

Abschlussbericht zum Projekt

„Rye-SaFe“

Roggen-basierte Mischfutterkonzepte zur Minimierung des Vorkommens von Zoonoseerregern (Salmonellen) in der Sauenhaltung und Ferkelaufzucht

Zuwendungsempfänger: KWS Lochow GmbH

Vorhabenbezeichnung: RyeSaFe

Förderkennzeichen: 2813IP029

Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2020 bis 30.06.2024

Inhaltsverzeichnis

I.	Kurzbericht	1
I.1	Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	1
I.2	Ablauf des Vorhabens	1
I.3	Wesentliche Ergebnisse sowie Zusammenarbeit mit anderen Forschungsreinrichtungen	2

I. Kurzbericht

I.1 Ursprüngliche Aufgabenstellung sowie wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Projekt "Rye-SaFe" zielt darauf ab, die Verwendung von Roggen in der Schweinefütterung zu untersuchen, um das Vorkommen von Salmonellen in Ferkelerzeugerbetrieben zu reduzieren. Die Lebensmittelsicherheit und die Notwendigkeit, den Anteil Salmonellen tragender Ferkel zu reduzieren, stehen im Mittelpunkt dieses Vorhabens. Das "Rye-SaFe Mischfutterkonzept" soll eine kostengünstige Lösung bieten, um die Salmonellensituation entlang der Produktionskette zu verbessern, indem es roggenbasierte Mischfutter verwendet. Die Studie knüpft an das Projekt „6-R-Konzept“ (FKZ 281B101016) an und konzentriert sich auf die Reduzierung von Salmonellen in der Sauenhaltung und Ferkelaufzucht. Die Verwendung von Roggen in der Schweinefütterung hat in Deutschland zugenommen, da Roggen ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe wie fermentierbare Ballaststoffe enthält. Untersuchungen im Projekt „6-R Konzept“ haben gezeigt, dass diese Substanzen das Wachstum von Salmonellen reduzieren können. Das Projekt baut auf diesen Erkenntnissen auf und untersucht die Anwendung von Roggen und Roggennebenprodukten in verschiedenen Altersgruppen von Schweinen. Zudem sollte die Frage der praktischen Nutzbarkeit von Hybridroggen als zusätzliche Mischfutterkomponente bewertet werden.

I.2 Ablauf des Vorhabens

Das Projekt "Rye-SaFe" umfasst mehrere Versuchsreihen in kommerziellen Ferkelerzeugerbetrieben, in denen unterschiedliche Anteile von Roggen und Roggenkleie im Futter verwendet werden. Diese Praxisbetriebe hat die KWL für die Versuche zusammen mit der Viehvermarktung Walsrode gewonnen. Ein Anbau geeigneter, Mutterkorn-stabiler Roggensorten in der APS 3 des BSA wurde mit einer Erzeugergemeinschaft in Niedersachsen organisiert mit dazugehöriger Analytik. Die kommerziellen Versuchsfutter wurden mit den Mischfutterherstellern, wie z.B. der Raiffeisen Mittelweser eG, konzipiert und zur Verfügung gestellt inklusive der logistischen Planung. Zudem wurden die hierfür erforderlichen Abstimmungen und Treffen der Versuchspartner während der gesamten Dauer des Projektes organisiert und durchgeführt.

Die Salmonellenprävalenz wird streng überwacht, und *in vitro*-Versuche werden durchgeführt, um das Salmonellenwachstum bei steigender Butyratkonzentration zu untersuchen. Zusätzlich werden weitere Versuche durchgeführt, um die Auswirkungen von

Roggen auf die Geburt, die Transitphase und das Kolostrum sowie auf die Futteraufnahme und den Blutglukosespiegel zu untersuchen.

I.3 Wesentliche Ergebnisse sowie Zusammenarbeit mit anderen Forschungsreinrichtungen

Aus den Arbeiten, die im Rahmen des Projektes „Rye-SaFe“ am Institut für Tierernährung der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover durchgeführt wurden, lassen sich einige wichtige Ergebnisse zusammenfassen. Zum einen ist ein Einsatz von Roggen ohne negative Auswirkungen in der Sauenhaltung (Jungsauen, Abferkelbereich und Ferkelaufzucht) einsetzbar. Weiterhin kann Roggenkleie ohne signifikante Einbußen in der Leistung im Peripartal-Bereich eingesetzt werden. *In vitro* konnte nachgewiesen werden, dass Butyrat zu einer Reduktion des Salmonellenwachstums führt. Eine direkte Salmonellenreduktion in den Praxisbetrieben konnte nicht in dem erhofften Maße nachgewiesen werden. Trotzdem konnten bei einer roggenreichen Fütterung niedrigere Salmonellen OD%-Werte festgestellt werden. Das sehr geringe und heterogene Salmonelleninfektionsgeschehen erlaubte es nicht, eine eindeutige Aussage über einen fütterungsbedingten Effekt zu tätigen.

Der Einsatz von Roggen bis zu 40 % im Alleinfutter im peripartalen Zeitraum von Sauen führte zu einer Verbesserung der Verdaulichkeit der Bruttoenergie sowie numerisch zu einer höheren Milchleistung als bei Tieren, die ein Kontrollfutter ohne Roggen erhielten. Die Versuche, in denen der Einfluss eines Einsatzes von Roggen auf den Blutglukosespiegel und die Futteraufnahme von Absetzferkeln untersucht wurden, befinden sich zum aktuellen Zeitpunkt noch in Auswertung.

Insgesamt zeigt das Projekt "Rye-SaFe" vielversprechende Ansätze zur Nutzung von Roggen bei Sauen und Ferkeln sowie zur Reduzierung von Salmonellen in der Schweineproduktion auf. Durch die Nutzung von Roggen und Roggennebenprodukten in der Schweinefütterung können grundsätzlich Salmonellen reduziert und die Lebensmittelsicherheit erhöht werden. Die enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern ermöglicht einen interdisziplinären Ansatz zur Erforschung und Umsetzung von Lösungen zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit in der Schweineproduktion.

Das Projekt "Rye-SaFe" wurde in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern durchgeführt, darunter auch führende Einrichtungen im Bereich der Tierernährung und Lebensmittelsicherheit (Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, die Technische Universität Hamburg, KWS Lochow GmbH, Universität Rostock (im Projektverlauf

ausgeschieden) und die SAN Group Biotech Germany GmbH). Die enge Zusammenarbeit ermöglichte einen interdisziplinären Ansatz zur Erforschung und Umsetzung von Lösungen zur Reduzierung von Salmonellen in der Schweineproduktion. Durch den Austausch von Fachwissen und Ressourcen konnten die Ziele des Projektes effizienter erreicht werden, d.h. die Lebensmittelsicherheit verbessert und die Gesundheit der Tiere gefördert werden. Die praktische Bewertung bei beteiligten Mischfutterbetrieben, wie hier bei der Raiffeisen Mittelweser und auch des Unternehmens ATR, waren ebenso positiv.

Inhaltsverzeichnis

II.	Eingehende Darstellung	1
II.1	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	1
II.2	Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit	1
II.3	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	4
II.4	Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen	4
II.5	Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 der NKBF/NABF	5
	Literatur	8

II. Eingehende Darstellung

II.1 Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Das ursprünglich vom 01.08.2020 bis 30.09.2023 geplante Gesamtprojekt wurde vom 01.08.2020 bis zum 30.06.2024 durchgeführt. Durch Effizienzsteigerung in der Umsetzung der Nachhaltigkeitsverrechnung und Umsetzung der Praxisaufgaben konnten Personalkosten bei der KWS Lochow eingespart werden. Der KWS Anteil an Eigenmitteln belief sich im Projekt auf insgesamt 220709,15 EUR. Die von KWS geleisteten Fremdleistungen u.a. für die Sondermischkosten bzw. Beschaffung der geeigneten Roggensorten und -mengen beliefen sich auf 71746,87EUR.

Zeitraum	1.8.2020-31.12.2020	2021	2022	2023	1.1.2024-30.6.2024	Summe
	Entstandene Kosten					0,00 €
0813 Material	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
0823 FE-Fremdleistungen	4.802,07 €	66.944,80 €	0,00 €	0	0	71.746,87 €
0837 Personalkosten	9.064,00 €	35.266,00 €	63.426,00 €	43032	25514	176.302,00 €
0838 Reisekosten	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
0847 vorhabenspezifische Abschreibungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
0848 AfA sonstige	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
0850 sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	0,00 €	45.400,00 €	830,00 €	0	0	46.230,00 €
0856 Kosten innerbetrieblicher Leistungen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
0860 Verwaltungskosten	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0	0	0,00 €
Summe	13.866,07 €	147.610,80 €	64.256,00 €	43.032,00 €	25.514,00 €	294.278,87 €
Anteil Eigenmittel	10.399,55 €	110.708,10 €	48.192,00 €	32.274,00 €	19.135,50 €	220.709,15 €
Verbleibender Anteil des Bundes	3.466,52 €	36.902,70 €	16.064,00 €	10.758,00 €	6.378,50 €	73.569,72 €
Förderquote = 25 %						

II.2 Notwendigkeit und Angemessenheit der Arbeit

Die Lebensmittelsicherheit ist weiterhin ein großes gesellschaftliches Thema. So wurde auch zum Ende des Projektes im Jahr 2023 noch 10.564 Fälle einer Salmonellose in Deutschland gemeldet (ROBERT-KOCH-INSTITUT 2024). Salmonellen sind in der Schweinehaltung aufgrund ihrer Eigenschaften (zahlreich latent infizierte Tiere, fäkale Ausscheidung durch Trägertiere, Persistenz in der Umwelt und Vorhandensein von Vektoren wie Fahrzeugen) weiterhin verbreitet. Zur wirksamen Reduktion sind vielseitige Ansätze nötig. Das vorangegangene Projekt „6R-Konzept“ hat gezeigt, dass der Roggen als Mischfutter-Komponente zum einen geeignet ist und auch ein wirksames Mittel zu

Salmonellenreduktion in der Mast sein kann. Da die Salmonellose aber nicht nur in der Mast zu finden ist, ist eine wirksame Reduktion anhand der gesamten Produktionskette nötig. Das Projekt „Rye-SaFe“ hatte die Entwicklung eines Fütterungskonzeptes zum Ziel, welches neben den ackerbaulichen und klimaschonenden Vorteilen, vor allem die Tiergesundheit und Verbraucherschutz miteinschließt und verbessern sollte. Einen solchen Ansatz erfolgversprechend zu verfolgen und zu evaluieren war sowohl notwendig als auch angemessen. Im Folgenden werden daher die einzelnen Tätigkeiten und Ergebnisse detaillierter dargestellt:

Die Arbeiten im Projekt teilten sich der Vorhabenbeschreibung entsprechend in drei Arbeitspakete, welche hier beschrieben werden. Bei AP 1.1 und AP 1.3 unterscheiden sich lediglich das Anbaujahr und daher werden sie hier zusammengefasst. Das für die KWS Lochow GmbH relevante Arbeitspaket umfasst insgesamt also das AP 1.1, 1.3 und AP 5 (Anbauplanung, Analytik und Futterlogistik sowie die anschließende Validierung in der Praxis).

1. Arbeitspaket 1.1 sowie 1.3: Anbauplanung, Analytik und Futterlogistik

Die Auswahl geeigneter Testbetriebe für das Projekt geschah seitens der KWS in Kooperation mit der Viehvermarktung Walsrode (VWV) und konnte dank der Bereitschaft zur Teilnahme der Betriebe kurzfristig in 2020 erfolgen. Gemeinsam mit der VWV organisierte die KWS Treffen und Abstimmungen zwischen allen Beteiligten inklusive der Futtermittelwirtschaft während der gesamten Projektlaufzeit.

In Zusammenarbeit des KWS Produktmanagements (PM) und der Saatenabteilung der Raiffeisen Mittelweser sowie den Sauenhaltern begannen im August 2020 unverzüglich zum Projektstart die Planung der Saatensteuerung für die zu diesem Zeitpunkt nach Bundessortenamt beste Hybridroggensorte in Bezug auf die Mutterkornabwehr, KWS Trebiano (Ausprägungsstufe 3). Über die Erzeugergemeinschaft für Qualitätsgetreide der Raiffeisen Mittelweser wurde eine Mengenplanung von jeweils mindestens 2000 Tonnen Ernteprodukt für die Saison 2021 sowie 2022 festgelegt und umgesetzt. Die Erfassung dieser Mengen, die vornehmlich auf Marschstandorten der Weser angebaut wurden, fand am Mischfutterstandort in Schweringen statt. Von hier aus konnten wir die Betriebe Tewes (1000 Sauen, Landkreis Celle) und True (250 Sauen, Landkreis Diepholz) ansteuern. Der dritte Betrieb, Wübbel zur Lage, mit 1800 Sauen befand sich in Parkentin in Mecklenburg und wurde über den Mischfutterhersteller ATR aus Ratzeburg mit Roggenmischungen versorgt. ATR nutzt bereits im großen Umfang geeignete Hybridroggen genetik der KWS, wie KWS Trebiano. Die Analytik der Futterproben wurde durch die tierärztliche Hochschule in

Hannover vorgenommen, Die Logistik der Test- und Kontrollfutter wurde durch die Testbetriebe in Abstimmung mit der KWS und den Futterherstellern geleistet. Alle 3 Testbetriebe waren Mischfutterkunden. Die Rationen (Jungsauen-, Laktations- und Ferkelaufzuchtfutter variierten zwischen 25 und 30% Roggen bzw. Roggenkleie.

Arbeitspaket 5: Validierung in der Praxis und Bewertung

Auf mehr als jeweils 300 ha Anbaufläche wurden im Jahr 2021 und 2022 die erforderliche Menge von mehr als 2000 Tonnen mit einem Durchschnittsertrag von über 7 Tonnen je ha geerntet. Die Mutterkornbelastung in der Ernte 2021 lag für das Silo mit KWS Trebiano auf lediglich 36 mg/kg wohingegen in den anderen Silos der kommerziellen sonstigen Roggenernte Werte zwischen 85 und 150 mg/kg ermittelt wurden. Das Ziel, für das Merkmal Mutterkorn in Praxis unbedenkliche Ware anbauen zu lassen, ist erreicht worden. Die Logistik der Futterbereitstellung gelang ohne Probleme für die Betriebe und Versuchsansteller. Die beteiligte Mischfutterindustrie hat Hybridroggen als Sauenfütterungskomponente aufgenommen. Testbetrieb Nr. 3 hat zusätzlich den Anbau von 60 ha KWS Trebiano begleitend durchgeführt.

Stimmen der Landwirte aus dem August 2023

Betrieb 1:

Der direkte Vergleich durch parallele Fütterung in der Abferkelung war gegeben. Es gab keine offensichtlichen Unterschiede bzgl. Tiergesundheit und Leistung.

Betrieb 2:

Der Betrieb füttert das Sauenfutter mit 30% Roggen auch nach Versuchsende weiter. Der Landwirt hat den Eindruck, dass Roggen in der Abferkelung eine positive Wirkung auf die Saugferkeldurchfälle hatte.

Der Roggeneinsatz in der Mast führte zur Verbesserung der Salmonellen-Kategorie.

Betrieb 3:

Der Betrieb fütterte das Sauenfutter mit 30% Roggen auch nach Versuchsende weiter, hat dies aber eingestellt als es einen gesundheitlichen Einbruch gab. Roggen konnte als Ursache allerdings ausgeschlossen werden.

Der Betriebe nahm dann weiterhin am Versuch teil und setzt Roggen im Flatdeckbereich ein.

II.3 Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit der Ergebnisse im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Die Projektergebnisse deuten darauf hin, dass Roggen in weiten Teilen als Mischfutterkomponente in der Sauenhaltung eingesetzt werden kann. Die *in vitro* Versuche zeigten, dass durch den Roggen und das im Verdauungstrakt mikrobiell entstehende Butyrat das Salmonellenwachstum gehemmt werden kann. Dies zeigt, dass der Roggen durchaus die Potenz hat, zur Reduktion der Salmonellose beizutragen. Jedoch konnte bei den eingesetzten Mengen in den Versuchen des Projektes kein eindeutiger Effekt der Roggenreichen Fütterung auf die Salmonellen gezeigt werden. Aufgrund der Praxisbedingungen konnte dies aber nicht weiter dargestellt werden, sodass dieses Projekt Grundlage für weitere Forschung auf dem Gebiet bietet.

Das Projektziel, gezielt über ein Mischfutter die Salmonellen in der Sauenhaltung zu reduzieren, konnte nur bedingt erreicht werden. Die Versuche unter Praxisbedingungen lieferten keine ganz eindeutigen Ergebnisse. Trotzdem konnten im Rahmen des Projektes weitere wichtige wissenschaftliche Erkenntnisse geliefert werden. Ein sicherer Einsatz von Roggen und Roggenkleie in der Junsauenintegration, Peripartalphase und der Ferkelaufzucht konnte demonstriert werden, sodass bisherigen Vorbehalten gegenüber dieser Getreideart (vor allem ein Einsatz bei Zuchttieren) weiter entgegen gewirkt werden kann – mit entsprechend möglichen positiven Effekten auf die Tiergesundheit und damit das Tierwohl.

Aus den Ergebnissen können Empfehlungen für die Fütterung von Jungsaunen, Saunen und Absetzferkel abgeleitet werden. Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgte umfassend (siehe II.5).

II.4 Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit erschienen Veröffentlichungen aus der Arbeitsgruppe um Hans Stein an der Universität Illinois sowie

- McGhee, M.L.; Stein, H.H. Inclusion of hybrid rye in diets for weanling pigs does not compromise daily gain, but may reduce diarrhea incidence despite pigs having preference for consuming corn over hybrid rye. *Animal Feed Science and Technology* 2021, 281, 115113.
- McGhee, M.L.; Stein, H.H. Hybrid rye may replace up to 75 % of the corn in diets for gestating and lactating sows without negatively impacting sow and piglet performance. *J. Anim. Sci.* 2021, 99.

- MCGHEE, M. L.; ACOSTA, J. P.; STEIN, H. H. Weanling pigs consume more feed if hybrid rye replaces corn in diets, but average daily gain and fecal scores are not impacted by hybrid rye. *Translational Animal Science*, 2023, 7. Jg., Nr. 1, S. txad022.

II.5 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 der NKBF/NABF

Während des Projektes sind diverse Veröffentlichungen (Dissertationen, Artikel in Fachjournalen, Beiträge auf nationalen und internationalen Kongressen) entstanden:

Praxisartikel:

- JOST L. (2023): Roggen im Schweinefutter – geht das? Seite 48,49 Land und Forst Tierhaltung, Ausgabe 11/2023

Dissertationen:

- ECKEY I. (2022): Epidemiologische Untersuchung zur Salmonellenprävalenz in Ferkelerzeugerbetrieben und diätetische Ansätze zu deren Reduktion. Hannover, DVG (Dissertation)
- HOMANN, C (2023): Mischfutterkonzepte basierend auf Roggen und Roggenkleie – Effekte auf die Leistung und Salmonellenprävalenz in der Sauenhaltung, Hannover, DVG (Dissertation)

Artikel in Fachjournalen:

- HOLLMANN, I., LINGENS, J. B., CHUPPAVA, B., WILKE, V., ABD EL-WAHAB, A., BUCH, J., HANKEL, J., AHMED, M. F. E., & VISSCHER, C. (2022). In vitro evaluation of sodium butyrate on the growth of three *Salmonella* serovars derived from pigs at a mild acidic pH value. *Frontiers in veterinary science*, 9, 937671. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.937671>
- HOLLMANN, I., LINGENS, J. B., WILKE, V., HOMANN, C., TEICH, K., BUCH, J., CHUPPAVA, B., & VISSCHER, C. (2022). Epidemiological Study on *Salmonella* Prevalence in Sow Herds Using Direct and Indirect Detection Methods. *Microorganisms*, 10(8), 1532. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081532>
- HOMANN, C., ECKEY, I., CHUPPAVA, B., TEICH, K., BUCH, J., ZIMMERMANN, A., KALTSCHMITT, M., GRONE, R., WILKE, V., & VISSCHER, C. (2023). Rye and Rye Bran

as Components of Diets in Piglet Production-Effects on *Salmonella* Prevalence. *Animals*: an open access journal from MDPI, 13(14), 2262. <https://doi.org/10.3390/ani13142262>

- CHUPPAVA, B.; HOMANN, C.; ECKEY, I.; GRONE, R.; WILKE, V.; VISSCHER, C. Effect of Rye for Transition Sows On the Level of Piglet Serum Immunoglobulin Immunocrit. *Sustainability* 2023, 15, 13631. <https://doi.org/10.3390/su151813631>

- HOMANN, C.; WILKE, V.; ECKEY, I.; CHUPPAVA, B.; KALTSCHMITT, M.; ZIMMERMANN, A.; VISSCHER, C. Rye Bran as a Component in the Diets of Lactating Sows –Effects on Sow and Piglet Performance. *Animals* 2024, 14, 380. <https://doi.org/10.3390/ani14030380>

Beiträge auf nationalen und internationalen Kongressen:

- HOLLMANN, I., WILKE, V., VISSCHER, C.. Effect of a rye-based compound feed for lactating sows on performance of piglets. *Proceedings of the 76th Conference of the Society of Nutritional Physiology*, 08. – 10.03.2022, S. 119

- HOLLMANN, I., WILKE, V., BUCH, J., VISSCHER, C. 2022 Effects of a rye-based compound feed on *Salmonella* prevalence in gilts, *Proceedings of the 26th Congress of the ESVCN*, 06. – 08.09.2022, S. 145

- HOMANN, C., WILKE, V., VISSCHER, C. Rye bran as a component in the diets for lactation sows – effects on sow and piglet performance, *Proceedings of the 77th Conference of the Society of Nutritional Physiology*, 07. – 09.03.2023, S. 47

- HOMANN, C., WILKE, V., ECKEY, I., VISSCHER, C., Rye bran as a component in diets for lactating sows – effects on sow and piglet performance, *Proceedings of the 14th Congress of the ESPHM*, 31.05. – 02.06.2023, S. 337

- HOMANN, C., WILKE, V., ECKEY, I., VON FELDE, A., VISSCHER, C., Effects of rye bran as a feed component in the diets of lactating sows on sow and piglet performance, *Advances in Pork Production*, Volume 35, 09. – 11.01.2024, *Proceedings of the 2024 Banff Pork Seminar*, S. 208

Darüber hinaus befinden sich weitere Veröffentlichungen in Planung. Im Rahmen der Projektverlängerung wurde in den Stallungen des Instituts der Tierernährung ein weiterer Versuch durchgeführt (Arbeitstitel: Effects of a rye-rich diet on feed intake, blood glucose levels and intestinal microbiota in weaned piglets). Aus den Versuchen der Projektverlängerung in Auftragsforschung an der TU Bingen ist eine Veröffentlichung zum

Einfluss des Roggens im Futter auf die Sau auf die Geburt geplant (Arbeitstitel: Rye-based feed rations in the perinatal phase in sows positively affect energy digestibility and milk yield). Diese genannten Publikationen befinden sich zurzeit in Bearbeitung und werden aller Voraussicht nach 2025 eingereicht und erscheinen.

Literatur

- ANDRES, V. M. u. R. H. DAVIES (2015):
Biosecurity Measures to Control Salmonella and Other Infectious Agents in Pig Farms: A Review.
Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 14, 317-335
- BACH KNUDSEN, K. E., N. P. NØRSKOV, A. K. BOLVIG, M. S. HEDEMANN u. H. N. LAERKE (2017):
Dietary fibers and associated phytochemicals in cereals.
Mol. Nutr. Food Res. 61, 1600518
- BLAHA, T. (2001):
Salmonellenbekämpfung beim Schwein.
PRAKTISCHE TIERARZT-HANNOVER- 82, 964-967
- BONARDI, S. (2017):
Salmonella in the pork production chain and its impact on human health in the European Union.
Epidemiol. Infect. 145, 1513-1526
- CHUPPAVA, B., V. WILKE, C. B. HARTUNG, A. A. EL-WAHAB, R. GRONE, A. VON FELDE, J. KAMPHUES u. C. VISSCHER (2020):
Effect of a High Proportion of Rye in Compound Feed for Reduction of Salmonella Typhimurium in Experimentally Infected Young Pigs.
Microorganisms 8
- EHUWA, O., A. K. JAISWAL u. S. JAISWAL (2021):
Salmonella, food safety and food handling practices.
Foods 10, 907
- GANTOIS, I., R. DUCATELLE, F. PASMANS, F. HAESEBROUCK, I. HAUTEFORT, A. THOMPSON, J. C. HINTON u. F. VAN IMMERSEEL (2006):
Butyrate specifically down-regulates Salmonella pathogenicity island 1 gene expression.
Applied and Environmental Microbiology 72, 946-949
- HANKEL, J., B. CHUPPAVA, V. WILKE, C. B. HARTUNG, U. MUTHUKUMARASAMY, T. STROWIG, K. E. BACH KNUDSEN, J. KAMPHUES u. C. VISSCHER (2022):
High Dietary Intake of Rye Affects Porcine Gut Microbiota in a Salmonella Typhimurium Infection Study.
Plants (Basel) 11
- HOLLMANN, I., J. B. LINGENS, B. CHUPPAVA, V. WILKE, A. ABD EL-WAHAB, J. BUCH, J. HANKEL, M. F. E. AHMED, C. VISSCHER u. (2022a):
In vitro evaluation of sodium butyrate on the growth of three Salmonella serovars derived from pigs at a mild acidic pH value.
Front Vet Sci 9, 937671
- HOLLMANN, I., J. B. LINGENS, V. WILKE, C. HOMANN, K. TEICH, J.-M. BUCH, B. CHUPPAVA u. C. VISSCHER (2022b):
Epidemiological Study on Salmonella Prevalence in Sow Herds Using Direct and Indirect Detection Methods.

Microorganisms 10

KNUDSEN, K. E. B. u. H. N. LÆRKE (2014):
The Influence of Rye Fiber on Gut Metabolism.
In: Rye and Health
S. 49-69

LAWHON, S. D., R. MAURER, M. SUYEMOTO u. C. ALTIER (2002):
Intestinal short-chain fatty acids alter Salmonella typhimurium invasion gene expression and virulence through BarA/SirA.
Molecular Microbiology 46, 1451-1464

LI, Y., W. YE, M. WANG u. X. YAN (2009):
Climate change and drought: a risk assessment of crop-yield impacts.
Clim Res 39, 31-46

PUYALTO, M., C. SOL, J. J. MALLO, S. ANDRÉS-BARRANCO, A. CASANOVA-HIGES u. R. C. MAINAR-JAIME (2016):
Effect of protected sodium butyrate on Salmonella spp. excretion in a pig fattening unit.
Journal of Animal Science 94, 88-89

RODEHUTSCORD, M., C. RUCKERT, H. P. MAURER, H. SCHENKEL, W. SCHIPPRACK, K. E. B. KNUDSEN, M. SCHOLLENBERGER, M. LAUX, M. EKLUND, W. SIEGERT u. R. MOSENTHIN (2016):
Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes.
Archives of Animal Nutrition 70, 87-107

RUVALCABA-GÓMEZ, J. M., Z. VILLAGRÁN, J. J. VALDEZ-ALARCÓN, M. MARTÍNEZ-NÚÑEZ, L. J. GOMEZ-GODÍNEZ, E. RUESGA-GUTIÉRREZ, L. M. ANAYA-ESPARZA, R. I. ARTEAGA-GARIBAY u. A. VILLARRUEL-LÓPEZ (2022):
Non-Antibiotics Strategies to Control Salmonella Infection in Poultry.
Animals 12, 102

THEIL, P. K., C. FLUMMER, W. HURLEY, N. B. KRISTENSEN, R. LABOURIAU u. M. T. SØRENSEN (2014):
Mechanistic model to predict colostrum intake based on deuterium oxide dilution technique data and impact of gestation and preparturition diets on piglet intake and sow yield of colostrum.
J. Anim. Sci. 92, 5507-5519

WILKE, V., R. GRONE, A. VON FELDE, A. ABD EL-WAHAB, P. WOLF u. J. KAMPHUES (2021):
Effects of increasing dietary rye levels on physicochemical characteristics of digesta and its impact on stomach emptying as well as the formation of 'doughballs' in stomachs of young pigs.
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.) 105 Suppl 1, 19-25