

AgriSens – DEMMIN 4.0

Einsatz von Fernerkundungstechnologien für die Digitalisierung im Pflanzenbau

Daniel Spengler¹, Sarah Asam², Falk Boettcher³, Erik Borg⁴, Eike Stefan Dobers⁵,
Ursula Geßner², Katharina Harfenmeister¹, Christian Hüttich⁶, Friederike Klan⁷, Mike
Teucher⁸, Sina Truckenbrodt⁹ und Christopher Conrad⁸

Abstract: Die Digitalisierung der Landwirtschaft schreitet seit einigen Jahren immer weiter voran, wird aber in Deutschland noch nicht im großen Maßstab in landwirtschaftlichen Betrieben umgesetzt. Im Bereich der Geodatennutzung liegen die Herausforderungen vor allem bei der unzureichenden Definition von Schnittstellen sowie in einem mangelnden Daten- und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis. Hier setzt das Projekt „AgriSens – DEMMIN 4.0“ an, das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Rahmen der digitalen Experimentierfelder gefördert wird. Methoden zur Nutzung von Geodaten, insbesondere Fernerkundungsdaten, im Pflanzenbau werden analysiert und neu entwickelt und in konkreten Anwendungsfällen wie Ertragsabschätzung oder teilschlagspezifische Bewässerung dem Landwirt nutzbar gemacht.

Keywords: Digitalisierung, Experimentierfelder, Pflanzenbau, Fernerkundung

1 Einleitung

Die Landwirtschaft steht im Zuge des globalen Wandels vor zahlreichen Herausforderungen wie dem Klimawandel, der räumlich-zeitlichen Verfügbarkeit von

¹ Deutsches GeoForschungsZentrum Potsdam, Sektion Fernerkundung und Geoinformatik, Telegrafenberg, 14473 Potsdam, daniel.spengler@gfz-potsdam.de, katharina.harfenmeister@gfz-potsdam.de

² Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum Abteilung Landoberfläche, Münchner Straße 20, 82234 Weßling, sarah.asam@dlr.de, ursula.gessner@dlr.de

³ Deutscher Wetterdienst (DWD), Abteilung Agrarmeteorologie, Kärnerstraße 68, 04288 Leipzig, Falk.Boettcher@dwd.de

⁴ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum, Nationales Bodensegment, Kalkhorstweg 53, 17235 Neustrelitz, Erik.Borg@dlr.de

⁵ Hochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften, Brodaer Straße 2, 17033 Neubrandenburg, dobers@hs-nb.de

⁶ Julius-Maximilians-Universität Institut für Geographie und Geologie, Oswald-Külpe-Weg 86, 97074 Würzburg, christian.huettich@uni-wuerzburg.de

⁷ Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR), Institut für Datenwissenschaften, Bürgerwissenschaften, Mälzerstraße 3, 07745 Jena, friederike.klan@dlr.de

⁸ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Geowissenschaften und Geographie, Von-Seckendorff-Platz 4, 06120 Halle (Saale), christopher.conrad@geo.uni-halle.de, mike.teucher@geo.uni-halle.de

⁹ Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Geographie, Grietgasse 6, 07743 Jena, sina.truckenbrodt@uni-jena.de

Wasserressourcen und der Veränderung von Ökosystemen sowie dem zunehmenden Nahrungsmittelbedarf aufgrund der steigenden Bevölkerungszahl bei gleichzeitiger Verknappung der landwirtschaftlichen Flächen. Effiziente und nachhaltige Lösungen zur Anpassung an die Auswirkungen des globalen Wandels sind daher von zentraler Bedeutung. Die Digitalisierung der Landwirtschaft bietet dabei die Chance, Prozesse zu optimieren und zu automatisieren, stellt die Landwirte aber auch vor Herausforderungen.

Zahlreiche Projekte dokumentieren den hohen Bedarf und den ökonomischen Effekt aktueller satelliten- und luftgestützter Informationsprodukte in der Landwirtschaft. Wesentliche Mängel sind dabei allerdings das Fehlen von Workflows zwischen Wissenschaft und Praxis sowie nicht hinreichend spezifizierte Schnittstellen zwischen Datenquellen, Landwirt und Maschine [DL18]. Methodische Herausforderungen stellen vor allem die Robustheit der Verfahren, der Umgang mit Multisensordaten, Standards hinsichtlich der Datenqualität und der Vertrauenswürdigkeit wissenschaftlicher Modelle sowie deren zeitliche und räumliche Übertragbarkeit dar. Auch die offene und lösungsorientierte Kommunikation mit den Landwirten bezüglich Potenzialen und Limitationen ist stark defizitär. Auf Seiten der Landwirte fehlt oft ein Bewusstsein für den Mehrwert der Daten, von Seiten der Wissenschaft hingegen fehlt die Bereitstellung einfach verständlicher Dateninterpretationen. Technische Fragen bezüglich des Datenmanagements, der Nutzerfreundlichkeit, der Datenintegrität und des Datenschutzes sowie hohe Investitionskosten stellen weitere Einstiegshürden dar [Ba19]. Es zeigt sich jedoch auch, dass praktizierende Landwirte neuen Systemen gegenüber offen sind. Es mangelt aber an Erfahrung, klarer Nutzenkommunikation und Beratung. Hinzu kommt, dass das räumlich-zeitliche Standortwissen der Bewirtschafter derzeit wenig Berücksichtigung in bereits vorhandenen Datenbeständen findet und in aktuellen Forschungsarbeiten kaum integriert wird [Va20].

Das Projekt „AgriSens – DEMMIN 4.0“ hat sich daher zum Ziel gesetzt, praxisrelevante Anwendungsfälle für die Nutzung von Fernerkundungsdaten, d. h. satelliten- und UAV-gestützter Systeme, für konkrete Fragen des Pflanzenbaus zu identifizieren, Methoden weiter- und neu zu entwickeln und dieses Wissen dem Landwirt und jedem Interessierten unkompliziert zur Verfügung zu stellen. So sollen eine stärkere Akzeptanz und eine breitere Nutzung dieser wertvollen Datenquellen zur Optimierung von betrieblichen Abläufen im Pflanzenbau erreicht werden.

2 Experimentierfeld DEMMIN

Das Experimentierfeld DEMMIN (*Durable Environmental Multidisciplinary Monitoring Information Network*) liegt ca. 180 km nördlich von Berlin im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern im nordostdeutschen Tiefland. Die heutige Jungmoränenlandschaft mit ihren zahlreichen Seen und Mooren ist geprägt von typischen periglazialen Landschaftselementen wie ausgedehnten, flachen Sandflächen, Hügeln und Senken. DEMMIN wird seit etwa 20 Jahren als Kalibrations- und Validationstestfeld für

Fernerkundungsdaten durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt betrieben und ist u. a. ausgestattet mit 43 Umweltmesstationen, 63 Bodenfeuchtestationen, einem Lysimeterhexagon, einer Eddy-Kovarianz-Messstation sowie einem Forschungs Kran. Seit 2011 ist es zudem Teil des TERENO Observatoriums Nordost des Deutschen GeoForschungsZentrum Potsdam. DEMMIN ist weiterhin das einzige deutsche Testgebiet im *Joint Experiment of Crop Assessment and Monitoring* (JECAM). Durch langjährige Forschungsaktivitäten und seine nationale und internationale Vernetzung eignet sich DEMMIN hervorragend als Testgebiet für das Projekt AgriSens - DEMMIN 4.0. Darüber hinaus werden weitere Standorte in Sachsen-Anhalt und Niedersachsen als Vergleichsstandorte eingebunden, um die Übertragbarkeit entwickelter Verfahren testen zu können.

3 Ausgewählte Vorhaben

AgriSens – DEMMIN 4.0 ist in drei aufeinander aufbauende Elemente strukturiert: Das erste Element umfasst die methodischen Grundlagen und zielt auf die Erfassung und Erarbeitung innovativer Methoden hinsichtlich der Digitalisierung in landwirtschaftlichen Unternehmen, den Umgang mit Geodaten sowie den Grundlagen zur Ableitung biotischer und abiotischer Parameter aus Fernerkundungsdaten ab. Darauf bauen als zweites Element die an der landwirtschaftlichen Praxis orientierten Anwendungsfälle im Bereich Pflanzenbau auf. Das dritte Element bildet schließlich der Daten- und Wissenstransfer. Dieser zielt darauf ab, die entwickelten Methoden praktisch einzusetzen und direkt für den Landwirt nutzbar zu machen. Im Folgenden werden ausgewählte Vorhaben des Projektes kurz erläutert.

3.1 Digitalisierung von Praxisbetrieben

Zunächst erfolgt eine grundlegende wissenschaftliche Analyse des Ist-Zustandes der Digitalisierung in Praxisbetrieben mit spezifischem Fokus auf die Nutzung von Geoinformationen und Schnittstellen. Dies umfasst sowohl die generelle Ausstattung mit Daten, Software und Knowhow sowie deren Nutzung, aber auch Strategien zum Umgang mit Digitalisierung. Betriebsbesuche ermöglichen eine Bestandsaufnahme des Grades der Digitalisierung, hinzu kommen Befragungen und leitfadengestützte Interviews, die auf eine Entwicklung von Anforderungskriterien für die Nutzung von Geodaten im Betrieb abzielen. Vorhandene zum Einsatz kommende Techniken werden erfasst, um Anknüpfungspunkte zu finden und um neue Verwendungsrichtungen zu erkennen. Im Verlauf des Projektes werden für etwa fünf Beispielbetriebe die im Verlauf von Bewirtschaftungsmaßnahmen automatisch anfallenden Geodaten aufbereitet und auf ihren Informationsgewinn hin analysiert. Weiterhin werden Schwachstellen im digitalen Datenfluss herausgearbeitet und Möglichkeiten der Integration von Datenauswertungen eruiert.

3.2 Datenportal

Eine Kernaufgabe des Projektes ist die Erarbeitung geeigneter Konzepte zur Datenbereitstellung und deren Einbindung in landwirtschaftliche Entscheidungsprozesse. Herausforderungen bei der Erstellung einer Datenbasis sind die Synchronisation von Satellitendaten mit unterschiedlichen Aufnahmetechniken, geometrischer und zeitlicher Auflösung, die Standardisierung von in-situ Beobachtungen, die Einbindung von UAV-Daten und Nutzern in die Datenerhebung sowie die Bereitstellung einer Plattform für den Daten- und Methodenzugriff. Es wird ein Smart Data Cube auf der Basis des Open-Source-Toolkit der Open Data Cube Initiative (ODC) entwickelt mit dem Ziel, analysefertige Erdbeobachtungsdaten für den Forschungsverbund und die Endnutzer in der landwirtschaftlichen Anwendung bereitzustellen. Der Smart Data Cube bildet die Schnittstelle zwischen Forschung im Sinne von fernerkundungsbasierter Methodenentwicklung aller im Verbund entstehenden Methoden und Anwendungen und der Nutzergemeinschaft im Landwirtschaftssektor.

3.3 Anwendungsfälle

Die Datenbereitstellung sowie die Methodensondierung und -entwicklung erfolgt anwendungsorientiert und in Vorbereitung auf die Umsetzung praxisorientierter Anwendungsfälle. Diese sollen in die betrieblichen Strukturen integriert werden und so den Weg in die Praxis finden. Bisher wurden vier Anwendungsfälle in Zusammenarbeit mit den örtlichen Landwirten definiert. Im Projektverlauf ist die Aufnahme weiterer Anwendungsfälle geplant.

Der erste Anwendungsfall beschäftigt sich mit der Ertragsabschätzung und dem Betriebsmitteleinsatz. Dazu sollen an ausgewählten Betrieben Streifenexperimente durchgeführt werden, um den Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmethoden auf die Erträge auf Basis des lokal variierenden Ertragspotenzials zu untersuchen. Es werden Modelle entwickelt, die Fernerkundungsdaten, Pflanzenwachstumsmodelle, Witterungsdaten und historische Ertragsinformationen verknüpfen und eine optimierte Ertragsschätzung auf Schlag- oder Teilschlagebene für unterschiedliche Zeitpunkte im Jahr liefern.

Der zweite Anwendungsfall widmet sich der nachhaltigen Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen. Die Berücksichtigung schlaginterner Heterogenität (z. B. durch Precision Farming) kann eine Ertragserhöhung bzw. -stabilisierung bei gleichzeitiger Senkung des Betriebsmitteleinsatzes ermöglichen [TB12]. Darüber hinaus kann dies zur Verringerung der Ammoniak- und Stickstoffoxid-Konzentration im Boden und somit zur Verbesserung der Wasserqualität beitragen [Ca99]. Ziel des zweiten Anwendungsfalles ist die Bereitstellung eines Informationslayers, der die Identifikation, Verortung und Typisierung von Minderertragsflächen [Sa02] und somit eine optimierte Bewirtschaftung dieser erlaubt. Dazu wird ortsgebundenes Wissen über diese Flächen während der Feldbearbeitung durch Landwirte wiederholt mithilfe der Anwendung

„FieldMApp“ auf mobilen Endgeräten digital erfasst, fusioniert und anschließend mit Satellitendaten verschnitten. Funktionalität und Design der „FieldMApp“ werden in kooperativer Zusammenarbeit von Landwirten und Wissenschaftlern gemeinsam definiert (Citizen-Science-Ansatz), um eine bedarfsgerechte Lösung zu schaffen.

Der dritte Anwendungsfall befasst sich mit der Detektion von Steinen auf landwirtschaftlichen Flächen, welche große Schäden an landwirtschaftlichen Maschinen verursachen können und bisher manuell durch Abfahren des kompletten Schlages entfernt werden. Ziel ist es, einen vermarktungsfähigen Workflow zur drohnenbasierten Detektion von Steinen zu entwickeln, um den Personal- und Maschinenaufwand zu verringern. So müssen nur noch ausgewählte Stellen auf den Schlägen gezielt angefahren werden und es werden Betriebsmittel eingespart und Flächenverdichtungen verringert. Die Detektion von Steinen erfolgt mittels objektbasierter Algorithmen, während fernerkundliche Indizes irrelevante Areale sowie Plastikmüll ausschließen.

Thema des vierten Anwendungsfalles ist die Bewässerungstechnik. In Zeiten zunehmender extremer Witterungsereignisse, welche speziell in den Jahren 2018 und 2019 durch eine ausgeprägte Dürre in ganz Deutschland sichtbar wurden, setzen viele Landwirte auf den Ausbau bzw. die Wieder- und Neueinrichtung von Bewässerungsinfrastrukturen [UB19]. Um die Ressource Wasser bedarfsgerecht und kostenbewusst auszubringen, werden im Rahmen des vierten Anwendungsfalles Modelle entwickelt, die die räumliche Verteilung des Bewässerungsbedarfs ermitteln und optimierte teilflächenspezifische Bewässerungsszenarien ermöglichen.

3.4 Daten- und Wissenstransfer

Ein zentrales Element des AgriSens-Projektes ist der Daten- und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Nutzern in der Praxis, insbesondere Landwirten im Experimentierfeld. Bei regelmäßig stattfindenden Workshops wird über den jeweiligen Status von Entwicklungen und Services informiert, auch praktische Übungen sind geplant. So soll sichergestellt werden, dass nah an der landwirtschaftlichen Praxis gearbeitet wird, es gibt Raum für Rückmeldung und Kritik sowie Zeit für die Erarbeitung neuer Schwerpunktthemen.

Die bereitgestellten Services umfassen komplette Verarbeitungsroutinen für die Anwendungsfälle des Experimentierfeldes und werden über nutzerfreundliche webbasierte Plattformen zur Verfügung gestellt, um einen einfachen Zugang zur Analyse von Satelliten- oder UAV-Daten anzubieten. Weiterhin sollen Landwirten Karten bzw. Entscheidungshilfen zur N-Düngeplanung im Offline-Verfahren auf mobilen Endgeräten zur Verfügung gestellt werden. Dafür wird die App „FieldMApp“ weiterentwickelt, die v. a. im zweiten Anwendungsfall (Minderertragsflächen) zum Einsatz kommen soll.

4 Partner und Förderung

Im Projekt arbeiten verschiedene Universitäten und Forschungsinstitute aus ganz Deutschland zusammen. Das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungs-Zentrum GFZ nimmt dabei die Rolle der Projektkoordination ein. Weitere Partner sind der Deutsche Wetterdienst (DWD), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Friedrich-Schiller-Universität Jena (FSU), die Hochschule Neubrandenburg (HSNB), das Julius-Kühn-Institut (JKI), die Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) und die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU). Die Projektpartner arbeiten eng mit den Landwirten und landwirtschaftlichen Betrieben im Experimentierfeld zusammen.

Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Literaturverzeichnis

- [Ba19] Barnes, A.P.; Soto, I.; Eory, V.; Beck, B.; Balafoutis, A.; Sánchez, B.; Vangeyte, J.; Fountas, S.; van der Wal, T.; Gómez-Barbero, M.: Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy* 80, 163-174, 2019.
- [Ca99] Cassman, K.G.: Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96 (11), 5952-5959, 1999.
- [DL18] DLG e.V., Digitale Landwirtschaft – Ein Positionspapier der DLG. <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/digitalisierung-arbeitswirtschaft-und-prozesstechnik/digitale-landwirtschaft>, Stand: 18.11.2020.
- [Sa02] Sattler, C.: Kleinräumige Stilllegung von Minderertragsflächen. Ein ökonomisch tragfähiges Konzept zur Entwicklung und zum Schutz von Lebensräumen innerhalb von Ackerflächen. In (Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MLUR), Hrsg.): *Ansätze für eine dauerhaft-umweltgerechte landwirtschaftliche Produktion in Nordostdeutschland*. Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Frankfurt (Oder), 2002.
- [TB12] Tey, Y.S.; Brindal, M.: Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture* 13, 713–730, 2012.
- [UB19] UBA, Umweltbundesamt: LW-R-6 Landwirtschaftliche Beregnung, <https://www.umweltbundesamt.de/lw-r-6-das-indikator#lw-r-6-landwirtschaftliche-beregnung>, Stand: 19.11.2020.
- [Va20] Vallentin, C.; Dobers, E.S.; Itzerott, S.; Kleinschmit, B.; Spengler, D.: Delineation of management zones with spatial data fusion and belief theory. *Precision Agriculture* 21, 802–830, 2020.