

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## PigSys

### Verbesserung der Leistungsfähigkeit in der Schweinehaltung durch einen gesamt-heitlichen Systemansatz – Teilvorhaben 1

Förderkennzeichen: 2817ERA07D

Vorhabenlaufzeit: 09.2017 bis 12.2020

#### KURZDARSTELLUNG

Gebäude, Regelungssysteme und Stallbewirtschaftungsansätze in der Nutztierhaltung sind historisch gewachsen und entsprechen den zur Zeit der Errichtung und Modernisierung geltenden Standards. Durch die rasante Entwicklung der Technologien, insbesondere der Digitalisierung ergeben sich in der Gegenwart neue, weitaus umfassendere Möglichkeiten als früher. Dies betrifft u.a. die Nutzung sensorgestützter Informationen zur Stallklimatisierung oder auch die gezielte Verwendung der permanent anfallenden Daten zum Betriebsmanagement. Das Projekt befasste sich mit den Herausforderungen, Lösungen für eine zukünftige nachhaltige Schweineproduktion zu schaffen.



#### VORHABENSCHWERPUNKT UND ERA-NET

Das EU-Forschungsprojekt „PigSys“ wurde mit Bundesmitteln über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) sowie Mitteln der Kommission zur Kofinanzierung von Cofund ERA-NETs im Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020 gefördert. Das Ziel des Projektes bestand darin, durch die Umsetzung eines multidisziplinären Ansatzes ein Systemmodell von Massen- und Energiebilanzen, ein Entscheidungsunterstützungswerkzeug (Software) sowie ein neuartiges Gebäuderegulierungssystem zu entwickeln. Angestrebt wird eine nachhaltige Steigerung der Effizienz und höhere gesellschaftliche Akzeptanz der Schweinehaltung.

Am Konsortium des Projektes waren insgesamt 8 Einrichtungen aus 6 europäischen Ländern beteiligt. Innerhalb der acht Arbeitspakete konzentrierten sich die Aufgaben des Thüringer Landesamtes für Landwirtschaft und Ländlichen Raum (TLRL) in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel auf die Feldversuche zur Validierung und Verifikation des Lüftungssystems sowie die Entwicklung eines sensorgestützten Überwachungs- und Klimaregelungssystems. Gegenwärtig berücksichtigen altersabhängige Vorgaben in der Regelungstechnik den differenzierten Wärmebedarf wachsender Tiere. Es ist bisher noch kein Standard, die Konzentration der Schadgase, insbesondere Ammoniak, in die aktive Stallklimaführung zu integrieren.

Die Untersuchungen in zwei Praxisbetrieben dienten dazu, auf der Grundlage bisher nicht verfügbarer Informationen zu den stallklimatischen Haltungsbedingungen (z.B. Ammoniak und Kohlendioxid, Luftgeschwindigkeit) und dem Tierverhalten (erfasst über permanente Videoaufnahmen) während der Aufzucht von Ferkeln und Mast von

Schweinen zu prüfen, welche neuen Informationen für eine optimierte Umweltgestaltung wesentlich sind und wie sich deren Einbeziehung auf Leistung und Tierwohl auswirken können.

Ziel etablierter Standards ist es bisher, eine moderate Absenkung der Raumtemperatur mit geringen Schwankungen innerhalb eines Tages zu erreichen. Die Konzentration der Schadgase sollen lt. Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung 20 ppm Ammoniak (NH<sub>3</sub>), 3000 ppm Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und 5 pp Schwefelwasserstoff im Aufenthaltsbereich der Schweine nicht überschreiten.

#### ERGEBNISSE

Um die o.g. Projektziele zu erreichen, wurde jeweils ein Haltungsabteil beider Betriebe an verschiedenen Messorten mit Sensoren zur Messung des NH<sub>3</sub> und CO<sub>2</sub>-Gehaltes, sowie Lufttemperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit ausgerüstet (Beispiel siehe Abb. 1) und in das Klimaführungssystem integriert. Über installierte Kameras konnte das Verhalten der Tiere aufgezeichnet werden. Ein optisches System, das Deep Learning zusammen mit

maschinellen Bildverarbeitungstechniken verwendet, wurde genutzt, um das Liegen, Stehen und die Aktivitäten von Schweinen in den Ställen zu überwachen. Damit konnten Informationen zum Tierverhalten bereitgestellt werden.

Neben der Darstellung der räumlichen, saisonalen und circadianen Variation der erfassten Stallklimaparameter in den beiden Projektbetrieben wurde geprüft, ob diese Parameter in zukünftigen sensor- und bildgestützte Klimaregelungssysteme integriert werden könnten und welchen Optionen dafür notwendig wären. Diese sollten sich an den bekannten Kriterien einer tiergerechten Haltungsumwelt orientieren und in einer Modellierung eines bildgestützten Überwachungs- und Klimaregelungssystems münden. Mit diesem Untersuchungsansatz kann langfristig das Tierwohl und die Ressourceneffizienz gesteigert werden.

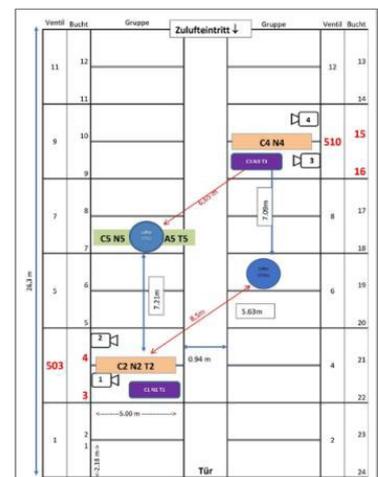


Abbildung 1: Anordnung der Messtechnik im Betrieb 1, Hauptuntersuchungen

Die Untersuchungen in den beiden Betrieben zeigen, dass etablierte Klimaführungssysteme unter gemäßigten klimatischen Bedingungen eine gute Einhaltung der gewünschten Raumtemperaturen für die Aufzucht und Mast von Schweinen gewährleisten. In beiden Betrieben zeigten die sensorgestützt erfassten Schadgaskonzentrationen, dass mit den bestehenden raumlüftechnischen Anlagen und Regelungssystemen im Durchschnitt der Haltungsabschnitte keine Ammoniak- und Kohlendioxidbelastungen festzustellen waren. Damit sind im Allgemeinen die Voraussetzungen einer tierwohlgerechten und möglichst belastungsarmen

Haltung erfüllt. Beobachtete temporäre Belastungssituationen konzentrierten sich auf räumlich begrenzte Bereiche der Abteile (beispielhaft dargestellt für 2 Messorte in einem Abteil).

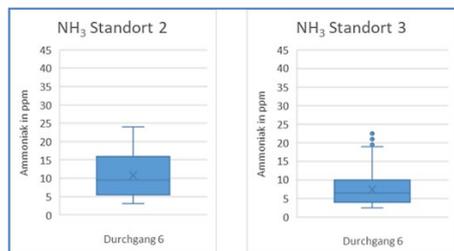


Abbildung 2: NH<sub>3</sub>-Konzentrationen an 2 Standorten

Die räumlichen Schwerpunkte variierten in Abhängigkeit von der Jahreszeit, die sich jahreszeitabhängig wiederholten. Auch die Anbringungshöhe der Sensoren und der Messort hatten einen signifikanten Einfluss auf das Niveau und die Varianz der ermittelten NH<sub>3</sub>- und CO<sub>2</sub>-Konzentration. Die beobachteten räumlichen Konzentrationsunterschiede der erfassten Schadgaskonzentrationen lassen in den untersuchten Abteilen einen nicht gleichmäßigen Austausch von Frisch- und Abluft vermuten. Damit ist zu postulieren, dass für eine Optimierung der Raumlüftechnik unter der Berücksichtigung der Schadgaskonzentration nicht nur ein Sensor im Abteil ausreicht, sondern Informationen von mehreren Messpunkten vorliegen müssen.

Aufgrund der lokalen Differenzen im Abteil wurde die Aufgabenstellung modifiziert, um die Wirkungen der beobachteten unterschiedlichen stallklimatischen Bedingungen (insbesondere NH<sub>3</sub>-Gehalt in der Stallluft) an zwei Messorten (über Ventil 503 bzw. über Ventil 510) im Abteil auf tierische Leistung sowie das Verhalten abschätzen und die Zusammenhänge zur aktuellen Klimaführung evaluieren zu können. Die Haltungstagzunahme der in den Buchten an beiden Messorten gehaltenen Masthybridferkel unterschied sich signifikant zugunsten der Haltungsgruppe 510, für die mit 6,5 ppm NH<sub>3</sub> sehr niedrige Werte im Tierbereich über den Haltungsabschnitt gemessen wurden. Ein Zusammenhang zur Stallluftqualität während der Aufzucht wird aufgrund der vorliegenden Literaturbefunde nicht ausgeschlossen. Die mittels Random Forest Analyse geprüften Zusammenhänge machten die komplexe Abhängigkeit des bestehenden Regelungssystems und zugleich auch gewisse Grenzen deutlich. Das über beide Standorte erstellte Modell hat ein hohes Bestimmtheitsmaß von 68,5%. Der Standort des Sensors erklärt fast 50% der beobachteten Varianz der Ammoniakkonzentration. Damit werden alle die Effekte zusammengefasst, die letztlich für die beobachteten Standortunterschiede verantwortlich sind und ursächlich nur vermutet werden können (z.B. ausrüstungstechnisch bedingtes Strömungsverhalten im Abteil). Die Ergebnisse bestätigen, dass zwischen den beiden Standorten unterschiedliche Bedingungen herrschen. Diskutiert wurden als mögliche Ursachen unbekanntes Strömungsverhalten und eventuelle Gülleventilation. Bei höheren temporären und lokal begrenzten Ammoniakkonzentrationen im Stall hatte die Ventilation bzw. Luftgeschwindigkeit einen erheblichen Einfluss auf die Stallluftqualität, siehe Abb., schraffierte Balken = Werte über 15 ppm NH<sub>3</sub>).

Der starke Zusammenhang zwischen Luftgeschwindigkeit und Außentemperatur im untersuchten Stallsystem erklärte, dass in bekannten Abteilbereichen unter bestimmten Bedingungen höhere Ammoniakkonzentrationen derzeit nicht ausgeschlossen werden können. Daher ist eine Lüftung, die nach den realen Außen- und angestrebten Raumtemperaturen geregelt wird, nicht in jedem Fall ausreichend, um die Schadgaskonzentrationen in allen Bereichen zu optimieren. Obwohl das Tierverhalten, kategorisiert mittels automatischer Bildauswertung nach Anteil stehender bzw. liegender Tiere innerhalb eines Zeitraumes von elf aufeinander folgenden Tagen, für die Tiergruppe in der Bucht mit den höheren Ammoniakkonzentrationen (Messort 1 am Ventil 503)

mit 39% um 3% häufiger stehende Tiere als in der Bucht mit den relativ moderaten NH<sub>3</sub>-Gehalten in der Stallluft (Messort 3 am Ventil 510) zeigt, ist die z.T. fehlende bis geringe bis moderate Effektivität des Standortes zu berücksichtigen. Dennoch waren die mittels Random Forest aufgestellten

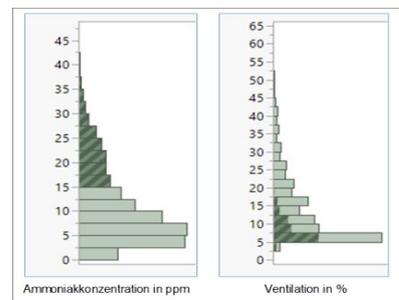


Abbildung 3: Ammoniakkonzentration und prozentuale Luftgeschwindigkeit im Stall

Schätzmodelle ausnahmslos stabil. Das Verhalten der Schweine wird neben dem genetisch determinierten Anteil durch die gleichen Einflussparameter bestimmt, weswegen sich die zuvor erstellten Modelle je Sensor und Zeitraum stark ähneln. Obwohl kein Modell in der Lage war das Verhalten der Schweine in dem jeweils anderen Zeitraum vorherzusagen, wird die zentrale Bedeutung der Schadgaskonzentration als Gesamtheit von Ammoniak und Kohlendioxidkonzentration auf das Verhalten erkennbar. Die Konzentrationen beider Gase stellten in allen Fällen die einflussreichsten Parameter auf den Anteil stehender Tiere dar.

Diese Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass die Schadgaskonzentrationen das Verhalten von Schweinen beeinflussen kann.

## FAZIT

Die reproduzierte Abbildung temporärer, saisonal und räumlich bedingter differenzierter Belastungssituationen für die Tiere, verifiziert durch statistisch gesicherte Leistungsunterschiede hat den komplexen Projektgedanken des Gesamtsystemansatzes essentiell unterstützt. Die Ergebnisse bestätigen begründete Optimierungspotentiale, die für die (Weiter)Entwicklung umfassender sensorgestützter Klimaregelungssysteme sprechen. Eine optimierte Lüftungsanlage sollte die kritischen Größen der Temperatur und Ammoniakkonzentration als Zielgrößen umfassen, die permanent an mehreren Messorten erfasst werden. Die mittels Sensoranalyse- und Datenfusionsmethoden erstellten Klimasensormuster und Datenfusionsansätze konnten in ein Klimaregelungsmodell implementiert werden.

## PUBLIKATIONEN

A. Nasirahmadi, B. Sturm, S. Edwards, K. Jeppsson, A. Olsson, S. Müller, O. Hensel, 2019 "Deep learning and machine vision approaches for posture detection of individual pigs", Sensors, 19(17), 3738. <https://doi.org/10.3390/s19173738>

### Projektbeteiligte:

Thüringer Landesamt für Landwirtschaft und Ländlichen Raum; Universität Kassel, IFIP-Institut du Porc (FR), Swedish University of Agricultural Sciences (SE), SEGES (DK), Latvia University of Agriculture (LV), Newcastle University (UK), INRA (FR)

### Kontakt:

Dr. Simone Müller, +49 361 574011 415; [simone.mueller@tllr.thueringen.de](mailto:simone.mueller@tllr.thueringen.de), TLLLR, August-Bebel-Str. 2, 36433 Bad Salzungen

Dr. Abozar Nasirahmadi, +49 5542981684; [abozar.nasirahmadi@uni-kassel.de](mailto:abozar.nasirahmadi@uni-kassel.de), Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 2, 37213 Witzenhausen