

## **Erfolgsorientierte Dienstleistung: neue Perspektiven für die landwirtschaftliche Arbeitsteilung durch hybride Dienstleistungen**

Ansgar Bernardi<sup>1</sup>, Sandra Becker<sup>2</sup>, Carsten Struve<sup>2</sup>, Thomas Bund<sup>2</sup>, Sebastian Linsner<sup>3</sup>, Christian Reuter<sup>3</sup> und Georg Müller<sup>4</sup>

**Abstract:** Im Projekt HyServ werden landwirtschaftliche Dienstleistungen als Hybrid aus klassischem Arbeitsauftrag und Auftrag zur Datenverarbeitung verstanden, der sowohl den Auftrag als auch das Ergebnis umfasst. Die hybriden Dienstleistungen mit fälschungssicheren Vereinbarungen und technischen Kontrollmöglichkeiten sichern besseres Vertrauen in intensiven Datenaustausch und innovative Produktionsformen in komplexen Kooperationen. Die integrierte Betrachtung von konventionell-physischer Arbeitsleistung und Datenverarbeitung erlaubt neuartige landwirtschaftliche Dienstleistungen: Anstelle der reinen Aktivität kann das Erreichen definierter Ziele vereinbart und nachprüfbar dokumentiert werden. So können auch Ergebnisse, die erst nach längerer Zeit erkennbar werden, in die vereinbarte Leistung einbezogen und erfolgsabhängig entlohnt werden. Derartige erfolgsorientierte Dienstleistungen verbinden Ausführung und Garantieleistungen und eröffnen so gerade in kritischen Zeiten neue Formen der Risikoverteilung und innovativer Geschäftsmodelle.

**Keywords:** Datenhoheit, fälschungssichere Nachverfolgbarkeit, Smart Contracts, garantierte Zielerreichung, Risikostreuung

### **1 Einleitung, Motivation und Stand der Technik**

Mit zunehmender Digitalisierung technischer Arbeitsmittel wächst die Notwendigkeit intensiven Datenaustauschs zwischen Landwirt und vielfältigen Dienstleistern und weiteren Datenquellen – oft über mehrere Schritte zu verschiedenen Zeitpunkten. Gleichzeitig steigt das Bewusstsein für die Bedeutung der individuellen Datenhoheit des Landwirts und der jeweiligen Dienstleister.

Im Projekt HyServ<sup>5</sup> werden landwirtschaftliche Dienstleistungen als Hybrid aus klassischem Arbeitsauftrag und Auftrag zur Datenverarbeitung verstanden, der sowohl den Auftrag als auch das Ergebnis umfasst. Damit können Vorgaben und Absprachen zum

---

<sup>1</sup> Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH, Trippstadter Straße 122, 67663 Kaiserslautern, ansgar.bernardi@dfki.de

<sup>2</sup> John Deere GmbH&Co KG, European Technology Innovation Center, Straßburger Allee 3, D-67657 Kaiserslautern

<sup>3</sup> Technische Universität Darmstadt, PEASEC, Pankratiusstraße 2, 64289 Darmstadt

<sup>4</sup> Maschinenring Rheinhessen-Nahe-Donnersberg, Otto-Lilienthal-Straße 4, 55232 Alzey

<sup>5</sup> Das Forschungsprojekt HyServ wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Umgang mit Daten bei Auftragserteilung detailliert vereinbart und später überprüft werden.

Hybride Dienstleistungen mit fälschungssicheren Vereinbarungen und technischen Kontrollmöglichkeiten sichern Vertrauen in intensiven Datenaustausch und innovative Produktionsformen. Jeder Akteur entlang der Wertschöpfungskette eines landwirtschaftlichen Produkts soll in der Lage sein, die Sichtbarkeit und zweckgebundene Verwertung der eigenen Daten für jede beteiligte Partei zu modellieren und somit eine Form von Verwertungsvertrag zu erzeugen. Die Summe all dieser Vereinbarungen stellt den Datenfluss der gesamten Wertschöpfungskette nachvollziehbar dar, sodass bestimmte Kriterien durch externe Prüfinstanzen validierbar sind, ohne sensible Daten öffentlich einsehbar zu machen.

Die integrierte Betrachtung von konventionell-physischer Arbeitsleistung und Datenverarbeitung erlaubt neuartige landwirtschaftliche Dienstleistungen: Anstelle der reinen Aktivität kann das Erreichen definierter Ziele vereinbart und nachprüfbar dokumentiert werden. So können auch Ergebnisse, die erst nach längerer Zeit erkennbar werden (z. B. ein gewünschter Feldaufgang nach der Aussaat), in die vereinbarte Leistung einbezogen und erfolgsabhängig entlohnt werden. Hierbei werden Rahmenbedingungen (z. B. Wetter oder Fremdeinflüsse) bei Zielvorgaben berücksichtigt und vor, während sowie nach Auftragsausführung mit dokumentiert. Derartige erfolgsorientierte Dienstleistungen verbinden Ausführung und Garantieleistungen und eröffnen so gerade in kritischen Zeiten neue Formen der Risikoverteilung und innovativer Geschäftsmodelle.

### **1.1 Randbedingungen und Arbeitsteilung in landwirtschaftlichen Prozessen**

Im Umfeld ständiger technischer Weiterentwicklungen sind landwirtschaftliche Unternehmen darauf angewiesen, ihre Arbeitsverfahren überbetrieblich und kooperierend zu organisieren. Sowohl bei der Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel als auch beim Natur- und Artenschutz wachsen die Anforderungen stetig. Ungeachtet der jeweiligen Verfahrensbeteiligten tragen landwirtschaftliche Betriebsinhaber in ihren Unternehmen die zentrale Verantwortung.

Die Steuerung von Arbeitsprozessen oder der Nachweis gesetzeskonformer Handlungen, etwa zum Schutz von Natur und Umwelt, führen vermehrt zur Erhebung bzw. automatisierten Aufzeichnung von Daten sowie deren Austausch zwischen den Beteiligten. Landwirtschaftliche Unternehmer sind standortgebunden. Sie verfügen über qualifizierte Kenntnisse der regionalen Produktionsbedingungen und deren natürliche Schwankungen. Die unkontrollierte oder gar willkürliche Verbreitung dieser einzelbetrieblichen Wissensbasis bedient profitable Interessen entlang der gesamten Nahrungskette mit erheblichen Auswirkungen auf Strukturen landwirtschaftlicher Einzelunternehmen. Eine gezielte Weitergabe relevanter Informationen an Prozessbeteiligte sowie der Rückfluss von Erhebungen aus deren Arbeitsbereich an den landwirtschaftlichen Unternehmer ist jedoch für die bereits erwähnte überbetriebliche

Zusammenarbeit unbedingt erforderlich. Im Hinblick auf die Sensibilität der komplexen einzelbetrieblichen Datenstruktur gilt es, die Berechtigung zur Erhebung, Weitergabe und Verwendung einzelbetrieblicher Daten für alle Beteiligten sicher, nachprüfbar und technisch geschützt zu vereinbaren.

## **1.2 Blockchain-Lösungen: dezentrale sichere Dokumentation**

Der Datenaustausch zwischen allen Prozessbeteiligten kann durch gemeinsam nutzbare zentrale Datenbanken effektiv realisiert werden; dies ist jedoch häufig unerwünscht, weil derartige Zentralisierungen unerwünschte Monopole, Single-Point-of-Failure-Problematik und Gefahr zentraler Datensammlungen mit Missbrauchsmöglichkeiten mit sich bringen.

Das Blockchain-Konzept bietet eine willkommene Alternative: Eine Vielzahl untereinander vernetzter Teilnehmer-Knoten realisiert eine dezentrale Speicherstruktur, bei der einzelne Datenblöcke mit kryptographischen Prüfsummen untereinander verkettet sind und die kryptographische Korrektheit von vielen (oder allen) Teilnehmern überwacht und bestätigt wird. Eine nachträgliche Veränderung bzw. unbemerkte Fälschung der gespeicherten Daten ist dadurch praktisch unmöglich. Die Blockchain ermöglicht die dezentrale, ausfallsichere und fälschungssichere Speicherung von Daten; so können Messwerte, Zugriffsrechte, Arbeitsdokumentation oder getroffene Vereinbarungen gespeichert werden.

Öffentliche Blockchains erlauben i.d.R. beliebigen Teilnehmern, am Datenverkehr teilzunehmen, oft ohne dass eine Identifizierung gegenüber anderen erforderlich wäre. Datenspeicherung und kryptographische Sicherung erfolgen dezentral, wobei u.U. komplexe Konsens-Verfahren sicherstellen, dass eine für alle Teilnehmer gültige Wahrheit in der Blockchain dargestellt ist. Die elektronische Währung Bitcoin ist das wohl bekannteste Beispiel einer öffentlichen Blockchain. Im Gegensatz dazu werden private Blockchains von interessierten Organisationen oder Nutzergruppen initiiert und verwaltet. Sind auch die Identitäten der Teilnehmer wenigstens den Verwaltern bekannt, so sprechen wir von kontrollierten Blockchains.

Da für landwirtschaftliche Arbeitsteilung die Vertraulichkeit der Geschäftsbeziehung und der Daten wichtig ist [Li19], ist das Prinzip der kontrollierten privaten Blockchain für unsere Zwecke vorzuziehen: Verantwortlich für einzelne, z. B. regionale Netzwerke sind ausgewählte Organisationen wie etwa etablierte Maschinenringe; Teilnehmer werden identifiziert. Die zu treffenden Vereinbarungen über Art und Umfang der Arbeitsleistung, der Datenerhebung und der Datenverwendung werden formalisiert in sog. Smart Contracts. Diese sind als Programmteile in der Blockchain zu verstehen, welche die getroffenen Vereinbarungen repräsentieren und automatisiert abprüfen.

Der hier beschriebene Prototyp nutzt HyperLedger Fabric<sup>6</sup> als Blockchain-Basis. Diese Open-Source-Implementierung bietet insbesondere die Möglichkeit, für jede Geschäftsbeziehung separate Aufzeichnungen (sogenannte „Ledger“) zu verwenden. Damit sind Geschäftsbeziehungen und Detaildaten nur für die jeweils Beteiligten sichtbar, bleiben aber fälschungssicher gespeichert und für notwendige Kontrollen verfügbar.

## 2 Erfolgsorientierte Dienstleistung: Präzisionssaat und -messung

Eine erfolgreiche Aussaat legt den Grundstein für gute Erträge. Da die Aussaat – wie die Ernte – ein einmaliger Schritt im Produktionsprozess ist, können Fehler in dem Arbeitsschritt schlecht ausgeglichen werden. Ziel ist die Etablierung eines guten Bestandes bei geringen Saatgutaufwendungen und geringen Arbeitserledigungskosten. Aufgrund der Bedeutung der Saat werden in der Praxis hier oft hohe Sicherheitsaufschläge gemacht: Saatmengen werden „vorsichtshalber“ überdimensioniert; es wird versucht, die Qualität der Aussaat durch vergleichsweise teure Eigenmechanisierung zu sichern; Unsicherheit über die Qualität der Aussaat reduziert die Zahlungsbereitschaft für Fremdarbeit. Auf Seiten der Auftragnehmer führt die geringe Zahlungsbereitschaft zu Angeboten unterhalb der optimal möglichen Qualität. Hochwertige Lösungen werden oft aufgrund von Vertrauensproblemen nicht angeboten. Dies stellt ein typisches Marktversagen durch Informationsasymmetrie dar. Unser neuer Ansatz ermöglicht es, Qualitätsmerkmale der Dienstleistung (hier: der Aussaat) mit nachprüfbar messbaren Kriterien in Smart Contracts zu vereinbaren und auch finanziell zu kompensieren. Um das Angebot fair zu gestalten, werden dem Smart Contract Bedingungen für den Zustand des Feldes vor Aussaat hinterlegt und Variablen bestimmt, die nach Feldaufgang objektiv prüfen können, ob das Ziel erreicht wurde.

### 2.1 Die Realisierung im HyServ-System

Zur Demonstration des Ansatzes unterscheiden wir drei Rollen: Der Landwirt vergibt Aufträge für Dienstleistungen und die damit verbundene Datenverarbeitung mit Erhebungsaufträgen und Zugriffsrechten. Der Maschinenring betreibt die Hyperledger-Plattform, übernimmt die Rolle des Vermittlers und erbringt Unterstützungsleistungen (wie z. B. Abrechnungsdienste). Ausführende Dienstleister setzen die notwendigen Maschinen ein und leisten die beauftragte Arbeit.

Ein Auftrag beginnt mit der Formung des sog. Konsortiums im Blockchain-Netzwerk. Die Peers aller Beteiligten formen einen Channel und haben fortan einen gemeinsamen Ledger. Sämtliche Auftragsdetails werden als Smart Contract formuliert und die Zugriffsrechte auf jedes Datenobjekt definiert. Zusätzlich wird festgelegt, wer Smart Contracts validiert, damit diese als gültig erachtet werden. Wenn Daten übermittelt werden, prüfen

---

<sup>6</sup> <https://www.hyperledger.org/use/fabric>

Smart Contracts deren Korrektheit und legen öffentliche Daten auf dem Ledger ab. Bei privaten Daten werden lediglich Prüfsummen auf dem gemeinsamen Ledger hinterlegt. So können Daten nicht im Nachhinein verändert werden; einseitiger Betrug wird aufgedeckt. Der gemeinsame Ledger spiegelt stets den Konsens der Beteiligten wider.

Beispiel: Es wird ein bestimmter Feldaufgang vereinbart. Nach Aussaat wird das Wetter zum Nachweis von Umwelteinflüssen täglich dokumentiert. Der erreichte Feldaufgang wird nach 14 Tagen per Foto dokumentiert und die Datei oder ihr Prüfwert auf dem Ledger abgelegt. Datum und Werte sind ab diesem Zeitpunkt in der Blockchain fälschungssicher fixiert. Da zur Validierung des verwendeten Smart Contracts alle Parteien zustimmen müssen, indem sie ihn ausführen, geben die übermittelten Daten und Prüfsummen den tatsächlichen Stand des Auftrags wieder, wie er von Landwirt und Lohnunternehmer bezugt wurde. Veränderte Werte können nur mit Zustimmung aller eingespeist werden.

## 2.2 Erfolgskontrolle: Messung von Qualitätsparametern

Charakteristisch bei der Aussaat von Getreide und Raps ist die Nutzung volumetrischer Saatgutdosierung sowie zufälliger Saatgutverteilung über die Arbeitsbreite als auch in der Reihe. Das Resultat ist eine hohe Anzahl an Fehl- und Doppelstellen im Bestand [Ge88, MH80]. Für Reihenkulturen wie Mais oder Zuckerrüben ist bekannt, dass eine hohe Güte der Genauigkeit in der Saatgutplatzierung ertragsrelevant sein kann, da die Einzelpflanzen nur bedingt Fehlstellen ausgleichen können. Dagegen kann Getreide, insbesondere Winterweizen, mehr als 50 Seitentriebe pro Einzelpflanze ohne Konkurrenz ausbilden, um den verfügbaren Standraum besser auszunutzen [Ge83]. Aufgrund der höheren Elastizität des Weizens in der Standraumkompensation haben wir von Oktober 2018 – August 2020 Aussaatversuche durchgeführt, um mit Messungen des Feldaufgangs die Güte der Pflanzenverteilung und damit die Wirkung auf die Ertragsleistung zu untersuchen.

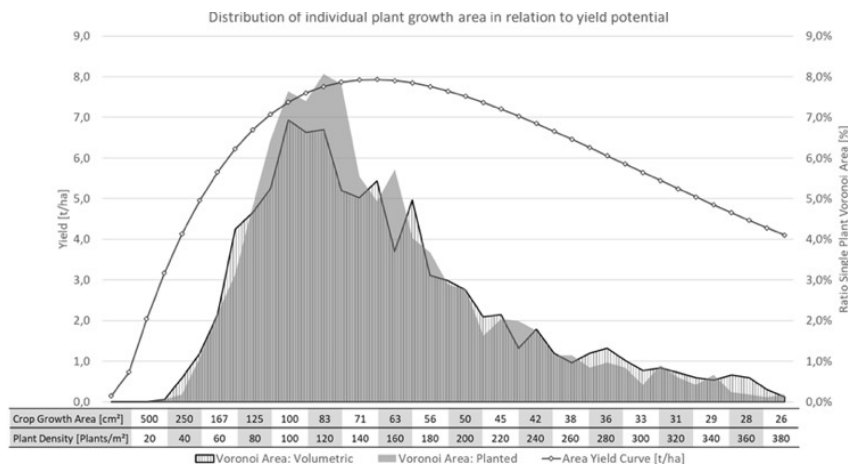


Abb. 1: Bewertung der Aussaat durch Analyse der Verteilgenauigkeit

Hierzu wurde eine Analyse der standraumspezifischen Verteilung der Einzelpflanzen mit Voronoi-Polygonen als Parameter zur Erfolgs- und Qualitätskontrolle angewendet [Gr95,Gr99]. RGB-Kamerabilder des Feldaufgangs sind die Basis. Mithilfe einer Geo-Software werden die Einzelpflanzen am Computer mit Punkten markiert, die im weiteren Prozessschritt zur Ermittlung der Voronoi-Polygone und damit der individuellen Standraumverteilung genutzt werden. Bei Darstellung der Verteilgenauigkeit im Graph kann dann analysiert werden, wie sich z. B. unterschiedliche Aussaattechniken in der Güte der Genauigkeit unterscheiden (Abb. 1). Das Wissen über die Verteilung der Einzelpflanzen kann mit einer Pflanzen-Ertragskurve kombiniert werden. Den individuellen Pflanzenstandräumen wird eine Ertragserwartung zugeordnet, mit der eine Abschätzung des potenziellen Flächenertrages vorgenommen werden kann. Diese Methodik ist eine geeignete Möglichkeit, nach Durchführung der Aussaat sowohl eine qualitative als auch monetäre Bewertung durchführen zu können [Bu20].

### 3 Zusammenfassung und Ausblick

Die Modellierung von Arbeits- und Datenverarbeitungsauftrag als Hybrider Service auf Blockchain-Basis ermöglicht transparente und fälschungssichere Vereinbarungen. Experimente mit Präzisionssaat haben gezeigt, dass damit neue, bewertbar ergebnisorientierte Dienstleistungen möglich werden, die Vorteile für Qualität und Akzeptanz digitalisierter Arbeitsprozesse bieten. In weiteren Schritten werden weitere Teilnehmergruppen, z. B. Berater, in die Prozesse einbezogen werden.

#### Literaturverzeichnis

- [Bu20] Bund, T., Kuebler, S., Struve, C., Honermeier, B.: Using Artificial Intelligence to define a quality value of precision seed placement. VDI-Berichte Nr. 2374, 2020. 61-67.
- [Ge83] Geisler, G.: Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas. Berling & Hamburg: Paul Parey, 1983.
- [Ge88] Geisler, G.: Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Berling & Hamburg: Paul Parey, 1988.
- [Gr95] Griepentrog, H.-W.: Longitudinal Distribution of sowing machines and its Effect on Single Plant Area and Yield of Colza. Agrartechnische Forschung, 1, 129 - 136. 1995.
- [Gr99] Griepentrog, H.-W.: On Assessing Seed Distribution over Area. Agrartechnische Forschung, 5, 117 - 124. 1999.
- [Li19] S. Linsner, F. Kuntke, G.M. Schmidbauer-Wolf, C. Reuter. Blockchain in agriculture 4.0 - An empirical study on farmers expectations towards distributed services based on distributed ledger technology, ACM Int. Conf. Proceeding Ser. 2019 (2019) 103–113. <https://doi.org/10.1145/3340764.3340799>.
- [MH80] Müller, G., Heege, Hermann: Die Einzelkornsaat von Getreide als technisches Problem. Grundlagen der Landtechnik, 29 – 36. 1980.