

Hybride Dienstleistungen in digitalisierten Kooperationen in der Landwirtschaft – eine Forschungsagenda

Ansgar Bernardi¹, Christian Reuter², Wolfgang Schneider³, Sebastian Linsner²
und Marc-André Kaufhold²

Abstract: Arbeitsteilung und Kooperation sind essentielle Bestandteile von Landwirtschaft, die sich im Laufe der Geschichte stetig weiterentwickelt haben. Nun ermöglicht die voranschreitende Digitalisierung in der Landwirtschaft erneut Innovationen und neue Arten der Kooperation. Moderne Dienstleistungen – wie optimierte Logistik oder umweltschonende Bewirtschaftung – verbinden zunehmend Maschinenleistungen und Datendienste zu untrennbaren *Hybriden Services*. Im Zuge dessen werden detaillierte Vereinbarungen bezüglich der bereitzustellenden betrieblichen Daten sowie der Verwendung der während der Dienstleistung erhobenen Messwerte getroffen. Im Rahmen des Projektes *HyServ* werden Servicekonzepte und Schnittstellen entwickelt, welche es den Akteuren erlauben, die Hoheit über die eigenen Daten zu behalten und dennoch kooperative Dienstleistungsverträge zu erstellen. Zu diesem Zweck werden dezentrale Strukturen mit kryptographisch gesichertem Austausch etabliert, welche als Infrastruktur für orchestrierte Micro-Services und Smart Contracts dienen.

Keywords: Digitale Landwirtschaft, Kooperation, Resilienz, kritische Infrastrukturen, Blockchain, Smart Contract

1 Einleitung

Die zunehmende Digitalisierung technischer Arbeitsmittel verspricht vielfältige Vorteile in kooperativen Arbeitsprozessen. Einerseits sind moderne digitalisierte Maschinen in der Lage, vielfältige Messwerte über Betriebszustände und Prozessparameter zeitnah bereitzustellen und so wertvolle Grundlagen für Planung, Qualitätsüberwachung oder Nachverfolgbarkeit zu liefern. Andererseits können die digitalisierten Arbeitsmittel direkt auf individuelle Kontroll- und Steuerungsdaten reagieren und so z. B. die flexible Fertigung von Einzelstücken effizient realisieren. Jedoch sind solche Maschinen aber auch zwingend auf die Verfügbarkeit der jeweiligen Auftrags- und Steuerungsdaten angewiesen. In kooperativen Szenarien tritt daher die Notwendigkeit integrierter hybrider (d. h. Datendienste und Maschinenleistung kombinierender) Dienstleistungen in den Vordergrund: Genügte einst etwa die Bereitstellung von Maschinenleistung, so müssen heute gleichzeitig detaillierte Vereinbarungen über die bereitzustellenden Daten und über die Verwendung der bei der

¹ Deutsches Forschungszentrum Künstliche Intelligenz (DFKI), ansgar.bernardi@dfki.de

² Technische Universität Darmstadt, Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit (PEASEC),
[\[reuter|linsner|kaufhold\]@peasec.tu-darmstadt.de](mailto:[reuter|linsner|kaufhold]@peasec.tu-darmstadt.de); www.peasec.de

³ Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinessen-Nahe-Hunsrück, Bad Kreuznach;
wolfgang.schneider@dlr.rlp.de

Dienstleistung erhobenen Messwerte für unter Umständen konkurrierende Ziele aller Beteiligten im Wertschöpfungs-Netzwerk abgeschlossen, realisiert und überwacht werden.

Unser Projekt HyServ adressiert dies und erforscht bzw. entwickelt innovative Servicekonzepte und Schnittstellen für Anbieter und Nutzer hybrider Dienste. Illustriert und erprobt wird dies am Beispiel kollaborativer Arbeitsprozesse in der Landwirtschaft. Zentrale Komponenten sind die Formulierung von Smart Contracts über Bereitstellung und Weiterleitung zweckgebundener betrieblicher Daten sowie orchestrierte Micro-Services und Datenquellen mit kryptographisch gesichertem Austausch und Überwachung der vereinbarten Datenflüsse in Blockchain-basierten Strukturen. Eine insbesondere für Nutzer im KMU-Bereich adäquat bedienungsfreundliche Zugangslösung als App oder Kleinrechner-Lösung wird ebenso bereitgestellt wie begleitende Schulungskonzepte für potenzielle Anwender und Kunden, welche die innovativen Möglichkeiten der hybriden Dienstleistungen breiten Nutzerschichten zugänglich machen. Die Realisierung geschieht unter Verwendung etablierter Plattform-Technologie und Service-Architekturen, die Skalierbarkeit unterstützen und Open-Source-Referenzimplementierungen und nachhaltig kommerziell unterstützte Angebote gleichermaßen zulassen. In diesem Beitrag sollen Forschungsherausforderungen dargestellt werden, die wir in diesem Anwendungsbiet identifiziert haben.

2 Ausgangslage und Grundlagen

Arbeitsabläufe in der Landwirtschaft sind seit jeher kooperativ organisiert und werden mit dem Fortschritt der Technisierung zunehmend arbeitsteilig-spezialisiert strukturiert. Daraus ergeben sich vielfältige Möglichkeiten der Auftragsvergabe an Dienstleister. Die einzelnen Schritte sind dabei heute üblicherweise durch klassische Formen des Informationsaustauschs (Zuruf, Telefon, schriftliche Notiz) untereinander verbunden; auch in der Durchführung kommen noch vielfach traditionelle Verfahren zum Einsatz – eine analoge Planung auf Papier ist in der Branche nicht unüblich. Bewährt und verbreitet sind insbesondere auch Excel-Tabellen. Diese Methoden müssen revolutioniert werden, um dem Strukturwandel in der Landwirtschaft zu begegnen. Es gibt immer weniger Betriebe, die jedoch immer größere Flächen bewirtschaften [Za13]. Kleine und mittlere Betriebe müssen ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern, indem sie beispielsweise gemeinsame Bewirtschaftungsaufträge vergeben. Diese Form der Zusammenarbeit wird durch die zunehmende Digitalisierung begünstigt. Diese führt hier zu wichtigen Änderungen: Die Aufträge bzw. einzelnen Arbeitsschritte sind zunehmend zwingend als hybride Services zu verstehen, da physikalische Arbeitsausführung und der Umgang mit dafür notwendigen oder dabei erzeugten Daten unmittelbar und untrennbar verbunden sind. Das Konzept der hybriden Services erfordert daher in allen Prozessschritten einen neuen Umgang mit Daten: Die klassische Auftragserteilung wird um detaillierte Regelungen zum Umgang mit Daten ergänzt. Dabei wird festgelegt, woher die für den Auftrag nötigen Daten stammen und wie mit den während der Durchführung entstehenden Daten umzugehen ist. Die Pla-

nung und die Ressourcenbereitstellung in der Vorbereitungsphase werden um die Beschaffung der konkret notwendigen Daten und durch vorbereitende Maßnahmen der Datenverarbeitung erweitert. Während der Ausführung der Arbeiten im Feld werden vielfältige Daten erhoben, oft direkt mittels an den eingesetzten Maschinen befindlichen Sensoren. Diese Daten müssen nun entsprechend den bei der Auftragserteilung vereinbarten Vorgaben und im Hinblick auf Dokumentationspflichten, Abrechnungen und Bedürfnisse nachfolgender Prozessteilnehmer korrekt, transparent und nachverfolgbar verarbeitet werden. Entsprechend wird die Nacharbeit gegenüber der herkömmlichen Variante deutlich umfangreicher und betrifft ein breites Spektrum auftragsbezogener Daten. Daher muss auch die Abschlussphase eines Auftrags die Dokumentation des Umgangs mit den Daten und die vereinbarungsgemäße Speicherung oder Löschung explizit behandeln. HyServ untersucht alle Aspekte dieser erweiterten Datenflüsse in kooperativen landwirtschaftlichen Szenarien bzw. Auftragsprozessen. Die entscheidenden Innovationen betreffen einerseits die praxistaugliche Gestaltung der Modellierungen und Schnittstellen an allen Übergängen zwischen Prozessschritten, wechselnden Beteiligten oder verschiedenen betrieblichen und außerbetrieblichen Datenquellen, andererseits die globale, prozessweite Sicherstellung der getroffenen Vereinbarungen und die durchgehende Nachverfolgbarkeit (Revisionsicherheit) des Umgangs mit Daten. Hier bietet sich das Konzept der Smart Contracts an. Diese Technologie formuliert Verträge als ausführbares Programm, welches die Preisgabe von Daten oder Entgeltzahlungen an Bedingungen knüpft, die von beiden Vertragsparteien erfüllt werden müssen. In einer dezentralen Blockchain werden alle Verträge nachverfolgbar und nicht-abstreitbar gespeichert.

Die Landwirtschaft ist, da Teil des Ernährungssektors, als kritische Infrastruktur aufzufassen [BB17]. Als solche muss sie gegen Störungen und Angriffe geschützt werden, um Risiken zu minimieren und das Potenzial von hybriden Services auszuschöpfen [Re18]. Zu diesem Zweck werden alle Komponenten so entworfen, dass sie nach dem Offline-First-Prinzip funktionieren. Bei einem Ausfall der Kommunikationsinfrastruktur muss die Funktionsfähigkeit der einzelnen Betriebe gewährleistet bleiben. Daher müssen alle Komponenten auch offline betreibbar sein. Weiterhin wird durch den Verzicht auf zentrale Server die Widerstandsfähigkeit gestärkt. Zentrale Systeme sind anfällig für Denial-of-Service-Angriffe (DoS-Angriffe): Durch Überlasten der zentralen Komponenten kann ein Ausfall der Infrastruktur für alle Teilnehmer herbeigeführt werden. Um dies zu verhindern, wird eine dezentrale Infrastruktur angestrebt. Ein weiterer Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass in einem dezentralen System die Kontrolle über die Daten bei den Akteuren (z. B. den Landwirten) verbleibt.

3 Forschungsherausforderungen

HyServ erprobt und demonstriert die beabsichtigten Lösungen am Beispiel der überbetrieblichen Verwendung moderner Maschinen in den Arbeits- und Ernteprozessen in der Landwirtschaft. Überbetrieblich agierende Maschinenringe stellen mit Landtechnik und

Datendiensten hybride Angebote bereit, die im Kundenauftrag unter Verwendung individueller betrieblicher Daten landwirtschaftliche Tätigkeiten kostengünstig und effizient erbringen und die dabei erhobenen Messwerte dem Kundenwunsch entsprechend automatisiert, vertraulich und zielgerecht verarbeiten. Als repräsentative Beispiele mit schrittweise wachsender Komplexität haben wir drei Einsatzszenarien mit entsprechenden Forschungs-herausforderungen: (1) Optimierung der überbetrieblichen logistischen Prozesse; (2) Minimierung von Umweltbelastung durch Präzisionsdüngung; (3) Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch kooperative Bewirtschaftung. Damit geht unser Beitrag über bestehende Ansätze hinaus. Projekte wie iGreen [Be14] fokussieren sich auf ad-hoc Kommunikation und Austausch von Daten, sowie deren Integration.

3.1 Optimierung der überbetrieblichen logistischen Prozesse

Die Ernte landwirtschaftlicher Produkte stellt hohe Anforderungen an Organisation und Effizienz der logistischen Prozesse: Reifezustand und Witterungsbedingungen setzen für die eigentliche Ernte unter Umständen sehr enge Zeitfenster. Teure, hoch leistungsfähige Erntemaschinen werden auf dem Feld eingesetzt und eine sorgfältig orchestrierte Flotte von Transportfahrzeugen gewährleistet den Transport des Ernteguts zu der relevanten Abnahmestelle. Dabei soll die Erntemaschine selbst möglichst ununterbrochen arbeiten. Die Transportfahrzeuge sollen ohne Stockung funktionieren und der Erntemaschine auch beim Wechsel zwischen den Feldern vorhersehbar und störungsfrei folgen. In der Praxis ergibt sich die ständige Herausforderung, die notwendigen Arbeits- und Transportkapazitäten durch das Zusammenführen vielfältiger überbetrieblicher Ressourcen zu realisieren. Dabei gilt es immer wieder, auch bisher fremde Fahrzeuge bzw. Fahrer ad hoc in die Logistikketten einzubinden und ihnen die erforderlichen Daten für die Dauer der zu erbringenden Dienstleistung bereitzustellen. Neben dem störungsfreien Betrieb sind die korrekte Dokumentation und Abrechnung der von vielfältigen Teilnehmern erbrachten Leistungen eine praktische Herausforderung.

Das Konzept der hybriden Dienstleistung wird in diesem Anwendungsszenario als Kombination aus technisch-maschinellem Ernteleistung, Betriebsdatenerfassung sowie teamübergreifender, zweckgebundener Auswertung und Steuerung nach Maßgabe des konkreten Arbeitsauftrags realisiert. Die saubere konzeptuelle Aufarbeitung der Daten- und Kontrollflüsse, die formale Spezifikation des Umgangs mit Daten bei jeder Übergabe zwischen Prozessbeteiligten als auch technische Innovationen zur durchgängigen Nachverfolgbarkeit und Integritätssicherung können dabei unabhängig von vorhandenen und etablierten Systemen für Planung, Organisation, Durchführung usw. untersucht und erprobt werden.

3.2 Minimierung von Umweltbelastung durch Präzisionsdüngung

Um optimales Wachstum bei gleichzeitiger Minimierung von Überdüngung und den damit verbundenen Umweltbelastungen zu generieren, bedarf es einer standortspezifisch optimierten, an den Eigenschaften des Bodens und den Nährstoffbedürfnissen der konkreten

Pflanze ausgerichteten Präzisionsdüngung. Die aktuell neu gefassten staatlichen Vorschriften wie die Düngverordnung (DüV) [BM17] betonen die Notwendigkeit dieser Maßnahmen. Die Komplexität der für die Berechnung einer optimalen Düngung zu berücksichtigenden Einflussfaktoren sowie die Auslastung der teuren modernen Applikationstechnik bedingen, dass verschiedene Dienstleister ihre Kompetenzen verbinden und entsprechend Daten austauschen. Analog zum ersten Szenario müssen Vereinbarungen zwischen allen Beteiligten getroffen werden, welche Daten bereitgestellt und wie diese genutzt werden dürfen. Darüber hinaus muss die Integrität aller Steuerungsdaten gewährleistet sein, um die kooperative Durchführung zu ermöglichen. Diese muss durchgehend dokumentiert werden, um mögliche Änderungen an der ursprünglichen Planung nachzuverfolgen und Haftungsfragen eindeutig zu klären. Durch Vereinbarung über die Datennutzung kann die Abrechnung der erbrachten Leistung effizient realisiert werden.

3.3 Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch kooperative Bewirtschaftung

Gerade in kleinteiligen landwirtschaftlichen Strukturen – wie etwa viele kleine Betriebe in den deutschen Mittelgebirgslagen sie aufweisen – bieten überbetriebliche Bewirtschaftungsaufträge ein hohes Optimierungspotential: Mehrere Landwirte als Auftraggeber beauftragen einen Dienstleister mit der Durchführung gleichartiger Arbeiten. Der Dienstleister ist dann in der Organisation der konkreten Ausführung frei und kann den eigentlichen Arbeitsprozess betriebsübergreifend optimieren. Besonders deutlich wird das Optimierungspotenzial, wenn die Betriebe einem gemeinsamen Abnehmer zuliefern, wie dies etwa bei regionalen Biogasanlagen oder großräumig organisierten Ernteprozessen z. B. bei der Zuckerrübe gängige Praxis ist. Durch hybride Services können die Daten aller Beteiligten so organisiert werden, dass jedem Akteur die für ihn notwendigen Informationen bereitgestellt werden. Auch hier muss definiert werden, wer welche Daten zu einem bestimmten Zweck nutzen darf. Dies kann je nach Anzahl der Beteiligten eine komplexe Aufgabe sein. In manchen Fällen kommt der sofortigen Erfassung von Produkteigenschaften und deren herkunftsgerechter Dokumentation eine besondere Bedeutung zu: Bei einer Vielzahl von Zulieferern soll ggf. die Abrechnung nach definierten Produkteigenschaften (wie z .B. Trockenmasse, Feuchtigkeit, Eiweißgehalt der Ernte u. a. m.) erfolgen. Durch Verwendung einer einheitlichen Plattform wird die Dokumentation und die Abrechnung vereinfacht, da die erbrachten Leistungen eindeutig zugeordnet werden können.

4 Fazit und Ausblick

Hybride Dienstleistungen werden in digitalisierten Kooperationen in der Landwirtschaft Einzug halten. Die oben aufgeführten Anwendungsfelder beschreiben eine dezentrale Wertschöpfungskette, die von der fortschreitenden Digitalisierung profitiert und Betriebe im KMU-Sektor dabei unterstützt, wettbewerbsfähig zu bleiben und ressourcenschonender zu arbeiten. Unser Szenario sieht vor, dass mehrere beteiligte Betriebe gleichartige

Produkte liefern, während die Bearbeitung betriebsübergreifend geplant werden kann. Unabhängig von Lage und Betriebszugehörigkeit der Felder wird die Arbeitsausführung und die Belieferung der Abnehmer z. B. auf minimale Transportwege optimiert. Garantiert werden die verlässliche, gesicherte Dokumentation der produktionsbezogenen Echtzeit-Sensordaten und gezielte Vereinbarungen darüber, welcher Akteur diese Daten nutzen darf und wie diese Nutzung gestaltet ist. Kommunikation und Vertragsabschluss erfolgen dezentral und bieten gemeinsam mit der Sicherstellung der Offline-Funktionalität verbesserte Resilienz gegen Ausfälle und Angriffe [Re18, Re19].

Dieser Beitrag postuliert, dass hybride Services als neue Form der digitalen Kooperation eine nachhaltige Vernetzung von Betrieben im Ernährungssektor ermöglichen können, die auch bei Ausfällen von Infrastrukturen betriebsfähig bleibt. Gemäß unserem Ansatz profitieren die beteiligten Akteure nicht nur von optimierten Betriebsabläufen, sondern behalten darüber hinaus die Hoheit über ihre Daten, sodass sie selbst über deren Verwendung bestimmen können. Hybride Dienste erlauben eine weitaus detailliertere Modellierung von landwirtschaftlichen Prozessen, als dies bisher der Fall war. Der automatisierte, übergreifende und nachvollziehbare Umgang mit Daten und Dienstleistungen unterstützt den kontrollierten Austausch zweckgebundener Daten und schafft so Vertrauen in der zunehmend wichtigen Datenwirtschaft. Darüber hinaus ergeben sich vielfältige Zusatznutzen: Dienstleister und Hersteller von Landmaschinen können aus anonymisierten Daten ein vollständigeres Bild über die Nutzung von Maschinen erhalten und so z. B. Verschleiß an Maschinen frühzeitig erkennen und Warnungen herausgeben.

Das Projekt HyServ (01IS17030B) wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Projektpartner sind: Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz; Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinhessen-Nahe-Hunsrück; TU Darmstadt, Wissenschaft und Technik für Frieden und Sicherheit (PEASEC); Maschinen- und Betriebshilfsring Rheinhessen-Nahe-Donnersberg; Maschinenbetriebsring Ulm-Heidenheim, Ulm; Hofgut Neumühle; John Deere.

Literaturverzeichnis

- [Be14] Bernardi, A.: Intelligente Wissenstechnologien für das öffentlich-private Wissens-Management im Agrarbereich (iGreen) - Schlussbericht. DFKI, Kaiserslautern, 2014.
- [BB17] BBK: Kritische Infrastrukturen. https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/KritischeInfrastrukturen/kritischeinfrastrukturen_node.html, Stand 30.10.2018.
- [BM17] BMEL: Düngeverordnung (DüV) vom 26.05.2017. <https://www.bmel.de/SharedDocs/ExterneLinks/Rechtsgrundlagen/D/Duengeverordnung.html>, Stand 27.11.2018
- [Re18] Reuter, C. et al.: Resiliente Digitalisierung der kritischen Infrastruktur Landwirtschaft - mobil, dezentral, ausfallsicher. In: Mensch und Computer, Dresden, S. 623-632, 2018.
- [Re19] Reuter, C.: Information Technology for Peace and Security. Springer. 2019.
- [Za13] Zander, K. et al.: Erwartungen der Gesellschaft an die Landwirtschaft. Stiftung Westfälische Landwirtschaft, Braunschweig, 2013.