

# Europäische Innovationspartnerschaft „Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft“ (EIP Agri)

**Verbesserung von Tiergesundheit und Wettbewerbsfähigkeit auf ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben durch Einsatz von 4.0 Sensortechnik**

**Akronym: SmartPigProduction (SPP)**

**EIP-2018- 8**

## **ABSCHLUSSBERICHT**

**12.08.2022**

### **Projektkoordinator**

Dr. Hubert Gerhardy  
Am Stahlbach 17  
30826 Garbsen  
Mobil: +49 151 21050665  
msg-garbsen@t-online.de

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzdarstellung.....</b>	<b>4</b>
1.1	Ausgangssituation und Bedarf .....	4
1.2	Projektziel .....	5
1.3	Mitglieder der OG .....	6
1.4	Projektgebiet.....	7
1.5	Projektlaufzeit und Dauer .....	8
1.6	Budget .....	8
1.7	Ablauf des Vorhabens .....	10
1.8	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	11
<b>2</b>	<b>Eingehende Darstellung.....</b>	<b>15</b>
2.1	Verwendung der Zuwendung.....	15
2.1.1	Gegenüberstellung Planung im Geschäftsplan und Durchführung.....	15
2.1.2	Darstellung der wichtigsten finanziellen Positionen.....	18
2.2	Erläuterung der Situation zu Projektbeginn.....	18
2.2.1	Ausgangssituation.....	18
2.2.2	Projektaufgabenstellung .....	19
2.3	Pandemie bedingte Herausforderungen .....	21
2.4	Ergebnisse der OG.....	24
2.4.1	Gestaltung der Zusammenarbeit .....	24
2.4.2	Mehrwert bei der Durchführung des Projekts als OG .....	26
2.4.3	Zusammenarbeit der OG-Mitglieder nach Abschluss des Projekts.....	26
2.5	Ergebnisse des Innovationsprojektes.....	27
2.5.1	Zielerreichung.....	27

2.5.1.1 Ausstattung der Betriebe mit Technik.....	28
2.5.1.2 Ergebnisse der Aufbereitung der Produktionsdaten.....	29
2.5.1.3 Ergebnisse der Sensormessungen.....	31
2.5.1.4 Auswertung der klinischen Untersuchungen .....	34
2.5.1.5 Berechnung von Vorhersagemodellen .....	36
2.5.1.6 Einstellung der Landwirte zur 4.0 Technik .....	41
2.5.2 Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis.....	45
2.5.3 Projektverlauf (Fotos).....	45
2.5.4 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Themen .....	51
2.5.5 Nebenergebnisse .....	52
2.5.6 Arbeiten ohne Lösung bzw. ohne Ergebnis.....	52
2.6 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis.....	53
2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit.....	55
2.8 Kommunikations- und Disseminationskonzept.....	55

**Abkürzungen:**

AG-Treffen: Arbeitsgruppen-Treffen

DNTW: Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Systeme der Nutztierhaltung

IGW: Internationale Grüne Woche Berlin

LBZ Echem: Landwirtschaftliches Bildungszentrum Echem

LWK: Landwirtschaftskammer

MSG: Marketing Service Gerhardy, Garbsen

OG: Operationelle Gruppe

SGD: bis zum 31.12.2021 Schweinegesundheitsdienst der Landwirtschaftskammer Niedersachsen,  
Oldenburg

ab dem 01.01.2022 Schweinegesundheitsdienst, Institut für Tiergesundheit, LUFA Nord West in  
Oldenburg

SPP: SmartPigProduction, EIP Agri OG

u.a.: unter anderem

VzF: VzF GmbH Erfolg mit Schwein, Uelzen

ZBW: Zuwendungsbescheid

## 1 Kurzdarstellung

Für schweinehaltende Betriebe ist es eine zunehmende Herausforderung das Tierwohl zu verbessern, den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren, die Produktion transparenter zu machen und zugleich die Anforderungen der Gesellschaft an eine zeitgemäße Tierhaltung zu erfüllen. Der Tiergesundheit und einer stressreduzierenden Haltung kommen dabei eine besondere Bedeutung zu.

In Kapitel 1 erfolgt eine Kurzdarstellung des Innovationsprojektes. Es werden die Charakteristika des Geschäftsplans, der Umsetzung und der Ergebnisse beschrieben.

In der Projektlaufzeit ist die Covid-19 Pandemie ausgebrochen. Die Pandemie und die eingeleiteten COVID-19 Regelungen hatten einen nachhaltigen Einfluss auf die Umsetzung des Projektes. Die Wirkungen auf das Projekt und auf die im Projekt entwickelten modifizierten und neuen Maßnahmen werden im Kapitel 2.3 explizit beschrieben. In der Kurzdarstellung wird nur bedingt auf die Pandemie eingegangen.

In Kapitel 2 erfolgt eine eingehende Darstellung des EIP Agri Projektes, der OG SmartPigProduction (SPP).

### 1.1 Ausgangssituation und Bedarf

Die Herausforderungen an die Landwirte müssen auch seitens der Schweinehalter zunehmend erfüllt werden. Folglich suchen Landwirte, Berater und Tierärzte fortlaufend nach Lösungen, um die Tiergesundheit und Produktionsbedingungen zu verbessern. Die Schweine müssen beobachtet und die Produktionsfaktoren kontrolliert werden. Dieses ist sowohl für konventionell, als auch ökologisch wirtschaftende Schweinehalter eine Herausforderung vor allem in Anbetracht größer werdender Bestände und einem zunehmenden Mangel an Arbeitskräften.

Zur Verbesserung des Tierwohls, der Arbeitsbedingungen und der Wirtschaftlichkeit haben Landwirte, Berater, der SGD und Marketing Service Gerhardy den Einsatz von Sensortechnik ins Auge gefasst. In einem Meeting in Visselhövede mit Landwirten und Beratern wurde Sensortechnik vorgestellt und Möglichkeiten ausgelotet, um im Rahmen eines Innovationsprojektes den Technikeinsatz zu prüfen und zu testen, ob das Management durch Sensordaten unterstützt werden kann.

Da ein derartiger Innovationsprozess Kenntnisse sowohl über die Technik und das Informationsmanagement als auch über die Agrar- und Ernährungswirtschaft erforderten, war man sich

schnell einig, dass in einem derartigen Projekt interdisziplinär Wissenschaft, Produktionstechnik, Spezialberatung, Landwirte und ein Organisator eingebunden werden müssen.

Es erfolgten noch einige Abstimmungsgespräche mit möglichen Partnern bevor die Maßnahmen festgelegt wurden und es dann zur Ausformulierung eines EIP Agri Antrages gekommen ist. Die EIP Agri Anforderungen halfen bei der Strukturierung des Antrages und der Erstellung der Formalitäten (z.B. Kooperationsvertrag).

## 1.2 Projektziel

Die Ziele des Projektes „SmartPigProduction“ wurden auf Initiative der Landwirte, die als Partner in der OG eingebunden wurden, in einem Bottom-up-Ansatz entwickelt.

Das Projektziel war eine Verbesserung von Tiergesundheit und Wettbewerbsfähigkeit auf ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben durch Einsatz von 4.0 Sensortechnik.

Eine auf dem Markt verfügbare Sensortechnik wurde so modifiziert, dass sie in Schweineställen eingesetzt werden konnte. Diese Technik wurde dann bei konventionell und ökologisch wirtschaftenden Schweinehaltern zur Erfassung des Stallklimas eingebaut. Zusätzlich wurden Daten über die Haltungsbedingungen und die Tiergesundheit erhoben. Alle Daten wurden aufbereitet und zusammengeführt (SmartData), um Vorhersagemodelle zur Vermeidung von Krankheitsausbrüchen bzw. zur rechtzeitigen Einleitung von Behandlungsmaßnahmen zu entwickeln. Die Sensordaten und Vorhersagemodelle sollen zur Optimierung der Haltung und Tiergesundheit beitragen.

Das Projekt sollte einen Beitrag dazu leisten,

- eine wettbewerbsfähige, nachhaltig wirtschaftende und tierartgerechte Land- und Ernährungswirtschaft mit konventioneller und ökologischer Tierhaltung zu fördern.
- die Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft, Wissenschaft, Beratung und den Unternehmen des Agrar- und Nahrungsmittelsektors zu verbessern.
- den Einsatz von 4.0 Technik in der Landwirtschaft zu fördern.
- die Tiergesundheit und das Tierwohl der Schweine zu verbessern und die Einsatzfrequenz von Antibiotika zu reduzieren.
- eine SmartData-Datenbank mit Informationen von Sensoren, biologischen und ökonomischen Leistungsdaten, Beurteilungen lebender Schweine und Biosecurity-Infos aufzubauen.

- Krankheitseinbrüche durch Vorhersagemodelle zu vermeiden.
- die Einstellung der Landwirte zu 4.0 Technik zu erfassen.

### 1.3 Mitglieder der OG

Mitglieder in der Operationellen Gruppe (OG) waren:

Nr. 1: Schmidt Ferkelaufzucht GbR, Ferkelerzeugung, Hilmar Schmidt, Wedehorn 10, Bassum

Nr. 2: Hilmar Schmidt, Schweinemast, Wedehorn 10, Bassum

Nr. 3: Bio Schweinehaltung KG, Schweinemast, Andreas Gödecke, Dorfstr. 20, Rosche

Nr. 4: Voigteier Freilandschwein GbR, Ferkelerzeugung, Ingo Nuttelmann, Voigtei 1, Steyerberg

Nr. 5: Jens Meyer, Ferkelerzeugung, Specken 37, Drebber

Nr. 6: Meyer Tierhaltungs KG, Schweinemast, Jens Meyer, Specken 37, Drebber

Nr. 7: Niklas Winkelmann, Ferkelerzeugung, Leitzingen 14, Soltau

Nr. 8: Christoph Lülfs, Schweinemast, Im Winkel 5, Neuenkirchen

Nr. 9: Georg-August-Universität Göttingen, Prof. Dr. Imke Traulsen, Department für Nutztierwissenschaften (DNTW), Systeme der Nutztierhaltung, Albrecht-Thaer-Weg 3, Göttingen

Nr. 10: VzF GmbH Erfolg mit Schwein, Uelzen (VzF), Veerßer Str. 65, Uelzen

Nr. 11: bis zum 31.12.2021 Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich 3.5 Tiergesundheitsdienste (SGD), Dr. Hendrik Nienhoff, Mars-La-Tour Straße 1-3, Oldenburg  
ab dem 01.01.2022 Schweinegesundheitsdienst, Institut für Tiergesundheit, LUFA Nord West, Dr. Hendrik Nienhoff, Ammerländer Heerstr. 123, Oldenburg

Nr. 12: Landwirtschaftskammer Niedersachsen, LBZ Echem, Jan Hempler, Zur Bleeke 6, Echem

Nr. 13: Marketing Service Gerhardy, Garbsen (MSG), PD Dr. Hubert Gerhardy, Am Stahlbach 17, Garbsen

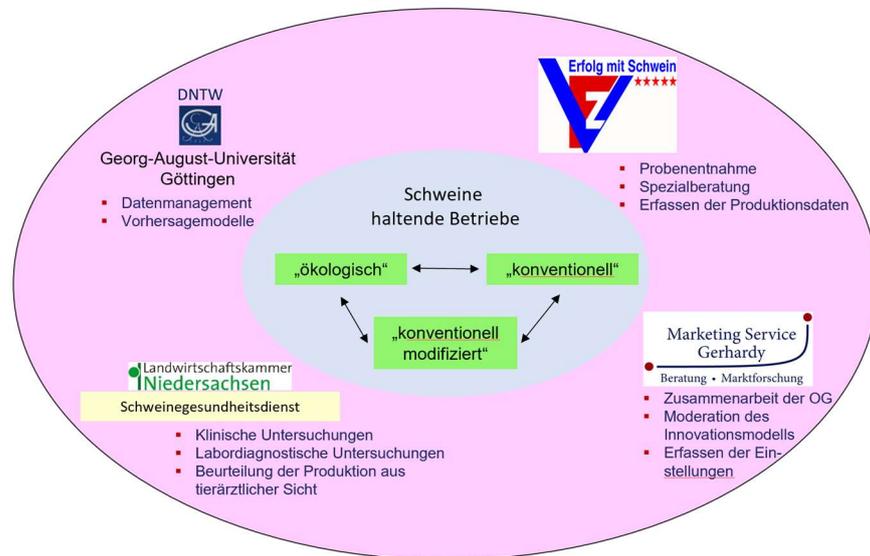
Z 3.0 Projektkoordinator PD Dr. Hubert Gerhardy

Die Zusammensetzung der OG zeigt deutlich den interdisziplinären Ansatz, wie der folgenden Abbildung zu entnehmen ist.

## Kooperationspartner im interaktiv agierenden Innovationsmodell SmartPigProduction



### - Interaktiv agierendes Innovationsmodell -



EIP Agri OG SmartPigProduction



EIP Netzwerk Agri&Innovation Niedersachsen



PFEIL 2014-2020 Digital in Land

Die schweinehaltenden Betriebe deckten folgende Produktionsweisen ab:

- konventionell wirtschaftende Schweinehalter (Kombi-Betriebe)
- ökologisch wirtschaftende Schweinehalter (Mindeststandard: EG-Öko-Vo)
- konventionell „modifiziert“ (Auslaufstall) wirtschaftende Betriebe

### 1.4 Projektgebiet

In Niedersachsen wurden zur Stichtagszählung am 3. November 2018 insgesamt rund 8,4 Mio. Schweine gehalten. Niedersachsens Anteil an der deutschen Schweinehaltung beträgt rund 30%. Alle Projektbetriebe sind im Herzen Niedersachsens gelegen. Das Projektgebiet liegt in zentraler Lage zwischen den Ballungsräumen Bremen, Hannover und Hamburg.

Auf den konventionell (n=8) und ökologisch (n=2) wirtschaftenden Projektbetrieben werden Ferkel erzeugt, aufgezogen und gemästet.



## 1.5 Projektlaufzeit und Dauer

Gemäß Zuwendungsbescheid vom 04.02.2019 (EU-Registrierungsnummer: 276032530040293) begann das Projekt am 05.02.2019 und endete am 15.08.2022 (42 Monate).

## 1.6 Budget

Das Gesamtvolumen des Projektes belief sich auf 498.895,60 EURO. Im Rahmen einer Projektförderung als Anteilsfinanzierung wurde ein nicht rückzahlbarer Zuschuss in Höhe von maximal: 498.895,60 EURO bewilligt (ZWB 04.02.2019). Die Verteilung der Auszahlungen und die Verteilung der Mittel gemäß ZBW vom 04.02.2019 auf die Haushaltsjahre sind der Gegenüberstellung zu entnehmen. Es wurden 414.603,44 EURO verwendet.

Vorbehaltlich der Regelung des aktuellen Auszahlungsantrags Nr. 7 bleibt ein Saldo von 84.278,30 EURO.

Haushalts- jahr	Anlage: Mittelbe- wirtschaftung		ZWB 04.02.2019
		ausgezahlt	bewilligt
	EURO	EURO	EURO
2019	74.200,46	74.200,46	135.536,20
2020	98.356,85	98.342,99	151.999,45
2021	142.008,27	142.008,27	144.873,60
2022	184.330,02	100.051,72	66.486,35
bewilligt	498.895,60		498.895,60
- Verbrauch	-13,86		
Neufest- setzung	498.881,74		
ausgezahlt		-414.603,44	
SALDO			84.278,30

Aufgrund der Pandemie, der coronabedingten Regelungen und der im Projekt eingeleiteten Maßnahmen kam es zu kostenneutralen Verschiebungen (siehe auch 2.3).

Die Verteilung der Auszahlungen auf die Auszahlungsanträge, vorbehaltlich der Regelung des Auszahlungsantrags Nr. 7\*:

	Auszahlungs- antrag	ausgezahlt	Verbrauchs- regelung
	Datum	EURO	EURO
Nr 1	09.08.2019	74.200,46	0,00
Nr 2	13.02.2020	51.468,95	10,65
Nr 3	10.08.2020	46.874,04	3,21
Nr 4	15.02.2021	86.013,86	0,00
Nr 5	10.08.2021	55.994,41	0,00
Nr 6	11.02.2022	59.579,14	0,00
Nr 7*	12.08.2022	40.472,58	
	bewilligt	498.895,60	
	verwendet	414.603,44	13,86
	SALDO	84.278,30	

### 1.7 Ablauf des Vorhabens

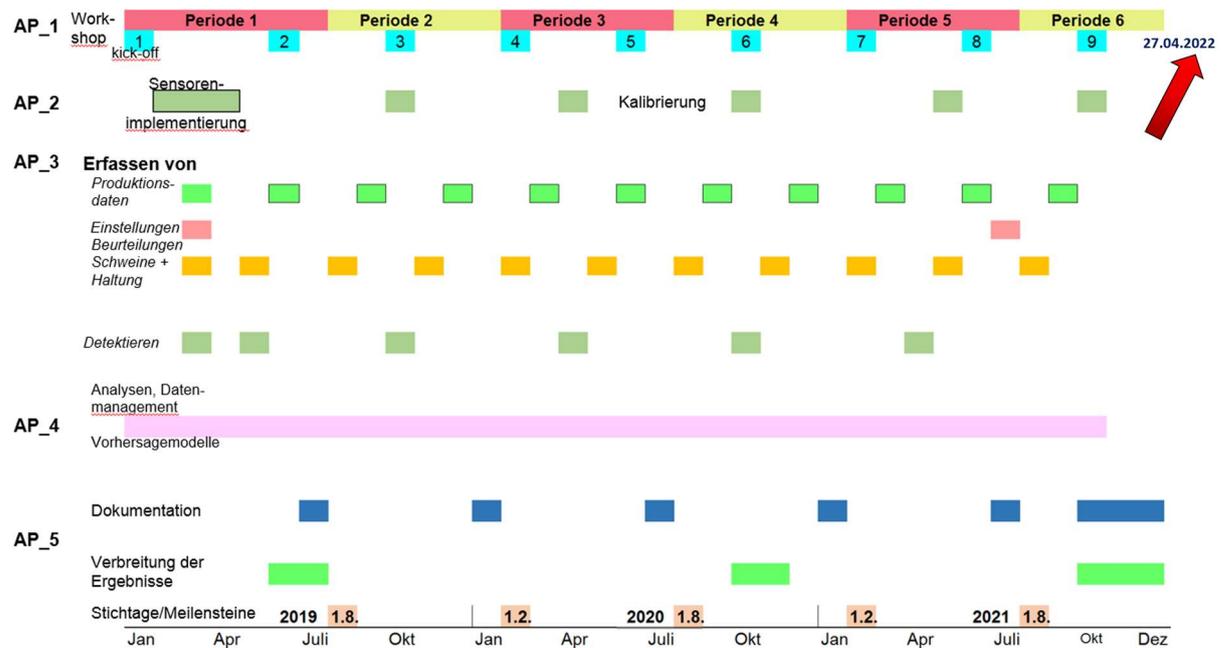
Die Maßnahmen im Innovationsprojekt waren 5 Arbeitspaketen (AP) zugeordnet:

- AP\_1: Workshops und Informationstransfer
- AP\_2: Implementierung der Technik
- AP\_3: Erfassen der Daten und Informationen auf den Betrieben
- AP\_4: Entwicklung von Entscheidungshilfen für die Landwirte
- AP\_5: Dokumentation, Verbreitung und Veröffentlichung der Ergebnisse

Wie geplant wurden neun Workshops mit allen Teilnehmern durchgeführt. Wegen der coronabedingten Absage des schon vorbereiteten OG Meetings am 19.03.2020 (abgesagt 14.03.2020) erfolgte noch ein OG-Meeting am 27.04.2022.

Der Übersicht sind die fünf Arbeitspakete (Workshops, Sensorimplementierung, Erfassen von Informationen auf den Betrieben (klinische Befundungen der Schweine, Produktionsdaten, Einstellung der Landwirte), Datenmanagement, Analysen, Entwicklung von Vorhersagemodellen, Dokumentation und Verbreitung der Ergebnisse) mit der Verteilung der Aktivitäten auf die sechs Perioden zu entnehmen (siehe Abbildung).

Übersicht über den Zeitplan der Umsetzung der Arbeitspakete



Auf den Betrieben erfolgten Schulungen im Umgang mit Sensortechnik, Detektieren von definierten Events, klinische Untersuchungen, Probenentnahmen für Wasser und Futtermittel und Erhebung von Produktionsdaten (biologische und ökonomische Leistungen, Befundungen der geschlachteten Schweine) sowie von Sensordaten. Die Umsetzung des Projektes wurde anhand der festgelegten Meilensteine für die 6 Perioden verfolgt.

Die Covid-19 Pandemie und die dadurch bedingten Regelungen wirkten auf die Umsetzung der SPP-Aktivitäten ein. Die Organisation der Zusammenarbeit und die Kommunikation erfolgten unter erschwerten Bedingungen. Coronabedingt konnten zeitweise keine Betriebsbesuche stattfinden.

Um dennoch die Umsetzung des Projektes unter Covid-19 Regelungen sicherzustellen, mussten weitere organisatorische Maßnahmen in der Zusammenarbeit eingeleitet und der Einsatz von weiterer Technik entwickelt und zum Einsatz gebracht werden. Zur Kommunikation erfolgten Telefonkonferenzen und Videokonferenzen. Da die Mitarbeiter der Uni Göttingen nicht reisen durften als andere schon reisen konnten, wurden mit entsprechender Technik OG Meetings auch in Hybridform (Präsenz und Skype-Schaltung) durchgeführt.

Dieses erforderte einen zeitlichen Mehraufwand und mithin Personalkosten, da sich eine zusätzliche Person die IT-Anlage betreute.

Um auch unter den eingeschränkten Besuchsregelungen im Verlauf des Projektes eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Sensoren zeitnah zu ermöglichen und die Erfassung der Sensordaten auf den Betrieben sicherzustellen, wurde ein Konzept für eine Sensordatenerfassung und -übertragung auch ohne Betriebsbesuche entwickelt. Unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten konnten betriebsspezifische Lösungen für acht Betriebe entwickelt werden, die Sensordaten ohne Betriebsbesuche dem DNTW zur Verfügung zu stellen. Der Datentransfer erfolgte fortan vom Stall per Internet (GSM-Modem, MQTT Interface, dass die Daten gepuffert werden und nach einem Internet-Ausfall noch zur Verfügung standen) über eine Datenplattform in Leipzig zum DNTW.

## **1.8 Zusammenfassung der Ergebnisse**

Für schweinehaltende Betriebe ist es eine zunehmende Herausforderung das Tierwohl zu verbessern, den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren, die Produktion transparenter zu machen und zugleich die Anforderungen der Gesellschaft an eine zeitgemäße Tierhaltung zu erfüllen. Die Tiergesundheit und eine stressreduzierende Haltung haben eine besondere Bedeutung.

Um diese Herausforderungen zu meistern, waren in der interdisziplinären OG SmartPigProduction (SPP) konventionell und ökologisch wirtschaftende Landwirte, Techniker, Berater, Wissenschaftler und Tierärzte eingebunden. Am Markt verfügbare Sensortechnik wurde so modifiziert, dass sie in Schweineställe eingebaut werden konnte. Es wurden Daten zu Temperatur, Luftfeuchte, Beleuchtungsstärke, Lautstärke, Ammoniak und Kohlenstoffdioxid im 24/7 Modus erhoben. Des Weiteren wurden die Produktionsdaten, Antibiotikaeinsatz und Informationen über den Gesundheitsstatus erfasst. Die Daten wurden in einer Datenbank („SmartData“) zusammengeführt und ausgewertet.

Mit der Erfassung von Stallklimadaten unter Praxisbedingungen rund um die Uhr und der klinischen Befundung der Schweine in einem 8 Wochenrhythmus wurde das Wissen über die Schweine und die Haltungsbedingungen verbessert. Stallklima- und Produktionsdaten sowie Gesundheitsdaten lieferten Informationen, wie sie in dieser Form bislang nicht verfügbar waren. Zur Verbesserung der Tiergesundheit können ökologisch und konventionell wirtschaftende Schweinehalter die Informationen in der Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast nutzen.

Die Sensordaten ermöglichen die Durchführung zeitnaher Erfolgskontrollen zur Erkennung von Fehlversorgungen, Havarien, Schwachstellen und Grenzwertüberschreitungen. Zeitnahe Informationen können das Management bei der Planung unterstützen. Die Sensordaten und die Speicherung der Daten („SmartData“) können die Dokumentation der Eigenkontrolle ebenso unterstützen wie die Einhaltung von Standards und die Umsetzung von Maßnahmenplänen.

Um die durch die Technik bereitgestellten Daten durch das Management nutzen zu können, müssen neue Dienstleistungen entwickelt werden.

Es stellte sich heraus, dass die wegen der Pandemie eingeführte Online-Anbindung für den Transfer der Sensordaten eine gute Lösung war. Die Informationen standen zeitnah zur Verfügung und die Funktionsfähigkeit der digitalen Technik konnte überprüft werden.

Die ökologischen Betriebe mussten aus den Modellbildungen zur Vorhersage von Krankheiten anhand von Stallklimadaten ausgeschlossen werden, da die Daten auf ökologischen Betrieben starken saisonalen Klimaschwankungen unterliegen. Das Einbeziehen dieser Daten bei der Analyse zwischen Klimadaten und Tiergesundheit kann zu falschen Rückschlüssen führen.

Für in der konventionellen Schweinehaltung typische Krankheitskategorien wurden Vorhersagemodelle entwickelt. Es konnte kein funktionaler Zusammenhang zwischen der relativen Anzahl

erkrankter Tiere und Stallklimadaten erkannt werden. Weiterhin konnten die eingesetzten Modelle die Daten nicht so gut voneinander separieren, um generalisierbare Aussagen treffen zu können.

Für Atemwegserkrankungen konnte ein Trend beobachtet werden, wonach sich niedrige Temperaturen sowie eine erhöhte CO<sub>2</sub> Konzentration negativ auf den Atemwegsapparat der Tiere auswirken. Die schlechte Signalerkennung in den Daten kann unter anderem auch auf die Heterogenität der Betriebe zurückgeführt werden.

Die Einleitung von Veränderungen und somit der Einsatz von Sensortechnik hängt auch von den Einstellungen, Gewohnheiten und Präferenzen der Landwirte zur Technik ab. Landwirte waren vom Nutzen digitaler Lösungen überzeugt. Bei der Beurteilung digitaler Technik sind für Landwirte die Erfahrungen der Berufskollegen sehr wichtig. Eine Vernetzung der Landwirte kann einer der wichtigsten Gründe für den Einstieg in die Technik sein.

Berufsschulen und Universitäten/Fachhochschulen spielen keine Rolle, um sich über Tiergesundheit und 4.0 Technik zu informieren.

Ob die Sensordaten bei der Vermarktung einen Mehrwert schaffen können, muss weiter geprüft werden. Für einige spielt die Verbesserung der Transparenz der Produktion gegenüber dem Verbraucher mittels Sensordaten eine große Rolle.

#### Lessons learned

Es geht nicht darum, digitaler zu werden, sondern Produktion und Tiergesundheit zu optimieren. Der Einstieg in Smart Farming muss nicht viel kosten, kann aber gerade ein Teil der Lösung sein in einer sehr wirtschaftlich angespannten Lage.

Zur Beurteilung des Einsatzes von neuer Technik sind für die Landwirte der Nutzen für den Landwirt, die Kosten-Nutzen Analyse, Angst vor zu viel Technik und zu wenig Kontrolle und der durch die Technik auf den Landwirt zukommende Zeitaufwand sehr wichtig.

#### **Abstract:**

It is an increasing challenge for pig farmers to improve animal welfare, reduce antibiotic use, make production more transparent and meet society's animal husbandry requirements. Good animal health and an overall stress-reducing attitude are of particular importance.

In the interdisciplinary Operational Group "SmartPigProduction" (SPP) conventional and organic operating farmers, experts, consultants, scientists and veterinarians were involved in order to implement 4.0 sensor technology in pig barns and to increase knowledge about pig keeping and

animal health. The Multi-actor approach maximize the use of complementary knowledge, foster active participation of all from beginning to end and focus on farmers' needs.

Data on temperature, humidity, luminosity, noise, NH<sub>3</sub>, and CO<sub>2</sub> was collected in 24/7 mode. Production data, use of antibiotics and information about the health status were recorded. Pig health status was assessed every 8 weeks. The data was merged and analyzed in a database ("SmartData"). The sensor data enables the implementation of prompt success checks as well as to identify incorrect supplies, accidents or weak points. Timely information can support management in planning and implementing appropriate measures. "SmartData" can support the documentation of self-assessment as well as of compliance with standards and the implementation of action plans. In order to be able to use the data by new technology, new services must be developed.

The clinical assessments were assigned to disease categories typical in conventional pig farming. Predictive models were developed for each category. No functional connection could be recognized between the relative number of sick animals and barn climate data. Furthermore, the models used could not separate the data well enough to be able to make generalized statements. However, a trend could be observed for respiratory diseases. Low temperatures and an increased CO<sub>2</sub> concentration are negatively impacting on the respiratory system of the animals.

Farmers are convinced of the benefits of digital solutions. When assessing digital technology, the experiences of colleagues are very important to farmers. Networking farmers can be one of the most important reasons for getting into technology.

To gather information about 4.0 technology and animal health, vocational schools and universities/technical colleges play no role.

Whether the sensor data can create added value in marketing must be further examined.

For some, improving the transparency of production using sensor data towards the consumer plays a major role.

## 2 Eingehende Darstellung

In Kapitel 2 erfolgt eine Darstellung des Innovationsprojektes SmartPigProduction (SPP) mittels der Charakteristika Verwendung der Zuwendung, Erläuterung der Situation zu Projektbeginn, Pandemie bedingte Herausforderungen, Ergebnisse der OG, Ergebnisse des Innovationsprojektes, Nutzen der Ergebnisse für die Praxis, geplante Verwertung und Nutzung der Ergebnisse, wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit sowie Kommunikations- und Disseminationskonzept.

In der Projektlaufzeit ist die Covid-19 Pandemie ausgebrochen. Die Wirkungen auf die bereits eingeleiteten Maßnahmen im Projekt und die durchgeführten Aktivitäten, um das Projekt dennoch erfolgreich umzusetzen, sind in Punkt 2.3 beschrieben.

### 2.1 Verwendung der Zuwendung

Die Zuwendungen wurden unter Beachtung der Zahlungsanforderungen, Anträge auf Überträge von Forderungen in das folgende Jahr, Umwidmung und der Festsetzung der Auszahlung zu den Auszahlungsstichtagen in der folgenden Tabelle aufbereitet. Die Darstellung der Verwendung beachtet die Ziffern und die Auszahlungszeitpunkte sowie die Projektübersicht.

Verwendung der Auszahlungen unter Beachtung der Ziffern und der Auszahlungszeitpunkte

	Datum	ausgezahlt	Ziffer						
		total €	5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.3.1	5.3.2	5.3.4
Nr 1	24.10.2019	74.200,46	4.955,00	225,00	370,50	743,25	27.909,20	37.392,19	2.605,32
Nr 2	31.03.2020	51.468,95	14.150,00	963,35	385,20	2.122,50	31.544,09		2.303,81
Nr 3	06.10.2020	46.874,04	11.225,00		639,65	1.683,75	30.783,50		2.542,14
Nr 4	17.03.2021	86.013,86	15.930,00	255,21	808,50	2.389,50	39.784,71	24.092,51	2.753,43
Nr 5	13.10.2021	55.994,41	14.330,00		506,70	2.149,50	34.359,96	2.437,25	2.211,00
Nr 6	30.03.2022	59.579,14	5.055,00			758,25	44.904,40	6.689,50	2.171,99
Nr 7*		40.472,58	2.650,00	276,18		397,50	31.550,83	3.870,76	1.727,31
	gesamt	414.603,44	68.295,00	1.719,74	2.710,55	10.244,25	240.836,69	74.482,21	16.315,00

#### 2.1.1 Gegenüberstellung Planung im Geschäftsplan und Durchführung

Eine Gegenüberstellung der im Geschäftsplan geplanten Verwendung mit der realisierten Verwendung der Mittel unter Beachtung der Verbrauchsregelung und der Ziffer ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. In der letzten Zeile erfolgte eine Bilanzierung der Fördermittel gemäß Geschäftsplan und der Verwendungen unter Beachtung der Ziffern für die Zusammenarbeit und für alle OG Mitglieder. Das Gesamtvolumen der Fördermittel beläuft sich 498.895,60 EURO. 414.603,44 EURO wurden angefordert. Es verbleibt ein Saldo von 84.278,30 EURO.

Gegenüberstellung der geplanten Verwendung mit der realisierten Verwendung der Mittel

in EURO	total	Ziffer						
		5.2.1	5.2.2	5.2.3	5.2.4	5.3.1	5.3.2	5.3.4
verwendet	414.603,44	68.295,00	1.719,74	2.710,55	10.244,25	240.836,69	74.482,21	16.315,00
Verbr-Reg	13,86					10,65		3,21
bewilligt	498.895,60	79.901,50	6.000,00	1.500,00	11.985,00	231.959,10	145.200,00	22.350,00
SALDO	84.278,30	11.606,50	4.280,26	-1.210,55	1.740,75	-8.888,24	70.717,79	6.031,79
		"Personal"	"PR"	"Reisek."	"Verbrauch"	"Personal"	"Technik"	"Reisek."
		Ausgaben Koordinator				Ausgaben OG Mitglieder		

Durch Wegfall von Präsenztreffen wurden die veranschlagten Reisekosten (Ziffer 5.3.4) der OG Mitglieder nicht ausgeschöpft. Im Gegensatz hierzu waren die Reisekosten (Ziffer 5.2.3) des Koordinators erhöht. Dieses ist verursacht durch die Teilnahme von SPP an der IGW in Berlin und Arbeitsbesprechungen zur Regelung des Sensormanagements unter Coronabedingungen. Die Öffentlichkeitsarbeit (Ziffer 5.2.2) war unter Pandemiebedingungen erschwert. Einerseits kam es zur Absage von SPP Veranstaltungen, andererseits wurden auch Veranstaltungen von EIP Agri und dvs abgesagt. Die Öffentlichkeitsarbeit erfolgt zeitlich auch noch nach Abschluss des Projektes (z.B. EIP-OG Workshop 2022 der dvs in Hannover am 8./9. September 2022).

Die Ausgaben für Personal (Ziffer 5.3.1) liegen höher als geplant, die der Technik sind allerdings niedriger als angesetzt (Ziffer 5.3.2).

Die Beschaffung der Sensortechnik mit Evaluierung des Marktes und Durchführung von Ausschreibungen verursachte einen höheren Zeitaufwand als geplant, weil in einem größeren Umfang Pionierarbeit geleistet werden musste. Dieses zeigt sich unter anderem daran, dass zur Evaluierung des Angebotes relevanter Sensoren Gespräche mit 11 Firmen erfolgten, die in Deutschland, Belgien, Dänemark, den Niederlanden und Portugal gelegen waren. Eine verbindliche Preisabfrage erfolgte bei fünf Firmen. Nur zwei Firmen gaben ein schriftliches Angebot ab. Nach der Evaluierung des Marktes und des Kaufs der Technik durch die Landwirte kam es zu Lieferengpässen und Problemen mit der Praxistauglichkeit der Sensoren.

Aufgrund der aufgezeigten Situation wurden die bewilligten Fördermittel für Ziffer 5.3.2 nicht ausgeschöpft.

Laut Geschäftsplan sollte die Datenerfassung auf den Betrieben durch den VzF und SGD erfolgen. Corona-19 bedingt konnte zeitweise keine Datenerfassung mehr vor Ort durchgeführt werden. Deshalb wurde die Datenerfassung per USB auf eine online Erfassung umgestellt, um die Daten auch ohne Betriebsbesuche erfassen zu können. Diese Umstellung der Datenerfassung

und des Datentransfers erforderte einen erhöhten Personalaufwand bei allen OG Partnern. Unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten mussten betriebspezifische Konzepte entwickelt und eingebaut werden. Der Datentransfer musste für die Umstellung von USB auf online neu programmiert und der zu Projektbeginn aufgebaute Datenfluss neugestaltet werden.

Aufgrund der COVID-19-Regelungen konnten OG Meetings und AG Treffen zeitweise nicht persönlich stattfinden. Um die Umsetzung des Projektes zu gewährleisten, mussten für den Informationsaustausch Alternativen mit einem Arbeitszeitaufwand und Kosten per Skype, MS Teams, ZOOM etc. online erschlossen werden.

Trotz der Pandemieregelungen, einhergehend mit neuen Herausforderungen, konnte durch das außerordentliche Engagement aller, das Projekt erfolgreich umgesetzt werden.

Der Anteil „Personalkosten Zusammenarbeit“ (Ziffer 5.2.1.) an den Projektkosten liegt bei nur 20,59%!

In der folgenden Tabelle erfolgt eine Gegenüberstellung der Mittelverwendung laut Geschäftsplan und der tatsächlich verwendeten Mittel für jedes OG-Mitglied.

	verwendete Beträge				Differenz Geschäftsplan - Verwendungen			
	5.3.1	5.3.2	5.3.4	Gesamt	5.3.1	5.3.2	5.3.4	Gesamt
OG M								
1	1.359,00	8.197,19	286,20	9.842,39	909,00	4.402,81	253,80	5.565,61
2		7.025,39		7.025,39	2.268,00	5.574,61	540,00	8.382,61
3	293,75	5.154,81	201,00	5.649,56	1.974,25	7.445,19	339,00	9.758,44
4	792,00	1.014,95	115,20	1.922,15	1.476,00	11.585,05	424,80	13.485,85
5	1.296,00	11.595,59	211,20	13.102,79	972,00	1.004,41	328,80	2.305,21
6	1.596,60	9.700,77	369,60	11.666,97	671,40	2.899,23	170,40	3.741,03
7	864,00	6.232,53	93,00	7.189,53	1.404,00	6.367,47	447,00	8.218,47
8	1.726,20	8.760,04	240,60	10.726,84	541,80	3.839,96	299,40	4.681,16
9	106.524,87		2.572,00	109.096,87	-5.001,87	0,00	5.078,00	76,13
10	31.846,00		4.195,93	36.041,93	-3.446,00	0,00	-190,93	-3.636,93
11	26.018,58	2.294,50	6.388,00	34.701,08	-3.421,33	16.905,50	-2.383,00	11.101,17
12	3.444,69	13.914,13	299,77	17.658,59	-549,84	11.285,87	240,23	10.976,26
13	65.075,00	592,31	1.342,50	67.009,81	-7.675,00	407,69	487,50	-6.779,81
verwendet	240.836,69	74.482,21	16.315,00	331.633,90				

Bei der eingebauten Technik handelt es sich um Verbrauchsgüter, so dass keine Ansätze für Investitionsgüter erfolgen können. Einige Sensoren mussten schon im Verlauf des Projektes ausgetauscht werden.

### 2.1.2 Darstellung der wichtigsten finanziellen Positionen

In der folgenden Tabelle sind die finanziellen Positionen gemäß der Höhe dargestellt. Die Position Personal OG Mitglieder (Ziffer 5.3.1) mit 240.836,69 EURO hat den größten Anteil gefolgt von den Ausgaben für Technik von 72.187,71 EURO.

In der folgenden Tabelle sind die finanziellen Positionen der Höhe nach aufgeführt.

240.836,69	Personal OG Mitglieder
72.187,71	4.0 Technik
68.295,00	Personal Zusammenarbeit
19.025,55	5.2.3 + 5.3.2 Reisekosten
10.244,25	Verbrauchsmaterial
2.294,50	Untersuchungen
1.719,74	Öffentlichkeitsarbeit

## 2.2 Erläuterung der Situation zu Projektbeginn

Für schweinehaltende Betriebe ist es eine zunehmende Herausforderung das Tierwohl zu verbessern, den Antibiotikaeinsatz zu reduzieren, die Produktion transparenter zu machen und zugleich die Anforderungen der Gesellschaft an eine zeitgemäße Tierhaltung zu erfüllen.

### 2.2.1 Ausgangssituation

Landwirte, Berater und Tierärzte suchten nach Lösungen, um die Tiergesundheit und Produktionsbedingungen zu verbessern. Dieses setzt eine stetige Beobachtung der Schweine und eine Kontrolle der Produktionsfaktoren voraus. Die Herausforderungen bestehen sowohl für konventionell, als auch ökologisch wirtschaftende Schweinehalter, insbesondere vor dem Hintergrund größer werdender Bestände und einem zunehmenden Mangel an Arbeitskräften auch in der Landwirtschaft.

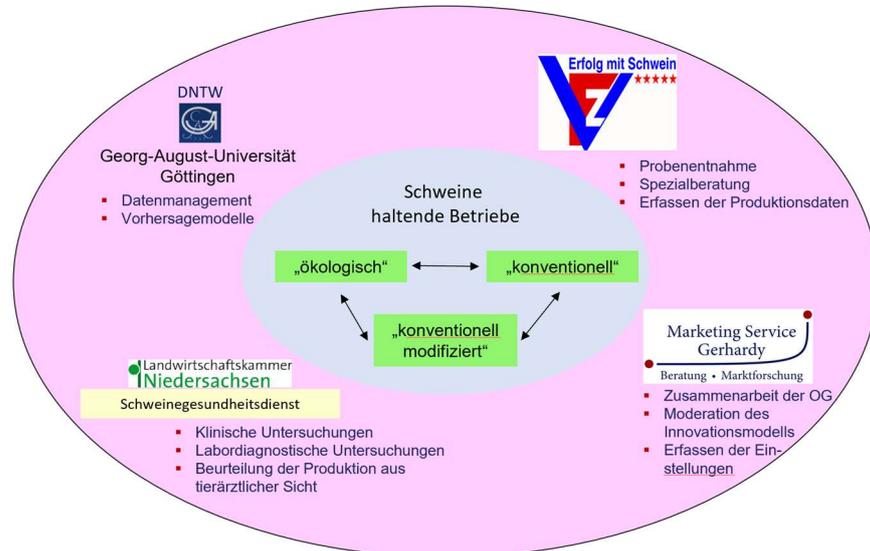
Um durch am Markt verfügbare 4.0 Sensortechnik in den Ställen realitätsnah kontinuierliche Verbesserungsprozesse einzuleiten, schlossen sich konventionell und ökologisch wirtschaftende Schweinehalter, Schweinespezialberater (VzF), Veterinäre (SGD) und Wissenschaftler des DNTW und MSG in einem interdisziplinär angelegten Projekt zusammen.

Der Austausch von Informationen sollte in einem Innovationsmodell zwischen Schweinehaltern mit unterschiedlichen Produktionsausrichtungen (ökologisch ↔ konventionell bzw. Ferkelerzeugung ↔ Ferkelaufzucht ↔ Schweinemast), Wissenschaftlern und Beratern gefördert werden.

Des Weiteren sollte die Umsetzung der Erkenntnisse sowohl auf den Betrieben als auch in der Beratung optimiert werden.



- Interaktiv agierendes Innovationsmodell -



EIP Agri OG SmartPigProduction

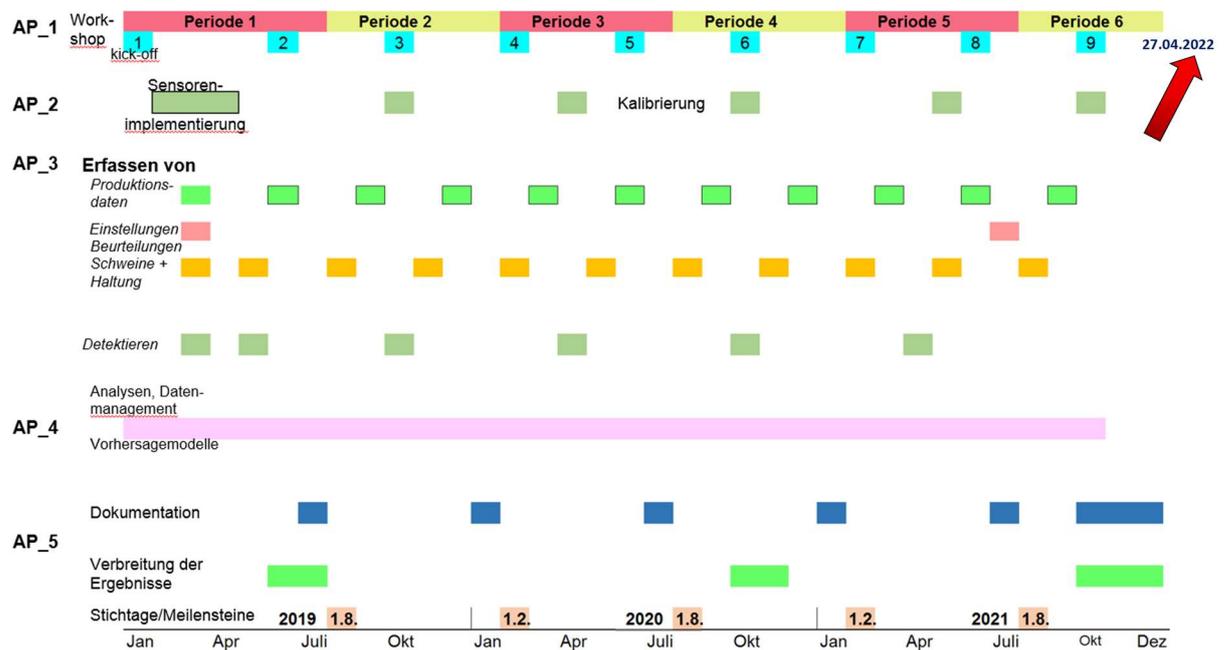


## 2.2.2 Projektaufgabenstellung

Am Markt verfügbare Sensortechnik sollte evaluiert, beschafft und so modifiziert werden, dass sie in den Schweineställen eingebaut werden konnte. Die Sensoren sollten fortlaufend (24/7) Daten zur Analyse und Entwicklung von Vorhersagemodellen erfassen, um vor Ausbruch von Krankheiten entsprechende Maßnahmen einleiten zu können.

Um die erforderlichen Informationen über die Haltungsbedingungen und die Tiergesundheit zur Erstellung der Vorhersagemodelle zu erhalten, wurden ein Ablaufschema und Checklisten zur Erfassung der Parameter entwickelt.

## Übersicht über den Zeitplan der Umsetzung der Arbeitspakete



### Gemäß den Arbeitspaketen

- wurden alle acht Wochen klinische Untersuchungen zur Beurteilung der lebenden Schweine, des Hygienestatus und der Haltungsbedingungen durchgeführt. Situationsbedingt wurden labordiagnostische Untersuchungen eingeleitet sowie zu Beginn und am Ende des Projektes Kastrickproben bei allen Betrieben labordiagnostisch untersucht.
- wurden die biologischen und ökonomischen Leistungen der Schweine auf den Betrieben erhoben. Des Weiteren wurden Informationen über den Antibiotikaeinsatz und Ergebnisse der Befundungen der geschlachteten Schweine erfasst.
- wurden die kontinuierlich erfassten Daten der Sensoren vierteljährlich auf den Betrieben ausgelesen und zum DNTW weitergeleitet.
- wurden alle auf den Betrieben erhobenen Daten zum Aufbau von SmartData aufbereitet und zusammengeführt.
- wurden mittels SmartData die Haltungsbedingungen und die Tiergesundheit beschrieben und Vorhersagemodelle zur Optimierung der Haltung und Tiergesundheit entwickelt.
- wurden die Einstellungen und Erwartungen der Landwirte an die Technik erfasst.

### 2.3 Pandemie bedingte Herausforderungen

Nach Ausbruch der Pandemie wurden Regelungen getroffen, die die Durchführung von Projektarbeit erschwerten bzw. zeitweise auch unmöglich machten. Vor diesem Hintergrund wurde geprüft, ob das Projekt abzubrechen sei oder ob Maßnahmen eingeleitet werden könnten, die die Umsetzung des Projektes doch ermöglichten. Nach eingehender Diskussion und Rücksprache entschied man sich die Herausforderung „Pandemie“ anzunehmen und mit kreativen Ansätzen Lösungen für eine Umsetzung zu finden.

Besondere Herausforderungen durch die Pandemie und die coronabedingten Regelungen sind in diesem Gliederungspunkt aufgezeigt und mittelbare und unmittelbare Reaktionen darauf aufgezeigt.

1. *Die Datenerfassung auf den Betrieben und die Wartung der Sensoren waren zeitweise gar nicht möglich und die Situation der Datenerfassung auf den Betrieben war im weiteren Verlauf des Projektes auch ungewiss im Frühjahr 2020.*

Laut Geschäftsplan sollte unter anderem der Einsatz von am Markt verfügbarer digitaler Technik unter den Bedingungen im Schweinestall getestet werden. Die Betriebsbesuche von SGD und VzF sollten sicherstellen, dass auf den Betrieben Produktionsdaten erfasst werden, die Funktionalität der digitalen Technik geprüft wird, die auf den Dataloggern gespeicherten Daten ausgelesen und die Daten zum DNTW zur Analyse weitergeleitet werden.

Eine Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Sensoren und mithin einer Aufzeichnung von Messdaten war in der Zeitspanne ohne Betriebsbesuche nur sehr bedingt möglich. Teilweise musste das Auslesen von Daten, klinische Untersuchungen und Wartungsarbeiten verschoben werden.

Eine „8-Wochenuntersuchung“ des SGD auf den Betrieben mit Auslesen der Sensordaten musste ausfallen. In der Zeitspanne ohne Betriebsbesuche konzentrierte sich das DNTW auf den Aufbau der Datenbank und die Entwicklung von Modellen. Soweit wie möglich, liefen alle Arbeiten im Projekt weiter. Alle im Büro bzw. Home Office zu erledigenden Arbeiten wurden weiter durchgeführt.

Es wurde die Ausgangslage geprüft. Aufgrund der Pandemie wurde das SPP-Konzept der Datenerfassung und -übertragung hinterfragt. Ein Datentransfer soll auch ohne Betriebsbesuche und zeitgleich möglich sein, um nicht oder nicht richtig arbeitende Sensoren sofort er-

kennen zu können. Unter Abwägung der Möglichkeiten wurden unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten betriebsspezifische Konzepte entwickelt, um die Datenerfassung per USB auf eine online Erfassung umzustellen.

Um die Betriebe online anzubinden, wurde die Situation auf jedem Betrieb untersucht. In enger Abstimmung mit den Landwirten wurden die erforderlichen Maßnahmen für eine Umrüstung festgelegt.

Es mussten Fragen beantwortet werden wie:

Wie kommt das Internet in den Stall bzw. ins Abteil (LAN oder WLAN evt. mit Repeater)? Welcher Netzanbieter? Muss ein Kabel vom Wohnhaus (oder Biogasanlage) zum Stall verlegt werden? Ist Internet vorhanden? Welches Telekommunikationsunternehmen kommt an dem Standort überhaupt in Frage? Welche Verträge können mit dem Telekommunikationsunternehmen abgeschlossen werden? Brauchen wir ein MQTT Interface, dass die Daten gepuffert werden, um einem Internet-Ausfall noch zur Verfügung zu stehen?

Nach Beantwortung all der Fragen und Abstimmung der Anforderungen der Projektpartner an die Technik wurden die notwendigen technischen Aufrüstungen installiert und die erforderlichen Datenkonfigurationen durchgeführt. Die OG-Mitglieder 1, 2, 5, 6, 8 und 12 konnten ans Internet zur online-Datenerfassung angeschlossen werden. Ein Internetanschluss bei den OG Mitgliedern 3 und 4 war im Rahmen des Projektes nicht möglich.

Aufgrund der schlechten Internetversorgung in Deutschland, insbesondere auf dem Lande, wurde beim weiteren Einbau eine Lösung mit einem MQTT Interface installiert, um die Daten nach einem Internet-Ausfall noch zur Verfügung zu haben.

Zusätzlich zu den Maßnahmen auf den Betrieben erforderte die Umstellung, dass der zu Projektbeginn aufgebaute Datenfluss neugestaltet und programmiert werden musste.

Coronabedingter Vorteil auch nach Projektende: Die eingebaute digitale Technik und die erweiterte Internetanbindung von Betrieben ermöglichen eine zeitnahe Kontrolle und Sicherung der Daten. Die Bereitstellung der online Informationen wird von den Landwirten immer mehr geschätzt. Auf die Datenbank mit Daten von den klinischen Untersuchungen und aus der Produktion sowie von den Sensoren wird zurückgegriffen, um das Wissen über die Schweinehaltung zeitnah zu verbessern.

Mehraufwand:

Durch die Einrichtung von Internetzugängen zu abgelegenen Ställen und die Schaffung von

Verarbeitungsroutinen für die Daten, erhöhte sich der Zeitaufwand. Diese Umstellung der Datenerfassung und des Datentransfers erforderte Ausgaben für Technik und einen erhöhten Personalaufwand bei allen OG Partnern.

- 2. Treffen waren zu Beginn der Pandemie ganz untersagt und im Verlauf der Zeit konnten sich unter Einhaltung der Auflagen einzelne wieder treffen. Die Organisation von Räumlichkeiten auch für Treffen nur weniger Personen war erschwert bzw. zeitweise unmöglich, weil Restaurants, Räumlichkeiten der LWK und VzF etc. nicht zur Verfügung standen.*

Die Kommunikation in einem interaktiv agierenden Projekt ist essentiell. Die für die Kommunikation geplanten Aktivitäten in den Arbeitspaketen waren nicht mehr umzusetzen. Im Frühjahr 2020 konnten gar keine Treffen mehr durchgeführt werden. Die Situation im weiteren Verlauf des Projektes war ungewiss.

Für den Informationsaustausch wurden zur Umsetzung des Projektes Alternativen erschlossen. Mit einem erhöhten Arbeitszeitaufwand und Kosten wurden Lösungen durch einen Einsatz von Skype, MS Teams, ZOOM, Telefonkonferenzen etc. erschlossen. Im Verlauf der Zeit wurde man vertrauter mit der Technik. Einen lebhaften Austausch oder interessante Diskussionen gab es aber kaum (nicht).

Aufgrund der Lockerungen der coronabedingten Auflagen wurde am 25.06.2020 in Verden, Niedersachsenhof, das SPP OG-Meeting als Hybridtreffen organisiert (ein Teil der OG-Partner war vor Ort in Verden, andere waren über Skype zugeschaltet, die nicht reisen durften).

Im März 2020 musste coronabedingt das vorbereitete OG Meeting abgesagt werden. Deshalb fand auf Wunsch aller am 27.04.2022 ein zusätzlicher Workshop mit allen Partnern statt, um die Erkenntnisse zu diskutieren und um sich auszutauschen. Auch dieses OG Meeting fand als Hybridtreffen statt, weil ein OG Partner coronabedingt nicht persönlich teilnehmen konnte.

Die OG Meetings vor der Pandemie (in Präsenz) dauerten von 9:00 Uhr bis ca. 13 Uhr und für einzelne länger. Die online Meetings dauerten von 9:00 Uhr bis ca. 10:30 Uhr. Es gab keine (kaum) Nachfragen und eine sehr große Zurückhaltung in der Diskussion, obwohl im Verlauf der Pandemie auch Chatrooms angeboten wurden. Die Kommunikation war mehr oder weniger einseitig. Es erfolgte ein Informationsaustausch über den Fortgang des Projektes, wobei eine Unzufriedenheit der Teilnehmer über die Kommunikation wahrzunehmen war. Zum Informationsaustausch mussten viele Telefonate geführt werden.

Etwas anders stellte sich die Situation in den online AG Treffen da. Nach mehreren Treffen fing man an wieder zu diskutieren. Die Wahrnehmung der Körpersprache fehlte vollends. Auf die Frage: „Seid ihr damit einverstanden?“ gab es keine Antwort / keine Reaktion. (Zitat: „ja, wir müssen doch etwas machen, dass es weiter geht“)

3. *Die Erfassung der Einstellungen der Landwirte zur Sensortechnik war zu Beginn der Pandemie nicht möglich.*

Die face to face Interviews zur Erfassung der Einstellungen fanden auf den Betrieben statt. Da auf den Betrieben auch Personen mit einem erhöhten Risiko lebten, wurde der Beginn der Interviews aus Risikogründen ins III Quartal 2021 gelegt. Zu dem Zeitpunkt konnten die Interviews unter Einhaltung der Abstände zur Zufriedenheit aller durchgeführt werden.

Trotz der Pandemieregungen, einhergehend mit neuen Herausforderungen, konnte durch das außerordentliche Engagement aller, das Projekt erfolgreich umgesetzt werden.

## 2.4 Ergebnisse der OG

Zur Erreichung der Zielsetzung des Projektes wurde die Zusammenarbeit der OG im Vorfeld des Projektes geplant und im Geschäftsplan festgelegt. Durch die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen sollten innerhalb der OG Synergien gehoben werden. Zur Erschließung des Wissens außerhalb der OG über 4.0 Technik sollte know how aus den Netzwerken der OG Mitglieder mit ins SPP Projekt einfließen. Im Konkreten sollte eine Zusammenarbeit mit anderen EIP Agri oder Horizon 2020 geförderten Projekten angestrebt werden.

### 2.4.1 Gestaltung der Zusammenarbeit

Aufgrund der Einbindung aller OG-Mitglieder in die operative Umsetzung erfolgte ein regelmäßiger Austausch zwischen allen Mitgliedern per E-Mail, telefonisch und über den Messenger WhatsApp. Letzterer Kommunikationsweg war von besonderer Bedeutung im Kontakt mit den Landwirten. Die im Projekt tätigen Mitarbeiter des SGD und des VzF waren regelmäßig auf den Betrieben anwesend, um Informationen zu erheben und die Technik zu überprüfen (bei Bedarf die Wartung bzw. Reparatur einzuleiten), wenn es coronabedingt möglich war. Die Landwirte machten Aufzeichnungen über Events und Havarien sowie relevante Produktionsdaten, welche von den SGD und VzF Mitarbeitern an das DNTW weitergeleitet wurden.

Die Koordination des Projektablaufes, die finanzielle Abwicklung, die Unterstützung bei der Beschaffung der Technik und die Erstellung der Zwischenberichte sowie des Abschlussberichtes sowie die Erfassung der Einstellungen der Landwirte erfolgten durch MSG. Als Koordinator war

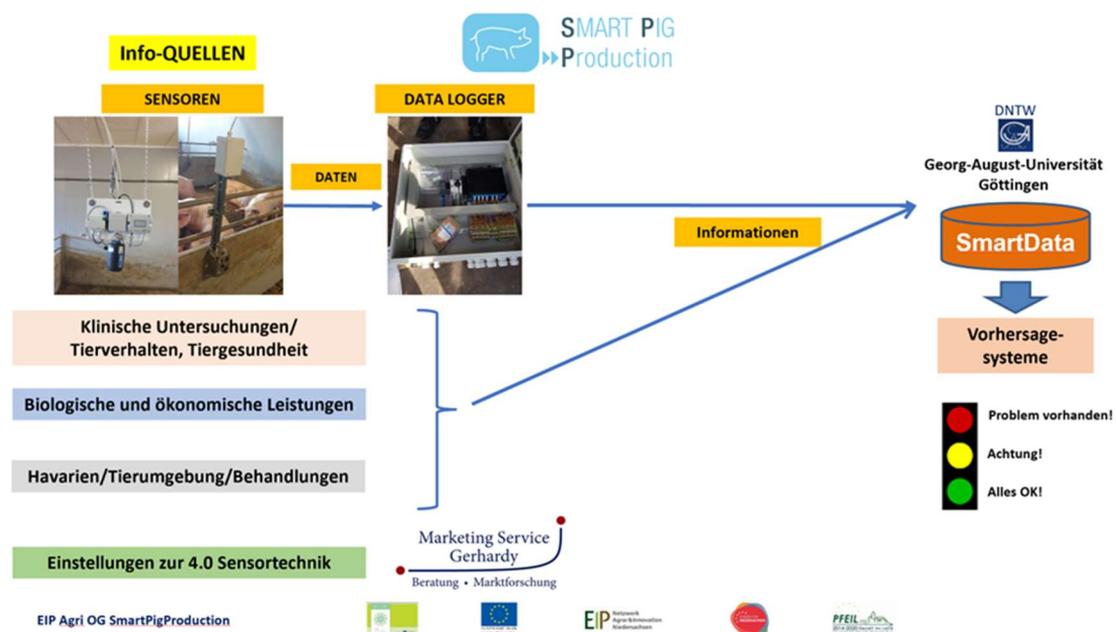
MSG im ständigen Informationsaustausch eingebunden, um die projektspezifischen Schritte einzuleiten.

Die Pandemie verursachte neue Herausforderungen für die OG Mitglieder situationsbedingt Lösungen entwickeln zu müssen (beispielhaft: die Umstellung der Datenerfassung von USB auf online, Telefonkonferenzen, webinare). Letztendlich wusste keiner, wie lange dauert die Pandemie, noch welche Regelungen kommen auf die OG Mitglieder zu. Da die Tiere in den Ställen standen und die Sensoren eingebaut waren, sollte ein Abbruch des Projektes keine Lösung sein.

Gegen Ende der Projektlaufzeit hat ein Betrieb den Betriebszweig Schweinehaltung aufgegeben. Auf einem Betrieb wechselte die Betriebsführung von dem Vater auf den Sohn.

Die Information über die Technik erfolgte bei den Betriebsbesuchen von VzF und SGD, bei den Workshops, Telefonkonferenzen und in Telefonaten. Probleme / Herausforderungen auf den Betrieben wurden nach einem gemeinsamen Stalldurchgang und einer Schwachstellenanalyse bei AG Treffen vor Ort mit dem Landwirt, dem SGD und dem VzF besprochen. Die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen und die gewonnenen Erkenntnisse wurden im nächsten Workshop besprochen. Die Zusammenarbeit im Projekt ist der Abbildung zu entnehmen.

Informationserfassung und -transfer im SPP Projekt durch SGD, Landwirte, VzF und MSG



## 2.4.2 Mehrwert bei der Durchführung des Projekts als OG

Der besondere Mehrwert bei der Durchführung des Projektes als OG ergab sich aus der Tatsache, dass die Thematik „Technik“ auf sehr unterschiedliche Weise – Landwirt, Beratung, Tierarzt und Wissenschaft - bei der Beschaffung, beim Einbau und der Nutzung der Informationen gemeinsam bearbeitet wurde. Hierdurch wurden Kompetenzen gebündelt und Synergien gehoben. Dieses zeigte sich in den vielen AG Treffen (v.a. vor der Pandemie), wenn technische Zusammenhänge interdisziplinär diskutiert wurden. „Jeder hatte nach solchen Treffen das Gefühl etwas dazugelernt zu haben“, insbesondere wenn es um praxistaugliche Lösungen beim Einbau und der Handhabung der Technik in den Schweineställen ging. Mängel bzw. Herausforderungen wurden unmittelbar erkannt, thematisiert und behoben. Jeder hatte eine unterschiedliche Perspektive auf die Situation. Diese „Arbeitsteilung“ im Projekt wurde auch in der Öffentlichkeitsarbeit praktiziert, wenn einerseits Praktiker informiert werden mussten oder andererseits die erzielten Ergebnisse auf wissenschaftlichen Tagungen veröffentlicht wurden.

Demoveranstaltungen auf den Betrieben konnten wegen der Pandemie und aus Hygienegründen auf den Betrieben nicht stattfinden.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit aller Partner im Projekt legte unter Pandemiebedingungen den Grundstock zur Entwicklung ganz neuer Lösungsansätze.

Auf Basis praxisbezogener Erfahrungen und wissenschaftlicher Erkenntnisse wurden neue Innovationsstrategien für Verbesserungsprozesse entwickelt, um einerseits die Technik zum Einsatz zu bringen, andererseits die Pandemieherausforderungen zu meistern.

Auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben wurde der Einsatz von Wärmebildkameras zur Erkennung von Krähen, Wölfen etc. geprüft, um die Verluste zu reduzieren. Da bei Freilandhaltung für den Internetanschluss oder dem Betrieb von technischem Gerät kein Strom zur Verfügung stand, wurde der Einsatz von Solarzellen geprüft, um Energie an den Hütten für Sensoren bereitstellen zu können.

## 2.4.3 Zusammenarbeit der OG-Mitglieder nach Abschluss des Projekts

Aufgrund der guten Zusammenarbeit in der Operationellen Gruppe ist eine weitere Zusammenarbeit der Mitglieder nach Abschluss des Projektes angestrebt, um die ein oder andere Frage zu diskutieren und sich auszutauschen.

Die Interessenslage auf den landwirtschaftlichen Betrieben ist sehr unterschiedlich. Die ökologisch wirtschaftenden Betriebe können mit den Klimadaten auch mit KI nicht auf die Tiergesundheit schließen. Sie sehen im Einsatz weiterer 4.0 Technik unter Beachtung des Informationsgewinns und der Kosten zur Zeit kein vorrangiges Ziel. Zwei konventionell wirtschaftende Betriebe schätzen die interdisziplinäre Zusammenarbeit zur Lösung betrieblicher Herausforderungen. Sie sind aber vom Nutzen der Sensordaten, insbesondere unter Beachtung der Kosten für Technik, in der angespannten wirtschaftlichen Lage des Sektors nicht interessiert.

Fünf Betriebe wollen die Zusammenarbeit im Konsortium fortsetzen und die Zusammenarbeit sogar intensivieren. Im Rahmen des entwickelten SPP Schweinegesundheitskonzeptes werden diese Betriebe nach Projektende unter Beachtung der betriebspezifischen Gegebenheiten Sensortechnik einsetzen und die Informationen aus den Sensordaten nutzen. Im Verlauf des Projektes hatten diese Landwirte ein besonderes Interesse an der digitalen Technik und die Bereitschaft in die Technik zu investieren.

## 2.5 Ergebnisse des Innovationsprojektes

In Kapitel 2.5 sind die Ergebnisse des Innovationsprojektes dokumentiert. Dieses beinhaltet die Ergebnisse der erfassten Produktionsdaten, die Auswertungen der im 8 Wochenrhythmus durchgeführten klinischen Untersuchungen, die Ergebnisse der Untersuchungen zur Erstellung von Vorhersagemodellen und die Erfassung der Landwirte zur 4.0 Technik. Es werden die Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis aufgezeigt, der Projektverlauf mit Fotos unterlegt und die Beiträge von SPP zu den Zielen von EIP Agri aufgezeigt. Bedingt durch die außergewöhnlichen Umstände bei der Umsetzung von SPP gibt es nicht geplante Nebenergebnisse. Allerdings gibt es auch Arbeiten ohne Ergebnis.

### 2.5.1 Zielerreichung

Die „Beantwortung“ der Frage Zielerreichung ist wie folgt gegliedert:

- Ausstattung der Betriebe mit Technik
- Ergebnisse der Aufbereitung der Produktionsdaten
- Auswertung der klinischen Untersuchungen
- Ergebnisse der Untersuchungen Vorhersagemodelle
- Einstellung der Landwirte zur 4.0 Technik

### 2.5.1.1 Ausstattung der Betriebe mit Technik

Auf Basis der erfassten betriebsspezifischen Ausstattung und der Gegebenheiten vor Ort durch SGD und VzF erfolgte durch alle OG Mitglieder eine Spezifizierung der Ansprüche an Sensoren zur Messung von Temperatur, Feuchte, Lichtstärke, Wasserverbrauch, NH<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub>. Unter den Bedingungen vor Ort - ohne zentrale, elektrische Versorgung - sollten Wetterstationen und Sensoren mit einer eigenen Energieversorgung installiert werden. Die Ausgangslage auf den Betrieben mit sehr unterschiedlichen Stallsystemen und Produktionsweisen (konventionell, ökologisch) war sehr verschieden. Es waren alle an Technik interessiert, aber mit sehr unterschiedlichen Erwartungen. Die Bestückung der Betriebe mit Sensortechnik hat dieser Vielfalt Rechnung getragen. Auf einer Koppel, auf der Schweine in Freiland gehalten werden, kann kein Stallklima gemessen werden; ebenso wenig, wie das Klima in einem Stall mit einer Wetterstation erfasst werden kann.

Folgende Sensoren wurden nach erfolgter Ausschreibung beschafft:

#### SENSOREN

##### Temperaturfühler

Analogausgang: 0-10V

##### Wasseruhr ¾"

Ausgang: NPN open collector  
 Versorgungsspannung: 24V  
 Messbereich: 0,04-0,09 ltr/min  
 mit Befestigungsmaterial

##### Feuchtefühler

Analogausgang: 0-10V  
 Betriebsspannung: 15-35V/DC  
 Arbeitsbereich 0...100% rel. Feuchte;

##### NH<sub>3</sub> Gassensor

Analogausgang: 0-10V  
 Nennspannung: 24V  
 Nennstrom: max. 10mA  
 Umgebungstemperatur: 0-50°C  
 Umgebungsfeuchte: 15-95%  
 Schutzklasse: IP65  
 Befestigung mit V2A Knotenkette  
 Meßbereich 0-100 ppm

##### CO<sub>2</sub> Sensor

mit Kette und Steckverbinder  
 Schutzkappe und V2A Kette mit S\_Haken  
 Analogausgang: 0-10V  
 Stromaufnahme: 60mA  
 Betriebsbedingungen: -20 bis +60°C  
 Schutzart: IP54  
 Meßbereich 0-5000 ppm,

##### Lichtsensor

2 Bereiche: 0...10kLux und 0...100kLux  
 Analogausgang: 2 \* 0-10V  
 mit Befestigungsmaterial

##### Datenlogger

##### Wetterstation

Aufgrund von Lieferengpässen konnten einige Sensoren zu Beginn des Projektes noch nicht beschafft werden.

Zur Evaluierung des Sensorangebotes erfolgten Gespräche mit 11 Firmen in Deutschland, Belgien, Dänemark, den Niederlanden und Portugal. Bei fünf Firmen erfolgte eine verbindliche Preisabfrage, von denen zwei ein Angebot abgaben. Die Wahl des Partners fiel in einem OG Meeting von allen Mitgliedern einstimmig.

Unter Beachtung der betrieblichen Gegebenheiten wurden die Betriebe wie folgt bestückt:

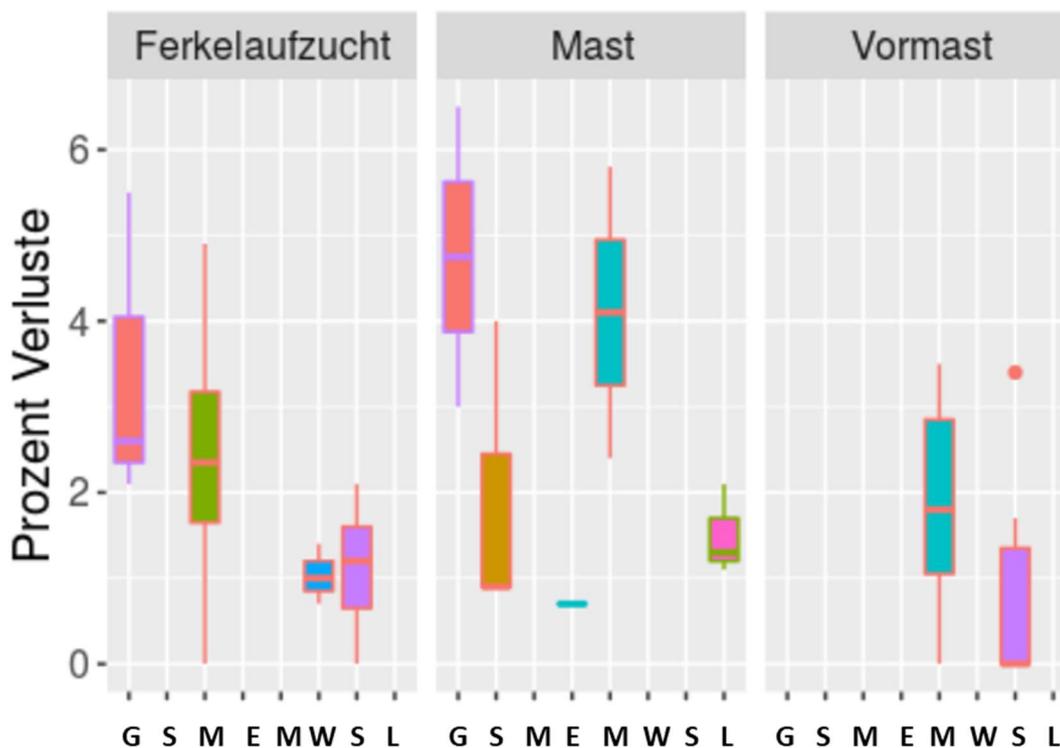
## Bestückung der Betriebe mit Sensortechnik

ML	Unternehmen	Betriebszweig	Temp	Lufft	NH3	CO2	Lichtst	H2O	Dat_Log	Sensoren	Wetterst
1	Schmidt Ferkelaufzucht GbR	konv Fe	4	4	2	2	4	2	1	18	
2	Hilmar Schmidt	konv FAZ, Mast	2	2	1	1	2	2	1	10	
3	Bio Schweinehaltung KG	öko FAZ, Mast	3	3	1	1	3	3	1	14	
4	Voigteier Freilandschwein	öko Fe	1	1	0	0	2			4	1
5	Jens Meyer	konv Fe	4	4	2	2	4	2	1	18	
6	Meyer Tierhaltungs KG	konv FAZ, Mast	2	2	1	1	2	1	1	9	
7	Niklas Winkelmann	konv FE	2	2	1	1	2	1	1	9	
8	Wilhelm Lülfs	konv Mast	2	2	1	1	2	2	1	10	
9	LBZ Echem	konv Mast	2	2	1	1	2	2	1	10	
10	LBZ Echem	öko Mast	3	3	1	1	2	2	1	12	1

### 2.5.1.2 Ergebnisse der Aufbereitung der Produktionsdaten

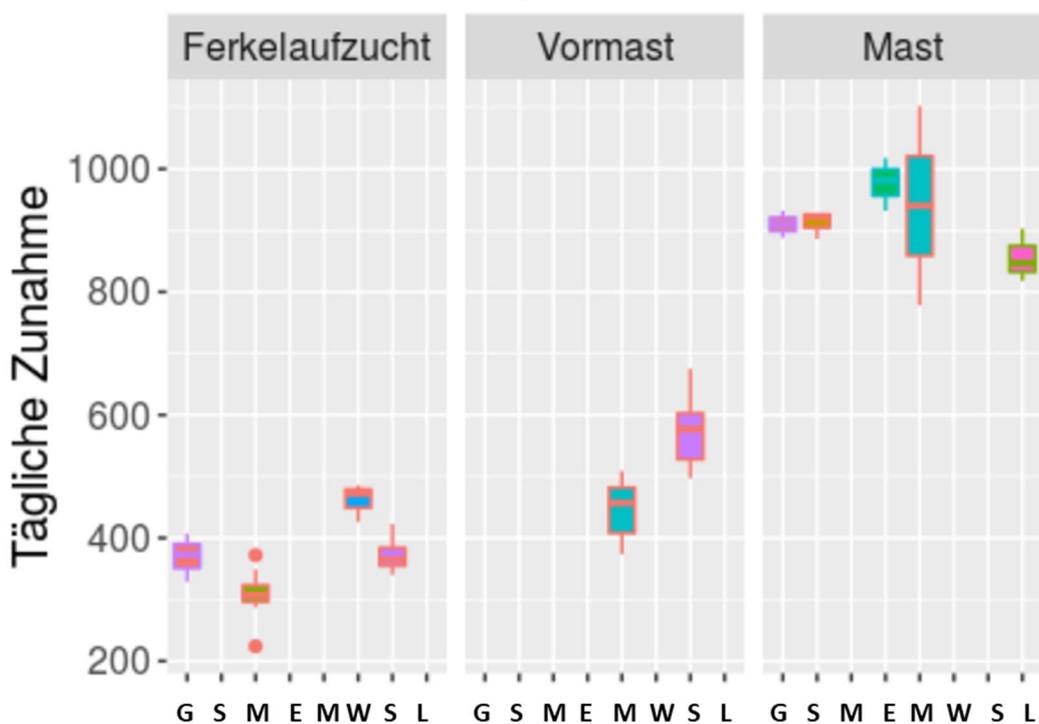
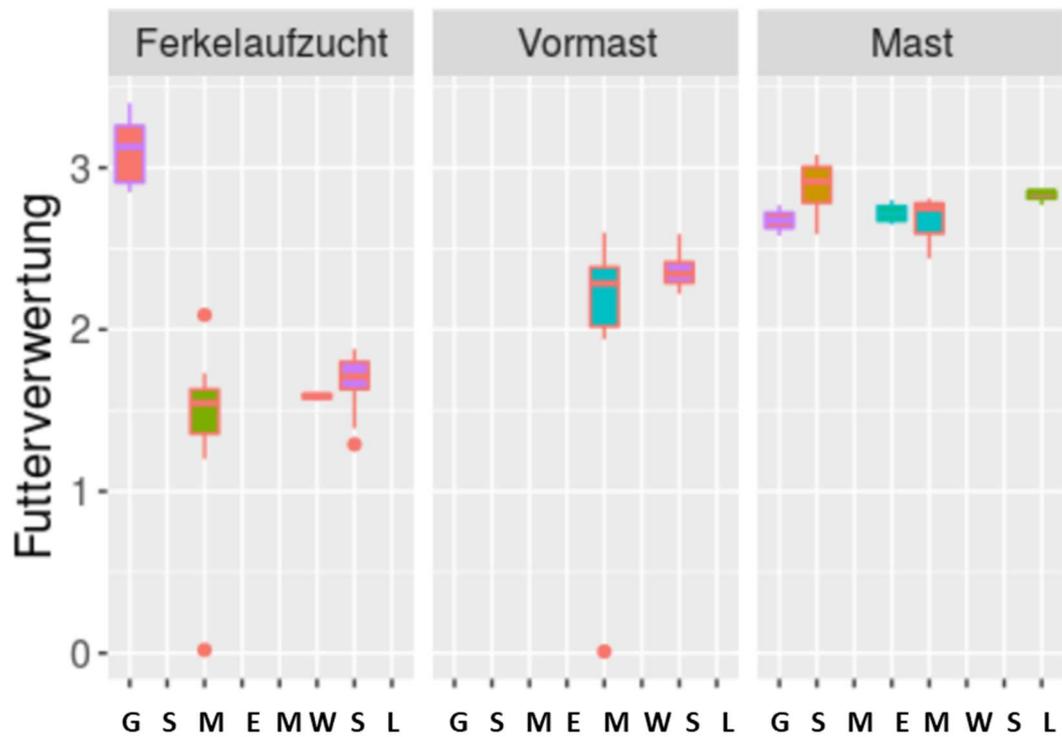
Produktionsausrichtungen: konventionell ⇔ konventionell modifiziert ⇔ ökologisch

Produktionsabschnitte: Ferkelaufzucht ⇔ Vormast ⇔ Mast



In den Abbildungen sind die Leistungen für die Merkmale Verluste (%), Futtermittelverwertung (1kg Zuwachs : ...kg Futtermittel) und tägliche Zunahmen (g/Tag) auf Betriebsebene mit den

Streuungen aufgeführt. Es gibt bei allen Merkmalen große Streuungen zwischen den Durchgängen innerhalb eines Betriebes als auch zwischen den Betrieben. Nur beim Merkmal tägliche Zunahmen ist ein eindeutiger Anstieg bei den Produktionsabschnitten von Ferkelaufzucht, Vormast zur Mast festzustellen.



Eine Verbesserung der Produktionsbedingungen und der Tiergesundheit und letztlich auch die Wirtschaftlichkeit der Produktion lassen sich sichern, wenn unter Beachtung der Vielfalt der Produktionssysteme die Auswertung von Produktionsdaten betriebsindividuell prozessbegleitend erfolgt. Sensordaten und tierärztliche Diagnosen können die Auswertungen von Produktionsdaten nachvollziehbar machen und auch erklären.

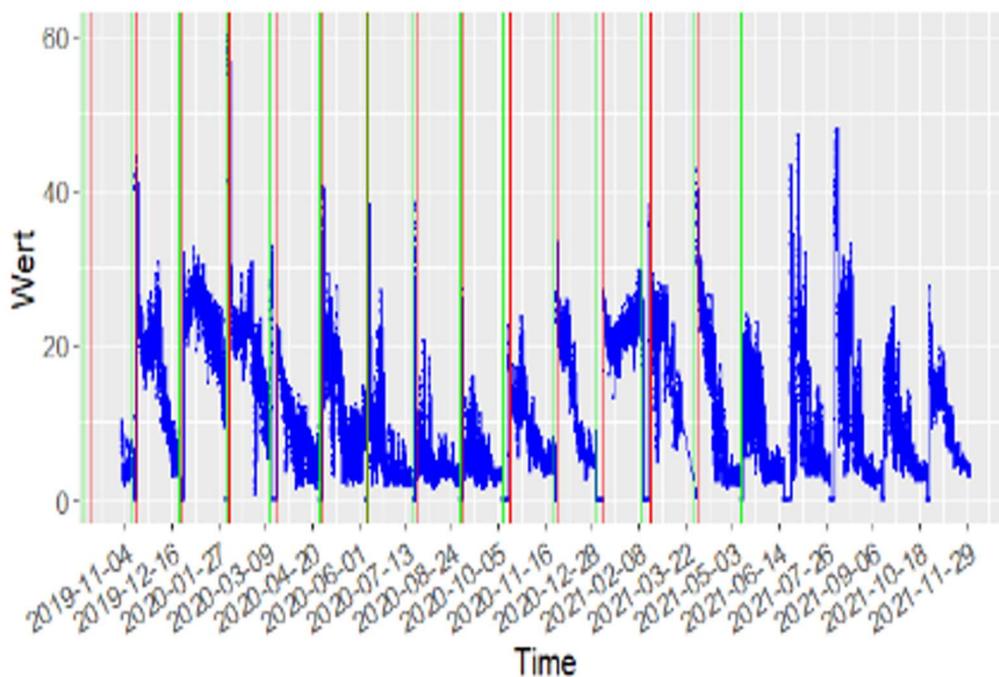
### 2.5.1.3 Ergebnisse der Sensormessungen

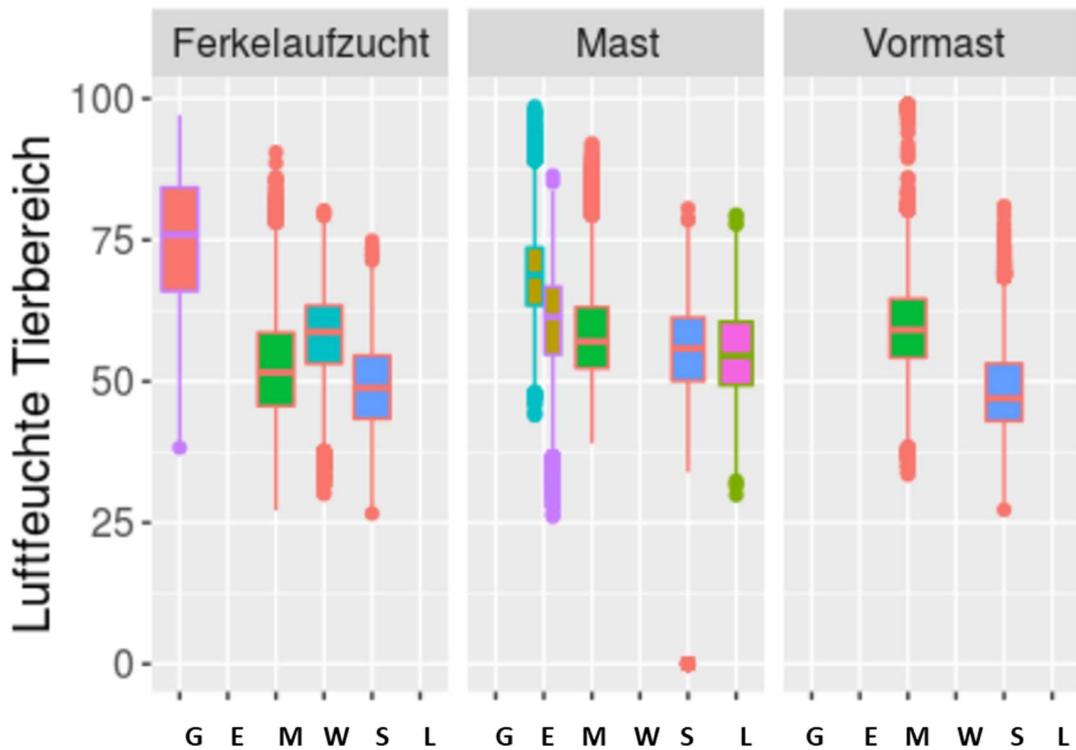
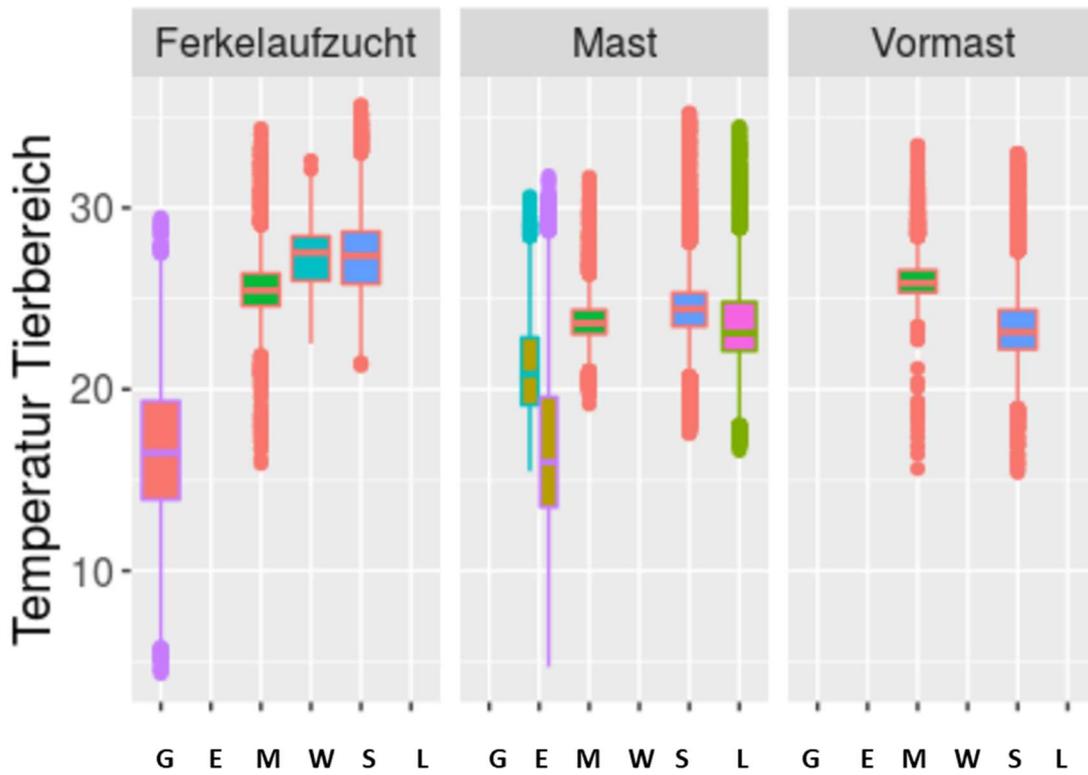
Die folgenden Abbildungen zeigen die Sensorwerte für Temperatur, Luftfeuchte, NH<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub>. Für jeden Betrieb sind die Streuungen der Werte dargestellt. Die Streuungen sind größer als erwartet.

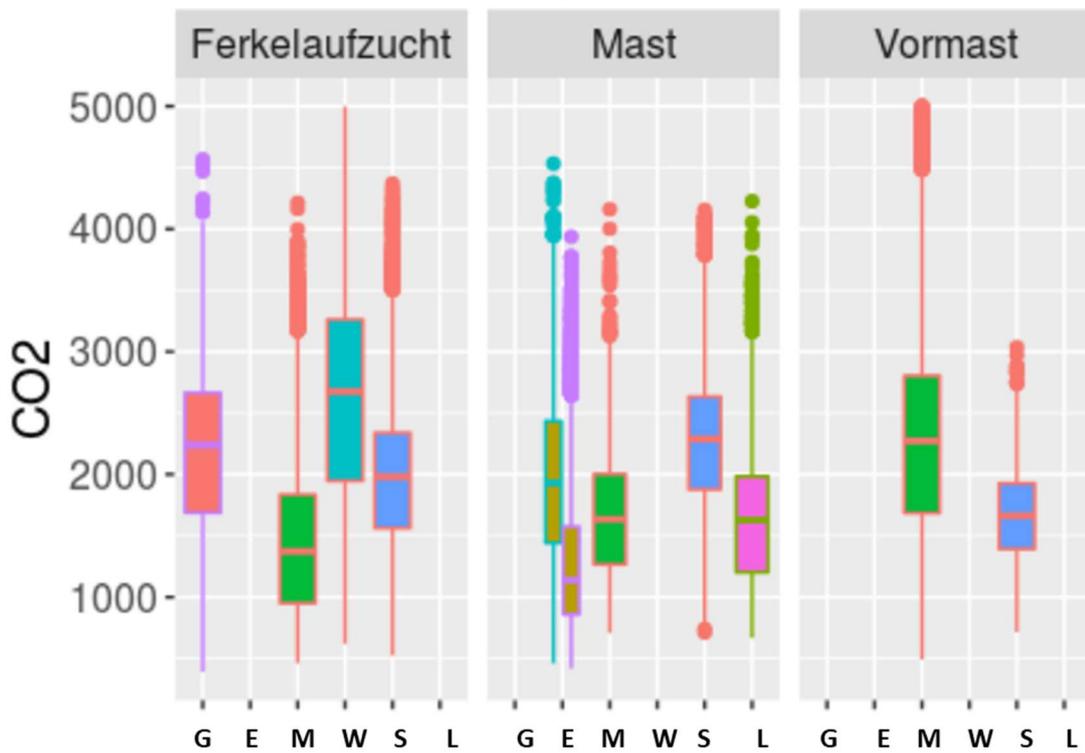
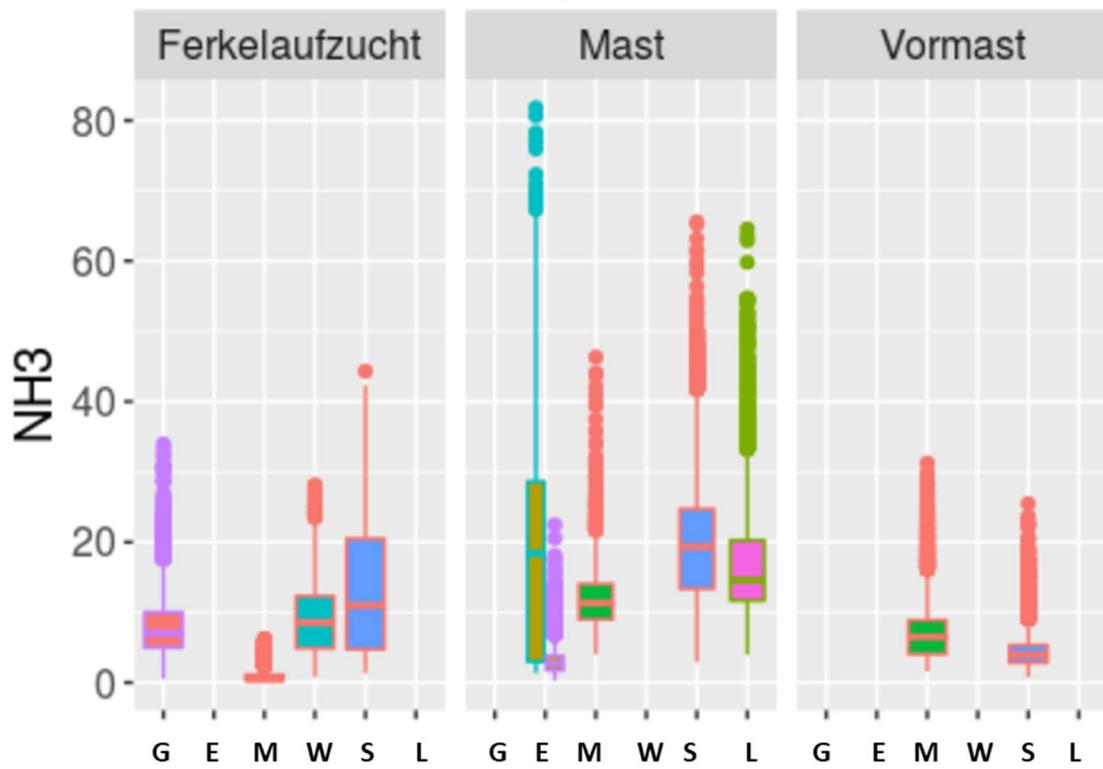
Die Sensordaten ermöglichen die Durchführung zeitnaher Erfolgskontrollen zur Erkennung von Fehlversorgungen, Havarien oder Schwachstellen.

Aktuelle Informationen können das Management bei der Planung unterstützen.

**Verlauf der stündlich aggregierten NH<sub>3</sub> Werte in der Ferkelaufzucht**



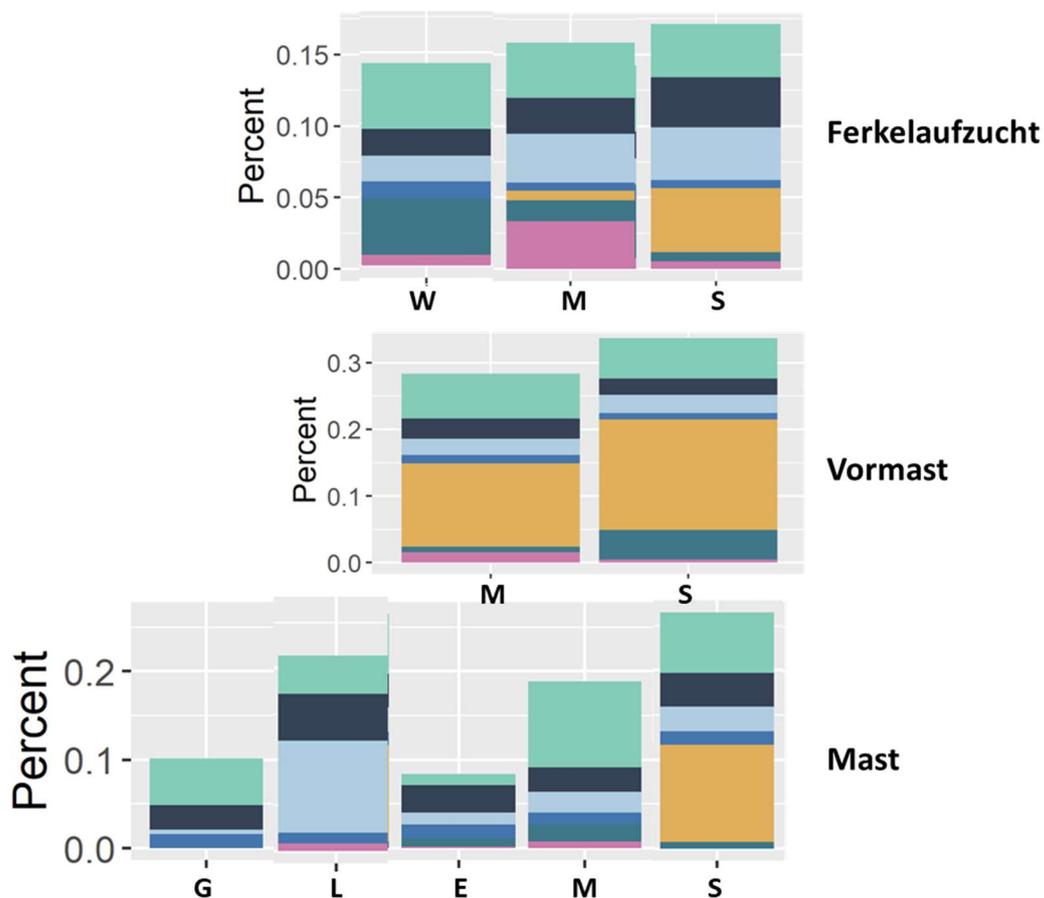




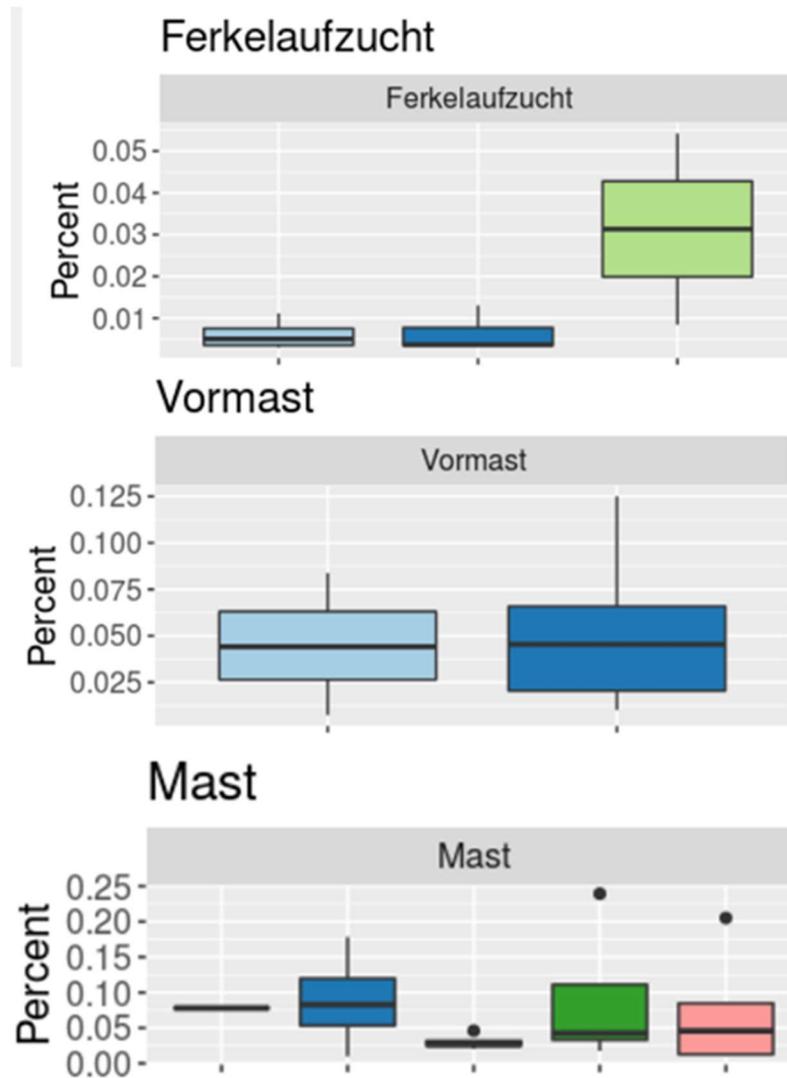
### 2.5.1.4 Auswertung der klinischen Untersuchungen

Die klinischen Befunde anhand über 30 Merkmale sind für die Entwicklung der Vorhersagemodelle zu 7 Gesundheitskomplexen zusammengefasst worden. Die Häufigkeit des Auftretens dieser Gesundheitskomplexe in der Ferkelaufzucht, Vormast und der Mast ist den Tabellen zu entnehmen. In der Vormast war der Anteil an Befundungen am höchsten und in der Ferkelaufzucht am geringsten. Der Anteil der Gesundheitskomplexe an den Befundungen ist betriebspezifisch.

- Allgemeinbefinden
- Atemwegserkrankungen
- Erkrankungen der Haut
- Erkrankungen des Bewegungsapparates
- Liegerverhalten
- Magen-Darm-Erkrankungen
- ZNS-Erkrankungen



## Anteil an Schwanzbeißen



## Hygiene

- Bei der Reinigung und Desinfektion gibt es Verbesserungsmöglichkeiten.
- In allen Betrieben wurden Erreger in den Wasserleitungen gefunden.

## Biosecurity

- Biobetriebe haben in der Tendenz ein höheres Risiko.
- Betriebe mit Jungsauenzukauf haben ein höheres Risiko.
- Betriebe sind sehr unterschiedlich bezüglich ihres Risikostatus.
- Jeder Betrieb ist ein Unikat.

- Der Einfluss von Produktionstyp, vorhandenen Erregern, und Biosecurity auf die Tiergesundheit ist groß.
- Tiergesundheit bleibt ein Geschehen im Betrieb / der Kette – eine Aufarbeitung der Situation durch Tierärzte bleibt unerlässlich.

### 2.5.1.5 Berechnung von Vorhersagemodellen

Die Projektdaten gingen als SmartData in eine vom DNTW erstellte SQL-Datenbank ein, welche auf einem relationalen Datenbankschema basiert. Die Datenbank wurde während des Datenerfassungszeitraumes des Projektes fortlaufend gepflegt und aktualisiert. Um die Plausibilität der ankommenden Sensordaten zu ermitteln, erstellte das DNTW im ersten Schritt die Shiny App *PigSCI*. Diese fokussiert sich besonders auf die Quantität der Daten und erstellt Warnungen bei fehlenden Daten.

Um die Modellierung zu beschleunigen und einzelne Fehlwerte zu kompensieren, wurden die Sensordaten geglättet und auf einen stündlichen Durchschnitt zusammengefasst. Um eine Zeitreihe zu analysieren, erfolgte eine STL Dekomposition (Seasonal and Trend decomposition using Losses), d.h. eine Zerlegung in 3 Komponenten.

Das **Auto**Regressive Integrated **Moving Average** (ARIMA) Model bezieht sowohl die Komponenten Trend und Saisonalität als auch die Autokorrelation mit ein. Klassischer Weise werden ARIMA Modelle für die Vorhersage von Werten verwendet. Sie können aber auch zur Lokalisierung von Ausreißern (Datenpunkte, die nicht vom Modell erklärt werden) verwendet werden.

Bei den erfassten Werten für Temperatur, Luftfeuchte, CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub> wurden die Ausreißer (outlier) im Zeitraum von zwei Wochen vor der jeweiligen 8-Wochen Untersuchung durch den SGD verwendet.

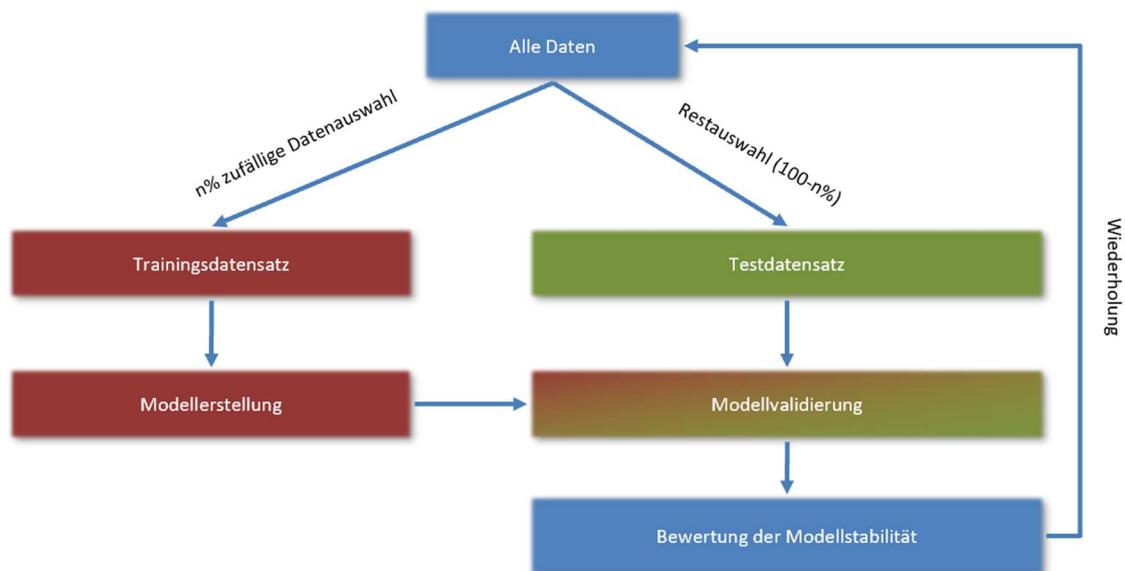
Das DNTW entwickelte Vorhersagemodelle für in der konventionellen Schweinehaltung typische Krankheitskategorien.

#### Modellentwicklung

Ziel: Einfluss der Klimadaten auf die Tiergesundheit von Schweinen in verschiedenen Systemen

1. Verknüpfung von Kenngrößen (Temperatur, Luftfeuchte, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>) mit klinischen Untersuchungen, die in der Zeitspanne 2 Wochen vor der Untersuchung (8 Wochenrhythmus) stattfanden.

2. Identifikation betriebsspezifischer Merkmale, welche den klimatischen Einfluss überlagern und das Modell dominieren
  - ⇒ Ausschluss der Lichtmessungen
3. Reduktion der Daten auf robuste Kenngrößen
  - ⇒ Begrenzt den Einfluss von (plausiblen) Ausreißern
  - ⇒ Verbessert die Modellschätzung
  - ⇒ trotz Nutzung von Saisonal angepassten ARIMA-Modellen:  
Insgesamt zu große Klimaschwankungen in den ökologischen Betrieben  
➔ Ausschluss für Modellbildung
4. Modelldefinition: GLMs wurden definiert für alle Krankheitskategorien  
(Allgemeinbefinden, Atemwegserkrankungen, Erkrankung des Bewegungsapparates, Erkrankung der Haut, Magen-Darm, ZNS, Liegeverhalten)
5. Modellkontrolle: mittels x-fold cross-validation
  - ⇒ Es wurden immer andere Merkmale und Kombinationen aus Merkmalen als Modellrelevant identifiziert
  - ⇒ Kaum Überlappungen
  - ⇒ Modelle können nicht als robust und relevant eingeschätzt werden



6. Alternative mittels Random-Forest Ansatz: wichtige Merkmale zur Krankheitsklasse zuordnen und kategorisieren

- ⇒ Anschließend mittels nearest-neighbour-Ansatz Klassenzugehörigkeit bestimmen
- ⇒ Prüfen wie hoch die Güte der Klassen-Bestimmung ist

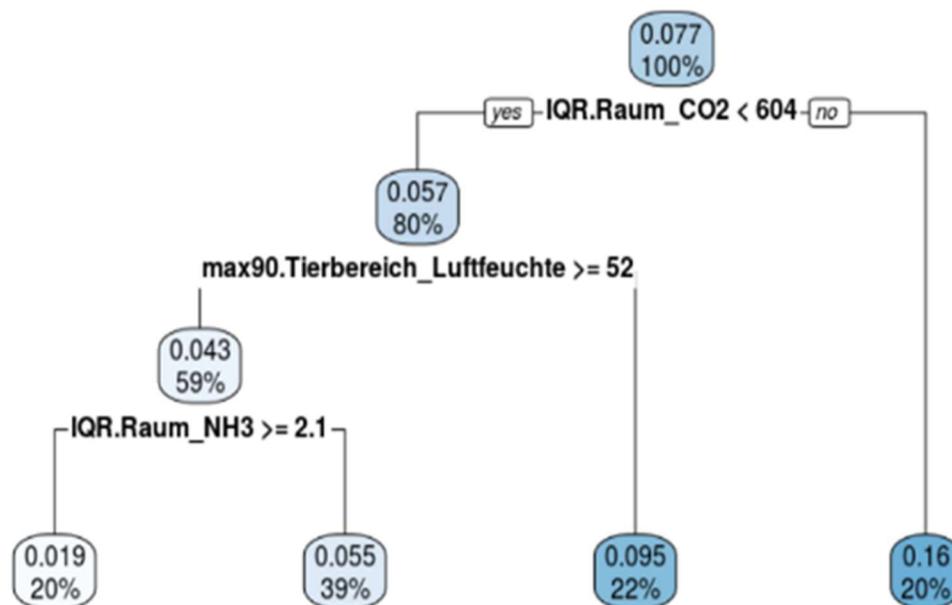
7. Komplexitätsreduktion mittels Hauptkomponentenanalyse

- ⇒ Ist Abbildung aus einem n-dimensionalen Vektorraum in 2D-Raum
- ⇒ Auch hier zeigt sich keine Separation

8. Entscheidungsbäume zur Erklärung der Daten

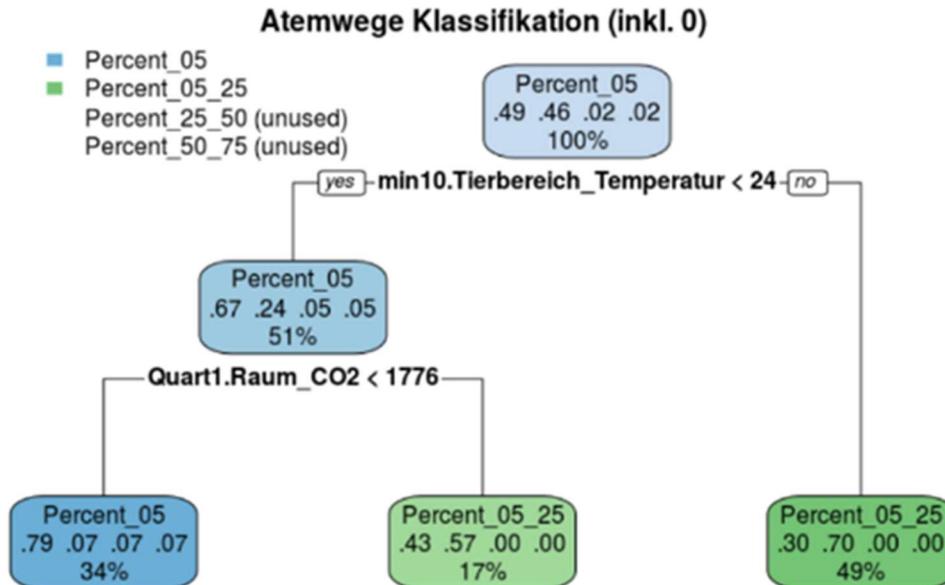
- ⇒ Ziel: Beobachtete Daten deskriptiv separieren nach einer endlichen Reihe von Regeln
- ⇒ Problem: Dieser Ansatz beschreibt nur die Tendenzen bzw. erklärt die vorhandenen Daten, ein Ausblick auf die Zukunft ist schwer möglich
- ⇒ Atemwegserkrankungen als Regressionsfragestellung

**Atemwege Regression (inkl. 0)**



- ⇒ Schätzen einer prozentualen Häufigkeit der Erkrankung
- ⇒ Merkmalsauswahl zeigt CO<sub>2</sub> und NH<sub>3</sub> sind in den Daten korreliert, was auf ein Signal hindeuten könnte bei mehr Daten

⇒ Atemwegserkrankungen als Klassifikationsfragestellung



⇒ Schätzen von Häufigkeitsintervallen in denen die Krankheit auftaucht

⇒ [25,50] und [50,75] nicht genutzt

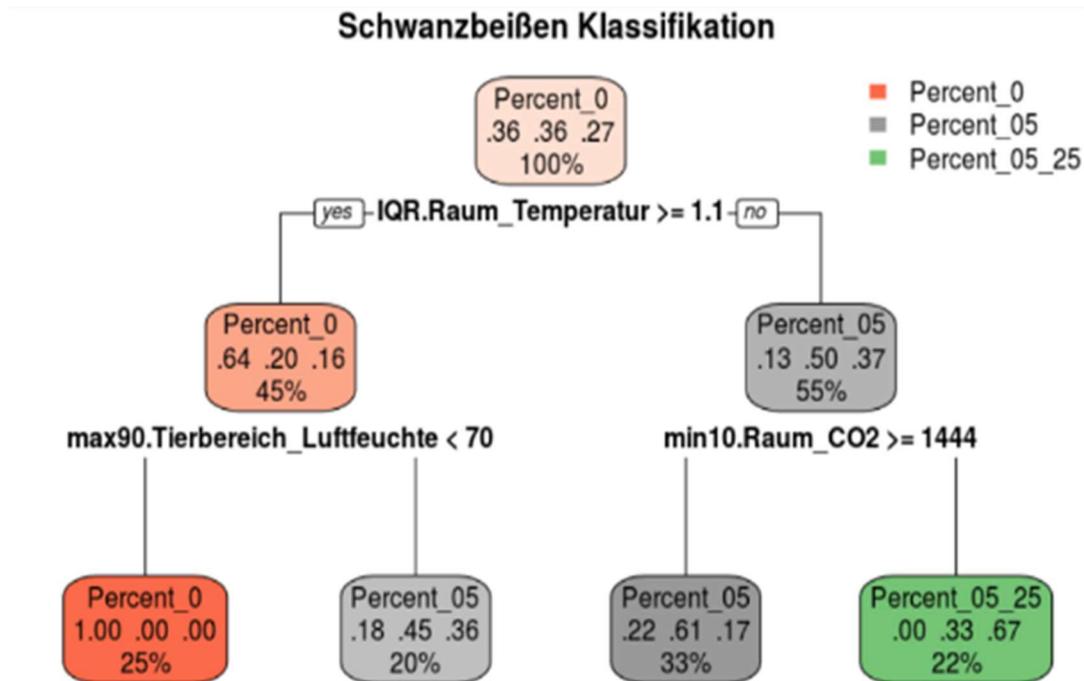
- keine klare Separation; Problem wie zuvor

- nur Erklärung der gemessenen Daten

Bei der Erstellung von Vorhersagemodellen für Gesundheitsparameter auf Basis der Klimadaten mussten die ökologischen Betriebe aus den Modellbildungen zur Vorhersage von Krankheiten vom DNTW ausgeschlossen werden. Die Klimadaten auf ökologischen Betrieben unterliegen starken Schwankungen im Klima (Differenzen Tag ⇔ Nacht; zwischen den Jahreszeiten, Schwankungen von Tag zu Tag). Aufgrund der Schwankungen im Klima kann das Einbeziehen dieser Daten bei der Analyse zwischen Klimadaten und Tiergesundheit zu falschen Rückschlüssen führen.

⇒ Klassifikationsbaum Schwanzbeißen

Ziel: Klassifikation der beobachteten Schwanzbeißvorgänge mittels eines Entscheidungsbaumes, weil keine anderen Modelle möglich waren



⇒ Separationsgüte sehr gering

⇒ Nur Intervalle 0-25% abgedeckt

⇒ 55% der Schwanzbeißvorgänge im Rechten Teilbaum,  
45% links bei Interquartilabstand >1.1

- große Schwankungen in der Raumtemperatur könnten Stress erzeugen

⇒ Die unteren 10% mit CO<sub>2</sub> > 1444 führen zu 33% der Schwanzbeißvorgänge

- hohe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen erzeugen Stress

aber 22% der Schwanzbeißvorgänge mit <1444 und IQR < 1.1 (geringe Streuung)

- unerwartet unbekannte Umgebungsänderung was zu Schwanzbeißen führt (?)

Fazit:

Es konnte kein funktionaler Zusammenhang zwischen der relativen Anzahl erkrankter Tiere und Stallklimadaten erkannt werden. Weiterhin konnten die eingesetzten Modelle die Daten nicht so gut voneinander separieren, um generalisierbare Aussagen treffen zu können. Für Atemwegserkrankungen konnte ein Trend beobachtet werden, wonach sich niedrige Temperaturen sowie eine erhöhte CO<sub>2</sub> Konzentration negativ auf den Atemwegsapparat der Tiere auswirken. Die schlechte Signalerkennung in den Daten kann unter anderem auch auf die Heterogenität der Betriebe zurückgeführt werden.

### 2.5.1.6 Einstellung der Landwirte zur 4.0 Technik

Anhand eines von MSG entwickelten strukturierten Fragebogens mit unterstützenden Antworten und mit offenen Fragen wurden die Einstellungen der Landwirte zur digitalen Technik erfasst.

Die Beantwortung der Fragestellung „Wie informieren sich Landwirte über die 4.0 Technik“, ergab, dass Berufsschulen und Universitäten/Fachhochschulen keine Rolle als Informationsquelle spielen, um sich über Tiergesundheit und 4.0 Technik zu informieren.

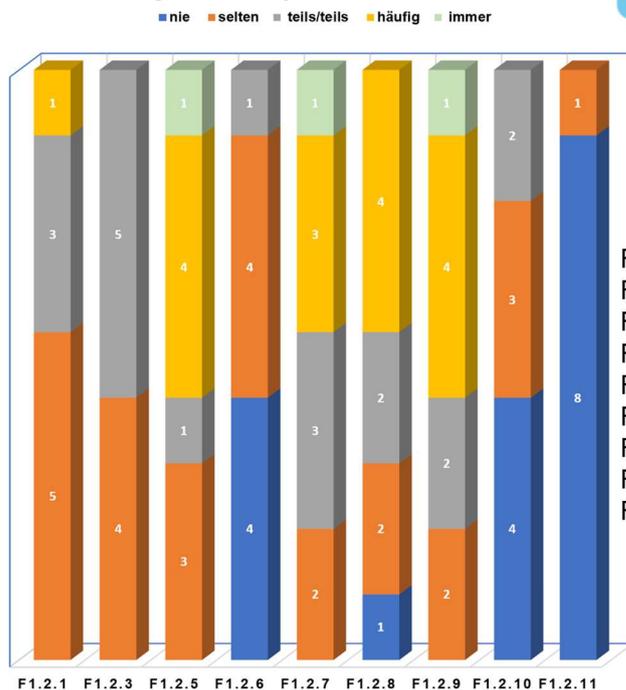
Die Landwirte hatten zu Beginn des Projektes höhere Erwartungen an einen regen Informationsaustausch. Bedingt durch Corona mussten geplante Betriebsbesuche abgesagt werden. OG Treffen wurden virtuell mit Zoom durchgeführt. In den Zoom-Meetings ist es zu keinem regen Informationsaustausch gekommen. Seitens der Landwirte hätte man sich bereits während der Laufzeit des Projektes (Kernzeit der Pandemie) einen regeren Informationsaustausch über die Erkenntnisse im Projekt gewünscht. Dieser Mangel an Kommunikation konnte auch durch Gruppenbildungen in den ZOOM-Meetings und die schriftliche Bereitstellung der Informationen nicht kompensiert werden.

Die Bedeutung der 4.0 Technik, das Management des Betriebsleiters zu unterstützen, wird unterschiedlich beurteilt. Einige wollen nach Projektende ohne 4.0 Technik weiter wirtschaften, andere wollen 4.0 Technik im Stall weiter ausbauen.

Um die durch die Technik bereitgestellten Informationen seitens des Managements besser nutzen zu können, müssten neue Dienstleistungen entwickelt werden.

Die differenzierte Beantwortung der Fragen kann den folgenden Abbildungen entnommen werden. Gelb gekennzeichnete Fragen haben einen größeren/großen Einfluss gehabt und blau gefärbte einen geringeren.

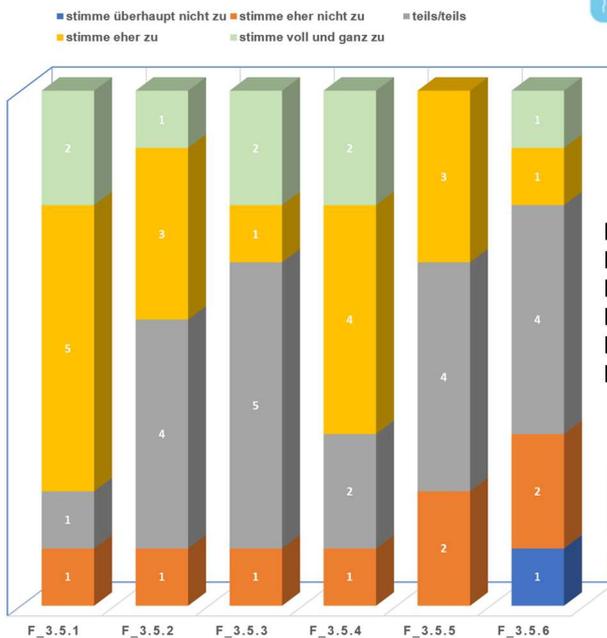
### Nutzung von Infoquellen zur 4.0 Technik



#### Infoquellen zur 4.0 Technik

- F\_1.2.1 Berufskollegen
- F\_1.2.3 Schweinegesundheitsdienst
- F\_1.2.5 Schweinespezialberater
- F\_1.2.6 Außendienst der Industrie
- F\_1.2.7 Fachzeitschriften
- F\_1.2.8 Vorträge, Seminare, Workshops
- F\_1.2.9 Internet, Websites, Newsletter
- F\_1.2.10 Fachhochschulen, Universitäten
- F\_1.2.11 Berufsschulen

### Was kann durch 4.0 Technik erreicht werden?

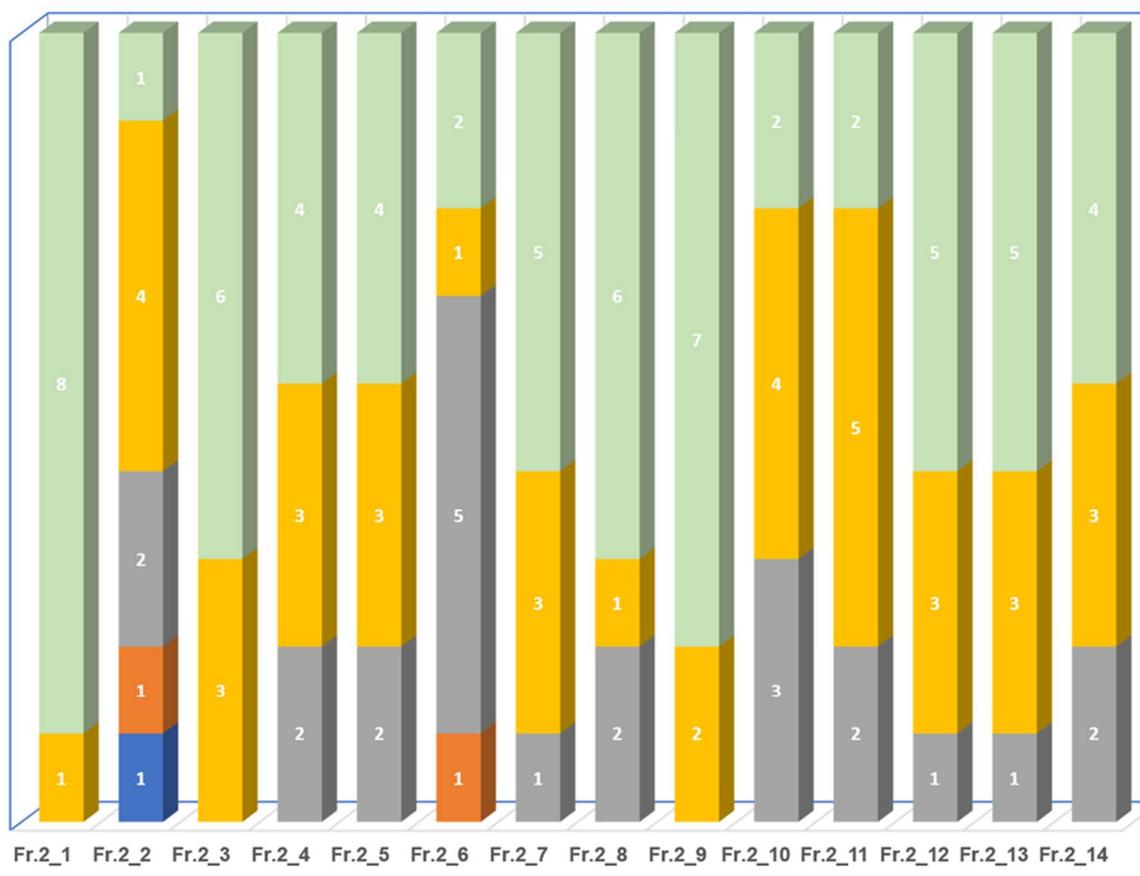


#### Es kann erreicht werden ...

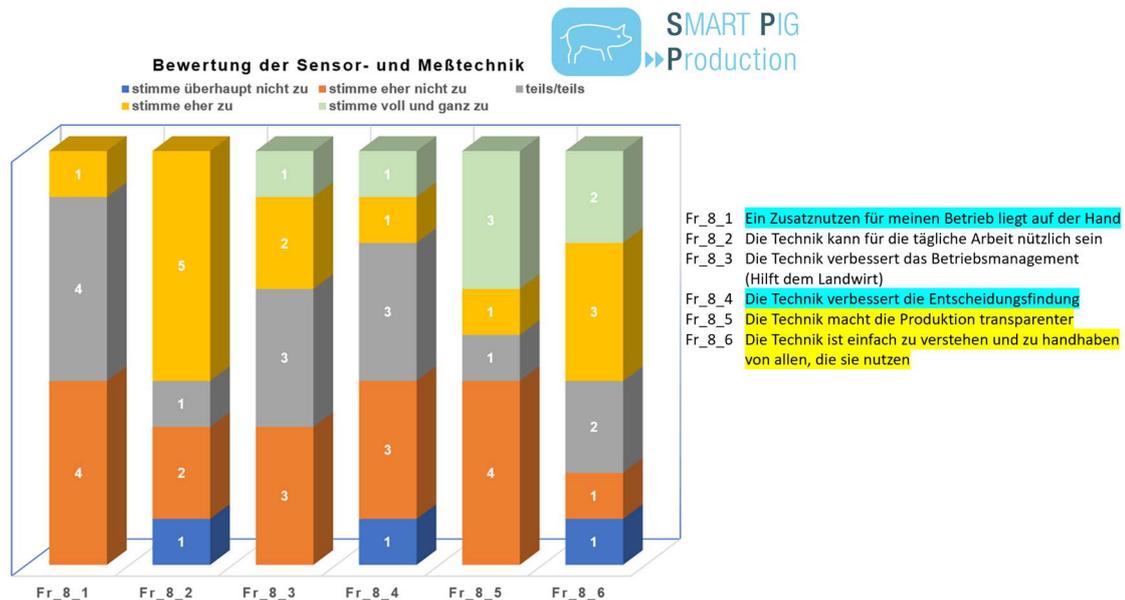
- F\_3.5.1 Bessere Kontrolle der Produktion
- F\_3.5.2 Verbesserung der Produktivität
- F\_3.5.3 Verbesserung der tierischen Leistung
- F\_3.5.4 Verbesserung der Tiergesundheit
- F\_3.5.5 Verbesserung der Arbeitsbedingungen
- F\_3.5.6 Vereinfachung der Arbeit

### Einstellung zu Managementmaßnahmen

■ lehne voll und ganz ab ■ lehne eher ab ■ teils/teils ■ stimme eher zu ■ stimme voll und ganz zu



- Fr.2\_1 Verbesserung der Tiergesundheit
- Fr.2\_2 Einsatz von Antibiotika
- Fr.2\_3 Verbesserung des Impfmanagements
- Fr.2\_4 Verbesserung der Biosicherheit
- Fr.2\_5 Verbesserung Reinigung+Desinfektion
- Fr.2\_6 Erfolgskontrolle von Reinigung+Desinfektion
- Fr.2\_7 Verbesserung der Wasserqualität
- Fr.2\_8 Verbesserung der biologischen Leistungen
- Fr.2\_9 Verbesserung des Stallklimas
- Fr.2\_10 4.0 Technik im Schweinestall
- Fr.2\_11 Sensoren zur Steuerung der Fütterung
- Fr.2\_12 Sensoren zur Lüftungssteuerung
- Fr.2\_13 Sensoren zur Messung des Stallklimas
- Fr.2\_14 Sensoren zur Messung des H2O-verbrauchs



#### Lessons learned

- Die Bedeutung der 4.0 Technik in der Unterstützung des Managements (Betriebsleiters) wird unterschiedlich beurteilt.
- Landwirte sind vom Nutzen digitaler Lösungen überzeugt. Bei der Beurteilung digitaler Technik sind für Landwirte die Erfahrungen der Berufskollegen sehr wichtig. Eine Vernetzung der Landwirte kann einer der wichtigsten Gründe für den Einstieg in die Technik sein.
- Berufsschulen und Universitäten/Fachhochschulen spielen keine Rolle, um sich über Tiergesundheit und 4.0 Technik zu informieren.
- Ein Austausch von Informationen unter den Projektpartnern war sehr hilfreich.
- Im Arbeitsalltag ist der Faktor Mensch das Wichtigste!
- Sensoren können aktuell den laufenden Betrieb gut überwachen und bei Grenzwertüberschreitungen informieren.
- Ob die Sensordaten bei der Vermarktung einen Mehrwert schaffen können, muss geprüft werden.
- Die Landwirte haben Interesse auch weiterhin mit dem SPP-Konsortium zusammen zu arbeiten.

- Einige Landwirte wollen 4.0 Technik im Stall weiter ausbauen.
- Es müssen neue Dienstleistungen entwickelt werden, damit das Management die durch die Technik bereitgestellten Informationen besser nutzen kann.
- Landwirte haben klare Vorstellungen von Gründen, die sie motivieren auf dem Betrieb Maßnahmen einzuleiten (Verbesserung der Tiergesundheit, Wirtschaftlichkeit, Impfmanagement, Stallklima).
- Der Hoftierarzt ist eindeutig die Bezugsperson für den Landwirt, wenn es um Fragen der Tiergesundheit geht.

### 2.5.2 Abweichungen zwischen Planung und Ergebnis

- Das geplante OG Meeting am 19.03.2020 musste abgesagt werden. Dafür wurde ein nicht geplantes am 27.04.22 durchgeführt.
- Die Erfassung der Schlachtbefunde auf den Schlachthöfen konnte coronabedingt nicht durchgeführt werden. Externe hatten keinen Zugang zum Schlachthof.
- OG Meetings mit allen Partnern konnten nicht immer in Präsenz durchgeführt werden.
- Die geplante Erfassung der Sensordaten durch Betriebsbesuche per USB war coronabedingt zeitweise nicht möglich. Die Erfassung per Internet wurde auf den Betrieben umgestellt, wo die technischen Voraussetzungen geschaffen werden konnten.

### 2.5.3 Projektverlauf (Fotos)



Die Mannschaft auf dem Betrieb Schmidt bei der Installation

Um nicht von den Schweinen beschädigt zu werden, wurden die Sensoren auf einer Platte an Ketten über den Schweinen aufgehängt oder, um im Kopfbereich der Tiere zu messen, in Käfigen geschützt.



Sehr schnell nagten die Zeichen der Zeit



## IGW Berlin Januar 2020

(Eine Bilddokumentation mit Bildern von der IGW ist dem Abschlussbericht angefügt)




**TIERGESUNDHEIT  
NEU DENKEN.**

**EIP Agri OG-Mitglieder**

- Schmidt Ferkelaufzucht GBR
- Schweinemast Hilmar Schmidt
- Bio Schweinehaltung KG
- Voigteier Freiland Schwein GBR (Ferkelerzeugung)
- Ferkelerzeugung Jens Meyer
- Meyer Tierhaltungs KG (Schweinemast)
- Ferkelerzeugung Niklas Winkelmann
- Schweinemast Christoph Löffels
- Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutztierwissenschaften, Systeme der Nutztierhaltung
- VZF GmbH Erfolg mit Schwein
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Schweinegesundheitsdienst
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen, LBZ Echem
- Marketing Service Gerhardy

4.0 Sensortechnik in Schweineställen

kontinuierliche Datenerfassung und Analyse von Produktions- und Tiergesundheitsinformationen

Künstliche Intelligenz zur Optimierung von Produktion und Tiergesundheit

Kontaktadresse: [mvg-garbsen@gerhardy.eu](mailto:mvg-garbsen@gerhardy.eu)

gefördert durch:




In einem Innovationsprojekt gibt es einen großen Abstimmungsbedarf



AG Treffen in Garbsen am 21.02.2020 vor der Pandemie nach der IGW Berlin



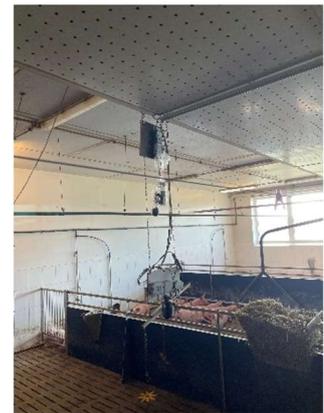


Sensortafel zur Erfassung des Stallklimas und Wetterstation zur Messung des Klimas im Außenbereich

Anordnung und Ergebnisse der Schallpegelmessung

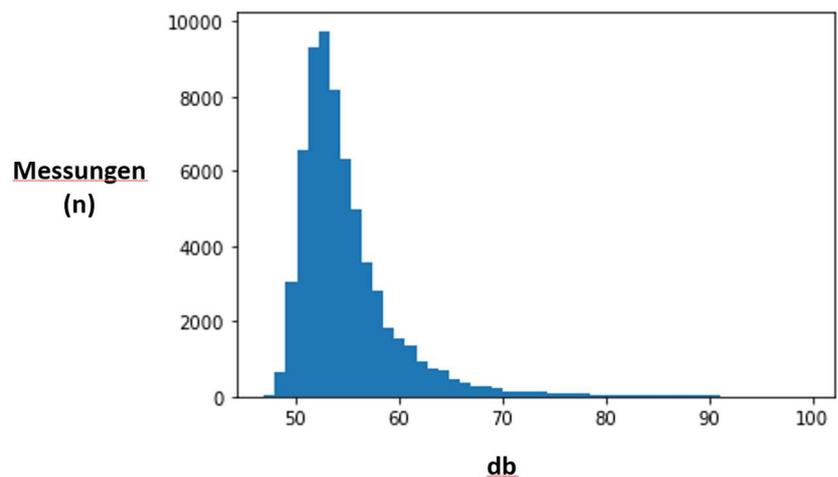


PeakTech®



	db
Min:	47,0
Max:	99,5
Quartile:	
25%	51,9
50%	53,7
75%	56,5
SD ±	5,0

Messungen (n) 65140



Atemwegserkrankungen sind 4 Tage vorher hörbar

## Woraus besteht das SoundTalks® System?

Das System besteht aus

- Gateway
  - Monitoren,
  - Software
- ✓ einfach in der Bedienung
  - ✓ robust, langlebig
  - ✓ extra für die Nutzung im Stall entwickelt

Mittels automatisierter Analyse der Geräusche werden die Tiere kontinuierlich und objektiv überwacht.

Die Überwachungsgeräte verarbeiten diese Informationen und liefern sie über das Gateway in die Cloud.



FAZ Raum 1	ReHS	ReHS					VM Raum 2	ReHS	ReHS				
Date	ReHS	ReHS	T Min	T Value	T Max	Diff t	Date	ReHS	ReHS	T Min	T Value	T Max	Diff t
18 Mrz 2022	blue	34	26,5	28,0	30,5	4,0	18 Mrz 2022	blue	63	23,5	24,5	25,5	2,0
19 Mrz 2022	red	39	26,5	28,0	30,5	4,0	19 Mrz 2022	yellow	60	24,0	25,0	25,5	1,5
20 Mrz 2022	yellow	56	26,0	27,5	30,0	4,0	20 Mrz 2022	yellow	59	24,5	25,0	26,0	1,5
21 Mrz 2022	blue	26	26,5	27,5	30,5	4,0	21 Mrz 2022	blue	30	24,0	25,0	25,5	1,5
22 Mrz 2022	yellow	45	26,0	27,0	29,0	3,0	22 Mrz 2022	yellow	54	23,5	24,5	25,5	2,0
23 Mrz 2022	red	29	25,5	27,0	29,0	3,5	23 Mrz 2022	red	33	24,0	24,5	26,0	2,0
24 Mrz 2022	red	23	25,5	27,0	28,5	3,0	24 Mrz 2022	red	27	24,0	25,0	27,0	3,0
25 Mrz 2022	red	24	25,5	27,0	29,0	3,5	25 Mrz 2022	red	23	24,0	25,0	27,0	3,0
26 Mrz 2022	red	22	25,0	26,5	28,5	3,5	26 Mrz 2022	red	24	23,5	25,0	26,5	3,0
27 Mrz 2022	red	24	25,0	26,5	28,5	3,5	27 Mrz 2022	red	33	23,5	24,0	25,5	2,0
28 Mrz 2022	red	28	24,5	26,0	28,5	4,0	28 Mrz 2022	red	29	23,5	24,0	25,5	2,0
29 Mrz 2022	red	27	24,5	26,0	28,0	3,5	29 Mrz 2022	red	33	23,5	24,5	25,5	2,0
30 Mrz 2022	red	32	24,5	26,0	28,0	3,5	30 Mrz 2022	red	32	23,5	24,5	25,0	1,5
31 Mrz 2022	yellow	51	24,5	26,0	28,0	3,5	31 Mrz 2022	red	34	23,5	24,5	25,0	1,5
01 Apr 2022	yellow	48	24,0	26,0	27,5	3,5	01 Apr 2022	red	38	23,5	24,5	25,0	1,5
02 Apr 2022	yellow	52	24,0	25,5	27,5	3,5	02 Apr 2022	yellow	58	23,5	24,5	25,0	1,5
03 Apr 2022	yellow	55	24,0	25,5	27,5	3,5	03 Apr 2022	yellow	54	23,0	24,0	25,0	2,0
04 Apr 2022	green	67	23,5	25,5	27,0	3,5	04 Apr 2022	yellow	56	23,0	24,0	25,0	2,0

Ø 26,6

Ø 3,6

Ø 24,6

Ø 2,0

## 2.5.4 Beitrag des Ergebnisses zu förderpolitischen EIP-Themen

Gemäß der „Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für die Tätigkeiten Operationeller Gruppen im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft „Produktivität und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft“ (EIP Agri)“ ist es das Ziel von EIP Agri, einen Beitrag für eine wettbewerbsfähige, nachhaltig wirtschaftende und tierartgerechte Land- und Ernährungswirtschaft zu leisten. Die Zusammenarbeit zwischen Landwirten, Wissenschaft, Beratern und Unternehmen des Agrar- und Nahrungsmittelsektors soll verbessert werden.

Durch die Zusammenarbeit von konventionell und ökologisch wirtschaftenden Landwirten, dem Schweinegesundheitsdienst, dem VzF, der Universität Göttingen und Marketing Service Gerhardy wurde mit der Bearbeitung folgender innovativer Fragestellungen ein nachhaltiger Beitrag dazu geleistet dem EIP Agri Zielen zu entsprechen.

Folgende innovative Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Einführung von 4.0 Sensortechnik auf Schweine haltenden Betrieben zur Verbesserung des Wissens über den Produktionsprozess und die Tiergesundheit mittels kontinuierlich erhobener Daten.
- Einsatz von SmartData (zusammengeführte Sensor- und „Produktionsdaten“), um zeitgleich bereits im laufenden Produktionsprozess Informationen für Managemententscheidungen zur Verfügung stellen zu können.
- Entwicklung von Vorhersagemodellen auf Basis der SmartData zur Optimierung von Tiergesundheit und Haltung, um Einflüsse, die sich negativ auf die Tiergesundheit auswirken, zu eliminieren.
- Optimierung des Informationsaustausches zwischen Schweinehaltern mit unterschiedlichen Produktionsausrichtungen (ökologisch ↔ konventionell bzw. Ferkelerzeugung ↔ Ferkelaufzucht ↔ Schweinemast), Wissenschaftlern und Beratern.
- Einstellung der Landwirte zur 4.0 Technik.

Aufgrund der Pandemie konnte das Informationsmodell nur bedingt umgesetzt werden. Als Reaktion auf die coronabedingten Regelungen konnten aber innovative Kommunikationsformen (Hybridmeetings, online Konferenzen) eingeführt werden.

### 2.5.5 Nebenergebnisse

Negative Nebenergebnisse:

Aufgrund der sehr angespannten wirtschaftlichen Lage und der Ungewissheit der Entwicklung der Rahmenbedingungen für die Schweinehaltung ist die Bereitschaft von allen Landwirten, die eingebaute Sensortechnik nach Projektende ohne Förderung einzusetzen, wegen der Kosten gering / nicht da.

Positive Nebenergebnisse:

Es konnten Informationen und Erkenntnisse über das Stallklima durch 24/7 Messungen und die Tiergesundheit gewonnen werden, welche in dieser Form nicht bekannt waren. Die Erkenntnisse werden sowohl bei der Wissenschaft zur Entwicklung neuer Projekte einfließen als auch in der Praxis zur Unterstützung des Managements (u.a. Entwicklung neuer Produkte bei KMUs) genutzt.

Mit MSG konnte das hiesige Ecosystem (u.a. pig food chain) durch einen gezielten Austausch mit Teilnehmern anderer Projekte erweitert werden. In diesem Zusammenhang sei auf das Mitwirken von SPP beim Cross Border Meeting of Experts in Wehnen am 3. Juni 2022 verwiesen (siehe auch Öffentlichkeitsarbeit). Durch den Einsatz von in einem anderen Horizon 2020 Projekt entwickelten Sensortechnik (SoundTalks®) konnten Gesundheitseinbrüche mit den Sensordaten vermieden bzw. besser therapiert werden.

### 2.5.6 Arbeiten ohne Lösung bzw. ohne Ergebnis

Da die Tiere auf den ökologisch wirtschaftenden Betrieben auf freiem Feld auf wechselnden Standorten gehalten werden, konnte die angestrebte Bestückung mit Sensoren ohne Stromanschluss durch den Einsatz von Batterien zwar gelöst werden, aber zur Kontrolle der Sensoren in den Hütten mit ferkelführenden Sauen in Außenhaltung konnte keiner ohne Gesundheitsgefährdung in die Hütte gehen. Die Erfassung von Produktions- und Gesundheitsdaten ist unter solchen Haltungsbedingungen sehr schwierig. In der Hütten-Außenhaltung sind die Verluste durch Vogelfraß, Füchse etc. sehr hoch (bis zum Totalausfall an Ferkeln).

Schwankungen im Klima (Differenzen Tag ↔ Nacht; zwischen den Jahreszeiten, Schwankungen von Tag zu Tag) überlagern die Schwankungen im Klima mit einem unmittelbaren Bezug zur Tiergesundheit auf den ökologisch wirtschaftenden Betrieben.

Wenn in Deutschland kein Internet im ländlichen Raum zur Verfügung steht, ist eine Internetanbindung nicht möglich.

Demo-Veranstaltungen, Meetings und Vortragsveranstaltungen zur Verbreitung des Wissens konnten coronabedingt nicht durchgeführt werden.

## 2.6 Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Die im Rahmen des Innovationsprojektes gewonnenen Erkenntnisse sind von wesentlicher Bedeutung für die Praxis. Das Wissen und die Erfahrungen können zum Wohle der Tiergesundheit und zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit genutzt werden und sind relevant für Schweinehalter und Tierärzte sowie Stallbauer und Stalltechniker bei der weiteren Optimierung der Stallhaltungssysteme.

Die Messergebnisse 24/7 können einen Beitrag dazu leisten, das Management zur Steuerung des Stallklimas zu verbessern, aber auch die Ursachenforschung bei Problemen zu unterstützen. Eine Gegenüberstellung der gemessenen Schwankungen des Stallklimas (Differenzen Tag ↔ Nacht; Schwankungen von Tag zu Tag; Unterschiede zwischen Messpunkten im Abteil und Unterschiede zwischen Messpunkten in der Bucht) mit den Annahmen beim Design des Projektes und der Konzeption der Technik zeigt teilweise große Unterschiede.

Die Wirkung der Faktoren, die auf die Einsatzbereitschaft der Technik im Stall einwirken, sind nicht zu unterschätzen. Die Technik soll möglichst nah im Bereich der Tiere sein. Wenn die Technik mit den wachsenden Tieren nicht mit erhöht wird, kommt die Technik schnell in den Zugriff der Tiere und wird zerstört bzw. aufgefressen. Anderenfalls müssen Schutzkörbe angebracht werden (siehe oben 2.5.3 Projektverlauf Fotos).

Aufgrund der Zusammenhänge zwischen CO<sub>2</sub> und der Gesundheit konnten den Praktikern Informationen und Hinweise gegeben werden, der Stallklimaführung mehr Beachtung zu schenken. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Zusammenhänge zwischen Lüftungsrate, Luftfeuchtigkeit, CO<sub>2</sub> Gehalte und Stalltemperatur hingewiesen. Verstärkt durch die aktuelle Situation der hohen Energiepreise kann eine geringere Lüftungsrate den Wärmebedarf senken, aber die Luft wird „schlechter“ und das kann auf die Tiergesundheit einwirken.

Die Erfassung der Lichtverhältnisse ist ein Problem. An das Fenster als Einflussfaktor auf die Messwerte wurde gedacht, aber die Wirkung der Ausrichtung auf den Boden oder unter die Decke auf die Messwerte wurde unterschätzt.

Die in dieser Qualität und Quantität bislang nicht verfügbaren Informationen über die Tiergesundheit und Haltung können u. a. in Niedersachsen und auch national bei der Weiterentwicklung der Haltungssysteme in der konventionellen und ökologischen Schweinehaltung verwendet werden. Beispielhaft seien genannt:

- im Tierschutzplan
- bei den Tierwohliniitiativen
- bei der Entwicklung innovativer Konzepte für den Stall der Zukunft
- bei der Entwicklung der Niedersächsischen Nutztierhaltungsstrategie

Die im Projekt gesammelten Erfahrungen und das Interesse der Landwirte etwas nachhaltiges zur Verbesserung der Tiergesundheit über das Projektende hinaus anzuschieben führte zur Entwicklung eines Schweinegesundheitskonzeptes unter besonderer Beachtung der Daten von innovativer Technik.

Im Rahmen des im SPP von SGD und MSG entwickelten SPP Schweinegesundheitskonzeptes kommt es zum Einsatz von 3 Techniken, um den Bedürfnissen der Praxis Rechnung zu tragen:

- SoundTalks®
- Schallpegelmessungen
- Stallklima 24/7 mobil

Der SGD und MSG wollen in den nächsten Monaten die Ansätze weiter betreuen. Relevant ist der Ansatz zur Informationsbeschaffung für Landwirte, Tierärzte, Berater (Betriebswirte, Lüftungstechniker, Stallbauer etc.).



### Schweinegesundheitskonzept

Weitere Zusammenarbeit und Nutzung der Ergebnisse

#### TOOLS:

- SoundTalks®
- Schallpegelmessung
- Stallklima 24/7 mobil



Schallpegelmessgerät



Stallklima  
24/7 mobil



SoundTalks®

EIP Agri OG SmartPigProduction



Das entwickelte Gesundheitskonzept soll der Praxis verfügbar gemacht werden.

## 2.7 Wirtschaftliche und wissenschaftliche Anschlussfähigkeit

Im Rahmen des SPP Projektes wurden Erkenntnisse gewonnen, die weder der Wirtschaft noch der Wissenschaft in dieser Form verfügbar waren. Dieses betrifft vor allem das Stallklima und Ergebnisse über stetige klinische Untersuchungen der Tiere.

Eine Fortführung der Untersuchungen wäre sinnvoll, um weitere Fragestellungen im Zusammenhang mit Stallklima 24/7 zu bearbeiten, insbesondere im Zusammenhang mit der Handhabung von den in der TierSchNutzV festgelegten Grenzwerten.

Die Informationen können in vielfältiger Weise in der ökologischen und konventionellen Schweinehaltung bei der Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Schweinemast genutzt werden, um die Tiergesundheit zu verbessern.

Pionierarbeit wurde beim Einbau der Technik in die Ställe geleistet. Später begonnene Projekte (EIP, BLE) haben beim Design ihrer Projekte auf die Erkenntnisse schon zurückgegriffen.

## 2.8 Kommunikations- und Disseminationskonzept

Die Beschreibung des EIP-AGRI Projektes „Verbesserung von Tiergesundheit und Wettbewerbsfähigkeit auf ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben durch Einsatz von 4.0 Sensortechnik“ ist in einer Broschüre zusammengestellt. Das Projekt konnte mit der Broschüre

und Stelen auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin in der Niedersachshalle im Januar 2020 vorgestellt werden. Die Broschüre ist dem Abschlussbericht beigelegt.

Um den Wiedererkennungswert in der internen und externen Kommunikation zu verbessern,

wurde für das SPP Projekt das Logo  entwickelt.

Pandemiebedingt waren zeitweise alle Veranstaltungen abgesagt. Erst im Verlauf des Projektes wurde auf Online-Veranstaltungen umgestellt.

### **European Commission and the EIP-AGRI Support Facility**

EIP-AGRI online workshop, 9-10 December 2021, Farm data for better farm performance

### **dvs- Deutsche Vernetzungsstelle**

- dvs\_eip-datenbank\_deutsch
- dvs\_eip-datenbank\_engl
- dvs\_2020\_Projekte der EIP-Agri in Deutschland
- Bundesweiter Workshop Operationelle Gruppen, 8./9. September 2022, Hannover

### **EIP Netzwerk Agrar & Innovation Niedersachsen**

- EIP AGRI Netzwerktreffen, 28.02.2019, Hannover
- IGW 2020, 17.-26.01.2020, Berlin
- EIP AGRI Netzwerktreffen, 25.11.2021 online
- EIP AGRI Netzwerktreffen, 28.04.2022, online
- EIP AGRI Netzwerk (Schlüsseltechnologien)  
<https://projekte.eip-nds.de/schlüsseltechnologien/smart-pig-production-spp-bessere-schweinehaltung-durch-sensortechnik/>
- EIP AGRI Netzwerk, Projekte,  
<https://projekte.eip-nds.de/schlüsseltechnologien/smart-pig-production-spp-bessere-schweinehaltung-durch-sensortechnik/>

### **Weitere Veröffentlichungen**

- VzF, Fachgruppentreffen, 13.06.2019
- VzF, Beratertreffen, 24.06.2019
- VzF, Fachgruppentreffen, 05.09.2019
- VzF, Arbeitskreis, 23.10.2019
- VzF, Informationstage, 29.10.2019, Garrel

- VzF, Informationstage, 30.10.2019, Verden
- VzF, Fachgruppentreffen, 14.11.2019
- VzF, Arbeitskreis, 04.12.2019
- VzF, Teamversammlung Süd, 04.02.2020
- VzF, Vorstellung von Innovationsprojekten, 22.07.2020, Verden
- VzF Jahresbericht 2020
- Landwirtschaftliches Bildungszentrum Echem  
<https://www.lbz-echem.de/index.cfm/nl/2349,01036764,0,@cust@.html?>
- LWK Niedersachsen  
[https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/projekte/449\\_SmartPigProduction](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/projekte/449_SmartPigProduction)
- LWK Niedersachsen  
[https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/36317\\_Smart\\_Pig\\_Production](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/36317_Smart_Pig_Production)
- LWK Niedersachsen, Jahresbericht Tierhaltung 2019/2020: Leistungs- und Qualitätsprüfungen sowie Projekte in der Tierhaltung, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg  
[https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/36633\\_Leistungs-\\_und\\_Qualitaetspruefungen\\_sowie\\_Projekte\\_in\\_der\\_Tierhaltung](https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/36633_Leistungs-_und_Qualitaetspruefungen_sowie_Projekte_in_der_Tierhaltung)
- LWK Niedersachsen, Fachforum Schwein, 05.02.2020, Cloppenburg
- ESPHM, May 2022, Budapest, Ungarn
- VzF GmbH Erfolg mit Schwein  
<https://www.vzf-gmbh.de/angebote/projekte-in-der-vzf-gmbh/60-spp-smartpigproduction>

Geplant ist die Verbreitung der Ergebnisse des Projektes auf Vortragsveranstaltungen und Tagungen sowie in der Fachpresse.

Garbsen, 12.08.2022

Dr. Hubert Gerhardy

Projektkoordinator