 4: „Entwicklung/ technische Umsetzung Komponenten“	16
II.1.5	AP 5: „Entwicklung/ technische Umsetzung Anwendungsfälle“	18
II.1.6	AP 6: „Systemupgrade“	29
II.1.7	AP 7: „Probetrieb und Probetriebs-Auswertung“	30
II.1.8	AP 8: „Dokumentation, Standardisierung“	31
II.1.9	AP 9: „Demonstration, Verstetigung, Verbreitung der Ergebnisse“	31
II.2	die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	33
II.3	die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten.....	33
II.4	der voraussichtliche Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses - auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.	33
II.5	die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF	34
II.6	des während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	34
III.	Erfolgskontrollbericht.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.1	das wissenschaftlich-technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.2	Fortschreibung des Verwertungsplans (soweit im Einzelfall zutreffend)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.2.1	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen und erteilte Schutzrechte...	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.2.2	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende.	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.2.3	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.2.4	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit für eine mögliche notwendige nächste Phase bzw. die nächsten innovatorischen Schritte zur erfolgreichen Umsetzung der Ergebnisse	Fehler! Textmarke nicht definiert.
III.3	Angaben zu Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben	Fehler! Textmarke nicht definiert.

III.4 Angaben über die Einhaltung der Ausgaben- und der Zeitplanung...**Fehler! Textmarke nicht definiert.**

I. Kurzbericht

I.1. Aufgabenstellung und Anknüpfung an den wissenschaftlichen und technischen Stand

„OsKoNa“ wurde von Logic Way in Kooperation mit AgriCon und den Technischen Universitäten Berlin und Dresden bearbeitet. In der bisherigen Entwicklung von Plattformtechnologien und Angeboten „as a service“ hat sich gezeigt, dass Hoheit über Daten und Inhalte untrennbar mit der Hoheit über Datenverarbeitungstechnologie und Algorithmen (digitale Produktionsmittel) verbunden ist. Die vorgeschlagene Entwicklung „OsKoNa“ schlägt daher ein technisches Modell aus untereinander vernetzbaren Funktionskomponenten vor, die verteilt und dezentralisiert betrieben werden können. Durch gleichberechtigte Vernetzung der dezentralisierten Installationen untereinander kann in Summe thematisch und dateninhaltlich eine umfassende Plattformfunktion umgesetzt werden. Der Komponentenstack erstreckt sich über die gesamte Produktentstehung sowohl auf mobile Maschinen (Landmaschinen) und stationäre Betriebsstätten als auch auf Server-Installationen im Rechenzentrum. Ziel des Projektes OsKoNa ist die Entwicklung und Referenzimplementierung eines durchgehenden Stacks smarter Komponenten für die Verwendung im Lebensmittel-Entstehungsprozess über die Anwendungsebenen IoT, Edge, Mobile Edge Cloud, Cloud, Metacloud. *Dadurch kann durchgehende* Funktionalität über alle Datenerfassungs-, -aggregations-, -kommunikations- und -aufbewahrungsebenen im land- und lebensmittelwirtschaftlichen Produktionsprozess über die Verkettung dieser Grundbausteine der smarten Agrardatenwirtschaft abgebildet werden. Die Anwendung der Stack-Komponenten verteilt sich dabei auf im Feld arbeitende mobile Landmaschinen und deren Umgebung, ortsfeste Produktionseinrichtungen und zentrale Cloud- und Metacloud-Instanzen. Durch abgestimmte Schnittstellen können die einzelnen Bausteine der Systemlösung bedarfsgerecht und flexibel zu smarten Services orchestriert werden. Durch ein striktes Komponentenmodell mit klaren Schnittstellen und Verantwortlichkeiten des jeweiligen Moduls wird eine strukturierte Softwareinfrastruktur umgesetzt, an deren Modulgrenzen jeweils Sicherheits- und Plausibilitätsregeln angewendet werden können, um ein insgesamt sicheres und integriertes System zu gewährleisten.

I.2. Ablauf des Vorhabens

Für das Vorhaben wurde eine Laufzeit von 3 Jahren bzw. 36 Monaten geplant. Aufgrund der zurückliegenden pandemischen Lage, sowie Personalmangel und ein Cyber-

Angriff auf die IT-Infrastruktur an der Technischen Universität Berlin während der Projektlaufzeit, kam es in verschiedenen Arbeitspaketen zu unterschiedlichen Verzögerungen. Deshalb wurde eine kostenneutrale Verlängerung des Vorhabens beantragt, welche von seitens des Projektträgers bewilligt wurde. Zum Start des Vorhabens und zur Koordination der Zusammenarbeit und zur Planung des Weiteren Vorgehens wurde ein Kick Off Online Meeting am 11. November 2020 durchgeführt. Teilgenommen haben die Projektpartner sowie der Projektbearbeiter Herrn Felix Horacek (BLE). Weitere Arbeitstreffen fanden am 09. Dezember 2021 und 27. Januar 2023 im Hause des Projektpartners TU Dresden statt. In abgestimmten Zeitintervallen (3 Wochen-Rhythmus) wurden Telefon-/Videomeetings über den gesamten Projektzeitraum durchgeführt. Zusätzlich gab es zahlreiche bilaterale Absprachen und Kontakte zwischen den Projektpartnern.

I.3. Wesentliche Ergebnisse, Zusammenarbeit mit anderen Stellen

- Umsetzung/ Inbetriebnahme des gesamten OsKoNa-Komponentenstack (Hard- sowie Softwareseitig) von der Datenerzeugung, -weiterleitung, -verarbeitung, -aufbereitung und -anzeige
- Umsetzung verschiedener Anwendungsfälle
- Überführung des OsKoNa-Komponentenstack in den realen Probebetrieb
- Rückmeldungen/ konstruktive Äußerungen zum System durch den Anwender (Landwirt) des Komponentenstacks im realen Probebetrieb

Über die gesamte Projektlaufzeit wurde eine sehr enge, umfängliche Zusammenarbeit mit den Projektpartnern der Technischen Universität Berlin, der Logic Way GmbH, sowie mit der Agricon GmbH gepflegt. Auch mit dem institutionellen Betrieb wie dem Lehr- und Versuchsgut Köllitsch des Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie erfolgte ein intensiver Austausch und Zusammenarbeit. Weiter konnten die Konsortialpartner auf Erfahrungen und Erkenntnisse aus weiteren gemeinsamen Verbundprojekten zurückgreifen. Stammend aus diesen konnte das OsKoNa-Projekt auf eine große Mengen an agronomischen Daten zurückgreifen und die Entwicklung des OsKoNa-Stacks rasant vorantreiben. Aus diesem Grund soll an dieser Stelle auf die Praxisbetriebe des Gutshof Raitzen KG und der Multi-Agrar Claußnitz GmbH verwiesen werden.

Schlussbericht für das Verbundprojekt
Offene smarte Komponenten für die digitale Nahrungsmittelwirtschaft (OsKoNa) -
Teilprojekt C

Teil II (Eingehende Darstellung)

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden
Institut für Naturstofftechnik, Professur für Agrarsystem-
technik
Bergstraße 120
01062 Dresden

Förderkennzeichen: 281A509C19

Vorhabenbezeichnung: Offene smarte Komponenten für die digitale Nahrungs-
mittelwirtschaft (OsKoNa) - Teilprojekt C

Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2020 bis 31.03.2024 (nach Verlängerung)

II. Eingehende Darstellung

II.1 Eingehende Darstellung des abgeschlossenen Projektes

Im nachfolgenden Abschnitt wird zu den Ergebnissen des Teilprojektes der TU Dresden berichtet. Die Projektarbeiten fanden in sehr enger Abstimmung mit den Projektpartnern statt, sodass an gegebener Stelle ebenfalls die Ergebnisse der Projektpartner vorgestellt werden. Die Arbeitsschwerpunkte der TU Dresden lagen insbesondere im Bereich der Inbetriebnahme des Initialsystem, sowie der Probetrieb und dessen Auswertung des weiterentwickelten OsKoNa-Stacks. Daneben wurden die Ergebnisse auf verschiedenen Veranstaltungen der Öffentlichkeit präsentiert. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Projektzielsetzungen erreicht werden konnten.

II.1.1 AP 1: „Projektmanagement und -koordination“

Der Konsortialpartner Logic Way GmbH leitete die Bearbeitung des Arbeitspaketes „Projektmanagement und -koordination“ über den gesamten Projektzeitraum (einschließlich der Projektverlängerung) hinweg. Schwerpunktmäßig erfolgte die Projektplanung und -steuerung, die Koordination von Arbeitstreffen, sowie das Risikomanagement und die Qualitätssicherung der Projektinhalte. Dazu gehörten:

- interne Projektzwischenstandsprüfungen,
- Ausarbeitung der Projektabschlusspräsentation,
- die Protokollierung von Arbeitsergebnissen,
- die Kommunikation mit dem Projektträger,
- die Koordination der Berichtserstattung.

Bei der Bewältigung der definierten Arbeitspaketschwerpunkte wurde die Logic Way GmbH durch die Projektpartner unterstützt. Projektbezogen entlastete die TU Dresden, bei der Ausführung administrativen Aufgaben, den Arbeitspaketleiter. Durch regelmäßig abgehaltene Konsortialtreffen (Online- und Präsenz), sowie im monatlichen Rhythmus stattgefundenen Online-Treffen, konnten die Konsortialpartner über die gesamte Projektlaufzeit ihren projektbezogenen Kontext mit den anderen teilen. Zudem fand ein regelmäßiger fachlicher Austausch unter den Konsortialpartnern statt. Das Projektvorhaben wurde wie in der Übersicht (siehe Abbildung 1) dargestellt, in neun kooperativ zu bearbeitende Arbeitspakete aufgeteilt. Weiter ist aus der Übersicht zu entnehmen, dass der Projektpartner Logic Way als Konsortialführer fungiert und alle administrativen Aufgaben umsetzt und bei Bedarf an die entsprechenden Projektpartner verteilt. Zudem wurden die Arbeitspakete drei Schwerpunkten zugewiesen. Theoretische Betrachtungen werden im Schwerpunkt „Analyse/ Entwicklung“ mit den Arbeitspaketen

zwei, vier und fünf angestellt. Der Schwerpunkt „Erprobung/ Pilotierung“ beinhaltet die Arbeitspakete drei, sechs und sieben und bildet den praktischen Teil des Projektvorhabens ab. Die „Verarbeitung/ Dokumentation/ Standardisierung“ mit den Arbeitspaketen acht und neun, stellt den dritten und somit den letzten definierten Schwerpunkt des Projektes dar.

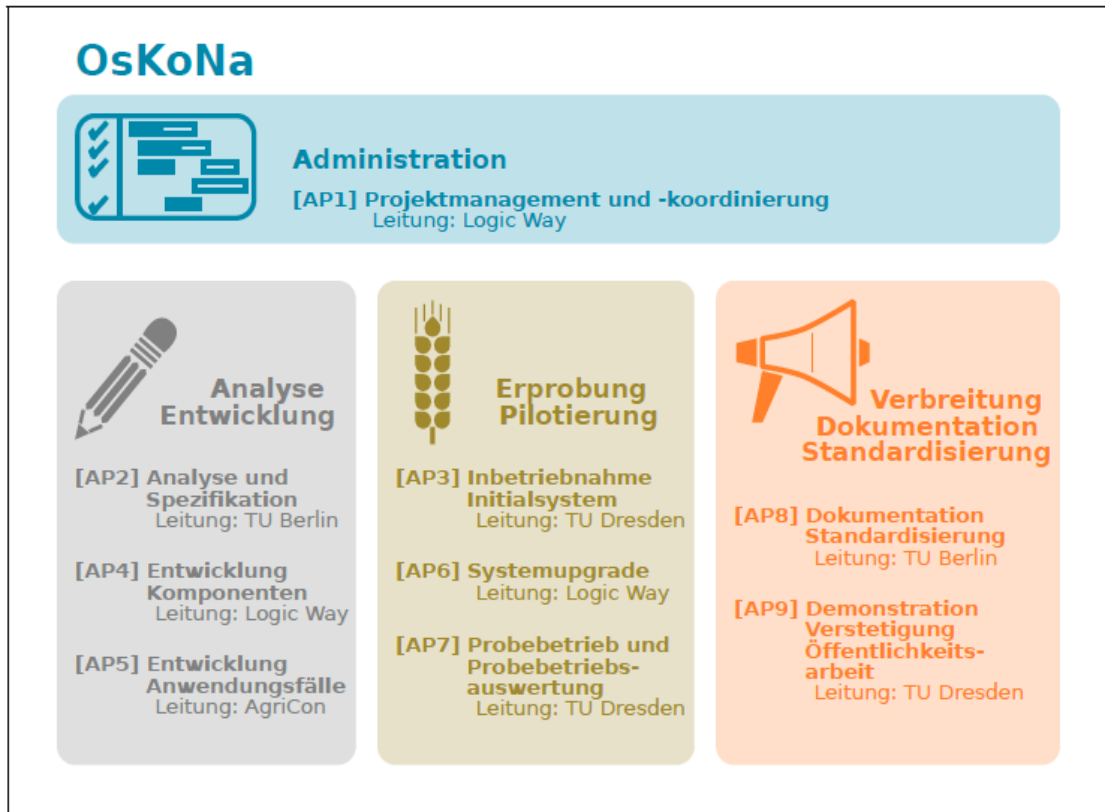


Abbildung 1: Übersicht Projekt-Arbeitsinhalte

Die zeitliche Einordnung der Tabelle 1 beinhaltet die ursprüngliche Planung des Projektes, ohne die Verlängerung.

		1. Jahr					2. Jahr					3. Jahr							
Meilensteine					M1	M2					M3				M4	M5			
AP	Beschreibung	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
1	Projektmanagement	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Analyse, Spezifikation	■	■	■	■	■													
3	Initialsystem		■	■	■														
4	Komponentenentwicklung					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Anwendungsfallentwicklung								■	■	■	■	■	■	■	■	■		
6	Systemupgrade								■	■	■	■			■	■	■		
7	Probetrieb und Probetriebs-Auswertung				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Dokumentation, Standardisierung							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Demonstration, Verstetigung, Verbreitung					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Tabelle 1: vorgesehener zeitlicher Projektablaufplan OsKoNa

Durch die Verlängerung konnten Verzögerungen im AP4 (Komponentenentwicklung) und AP6 (Systemupgrade) aufgefangen werden, die auf Grund nichtvorhersehbarer Lieferschwierigkeiten für notwendige elektronische Komponenten aufgetreten sind. Im AP2 (Analyse, Spezifikation) konnten Verzögerungen, bedingt durch den Cyber-Angriff, durch die Verlängerung aufgefangen werden. Für das AP3 (Initialsystem), AP6 (Systemupgrade) und AP7 (Probetrieb und Probetriebs-Auswertung) bedeutete die Verlängerung, dass durch die pandemische Lage notwendige gewordene Bewegungsbeschränkungen hinsichtlich Dienstreisen zu den Testbetrieben zeitlich angepasst und Feldtests zusätzlich noch im Frühjahr und Sommer 2024 stattfinden konnten. In Summe stand für alle Arbeitspakete mehr Zeit zur Zielerreichung zu Verfügung. Trotz der Einschränkungen wurden die Arbeitspakete in enger Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern an den Technischen Universitäten Berlin und Dresden, der Logic Way GmbH und der Agricon GmbH durchgeführt. Am 11. November 2020 wurde ein Online-Treffen mit den Projektpartnern, sowie dem Projektbearbeiter Herrn Felix Horacek (BLE) als Kick-Off abgehalten. Hauptthematik des Meetings waren Überlegungen zur Priorisierung der zu bearbeitenden Anwendungsfälle. Am 9. Dezember 2021 und am 27. Januar 2023 fanden weitere Treffen des OsKoNa-Konsortium statt, bei welchem die Projektpartner ihren bis dato aktuellen Arbeitsstand präsentierten und Ausichten auf die nächsten Bearbeitungsschritte gaben.

II.1.2 AP 2: „Analyse und Spezifikation“

Arbeitspaket 2 beinhaltete die Konzeptionierung eines detaillierten Architekturentwurf des gesamten OsKoNa-Stacks. Der Entwurf umfasst die Verknüpfung der Stack-Komponenten bezogen auf die:

- Gesamtfunktion,
- Anordnung,
- Einzelfunktionen,
- Schnittstellen und
- Abgrenzung bereits bestehender Komponenten.

Die Hauptverantwortlichkeit zur Umsetzung des Arbeitspaketes lag bei der TU Berlin. An dieser Stelle soll darauf verwiesen werden, dass durch einen personellen Mangel an der TU Berlin die reguläre Bearbeitung des Paketes in der ersten Hälfte der Projektlaufzeit Verzögerungen erfahren hat. Kompensiert werden konnten die Verzögerungen durch die Aufteilung der paketspezifischen Aufgaben auf die anderen Projektpartner. Somit war es möglich einen Beta-Architekturentwurf innerhalb der ersten Projekthälfte zu erstellen und diesen über die weitere Projektlaufzeit durch gewonnene Erkenntnisse

aus Erprobungen auf einen Alpha-Architekturentwurf zu erweitern und zu finalisieren. Die Logic Way GmbH war dabei maßgeblich an der Spezifikation der Komponentenstruktur des OsKoNa-Stack (siehe Abbildung 2) beteiligt.

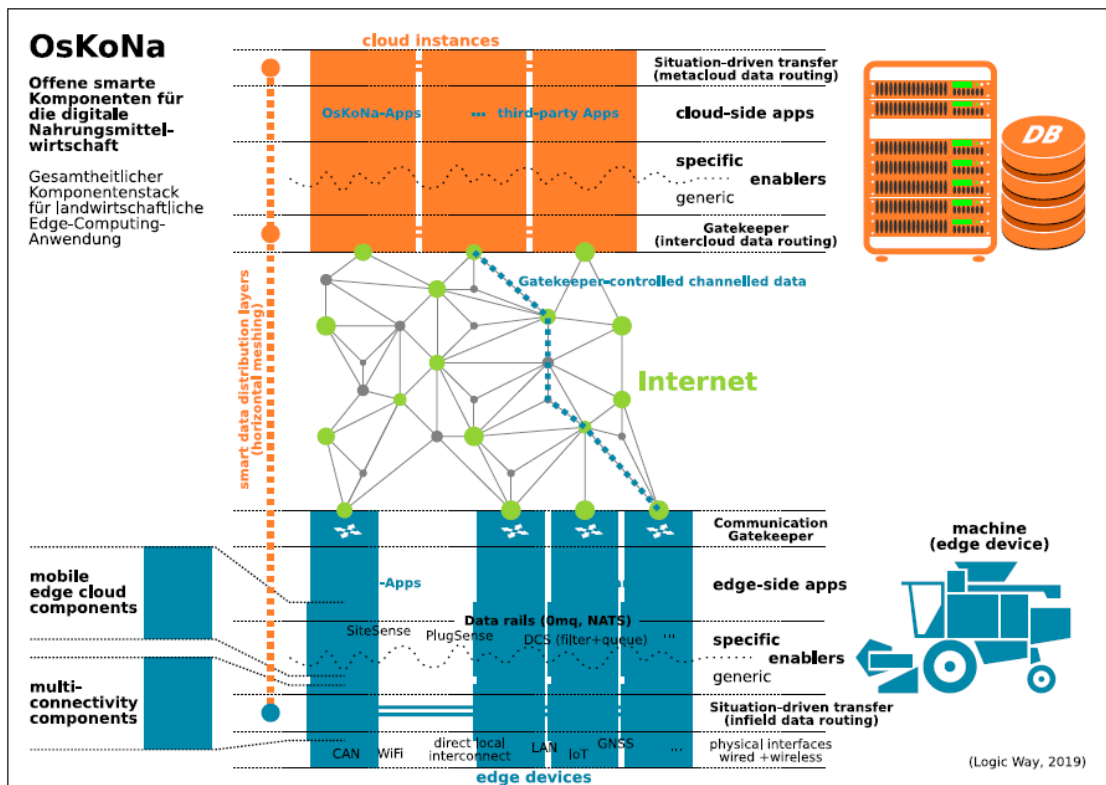


Abbildung 2: Verteilung logischer Komponenten auf Hardware-Infrastruktur

Dieser umfasst die Implementierung und Erprobung der:

- Plattformseite,
- Edge-Seite,
- Anwendungsseite,
- Komponenten für Datenaggregation,
- adaptiven Filterung,
- verzögerungstoleranten Übertragung und
- Präzisionspositionierung.

Dem Konsortialpartner der Agricon GmbH ermöglichte die Festlegung, Implementierung und Erprobung der Komponentenstruktur des OsKoNa-Stacks durch die Logic Way GmbH, die Validierung des von Agricon selbst gehosteten Farm Management Information System (FMIS) dem agriPort. Darauf aufbauend konnten definierte Schnittstellen und zur Anwendung kommende Algorithmen für das agriPort-System analysiert und spezifiziert werden. Notwendige Patent- und Literaturrecherchen zum Stand der Technik im Bereich Cloud Apps, Edge Computing sowie vorhanden Normen und Cloudschnittstellen im landwirtschaftlichen Einsatz wurden schwerpunktmäßig vom Projektpartner TU Berlin geleistet. Darüber hinaus wurden die Daten aus Vorprojekten

ausgewertet und hinsichtlich ihrer Eignung für die Implementierung in den OsKoNa-Stack untersucht.

II.1.3 AP 3: „Inbetriebnahme Initialsystem“

Der bereits vorhandene technologische Stand (stammt aus anderen gemeinsamen Projekten) versetzte das Konsortium in die Lage bestehende Infrastruktur für Komponententests frühzeitig in den Feldbetrieb überführen zu können. Das ermöglichte bereits in der frühen Projektphase/ im ersten Teil der Projektzeit Erfahrungen/ Erkenntnisse und Ergebnisse zu sammeln, welche in die Weiterentwicklung des neuen Komponentenmodell einfließen und die Umstellung auf die „neue“ Systemstruktur vereinfachte. Die Inbetriebnahme des initialen Systems über die gesamte Projektlaufzeit erfolgte unter der Leitung der TU Dresden, wobei die TU Dresden die Konsortialpartner über alle Schritte und den Betrieb des Initialsystems unterrichtete. Die eigentliche Inbetriebnahme umfasste die Installation von Hardware-Komponenten wie:

- Kommunikationsmodul,
- Stromversorgung des Kommunikationsmodul,
- CAN-Anschlusskabel (falls vorhanden),
- GPS-Antenne,
- GSM-Antenne

auf dem Fuhrpark des vor Projektbeginn ausgewählten Testbetrieb des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch. Mit dem kontinuierlichen Betrieb der Module konnten Daten zur Abbildung der Betriebsstruktur, des Nutzfahrzeugeinsatzes und der wesentlichen Maßnahmen von landwirtschaftlichen Bewirtschaftungen erfasst werden. Das LVG Köllitsch ist Teil des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, das als obere Landesbehörde ein breites Aufgabenspektrum im Geschäftsbereich des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft wahrnimmt. Die landwirtschaftliche Nutzfläche des Versuchsgutes beläuft sich auf 925 ha. Davon werden 660 ha als Ackerfläche und 265 ha als Grünlandfläche bewirtschaftet. Die Anbaustruktur, bezogen auf die Ackerflächen, umfasst 50% Getreide, 10% Raps, 13% Mais, 10% Ackerfutter, 5% Zuckerrüben sowie Ölfrüchte, großkörnige Leguminosen und nachwachsende Rohstoffe. Neben der Landnutzung beherbergt das Versuchsgut Köllitsch zahlreiche Tierbestände. Für die Bewirtschaftung der Nutzflächen und die täglich anfallenden Aufgaben im Bereich der Tierproduktion, verfügt der Testbetrieb über eine Vielzahl von selbstfahrenden landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen und Anbaugeräten diverser Hersteller. Die nachfolgende Tabelle 2 verweist zum einen auf die Diversität

des Fuhrparks, gibt zum anderen Informationen zu den von den Kommunikationsmodulen generierten Datenströmen bezüglich Maschinenparameter (CAN-Schnittstelle) und georeferenzierter Parameter (Latitude, Longitude, Altitude).

	EJ 2021	EJ 2022	EJ 2023	EJ2024
installierte Module	14	12	12	12
Nutzfahrzeug-hersteller	Fendt, Claas CASE, John Deere	Claas, Fendt, John Deere	Claas, Fendt, John Deere	Claas, Fendt, John Deere
CAN-Anschlüsse	Diagnosestecker, 2 poliger Stecker Getriebe-BUS, 9 poliger Stecker ISOBUS, CDS Claas Stecker			
aufgezeichnete Log-Files	17.428	13.096	6.302	2.399
fehlerhafte Log-Files	1.012	174	17	120
generierte Datenpunkte	12.955.577	9.837.503	5.293.793	2.028.038
Aufzeichnungszeit	3.598 Stunden, 46 Minuten, 17 Sekunden	2.732 Stunden, 38 Minuten, 23 Sekunden	1.470 Stunden, 29 Minuten, 53 Sekunden	563 Stunden, 20 Minuten, 38 Sekunden
Kalender-einsatz-tage	230	258	269	140
CAN- ISOBUS Nachrichten	13 verschiedene	27 verschiedene	22 verschiedene	16 verschiedene
Besonderheiten	Keine	Verspätete Installation, welche auf die Corona Pandemie zurückzuführen ist.	Module wurden zum Jahreswechsel nicht rückgebaut.	

Tabelle 2: Modulinstallation, Datengenerierung Initialsystem verteilt über die Projektlaufzeit des LVG Köllitsch

Am Ende jeder Erntesaison (Herbst) wurden die Module von den Nutzfahrzeugen des LVG Köllitsch demontiert und im Frühjahr des Folgejahres wieder montiert, dieses Vorgehen erfolgte über die gesamte Projektlaufzeit. Innerhalb dieses Prozesses war der Kontakt, sowie der Austausch mit dem Betriebsleiter unabdingbar. Auf Basis der Betriebsleiterinformationen konnten für den vorherrschenden Fuhrpark des LVG Köllitsch speziell definierte Installationspläne erstellt und die zum Einsatz kommenden Module entsprechend konfiguriert werden. Aus den Installationsplänen ging hervor, welche Nutzfahrzeuge mit einem Modul ausgestattet und welche Hardwarekomponenten für den erfolgreichen Betrieb der Module benötigt werden. Die im Vorfeld erstellten Pläne wurden nach der eigentlichen Installation der Module auf dem entsprechenden Nutzfahrzeug um weitere Informationen zum Installationsort, der verbauten Hardwarekomponenten und Testergebnissen zur Überprüfung der Betriebsbereitschaft ergänzt. Die Inhalte der Installationspläne wurden nach erfolgter Installation mit den Projektpartnern geteilt. Die Strategie der Rückbaumaßnahme der Kommunikationsmodule bot der TU Dresden zusammen mit den Konsortium die Gelegenheit, die Module in einem definierten Umfeld (Labor) auf etwaige Hard- oder Softwareseitige Probleme zu überprüfen. Zusätzlich ermöglichte dieses Vorgehen ausgiebige Erweiterungen der Datenerfassungs-Infrastruktur, sowie der Kommunikations-Softwareplattform durch eine iterative Vorgehensweise. So wurde auf seitens der Datenerfassungs-Infrastruktur ein Baustein zur automatischen Implementerkennung dem Modul hinzugefügt. Die Grundlage bildete eine an der TU Dresden angefertigte Diplomarbeit mit dem Titel: „Konzeption und Entwicklung eines Softwaremoduls zum intelligenten Datenlogging von gerätespezifischen ISOBUS-Nachrichten“. Der Softwarebaustein sorgt für die Identifizierung von ISOBUS-Netzwerkteilnehmern über eine eindeutige Kennung innerhalb der versendeten ISOBUS-Nachricht. Damit soll ein Beitrag zur Optimierung landwirtschaftlicher Produktionen geleistet und weitere Kenntnisse im Sinne von Big Data gewonnen werden und bildet das Verständnis für die Konzeptentwicklung einer Datenbank zur Realisierung der automatischen Erkennung von Anbaugeräten. Da der Fuhrpark des LVG Köllitsch nach unserem Wissenstand über keine ISOBUS-Fähigen Anbaugeräte verfügt, wurden für die Erprobungen der Bausteinkomponente (automatische Implementerkennung) IsoMatch InDemo Dongle der Firma Kverneland käuflich erworben. Jeder Dongle ist mit einer Maschinen-Software bestückt. Einstellungen und Funktionen eines realen Anbaugerätes, wie einem Düngestreuer oder einer Feldspritze, werden simuliert und die Anbaugeräteinformationen an das landwirtschaftliche Nutzfahrzeug vom Dongle über die ISOBUS-Schnittstelle übermittelt. Ein Laboraufbau gestattete die Implementierung von ISOBUS-Anbaugeräten (mittels IsoMatch InDemo Dongle) in die Datenerfassungs-Infrastruktur unter kontrollierten Bedingungen, weiter konnten Erkenntnisse

zur automatisierten Anbaugeräteerkennung gewonnen werden. Der Laboraufbau mit allen relevanten Komponenten kann dem folgenden Schema (siehe Abbildung 3 und 4) entnommen werden.

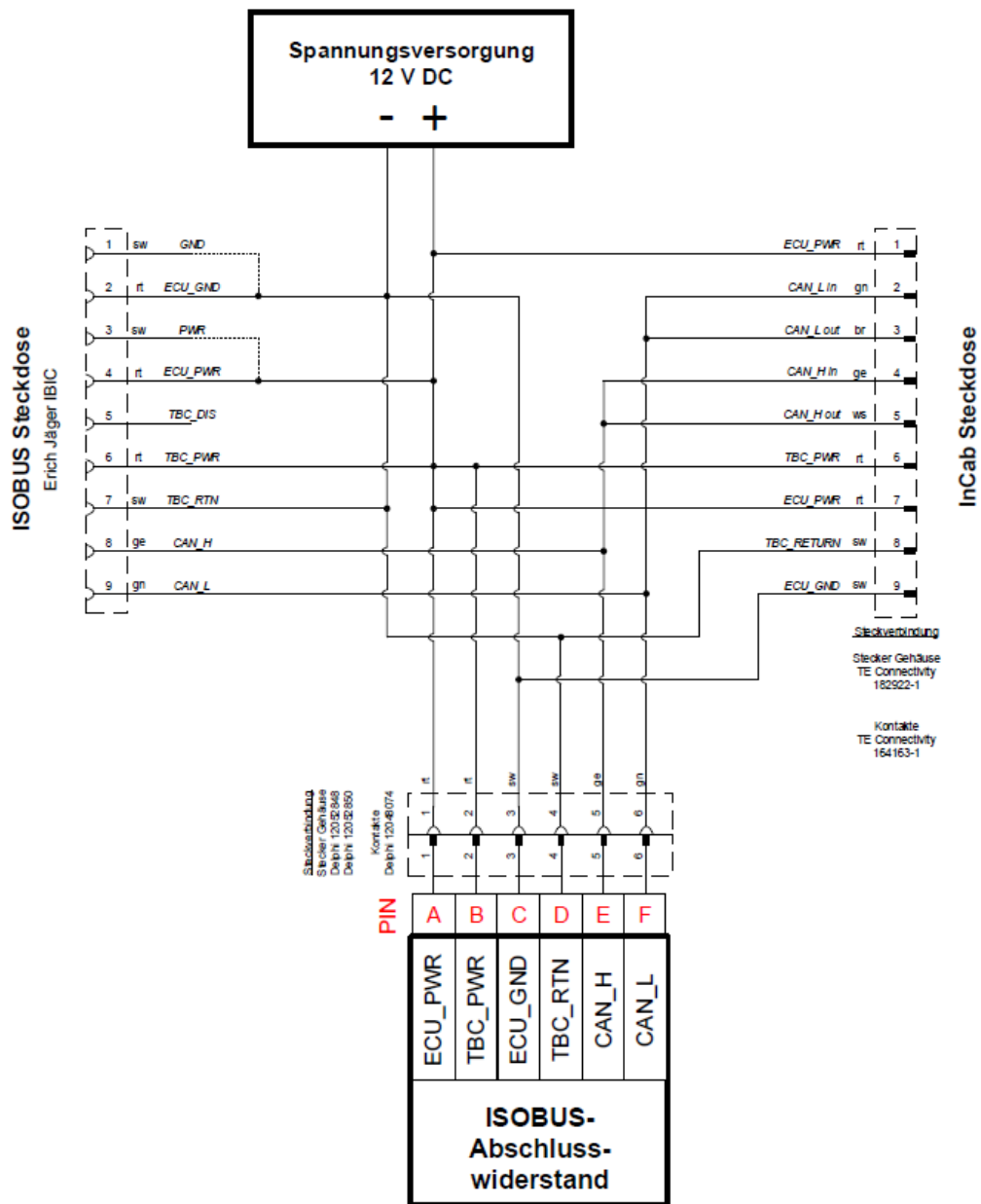


Abbildung 3: Schaltplan ISOBUS-Labora Aufbau-Kabelbaum



Abbildung 4: Komponenten für den ISOBUS-Laboraufbau

Weitere Studienarbeiten an der TU Dresden mit den Themen:

- „Sensorintegration von Sensoren in eine IoT-Entwicklungsumgebung“
- „Sensorintegration in eine landtechnische Entwicklungsumgebung“

zeigten mögliche Ansätze die existierenden Möglichkeiten der Datenintegration in die Datenerfassungs-Infrastruktur des OsKoNa-Gesamtsystems zu erweitern. Die Kommunikations-Softwareplattform konnte ebenfalls auf Grundlage einer Diplomarbeit an der TU Dresden mit dem Thema: „Entwicklung eines webbasierten Portals zur zentralen Verwaltung von Kommunikationsmodulen in der Landtechnik“ erweitert werden. Die Motivation dieser Arbeit war es, dass aktuelle Verwaltungs- und Konfigurationskonzept der Kommunikationsmodule zu überarbeiten und zu verbessern. Im Konzept vor dem upgrade, musste eine direkte Verbindung mittels SSH-, FTP- oder SFTP-Protokoll, zum Modul hergestellt werden. Dabei wurde der Anwender durch die Entfernung zum Modul, den Einschaltstatus des Moduls oder das latente Internet eingeschränkt. Im neuen Versionsmanagement werden Konfigurationsdateien, sowie Softwareupdates der Kommunikationsmodule in einem Cloud-Server platziert und können von diesen durch Veröffentlichung auf dem Server von den Kommunikationsmodulen automatisch heruntergeladen werden. Das Webportal bietet folgende Vorteile:

- detaillierte Verwaltung und Konfiguration
- unabhängig vom Einschaltstatus des Moduls
- unabhängig von der Internetqualität
- unabhängig vom Standort des Moduls

II.1.4 AP 4: „Entwicklung/ technische Umsetzung Komponenten“

Inhalt des Arbeitspaket 4 war die Entwicklung, sowie die technische Umsetzung von Komponenten des OsKoNa-Stacks. Ausgangssituation bildeten die in Arbeitspaket 2 spezifizierten Komponenten mit Anwendungsfall- übergreifender Funktion. Unter der Leitung der Logic Way GmbH wurden Komponenten entwickelt und technisch umgesetzt, welche:

- durchgehenden Datenfluss,
- generelle Sicherheitsmerkmale und
- logische Eigenschaften und Schnittstellen zur Vernetzung von Dateninhalten bereitstellen.

Die Umsetzung des Arbeitspaketes wurde schwerpunktmäßig in zwei Themenbereiche unterteilt. Der erste Bereich, die **maschinenseitige Infrastruktur** umfasst die Auslegung des Software-Systemkonzeptes der herstellerübergreifenden Kommunikationsmodule. Dabei lag der Focus auf der Abbildung von:

- Dokumentationen,
- Fahrerinformation und -interaktion,
- kooperativer Mehrmaschinenarbeit und
- maschinentechnische Unterstützung.

Die Aufteilung der Softwarekomponenten erfolgte in vier Schichten (siehe Abbildung 5), welche über ZeroMQ-Datensammelschienen miteinander verknüpft wurden. Die logische Schicht der Systemdienste (Physics) bildet den Zugang zu physikalischen Schnittstellen wie CAN, GNSS, LAN, WLAN oder WAN. Zur Anwendung kommende Software-Komponenten wie cansocket, gpsd, sshd oder DHCP stellen nur einen Teil der gewählten Komponenten dar, um den Systemdienst funktionsfähig abbilden zu können. Nach der Systemdienst-Schicht folgt die Sachdienst-Schicht (Generic components). Die Bereitstellung wiederverwendbarer Basisfunktionalitäten mit logisch- dateninhaltlichem Bezug zum eigentlichen Produktivprozess ist Hauptmerkmal der Sachdienst-Schicht. Funktionalitäten wie Datenkonzentration, Filterung oder Authentifikationsprozesse werden durch Software-Komponenten wie dem DCS (Datenkonsolidierungsdienst), PlugSense/ ISOplug (Implementerkennung) oder dem SiFiLib (Situations-Fingerprinting) in der Sachdienst-Schicht modulseitig umgesetzt. Schicht drei bildet diverse Sachanwendungen (Apps) ab. Anwendungsfall bezogene Programmbestandteile (Verweis auf Arbeitspaket 5) wie zum Beispiel Logistik, Abrechnungen, Nachverfolgung werden in dieser Schicht dem Gesamtsystem bereitgestellt. Die Datenlink-Schicht stellt die letzte Instanz der maschinenseitigen Infrastruktur dar. Die Soft-

ware-Komponente „GateKeeper“ verwaltet Verbindung zwischen Apps und Cloud-Instanzen unter Berücksichtigung der vorgegebenen Kommunikationsreglementierungen.

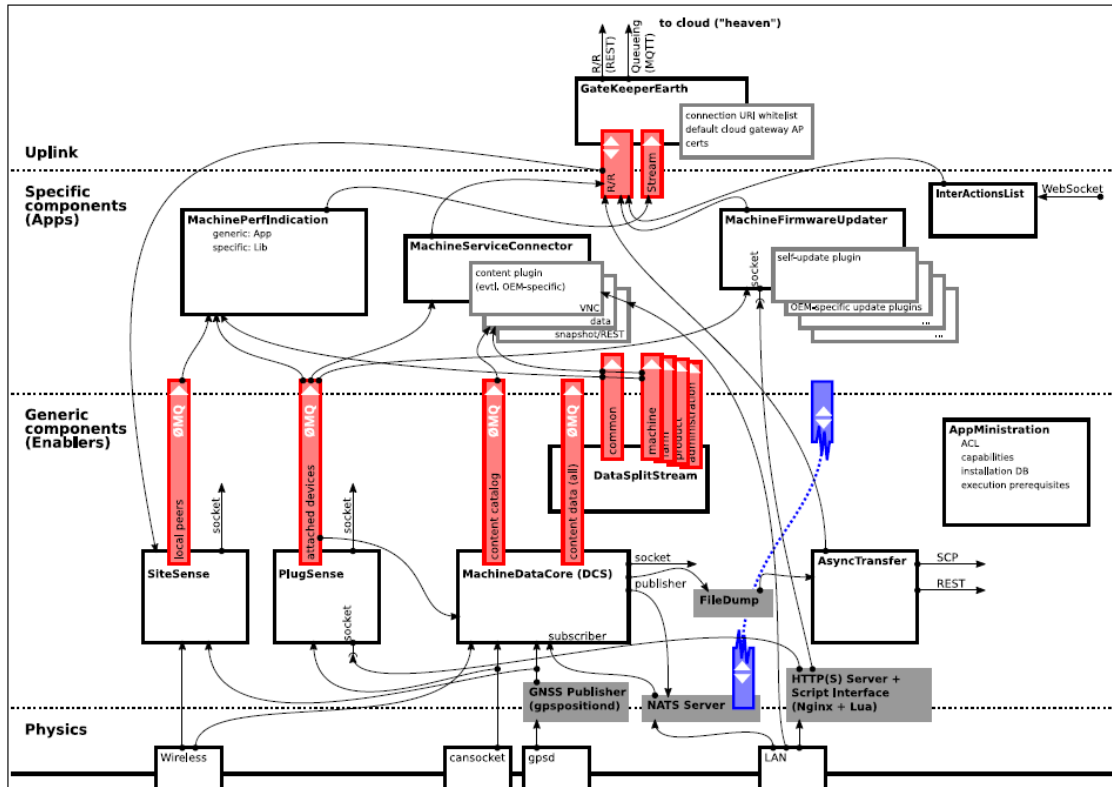


Abbildung 5: Software-Komponentenmodell innerhalb des Kommunikationsmoduls

Themenbereich zwei, die **cloudseitige Infrastruktur** beschreibt die verschiedenen Verteilungs- und Bereitstellungsmechanismen für synchrone und asynchrone Datendokumentation, Authentifikation von Geräten, sowie die Datenspeicherung, -konvertierung und -weiterverteilung. Aktuell können über wahlweise REST, SSH oder MQTT Datenströme an die Infrastruktur angebunden werden. Auf der Datenverteilerplattform übernehmen verschiedene Module die Vervielfältigung, Verteilung, sowie die Konvertierung der eingehenden Daten für die entsprechenden Datenempfänger. Ein Abnehmer von Daten am Datenverteilungsknoten ist die vom Konsortialpartner Logic Way GmbH erstellte Datenplattform „data.farming-projects.org“. Dieses Referenz, Demonstrationssystem ermöglicht die Verwaltung, Visualisierung und den Abruf von Daten. Abgebildet werden Überblicksinformationen wie:

- Maschinenaktivität,
- Kartendarstellungen,
- Arbeitszeitabbildung,
- Datenanomalien und
- Download von Fahrstreckendaten im GIS-Format.

Somit liefert diese Systemkomponente, welche direkt an den Datenverteilerknoten angeschlossen ist, maßgebliche Informationen zur Beurteilung des Systembetriebs und der Früherkennung eventueller Störungen. Weitere Empfänger der Daten im produktiven Probetrieb ist der agriPort der AgriCon GmbH, AIDAgeo der Logic Way GmbH und TreckerTracker der TU Dresden. Die Umsetzungen eines Plugin-Konzeptes ermöglichten die parallele Bereitstellung der Daten. Neben den am regulären Datentransport beteiligten Komponenten umfasst der Datenverteilungsknoten die zur Verwaltung von Organisationsstrukturen, Anwendern und Maschinen und deren Zuordnungen erforderlichen Komponenten und Mechanismen.

II.1.5 AP 5: „Entwicklung/ technische Umsetzung Anwendungsfälle“

Gegenstand des Arbeitspaket 5 „Entwicklung/ technische Umsetzung Anwendungsfälle“, bildet die Umsetzung von 7 ausgearbeiteten und priorisierten Anwendungsfällen:

- Maßnahmenerkennung auf dem Maschinen-Kommunikationsmodul (Edge Device)
- Mechanismen für die Ausweisung eines Produkt-/Bodenpasses
- automatische Anbaugeräteerkennung und -konfiguration „PlugSense“
- Bewirtschaftungsmustervergleiche
- Anwendung von Over-the-Air-Softwareupdates bis hin zum Anbaugerät
- Umwelt- und Georestriktionsmanagement und -bereitstellung auf dem Feld

Die Leitung im Arbeitspaket trägt die Agricon GmbH und wird durch die Projektpartner unterstützt. Für die eigentliche Entwicklung des Anwendungsfall „Maßnahmenerkennung auf dem Maschinen-Kommunikationsmodul (Edge Device)“ wurde von Seitens der TU Dresden zusammen mit dem Projektpartner der Logic Way GmbH ein Struktogramm (siehe Abbildung 6) konzeptioniert, welches als Leitfaden für die Umsetzung angenommen wurde.

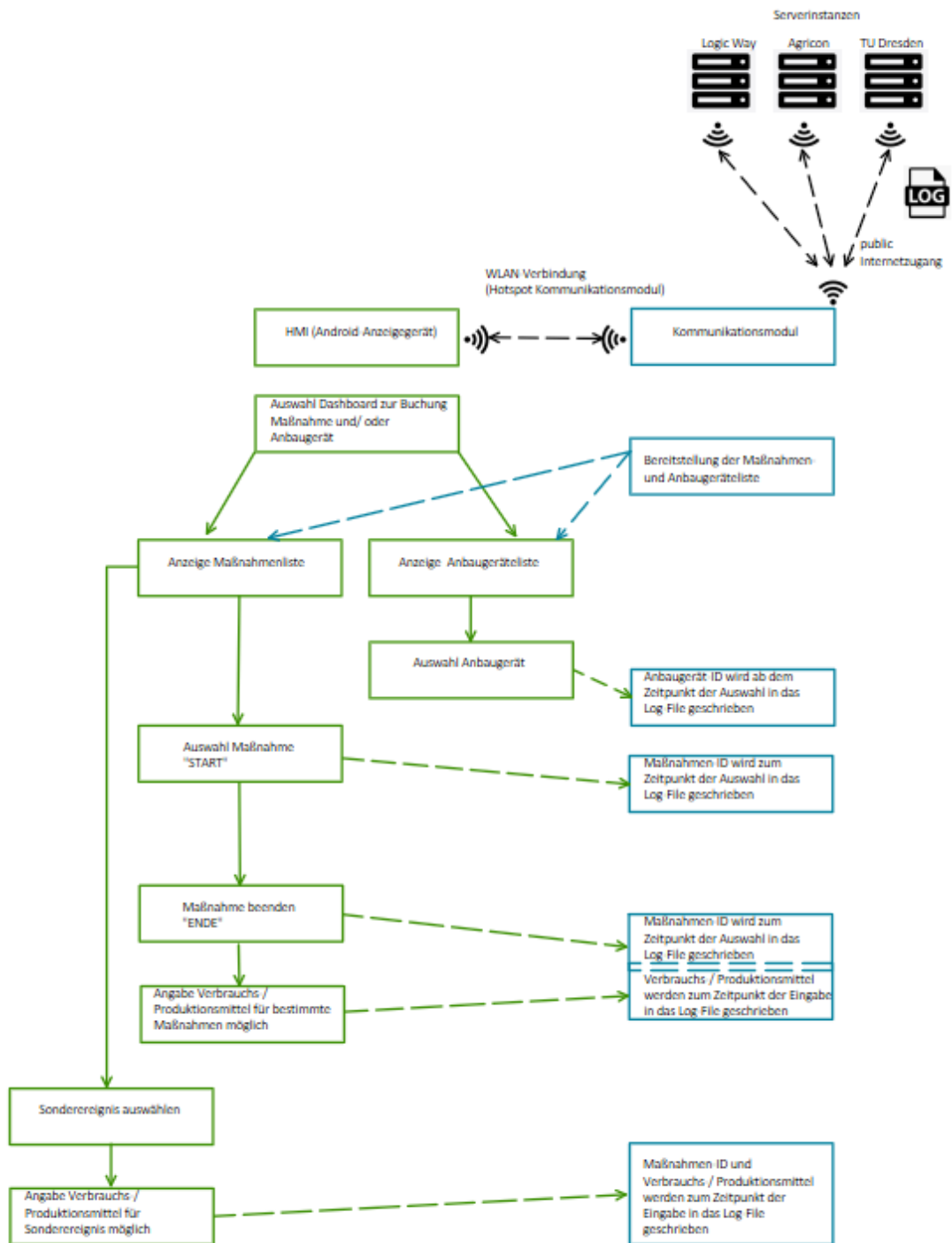


Abbildung 6: Struktogramm Funktionsprinzip Maßnahmenerkennung auf dem Maschinen-Kommunikationsmodul (Edge Device)

Das Funktionsprinzip der Maßnahmenerkennung auf dem Edge Device wurde wie folgt umgesetzt. Das Kommunikationsmodul (Edge Device) spannt ein WLAN-Hotspot auf, mit welchem sich ein Android-Anzeigerät (HMI/ Human-Maschine-Interface) verbindet. Am HMI wird nach erfolgreicher Verbindung eine entsprechende Browser-App geöffnet. Die Browser-App, hier der Fully Kiosk Browser, wurde aus dem Google-Play-Store heruntergeladen und auf dem Anzeigerät sollten

folgende Einstellungen für eine stabile und automatisch aufbauende Verbindung zum Modul eingestellt werden:

- nur den vom Kommunikationsmodul bereitgestellten Hotspot verwenden
- bei Verbindungsabbruch automatisch die Verbindung wiederherstellen

Ein Web-Client, welcher auf dem Edge Device installiert ist, wird über die Eingabe der Web-URL (<https://terminal.box/terminal/>) im Fully Kiosk Browser angesprochen. Der Web-Client stellt die Dashboards zur Auswahl der Maßnahme, dem Anbaugerät und weitere Dashboards auf dem HMI dar. Dem Anwender wird die Möglichkeit geboten ein Anbaugerät, aus einer betriebsspezifischen Anbaugeräteliste oder eine bestimmte Maßnahme auf dem entsprechenden Dashboard auszuwählen. Der Anbaugeräteliste können neben der ID (DEVICE_ID) auch weitere Parameter für detaillierte Betrachtung und Auswertung hinterlegt werden wie beispielsweise:

- Bearbeitungsbreite,
- zulässige Tonnage von Anhängern,
- Fassungsvermögen von Anhängern.

Die Anbaugeräteliste wurde dem Kommunikationsmodul und dem System des agriPort-Portal als editierbares File hinterlegt. So können vom agriPort die eingehenden Logs mit hinterlegten DEVICE_ID's interpretiert und in Kontext gesetzt werden. Die Vergabe der DEVICE_ID's orientiert sich an den ID's der Maßnahmen (WORK_ID) (siehe Tabelle 3).

WORK	WORK_ID	DEVICE	DEVICE_ID	Parameter
Düngen	31	Düngerstreuer	3101	12 Meter
Spritzen	4	Spritze	401	20 Meter
Grubbern	42	Grubber	4201	6 Meter
Aussaat	3	Drille	301	6 Meter
Schwaden	53	Schwader	5301	10 Meter
Schüttgut-transport	19	HW 80	1901	5 Tonen
Maßnahmenfahrt	70	-	-	-
Tanken	71	-	-	200 Liter

Tabelle 3: Auswahl von WORK_ID's und DEVICE_ID's mit Zusatzparametern

Die farbliche Darstellung dient der Gruppierung der Maßnahmen und wurde bei der Umsetzung auf der HMI übernommen. Wird ein Anbaugerät gewählt, wird die eindeutige DEVICE_ID ab dem Zeitpunkt der Auswahl in das Log-File, welches vom Kommunikationsmodul erstellt wird, geschrieben. Die DEVICE_ID wird solange geschrieben, bis ein neues Logfile im Modul angelegt oder ein neues Anbaugerät mit einer

neuen ID vom Anwender gewählt wird. Entscheidet sich der Anwender eine Maßnahme zu wählen, dann wird die eindeutige WORK_ID zum Zeitpunkt der Auswahl dem Log-File hinterlegt. Wird die Maßnahme nach erfolgter Durchführung beendet, wird wieder die WORK_ID in das aktive Log-File geschrieben. Als zusätzliche Information kann dem Log-File beim Beenden der Maßnahme die Angabe zu Verbrauchs- und oder Produktionsmittel hinterlegt werden. Sonderereignisse wie zum Beispiel Tanken können ebenfalls im Bereich der Maßnahmenauswahl gewählt und die getankte Kraftstoffmenge angegeben und dem Log zugeführt werden. Der Projektpartner der Agricon GmbH hat eine Liste mit definierten Maßnahmen und deren ID bereitgestellt (siehe Tabelle 3). Der Inhalt der Liste (Maßnahme zu ID) ist dem System agriPort hinterlegt. Eingehende WORK_ID's können im System des agriPort übersetzt und der Datengemeinschaft integriert werden. Die Liste der Maßnahmen mit zugehöriger ID, wurde ebenfalls dem Kommunikationsmodul als editierbares File hinterlegt. Der Anwender greift bei Auswahl einer Maßnahme am HMI auf diese Liste zurück. Da die DEVICE_ID und die WORK_ID beim Schreiben ins Log einem Zeitstempel zugeordnet und georeferenziert werden können, ist die Aufschlüsselung und Zuordnung von Zeiten detailliert möglich. Weiter können dadurch Bearbeitungsparameter Nutzflächenbezogen ermittelt werden. Die Abbildung 7 in Kombination mit der Tabelle 4 sollen schematisch was mit dem System der Maßnahmenerkennung auf dem Edge Device abgebildet werden kann.



Abbildung 7: Plot eines Tracks mit Maßnahmen-Triggerpunkte

Nummerierung im Plot	Start der Maßnahme	Ende der Maßnahme	Maßnahmendauer	Maßnahme	WORK_ID
1	10:33:00	11:12:55	00:39:55	Schwaden	53

2	11:12:55	11:20:30	00:07:35	Maßnahmenfahrt	70
3	11:20:30	11:35:40	00:15:10	Schwaden	53
4	11:35:40	19:42:35	08:06:55	Maßnahmenfahrt	70

Tabelle 4: Aufschlüsselung der Maßnahmen-Triggerpunkte

Die softwareseitige Umsetzung des Funktionsprinzip auf dem Edge Device wurde maßgeblich von der Logic Way GmbH vorangetrieben. Nachfolgend erfolgt die Betrachtung der Dashboards, welche vom Web-Client bereitgestellt und der HMI angezeigt werden (siehe 6 Tabs an der rechten Seite der Dashboards).

Tab 1-HOME:

Hier kann bei Vorhandensein bis zu 5 „Lieblings“-CAN-Botschaften dem Anwender angezeigt werden.

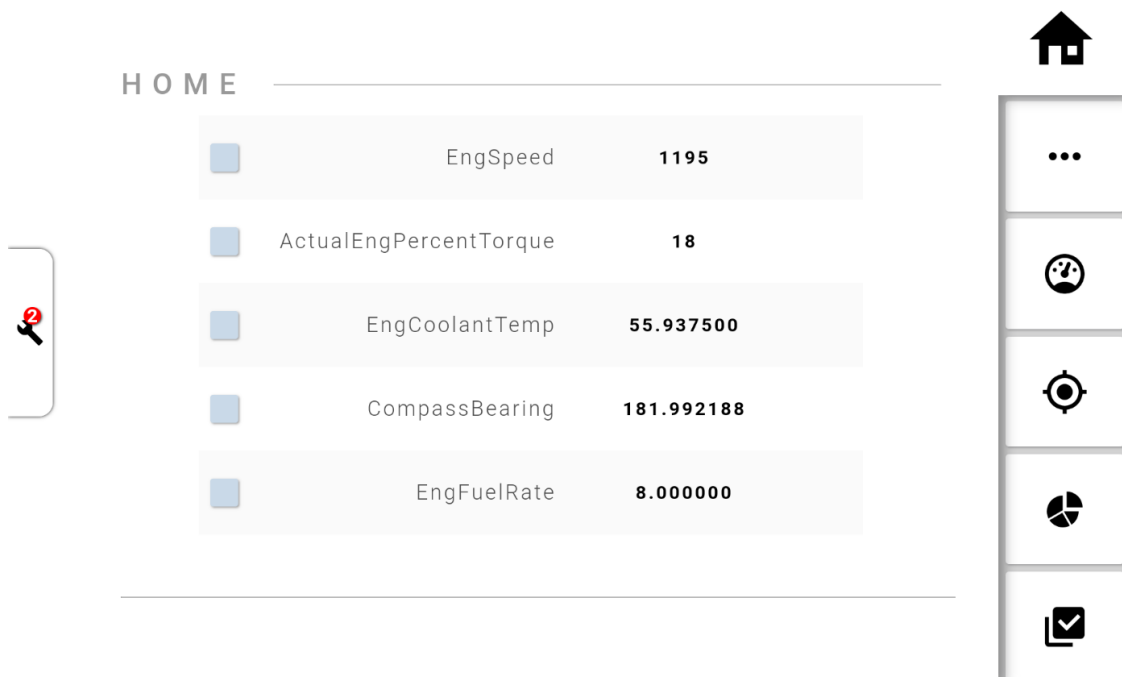


Abbildung 8: HOME-Dashboard

Tab 2-Maßnahmen und Anbaugeräte:

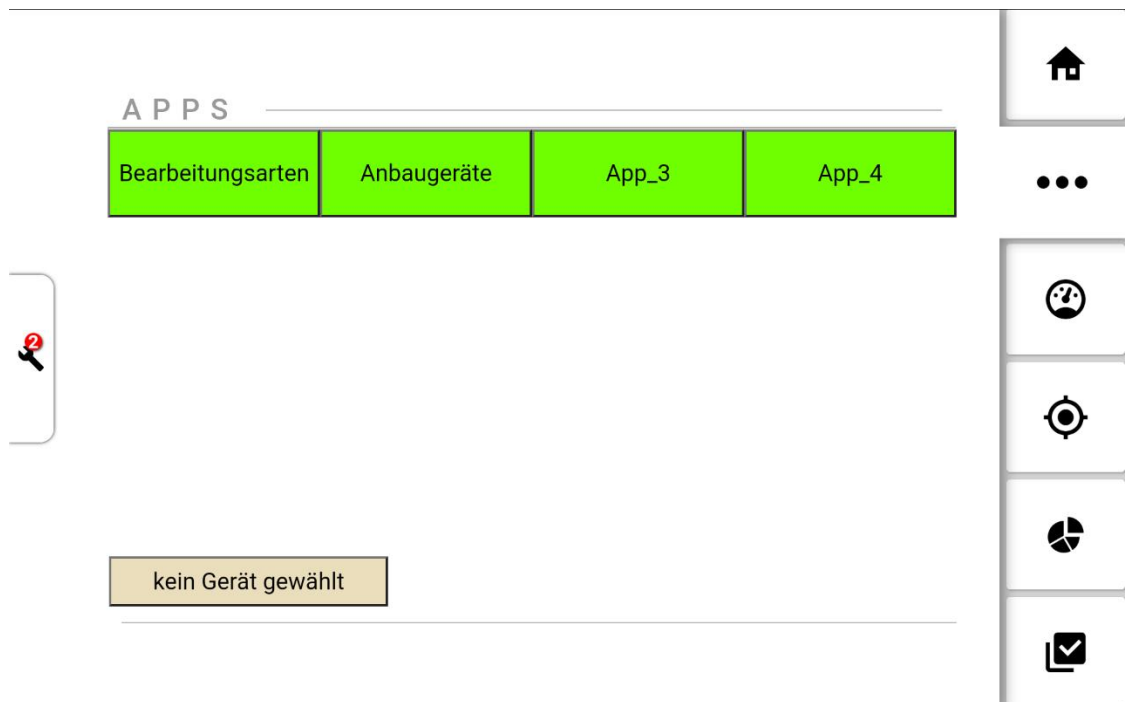


Abbildung 9: Start-Dashboard Maßnahmen- und Anbaugeräteauswahl

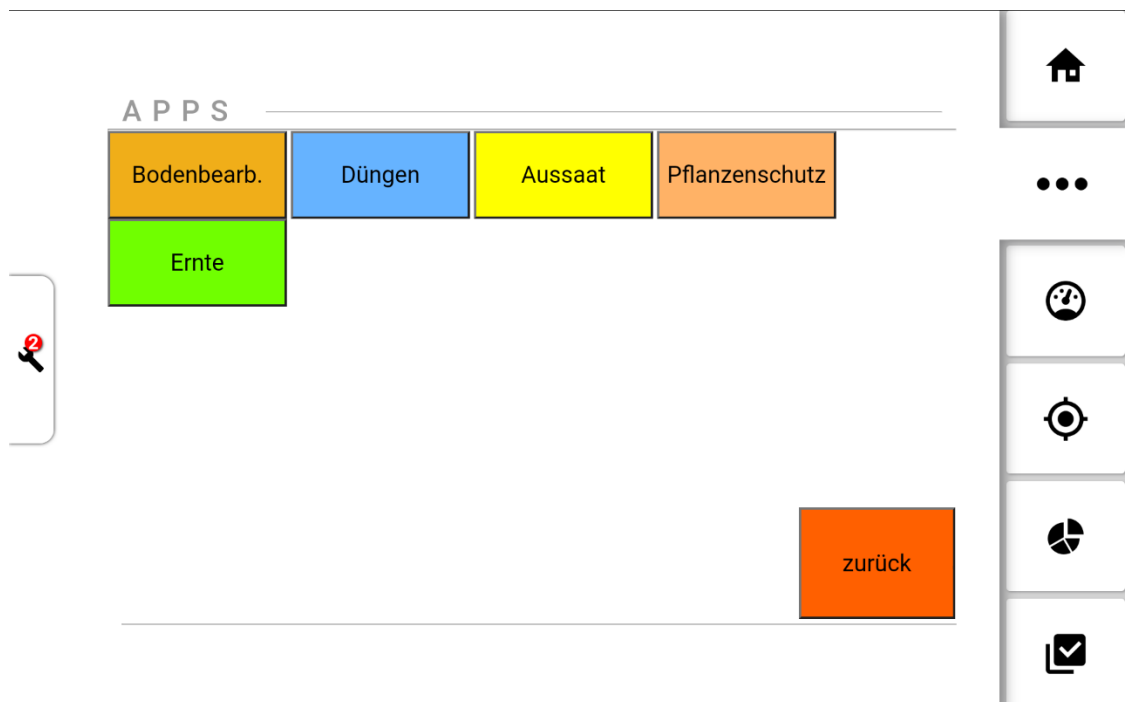


Abbildung 10: Dashboard Gruppierung Maßnahmen, farblich für besserer Unterscheidung dargestellt

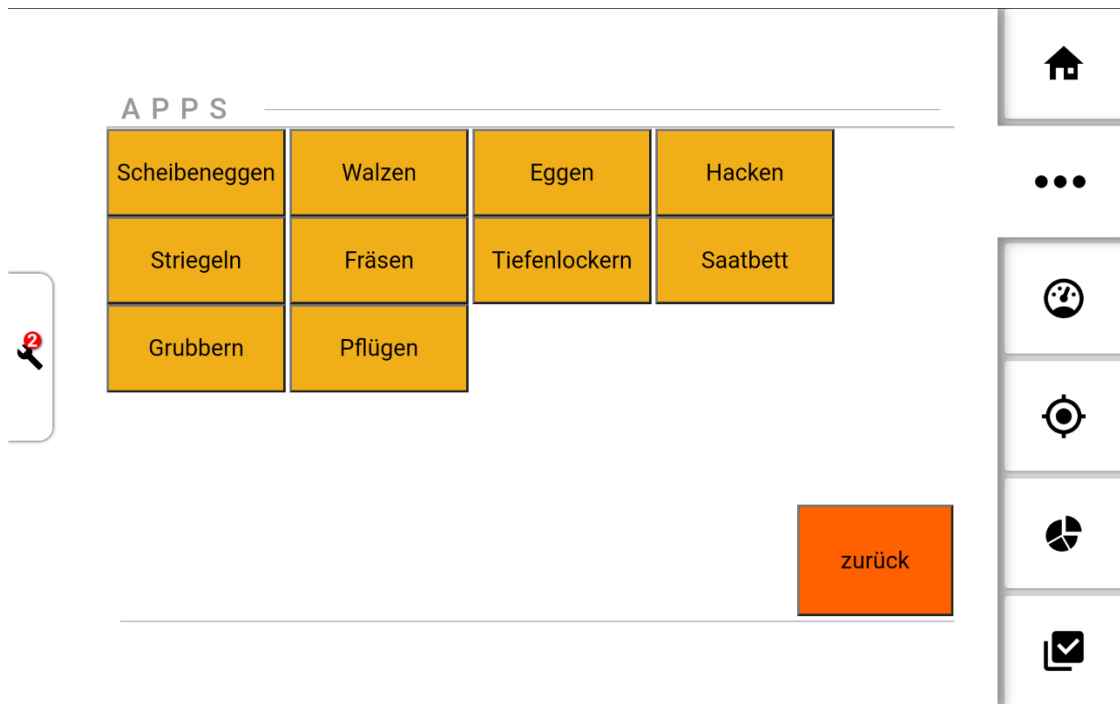


Abbildung 11: Dashboard Subgruppe Bodenbearbeitung

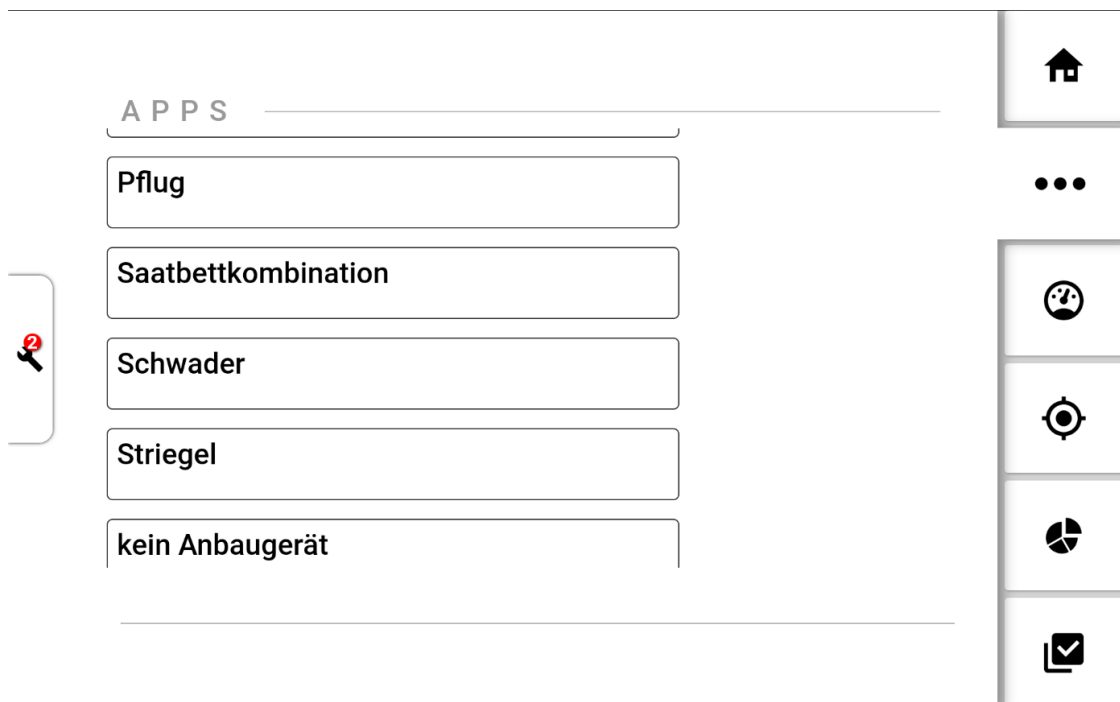


Abbildung 12: Dashboard Darstellung betriebsspezifischer Anbaugeräteliste

Tab 3-Anzeige aller empfangenen CAN-Nachrichten:

Anzeige aller CAN-Daten, die die Box empfängt und aufzeichnet – davon kann sich der Anwender die 5 „Lieblings“-CAN-Botschaften für die HOME-Seite auswählen.

Tab 4-Mapdarstellung der aktuellen georeferenzierten Position des Kommunikationsmoduls:

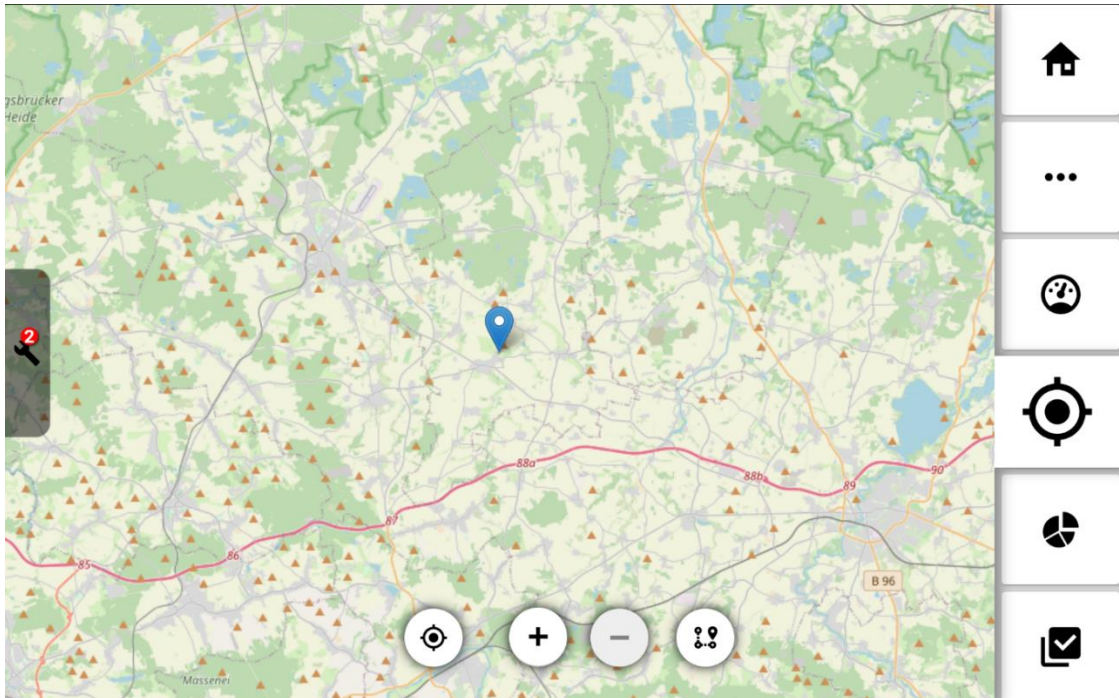


Abbildung 13: Mapdarstellung

Tab 5-Diagrammdarstellungen:

Darstellung zeitlicher Verläufe aller konfigurierten CAN-Daten, welche von der Box registriert werden, in verschiedenen Zeitschritten. Sind konfigurierte CAN-Daten nicht da, dann ist im Diagramm eine Null-Linie abgebildet.

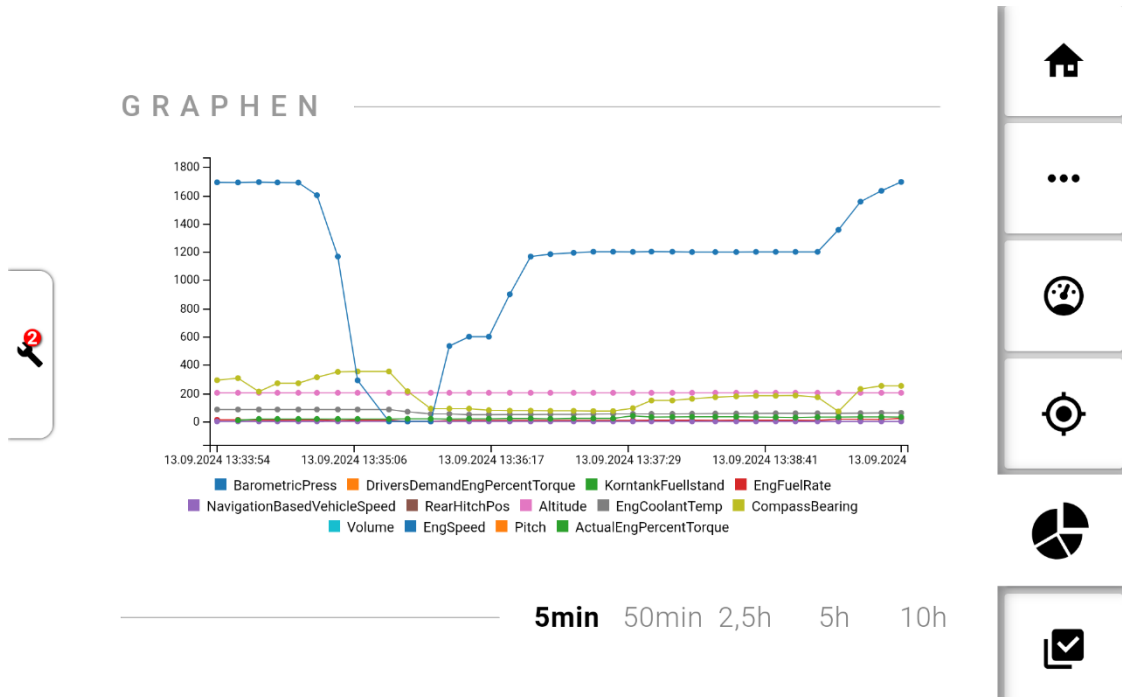


Abbildung 14: zeitliche Darstellung registrierter CAN-Botschaften

Tab 6-Aufgaben und Meldungen:

Dieser Tab ist aktuell noch mit keinem Inhalt gefüllt, vorstellbar ist die Abbildung von Systemfehlermeldungen, anstehende Nutzflächen-Bearbeitungsaufträgen, Austauschplattform für Informationen mit anderen Nutzfahrzeuge.

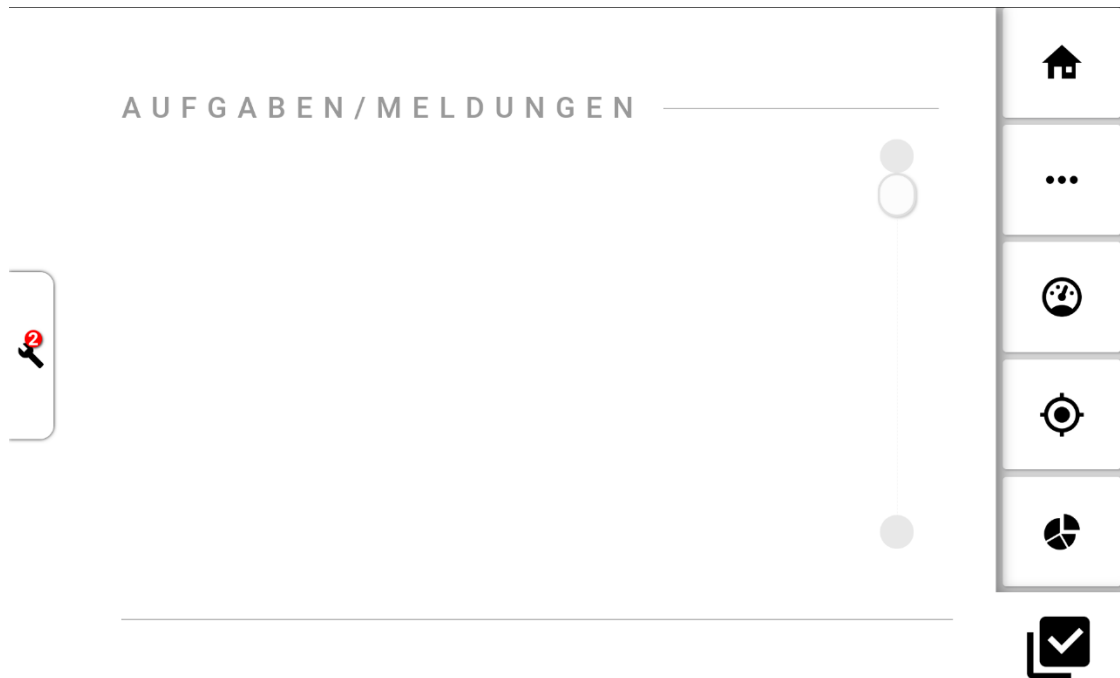


Abbildung 15: Aufgaben/ Meldungen-Dashboard

Tab 7-Schreibenschlüssel (Tab linke Seite Dashboard):

Gibt den Systemstatus, Dienste die laufen, GPS, Hardwareeigenschaften der Box, Button zum Neustart der Box wieder.

System Status:

Allg. Info:
Linux Tausch_01 4.19.38-
g4dae378bbe #7 Thu Mar
18 12:40:17 CET 2021
armv7l GNU/Linux

Netzwerk:
wlan1
192.168.179.33
RX: 4671638 (4.4 MiB)
TX: 3642273 (3.4 MiB)

MAC Adresse:
eth0:0
172.31.255.254

IMEI:
352255063101822

Programme:
● Map Cache
● GPS Positiond
● TeleExpert
● Filter App
● Gatekeeper
● Nginx
● DCS

GPS:
Latitude: 50.00000
Longitude: 10.00000
Altitude: 183.109000
Speed: 0.025000
Satelliten: 17

Chrony:
Ref. ID: 00000000 ()
Stratum: 0
Ref. Time: Thu Jan 01 00:00:00 1970
System Time: 0.00000013 seconds fast of NTP time
Frequency: 45.181 ppm fast
Leap: Not synchronised

MS	Name/IP	Stratum	Poll	Reach	LastRX	Last Sample
#x	GPS	0	4	377	15	-58ms[-58ms] +/- 200ms
#?	PPS	0	4	0	-	+0ns[+0ns] +/- 0ns
#?	GPS	0	4	0	-	+0ns[+0ns] +/- 0ns
#?	PPS	0	4	0	-	+0ns[+0ns] +/- 0ns
^x	node-2.infogral.is	2	7	377	55	+857ms[+857ms] +/- 11ms

Filesystem:

Filesystem	Size	Used	Available	Use %	h
/dev/root	14.5G	634.7M	13.1G	5%	/
devtmpfs	235.4M	0	235.4M	0%	/
tmpfs	247.9M	0	247.9M	0%	/
tmpfs	247.9M	253M	222.6M	10%	/
/dev/mmcblkop1	14.8G	434.7M	14.4G	3%	/

Uptime:
3:59h
5.51 Prozessorlast letzte Minute

System Neustart Administrationsseite öffnen

SmartFarming Terminal | Logic Way GmbH 2019

Abbildung 16: Anzeige Systemstatus

Für die Erfassung von Informationen, die in den Anwendungsfall Produkt-/Bodenpass einfließen werden, sind verschiedene Daten-Quellen notwendig. Mit dem Produkt-/Bodenpass sollen dem späteren potenziellen Kunden wesentliche Informationen zur Herkunft und Erzeugung eines Produktes digital bereitgestellt werden. Das können Informationen wie:

- wer hat das Produkt erzeugt (Betriebsname),
- wo wurde das Produkt erzeugt (geografische Lage des Anbauschlages),
- wie wirtschaftet der Betrieb (Konventionell, Biologisch, Gemischt),
- direkte Angaben zum Erzeugerfeld (in welcher Fruchtfolge angebaut),
- Bilanzierung der Zu- Abfuhr von organischen, mineralischen Düngemitteln innerhalb der Fruchtfolge,
- Daten zum direkten Anbau des Produktes (Sorte, Aussaatmenge, Maßnahmen Bodenbearbeitung, Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen) sein.

Diese und weitere Informationen werden in verschiedenen Bereichen des agriPort's verwaltet. Grundlage bilden Informationen aus dem Anwendungsfall Maßnahmenerkennung auf dem Edge Device und werden zum Beispiel mit Informationen der Nährstoffversorgung erhoben auf Grundlage GPS-gestützter Bodenprobenahme angereichert und im agriPort aggregiert. Der Hauptinhalt des Anwendungsfalles automatische Anbaugeräteerkennung und -konfiguration „PlugSense“ bestand in der automatische

Erkennung der verwendeten Arbeitsgeräte aus dem ISOBUS Datenstrom und prototypischen Implementierung der durchgeführten Maßnahmen dieser Geräte in das Datenportal agriPort. Hier soll auf die Betrachtungen im Arbeitspaket 3 auf den Seiten 13 ff verwiesen werden. Für die Umsetzung des Anwendungsfalls Bewirtschaftungsmustervergleich wurden die arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen wie Flächenleistungen und Einsatzprofile der Arbeitsmaschinen, den Kraftstoffverbrauch pro Hektar bearbeiteter Nutzfläche, die Betriebs- (Misch- oder reiner Pflanzenbaubetrieb, Betriebsgröße) und Produktionsstrukturen (biologisch oder konventionell), sowie die geografische Lage und die damit verbundene Bodenarten betrachtet. Für eine verbesserte Vergleichbarkeit werden die vom Service vorgeschlagenen und vom Nutzer gebuchten Maßnahmen mittels kmeans-Algorithmus (unüberwachtes maschinelles Lernen) in Gruppen (Cluster) eingeteilt. Die Gruppenzugehörigkeit ergibt sich aus der Größe der bearbeiteten Fläche, sowie dem Boden und dem Höhenprofil. Eine Betrachtung der Arbeiten innerhalb der Gruppen gibt Aufschluss über deren Effizienz und ermöglicht in einer zweiten Ebene den Vergleich der Arbeiterledigungskosten. Für die Darstellung der Vergleiche wurden Dashboards (Benutzeroberflächen im Frontend von Webanwendungen für die Visualisierung von Daten und Informationen, siehe Abbildung 17) entwickelt und für das Gesamtsystem agriPort angepasst.

Arbeitsart	Flächenleistung ha/h	Verbrauch l/ha	Kosten €/ha
Pflügen	1 ha/h	23 l/ha	110 €/ha
Grubbern tief	1,5 ha/h	15 l/ha	75 €/ha
Grubbern flach	2 ha/h	9 l/ha	50 €/ha
Eggen	2,5 ha/h	6 l/ha	30 €/ha
Mähen	3,5 ha/h	6 l/ha	
...	

Abbildung 17: skizzierte Möglichkeit zur Darstellung Bewirtschaftungsmustervergleich

Die Anwendung von Over-the-Air-Softwareupdates bis hin zum Anbaugerät wurde auf Grundlage der bereits im Arbeitspaket 3 auf Seite 15 beschriebenen Diplomarbeit, welche an der TU Dresden angefertigt wurde, im data.farming-projects.org-Plattform des Projektpartners Logic Way GmbH umgesetzt. Im Anwendungsfall Umwelt- und Georestriktionsmanagement und -bereitstellung erfolgt präzisionskartierte Zusammenführung relevanter Quellen, aus denen Konsequenzen für feldbauliche Maßnahmen hervorgehen und deren direkte Bereitstellung für die Feldbewirtschaftung ist eine unabdingbare Vo-

raussetzung für konforme Ausführung der Arbeiten mit allen Regeln und Einschränkungen. Die Aggregation der zu beachtenden Auflagen sind dabei die von amtlicher Seite bereitgestellten Informationen wie z.B. Pflanzenschutzanwendungsverordnung, Ausführungsverordnung zur Düngeverordnung „Rote Gebiete“, Karten zu Gewässergrenzen, Geländemodellierung etc. Diese Aggregation wird maßnahmenbezogen als Karte auf dem Smart Terminal der Landmaschine bereitgestellt. Mit frei verfügbaren Geo-Daten z.B. vom Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) zu oberirdischen Fließgewässern, lassen sich Karten zu Sperrflächen, entsprechend der Auflage NW706 Pflanzenschutzmittel Anwendungsverordnung, für den Maschinenbediener erstellen und auf dem Terminal abbilden.



Abbildung 18: oberirdische Fließgewässer daraus modellierte Karte mit Sperrfläche entsprechend Abstandauflagen NW706

II.1.6 AP 6: „Systemupgrade“

Unter der Leitung der Logic Way GmbH erfolgte im Arbeitspaket 6 die iterative Aktualisierung der Komponentenstruktur vom Initialsystem zum angestrebten OsKoNa-System. Grundlage bildeten die Festlegungen, welche aus den Arbeitspaketen vier und fünf stammen, sowie dem Feedback der Anwender, was dazu führte, dass die Qualität nachgelagert gesteigert werden konnte. Durch die mangelnde Hardwareverfügbarkeit

während der Corona-Pandemie und dieser ebenfalls nachgelagert mussten neue Lösungsansätze zur Bewältigung der Arbeiten gefunden werden. Auf Grund dessen wurden verfügbare Systeme aus dem bisherigen Betrieb aktualisiert, aufgearbeitet und mit neuer Software ausgestattet. Einige der im vorherigen Entwurf enthaltenen Bauelemente mussten als permanent unbeschaffbar akzeptiert und deshalb in der Konstruktion ausgetauscht werden. Ein prototypischer Musterbau der Komponentenstruktur (maschinen – und cloudseitig) ermöglichte in der ersten Hälfte der Projektphase das aktualisierte System auf Schad- und Schwachstellen im Laborumfeld analysieren zu können. Am Beispiel der Maßnahmenerkennung auf dem Edge Device wurde das Setup im Laborumfeld, wie bereits in AP 3 „Inbetriebnahme Initialsystem“ (Seite 13ff) beschrieben um das Anzeigegerät (HMI) erweitert. Nach erfolgter Inbetriebnahme des gesamten Systems am Labortisch, wurden alle dem Kommunikationsmodul hinterlegten Maßnahmen und Anbaugeräte nacheinander in einem bestimmten Zeitintervall am HMI aktiv geschaltet. Es wurde die Uhrzeit und die vom Anwender bestätigte Maßnahme/ und oder Anbaugerät notiert und mit den vom Kommunikationsmodul generierten Log-Files abgeglichen. Fehlerhafte Aufzeichnungen konnten somit schnell identifiziert und die Ursachen mit dem Konsortium diskutiert und behoben werden. 2023 konnte die Beschaffung der Bauelemente für die aktualisierte Geräteserie abgeschlossen werden, so dass diese im Produktivbetrieb erprobt werden konnten.

II.1.7 AP 7: „Probetrieb und Probetriebs-Auswertung“

Das Arbeitspaket umfasst die stetige Betreuung und Überwachung des Probetriebes. Der Aufbau sowie die Wartung des Probetriebes wurden schwerpunktmäßig von der TU Dresden durchgeführt und betreut. Für Testzwecke des Gesamtsystems unter realen Bedingungen wurden zwei landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge mit der Maßnahmenerkennung auf dem Edge Device im Partnerbetrieb ausgerüstet. Die Fahrer der beiden Maschinen wurden gebeten zur gewählten Maßnahme und oder Anbaugerät die Uhrzeit und das Datum in Vordrucken zu notieren. Mit diesen war es möglich im Anschluss ein Abgleich mit den vom Modul erzeugten Logs zu erstellen und Probleme, sowie Schwachstellen zu erkennen und zu beheben. Die Erfahrungen und die Meinungen der Fahrer flossen ebenfalls in die Verbesserung des Systems und die Steigerung der Usability mit ein. Der Ausfall eines Kommunikationsmodules stellt eine kapitale Störung da. Im schlimmsten Fall, dem Komplettausfall des Modules, werden keine Daten mehr aufgezeichnet, wodurch wichtige Parameter für die Auswertung des kompletten Arbeitsprozesses fehlen. Im Produktivbetrieb können dem Landwirt oder der Landwirtin somit wichtige Daten unwiederbringlich verloren gehen. Daher war das Ziel in diesem

Arbeitspaket Ausfälle von Kommunikationsmodulen weitestgehend zu verhindern. Wenn es zu Ausfällen kam, war der Grund oftmals menschliches Versagen, indem beispielsweise die Stromversorgung des Kommunikationsmodules aus Unwissenheit vom Traktor getrennt wurde. Schwerpunktmäßig wurde der Status der Kommunikationsmodule von der TU Dresden überwacht. Hierzu wurde manuell überwacht, wann das Kommunikationsmodul zuletzt mit dem Server Kontakt hatte. Während der Aufwand für die Projektlaufzeit vertretbar war, kann im späteren Produktivbetrieb nicht davon ausgegangen werden, dass der Landwirt oder die Landwirtin den Status der Module kontinuierlich überwacht. Im Rahmen des Projektes OsKoNa wurde hierzu ein Konzept entwickelt und prototypisch umgesetzt, um Anomalien beim Status der Kommunikationsmodule mittels künstlicher Intelligenz zu überwachen. Die Entwicklung erfolgte im Rahmen einer Bachelorarbeit an der TU Berlin mit dem Titel „Konzeptionierung und Implementierung einer Methode in MATLAB zur Schätzung des Aktivitätszustandes von Kommunikationsmodulen auf Landmaschinen mittels maschinellen Lernens“.

II.1.8 AP 8: „Dokumentation, Standardisierung“

Die Projektpartner der TU Berlin waren als leitende Instanz maßgeblich an der Umsetzung und Bearbeitung des Arbeitspaketes beteiligt. Mit Unterstützung der Konsortialpartner konnten die folgenden Inhalte des Arbeitspaketes finalisiert werden:

- Aufzeichnung von Aktivitäten/ Ergebnissen/ Festlegungen,
- Veröffentlichung interoperabilitätsrelevanter Informationen,
- Beobachtung/ Bewertung der Standardisierungssituation und
- Einflussnahme auf Standardisierungsentwicklung.

Diesbezüglich wurden Dateiformate und Schnittstellen für Prozessrelevante Anwendungen in Einklang gebracht und alle Projektrelevanten Ergebnisse, Erkenntnisse erfasst und bewertet. Für den Partner der Agricon GmbH bedeute das schwerpunktmäßig die Datensammlung der Ergebnisse aus den Arbeitspaketen vier und fünf, insbesondere Schnittstellen, Strukturen der Daten und den Datenfluss betreffend. Dabei kamen Agricon-interne Kommunikations- beziehungsweise Ticketsysteme zum Tragen.

II.1.9 AP 9: „Demonstration, Verstetigung, Verbreitung der Ergebnisse“

Das **Arbeitspaket 9** „Demonstration, Verstetigung, Verbreitung der Ergebnisse“ wird von der TU Dresden geleitet und wird bei der Bewältigung der Arbeitspaketaufgaben durch alle Projektpartner unterstützt. Zusammengefasst beschreibt das Arbeitspaket

die Ausübung von Öffentlichkeitsarbeit auf Konferenzen, zu Messen, im Web, durch Publikationen, in Zeitschriften und vielen mehr.

- 2. Netzwerktreffen der BMEL-Innovationsprojekte Lebensmittelwirtschaft am 10. Juni 2022 (Statusseminar DigiFood)
- Langen Nacht der Wissenschaften, an der TU Berlin in den Jahren 2022, 2023 und 2024(Demonstrations- und Teststand)



Abbildung 19: Demonstrations- und Teststand

- Inbetriebnahme Webpräsenz <https://oskona.de>
- OsKoNa wurde am 2. Dezember 2021 im Rahmen der DLG-Food Industry 2021 im Bereich Datenmanagement vorgestellt (Online-Veranstaltung)
- Im Rahmen des DigFood-Transfervorhabens des BMEL wurde OsKoNa am 22. April 2021 auf einem Vernetzungsworkshop vorgestellt
- März 2022 Workshop mit den Mitarbeitern des LVG Köllitsch abgehalten

Themen:

- Installation der Module auf den Nutzfahrzeugen
 - Datenaufzeichnung, -generation auf den Nutzfahrzeugen
 - Verarbeitung, Informationsgewinn aus dem Datenbestand
 - Darstellung der Daten im FMIS (agriPort)
- Offener Austausch mit allen Teilnehmern fand statt
- Frühjahr 2024 Austausch mit Betriebsleiter Pilotbetrieb bezgl. Optimierung Fahrten zu einem entlegenen Betriebsstandort, Vorstellung der Ergebnisse
 - ANUGA FoodTEC 2024 auf dem Stand DigiFood vorgestellt

II.2 die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Dem Projektpartner der TU Dresden standen in der Laufzeit des Projekts insgesamt finanzielle Mittel in Höhe von 354.509,85 EUR zur Verfügung. Diese Mittel wurden in der zeitlichen Verteilung über den Projektzeitraum und in der inhaltlichen Zuordnung, durch das Teilprojekt der TU Dresden, im Sinne des zahlenmäßigen Nachweises verwendet. Für die Positionen 0846 (Dienstreisen) wurden etwa 4000 Euro weniger ausgegeben, als beantragt. Ursächlich war, dass pandemiebedingt einige Veranstaltungen online stattgefunden haben, was die notwendigen Aufwendungen deutlich reduziert. Die nicht abgerufenen Gelder aus Position 0846 wurden daher in den Positionen 0812 (wiss. Personal) und 0817 (Beschäftigte) aufgeteilt. Bei der Position 0831 (Gegenstände bis 410 Euro) wurde ebenfalls weniger Geld benötigt als ursprünglich geplant. Ursächlich war auch hier, dass pandemiebedingt weniger Werbemittel als angenommen benötigt wurden. Bei elektronischen Kleinteilen konnte teilweise auf Materialien aus den Vorprojekten zurückgegriffen werden.

II.3 die Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Die Entwicklungen um das Projekt OsKoNa umfasst einen umfangreichen Stack von Hard- und Softwarekomponenten. Die zeitlich und räumlich hohe Dynamik in der Datenerfassung und Qualifizierung erhöhte dabei den Grad an Komplexität der Projektarbeit. Hierfür waren mehrere konzeptionell arbeitende Ingenieure tätig. Während der Umsetzungsphase realisierten Softwareentwickler und Programmierer die neuen Anwendungen. Hierfür waren sowohl Kenntnisse zu unterschiedlichen Programmiersprachen als auch zu aktuellen Entwicklungen in der Datenanalyse und künstlichen Intelligenz notwendig. Auf Grund des interdisziplinären Charakters des Projektes war keines der Unternehmen alleine in der Lage, eine entsprechende Lösung der dargestellten Aufgaben mit eigenen Mitteln zu erarbeiten. Ein weiterer wichtiger Grund für die Projektdurchführung war und ist das hohe Interesse der Landwirtschaftsbetriebe an einer hochgradig automatisiert ablaufenden Prozessdokumentation, der Auswertung zur Effizienz und zur Verbesserung des Maschineneinsatzes.

II.4 der voraussichtliche Nutzen, insbesondere die Verwertbarkeit des Ergebnisses - auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft - im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Schutzrechte oder Patente wurden nicht angemeldet. Dies ist für den Bereich „Anwendungssoftware“ zurzeit formal nicht möglich, wirtschaftlich nicht vertretbar und nicht gebräuchlich. Den Projektpartnern sind ebenfalls keine Schutzrechte Dritter bekannt, welche den vollen Vermarktungsmöglichkeiten der Entwicklung tangieren könnten. Auf Grundlage der Erkenntnisse werden derzeit verschiedene Projektideen entwickelt. Im Fokus dabei soll der Erkenntnisgewinn aus den vorhandenen Daten sein. Zusätzliche Datenquellen sollen hierbei den innovativen Charakter ausmachen. Von wissenschaftlicher Seite besteht die Möglichkeit, eine neue Lehrveranstaltung für die Masterstudiengänge Maschinenbau und Informationstechnik im Maschinenwesen anzubieten, in dem die im Projekt erworbenen Kompetenzen (Algorithmenentwicklung in Kombination mit den agrartechnischen Prozessen und deren Parametern) einen Schwerpunkt bilden. Zum Ende des Projektes konnte an der TU Berlin das Projekt „DiGiMix“ begonnen werden. In diesem wurde auf einem Betrieb in Brandenburg die in OsKoNa weiterentwickelten Kommunikationsmodule installiert. In diesem können die entwickelten Algorithmen und Anwendungen weiterverwendet werden.

II.5 die erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF

Auf der Land.Technik/AgEng-Tagung 2022 wurde das Thema „Maßnahmenerkennung auf Edge Device“ in einem Vortrag präsentiert. Für den Tagungsband wurde ein entsprechender Beitrag erstellt und veröffentlicht. In den Jahren 2022, 2023 und 2024 wurde das Projekt von Seiten der TU Berlin auf der Langen Nacht der Wissenschaften in Berlin der Öffentlichkeit präsentiert. Hierfür wurde der von Logic Way betreute Demonstrations- und Teststand verwendet. Im Rahmen der ANUGA FoodTEC 2024 wurde das Projekt auf dem Stand der DigiFood vorgestellt. Auf der Innovationstage der Messe wurden die Ergebnisse des Projektes in Form einer Posterpräsentation der Öffentlichkeit präsentiert. Zum Ende der Projektlaufzeit wurde ein Beitrag für die Land.Technik/AgEng-Tagung 2024 zum Thema Potentiale von Maschinendaten für die Auswertung von Fahrtzeiten eingereicht. Der Beitrag wurde angenommen und wird im November 2024 auf der Tagung präsentiert. Zusätzlich erscheint ein Beitrag im Tagungsband.

II.6 des während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Die automatisierte Datenauswertung von Prozessdaten aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion spielt in vielen Anwendungen eine Rolle. Hierbei sind sowohl die Landmaschinenhersteller als auch Drittanbieter aktiv. Auf diesen Ebenen gab es während der Projektlaufzeit auch Entwicklungsfortschritte zu verzeichnen. Für OsKoNa wurden jedoch teilweise Lösungen entwickelt, die bei anderen Anbietern in dieser Form nicht vorhanden sind. Als herstellerunabhängiges System mit unterschiedlichsten Auswertelgorithmen haben die Ergebnisse des Projektes OsKoNa nach wie vor ihre Berechtigung und adressieren weiterhin ein weites Marktsegment, das so für die Konkurrenzprodukte nicht besteht.