

Abschlussbericht



Experimentierfeld DigiSchwein Teilprojekt 2

Zuwendungsempfänger: Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Förderkennzeichen: 28DE109B18

Vorhabensbezeichnung: Experimentierfeld DigiSchwein – Cross Innovation und Digitalisierung in der tiergerechten Schweinehaltung unter Berücksichtigung des Ressourcenschutzes (DigiSchwein)

Laufzeit des Vorhabens: 10.02.2020 – 31.08.2024

Verbundpartner: **Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg**
Department für Informatik
Professur Wirtschaftsinformatik VLBA
Ansprechpartner: Prof. Dr. Jorge Marx Gómez
Ammerländer Heerstraße 114-118
26129 Oldenburg
E-Mail: jorge.marx.gomez@uol.de

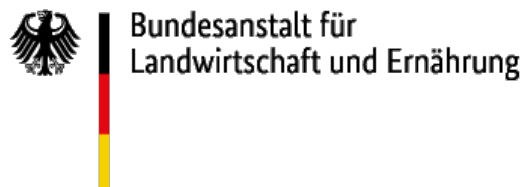
Autoren: Jan-Hendrik Witte
Pascal Säfken
Jorge Marx Gómez

Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Projektträger



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Teil I: Kurzbericht.....	2
2	Teil II: Eingehende Darstellung	4
2.1	Kurze Darstellung des Vorhabens	4
2.1.1	Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie der wissenschaftliche und technische Stand an den angeknüpft wurde	4
2.1.2	Ablauf des Vorhabens	4
2.1.3	Wesentliche Ergebnisse sowie ggf. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	5
2.2	Eingehende Darstellung des Vorhabens.....	6
2.2.1	Zentrale Ziele.....	6
2.2.2	Durchgeführte Arbeiten.....	7
2.2.3	Ergebnisse.....	10
2.2.4	Vergleich zur Vorhabensbeschreibung.....	17
2.2.5	Voraussichtlicher Nutzen	17
2.2.6	Veröffentlichungen.....	18
2.2.7	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	19
2.2.8	Sonstiges	20
2.3	Literatur	20

1 Teil I: Kurzbericht

Zielsetzung und Motivation

Das Projekt DigiSchwein verfolgte das Ziel, Landwirte bei ihrer gesetzlich vorgeschriebenen täglichen Tierkontrolle durch digitale Assistenzsysteme zu unterstützen. Vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen und steigender Anforderungen an Tierwohl, Ressourceneffizienz und Umweltschutz sollte eine innovative Farmmanagement-Software entwickelt werden. Diese sollte vielfältige Sensordaten aus der Stallumwelt erfassen, analysieren und dem Landwirt mit konkreten Handlungsempfehlungen zur Verfügung stellen.

Methodisches Vorgehen

Die Universität Oldenburg entwickelte eine modulare Datenanalyseplattform basierend auf dem Konzept der Data Products (DP). Für jedes Arbeitspaket wurde mindestens ein spezifisches DP konzipiert, implementiert und in die Plattform integriert. Die Entwicklung erfolgte nach einem standardisierten DP-Steckbrief-Verfahren und unter konsequenter Anwendung von Human-Centered Design-Prinzipien durch intensive Einbindung der Endnutzer.

Der Aufbau der digitalen Infrastruktur umfasste die Neugestaltung der Stallstrukturen, Installation verschiedener Sensorsysteme und die Etablierung eines projekteigenen Netzwerks. Insgesamt wurden Daten von rund 2.500 Tieren erfasst und ausgewertet.

Entwickelte Data Products

DP-3: Monitoring von Klima- und Umweltdaten. Kontinuierliche Überwachung von Ammoniakkonzentration, CO₂-Gehalt, Temperatur, Luftfeuchte, Lichtstärke und weiteren Parametern mit automatischer Warnung bei Grenzwertüberschreitungen gemäß Tierschutznutztierhaltungsverordnung.

DP-4: Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität. Innovative videobasierte Methodik zur automatisierten Erfassung von Aktivitätsmustern auf Buchtenebene ohne komplexe Einzeltierverfolgung. Das System kann als Frühwarnsystem für Gesundheits- oder Verhaltensanomalien dienen.

DP-5: Bestimmung des Verhältnisses der Schwanzhaltungen. Entwicklung einer Monitoring Pipeline zur automatisierten Erkennung von Schwanzhaltungen (aufrecht/hängend) als Frühindikator für Schwanzbeißausbrüche. Die Evaluation bestätigte die Literaturerkenntnisse: Der entwickelte Schwanzhaltungsindex zeigt bereits 6 Tage vor einem Ausbruch signifikante Veränderungen.

DP-6: Erkennung Geburtsbeginn. Erste Ansätze zur bildbasierten, automatisierten Geburtserkennung mittels Deep Learning-Methoden. Obwohl noch nicht praxisreif, wurden wichtige Grundlagen für die Weiterentwicklung geschaffen.

DP-7: Berechnung individueller Nährstoffströme. Entwicklung eines interaktiven Tools zur betriebsindividuellen Berechnung von Nährstoffbilanzen, integriert in die Datenanalyseplattform.

Zentrale Ergebnisse

Die Datenanalyseplattform gliedert sich in zwei Bereiche: Das DigiSchwein-Dashboard präsentiert eine Gesamtübersicht der Sensordaten mit definierten Schwellenwerten und ermöglicht retrospektive Auswertungen. Der zweite Bereich ermöglicht die detaillierte Betrachtung der aufgezeichneten Sensordaten.

Besonders hervorzuheben ist der Erfolg der Schwanzhaltungserkennung (DP-5): Die systematische Evaluation mit 20 Schwanzbeißbuchten und 20 Kontrollbuchten bestätigte die Wirksamkeit des entwickelten Schwanzhaltungsindex als zuverlässigen Frühwarnparameter. Die Medianwerte zeigten eine kontinuierliche Abnahme von 0,749 (sieben Tage vor Ausbruch) auf -0,110 (am Tag der Entfernung), während Kontrollbuchten konstant hohe Werte zwischen 0,72 und 0,73 aufwiesen.

Nutzen und Ausblick

Das Projekt demonstriert erfolgreich das Potenzial digitaler Assistenzsysteme in der Schweinehaltung. Die entwickelten Lösungen unterstützen Landwirte bei:

- der Einhaltung der Tierschutznutztierhaltungsverordnung
- der Verbesserung des Tierwohls durch frühzeitige Problemerkennung
- der Optimierung der Ressourceneffizienz
- der Reduzierung von Produktionsrisiken

Die modulare Architektur ermöglicht eine Übertragbarkeit auf andere Bereiche der Nutztierhaltung. Sämtliche Datensätze, Codes und Modelle wurden veröffentlicht und stehen für weitere Forschungsvorhaben zur Verfügung.

Wissenschaftliche Verwertung

Das Projekt resultierte in elf wissenschaftlichen Publikationen auf nationalen und internationalen Konferenzen. Eine Dissertation zum Thema Frühidentifikation von Schwanzbeißen sowie ein umfassender Journal-Bertrag zu den Ergebnissen des DP-5 sind in Vorbereitung. Die Ergebnisse, insbesondere im Bereich der Schwanzhaltungserkennung, stellen den aktuellen Stand der Technik dar und bilden eine solide Grundlage für die Weiterentwicklung und Kommerzialisierung digitaler Assistenzsysteme in der Landwirtschaft.

2 Teil II: Eingehende Darstellung

2.1 Kurze Darstellung des Vorhabens

2.1.1 Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie der wissenschaftliche und technische Stand an den angeknüpft wurde

Die effiziente Nutzung von Produktionsfaktoren und eine bestmögliche Auslastung vorhandener Stallkapazitäten wird vor dem Hintergrund immer knapper werdender Ressourcen für nutztierhaltende Landwirte immer bedeutsamer. Im Hinblick darauf muss sich die deutsche Schweinehaltung besonders in den Bereichen Tierwohl, Ressourceneffizienz und Umweltschutz neu ausrichten.

Darum verfolgte dieses Projekt das Ziel, dem Landwirten vor allem bei seiner täglichen Tierkontrolle zu unterstützen. Denn gemäß den gesetzlichen Vorgaben ist jeder Tierhalter verpflichtet, seine Bestände mindestens zwei Mal täglich in Augenschein zu nehmen und dabei regelmäßig Eigenkontrollen durchzuführen. Diese Vorgaben werden von dem Landwirt in aller Regel durch visuelle Inaugenscheinnahme der Tierbestände erledigt. Dabei findet er Unterstützung durch regelmäßig erfasste Daten. Diese Datenvielfalt bietet ein großes Potenzial und sollte im Rahmen dieses Projektes in Form der Farmmanagement-Software „DigiSchwein“ erfasst und zielgerichtet aufbereitet werden. Dem Landwirt kann sie so mit Handlungsempfehlungen bei seiner täglichen Arbeit noch tiefgreifender unterstützen. Ausgangspunkt der Datenerfassung sollte die Stallumwelt mit den Einflussfaktoren Futter, Klima, Wasser, Tierverhalten, Management, usw. sein. Diese Parameter sollten mittels unterschiedlicher marktverfügbarer Sensoren gemessen und daraufhin in einem speziell entwickelten Datenmanagementsystem verwaltet und analysiert (?) werden. Die vielfältigen Sensordaten sollten mit aktuellen Herausforderungen der Schweinehaltung in Verbindung gesetzt und so letztlich den Tierhalter in Form eines Frühwarnsystems unterstützen.

Die digitale Tierbeobachtung und Gesundheitsüberwachung war bereits Teil anderer Projekte, jedoch befassten sich diese nicht mit der Tierart Schwein bzw. haben deutlich weniger Sensordaten genutzt und erprobt (z. B. Landwirtschaft 4.0, SpaceDataMilking, AutoPigLoc). Zum Projektbeginn schien die Generierung von detaillierten Einzeltierinformationen durch neuste Entwicklungen von Sensoren und Algorithmen in den Bereichen Einzeltierererkennung und Aktivitätserfassung möglich, war jedoch noch nicht ausgereift und in der Praxis etabliert.

2.1.2 Ablauf des Vorhabens

Zunächst wurde die bauliche und digitale Grundinfrastruktur für das Projekt hergestellt. Dies umfasste die Neugestaltung der Abteil- und Buchtenstruktur, die Trennung der Flüssigmistsysteme zweier Mastabteile sowie die Ausstattung mit der erforderlichen Sensortechnik. Zudem wurde ein projekteigenes Netzwerk einschließlich Richtfunkverbindung

zwischen Mast- und Sauenstall sowie eine direkte Ethernet-Standortkopplung zwischen VS Wehnen und OFFIS zur Datenübertragung aufgebaut und in Betrieb genommen.

Anschließend wurde mit der Datenerfassung in der Versuchsstation in Wehnen begonnen und die projektinterne Datenmanagementplattform eingerichtet und in Betrieb genommen. Insgesamt wurden so Daten von rund 2.500 Tieren erfasst und ausgewertet. Es wurden zudem Auswertungsalgorithmen zur automatischen Videoanalyse programmiert, validiert und weiterentwickelt. Ein browserbasierter Dashboard-Prototyp eines multisensorbasierten Monitoringsystems für schweinehaltende Betriebe wurde ebenfalls entwickelt (<https://demo.digischwein.uni-oldenburg.de/>). Im letzten Jahr der Datenerhebung mussten einige Sensorsysteme ersetzt werden, und es wurden Anpassungen vorgenommen, die sich im Rahmen der Projektdurchführung ergaben.

Begleitet wurde das Projekt durch regelmäßige Sitzungen des Expertenbeirates und diversen regionalen, nationalen sowie internationalen Veranstaltungen wie Messen, Fachkonferenzen, Workshops und Führungen durch die Versuchsstation in Wehnen. Diese Aktivitäten dienen der Vorstellung des Experimentierfeldes DigiSchwein, der Vernetzung, dem fachlichen Austausch und dem Wissenstransfer mit anderen Projekten, Initiativen und Verbänden.

2.1.3 Wesentliche Ergebnisse sowie ggf. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Ein wesentliches Ergebnis der LWK Niedersachsen in dem Projekt DigiSchwein ist der vollendete Umbau der Stallbereiche und der Aufbau einer digitalen Infrastruktur zur Datenerfassung und -übertragung. Durch die intensive Projektrepräsentation nach außen, wurde ein großer Bekanntheitsgrad erreicht. Im Arbeitspaket Nährstoffströme wurden Durchschnittswerte für die Nährstoffbilanzierung relevanter Parameter ermittelt. Dabei wurden u. a. die nasschemisch ermittelten Daten mit den NIRS Messwerten verglichen. Anschließend wurde auf dieser Datengrundlage ein Rechentool in dem DigiSchwein-Dashboard hinterlegt, mit dem Landwirte selbstständig ihre Güllemengen berechnen können.

Zur weiteren Vernetzung und engeren Zusammenarbeit bei zukünftigen Fragestellungen trat DigiSchwein in die Netzwerke der Projekte Space2Agriculture (www.space2agriculture.de), InnosysNordwest (www.innosys-nw.de) sowie die Wissenstransferplattform Farmwissen (www.farmwissen.de) ein. Außerdem ist DigiSchwein im Kompetenznetzwerk Digitalisierung in der Landwirtschaft vertreten. DigiSchwein erhielt diverse Anfragen interessierter Unternehmen. Mit diesen tauschte sich das Projekt fachlich aus und ging durch den Einsatz ihrer Sensorsysteme vereinzelte Kooperationen ein (z.B. BioCV, SoundTalk NV., IQ Agrar Service, Trouw Nutrition) oder nahm ihre Vertreter als Mitglieder in den Expertenbeirat des Projektes auf (z.B. Vion Food Group).

2.2 Eingehende Darstellung des Vorhabens

2.2.1 Zentrale Ziele

Die zentralen Ziele des Teilvorhabens der Carl von Ossietzky (CvO) Universität Oldenburg im Arbeitspaket 2 orientierten sich an der Entwicklung einer digitalen Analyseplattform für die Schweinehaltung. Dabei stand die Schaffung praktischer und anwenderorientierter Lösungen im Vordergrund, die den Tierhaltern in ihrer täglichen Arbeit Unterstützung bieten sollten.

Das Hauptziel bestand in der Implementierung einer *Data Intelligence Plattform* sowie des *Insight-Cockpits*, nachfolgend als *Datenanalyseplattform* zusammengefasst. Diese Plattformen sollten eine modulare Architektur aufweisen, um flexibel verschiedene Analyseverfahren integrieren und benutzerfreundliche Visualisierungsmöglichkeiten bereitstellen zu können. Parallel dazu war die systematische Entwicklung von *DPs* (DP) vorgesehen, die als Kennzahlen, Kennzahlensysteme oder analytische Modelle den verschiedenen Teilvorhaben zur Verfügung gestellt werden sollten. Diese modulare Herangehensweise ermöglichte es, für jedes Teilvorhaben spezifische Lösungen zu entwickeln und dabei den von der VLBA entwickelten *DP-Steckbrief (DPS)* als methodisches Instrument für einen strukturierten Entwicklungsprozess zu nutzen.

Ein weiteres zentrales Ziel war die umfassende Anforderungsanalyse zur Ermittlung domänenspezifischer Bedürfnisse der Landwirtschaft, insbesondere im Bereich der Schweinehaltung aus Wissenschaft (Fachliteratur und andere Publikationsinstrumente sowie Praxis). Diese Analyse bildete die Grundlage für alle nachgelagerten Entwicklungsarbeiten und sollte sicherstellen, dass die technischen Lösungen optimal auf die praktischen Anforderungen der Endnutzer abgestimmt werden.

Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der konsequenten Anwendung von Human-Centered Design-Prinzipien durch die intensive Einbindung der Endnutzer, insbesondere der Tierhalter, in den Entwicklungsprozess. Durch regelmäßige Workshops mit Praxis- und Fachexperten sowie Präsentationen und Diskussionsrunden im Rahmen von Fachtagungen und die iterative Entwicklung des Prototyps sollten nutzerspezifische Darstellungsformen und Funktionalitäten entstehen, die den Anforderungen der täglichen Praxis entsprechen. Dabei war vorgesehen, zunächst Low-Fidelity-Mockups zu erstellen und diese schrittweise zu High-Fidelity-Prototypen auszuarbeiten, um eine frühzeitige Validierung und Optimierung zu ermöglichen.

Zentraler Aspekt war ebenfalls die Bereitstellung generierter Forschungsdaten für Praxis und Wissenschaft, die über das Projektende hinaus von anderen genutzt und für weitere Anwendungsbereiche in der Landwirtschaft erweitert werden können. Die enge interdisziplinäre Zusammenarbeit mit den Arbeitspaketen 3 bis 7 war dabei essentiell, um deren spezifische fachliche Anforderungen erfolgreich in technische Lösungen zu überführen und durch umfangreiche Workshops eine effektive Koordination zu gewährleisten.

Insgesamt können die Kernziele des AP 2 (Teil CvO Universität Oldenburg) wie folgt zusammengefasst werden:

- Entwicklung spezifischer *DPs* (analytische Modelle oder Kennzahlensysteme) für jedes fachliche Teilprojekt (AP 3 bis AP 7)
- Strukturierte Entwicklungsmethodik durch konsequente Anwendung des *DPS* als Leitfaden für alle Stakeholder
- Schaffung einer breiten, nachhaltigen Datenbasis für über das Projekt hinausgehende Anwendungsfälle in der Landwirtschaft
- Konzeption und Implementierung der *Datenanalyseplattform*

2.2.2 Durchgeführte Arbeiten

2.2.2.1 Data Products

Die Entwicklung spezifischer *DPs* bildete das Grundgerüst der durchgeführten Arbeiten und erfolgte in enger Abstimmung mit den fachlichen Arbeitspaketen 3 bis 7. Dabei wurde ein strukturierter Ansatz verfolgt, der die systematische Erfassung von Anforderungen, die Konzeption geeigneter Lösungsansätze und die iterative Entwicklung von Prototypen umfasste. Die *DPs* wurden als modulare Komponenten konzipiert, um eine flexible Integration zu ermöglichen und gleichzeitig domänenspezifische Anforderungen optimal zu adressieren.

2.2.2.1.1 Steckbrief

Tabelle 2.1: Vorlage des standardisierten *DP*-Steckbriefs

Allgemein	<i>Name</i>	DPS-(AP-Nummer + Zähler):
	<i>Anwendungsfall</i> Kurze präzise Beschreibung des Anwendungsfalls	
	<i>Problem</i> Kurze präzise Beschreibung des Problems. Wie wird bzw. kann das Problem heute gelöst werden?	
	<i>Ziel</i> Kurze Beschreibung des Ziels, das mit der Bearbeitung des Anwendungsfalls erreicht werden soll. Welchen Nutzen hat der Endnutzer davon?	
	<i>Lösung</i> Kurze präzise Formulierung der Lösung.	
	<i>Output</i> Output des Data Products	
Domäne	<i>Arbeitspaket</i> Übergeordnetes/zugehöriges Arbeitspaket	
	<i>Ort</i> Stalltyp	
	<i>Typ</i> Auf welchen Tiertyp liegt der Fokus?	
	<i>Terminologie</i> Nennung und Erläuterung nötiger Fachbegriffe	
	<i>Granularität</i> Einzeltierbasis oder buchtenbasiert? Falls nötig auch mit kurzer Erläuterung.	
Daten	<i>Datentyp</i> Geeignete Datentypen, die das formulierte Problem widerspiegeln.	
	<i>Eigenschaften</i>	

	Eigenschaften des Datensatzes. Das Problem muss sich stets in den Daten widerspiegeln.
Sonstiges	

Zur systematischen Entwicklung der DPs wurde ein standardisierter Steckbrief als methodisches Instrument eingeführt. Dieser gliedert sich in vier Hauptbereiche und ermöglichte eine strukturierte Herangehensweise bei der Konzeption jedes DPs.

Der Bereich **Allgemein** erfasst die grundlegenden Charakteristika mit eindeutiger Namensgebung (DPS-AP-Nummer + Zähler), präziser Beschreibung des Anwendungsfalls und der Problemstellung sowie Definition von Ziel, Lösung und erwartetem Output.

Die **Domäne** spezifiziert den fachlichen Kontext durch Zuordnung zum Arbeitspaket, Definition von Stalltyp und Tiertyp sowie Erläuterung der erforderlichen Fachterminologie und Granularität der Betrachtung.

Der Bereich für **Daten** definiert geeignete Datentypen und charakteristische Eigenschaften des Datensatzes, wobei sichergestellt wird, dass sich das Problem in den verfügbaren Daten widerspiegelt. Unter Sonstiges werden weitere relevante Aspekte erfasst.

Diese strukturierte Vorgehensweise wurde systematisch mit allen Projektpartnern abgearbeitet, um spezifische DPs für die verschiedenen Anwendungsbereiche der Datenplattform zu konzipieren und eine einheitliche Qualität und Dokumentation sicherzustellen.

2.2.2.2 Definierte Data Products

Entsprechend den zentralen Projektzielen des AP 2 (CvO Universität Oldenburg) war für **jedes der Arbeitspakete 3-7 mindestens ein individuelles DP** zu konzipieren, zu implementieren und in die Datenanalyseplattform zu integrieren. Die nachfolgende Darstellung stellt diese DPs sowie deren Umsetzung in komprimierter Form vor.

Für jedes Arbeitspaket wurden zunächst mehrere potenzielle Data Products identifiziert und definiert. Die Auswahl und Priorisierung der umzusetzenden Data Products erfolgte anhand einer strukturierten Bewertung nach vier zentralen Kriterien: der Aufwandsabschätzung zur Unterscheidung zwischen einfacher Informationsdarstellung und komplexen KI-Modellen, der Umsetzbarkeit hinsichtlich verfügbarer Datengrundlagen, der Relevanz für das jeweilige Arbeitspaket und die Gesamtprojektergebnisse sowie den Synergieeffekten für arbeitspaketübergreifende Anwendungen. Basierend auf dieser Bewertung wurden die Data Products mit der höchsten Priorität zur Umsetzung ausgewählt, während zusätzliche Data Products je nach verfügbaren Kapazitäten und projektspezifischem Bedarf in die Bearbeitung aufgenommen werden konnten.

Folgende DPs wurden definiert:

Name	DP-3: Monitoring von Klima- und Umweltdaten (AP3)
<i>Anwendungsfall</i>	Darstellung Ammoniakkonzentration, Kohlenstoffdioxidkonzentration, Lichtstärke, Temperatur, Luftfeuchte, Wasserversorgung, Geräuschpegel, Luftvolumenstroms
<i>Problem</i>	Einhaltung von TierSchNutzV bzw. Empfehlungen (auch ohne physische Anwesenheit des Tierhalters) sowie die Darstellung jeweiliger Grenzwerte
<i>Ziel</i>	Der Landwirt soll sich rund um die Uhr über den Status der gemessenen Klima- und Umweltdaten informiert sein und wird so unterstützt, die TierSchNutzV einzuhalten.

Name	DP-4: Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität (AP4)
<i>Anwendungsfall</i>	Automatisierte Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität innerhalb jeweiliger Buchten.
<i>Problem</i>	Reduzierte Bewegungsaktivität der Tiere kann auf Krankheiten hindeuten, ist aber derzeit nur durch manuelle Vor-Ort-Kontrollen des Landwirts erkennbar. Stichprobenartige Überwachung kann dazu führen, dass Bewegungseinschränkungen zu spät erkannt werden, was die Ausbreitung von Krankheiten begünstigt.
<i>Ziel</i>	Automatische Überwachung der Bewegungsaktivität in den Buchten soll den Landwirt bei Abweichungen vom Normalzustand informieren.

Name	DP-5: Bestimmung des Verhältnisses der Schwanzhaltungen (AP5)
<i>Anwendungsfall</i>	Das Verhältnis bestimmter Schwanzhaltungen (gekringelt bzw. aufrecht, hängend) soll automatisch bestimmt werden.
<i>Problem</i>	Das Verhältnis verschiedener Schwanzhaltungen (aufrecht, hängend) ist ein wichtiger Indikator für einen drohenden Schwanzbeißenbruch. Derzeit kann der Landwirt die Schwanzhaltung nur bei täglichen Kontrollen beobachten - zwischen den Kontrollen fehlen Informationen.
<i>Ziel</i>	Automatische Überwachung des Verhältnisses verschiedener Schwanzhaltungen in jeder Bucht über eine Kamera. Bei Veränderungen (z.B. mehr eingezogene statt aufrechter Schwänze) wird der Landwirt benachrichtigt.

Name	DP-6: Erkennung Geburtsbeginn (AP6)
<i>Anwendungsfall</i>	Automatisierte Erkennung des Geburtsstarts der Sau im Abferkelprozess.
<i>Problem</i>	Landwirte müssen derzeit physisch im Stall anwesend sein, um den Geburtsbeginn ihrer Schweine zu erkennen. Ohne Anwesenheit erhalten sie keine Informationen über Zeitpunkt und Ort der Geburt.
<i>Ziel</i>	Der Landwirt soll automatisch über den Geburtsbeginn informiert werden, ohne im Stall warten zu müssen.

Name	DP-7: Berechnung individueller Nährstoffströme (AP7)
<i>Anwendungsfall</i>	Der Landwirt soll die Möglichkeit haben, anhand nutzerspezifischer Informationen die eigenen Nährstoffbilanzen in seinem Betrieb zu berechnen.
<i>Problem</i>	Landwirte müssen derzeit physisch im Stall anwesend sein, um den Geburtsbeginn ihrer Schweine zu erkennen. Ohne Anwesenheit erhalten sie keine Informationen über Zeitpunkt und Ort der Geburt.
<i>Ziel</i>	Die Einbindung einer intuitiven Berechnungsvorlage innerhalb der Datenanalyseplattform zur individuellen Kalkulation der eigenen Nährstoffbilanz.

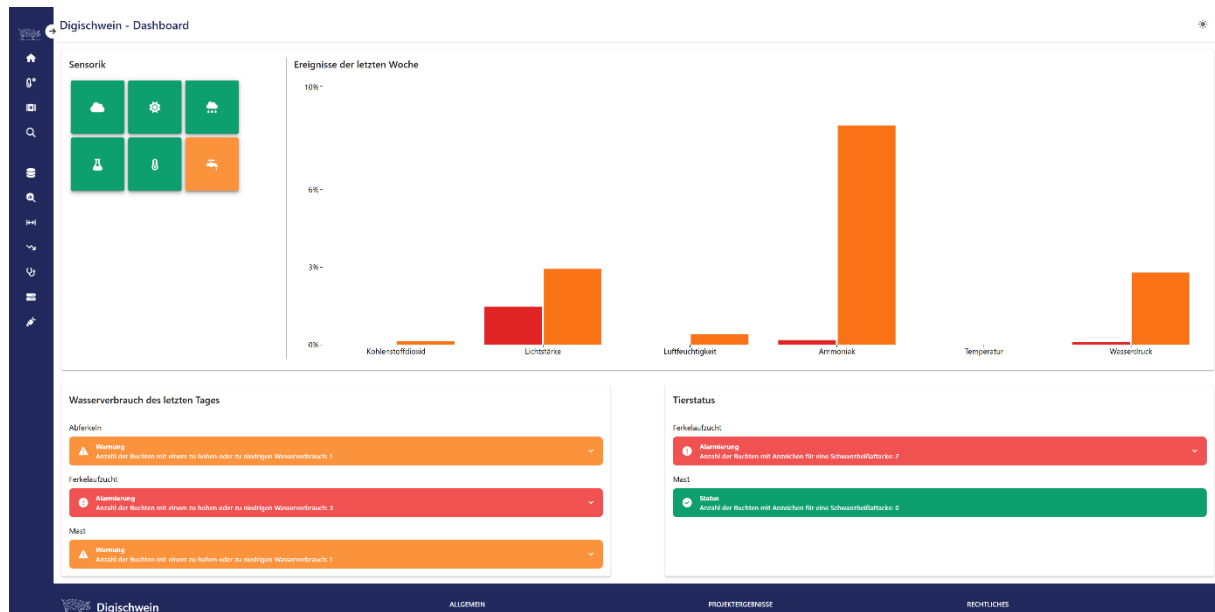


Abbildung 2.1: Datenanalyseplattform

2.2.3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen DPs detailliert vorgestellt. Vorab wird jedoch ein allgemeiner Überblick über die konzipierte und entwickelte Datenanalyseplattform gegeben, in welche sich die Ergebnisse der Data Products einbetten und zusammengeführt werden.

Die Datenanalyseplattform gliedert sich in zwei komplementäre Bereiche: Das DigiSchwein-Dashboard (siehe Abbildung 1) präsentiert derzeit synthetische Daten und veranschaulicht, wie ein digitales Assistenzsystem in der Schweinehaltung konzipiert werden könnte. Dieses Dashboard bietet eine Gesamtübersicht der Sensorik anhand definierter Schwellenwerte (detaillierte Ausführungen in den Ergebnissen zu DP-3), retrospektive Auswertungen relevanter Wochenergebnisse sowie Informationen zum aktuellen Tierstatus, insbesondere zu Schwanzbeißverhalten (nähere Erläuterungen in den Ergebnissen von DP-5).

Der zweite Bereich der Datenanalyseplattform ermöglicht die retrospektive Betrachtung der in DigiSchwein aufgezeichneten Sensordaten und funktioniert unabhängig vom DigiSchwein-Dashboard, welches primär als prototypisches Assistenzsystem konzipiert ist. Für eine detaillierte Beschreibung dieses zweiten Plattformbereichs wird auf die nachfolgenden

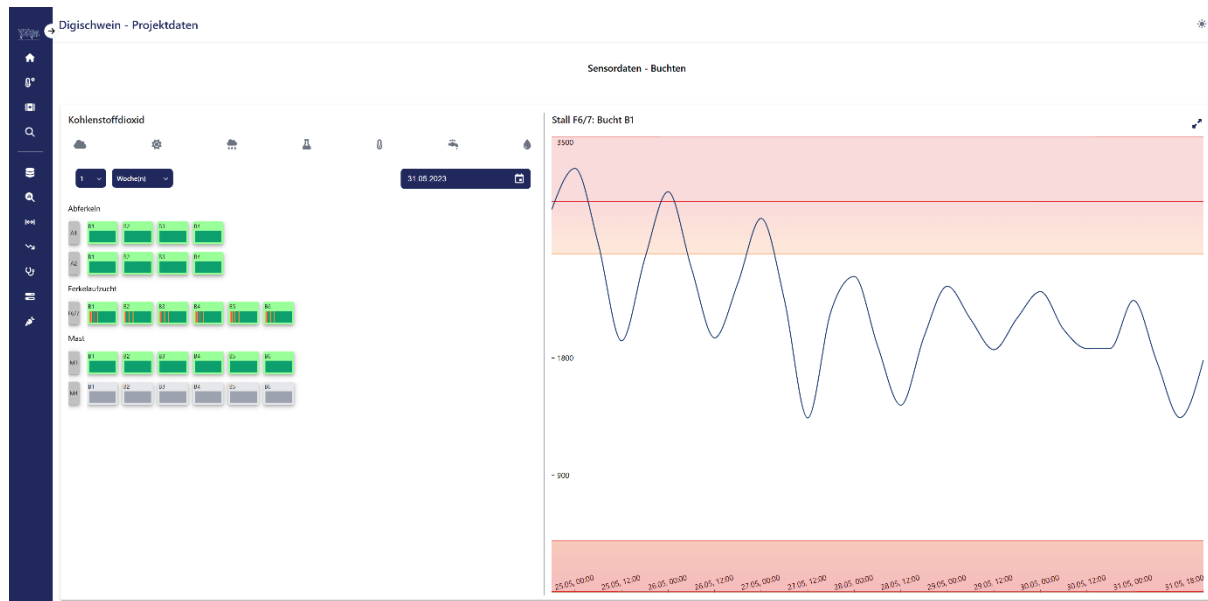


Abbildung 2.2: Darstellung der aufgezeichneten Kohlenstoffdioxid-Werte inklusive definierter Schwellenwerte.

Ergebnisse der folgenden DPs verwiesen. Die Datenanalyseplattform ist unter diesem [Link](#) verfügbar.

Einige DP-Ergebnisse wurden ebenfalls in wissenschaftliche Publikationen überführt. Für eine detaillierte Übersicht der Publikationen sowie deren Zuordnung zum jeweiligen DP kann in Kapitel 2.2.6 eingesehen werden.

2.2.3.1 DP-3: Monitoring von Klima- und Umweltdaten

Das Ziel bestand darin, die aufgezeichneten Sensorwerte in der Datenanalyseplattform darzustellen und dazugehörige Schwellenwertempfehlungen sowie vorgegebene Werte aus der TierSchNutzV zu präsentieren, um Landwirte bei Überschreitung definierter Grenzwerte zu warnen. Diese Konzeption erfolgte in engem Austausch mit AP3 (Thünen Institut), welches ebenfalls die definierten Grenz- und Schwellenwerte lieferte.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft diese Umsetzung anhand der aufgezeichneten Kohlenstoffdioxid-Werte. Während auf der rechten Seite der Kohlenstoffdioxidverlauf einer betrachteten Bucht sowie deren definierte Schwellenwerte abgebildet sind, bietet die linke Seite eine Übersicht aller Abteile und deren Buchten, in welchen diese Daten ebenfalls erfasst werden. Ein grüner Status einer jeweiligen Bucht signalisiert, dass es im Großteil des betrachteten Zeitraums zu keinen Grenzwertüberschreitungen kam. Die farblichen Markierungen innerhalb der Buchten der Ferkelaufzucht (FAZ) zeigen jedoch vereinzelte Grenzwertüberschreitungen in unterschiedlichen Größenordnungen an: orange Linien kennzeichnen leichte Überschreitungen, rote Linien starke Überschreitungen. Durch Klick auf das jeweilige Element kann eine detaillierte Übersicht des entsprechenden Verlaufs

eingesehen werden. Dies wurde für die restlichen in DP-3 definierten Datenpunkte ebenfalls durchgeführt.

2.2.3.2 DP-4: Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität

Für die automatisierte Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität wurde eine innovative Methodik entwickelt, die auf eine neuartige Herangehensweise zur Aktivitätserfassung auf Buchtenebene setzt. Die Herausforderung bei der Überwachung von Schweineaktivitäten liegt in der schwierigen Unterscheidung einzelner Tiere aufgrund ihrer ähnlichen Erscheinung, häufigen Überschneidungen und der engen räumlichen Bewegungen im Stallbereich. Herkömmliche Objektverfolgungsmethoden wie DeepSort erwiesen sich als ungeeignet für die konsistente Langzeitüberwachung in diesem Kontext.

Die entwickelte Lösung umgeht die problematische Einzeltierverfolgung, indem Videoframes in vordefinierte Sektoren segmentiert werden. Durch den Einsatz von YOLOv8 zur Schweineerkennung und EfficientNetV2 zur Klassifikation der Körperhaltungen können die Aktivitätslevel durch den Vergleich der Sektorenbelegung zwischen aufeinanderfolgenden Frames bestimmt werden. Diese Methodik ermöglicht es, Bewegungsaktivitäten auf Buchtenebene zu erfassen, ohne die komplexe Verfolgung einzelner Tiere durchführen zu müssen.

Die ersten Ergebnisse der Implementierung zeigen deutlich erkennbare Variationen in der Schweineaktivität über den Tagesverlauf, was die Wirksamkeit der entwickelten Methodik zur Erfassung von Aktivitätsmustern im Kontext der Krankheitsfrüherkennung unterstreicht. Das System kann somit als Grundlage für die frühzeitige Erkennung von Gesundheits- oder Verhaltensanomalien dienen und den Tierhalter bei der Überwachung seiner Bestände unterstützen. Obwohl die Ergebnisse vielversprechend sind, handelt es sich noch um einen Proof-of-Concept, dessen praktische Anwendbarkeit in realen landwirtschaftlichen Betrieben weiterer Untersuchungen bedarf.

2.2.3.3 DP-5: Bestimmung des Verhältnisses der Schwanzhaltungen

Schwanzbeißen stellt eines der größten Probleme in der Schweinehaltung dar [1]. Die gängigste und effektivste Lösung zur Adressierung des Problems ist derzeit noch das Kupieren der Schwänze [1], welches jedoch dem Tierwohl schadet und das Problem lediglich unterdrückt, weshalb das Kupieren keinen wirklichen Lösungsansatz darstellt [2].

Die Fachliteratur dokumentiert jedoch eine Reihe von Studien, die Veränderungen der Schwanzhaltung bereits 6 Tage vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen beobachten konnten [1]. Da eine stichprobenartige und vor allem manuelle Erfassung dieses Indikators im operativen Betrieb jedoch kaum umsetzbar ist, kann das Wissen über diesen Indikator derzeit nur begrenzt in der Praxis genutzt werden.

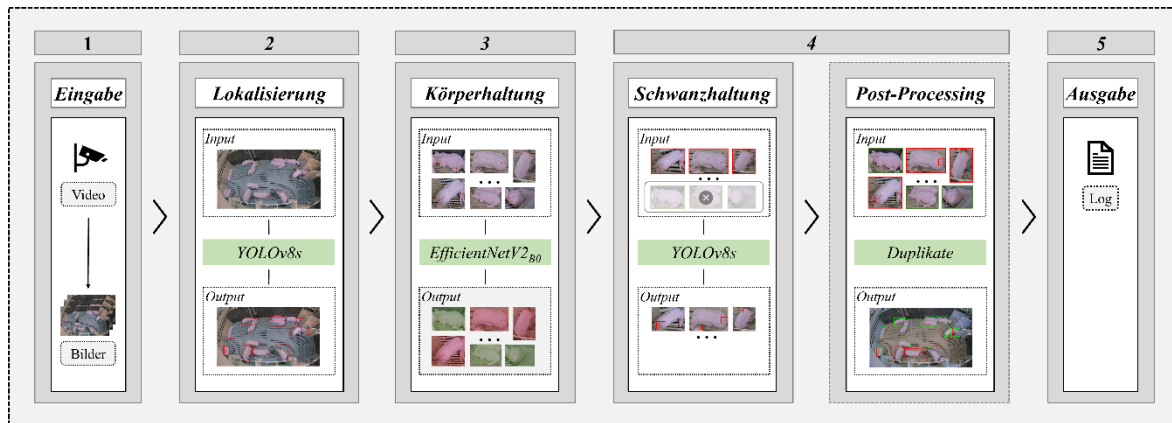


Abbildung 2.3: Entwickelte Monitoring Pipeline zur bildbasierten Analyse der Schwanzhaltung

Im Rahmen des DP-5 wurde deshalb ein bildbasiertes Verfahren zur Erkennung der Schwanzhaltung (aufrecht, hängend) implementiert, welches nachfolgend als Monitoring Pipeline (MP) referenziert wird. Diese wurde retrospektiv auf die in DigiSchwein aufgezeichneten Videodaten der FAZ angewendet, um zu untersuchen, ob die Ergebnisse aus der Literatur bezüglich der Schwanzhaltungsveränderung vor einem Ausbruch reproduziert werden können und ob retrospektiv eine frühzeitige Warnung auf Grundlage der MP-Ergebnisse hätte erzielt werden können.

Abbildung 2.3 präsentiert eine Übersicht der einzelnen Komponenten der MP, welche sich wiederum aus einzelnen DPs zusammensetzt, deren Funktionsweise wie folgt ist:

- **Schritt 1 (Eingabe):** Die Rohdaten der Videoaufzeichnung werden verarbeitet, indem das Video in einzelne Frames unterteilt wird.
- **Schritt 2 (Lokalisierung):** Schweine werden innerhalb der Frames mittels eines YOLOv8s-Modells [3] detektiert und liefert die Grundlage für den Schwanzhaltungserkennungsprozess.
- **Schritt 3 (Körperhaltung):** Die Ergebnisse des Lokalisierungsschritts werden an ein EfficientNetV2-B0-Bildklassifikationsmodell [4] weitergegeben, um jede Schweineerkennung in *liegend* und *nicht liegend* zu klassifizieren. Dieser Schritt ist entscheidend für eine präzise Schwanzhaltungserkennung, da er liegende Schweine ausschließt, deren Schwanzhaltung mehrdeutig sein kann.
- **Schritt 4 (Schwanzhaltung & Post-Processing):** Die Schwanzhaltung wird mittels eines YOLOv8s-Modells an Schweineerkennungen detektiert, die als *nicht liegend* klassifiziert wurden. Die Durchführung der Schwanzhaltungserkennung an Ausschnitten der Schweineerkennung erhöht die Genauigkeit der Schwanzhaltungserkennung erheblich. Aufgrund von Überlappungen der Schweine besteht die Möglichkeit mehrerer Schwanzhaltungserkennungen pro Ausschnitt, was zu redundanten Schwanzhaltungserkennungen führt. Dies wird im Nachbearbeitungsschritt adressiert, der

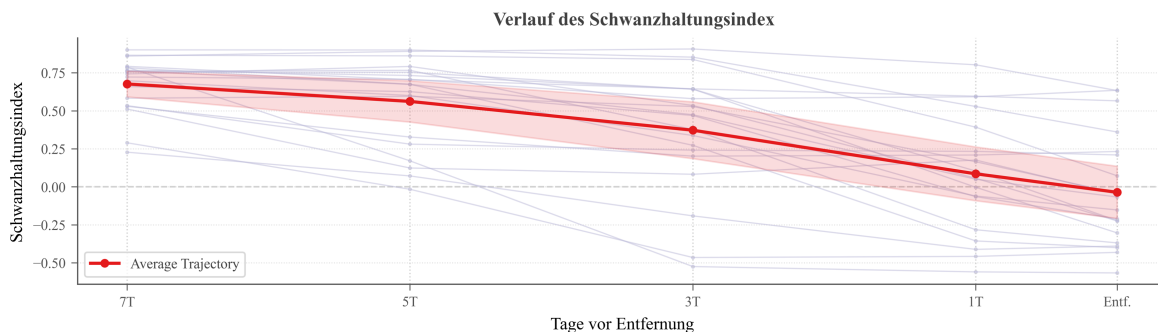


Abbildung 2.5: Verlauf des Schwanzhaltungsindex 7 Tage vor der Entfernung eines Beißers aus einer Schwanzbeißbucht (n=20).

doppelte Schwanzhaltungserkennungen durch Neuskalierung und Anwendung von Intersection over Union (IoU)-Berechnungen entfernt.

- **Schritt 5 (Ausgabe):** Der Prozess mündet in einen Ausgabeframe, der die Anzahl der erkannten Schweine, deren Körperhaltungen und die detektierten Schwanzhaltungen dokumentiert, kategorisiert in aufrechte und hängende Ausrichtungen, zusammen mit dem entsprechenden Zeitstempel des Frames.

Die MP wurde retrospektiv auf insgesamt 20 Schwanzbeißbuchten (SB) und 20 Kontrollbuchten (KB) der FAZ angewendet und evaluiert. Folgende zentrale Ergebnisse konnten erzielt werden:

Zur vereinfachten Darstellung der Ergebnisse der Schwanzhaltungsanalyse (aufrecht, hängend) wurde die Werte in einem Schwanzhaltungsindex aggregiert, welcher als Differenz zwischen der Anzahl aufrechter und der Anzahl hängender Schwänze ermittelt wird. Ein

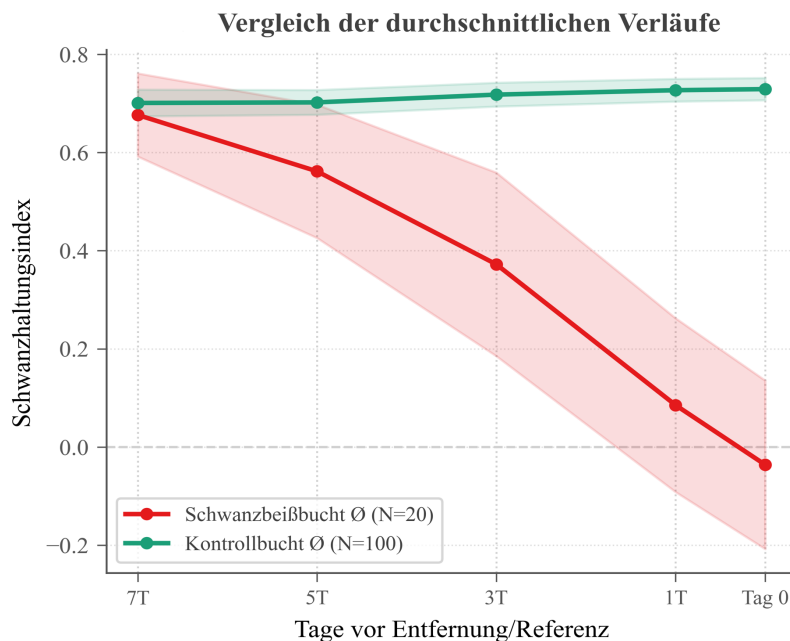


Abbildung 2.4: Vergleich des Schwanzhaltungsindex in Kontroll- und Schwanzbeißbuchten.



Abbildung 2.6: Dashboard-Übersicht über die Schwanzhaltungsindex-Verläufe.

positiver Wert deutet auf eine Dominanz aufrechter Schwänze hin, während negative Werte auf vermehrt hängende Schwanzhaltung schließen lassen.

Die systematische Evaluation der MP bestätigte eindrucksvoll die Relevanz der Schwanzhaltung als zuverlässigen Frühwarnparameter für Schwanzbeißausbrüche. Die Analyse der mittels MP generierten Daten aus 20 SBs und 20 KBs ergab eine signifikante, kontinuierliche Abnahme des entwickelten Schwanzhaltungsindex im Vorfeld der Tätertierentfernung. Abbildung 2.4 präsentiert, dass der Medianwert des Index eine progressive Entwicklung von 0,749 sieben Tage vor der Entfernung über 0,472 drei Tage vor der Entfernung bis hin zu -0,110 am Tag der Entfernung demonstriert. Diese Werte spiegeln eine deutliche Verschiebung von überwiegend aufrechter zu vermehrt hängender Schwanzhaltung wider.

Abbildung 2.5 verdeutlicht die unterschiedlichen Entwicklungsverläufe des Schwanzhaltungsindex zwischen den KB- und SB-Buchten. Die rote Linie zeigt für die SBs (n=20) einen kontinuierlichen Abfall von 0,68 sieben Tage vor der Tätertierentfernung auf -0,04 am Tag der Entfernung. Im Gegensatz dazu verläuft die grüne Linie der KBs (n=100, Referenzpunkte) nahezu horizontal auf einem konstant hohen Niveau zwischen 0,72 und 0,73 mit einem sehr schmalen Konfidenzintervall. KBs können demnach effektiv von SBs mithilfe des MP unterschieden werden.

Innerhalb der Datenanalyseplattform wurden die Ergebnisse des DP-4 sowohl in der DigiSchwein-Dashboard-Seite mithilfe synthetischer Daten¹, als auch die MP-Ergebnisse auf den in DigiSchwein aufgezeichneten FAZ-Videodaten² eingebunden.

Abbildung 2.6 zeigt ein Beispiel für ersteres, wobei analog zum Aufbau der Präsentation der Ergebnisse von DP-3 auf der linken Seite des Dashboards der individuelle Verlauf des Schwanzhaltungsindex eingesehen werden kann. Dieser fällt ins Negative, weshalb die

¹ <https://demo.digischwein.uni-oldenburg.de/animal-status>, zuletzt aufgerufen am: 13.06.2025

² <https://demo.digischwein.uni-oldenburg.de/data-analysis>, zuletzt aufgerufen am: 13.06.2025

entsprechende Bucht in der Übersicht auf der rechten Seite rot gefärbt ist und somit eine Warnung darstellt, auf die entsprechend reagiert werden könnte.

In der operativen Nutzung hätte der Landwirt somit stets eine vollständige Übersicht über die individuellen Verläufe der Schwanzhaltungen in seinen jeweiligen Abteilen und könnte das Risiko eines potenziellen Schwanzbeißausbruchs besser einschätzen und antizipieren.

Im Rahmen der Implementierung der MP und der Umsetzung die

2.2.3.4 DP-6: Erkennung Geburtsbeginn

Die strukturellen Veränderungen in der Schweinehaltung mit steigenden Tierzahlen pro Betrieb bei gleichzeitig intensivem Wettbewerbsdruck erfordern innovative Lösungsansätze für die Geburtsüberwachung. Studien belegen, dass eine gezielte Geburtsüberwachung die Ferkelverluste deutlich reduzieren kann - eine kontinuierliche manuelle Überwachung ist jedoch praktisch nicht umsetzbar.

Für DP-6 wurde daher ein erster Ansatz zur automatisierten, bildbasierten Geburtserkennung entwickelt. Das Ziel bestand darin, mittels Deep Learning-Methoden aus der Computer Vision einzelne Ferkelgeburten in Videostreams zu detektieren. Diese Information sollte als Grundlage für ein System dienen, das den Geburtsbeginn erkennt, die Geburtsdauer misst und Zeitintervalle zwischen Ferkelgeburten bestimmt.

Die Evaluation verschiedener Ansätze (Objekterkennung und Bildklassifikation) zeigte noch keine zufriedenstellenden Ergebnisse für den praktischen Einsatz. Der beste Bildklassifikationsansatz erreichte einen F1-Score von 67,06%, während der Objekterkennungsansatz eine durchschnittliche Präzision (mAP) von 0,246 erzielte. Alle untersuchten Modelle zeigten Anzeichen von Überanpassung, was auf eine unzureichende Datenbasis hindeutet.

Die Videoanalysen identifizierten charakteristische Verhaltensmuster der Sau kurz vor der Ferkelgeburt, wie Schwanzbewegungen oder das Strecken der Hinterbeine. Die bisherigen Ergebnisse legen nahe, dass diese Verhaltensmuster sowie der zeitliche Kontext für eine effektive Geburtserkennung berücksichtigt werden müssen. Die entwickelten Grundlagen bilden eine wichtige Basis für weiterführende Arbeiten, die komplexere Modellarchitekturen zur Erfassung zeitlicher Zusammenhänge und Verhaltenspatterns einsetzen sollten.

Weiterführende Arbeiten in diesem Bereich können im Abschlussbericht der Georg-August-Universität Göttingen eingesehen werden.

Abbildung 2.7: Interaktives Dashboard-Tool zur Berechnung individueller Nährstoffströme

2.2.3.5 DP-7: Berechnung individueller Nährstoffströme

Ziel des Data Products war die Einbindung einer intuitiven Berechnungsvorlage innerhalb der Datenanalyseplattform zur individuellen Kalkulation der eigenen Nährstoffbilanz. Die betrachteten Forschungsfragen, die potenziellen Vorteile einer präzisen, interaktiven Nährstoffstromberechnung sowie die eigentliche Implementierung der interaktiven Nährstoffströme-Berechnung sind innerhalb der Datenanalyseplattform integriert³.

Abbildung 2.7 zeigt einen Ausschnitt aus diesem Tool. Neben den allgemeinen Angaben sind Informationen zu den Nährstoffen im Futter, den Nährstoffen im Tier sowie der Wasserinput anzugeben, damit eine vollständige Berechnung durchgeführt werden kann. Tiefergehende Informationen können im jeweiligen Schritt eingesehen werden.

2.2.4 Vergleich zur Vorhabensbeschreibung

Wie den Ergebnissen zu entnehmen ist, konnten sämtliche zentralen Ziele des AP 2 (CvO Universität Oldenburg) innerhalb der Projektlaufzeit erreicht werden. Gemeinsam mit jedem Projektpartner und anderen Stakeholdern wurde mindestens ein zentrales DP definiert und umgesetzt. Es wurde eine Datenanalyseplattform entwickelt und konzipiert, die zum einen die Ergebnisse des Projekts präsentiert und zum anderen ein Dashboard bereitstellt, welches relevante Kennzahlen intuitiv darstellt und den Nutzen sowie die Funktionsweise eines digitalen Assistenzsystems für die Schweinehaltung verdeutlicht. Durch die Veröffentlichung sämtlicher Datensätze zum Training der KI-Modelle ist ebenfalls das Ziel der Schaffung einer breiten, nachhaltigen Datenbasis für weiterführende Anwendungsfälle erreicht worden.

2.2.5 Voraussichtlicher Nutzen

Das im Rahmen des DigiSchwein-Projekts gewonnene Wissen und die entwickelten Lösungsansätze aus AP 2 (Teil CvO Universität Oldenburg) bilden eine elementare Grundlage

³ <https://demo.digischwein.uni-oldenburg.de/nutrient-flows>, zuletzt aufgerufen am: 13.06.2025.

für die weitere Erforschung, Konzipierung und Entwicklung digitaler Assistenzsysteme in der Schweinehaltung. Die systematische Entwicklung der Data Products sowie der modularen Datenanalyseplattform liefert wertvolle Erkenntnisse für die Digitalisierung landwirtschaftlicher Prozesse und stellt methodische Ansätze bereit, die über das Projektende hinaus genutzt werden können.

Wissenschaftlicher und technischer Fortschritt. Die Ergebnisse des Projekts, insbesondere im Bereich der Schwanzhaltungserkennung (DP-5), stellen den aktuellen Stand der Technik dar und demonstrieren das Potenzial bildbasierter Überwachungssysteme in der Nutztierhaltung. Die entwickelte MP zeigt eindrücklich, wie die kontinuierliche Erfassung der Schwanzhaltung genutzt werden kann, um anhand des Verlaufs des Schwanzhaltungsindex präzise Frühwarnungen vor Schwanzbeißausbrüchen auszusprechen. Die Bestätigung der Literaturerkenntnisse über Verhaltensänderungen bis zu sechs Tage vor einem Ausbruch durch automatisierte Systeme eröffnet neue Möglichkeiten für die präventive Tiergesundheitsüberwachung.

Praktischer Nutzen für Landwirte. Die entwickelte Datenanalyseplattform und das DigiSchwein-Dashboard demonstrieren konkret, wie digitale Assistenzsysteme Landwirte bei der Einhaltung der TierSchNutzV und der täglichen Tierkontrolle unterstützen können. Durch die kontinuierliche Überwachung von Klima- und Umweltdaten (DP-3), die automatisierte Erkennung reduzierter Bewegungsaktivität (DP-4) und die Berechnung individueller Nährstoffströme (DP-7) erhalten Tierhalter wertvolle Entscheidungshilfen für das Betriebsmanagement. Dies kann zu einer Verbesserung des Tierwohls, einer Optimierung der Ressourceneffizienz und einer Reduzierung von Produktionsrisiken beitragen.

Übertragbarkeit und Skalierung. Die modulare Architektur der entwickelten Lösungen und die standardisierte Vorgehensweise mittels DPS ermöglichen eine Übertragbarkeit auf andere Bereiche der Nutztierhaltung und landwirtschaftliche Betriebe unterschiedlicher Größenordnungen. Die gewonnenen Erkenntnisse zur Sensordatenintegration, Videoanalyse und Nutzerinteraktion bilden eine solide Basis für die Weiterentwicklung und Kommerzialisierung digitaler Assistenzsysteme in der Landwirtschaft.

Langfristige Perspektiven. Die im Projekt aufgebaute umfassende Datenbasis und die entwickelten Algorithmen schaffen die Voraussetzungen für weiterführende Forschungsarbeiten und die kontinuierliche Verbesserung der entwickelten Systeme.

2.2.6 Veröffentlichungen

Tabelle 2.8 zeigt eine Übersicht aller in der Projektlaufzeit veröffentlichten Beiträge aus dem AP 2 (CvO Universität Oldenburg). Zusätzlich wurden sämtliche Datensätze, die zum Training der angewendeten KI-Modelle erstellt und verwendet wurden, sowie der Code, die Modelle

und Ergebnisdaten der Monitoring Pipeline (DP-5) veröffentlicht und sind frei verfügbar für weitere Forschungsvorhaben⁴.

Tabelle 2.2: Übersicht aller Veröffentlichungen

<i>Quelle</i>	<i>DP</i>	<i>Titel</i>	<i>Konferenz</i>
[5]	DP-4, DP-5	Image-based activity monitoring of pigs	44. GIL-Jahrestagung 2024 – Fokus: Biodiversität fördern durch digitale Landwirtschaft
[6]	DP-5	Evaluation of Deep Learning Instance Segmentation Models for Pig Precision Livestock Farming	Business Information Systems 2021
[7]		Introducing a New Workflow for Pig Posture Classification Based on a Combination of YOLO and EfficientNet	55th Hawaii International Conference on System Sciences 2022
[8]		Using Deep Learning for Automated Tail Posture Detection of Pigs	Data Analytics 20222
[9]		Image-based Tail Posture Monitoring of Pigs	57 th Hawaii International Conference on System Sciences 2024
[10]		Tail Posture as a Predictor of Tail Biting in Pigs: A Camera-Based Monitoring System	11th European Conference on Precision Livestock Farming 2024
[11]	DP-6	Using Deep Learning for automated birth detection during farrowing	EnviroInfo 2022

Neben den in Tabelle 2.2 aufgezeigten Veröffentlichungen sind folgende Veröffentlichungen noch geplant: Eine Dissertation zum Thema Frühidentifikation von Schwanzbeißen in der Schweinehaltung auf Basis von Deep Learning sowie ein Journal-Beitrag aus den Ergebnissen des DP-5, in dem die Ergebnisse nochmals ausführlich präsentiert werden sollen.

2.2.7 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Eine detaillierte Betrachtung kann dem eingereichten Verwendungsnachweis entnommen werden. Die Mittelplanung und Verausgabung entsprachen weitestgehend den ursprünglich geplanten und bereitgestellten Mitteln für Personalkosten, Hardwarebeschaffungen sowie für geplante Dienstreisen.

Bezüglich der Position 0850 war eine bedeutsame Anpassung der Mittelverwendung erforderlich. Aufgrund übrig gebliebener Personalmittel, die durch eine unbesetzte Stelle für

⁴ <https://github.com/jahewite/PigMonitoringResearch>, zuletzt aufgerufen am: 13.06.2025.

etwa ein halbes Jahr entstanden waren, wurde im Oktober 2023 ein Umwidmungsantrag gestellt, um die Mittel von Position 0812 in Position 0850 zu überführen. Diese umgewidmeten Mittel ermöglichten die Beschaffung eines Deep Learning Servers, der für die Datenverarbeitung, Datenanalyse sowie die Entwicklung und Ausführung von KI-Modellen eingesetzt wurde. Diese Investition erwies sich als unerlässlich, da ohne die entsprechende Rechenkapazität die im DigiSchwein-Projekt aufgezeichneten Videodaten nicht effektiv hätten analysiert werden können und somit die angestrebten Forschungsziele nur begrenzt erreichbar gewesen wären.

2.2.8 Sonstiges

Während der Projektlaufzeit sind dem Zuwendungsempfänger keine relevanten Fortschritte auf dem Gebiet der digitalen Assistenzsysteme in der Schweinehaltung bei anderen Stellen bekannt geworden, die das Vorhaben oder dessen Zielsetzung wesentlich beeinflusst hätten.

2.3 Literatur

- [1] S. Schukat and H. Heise, "Indikatoren für die Früherkennung von Schwanzbeißen bei Schweinen – eine Metaanalyse," (in de), 2019, doi: 10.12767/BUEL.V97I3.249.
- [2] Y. Z. Li, H. F. Zhang, L. J. Johnston, W. Martin, J. D. Peterson, and J. F. Coetzee, "Effects of tail docking and tail biting on performance and welfare of growing–finishing pigs in a confinement housing system," *J Anim Sci*, vol. 95, no. 11, pp. 4835–4845, 2017, doi: 10.2527/jas2017.1571.
- [3] G. Jocher, C. Ayush, and Q. Jing, *YOLO by Ultralytics*. [Online]. Available: <https://github.com/ultralytics/ultralytics>
- [4] M. Tan and Q. Le V, "EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training," Apr. 2021. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/2104.00298>
- [5] Jan-Hendrik Witte, Jorge Marx Gómez, "Image-based activity monitoring of pigs," 2024.
- [6] J.-H. Witte, J. Gerberding, C. Melching, and J. Marx Gómez, "Evaluation of Deep Learning Instance Segmentation Models for Pig Precision Livestock Farming," *Bus. Inf. Sys.*, pp. 209–220, 2021, doi: 10.52825/bis.v1i.59.
- [7] J.-H. Witte and J. Marx Gómez, "Introducing a new Workflow for Pig Posture Classification based on a combination of YOLO and EfficientNet," in *Proceedings of the 55th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2022.
- [8] J.-H. Witte, J. Gerberding, and J. Marx Gómez, "Using Deep Learning for Automated Tail Posture Detection of Pigs," pp. 33–42, 2022. [Online]. Available: http://thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=data_analytics_2022_2_40_60037

- [9] J.-H. Witte, P. Heseke, J. Probst, I. Traulsen, N. Kemper, and J. M. Gómez, "Image-based Tail Posture Monitoring of Pigs," in *Bui (Ed.) 2024 – Proceedings of the 57th Hawaii*.
- [10] *Tail Posture as a Predictor of Tail Biting in Pigs: A Camera-Based Monitoring System*, 2024.
- [11] J.-H. Witte, J. Gerberding, C. Lensches, and I. Traulsen, "Using Deep Learning for automated birth detection during farrowing," 1617-5468, 2022. [Online]. Available: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/39412>