

## **Abschlussbericht für den Antrag**

### **„Bewertung der Tiergesundheit unter Berücksichtigung des Ammoniakgehaltes und subklinischen Mykoplasmeninfektionen im Zusammenhang mit Schlachthofbefunden bei Schweinen“**

#### **Antragsteller:**

Prof. Dr. Irena Czycholl  
Department of Veterinary and Animal Sciences  
University of Copenhagen  
Grønnegårdsvej 8, 1870 Frederiksberg  
Email: [ic@sund.ku.dk](mailto:ic@sund.ku.dk)

(vormals:

Institut für Tierzucht und Tierhaltung  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Olshausenstraße 40, 24118 Kiel)

#### **Kurzfassung:**

Das vorliegende Projekt widmete sich der Bewertung der Tiergesundheit unter Berücksichtigung des Ammoniakgehaltes und subklinischer Mykoplasmeninfektionen im Zusammenhang mit Schlachtbefunden bei Schweinen. Dazu wurden auf drei landwirtschaftlichen Betrieben (konventionell (2) und ökologisch (1) der Gesundheits- und generelle Tierwohlstatus sowie Klimadaten wöchentlich und kontinuierlich erfasst. Ziel war es, den Zusammenhang des Gesundheitszustandes auf dem Betrieb und den Schlachtbefunden zu entschlüsseln. Dafür wurden Schweine von den kooperierenden Betrieben individuell markiert und wöchentlich bonitiert. Von diesen individuell markierten Schweinen wurden auch post mortem Indikatoren (Schlachtbefunde) dokumentiert sowie Lungengewebsproben am Schlachtband entnommen, um eine mögliche Infektion mit Mykoplasmen mittels PCR zu detektieren.

Die PCR-Analyse deckte Unterschiede in der Infektion mit Mykoplasmen zwischen den Betrieben und den einzelnen Durchgängen auf, wobei die Infektionen das Impfreime der Betriebe widerspiegeln. Zudem konnten hier Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Mykoplasmeninfektionen und den Betriebsindikatoren Bursitis, Husten, Körperzustand und Ohrläsionen festgestellt werden. Dies unterstreicht den negativen Einfluss von Mykoplasmen auf die generelle Tiergesundheit/das Tierwohl.

Da weiterhin negative Effekte auf Tiergesundheit durch Ammoniak bekannt sind, ist die Erfassung des Ammoniakgehaltes ein wichtiger Bestandteil der tierärztlichen Bestandsbetreuung/des Betriebsmanagements. Bislang wird dies meist durch Handmessgeräte gelöst, welche eine Momentdarstellung ermöglichen. In dieser Studie wurden die Ergebnisse zweier klassischer Handmessgeräte mit denen eines kontinuierlich erfassenden digitalen Sensors verglichen. Es konnte anhand von Übereinstimmungsparametern gezeigt werden, dass beide Handmessgeräte nur eine geringe Übereinstimmung mit dem Sensor aufweisen, was die Kalibrierung dieser Geräte infrage stellt. Ebenso konnten anhand der kontinuierlichen Messwerte erhebliche Schwankungen in der Ammoniakkonzentration sowohl zwischen den

Betrieben, zwischen den Ställen als auch im Tagesverlauf nachgewiesen werden. Dies bekräftigt zusätzlich das Potential und die Bedeutung des Einsatzes kontinuierlich messender Systeme. Im zweiten Schritt wurde der Zusammenhang zwischen gesetzlich überschrittenen Grenzwerten der Ammoniakkonzentration zu Betriebs- und Schlachtindikatoren überprüft, wobei signifikante Zusammenhänge zu drei Betriebsindikatoren (Husten, Schwanzlänge, Schwanzläsionen) und den Schlachthofindikator Mykoplasmen ermittelt wurden. Dies unterstreicht zusätzlich das Potential der kontinuierlichen Erfassung des Ammoniakgehaltes für eine Verbesserung des Managements der Tiergesundheit.

Schließlich wurde der Zusammenhang zwischen den auf dem Betrieb erhobenen Tiergesundheits- und den Schlachthofbefunden ermittelt, um auch beurteilen zu können, inwieweit eine Vereinfachung der gesetzlich vorgeschriebenen betrieblichen Eigenkontrolle im Stall durch die Nutzung ohnehin erfasster Schlachthof Parameter möglich ist. Hierzu wurden Gesundheitsindices, angelehnt an den QS Tiergesundheitsindex gebildet. Ein signifikanter Einfluss konnte jedoch nur von Betrieben und nicht von Schlachthofindikatoren auf die Betriebsindices mittels logistischer Regression ermittelt werden. Grundsätzlich wurden Indikatoren mit Potential für die praktikablere (und zuverlässigere) Tierwohlmessung (Bursitis und Läsionen) identifiziert, allerdings ist ein einfacher Ersatz von Tierwohlintikatoren nicht möglich. Es zeigten sich vielfältige Einflussfaktoren, welche weiter untersucht werden müssen, um diese kontrollierbar zu machen und auch die Zeiträume von Heilungsverlauf und noch nachweisbarem Schlachthofindikator zu verstehen. Derzeit ist insbesondere eine lebenslange Überprüfung des Tierwohls durch Schlachthofindikatoren nicht gegeben. Auch die Nebennieren scheinen kein lebenslanger und praktikabler Indikator für chronischen Stress zu sein.

Schließlich ermittelte diese Arbeit die Zuverlässigkeit der Erhebung der betrieblichen Eigenkontrolle in der Ferkelaufzucht, was bislang noch nicht durchgeführt worden war. Dies führte dazu, dass derzeit durch das Welfare Quality Netzwerk ein Tierwohlbeurteilungsprotokoll eigens durch die Ferkelaufzucht entwickelt wird, was hoffentlich auch die betriebliche Eigenkontrolle in dieser Altersstufe zukünftig vereinfachen wird. Generell trägt diese Studie erheblich zum Erkenntnisgewinn in Bezug auf die komplexen Zusammenhänge im Stall in Bezug auf Tierwohl und Tiergesundheit bei und zeigt Potential zur Verbesserung des Managements auf dem Betrieb.

### **Aufgabenstellung/Zielsetzung; Voraussetzungen zur Durchführung des Vorhabens**

Seit 2014 sind Landwirte gesetzlich dazu verpflichtet, regelmäßig betriebliche Eigenkontrollen durchzuführen (Deutsches Tierschutzgesetz, TierSchG), um nachzuweisen, dass die Tiere artgemäß ernährt, gepflegt und gehalten werden. Bislang ergibt sich dadurch jedoch kein Mehrwert, sondern ein Mehraufwand für die Landwirte. Inzwischen wurden Empfehlungen zur Umsetzung der betrieblichen Eigenkontrolle entwickelt (z.B. KTBL 2016), diese sind jedoch, aufgrund des hohen Zeitaufwandes, wenig praktikabel (Blokhuis et al. 2013; Friedrich et al. 2020). Ein anderer Ansatz zur Kontrolle des Tierwohls auf dem Betrieb können möglicherweise Schlachtbefunde sein, da am Schlachtband vielfältige Gesundheitsprobleme erfasst werden können (Blaha 2014). Zudem ist es gesetzlich vorgeschrieben, bestimmte Schlachtbefunde regelmäßig zu erheben, sodass kein weiterer Aufwand entstehen würde (Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Überwachung der Einhaltung von Hygienevorschriften für Lebensmittel und zum Verfahren zur Prüfung von Leitlinien für eine

gute Verfahrenspraxis, AVV Lebensmittelhygiene). Bei der Anlieferung am Schlachthof wird die Gesundheit der Tiere und äußere Auffälligkeiten mithilfe von Schlachthofindikatoren (z.B. Gelenk- und Hautveränderungen, Verschmutzungen, Schwanzverletzungen) erfasst. Zusätzlich werden am Schlachtband krankhafte Veränderungen an Organen (Lungen-, Brustfell-, Herzbeutelentzündung, Wurmbefall der Leber) und oft weitere Befunde (z.B. Abszesse, Bursitiden, Schwanzverletzungen etc.) erhoben. Ziel dieses Projektes war es, herauszufinden, ob ein Zusammenhang zwischen dem in vivo Gesundheitszustand und den diversen Schlachthofindikatoren entschlüsselt werden kann. Es wurde angenommen, dass Schlachthofindikatoren ungenutztes Potential für Rückschlüsse auf den betrieblichen Gesundheitszustand zulassen (z.B. Cleveland-Nielsen et al. 2004; Horst et al. 2019; Klauke et al. 2013). Jedoch existieren nur wenige Studien, die diesen Zusammenhang untersuchen. Zudem ist bekannt, dass die Reliabilität von Schlachthofindikatoren nicht immer gegeben ist (Harley et al. 2012; Schleicher et al. 2013). Ebenfalls sollte ein diskutierter Zusammenhang zwischen der Tiergesundheit und den Schadgasen in der Stallluft in diesem Projekt untersucht werden. Eine kontinuierliche Messung des Ammoniakgehaltes (NH<sub>3</sub>-Konzentration) und die Untersuchung der Auswirkung auf mögliche Schlachthofindikatoren wurde zuvor noch nicht durchgeführt. Neben den Schadgasgehalten wird als weiterer Einflussfaktor vor allem auf die Lungengesundheit von Schweinen eine (sub-)klinische Infektion mit Mykoplasmen (*Mycoplasma hyopneumoniae*) genannt. Charakteristisch ist eine hohe Morbidität mit einhergehenden Leistungseinbußen bei geringer Mortalität (Rautiainen et al. 2000; Thacker et al. 2006). Trotz Impfung können Mykoplasmen an Infektionen im Mastverlauf mitbeteiligt sein. Daher wurde auch dieser Zusammenhang in der vorliegenden Studie berücksichtigt und gezielt untersucht. Generell trägt diese Studie zum besseren Verständnis des Zusammenhangs von in vivo und post mortem Indikatoren sowie der Aufdeckung von Potential zur Vereinfachung und praktikableren Gestaltung der betrieblichen Eigenkontrolle und generell Verbesserungsvorschlägen im Hinblick auf das Management bei.

## **Planung und Ablauf des Vorhabens, wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

### *Betriebe*

Im Herbst 2020 begann die Datenerhebung auf drei im geschlossenen System arbeitenden Praxisbetrieben (A, B und C). Über jeweils drei Durchgänge wurden die Mastschweine über ihr komplettes Leben (Abferkelabteil, Aufzucht, Mast) bis hin zum Schlachthof anhand von verschiedenen Tiergesundheits- und Tierwohlintikatoren beurteilt. Tabelle 1 stellt die Produktionsfaktoren der Betriebe dar.

Betrieb A ist ein ökologisch wirtschaftender Betrieb, bei dem die Tiere in planbefestigten mit Stroh eingestreuten Buchten gehalten wurden und jederzeit einen Außen-Auslauf nutzen konnten. Die Ferkel wurden nach einem dreiwöchigen Aufenthalt im Abferkelstall in das Gruppensäugen bis zum 50. Lebenstag umgestellt. Dabei bestand eine Gruppe aus je zwei bis drei ferkelführenden Sauen. Im Anschluss begann die Ferkelaufzuchtperiode, woran sich die Mastperiode anschloss.

**Tabelle 1:** Überblick der Produktionsfaktoren der drei Betriebe dieser Studie

Betrieb	A	B	C
Haltungssystem	Ökologisch	Konventionell	Konventionell
Herdengröße, n Sauen	50	1400	60
Säugeperiode (Tage)	50	28	28
Bodenbeschaffenheit Buchten	Planbefestigt, Stroheinstreu	Teilspalten	Teilspalten
Platzangebot Mast (m <sup>2</sup> /Tier)	2,45	1,10	0,75
Außen-Auslauf	Ja	Nein	Nein
Fütterung	Langtrog/ Raufe	Flüssigfütterung/ Breiautomaten <sup>a</sup>	Langtrog/ Breiautomaten <sup>b</sup>

<sup>a</sup>: Ferkelstall und Maststall 1 Flüssigfütterung; Maststall 2 Breiautomaten; <sup>b</sup>: Ferkelstall Langtrog; Maststall Breiautomaten

Bei Betrieb B und C handelt es sich um zwei konventionell wirtschaftende Betriebe, in denen die Tiere in Buchten mit Teilspaltenboden (ohne Auslauf) gehalten wurden. In diesen Betrieben gelangten die Ferkel nach einer vierwöchigen Säugezeit im Abferkelstall direkt in die Ferkelaufzucht mit daran anschließender Mastperiode. Auf allen drei Betrieben begann die Mastperiode mit einem Lebendgewicht von ca. 30 kg. Die Tiere des Betriebs B Durchgang 3 verbrachten die Mast in einem anderen Maststall als die Tiere des Durchgangs 1 und 2 von Betrieb B. Neben den dargestellten Produktionsfaktoren unterschieden sich die Betriebe in weiteren Kriterien, wie der Fütterung oder der Lüftungssysteme. Die Fütterung der Tiere in Betrieb A erfolgte zweimal täglich per Hand, wohingegen die Fütterung der Tiere in Betrieb B mehrmals täglich über eine Flüssigfütterung (Ferkelstall und Maststall 1) oder durch Breiautomaten (Maststall 2) erfolgte. Ähnlich wie in Betrieb A erfolgte die Fütterung in Betrieb C ebenfalls zweimal täglich per Hand, allerdings nur im Ferkelstall, wohingegen die Futteraufnahme innerhalb der Mast mehrmals täglich mittels Breiautomat gewährleistet wurde. Darüber hinaus unterschieden sich die Betriebe anhand der Lüftungssysteme. Im Gegensatz zu Betrieb A, wo die Ställe über eine freie Lüftung verfügten, unterlagen die Ställe der Betriebe B und C grundsätzlich einer Zwangsbelüftung, wobei die Frischluft meist über Porendecke/-kanäle zugeführt wurde und die Abluft über Ventilatoren abgeführt wurde. Eine Ausnahme bildete hier der Maststall 2 des Betriebes B, wo die Frischluft über Deckenventile in das Großraumabteil eingeleitet wurde und die Abluft über einen zentralen Ventilator an der Stirnseite des Maststalles abgeführt wurde. Männliche Ferkel wurden kastriert und die Schwänze aller Ferkel wurden nur auf Betrieb B kupiert. Die Schweine waren eine Gebrauchskreuzung aus Landrasse × Edelschwein als Mutterrassen sowie Pietrain als Vatterrasse. Während der Datenerhebung kam es zu keinen Managementveränderungen auf den Betrieben, wie z.B. Genetikänderung oder Umbaumaßnahmen. Auf den Betrieben sollten planmäßig 8-10 Sauen pro Gruppe abferkeln, sodass eine Gesamtanzahl von ~900 Tieren (~100 Tiere/Betrieb pro Durchgang) in diese Studie eingehen sollte. Aufgrund kleinerer Abferkelgruppen als ursprünglich angenommen, ergab sich eine Differenz zu der geplanten Stichprobengröße, sodass statt ursprünglich 900 geplanten Projektschweinen 628 Schweine in die Studie eingehen konnten.

### *Tierwohl-/Tiergesundheitsindikatoren*

Auf den drei Betrieben in den insgesamt neun Durchgängen wurden bis zur Schlachtung regelmäßig ausgewählte Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren bonitiert. Hierfür wurden pro Durchgang zwischen 40 – 120 individuell gekennzeichnete Ferkel (genaue Anzahl abhängig von der Anzahl abferkelnder Sauen) direkt nach der Geburt wöchentlich durch einen geschulten Beobachter individuell beurteilt. Eine wöchentliche Erhebung wurde gewählt, um auch kurzfristige Krankheitsausbrüche zu katalogisieren. Hierzu wurde auf aus der Literatur ausgewählte Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren aus unterschiedlichen Quellen (Welfare Quality, Animal Welfare Assessment Protocol for Pigs; KTBL, Tierschutzindikatoren; klinische Allgemeinuntersuchung, Datenbank Nationales Tierwohlmonitoring, klinische Allgemeinuntersuchung) zurückgegriffen (Baumgartner, 2009; KTBL, 2016; NaTiMon 2022; Welfare Quality, 2009). Die Gesundheitsindikatoren wurden anhand einer zweikategorialen Skala (Kategorie 0 = nicht präsent, Kategorie 1 = präsent) auf Einzeltierebene oder Buchtenebene beurteilt.

Zudem waren die Buchten der Projektschweine mit Messsensoren ausgestattet, um unterschiedliche Stallklimaparameter kontinuierlich zu erfassen. Pro Betrieb wurde jeweils in einer Bucht (mittig, 1,5m über den Boden) der Projektschweine der DOL53 Ammonia Sensor (DOL), der Firma dol-sensors installiert, sodass kontinuierlich (alle 15 Minuten) die Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>)- und Ammoniakkonzentration (NH<sub>3</sub>) sowie die Temperatur und Luftfeuchte gemessen wurde. Für die Speicherung der Messdaten wurde eine cloudbasierte Lösung genutzt. Des Weiteren wurde bei den wöchentlichen Besuchen die NH<sub>3</sub>-Konzentration mittels eines Handgasmessgerätes, dem Basic Ammonia Detector-NH3000 (HH-F) (Firma Forensics) und einer Gasspürpumpe, der Dräger accuro® Gasspürpumpe (HH-D), (Firma Dräger), in der Bucht (mittig, 30cm über den Boden) gemessen (Dräger, 2021; Forensic Detectors, 2020).

Zusätzlich zu den regelmäßigen Beurteilungen auf den Betrieben erfolgte eine Erfassung verschiedener Schlachthofindikatoren der individuell gekennzeichneten Schweine. Ebenso wurden am Schlachtband Lungengewebsproben entnommen, um eine mögliche (gegebenenfalls subklinische) Infektion mit *Mycoplasma (M.) hyopneumoniae* mittels qPCR nachzuweisen. Dazu wurden kleine Lungengewebsproben aus dem linken oder rechten Spitzenlappen (unabhängig davon, ob eine Gewebeveränderung vorlag oder nicht) der Schweine entnommen und in sterilen Behältern aufbewahrt. Nach der Entnahme wurden die Proben sofort eingefroren. Im Labor wurde von allen Lungenproben DNA mithilfe des Qiagen DNeasy Blood & Tissue Kits extrahiert. Die Bestimmung der Reinheit und der Messung des Nukleinsäuregehaltes erfolgte mit dem Nano Drop Spectrometer und erzielte für fast alle bisher bearbeiteten Proben zufriedenstellende Ergebnisse. Ebenso konnte die DNA-Qualität mittels der Agarose-Gelelektrophorese überprüft werden. Die Amplifizierung der DNA erfolgt mit zwei unterschiedlichen quantitativen PCR-Kits. In der ersten Analyse wurde das VetMax-Plus qPCR Kit im doppelten Ansatz genutzt und die Ergebnisse wurden im zweiten Schritt stichprobenartig mit dem BactoReal qPCR M. hyopneumoniae Kit überprüft.

Neben der Analyse der Zusammenhänge zwischen den auf dem Betrieb erfassten Gesundheitsindikatoren, dem kontinuierlich aufgezeichnetem sowie punktuell erfasstem NH<sub>3</sub>-Gehalt, den Mykoplasmeninfektionen und den Schlachtbefunden entstand durch dieses Datenmaterial weiterhin die Möglichkeit einerseits für zeitliche Analysen in der Entstehung gesundheitlicher

Probleme und andererseits für die Validierung verschiedenster Indikatoren, wie  $\text{NH}_3$ -Gehalt und Mykoplasmen mithilfe von bestehenden Indikatoren.

Trotz der Coronapandemie war es dem geschulten Beurteiler möglich, mithilfe von Corona-Selbsttests selber die Entnahme der Lungengewebsproben auf den Schlachthöfen durchzuführen. Die Probenentnahme erfolgte für Betrieb A auf einem kleineren Schlachthof und konnte relativ problemlos durchgeführt werden. Die Begleitung der Tiere des Betriebes B und C auf einem großen Schlachthof stellte sich als herausfordernder dar, sodass nicht alle Lungengewebsproben dem jeweiligen Einzeltier, sondern nur einer Gruppe von Projektschweinen zugewiesen werden konnte.

### *Statistische Auswertungen*

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit SAS® 9.4 (SAS Institute Inc., 2017), unterschieden sich für die einzelnen Fragestellungen und werden im Folgenden einzeln erläutert.

Der Zusammenhang zwischen Mykoplasmen und ausgewählten Gesundheitsindikatoren wurde mittels einer Korrelationsanalyse nach Spearman geprüft.

Um die Vergleichbarkeit zwischen den drei  $\text{NH}_3$ -Messgeräten zu bewerten, wurden nur Messwerte genutzt, die zum gleichen Zeitpunkt und Datum gemessen wurden. Jeder Vergleich wurde über alle Betriebe und Durchgänge hinweg durchgeführt. Es wurde eine Kombination aus verschiedenen Reliabilitäts- und Übereinstimmungsparametern genutzt; die Kombination sowie die Interpretation war an bestehender Literatur angelehnt (z.B. Shrout und Fleiss, 1979; McGraw und Wong, 1996; de Vet et al. 2006). Zum einen wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient ( $r_p$ ) und Intraklassen-Korrelationskoeffizient berechnet, wobei Werte  $\geq 0,40$  als akzeptable Reliabilität und  $\geq 0,70$  gute Reliabilität interpretiert wurden. Weiterhin wurde der Parameter Limits of Agreement (LoA) ermittelt. Dieser Parameter schätzt die Unterschiede zwischen zwei Messreihen und die Standardabweichungen dieser Unterschiede (Bland und Altman, 1986). Bei der Interpretation der LoA Werte wurden Abweichungen von 10% als akzeptabel (entspricht Werten von -6.0-6.0) und von 5% als gute Übereinstimmung (entspricht Werten von -3.0-3.0) interpretiert. Um den Zusammenhang zwischen  $\text{NH}_3$  und Gesundheitsindikatoren, erhoben auf den landwirtschaftlichen Betrieben als auch auf dem Schlachthofindikatoren zu ermitteln, wurden der Chi<sup>2</sup>-Test und Cramer's V genutzt. Diese Auswertungen bestimmten den Zusammenhang sowie die Stärke des Zusammenhangs zwischen der Anzahl an gesetzlich überschritten  $\text{NH}_3$ -Messwerten je Durchgang und den erhobenen Gesundheits- und Schlachthofindikatoren auf Einzeltierbasis.

Um den Zusammenhang zwischen den auf dem Betrieb wöchentlich erhobenen Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren sowie den post mortem erhobenen Indikatoren am Schlachtband zu ermitteln, wurden zunächst die wöchentlichen Befunde zu einem Gesamtscore pro Tier aggregiert, was als one-zero sampling durchgeführt wurde (wenn ein Tier in einer Befundung für den Indikator positiv war, wurde es als 1 gescort, unabhängig von früheren oder späteren Befunden oder der gesamten Häufigkeit). Dann wurden jeweils die Betriebsindikatoren sowie die Schlachthofindikatoren, angelehnt an den Tiergesundheitsindex von QS, zu den Indices Atemwegserkrankungen, Organgesundheit und Gelenksgesundheit zusammengefasst. Ob eine Übereinstimmung zwischen den aggregierten Gesundheitsbefunden auf dem Betrieb und dem Schlachtband vorlag, wurde anhand der Parameter Percent Agreement, Cohen's Kappa und Prevalence Adjusted, Bias Adjusted Kappa (PABAK) ermittelt. Zusätzlich wurde der Einfluss

der jeweiligen Schlachthofindices auf die jeweiligen Betriebsindices mittels logistischer Regression geschätzt, wobei Betrieb und Schlachthofindex als fixe Effekte eingingen. Dies wurde sowohl für die gesamte Lebenszeit durchgeführt als auch separat für die Gesundheitsbeurteilung auf dem Betrieb vier und acht Wochen vor der Schlachtung.

Ferner wurden gesondert eine potentielle Eignung der Nebennierengewichte als post mortem Indikator für Stress mittels linearer gemischter Modelle getestet, wobei als fixe Effekte der Betrieb und der Durchgang eingingen und Durchgang genestet in Betrieb. Weiterhin wurde mittels Korrelationsanalyse nach Pearson der Zusammenhang mit verschiedenen Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren untersucht.

Schließlich wurde eine zeitliche Analyse im Zeitraum der Ferkelaufzucht für die erhobenen Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren durchgeführt. Hierbei wurde die zeitliche Konstanz (Test-Retest-Reliabilität) mittels der bereits beschriebenen Kombination aus Reliabilitäts- und Übereinstimmungsparametern ( $R_s$ , ICC, LoA) der wöchentlichen Erhebungen untersucht, um Aussagen über die Verlässlichkeit und generelle Eignung der Indikatoren im Hinblick auf eine betriebliche Eigenkontrolle in dieser Altersstufe zu treffen.

### Zusammenarbeit/Kooperationen

Tabelle 2 stellt die relevanten Kooperationen und Aufgabenverteilung im Projekt dar.

**Tabelle 2:** Darstellung der Kooperationen im Projekt mit Aufgabenübernahme

<b>Institution</b>	<b>Aufgabe im Projekt</b>
Ein schleswig-holsteinischer Praxisbetrieb	Haltung konventioneller Schweine; Datenaufnahme durch wissenschaftlichen Mitarbeiter (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel).
Versuchsgut Hohenschulen (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel).	Haltung konventioneller Schweine; Datenaufnahme durch wissenschaftlichen Mitarbeiter (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel).
Versuchsgut Trenthorst (Instituts für Ökologischen Landbau, Thünen-Institut)	Haltung der ökologischen Schweine; Datenaufnahme durch wissenschaftlichen Mitarbeiter (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel).
IQ-Agrar Service GmbH, Osnabrück	Übermittlung Schlachtbefunde vom Schlachthof Kellinghusen
Schlachthof Thomsen/Tönnies, Kellinghusen	Schlachtung & Schlachtbefundung der konventionellen Schweine
Versandschlachtereie Hans Schacht GmbH, Bad Oldesloe	Schlachtung & Schlachtbefundung der ökologischen Schweine
AG Tierhygiene, Tiergesundheit, Lebensmittelhygiene, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel	Durchführung der PCR-Analyse der Lungengewebeproben

Die Hauptverantwortung und Bündelung der Kompetenzen und Ergebnisse sowie die Verantwortung für die gesamthafte Auswertung der Ergebnisse lag beim Antragsteller (Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, später Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Copenhagen). Weiterhin ergab sich aufgrund der aus diesem Projekt veröffentlichten Ergebnisse im Nachgang eine Kooperation mit dem Welfare Quality Netzwerk (Zusammenschluss von Autoren verschiedener wissenschaftsbasierter Tierwohlbeurteilungsprotokolle), welches den Antragsteller beauftragte, ein separates Tierwohlbeurteilungsprotokoll für Aufzuchtferkel zu entwickeln. Gleichfalls entstand eine Kooperation mit dem Projektteam des großen nationalen Projekts „NatiMon“, in welchem Indikatoren für ein nationales Tierwohlmonitoring zusammengetragen wurden. Die Ergebnisse erhielten darüber auch Aufmerksamkeit seitens des sich im Aufbau befindlichen Europäischen Referenzzentrums für Tierwohl sowie die Roadmap for Animal Welfare durch die European Food Safety Authority (EFSA).

### **Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen inkl. der Arbeiten, die zu keinem Ergebnis geführt haben**

#### *Zusammenhang zwischen Mykoplasmen und Gesundheitsindikatoren*

Die generelle Prävalenz der in diesem Auswertungsteil berücksichtigten Betriebs-Gesundheitsindikatoren sowie der Mykoplasmeninfektionen ist in Tabelle 3 dargestellt. Es zeigten sich große betriebliche Unterschiede (und teilweise große Schwankungen zwischen den einzelnen Durchgängen). So konnten für die Betriebs-Gesundheitsindikatoren Husten sowie Schwanz- und Ohrläsionen Prävalenzen >5% für einzelne Durchgänge ermittelt werden, wohingegen die anderen Betriebs-Gesundheitsindikatoren <5% je Durchgang lagen. Für die Schlachthofindikatoren konnten ebenfalls Betriebs- und Durchgangsunterschiede festgestellt werden. So konnten auf Betrieb A kein Vorhandensein von Pericarditis, Pleuritis oder Pneumonie, mit Ausnahme vom ersten Durchgang (Pneumonie 6,25%), festgestellt werden. Wohingegen die Schweine der Betriebe B und C fast in allen Durchgängen Befunde in den drei genannten Schlachthofindikatoren aufwiesen. Bei den Schlachthofindikator Mykoplasmen wurden für Betrieb A im ersten Durchgang 0,63% (= 1 doppelt positive Probe) positive Proben (Mykoplasmen-DNA nachgewiesen), für Betrieb B im ersten und zweiten Durchgang 20,0% (= 31 bzw. 29 doppelt positive Proben) sowie im dritten Durchgang 6,30% (= 5 doppelt positive Proben) positive Proben und für Betrieb C keine doppelt positiven Proben nachgewiesen.



**Tabelle 3:** Definition der Betriebs-Gesundheitsindikatoren (Kategorie 1 = präsent) und der Schlachthofindikatoren sowie deren Prävalenz (%) je Durchgang. Kategorie 0 (= nicht präsent) wird nicht dargestellt. D = Durchgang (Welfare Quality 2009; KTBL 2016; Baumgartner 2009)

Definition	Indikator	Betrieb A			Betrieb B			Betrieb C		
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
<i>Betriebsindikatoren</i>										
Ein/mehrere Schleimbeutel am gleichen Bein oder ein großer Schleimbeutel	Bursitis	0,19	0,05	0,00	2,35	2,22	4,17	0,39	0,00	0,28
Anzahl Huster in 5 min pro Bucht	Husten*	2,96	1,64	1,30	29,0	29,0	19,8	5,88	3,67	11,9
Dünn: Wirbelsäule, Sitzbeinhöcker, Hüfte gut sichtbar	Körperzustand	0,00	0,00	0,00	0,11	0,35	0,08	0,00	0,00	0,00
Schorf/Blut/Nekrose an Ohrgrund/Ohrkante	Ohrläsionen	9,02	8,89	5,92	22,1	26,2	20,5	4,86	3,50	4,36
Teil-/Vollverlust	Schwanzlänge	0,00	0,32	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,50
Läsionen /Durchbrechung Haut, Nekrose, Schwellung)	Schwanzläsionen	1,31	1,22	0,69	1,42	1,75	1,17	6,52	7,53	10,5
<i>Schlachthofindikatoren</i>										
Nachweis von <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> DNA in Lungenprobe mittels PCR	Mykoplasmen	0,63	0,00	0,00	20,0	20,0	6,30	0,00	0,00	0,00
Verändert	Pericarditis	0,00	0,00	0,00	9,68	5,08	4,26	2,63	2,63	4,05
>10% der Pleura verändert	Pleuritis	0,00	0,00	0,00	0,00	1,69	2,12	2,63	0,00	2,70
>10% der Lunge verändert	Pneumonie	6,25	0,00	0,00	25,8	6,78	9,58	0,00	5,26	6,75

\*: Buchtenlevelindikator

Bei vier Betriebs-Gesundheitsindikatoren wurde eine signifikante Korrelation zu dem Auftreten von Mykoplasmeninfektionen ermittelt (Husten, Bursitis, Körperzustand, Ohrläsionen), siehe Tabelle 4.

**Tabelle 4:** Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman zwischen den Betriebs-Gesundheitsindikatoren und den Mykoplasmeninfektionen auf Durchgangsebene mit statistischer Signifikanz (Signifikanzniveau  $P < 0,05$ )

Indikator	Korrelationskoeffizient	P-Wert ( $P < 0,05$ )
	Spearman	
Bursitis	0,75	0,02
Husten *	0,75	0,02
Körperzustand	0,92	0,0005
Ohrläsionen	0,91	0,0007

\*: Buchtenlevelindikator

Es zeigte sich, dass einerseits Mykoplasmeninfektionen insbesondere betriebs- und durchgangsindividuell sind. Vor allem konnte ein Zusammenhang mit der Jahreszeit und dem Impfgime festgestellt werden.

#### Ammoniakmessungen

Eine Übersicht zu den gemessenen  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen aller drei Messgeräte auf den drei Betrieben gibt Tabelle 5. Für Betrieb A lag die höchste  $\text{NH}_3$ -Konzentration bei 13,1ppm und wurde mit dem DOL gemessen. Die Mittelwerte der  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen lagen bei allen drei Messgeräten auf Betrieb A unter 1ppm. Dahingegen liegen die mittleren  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen bei Betrieb B und C bei  $>10,0$ ppm (gemessen mit dem DOL). Als Höchstwerte wurden 60,8ppm (Betrieb B) bzw. 58,5ppm (Betrieb C) mit dem DOL gemessen.

**Table 5:** Übersicht über die Anzahl an Messungen auf den Betrieben sowie die deskriptive Statistik der Messungen eines jeden Messgerätes (n = Anzahl;  $\text{NH}_3$  = Ammoniak; ppm = parts per million; MW = Mittelwert, Min. = Minimum, Max. = Maximum; Std. = Standardabweichung; HH-F = Basic Ammonia Detector-NH3000; HH-D = Dräger accuro® Gasspürpumpe; DOL = DOL53 Ammonia Sensor).

Betrieb	Messgerät	n $\text{NH}_3 \geq 20\text{ppm}^*$	n	MW	Min.	Max.	Std.
A	HH-F	.	65	0,51	0,00	4,00	0,81
	HH-D	.	58	0,36	0,00	3,00	0,77
	DOL	0	29730	0,69	0,20	13,1	0,70
B	HH-F	.	126	9,79	0,00	59,0	9,34
	HH-D	.	45	5,51	0,00	15,0	3,27
	DOL	5064	19925	12,4	0,30	60,8	8,49
C	HH-F	.	93	4,60	0,00	22,0	3,22
	HH-D	.	39	6,77	2,00	30,0	4,84
	DOL	3730	27515	10,6	0,30	58,5	7,32

\*: Die Anzahl der  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen pro Durchgang und Betrieb wurde zuvor auf 10800 Messwerte pro Durchgang gemittelt, um eine Vergleichbarkeit der Anzahl an  $\text{NH}_3$ -Konzentrationen  $>20\text{ppm}$  zu ermöglichen.

Tabelle 6 stellt die Ergebnisse der Reliabilitäts- und Übereinstimmungsparameter der Vergleiche der  $\text{NH}_3$ -Konzentration aller drei Messgeräte untereinander dar. Für den Vergleich

zwischen dem HH-F und dem DOL konnte über alle Betriebe und Durchgänge hinweg nur eine geringe Reliabilität und Übereinstimmung ermittelt werden. Der zweite Vergleich betrifft die HH-D und den DOL. Es konnte ein akzeptabler Wert von 0,58 für den  $r_p$  über alle Betriebe hinweg ermittelt werden. Die anderen beiden Parameter erreichten keine akzeptablen/guten Ergebnisse. Der dritte Vergleich zwischen den beiden Handmessgeräten HH-F und HH-D zeigt ein akzeptables Ergebnis für den Korrelationskoeffizient ( $r_p = 0,64$ ) und eine gute Reliabilität für den statistischen Parameter ICC ( $ICC = 0,71$ ), jedoch eine geringe Übereinstimmung (LoA).

**Tabelle 6:** Statistische Parameter (Korrelationskoeffizient nach Pearson;  $r_p$ ; Intraklassen-Korrelationskoeffizient: ICC; Limits of agreement: LoA) für die Vergleiche der Ammoniakkonzentrationen ( $n = 125$ ), welche zur selben Zeit vom DOL53 Ammonia Sensor (DOL) und den Handmessgeräten Basic Ammonia Detector-NH3000 (HH-F) und der Dräger accuro® Gasspürpumpe (HH-D) gemessen wurden. Dabei bedeutet normale Schrift: geringe; *kursiv*: akzeptable und **fett**: gute Übereinstimmung/Reliabilität (Sprinthall 1987; McGraw und Wong 1996; de Vet et al. 2006).

Vergleiche		Betrieb	Durchgang	Reliabilität		Übereinstimmung
				$r_p$	ICC	LoA
HH-F	DOL	Alle	Alle	0,17	0,16	-29,3 - 19,1
HH-D	DOL	Alle	Alle	0,58	0,34	-25,9 - 13,2
HH-D	HH-F	Alle	Alle	0,64	<b>0,71</b>	-8,63 - 9,66

Dies bedeutet, dass die Handmessgeräte zwar gut übereinstimmen, eine digitale, kontinuierliche Erfassung aber deutlich mehr Aussagekraft hat und somit wertvollere Informationen für das Management liefert, da auch tageszeitliche Schwankungen ermittelt werden können und Peaks im  $NH_3$ -Gehalt mit spezifischen Geschehnissen in Verbindung gebracht, und so dann effektiv vermieden werden können.

#### *Zusammenhang zwischen Ammoniak und Gesundheitsindikatoren*

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen  $NH_3$ -Grenzwertüberschreitungen und Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren auf dem Betrieb und am Schlachthof zeigte sich eine signifikante ( $P < 0,05$ ) und starke ( $\geq 0,6$ ) Beziehung zu den Betriebs-Gesundheitsindikatoren Husten, Schwanzlänge und Schwanzläsionen sowie Mykoplasmen (siehe Tabelle 7). Dies unterstreicht die Bedeutung des  $NH_3$ -Gehalts für das generelle Tierwohl und die Tiergesundheit. Ferner zeigt sich hier der bereits in der Literatur beschriebene Zusammenhang zwischen genereller Tiergesundheit und Schwanzbeißproblematiken. Die Auswertungen unterstreichen die Bedeutung einer kontinuierlichen Erfassung des  $NH_3$ -Gehalts und das Potential für die Verbesserung des Managements.

**Table 7.** Ergebnisse der Chi<sup>2</sup>-Tests (Signifikanzniveau P<0,05) und Cramer's V für die Stärke der Beziehung zwischen den Betriebs-Gesundheits- und Schlachthofindikatoren (Kategorie 1) zu der Anzahl an NH<sub>3</sub>-Konzentrationen >20ppm. Eine Beziehung wurde als moderat interpretiert, wenn Cramer's V ≥0,4 (*kursiv*) und als stark, wenn Cramers'V ≥0,6 (**fett**) und P-Werte ≤0,05 waren (Baumgartner, 2009; Welfare Quality, 2009; KTBL, 2016; QS 2020).

Indikator	P-Wert	Cramer's V
<i>Gesundheitsindikatoren</i>		
<b>Husten*</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,89</b>
<b>Schwanzlänge</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,81</b>
<b>Schwanzläsionen</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,60</b>
<i>Schlachthofindikator</i>		
<b>Mykoplasmen*</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>1,00</b>

\*: Buchtenlevelindikator

#### *Zusammenhang Betriebsindikatoren und Schlachthofindikatoren*

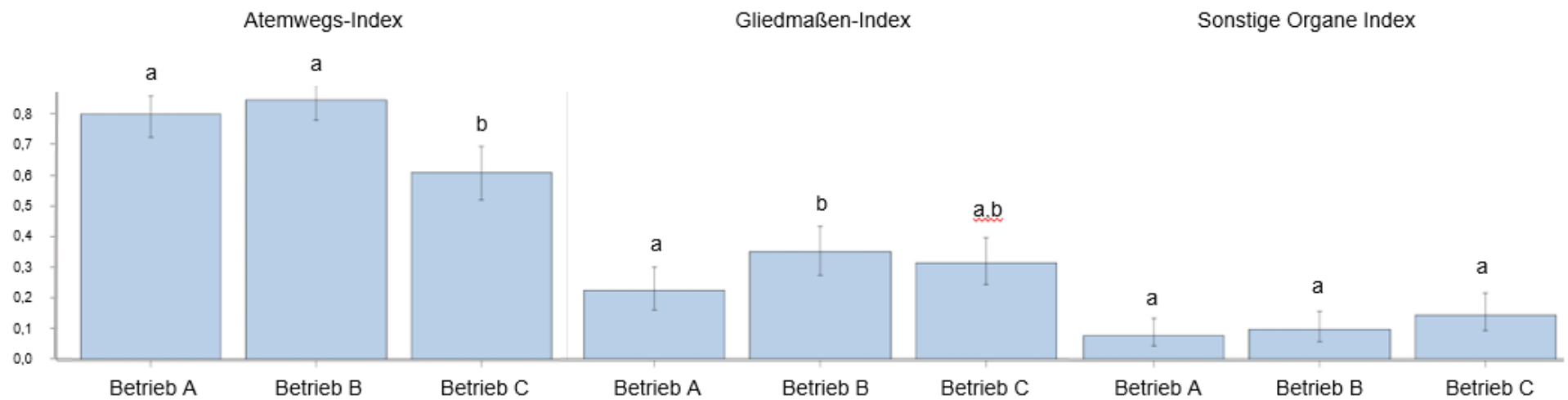
Von den insgesamt 628 beurteilten Schweinen waren bei der Betriebsaggregation 26,4% (166 Schweine) betroffen im aggregierten Gliedmaßen-Index, 10,0% (63 Schweine) im Sonstige Organe Index und 73,7% (463 Schweine) im Atemwegs-Index. In der Schlachthofindikator-Aggregation zeigten sich nur 1,8% (11 Schweine) betroffen im Gliedmaßen-Index, 3,7% (23 Schweine) im Sonstige Organe Index und 7,3% (46 Schweine) im Atemweg-Index. Bei der Ermittlung der Übereinstimmungsparameter zeigte sich eine Übereinstimmung zwischen Gliedmaßen-Index und Sonstige Organe Index (jeweils PA=0.93, PABAK=0.53), wenn der Zeitraum vier Wochen vor der Schlachtung betrachtet wurde, aber nicht bei der Betrachtung des Zeitraums 8 Wochen vor der Schlachtung. In der logistischen Regression zeigten sich Betriebs- und Durchgangseffekte (siehe Abbildung 1).

#### *Sonstige Ergebnisse*

Bezüglich einer potentiellen Eignung der Nebennieren als post-mortem Indikator für Stress zeigte sich, dass die theoretische Praktikabilität unter Praxisbedingungen am Schlachtband nicht gegeben war aufgrund von Schwierigkeiten der Präparation dieser kleinen Organe. Weiterhin zeigten sich neben chronischem Stressgeschehen vielfältige Beeinflussungen (Betriebs- und Durchgangseffekte), welche erst ausführlich näher untersucht und verstanden werden müssten.

Bei der Untersuchung der zeitlichen Konstanz der Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren in der Ferkelaufzucht stellte sich insbesondere heraus, dass viele Indikatoren, die derzeit zur Erhebung empfohlen werden, nicht beobachtet wurden, was durchaus an einer untergeordneten Rolle in dieser Altersklasse liegen könnte. Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Sozial- und Erkundungsverhaltens, die Beurteilung von Normalverhalten, Mensch-Tier-Beziehungstest, Niesen, Schwanzläsionen, Schwanzhaltung, Ohrläsionen, Lahmheit, gekrümmter Rücken und Wunden am Körper erwiesen sich als besonders geeignet. Eine

entsprechende Überarbeitung gängiger Tierwohlbeurteilungsprotokolle wird derzeit in Kooperation mit dem Welfare Quality Netzwerk durchgeführt.



**Abbildung 1:** Kleinste-Quadrate-Mittelwerte und Standardfehler für den Betriebs a) Atemwegs-Index, b) Gliedmaßen-Index und c) Sonstige Organe Index. a, b signifikante Unterschiede zwischen den Betrieben ( $P < 0.05$ )

## **Voraussichtlicher Nutzen (insbesondere wissenschaftliche und wirtschaftliche Verwertbarkeit der Forschungsergebnisse und Verwertungsstrategie)**

Wie geplant, ergaben sich durch diese Arbeit wichtige neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Zusammenhänge von in vivo und post mortem Indikatoren und die vielfältigen Beeinflussungen.

### *Zusammenhang zwischen Mykoplasmeninfektionen und Gesundheitsindikatoren*

Die Annahme, dass sich Mykoplasmeninfektionen negativ auf die generelle Tiergesundheit und das Tierwohl auswirken, bestätigte sich. Das Impfregeime spiegelte sich erwartungsgemäß in den aufgedeckten Prävalenzen wider, allerdings zeigten sich auch jahreszeitliche Einflüsse und Beeinflussungen durch andere Erkrankungen/Stressoren auf dem Betrieb, welche im Zuge einer Managementoptimierung berücksichtigt werden sollten. Durch den aufgedeckten Zusammenhang zu anderen Tierwohl- und Tiergesundheitsindikatoren konnten weiterhin Indikatoren mit besonderer Bedeutung herausgearbeitet werden, was für die Weiterentwicklung der betrieblichen Eigenkontrolle von besonderer Bedeutung ist. Zusammen mit anderen Studien ergibt sich, dass es Indikatoren mit besonderer Bedeutung (sogenannte Eisbergindikatoren) gibt, welche ein größeres zu Grunde liegendes Problem aufdecken können und somit besonders essentiell in der Tierbeobachtung und der Berücksichtigung und Optimierung des Managements sind.

### *Ammoniakmessungen*

Im Allgemeinen können mit beiden Handmessgeräten ähnliche Ergebnisse erzielt werden, die dem Landwirt einen Hinweis auf die NH<sub>3</sub>-Konzentration erlauben. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Zeitpunktaufnahme für bestimmte Zwecke (z.B. Zertifizierung) ausreicht, da die Reihenfolge der Betriebe identisch bleibt. Wenn jedoch eine Bewertung oder Managemententscheidung geplant ist, ist eine kontinuierliche Aufzeichnung vorzuziehen, damit alle Schwankungen erkannt und berücksichtigt werden können und entsprechend reagiert und optimiert werden kann. So konnten mithilfe des Sensors erhebliche Unterschiede in den Ställen zwischen den Betrieben sowie Schwankungen im Tagesverlauf der NH<sub>3</sub>-Konzentration in allen Ställen festgestellt werden. Dieser Umstand bestärkt die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Messung was durch die offene Bauweise der Stallungen und dem Haltungssystem (Einstreu, regelmäßige Entmistung, Kotplätze im Außenauslauf, mehr Platz pro Tier) zu erklären ist (Aarnink et al., 1996; Olsen et al., 2001; Philippe et al., 2011). Dennoch ist die Haltbarkeit des DOL begrenzt und eine regelmäßige Kalibrierung muss durchgeführt werden (dol-sensors, 2021), um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Zudem ist eine Stromversorgung (und Internet) erforderlich, so dass die Handmessgeräte für schwer zugängliche Bereiche oder zur Überprüfung verschiedener Orte innerhalb eines Stalls sinnvoll sein können. Außerdem sind die Handmessgeräte benutzerfreundlich und weniger kostenintensiv (Ni und Heber, 2001; Wheeler et al., 2000).

### *Zusammenhang zwischen Ammoniak und Gesundheitsindikatoren*

Die maximal gemessene NH<sub>3</sub>-Konzentration zeigte, dass der gesetzlich vorgeschriebene Wert von 20ppm (Anonymous, 2006) zum Schutz der Tiere während der Datenerhebung in den Betrieben B und C für kurze Zeiträume überschritten wurde. Hinz und Linke (1998) fanden ebenfalls NH<sub>3</sub>-Konzentrationen von bis zu 35ppm in deutschen Schweineställen. Aufgrund der

bekannten negativen Auswirkungen auf die Gesundheit wurde zusätzlich die Eignung von  $\text{NH}_3$  als Tierwohlintikator überprüft, indem der Zusammenhang zwischen tierbezogenen Gesundheitsindikatoren (oftmals sehr zeitaufwendig zu beobachten) und der  $\text{NH}_3$ -Konzentration untersucht. Ein signifikanter und starker Zusammenhang wurde für die Indikatoren Schwanzlänge, Schwanzläsionen, Husten und Mykoplasmen ermittelt. Dies unterstreicht die Bedeutung des  $\text{NH}_3$ -Gehalts für die Gesundheitsüberwachung und generell das Tierwohlmonitoring und das Potential für eine Verbesserung des Managements. Auch Scollo et al. (2017) berichteten, dass  $\text{NH}_3$ -Werte  $>28\text{ppm}$  ein Risikofaktor für das Auftreten von Schwanzbeißen waren. Auch andere Autoren haben Ammoniak als das primäre Gas beschrieben, das Stress, mit einhergehenden Schwanzbeißen, verursacht (Smith et al., 1996; Wathes et al., 2002). Demnach bestätigen sich die Annahmen, dass ein verbessertes Stallklima für die Tiere einen höheren Standard des Tierwohls bietet. Allerdings ist es schwierig, die negativen Auswirkungen von  $\text{NH}_3$   $<20\text{ppm}$  bei Schweinen anhand von tierbezogenen Gesundheitsindikatoren zu dokumentieren. Für eine erhöhte Prävalenz der Indikatoren in den Betrieben, wäre es sinnvoll, in künftigen Studien die Varianz der Daten durch die Hinzunahme weiterer Betriebe zu erhöhen, die sich in ihrer technischen Ausstattung (Belüftungssystem System) und Management (Güllesysteme, Gülleausbringung) unterscheiden. Der Zusammenhang sowohl zu Husten als auch Mykoplasmen ist in Anbetracht der bekannten negativen Auswirkungen des Schadgases nicht überraschend, unterstreicht aber einmal mehr die Bedeutung der Luftqualität im gesamten Produktionszeitraum.

#### *Zusammenhang Betriebsindikatoren und Schlachthofindikatoren*

In Bezug auf den Zusammenhang zwischen den auf dem Betrieb erhobenen Indikatoren und den Schlachtbefunden zeigte sich zusammengefasst, dass ein einfacher Ersatz der Tierwohlbeurteilung auf dem Betrieb keinesfalls möglich ist und dass Schlachtbefunde nicht ausreichen können, die Anforderungen, aber auch das Managementpotential einer betrieblichen Eigenkontrolle zu erfüllen. Nichtsdestotrotz wurden einige Indikatoren mit besonderem Potential identifiziert, darunter Pneumonie, Pericarditis und Pleuritis, welche in direktem Zusammenhang mit dem Auftreten von Fieber und abweichendem Verhalten stehen. Gleichfalls können die Indikatoren Bursitis und Gelenksentzündungen Lahmheitsprobleme auf dem Betrieb ermitteln. Projekte zur automatisierten und damit vereinfachten Erfassung bestimmter Indikatoren am Schlachthof laufen bereits, was potentiell die Praktikabilität und Zuverlässigkeit in der Erfassung zukünftig weiter steigern wird. Allerdings konnte diese Studie auch klar aufdecken, dass unbedingt weitere Studien von Nöten sind, um insbesondere den zeitlichen Zusammenhang zwischen Auftreten eines Gesundheitsproblems, Regenerationszeit und Schlachthofbefund zu ermitteln. Besonders wichtig festzuhalten ist, dass sich Schlachtbefunde lediglich als mit Einschränkungen geeignet für die Beurteilung einiger Tiergesundheitsindikatoren ist. Tierwohlbeurteilung und die Anforderungen an eine betriebliche Eigenkontrolle (artgemäßes Verhalten, Abwesenheit negativer Emotionalität wie Schmerz, Leiden oder Angst etc.) gehen aber weit darüber hinaus.

#### *Gesamtfazit, sich anschließende Projekte und Ausblick*

Generell bietet diese Arbeit wichtige neue Erkenntnisse im Hinblick auf die Optimierung des Managements auf dem Betrieb sowie den Zusammenhang zwischen in vivo und post mortem Befunden. Bei allen Ergebnissen muss die starke Abhängigkeit von der Prävalenz des



vorliegenden Datensatzes berücksichtigt werden, was die Bedeutung weiterer Studien, am besten mit gezielter Beeinflussung beispielsweise des  $\text{NH}_3$ -Gehalts unterstreicht. In dieser Arbeit konnte Potential für eine sinnvolle Überarbeitung der betrieblichen Eigenkontrolle dargestellt werden. Auch eine kontinuierliche  $\text{NH}_3$ -Messung kann in diesem Rahmen ein sehr sinnvolles Tool sein und sollte entsprechend Berücksichtigung finden. Eine Anschlussstudie hat bereits in Kooperation mit dem Welfare Quality Netzwerk begonnen, um zu gewährleisten, dass die Ergebnisse auch tatsächlich in die Praxis einfließen. Es bleibt zu hoffen, dass diese Änderungen im Nachgang dann auch in die nationalen Empfehlungen eingearbeitet werden.

## **Anlage:**

### **Liste der angefertigten und in Bearbeitung befindlichen Qualifikationsarbeiten/ Fachpublikationen/Fachbeiträge/Öffentlichkeitsarbeit:**

#### **Publikationen**

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2023): Measuring welfare in rearing piglets: Test-retest reliability of selected animal-based indicators. *Journal of Animal Science*, Volume 101, <https://doi.org/10.1093/jas/skad162>

Witt, J.; Krugmann, K.; Wilder, T.; Krieter, J.; Bussemas, R.; Witten, S. und Czycholl, I. (2023): Nebennieren als potentieller Tierwohlintikator bei Schweinen. *Züchtungskunde*, 95, (4)

Witt, J.; Krieter, J.; Schröder, K.; Büttner, K.; Hölzel, C.; Krugmann, K. und Czycholl, I. (2024): Comparison of different measuring devices of ammonia and evaluation of their suitability to assess animal welfare in pigs. *Livestock Science* 105372, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105372>

Witt, J.; Krieter, J.; Büttner, K.; Wilder, T.; Hasler, M.; Bussemas, R.; Witten, S. und Czycholl, I. (2023): Relationship between in vivo health status/animal welfare on-farm and meat inspection data in pigs. *Porcine Health Management* 10:8, <https://doi.org/10.1186/s40813-024-00359-9>

#### **Abstracts**

Witt, J.; Krieter, J.; Schröder, K. und Czycholl, I. (2023): Evaluation of three measuring methods for the ammonia concentration for practical use in pig houses. 74th EAAP Conference, EAAP 2023 Lyon,

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2022): Test-Retest Reliabilität ausgewählter Tierwohlintikatoren in der Ferkelaufzucht. Tagungsband der Vortragstagung der DGfZ und GfT am 21./22. September 2022 in Kiel, A14

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2022): Test-retest reliability of selected welfare indicators for rearing piglets. 73rd EAAP Conference, EAAP 2022 Porto, Book of Abstracts No. 28, 634, ISBN: 978-90-8686-385-3

#### **Vorträge**

Czycholl, I.; Witt, J. (2024): Relationship between animal-based on-farm indicators and meat inspection data in pigs. Pig Research days, Copenhagen, Denmark, 01. Februar 2024

Witt, J.; Krieter, J.; Schröder, K. und Czycholl, I. (2023): Evaluation of three measuring methods for the ammonia concentration for practical use in pig houses. 74th EAAP Conference, EAAP 2023 Lyon, France, 26. August - 01. September 2023

Witt, J.; Krieter, J. und Czycholl, I. (2023): Tierwohl auf Betrieben – Wie aussagekräftig sind Schlachthofbefunde. Bioland-Schweinefachtagung 2023, online, 23. Februar 2023

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2022): Test-retest reliability of selected welfare indicators for rearing piglets. Welfare Quality Network Seminar 2022, Wageningen, Niederlande, 27. Oktober 2022

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2022): Test-Retest Reliabilität ausgewählter Tierwohlintikatoren in der Ferkelaufzucht. Vortragstagung der DGfZ und GfT am 21./22. September 2022 in Kiel

Witt, J.; Krieter, J.; Wilder, T. und Czycholl, I. (2022): Test-retest reliability of selected welfare indicators for rearing piglets. 73rd EAAP Conference, EAAP 2022 Porto, Portugal, 05. September - 09. September 2022

## **Abschlussarbeiten**

Witt, J., Krieter, J. und Czycholl, I. (2023): Eignung von Schlachtbefunden und Ammoniak im Stall als ergänzende Bewertung für das Tierwohl von Schweinen. Doktorarbeit, Institut Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel

Koltzau, J.; Witt, J.; Wilder, T. and Czycholl, I. (2023): Zusammenhang zwischen M. hyopneumonie Befunden in Lungenproben von Mastschweinen mit verschiedenen Tierwohllindikatoren. Bachelorarbeit, Institut Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel, in press

Schröder, J.; Witt, J.; Krugmann, K. and Czycholl, I. (2023): Vergleich von rektaler Temperaturmessung und Infrarotthermometrie zur Erfassung der Körpertemperatur bei Schweinen. Masterarbeit, Institut Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel

Schröder, K.; Witt, J.; Krugmann, K. and Czycholl, I. (2023): Bewertung verschiedener Messmethoden zur Erfassung des Ammoniakgehaltes für den praktischen Einsatz in Schweineställen. Masterarbeit, Institut Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel

Schaerffer, K.; Witt, J.; Krugmann, K. and Czycholl, I. (2022): Vergleichende Betrachtung der Nebennierengewichte von Schweinen aus verschiedenen Haltungssystemen als potentieller Tierwohllindikator. Bachelorarbeit, Institut Tierzucht und Tierhaltung, CAU Kiel

## **Liste von Patentanmeldungen:**

Es sind keine Patentanmeldungen geplant.

## **Liste von beantragten Folgeprojekten und geplanten Forschungs Kooperationen:**

Erarbeitung eines Tierwohlbeurteilungsprotokolls für Aufzuchtferkel: Basierend auf den Erkenntnissen aus diesem Projekt wird innerhalb des Welfare Quality Networks derzeit an einem gesonderten Protokoll speziell für die Ferkelaufzucht gearbeitet. Dieses Projekt basiert auf den Erkenntnissen aus diesem Projekt.

## **Erklärung zur Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung:**

Der Ausgaben- und Zeitplan wurde weitestgehend eingehalten. Wie beschrieben, wurde eine etwas geringere Tierzahl als ursprünglich geplant untersucht; dennoch konnten alle Auswertungen wie geplant durchgeführt werden. Insbesondere konnte trotz schwieriger Bedingungen durch die anhaltende Coronapandemie die oben beschriebene Befundung am Schlachthof zuverlässig durchgeführt werden. Die Ergebnisse wurden in vier Fachpublikationen, welche alle bereits veröffentlicht sind, aufbereitet. Zusätzlich erfolgte die Vorstellung der Ergebnisse sowohl auf wissenschaftlichen nationalen und internationalen Konferenzen, aber auch auf Veranstaltungen spezifisch für Landwirte.

Von dem ursprünglich angestrebten Ausgabenplan wurde teilweise, aus unterschiedlichen Gründen, abgewichen, was bereits im letzten Zwischenbericht erläutert wurde. Das noch verbleibende Budget wurde benötigt, um die qPCR (im doppelten Ansatz) an den rund 400 verbleibenden Lungengewebsproben durchzuführen.

## Literaturverzeichnis

- Aarnink, A.J.A., van den Berg, A.J., Keen, A., Hoeksma, P., Verstegen, M.W.A., 1996. Effect of slatted floor area on ammonia emission and on the excretory and lying behaviour of growing pigs. *J. Agric. Eng. Res.*, 299–310.
- Anonymous, 2006. Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 1a der Verordnung vom 29. Januar 2021 (BGBl. I S. 146) geändert worden ist.
- Baumgartner, W., 2009. Allgemeiner klinischer Untersuchungsgang in Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere.7., Edition, Parey-Verlag Stuttgart, Germany
- Blaaha, T., 2014. Eigenkontrollen zur Verbesserung der Nutztierhaltung. Welchen Beitrag können Tierärzte leisten. *Deutsches Tierärzteblatt* 4(2014), 500-504
- Bland, J.M. und Altman, D.G., 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 327, 307–310. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(86\)90837-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8).
- Blokhuis, H.; Jones, B.; Veissier, I.; Miele, M., 2013. Improving farm animal welfare. In: H. Blokhuis, M. Miele, I. Veissier und B. Jones (Hg.): Improving farm animal welfare, Bd. 1. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands
- Cleveland-Nielsen, A.; Christensen, G.; Ersbøll, A K., 2004. Prevalences of welfare-related lesions at post-mortem meat-inspection in Danish sows. *Preventive Vet Med* 64, 2-4
- de Vet, H. C. W.; Terwee, C. B.; Knol, D. L.; Bouter, L. M., 2006. When to use agreement versus reliability measures. In: *J. Clin. Epidemiol.* 59, 1033–1039
- dol-sensors, 2021. DOL 53 Technical User Guide. Aarhus
- Dräger, 2021. Handbuch Für Dräger "Rohrchen" ® Und MicroTubes, 20th ed. Dräger " Safety AG & Co. KGaA, Lübeck
- Forensic Detectors, 2020. User Manual, California, USA
- Friedrich, L., Kemper, N., Krieter, J. Czycholl, I., 2020. Feasibility and reliability of a German guideline for farm's self-monitoring in sows and piglets. *J Anim Sci.* 98(10): skaa305
- Harley, S., More, S., Boyle, L., O'Connell, N.E., Hanlon, A., 2012. Good animal welfare makes economic sense: potential of pig abattoir meat inspection as a welfare surveillance tool. *Irish Veterinary Journal* 11, 1–12
- Hinz, T. und Linke, S., 1998. A Comprehensive Experimental Study of Aerial Pollutants in and Emissions from Livestock Buildings. Part 2: Results. *Journal of Agricultural Engineering Research* 70, 119–129
- Horst, A., Gertz, M., Krieter, J., 2019. Challenges and opportunities of using meat inspection data to improve pig health traits by breeding: A review. *Livestock Science* 221, 155–162
- Klauke, T.N.; Piñeiro, M.; Schulze-Geisthövel, S.; Plattes, S.; Selhorst, T.; Petersen, B., 2013. Coherence of animal health, welfare and carcass quality in pork production chains. *Meat Sci* 95(3)
- KTBL, 2016. Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis–Schwein. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine. Schrader, I. Czycholl, I.; Krieter, J.; Leeb, C.; Zapf, R.; Ziron, M. (Hg.) KTBL, Darmstadt, Germany
- Maes, D., Segales, J., Meyns, T., Sibila, M., Pieters, M., Haesebrouck, F., 2008. Control of Mycoplasma hyopneumoniae infections in pigs. *Veterinary Microbiology* 126, 297–309
- McGraw, Kenneth O.; Wong, S. P., 1996. Forming inferences about some intraclass correlation coefficients. *Psychol. Methods* 1, 30–46
- NaTiMon, 2021. Literaturdatenbank Tierwohllindikatoren [online]. <http://www.ktbl.de/webanwendungen/literaturdatenbank-tierwohllindikatoren>, 13.07.2022.
- Ni, J.-Q., Heber, A.J., 2001. Sampling and measurement of ammonia concentration at animal facilities - a review. In: ASAE Annular International Meeting, Sacramento, California, USA, 30 July - 1 August 2001
- Olsen, A.W., Dybkjær, L., Simonsen, H.B., 2001. Behaviour of growing pigs kept in pens with outdoor runs. *Livestock Prod. Sci.* 69, 265–278. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00173-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00173-7)

Philippe, F.-X., Cabaraux, J.-F., Nicks, B., 2011. Ammonia emissions from pig houses: influencing factors and mitigation techniques. *Agric. Ecosyst. Environ.* 141, 245–260. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.012>

Plonait, H. und Bickhardt, K. 2004. Lehrbuch der Schweinekrankheiten; Parey-Verlag

QS (2020): Leitfaden Befunddaten in der Schweineschlachtung. Online verfügbar unter [https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/4\\_leitfaeden/landwirtschaft/2020/lf\\_ldw\\_sw\\_frei\\_inKom\\_01012020\\_d.pdf](https://www.q-s.de/services/files/downloadcenter/4_leitfaeden/landwirtschaft/2020/lf_ldw_sw_frei_inKom_01012020_d.pdf), zuletzt geprüft am 31.07.23.

E. Rautiainen, A.-M. Virtala, P. Wallgren, H. Saloniemi Varying Effects of Infections with *Mycoplasma hyopneumoniae* on the Weight Gain Recorded in Three Different Multisource Fattening Pig Herds, *Zoonoses and Public Health* 47, 461-469; [doi.org/10.1046/j.1439-0450.2000.00370.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0450.2000.00370.x)

Richter, A. (2015): Der Einfluss von Haltungsbedingungen auf Parameter der Tiergesundheit unter besonderer Berücksichtigung von Atemwegserkrankungen in fünf Schweinemastbetrieben im Raum Thüringen. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation

SAS Institute Inc. 2017. User's Guide: (release 9.4). SAS Institute, Cary, United States of America

Scollo, A., Gottardo, F., Contiero, B., Edwards, S.A., 2017. A cross-sectional study for predicting tail biting risk in pig farms using classification and regression tree analysis. *Preventive Veterinary Medicine* 146, 114–120

Schleicher, C.; Scheriau, S.; Kopacka, I.; Wanda, S.; Hofrichter, J.; Köfer, J., 2013. Analysis of the variation in meat inspection of pigs using variance partitioning. *Preventive Vet Med* 111(3-4)

Shrout, P. E., and Fleiss, J. L., 1979. Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin* 86, 420–428

Smith, J.H., Wathes, C.M., Baldwin, B.A., 1996. The preference of pigs for fresh air over ammoniated air. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 417–424

Sprinthall, R. C., 1987. Basic statistical analysis. 2. Edition: Addison-Wesley

Thacker E. L., Thacker B. J., Wolff T., 2006. Efficacy of a chlortetracycline feed additive in reducing pneumonia and clinical signs induced by experimental *Mycoplasma hyopneumoniae* challenge. *J Swine Health Prod*;14(3):140-144

Wathes, C.M., Jones, J.B., Kristensen, H.H., Jones, E.K.M., Webster, A.J.F., 2002. Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia. *Transactions of the ASAE* 45

Welfare Quality, 2009. Welfare Quality assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Welfare Quality Consortium. Lelystad, Netherlands.

Wheeler, E.F., Weiss, R.W.J., Weidenboerner, E., 2000. Evaluation of Instrumentation for Measuring Aerial Ammonia in Poultry Houses. *Journal of Applied Poultry Research* 9, 443–452