

Experimentierfeld DigiSchwein

Entwicklung eines sensorbasierten Frühwarn- und Entscheidungshilfesystems für die Schweinehaltung

Marc-Alexander Lieboldt¹, Stefan Sagkob¹, Jan Reinkensmeier², Jorge Marx Gómez³, Philipp Hölscher⁴, Nicole Kemper⁵, Imke Traulsen⁶, Harm Drücker⁷ und Ludwig Diekmann¹

Abstract: Das Experimentierfeld DigiSchwein hat die Entwicklung eines sensorbasierten Frühwarn- und Entscheidungshilfesystems für schweinehaltende Praxisbetriebe zum Ziel. Als digitales Farmmanagementsystem arbeitet es nach dem Grundprinzip: Dateninput (Sensoren), Datenverarbeitung (Software) und Datenoutput (Insight-Cockpit). Im Projekt werden marktübliche Sensoren unterschiedlichen Messprinzips in einer landwirtschaftlichen Versuchstierhaltung bei Sauen, Absetzferkeln und Mastschweinen erprobt. Diese Sensoren erfassen kontinuierlich und in Echtzeit ein breites Spektrum an Anlagen-, Stallklima-, Umwelt- und Tierdaten, die über ein Datenmanagementsystem miteinander verknüpft, gespeichert und verwaltet werden. Mittels Big Data-Analysenmethoden des *Machine Learnings* werden Algorithmen entwickelt, welche erfasste Sensordatenmuster (Istwert) durch Abgleich mit Referenzdatenmustern (Sollwert) in Echtzeit bewerten und Prognosen erstellen. Das Ergebnis der komplexen Datenanalyse wird dem Systemnutzer in optisch aufbereiteter Form zur schnellen Erfassung über ein Dashboard visualisiert. Bei relevanten Abweichungen vom Sollwert werden Warnmeldungen mit Handlungsempfehlungen ausgegeben. Der Einsatz des Managementsystems soll dazu beitragen, Tiergesundheit, Betriebsmittel- und Nährstoffeffizienz sowie Umweltverträglichkeit schweinehaltender Praxisbetriebe nachhaltig zu verbessern.

Keywords: Big-Data-Analyse, Echtzeitkontrolle, Farmmanagementsystem, maschinelles Lernen, Ressourceneffizienz, *Precision Livestock Farming*, Sensoren, Tiergesundheit

¹ Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Geschäftsbereich Landwirtschaft, FB 3.5, Mars-la-Tour-Straße 6, 26121 Oldenburg, marc-alexander.lieboldt@lwk-niedersachsen.de; stefan.sagkob@lwk-niedersachsen.de; ludwig.diekmann@lwk-niedersachsen.de

² OFFIS e.V., Institut für Informatik, Escherweg 2, 26121 Oldenburg, jan.reinkensmeier@offis.de

³ Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fakultät II - Department für Informatik, Abt. Wirtschaftsinformatik/VLBA, Ammerländer Heerstraße 114-118, 26129 Oldenburg, jorge.marx.gomez@uol.de

⁴ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 47, 38116 Braunschweig, philipp.hoelscher@thuenen.de

⁵ Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover, nicole.kemper@tiho-hannover.de

⁶ Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Abteilung Systeme der Nutztierhaltung, Albrecht-Thaer-Weg 3, 37075 Göttingen, imke.traulsen@uni-goettingen.de

⁷ Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Geschäftsbereich Landwirtschaft, FB 3.2, Mars-la-Tour-Straße 6, 26121 Oldenburg, harm.druecker@lwk-niedersachsen.de

1 Hintergrund des Experimentierfeldes

1.1 Aktuelle Situation der Schweinehaltung in Deutschland

Angesichts der wirtschaftlichen Situation sowie wachsender Forderungen aus Politik, Handel und Verbraucherschaft nach mehr Tierwohl, Nachhaltigkeit und Umweltschutz unterliegt die Schweinehaltung in Deutschland seit mehreren Jahren einem deutlichen Strukturwandel. Während die Anzahl schweinehaltender Betriebe von 2010 bis 2019 um ca. ein Drittel zurückging, nahm im gleichen Zeitraum die Anzahl gehaltener Schweine im Bundesgebiet um nur ca. 2 % ab [SB20]. Diese Diskrepanz erklärt sich dadurch, dass 2019 pro Betrieb durchschnittlich ein Drittel mehr Schweine gehalten wurden als noch im Jahr 2010 [St20]. Aus diesen Daten leitet sich ein deutlicher Entwicklungstrend hin zu Großbetrieben in der deutschen Schweinehaltung ab [SB20].

Vor dem Hintergrund des national geltenden Tierschutzrechts [Ti06a, Ti06b] und den seit Jahren rückläufigen Erwerbstätigenzahlen in der deutschen Landwirtschaft [SB20] stellt die wachsende Zahl zu betreuender Tiere pro Betrieb eine zunehmende Herausforderung für das Management schweinehaltender Betriebe dar. Neben einer schweinegerechten Haltung, Pflege und Versorgung muss der Tierhalter die tägliche Kontrolle des Wohlbefindens seiner Schweine sowie ihrer Haltungsbedingungen sicherstellen [Ti06a, Ti06b]. Auf täglichen Kontrollgängen kommt der Tierhalter oder sein sachkundiges Personal dieser Verpflichtung durch die direkte Inaugenscheinnahme der Tiere und ihrer Haltungs Umgebung nach. Das Ergebnis solcher Kontrollen hängt jedoch nicht nur stark von der Sachkunde und Erfahrung, sondern auch von der subjektiven und oftmals zeitlich begrenzten Wahrnehmung der beobachtenden Person ab (Abb. 1). Folglich wächst das Interesse an einer objektiveren und vor allem kontinuierlichen Ergänzung der Tier-, Umwelt- und Anlagenbeobachtung mittels automatischer Sensordatenerfassung [Be17, BY19]. Während die personenbasierte Kontrolle der Haltungsbedingungen in vielen Praxisbetrieben bereits routinemäßig durch die fortlaufende Erfassung und Auswertung von Stallklimadaten ergänzt wird, fehlt eine automatische Dokumentation tierbezogener Daten noch weitgehend.

1.2 Lösungsansatz: *Integrated Farm Management Systems*

Mit dem Hauptziel, tierhaltende Landwirte bei den wachsenden Herausforderungen im Betriebsmanagement (z. B. Tierkontrolle, Dokumentation) zielgerichtet und effektiv zu unterstützen und dabei die Betriebsproduktivität nachhaltig zu optimieren, wird die Entwicklung und Anwendung sogenannter *Precision Livestock Farming* bzw. *Integrated Farm Management* Systeme in der Nutztierhaltung seit mehreren Jahren untersucht [Be15, Gu17, BY19]. Diese Systeme dienen einer objektiven, fortlaufenden Echtzeitüberwachung des Tierbestandes (z. B. Leistung, Gesundheit, Wohlbefinden), der Haltungs Umgebung (z. B. Qualität des Stallklimas) sowie der darin betriebenen technischen Anlagen

(z. B. Heizung, Ventilation) [Be17, Gu17]. Mängel in diesen Bereichen sollen von *Integrated Farm Management* Systemen frühzeitig objektiv erkannt und nach direkter Meldung an den Tierhalter umgehend behoben werden. Neben der Überwachung von Tiergruppen soll, insbesondere in Anbetracht wachsender Tierbestände, auch die Einzeltierbezogene Datenerfassung ausgebaut werden. Funktionell basieren *Integrated Farm Management* Systeme auf folgendem Grundprinzip (Abb. 1): 1) Sensorsysteme unterschiedlichen Messprinzips, die im Stall kontinuierlich und objektiv große Datenmengen erfassen (Dateninput), 2) Algorithmen aus dem Bereich Big Data-Analyse und *Machine Learning* (Software), welche erfasste Daten in Echtzeit automatisch und problemorientiert auswerten (Datenverarbeitung) und 3) Visualisierung der Auswertung in einer für den Systemnutzer verständlichen und schnell erfassbaren Form (Datenoutput) [Be17, Gu17].

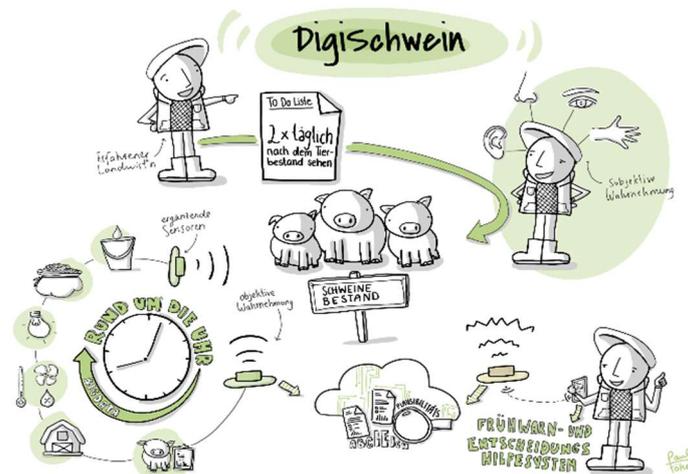


Abb. 1: Schematische Darstellung zum Forschungs- und Entwicklungsansatz eines Frühwarn- und Entscheidungshilfesystems im Experimentierfeld DigiSchwein (Quelle: LWK Niedersachsen)

2 Experimentierfeld DigiSchwein

2.1 Ziele des Experimentierfeldes

Das Grundkonzept der *Integrated Farm Management* Systeme aufgreifend arbeitet das Experimentierfeld DigiSchwein als interdisziplinäres Verbundprojekt an der Entwicklung eines sensorbasierten Frühwarn- und Entscheidungshilfesystems für schweinehaltende Praxisbetriebe (Abb. 1). Dabei sollen die Digitalisierung und das Datenmanagement in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung problemorientiert weiterentwickelt und die daraus resultierenden Erkenntnisse praxisverfügbar gemacht werden. Durch seine gezielte Ausrichtung an praxisrelevanten Problemfeldern der modernen Schweinehaltung erforscht das Experimentierfeld insbesondere 1) die Praxistauglichkeit marktüblicher Sensortechniken

in Hinblick auf Datenplausibilität, Funktionssicherheit und Kompatibilität sowie 2) deren kombinierte Einsatzmöglichkeit zur Früherkennung von (Faktoren-) Krankheiten und ihren Risikofaktoren, Vermeidung von Schwanzbeißen bei nicht kupierten Schweinen, Geburts- und Verhaltensüberwachung sowie Stoffstrombilanzierung (Abb. 2). Auf Betriebsebene soll der Einsatz des Farmmanagementsystems „DigiSchwein“ letztlich dazu beitragen, die Bereiche Tiergesundheit und Tierwohl, Betriebsmitteleffizienz und Arbeitskräfteeinsatz, Nährstoffeffizienz und Umweltverträglichkeit sowie Dokumentation und Transparenz der Produktion nachhaltig zu verbessern.

2.2 Projektkonsortium des Experimentierfeldes

Aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit des beabsichtigten Entwicklungsvorhabens sowie des dafür notwendigen Fachwissens aus den Bereichen *Data* und *Life Science* hat sich das Experimentierfeld DigiSchwein explizit interdisziplinär aufgestellt. Das Forschungsteam setzt sich aus Fachleuten der Informatik, der Landwirtschaft und Landtechnik sowie der Veterinärmedizin zusammen. Am Experimentierfeld beteiligte Projektpartner sind die Landwirtschaftskammer Niedersachsen, das OFFIS e.V., die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, das Johann Heinrich von Thünen-Institut, die Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und die Georg-August-Universität Göttingen. Begleitet wird das Projekt von einem ebenfalls interdisziplinären Expertenbeirat.

2.3 Konzept des Experimentierfeldes

Die tierexperimentellen Untersuchungen zur Entwicklung des Farmmanagementsystems „DigiSchwein“ werden auf der Versuchsstation für Schweinehaltung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Bad Zwischenahn-Wehnen) bei Sauen (tragend, säugend), Aufzuchtferkeln und Mastschweinen durchgeführt. In der initialen Projektphase werden marktübliche Sensoren unterschiedlichen Messprinzips an repräsentativen Stellen in der Haltungsumgebung der Tiere, an den darin betriebenen technischen Anlagen sowie z. T. an den Tieren selbst installiert (Abb. 2). Ziel ist es, kontinuierlich und in Echtzeit ein breites Spektrum an Anlagen-, Stallklima-, Umwelt- und Tierdaten zu erfassen. Sensoren zur Erfassung von Anlagendaten sind unter anderem Verbrauchszähler (Gas, Wasser, Strom), Drucktransmitter, Durchflusssensoren, Wiegezellen (z. B. Futter), Näherungsschalter, Bewegungsmelder und Nahinfrarotspektroskopie-Sensoren. Solche für die Aufzeichnung von Stallklima- und Umweltdaten sind z. B. Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren, Anemo- und Luxmeter sowie Schadgassensoren. Die Sensoren zur Dokumentation von tierbezogenen Daten bilden vor allem *Radio Frequency Identification* (RFID)-Ohrmarken z. T. mit Beschleunigungssensoren, Video- und Wärmebildkameras sowie Mikrofone.

Der über die Sensoren generierte Dateninput läuft in einer Datenmanagementplattform zusammen (Abb. 2), die eigens für die Bedürfnisse des Experimentierfeldes auf Basis von Open Source Big Data und Cloud-Technologien entwickelt wird. Ein Datenstrommanagementsystem nimmt zunächst die in der realen Welt erfassten, heterogenen Sensordaten

als zeitgestempelte Werte auf Abteil-, Buchten- oder Einzeltierebene über verschiedene Konnektoren auf und integriert diese via Mapping, Plausibilisierung, Normalisierung und ggf. Aggregation. Insbesondere die Erfassung von tierindividuellen Zeitreihen macht eine hohe Skalierbarkeit über die Anzahl der Zeitreihen auf der Plattform erforderlichlich.

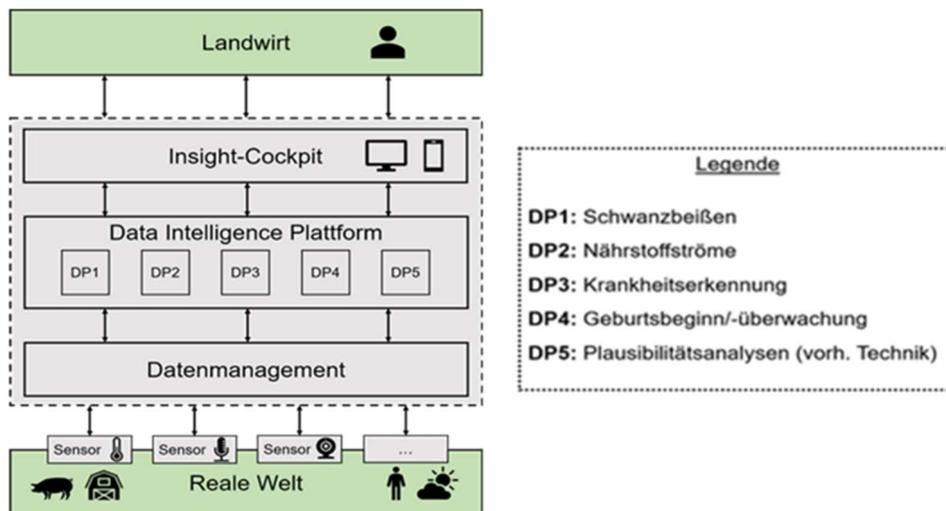


Abb. 2: Schematische Darstellung des Datenflusses innerhalb des Farmmanagementsystems „DigiSchwein“ von der Sensorebene bis zum Systemnutzer

Durch Transformation in ein weitgehend einheitliches Datenformat sowie die anschließende effektive Speicherung und Langzeitarchivierung in einem Big-Data-Archiv sollen die Verwaltung und eigentliche fachliche Nutzung der unterschiedlichen Sensordaten (Analyse) erleichtert werden. Letztere erfolgt auf einer modular erweiterbaren *Data Intelligence Plattform* (Abb. 2), wo geeignete analytische Modelle zur Untersuchung, insbesondere der unter 2.1 genannten Anwendungsfälle, entwickelt und validiert werden. Aufgrund der umfangreichen Datenmenge kommen dabei moderne Big-Data-Analyseverfahren des *Machine Learnings* bzw. der *Data Science* zum Einsatz. Ziel ist es, die für den jeweiligen Anwendungsfall erfassten Sensordatenmuster (Istwert) in interpretierbare Kennzahlen und Prognosemodelle, sog. *Data Products*, zu überführen, welche kontinuierlich und in Echtzeit mit dem System bekannten Referenzdatenmustern (Sollwert) abgeglichen und entsprechend bewertet werden.

Das Ergebnis der komplexen Datenanalyse wird dem Systemnutzer in komprimierter, visualisierter Form zur schnellen Erfassung über ein Dashboard (Insight-Cockpit) ausgegeben (Abb. 2). Zweckmäßig ist es, dass sich das Farmmanagementsystem mit seinen *Data Products* leicht in den operativen Management- und Entscheidungsprozess eines Betriebes einfügen lässt. Bei relevanten Abweichungen vom Sollwert erhält der Schweinehalter zudem Warnmeldungen mit Handlungsempfehlungen, die im jeweiligen Anwendungsfall als direkte Entscheidungshilfen zur Optimierung des Betriebsmanagements beitragen sollen.

3 Ausblick

Nach seiner Entwicklung und experimentellen Erprobung auf der Versuchsstation der Landwirtschaftskammer Niedersachsen soll das Farmmanagementsystem „DigiSchwein“ unter Feldbedingungen auf schweinehaltenden Betrieben validiert und anschließend der breiten landwirtschaftlichen Praxis zugänglich gemacht werden (Abb. 2). Der Einsatz dieses sensorbasierten Farmmanagementsystems soll einen nachhaltigen, digitalen Transformationsprozess in der Schweinehaltung anregen, der langfristig durch Optimierung des Tierwohls (Einzeltier vs. Gruppe), des Ressourcenschutzes und der Produktivität die Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz der Landwirtschaft erhöht.

4 Danksagung

Die Förderung dieses Vorhaben erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (Förderkennzeichen: 28DE109A18). Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung. Die Projektpartner bedanken sich bei BMEL und BLE für die Förderung.

Literaturverzeichnis

- [Be17] Berckmans, D.: General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7/2017, S. 6-11, 2017.
- [Be15] Berckmans, D.: Smart Farming for Europe: value creation through precision livestock farming. In (Halachmi, I., Hrsg.): *Precision Livestock Farming Applications*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, S. 25-36, 2015.
- [BY19] Benjamin, M.; Yik, S.: Precision Livestock Farming in Swine Welfare: A Review for Swine Practitioners. *Animals*, 9/2019, S. 133-153, 2019.
- [Gu17] Guarino, M. et al.: A blueprint for developing and applying precision livestock farming tools: A key output of the EU-PLF project. *Animal Frontiers*, 1/2017, S. 12-17, 2017.
- [SB20] Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung vom 22.01.2020 www.destatis.de, Wiesbaden, Stand: 22.01.2020.
- [St20] Statista GmbH, www.de.statista.com, Stand: 18.10.2020.
- [Ti06a] Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 280 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist.
- [Ti06b] Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist.