

## Project Summary FKZ 2817ERA07D

The PigSys project addresses the challenges of creating solutions for future sustainable pig production in order to increase animal welfare, resource efficiency and social acceptance in the long term.

The investigations conducted in two commercial farms in Thuringia provided previously unavailable information of the barn climatic housing conditions (e.g. ammonia and carbon dioxide, air velocity) during the rearing of piglets and fattening of pigs. This novel information are essential for an optimized environmental design of future climate control system. For this purpose, animal behaviour was captured using machine vision techniques combined with Deep Learning models. . The research shows that under moderate climatic conditions, the established climate control systems provide good compliance with desired target temperatures for rearing and fattening pigs. Thus, fulfilling the requirements for animal welfare and low-stress husbandry. Investigations for temporary stress situations due to the ammonia content in barn air were concentrated on spatially limited areas of the compartments in the project farms. It was observed from the sensor data that the spatio-temporal pattern varied seasonally. Furthermore, the mounting height of the sensors and the measurement location also had a significant influence on the level and variance of the determined pollutant gas concentrations. Thus, to optimize a room air conditioning system considering the pollutant gas concentration, not only one sensor in the compartment is sufficient and information from several measuring points must be available. The realized performances and the behaviour of groups of animals, whose contemporaneous housing environment differed in the indoor air quality, do not allow to exclude an interaction during rearing. The complex dependence of the existing indoor air quality control system and its limitations could be shown by random forest analysis. Within the variation explained by the model built over both sites, the measurement site justified almost 50% of the observed variance in ammonia concentration. The measurement site includes all effects responsible for the observed site differences. At higher temporary and localized ammonia concentrations in the barn, ventilation rate or air velocity had a significant effect on barn air quality. Therefore, ventilation controlled according to real outdoor and target room temperatures is insufficient in all cases to optimize pollutant gas concentrations in all areas. In case of animal behaviour categorized based on the proportion of standing or lying animals using image analysis reveals concentration of pollutant gases to play a central role in proportion of standing animals. Thus, these results support the hypothesis that noxious gas concentrations can influence pig behaviour.

The studies confirm reasonable optimization potential for the development of comprehensive sensor- and image-based climate control systems. The climate sensor patterns and data fusion approaches created using sensor analysis and data fusion methods could be implemented in a climate control model.

The project website is updated regularly and is publicly accessible at <http://pigsys.eu/>.

## Projektzusammenfassung FKZ 2817ERA07D

Das PigSys-Projekt befasst sich mit den Herausforderungen, Lösungen für eine zukünftige nachhaltige Schweineproduktion zu schaffen, um langfristig das Tierwohl, die Ressourceneffizienz und die gesellschaftliche Akzeptanz zu steigern.

Die Untersuchungen in zwei Thüringer Praxisbetrieben lieferten bisher nicht verfügbare Informationen der stallklimatischen Haltungsbedingungen (z.B. Ammoniak und Kohlendioxid, Luftgeschwindigkeit) während der Aufzucht von Ferkeln und Mast von Schweinen, die für eine optimierte Umweltgestaltung künftiger Lüftungssysteme wesentlich sind. Dafür wurde auch das Tierverhalten mit Hilfe von Machine-Vision-Techniken in Kombination mit Deep-Learning-Modellen erfasst. Die Untersuchungen zeigen, dass die etablierten Klimasysteme unter moderaten Klimabedingungen die gewünschten Zieltemperaturen für die Aufzucht und Mast von Schweinen gut einhalten. Damit werden die Anforderungen an eine tiergerechte und stressarme Haltung erfüllt. Temporäre Belastungssituationen bezüglich des Ammoniakgehaltes der Stallluft konzentrierten sich in den Projektbetrieben auf räumlich begrenzte Bereiche der Abteile. Anhand der Sensordaten wurde beobachtet, dass das räumlich-zeitliche Muster saisonal variiert. Auch die Anbringungshöhe der Sensoren und der Messort hatten einen signifikanten Einfluss auf Niveau und Varianz der ermittelten Schadgaskonzentrationen. Damit ist zu postulieren, dass für eine Optimierung der Raumluftechnik unter der Berücksichtigung der Schadgaskonzentration nicht nur ein Sensor im Abteil ausreicht, sondern Informationen von mehreren Messpunkten vorliegen müssen. Die realisierten Leistungen und das Verhalten von Tiergruppen, deren zeitgleiche Haltungsumwelt sich in der Stallluftqualität unterschied, lassen eine Wechselwirkung während der Aufzucht nicht ausschließen. Die komplexe Abhängigkeit des bestehenden raumluftechnischen Regelungssystems und deren Grenzen konnte mittels Random Forest Analyse gezeigt werden. In dem über beide Messpunkte erstellten Modell erklärte der Messort, der alle Effekte zusammengefasst, die letztlich für die beobachteten Unterschiede im Abteil verantwortlich sind und ursächlich nur vermutet werden können, fast 50% der durch das Modell erklärten Varianz der Ammoniakkonzentration. Bei höheren temporären und lokal begrenzten Ammoniakkonzentrationen im Stall hatte die Ventilationsrate bzw. Luftgeschwindigkeit einen erheblichen Einfluss auf die Stallluftqualität. 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. Beim Tierverhalten, kategorisiert mittels automatischer Bildauswertung nach Anteil stehender bzw. liegender Tiere wirkte die Schadgaskonzentration als Gesamtheit von Ammoniak und Kohlendioxidkonzentration als zentraler Einflussfaktor auf den Anteil stehender Tiere dar. Diese Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass die Schadgaskonzentrationen das Verhalten von Schweinen beeinflussen können.

Die Untersuchungen bestätigen begründete Optimierungspotentiale für die Entwicklung umfassender sensor- und bildgestützter Klimaregelungssysteme. Die mittels Sensoranalyse- und Datenfusionsmethode erstellten Klimasensormuster und Datenfusionsansätze konnten in ein Klimaregelungsmodell implementiert werden.

Die Projekt-Website wird regelmäßig aktualisiert und ist öffentlich zugänglich über <http://pigsys.eu/>.