

## Anwendungen innerhalb digitaler Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft (DiWenkLa)

Hans W. Griepentrog <sup>1</sup>, Enno Bahrs<sup>2</sup>, Markus Frank<sup>3</sup>, Uta Dickhöfer<sup>4</sup> und Dirk Winter<sup>5</sup>

**Abstract:** Die Metropolregion Stuttgart und der Südschwarzwald erscheinen als geeignetes repräsentatives Experimentierfeld für andere vergleichbare Metropol- und Mittelgebirgsregionen für skalunenabhängige, neue, stärker ökologisierte, Tierwohl-orientierte und digitalisierte Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungsketten landwirtschaftlicher Produkte und Dienstleistungen. Als Zielprodukte zählen zum Experimentierfeld BW das Feldgemüse und sonstige Ackerkulturen, aber auch die Pferdehaltung in der Metropolregion Stuttgart sowie die Grünlandproduktion mit Rinderhaltung im Südschwarzwald. Der Nutzen von digital gestützten Systemen besteht in diesen Bodenproduktionen wie auch in diesen Tierhaltungen darin, die Betriebsabläufe zu systematisieren und zu optimieren und eine arbeitswirtschaftliche Entlastung der Betriebsleitung zu generieren.

**Keywords:** Digitales Experimentierfeld, Betriebsgrößenstruktur, Randgebiete, Metropolregionen

### 1 Einleitung

Im Projekt DiWenkLa wird erforscht, wie digitale Technologien es auch Landwirten in Kleinststrukturen ermöglichen, mit geringen Kosten einen wertschöpfungssteigernden und selbstbestimmten sowie sicheren Zugang zur Verarbeitung, zum Handel und zum Endkonsumenten zu erhalten. Als Zielprodukte zählen zum Experimentierfeld BW das Feldgemüse und sonstige Ackerkulturen in der Metropolregion Stuttgart, in der auch die Pensionspferdehaltung mit zunehmenden Digitalisierungsoptionen adressiert wird. Dagegen steht im Südschwarzwald die Rinderhaltung mit der Grünlandbewirtschaftung im Vordergrund.

---

<sup>1</sup> Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, hw.griepentrog@uni-hohenheim.de,  <https://orcid.org/0000-0002-2884-055X>

<sup>2</sup> Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Schwerzstraße 44, 70599 Stuttgart, bahrs@uni-hohenheim.de

<sup>3</sup> HfWU Nürtingen, Fachgebiet Pflanzengesundheitsmanagement, Marktstr. 16, 72622 Nürtingen, Markus.Frank@hfwu.de

<sup>4</sup> Universität Hohenheim, Institut für Tropische Agrarwissenschaften, Garbenstr. 13, 70599 Stuttgart, uta.dickhoefer@uni-hohenheim.de

<sup>5</sup> HfWU Nürtingen, Fachgebiet (Studiengang) Pferdewirtschaft, Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen, dirk.winter@hfwu.de

## **2 Experimentiereinheiten Ackerland und Pferdehaltung sowie Grünland und Rinderhaltung**

### **2.1 Ackerland mit Gemüse und Getreide (Metropolregion)**

Die Metropolregion Stuttgart mit der Filderebene ist durch einen hohen Anteil an Sonderkulturen geprägt, wo verstärkt Eisssalat und Spitzkohl konventionell und ökologisch in intensiven Verfahren angebaut werden. Diese Produkte zeichnen sich durch eine vergleichsweise hohe Arbeitsintensität je Hektar aus, die ein hohes Potenzial bieten, Arbeitskraft durch Kapital zu ersetzen. Darüber hinaus sind diese Produkte mit hohen Anforderungsprofilen an Frische und zügigen Vermarktungsnotwendigkeiten verbunden, bei denen eine noch bessere Logistik Spielräume für digitale Weiterentwicklungen bietet. Weiterhin ist ein vergleichsweise hoher Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln für diese Sonderkulturen kennzeichnend, den es, auch im Sinne einer zukünftigen Ackerbau- bzw. Insektenschutzstrategie, zu reduzieren gilt. Sonderkulturen stehen jedoch in Fruchtfolgen mit Getreide oder zukünftig zunehmend auch Soja. Speziell für diese Kulturen sind standortangepasste N-Düngungen, Ertrags- und Qualitätsabschätzung auf heterogenen Kleinstschlägen erstrebenswert.

#### **2.1.1 Kurzbeschreibung einzelner Teilprojekte mit Zielsetzungen**

Teilprojekt sensorgesteuertes Hacken und Striegeln: Da heute stetig weniger chemische Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung im Gemüsebau zur Verfügung stehen und insgesamt ihr verringerter Einsatz gewünscht ist, werden vermehrt physikalische Maßnahmen als Alternative genutzt. Maschinelles Hacken in Gemüsekulturen kann Wurzelbeschädigungen verursachen, was Gemüseanbauer dazu veranlasst, regelmäßig Unkräuter per Hand jäten oder hacken zu lassen, was aber hohe Arbeiterledigungskosten verursacht. Somit ergeben sich als Projekthauptziele die Entwicklung schneller und präziser kameragesteuerter Steuer- und Regelungstechniken für das Hacken und Striegeln im Vor- und Nachauflauf von Gemüsekulturen mit geeigneten Expertensystemen.

Teilprojekt Cloud-basiertes Monitoringsystem für Pflanzenkrankheiten mit Drohnenunterstützung: Mit semi-automatisch aufgenommenen Hyperspektraldaten werden Befallskarten für die Felder mit Gemüseanbau erstellt, die direkt als Applikationskarten für den Feldspritzeinsatz genutzt werden können. Durch die Verbindung von nicht-invasivem und objektivem Monitoring mittels hyperspektraler optischer Sensoren sollte ein stärker ökologischer Sonderkulturanbau mit präziser Pflanzenschutzapplikation möglich sein.

Teilprojekt Automatisierung im Feldgemüsebau: Zur stärker automatisierten Etablierung und Bestandsführung von Gemüse sollen während jeder Maßnahme Informationen zum Bestand erfasst und ausgewertet werden, um diese dann in ein FMS bzw. Cloudsystem zu liefern. Bereits bei der Bestandsetablierung mittels autonomer Pflanzmaschinen können

Einzelpflanzen georeferenziert erfasst werden. Die Einzelpflanzenpositionen können während der folgenden gesamten Vegetation hilfreich sein, wie etwa für die Navigation und die Bestimmung des Status und der Eigenschaften von Gemüsepflanzen. Mittels kamerabasierter Bildanalysen soll eine selektive Ernte und Erfassung von Ernteguteigenschaften wie Durchmesser, Qualität, Farbintensität und Beschädigungen verbessert werden. Darüber hinaus können vor Erntebeginn bereits Informationen zu Erntemengen und Qualitäten der abnehmenden Hand geliefert werden, die für den Anbauer wichtig sind, aber auch in die (digitale) Wertschöpfungskette automatisiert einfließen können.

In Ausnahmesituationen wie Naturkatastrophen, Wegfall betriebsexterner Datenkommunikation u. ä. soll die betriebsinterne digitale Netzstruktur zur Aufrechterhaltung der Produktion funktionsfähig bleiben. Dazu wird eine Netz- und Datenstruktur entwickelt, die auch in einem Krisenfall die notwendigen Informationen für eine begrenzte aber ausreichende Prozessfunktion bereitstellt [Re18, Gri19, KRS20].

Teilprojekt modellgestützte Entscheidungshilfen zur Optimierung der N-Düngung und des Erntemanagements sowie der Ertragsqualitäten: Feldgemüsekulturen erfordern in der Regel Anbaupausen, bei denen Getreide und eiweißhaltige Körnerfrüchte in der Fruchtfolge eine wichtige Ausgleichsrolle spielen. Aufgrund der regional typischen landwirtschaftlichen Kleinstrukturen mit einer hohen Anzahl an sehr kleinen Einzelschlägen können digitale Entscheidungshilfen im Ackerbau sehr hilfreich sein, um die Nachhaltigkeit des Anbausystems zu erhöhen. Bei den ackerbaulichen Maßnahmen stehen die Fruchtfolgen mit Getreide, Mais und Soja im Zentrum. Speziell für diese Kulturen stehen standortangepasste teilflächenspezifische Aussaat, N-Düngung, Ertrags- und Qualitätsabschätzung auf heterogenen Kleinstschlägen sowie darauf aufbauend die Planung des Mähreschereinsatzes und der Transportfahrzeuge basierend auf Ertragshöhe und resultierender Erntequalität im Analysefokus. Dazu zählt die Anlage der Teilflächen in einem modernen FMIS und die Planung der weiteren Kulturführung mithilfe verschiedener digitaler Entscheidungshilfen. Es wird zudem angestrebt, auf Basis schlagspezifischer Daten das pflanzenbauliche Management der Flächen modellgestützt zu optimieren, d. h. ökonomisch effizienter und gleichzeitig ökologisch und sozial nachhaltiger zu gestalten. Basierend auf den so entwickelten Entscheidungshilfen können Managementprozesse optimiert sowie die Möglichkeiten geschaffen werden, neue datenbasierte Dienstleistungen für die Akteure des Agrarökosystems bzw. der Wertschöpfungsketten anzubieten.

### **2.1.2 Nutzen für Anbauer und andere Stakeholder (Wertschöpfungskette)**

Durch die Entwicklung von Sensorik, Aktorik und Möglichkeiten der digitalen Vernetzung im Feldgemüse- und Getreideanbau werden vielfältige Optimierungen genutzt, um Effizienzen im Betriebsmitteleinsatz als auch durch Informationen zur Produktqualität Vermarktungsvorteile für den nachgelagerten Wertschöpfungsbereich zu erreichen.

## **2.2 Digitalisierte Pferdehaltung (Metropolregion)**

In der Metropolregion Stuttgart wird auch das Pferd in Verbindung mit landwirtschaftlichen Unternehmen in den Fokus gestellt. Von den ca. 1,3 Millionen Pferden in Deutschland sind mit über 100.000 Pferden ein erheblicher Teil in Baden-Württemberg beheimatet. Speziell in den Metropolregionen wie z. B. Stuttgart stehen überdurchschnittlich viele Sportpferde in landwirtschaftlichen Pensionsställen, die somit einen wichtigen Betriebszweig für die Betriebe darstellen und zur Einkommensdiversifizierung der Landwirte beitragen. Mit den Pferden sind vielfältige, aber häufig auch arbeitsintensive Wertschöpfungsprozesse verbunden, die bislang wenig digitalisiert oder technisiert sind und damit ein großes Digitalisierungspotenzial aufweisen.

### **2.2.1 Kurzbeschreibung des Teilprojekts mit Zielsetzungen**

In diesem Teilprojekt sollen mehrere stärker digitalisierte Anwendungen adressiert werden. Dazu zählen:

1. Entmistung: Etablierung von digital gestützten Entmistungssystemen in Pferdehaltungen, um optimierte Arbeitsabläufe und Umweltwirkungen in den Betrieben zu ermöglichen. Dazu soll ein selbstfahrendes Entmistungssystem in Gruppenhaltungssystemen erprobt werden. Dieses System soll selbstständig Pferdemist aus dem Tierbereich entnehmen, ohne das Tierwohl zu beeinträchtigen.
2. Fütterung: Etablierung von automatisierten Krippenfutter- und Raufutterautomaten unter Beachtung von Tierwohlkriterien. Dazu werden Tierwohlparameter bei Pferden in Boxen- und Gruppenhaltung erhoben und durch Entwicklung von Algorithmen für einen Tierwohlindeks verfügbar gemacht.
3. Betriebsmanagementsysteme: Kombination verschiedener technisch-digitaler Systeme im Betriebsablauf wie Fütterungstechnik, Futterlagerung und Entmistung, aber auch von digitaler Zaunüberwachung durch Nutzung von Schnittstellen- und Datenkompatibilität. Die Einbindung in übergeordnete Farm Management Systeme und externe Betriebssysteme (Futtermittelhandel) soll erfolgen.
4. Tierwohlindeks: Sensorische Ermittlung von Lauf- und Liege- sowie von Futter- und Wasseraufnahmeverhalten von Pferden in Boxen- und Gruppenhaltungen zur Ableitung von Tierwohlindeks.

Für das Experimentierfeld Pferd werden auf der Versuchsstation Jungborn der HfWU Nürtingen sowie auf Praxisbetrieben sowohl lokalstationäre, servergestützte technische Anwendungen Einsatz finden. Darüber hinaus werden auch cloudbasierte und servergestützte Anwendungen in den Bereichen der Fütterungs- und Entmistungstechnik eingesetzt werden. Ergänzend dazu sollen Schnittstellen zwischen den Systemen in der Pferdehaltung wie auch zu vor- bzw. nachgelagerten Bereichen aufgebaut werden, um den Datenaustausch zwischen den Einheiten zu ermöglichen. Dazu sind cloudbasierte

Anwendungen notwendig, die einen entsprechenden Datentransfer, aber auch eine entsprechende Sicherheit gewährleisten. Bei möglichen digitalen Kommunikationsproblemen wird die Datensteuerung lokalstationär serverbasiert erfolgen, so dass der technische Ablauf im Stall bei überregionalen Netzproblemen nicht gefährdet ist (Resilienz). Das digitale Weidemanagement wird cloudbasiert organisiert, weil es in dieser Form leichter umsetzbar ist. Das Betriebsmanagement wird lokalstationär serverbasiert erfolgen, mit einer Anbindung an cloudbasierte übergeordnete FMIS.

### **2.2.2 Nutzen für Anbauer und andere Stakeholder (Wertschöpfungskette)**

Der Nutzen von digital gestützten Systemen in Pferdehaltungen besteht in stärker systematisierten und optimierten Betriebsabläufen mit arbeitswirtschaftlicher Entlastung der Betriebsleitung.

## **2.3 Grünland und Rinderhaltung (Südschwarzwald)**

Die Region Südschwarzwald ist durch einen hohen Grünlandanteil, z. T. mit extensiver Bewirtschaftung, auch aufgrund der herausfordernden topografischen Rahmenbedingungen geprägt. Bei vorwiegender Rinderhaltung werden auch Steillagen freigehalten und vielfach ökologisch mit dem Ziel der Milch- oder Fleischproduktion bewirtschaftet. Diese mechanisch z. T. schwer zu bewirtschaftenden Flächen, aber auch eine für den Naturschutz relevante Flora und Fauna, zeigen erhebliche Ansatzpotenziale für digitale Unterstützungsmöglichkeiten, um diese effizienter als auch noch naturnaher mit einem bedarfsgerechteren Tiermanagement zu gestalten.

### **2.3.1 Kurzbeschreibung Teilprojekte mit Zielsetzungen**

Teilprojekt Grünlandbewirtschaftung und Management: In der Experimentiereinheit Grünland wird ein ganzheitliches Weide- und Wiesenmanagement für die Versorgung der Produkt- bzw. Dienstleistungseinheiten Rinder sichergestellt. Deswegen wird eine Sensorik zum Monitoring der Biomasse- und Qualitätsentwicklung adressiert, die eine satellitengestützte Fernerkundung und Datenerhebung am und im Feld nutzt. Erheben lassen sich beispielsweise Bilddaten in unterschiedlichen Spektralbereichen (sichtbares Licht, NIR), die Massenentwicklung anhand der Vegetationshöhe und -dichte, aber auch Klimadaten. Für den Einsatz in Futtererntemaschinen ist eine Vielzahl von Sensoren geeignet, um die verschiedenen Funktionen der Maschinen zu erfassen, zu überwachen und eventuell zu automatisieren. Diese Prozessdaten können in der Futterernte gesammelt und analysiert werden. Aus den Prozess- und Qualitätsdaten lassen sich Informationen zur tatsächlichen Erntemenge und -qualität ableiten. Mit Integration dieser Informationen in ein FMIS können zukünftige Entscheidungen hinsichtlich einer besseren Futterproduktion besser getroffen werden. Die Art und der Umfang der Datenströme sollten auch mit den vorhandenen Netzstrukturen im Südschwarzwald realisierbar sein.

Teilprojekt Weidemanagement und Rinderfütterung mit Unterstützung des maschinellen Lernens: Mit dem Ziel, die Nährstoffversorgung durch die lokal verfügbare Futterressource „Weide“ zu optimieren und den Bedarf an zugekauften Ergänzungsfuttermitteln zu reduzieren, wird ein konstantes digitalisiertes Monitoring des Futterwertes und Ertrags des Weideaufwuchses sowie deren räumlicher und zeitlicher Veränderungen erfasst. Dabei wird auch die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie die Produktionsleistung der Tiere ermittelt. Daraus werden standortangepasste Handlungsempfehlungen und ein strukturiertes Beweidungsmanagement abgeleitet, auch um mögliche negative Effekte der Beweidung auf die Vegetationszusammensetzung und den Boden zu reduzieren.

### 2.3.2 Nutzen für Anbauer und andere Stakeholder (Wertschöpfungskette)

Durch eine stärker digitalisierte, grünlandbasierte Rinderhaltung soll ein naturnäheres, aber dennoch gut für Fütterungszwecke verwertbares Grünland mit angepasster digital unterstützter Mechanisierung und Entscheidungshilfe- sowie Managementsystemen möglich werden. Gleichzeitig soll diese Form der Rinderhaltung in dem zukünftig von der Bundesregierung geplanten Tierwohllabel besser digital integrierbar sein.

## 3 Ausblick

Neben der Weiterentwicklung digitalisierter Anwendungen landwirtschaftlicher Bodenbewirtschaftungen und Tierhaltungen erfolgt ein zunehmender Wissenstransfer in die Praxis, der in Kooperation mit dem Verbundprojekt DIABEK das gesamte süddeutsche Gebiet adressiert.

### Literaturverzeichnis

- [GFB20] Griepentrog, H. W., Frank, M., Bahrs, E. Digitale Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft – DiWenkLa. In 40. GIL Jahrestagung, Freising - Digitalisierung für Mensch, Umwelt und Tier (pp. 367–372). GI, Bonn, 2020.
- [Gr19] Griepentrog, H. W., Weis, M., Weber, H., Schneider, W. Maschinenring Digital (MR digital) - Digitalisierungskonzept für kleine und mittlere Betriebe. In 39. GIL Jahrestagung (pp. 65–70). BOKU, Wien, Austria: GI, Bonn, 2019.
- [Re18] Reuter, C., Schneider, W., Eberz, D., Bayer, M., Hartung, D., Kaygusuz, C. Resiliente Digitalisierung der kritischen Infrastruktur Landwirtschaft - mobil, dezentral, ausfallsicher. In R. Dachselt & G. Weber (Eds.) (pp. 623–632), GI, Bonn, 2018.
- [Ku20] Kuntke, F., Reuter, C., Schneider, W., Eberz, D., Bernardi, A. Die GeoBox-Vision - Resiliente Interaktion und Kooperation in der Landwirtschaft durch dezentrale Systeme. 7. Workshop Mensch-Maschine-Interaktion in sicherheitskritischen Systemen, p. 6, Magdeburg, 2020.