



Sirkka Schukat (Autor)

Akzeptanz- und Ökonomiefragen zu Tierwohl und Smart Products in der deutschen Landwirtschaft

Sirkka Schukat

Akzeptanz- und Ökonomiefragen zu Tierwohl und Smart Products in der deutschen Landwirtschaft



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8556>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Einleitung

Um dem Preisdruck am Markt sowie dem internationalen Wettbewerb standzuhalten, wurde die landwirtschaftliche Nutztierhaltung in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten sukzessiv industrialisiert (BÄURLE und TAMÁSY, 2012). Damit einher ging ein erhebliches Größenwachstum der Betriebe. Ziel des betrieblichen Wachstums und der Industrialisierung war insbesondere eine effiziente Steigerung der Produktionskapazitäten. Diese industrialisierte Nutztierhaltung steht in Deutschland mittlerweile zunehmend in gesellschaftlicher Kritik. Sie wird in den Medien, weiten Teilen der Öffentlichkeit sowie radikalen Tierschutzorganisationen oftmals mit dem negativ konnotierten Begriff der „Massentierhaltung“ assoziiert (WOLFRAM et al., 2021). Als Folge wird die industrialisierte Nutztierhaltung, insbesondere die Schweinhaltung und -zucht, in der Gesellschaft mit einem niedrigen Platzangebot, mangelhaften Licht- und Klimaverhältnissen sowie einem unzureichenden Angebot an Spiel- und Beschäftigungsmöglichkeiten in Verbindung gebracht (KAYSER et al., 2012; WEIBLE et al., 2016; ERMANN et al., 2016; CHRISTOPH-SCHULZ et al., 2018). Aus der anhaltenden Kritik resultierte nicht nur der Verlust des Ansehens von Landwirten¹, sondern auch der gesellschaftlichen Akzeptanz gegenüber der Nutztierhaltung insgesamt (ROBBINS et al., 2016; CHRISTOPH-SCHULZ und ROVERS, 2020). Insbesondere mit Blick auf die Schweinemast kann eine zunehmende Abneigung gegen die derzeitigen Systeme der Haltung beobachtet werden (BOCK und VAN HUIK, 2007; KAYSER et al., 2012; ROBBINS et al., 2016). Die starke Emotionalisierung der Debatten rund um die Nutztierhaltung hat mittlerweile zur Folge, dass Landwirte immer häufiger Opfer von Cyber-Mobbing im Rahmen ihrer sozialen Medienpräsenz sowie von Stalleinbrüchen werden (DÜRNBERGER, 2019; SCHULZE et al., 2018).

Entsprechend der zunehmenden Ablehnung gegenüber der konventionellen Nutztierhaltung werden seitens der Gesellschaft und Politik höhere Tierwohlstandards gefordert (KAYSER und SPILLER, 2012; BUSCH et al., 2015; ALONSO et al., 2020). So wurden in mehreren EU-Mitgliedstaaten mittlerweile Tierwohlprogramme eingeführt, welche diverse Maßnahmen zur Steigerung des Tierwohls beinhalten. Das bekannteste Beispiel in Deutschland ist die Initiative Tierwohl, die als Branchenlösung im Jahr 2015 gegründet wurde und inzwischen in ihre dritte Programmphase gestartet ist. Sie zielt auf eine generelle Verbesserung des Tierwohls in der deutschen Geflügel- und Schweineproduktion ab, wobei Landwirte für die Umsetzung zusätzlicher Tierwohlmaßnahmen innerhalb ih-

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen und personenbezogenen Hauptwörtern die männliche Form verwendet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet keine Wertung.

res Tierbestands durch den Lebensmitteleinzelhandel Kompensationszahlungen erhalten. Laut einer repräsentativen Verbraucherstudie bewerteten 94% der befragten Konsumenten das Konzept der Initiative Tierwohl mit gut oder sehr gut (INITIATIVE TIERWOHL, 2019).

Trotz der Einführung von Tierwohlprogrammen sowie einzelner Maßnahmen zur Steigerung des Tierwohls konnte die Frage der Messbarkeit von Tierwohl bislang nicht abschließend beantwortet werden. Entsprechend ist sie seit einigen Jahrzehnten fester Bestandteil von Forschungsarbeiten (BROOM, 1991; BLOCKHUIS et al., 2003; BRANDT und AASLYNG, 2015; KRUEGER et al., 2020). Dabei werden nicht nur Einflüsse von Haltungssystemen und Managementaktivitäten auf das Tierwohl bewertet, sondern auch Ansätze zur Verknüpfung von Verhaltensmustern und Tierwohl untersucht (CLARK et al., 2016). Weiterhin sind die Einstellungen unterschiedlicher Stakeholder gegenüber Tierwohl in der Nutztierhaltung inzwischen Gegenstand zahlreicher Studien (VANHONACKER et al., 2008; HEISE, 2017; STAROSTA et al., 2021).

Damit stehen Landwirte in der Praxis vor der Herausforderung, konkrete Maßnahmen zur Steigerung des Tierwohls umzusetzen, obgleich nur begrenzt Informationen zu deren tatsächlicher Wirksamkeit zur Verfügung stehen. Diese Herausforderung wird durch potenzielle wirtschaftliche Einbußen durch die Umsetzung von Tierwohlmaßnahmen verschärft, da der Ertrag pro Tierplatz sinkt, wenn beispielsweise die bereitgestellte Fläche je Tier erhöht wird (BLOKHUIS et al., 2013; BALZANI und HANLON, 2020). Die im Rahmen der Initiative Tierwohl eingeführten Kompensationszahlungen können diesem Effekt zwar auf Betriebsebene entgegenwirken, führen aber zu einem weiteren Problem. Global gesehen wächst die Bevölkerung, wodurch ebenso der Bedarf an qualitativ hochwertigen Lebensmitteln zunimmt (LENKA et al., 2015). Als Konsequenz müsste bei reduzierter Produktivität entweder die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe oder die Anzahl der gehaltenen Tiere pro Betrieb erhöht werden. Landwirte sind jedoch, abgesehen von gesellschaftlichen Forderungen, aufgrund der oftmals nicht gegebenen Genehmigungsfähigkeit von Neu- und Umbauten kaum in der Lage, auf diese sich aus der weltweit steigenden Nachfrage ergebenden Ansprüche zu reagieren (WINKEL, 2021). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die landwirtschaftliche Produktionseffizienz bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Nachhaltigkeitszielen zu erhöhen, um so simultan den wirtschaftlichen Interessen der Landwirte, den gesellschaftlichen Anforderungen an die Nutztierhaltung sowie dem zunehmenden weltweiten Bedarf Rechnung zu tragen.

Zur Begegnung dieser Herausforderungen kann die landwirtschaftliche Produktionseffizienz von den technologischen Innovationen in der produzierenden Industrie im Rahmen der vierten industriellen Revolution, kurz Industrie 4.0, profitieren. Die Grundlage für Industrie 4.0 stellt der erfolgreiche Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien dar. Hierdurch wird es ermöglicht, Menschen, Dienste und Ressourcen in der Produktion echtzeitnah zu vernetzen (SCHUH et al., 2016). In der produzierenden Industrie ermöglicht dies beispielsweise die Fernsteuerung und Mehrfachbedienung von Produktionsanlagen, den Einsatz autonom fahrender Transportfahrzeuge in der Produktion oder auch selbstlernende Überwachungssysteme zur Detektion von Produktionsfehlern (SEIBOLD und FURMANS, 2017). In der Landwirtschaft werden derartige technologische Entwicklungen, welche im Zusammenhang mit der vierten industriellen Revolution stehen, als Smart Farming bezeichnet. In der Pflanzenproduktion ermöglichen intelligente Maschinen oder Geräte wie Roboter und Drohnen beispielsweise eine Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, indem sie Schädlinge und Krankheiten früher erkennen und somit Pflanzenschutzmaßnahmen auf effiziente Weise lediglich lokal anwenden (FLOREANO und WOOD, 2015; KING, 2017). Kennzeichnend für Smart Farming ist somit, dass Maschinen und Geräte selbstständig dazu in der Lage sind, Informationen zu erfassen, zu verarbeiten und darauf basierend teilweise autonome Entscheidungen zu treffen. Dadurch kommt dem Landwirt selbst zunehmend eine kontrollierende und überwachende Funktion zu (BOVENSIEPEN und HOMBACH, 2016). Dabei gilt Smart Farming nicht nur als Wegbereiter einer effizienteren und nachhaltigeren Produktionsweise im Pflanzenbau, sondern auch in der Nutztierhaltung (AUBERT et al., 2012; WALTER et al., 2017). So können in der Nutztierhaltung beispielsweise durch das automatisierte Zählen von Tierbeständen Dokumentationspflichten digitalisiert und Landwirte im Bereich der Bürokratie entlastet werden (CORVITAC, 2021). Ebenso kann durch die Früherkennung von Krankheiten, Verhaltensänderungen und -anomalien oder Lahmheit bei Rindern und Schweinen der Antibiotikaeinsatz reduziert werden (KING, 2017; HALACHMI et al., 2019).

Obleich die Potenziale von Smart Farming vielversprechend erscheinen, setzen die Lösungen entsprechende Kompetenzen zur Anwendung und Instandhaltung voraus. Derartige Kompetenzanforderungen stehen im Kontrast zu den traditionellen Aufgaben eines Landwirts, weshalb Akzeptanzhemmnisse zu beobachten sind. So konnten MICHELS et al. (2020) zeigen, dass sozioökonomische Determinanten wie die Bildung eines Landwirts, betriebliche Merkmale wie die Betriebsgröße oder auch die grundsätzliche Einstellung eines Landwirts eine Rolle bei der Nutzung von und Zahlungsbereitschaft für Smartphones oder Smartphone-Applikationen spielen. RONAGHI & FOROUHARFAR (2020) belegen weiterhin den positiven Einfluss von Leistungs- sowie Aufwandserwartungen bezüglich

Smart Farming-Technologien auf die Absicht iranischer Landwirte, entsprechende Technologien zu nutzen. Wenig erforscht ist hingegen, welche Determinanten die Verhaltensintention von Landwirten zur Teilnahme an Tierwohlprogrammen beeinflussen. Dabei könnte eine gemeinsame Betrachtung der Determinanten der Teilnahme an Tierwohlprogrammen sowie der Umsetzung von Smart Farming die Entwicklung neuer Strategien zur Förderung des Tierwohls begünstigen. Unter der Annahme, dass Smart Farming wirtschaftliche Technologien bereithält, die sich zur Erhöhung der Tierwohlstandards eignen, müssten Tierwohlprogramme auf die Förderung dieser Technologien abzielen. In der Folge könnten möglicherweise zumindest Teile der heutigen Kompensationszahlungen durch effizientere, durch Smart Farming befähigte Prozesse und Arbeitsabläufe ersetzt werden. Im Idealfall würden entstehende Kosten für die Umsetzung von Tierwohlmaßnahmen nicht an den Lebensmitteleinzelhandel, den Verbraucher oder einen anderen Akteur weitergegeben werden, sondern könnten durch Effizienzvorteile in den betrieblichen Abläufen gedeckt werden.

Empirische Studien, die sich explizit mit der Akzeptanz, dem Nutzungsverhalten von Smart Farming sowie der Beteiligung an Tierwohlprogrammen in der deutschen Landwirtschaft beschäftigen, existieren bisher kaum (WELLNER et al., 2019; MICHELS et al., 2020; RONAGHI & FOROUHARFAR, 2020). Die vorliegende Dissertation befasst sich daher mit der Untersuchung der Verhaltensabsicht und des Nutzungsverhaltens von Landwirten in Bezug auf Smart Farming und Tierwohlprogramme. Hierzu werden die Chancen und Barrieren der Nutzung von Smart Farming-Technologien sowie der Teilnahme an Tierwohlprogrammen aus Sicht der Landwirte erforscht. Die Identifizierung der Determinanten hilft zu verstehen, wodurch die Verhaltensabsicht und das Nutzungsverhalten von Smart Farming bei Landwirten beeinflusst werden und wie die Adoption gefördert werden kann. Durch den konkreten Bezug zur Initiative Tierwohl wird die praktische Relevanz und Verwertbarkeit der Ergebnisse sichergestellt. Der Aufbau der Dissertation ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Aufbau der Dissertation.

Einleitung	
Teil I: Smart Farming in der Landwirtschaft	<p>I.1 IT in der Landwirtschaft: mit einheitlichen Definitionen zu einheitlichem Verständnis</p> <p>I.2 Die vier industriellen Revolutionen im Kontext der Landwirtschaft</p> <p>I.3 Voraussetzungen für die Entwicklung von IT-Lösungen zur Umsetzung höherer Tierwohlstandards am Beispiel des Schwanzbeißen in der Schweinemast</p> <p>I.4 Smart Products in Livestock Farming - An Empirical Study on the Attitudes of German Farmers</p> <p>I.5 Towards an understanding of the behavioral intentions and actual use of smart products among German farmers</p>
Teil II: Kosten und Akzeptanz von Tierwohl in der Nutztierhaltung	<p>II.1 Indikatoren für die Früherkennung von Schwanzbeißen bei Schweinen - eine Metaanalyse</p> <p>II.2 Kostenkalkulationen verschiedener Szenarien der Initiative Tierwohl im Bereich der Schweinemast am Beispiel eines 960er Mastschweinestalls</p> <p>II.3 Kostenkalkulationen verschiedener Szenarien der Initiative Tierwohl im Bereich der Schweinemast am Beispiel eines 1.920er Mastschweinestalls</p> <p>II.4 Wie nehmen Mastschweinehalter die Initiative Tierwohl wahr? Eine vergleichende qualitative Inhaltsanalyse der ersten und zweiten Programmphase</p> <p>II.5 Comparing work times of animal welfare and non-animal welfare pig fattening farms in Germany using work diaries</p> <p>II.6 Animal Welfare Programs in Germany - An Empirical Study on the Attitudes of Pig Farmers</p> <p>II.7 Fattening Pig Farmers' Intention to Participate in Animal Welfare Programs</p> <p>II.8 Importance and Feasibility of Animal Welfare Measures from a Consumer Perspective in Germany</p>
Teil III: Neuroökonomie in der agrarökonomischen Forschung	<p>III.1 Neuroeconomics in der agrarökonomischen Forschung: eine Status quo Analyse</p> <p>III.2 What links neuroscience to agricultural economics? A review of neuroscientific methods literature in agricultural economic research and marketing</p>
Schlussbetrachtung und Ausblick	

Quelle: Eigene Darstellung.

Die vorliegende Dissertation gliedert sich in insgesamt drei Teile: (1) Smart Farming in der Landwirtschaft, (2) Kosten und Akzeptanz von Tierwohl in der Nutztierhaltung sowie (3) Neuroökonomie in der agrarökonomischen Forschung.

Teil I: Smart Farming in der Landwirtschaft

Der erste Teil der Arbeit dient dem Aufbau eines einheitlichen Verständnisses für Smart Farming. Hierzu wird Smart Farming im übergeordneten Kontext der vierten industriellen Revolution dargestellt; anschließend werden die Akzeptanz und die Einstellungen der Landwirte gegenüber Smart Farming untersucht. Dieser Teil der Arbeit umfasst fünf Beiträge: Beitrag I.1 „IT in der Landwirtschaft: mit einheitlichen Definitionen zu einheitlichem Verständnis“ schafft auf Grundlage einer Literaturrecherche einen Überblick über wichtige Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit der vierten industriellen Revolution. Dieser dient als Basis für das Verständnis des gesamten Kapitels. Der Beitrag I.2 „Die vier industriellen Revolutionen im Kontext der Landwirtschaft“ gibt einen historischen Einblick in die Auswirkungen der vier industriellen Revolutionen auf die Landwirtschaft. Der dritte Beitrag „Voraussetzungen für die Entwicklung von IT-Lösungen am Beispiel des Schwanzbeißen in der Schweinemast“ behandelt auf Grundlage der Literatur die Entwicklung eines beispielhaften Use Cases zur Lösung des Problems des Schwanzbeißen in der Schweinemast. Beitrag I.4 „Smart Products in Livestock Farming - An Empirical Study on the Attitudes of German Farmers“ untersucht mittels Faktoren- und anschließender Clusteranalyse die Einstellungen deutscher Nutztierhalter gegenüber der Nutzung von Smart Products. Darauf aufbauend analysiert Beitrag I.5 „Towards an understanding of the behavioral intentions and actual use of smart products among German farmers“ mittels eines Strukturgleichungsmodells, welche Determinanten die Verhaltensintention sowie das tatsächliche Nutzungsverhalten von Landwirten mit Blick auf Smart Products beeinflussen.

Teil II: Kosten und Akzeptanz von Tierwohl in der Nutztierhaltung

Der zweite Teil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit dem theoretischen und praktischen Handlungsbedarf zur Erhöhung der Tierwohlstandards in der Schweinemast. Am Beispiel der Initiative Tierwohl wird zunächst anhand von Leistungs-Kosten-Rechnungen die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Kriterien des Tierwohlprogramms ermittelt. Daraufhin werden die Einstellungen und die Akzeptanz von Landwirten gegenüber der Teilnahme an der Initiative Tierwohl untersucht. Zudem wird analysiert, ob und wie die Einschätzungen zur Wichtigkeit und der praktischen Umsetzbarkeit von Tierwohlmaßnahmen zwischen Landwirten und Konsumenten divergieren. Teil II umfasst insgesamt acht wissenschaftliche Beiträge. Der erste Beitrag II.1 „Indikatoren für die Früherkennung von Schwanzbeißen - eine Metaanalyse“ dient als Einleitung in das Kapitel, indem auf Grundlage wissenschaftlicher Literatur die Notwendigkeit der Verbesserung der Haltungsbedingungen am Beispiel des Schwanzbeißen in der Schweinemast thematisiert

wird. Die Beiträge II.2 „Kostenkalkulationen verschiedener Szenarien der Initiative Tierwohl im Bereich der Schweinemast am Beispiel eines 960er Mastschweinestalls“ und II.3 „Kostenkalkulationen verschiedener Szenarien der Initiative Tierwohl im Bereich der Schweinemast am Beispiel eines 1.920er Mastschweinestalls“ simulieren anhand fiktiver Schweinemastbetriebe und dreier Leistungsstufen, wie sich die unterschiedlichen Kriterien, die im Falle einer Teilnahme an der Initiative Tierwohl während der zweiten Programmphase gewählt werden konnten, wirtschaftlich auswirken. Der vierte Beitrag „Wie nehmen Mastschweinehalter die Initiative Tierwohl wahr? Eine vergleichende qualitative Inhaltsanalyse der ersten und zweiten Programmphase“ untersucht auf Grundlage einer qualitativen Inhaltsanalyse die Wahrnehmung von Landwirten gegenüber der Initiative Tierwohl über die erste und zweite Programmphase der Initiative Tierwohl hinweg. Beitrag II.5 „Comparing work times of animal welfare and non-animal welfare pig fattening farms in Germany using work diaries“ untersucht mittels von Landwirten geführter Arbeitstagebücher, ob und wie sich der Aufwand der Teilnahme an einem Tierwohlprogramm auf die Arbeitszeit im Betriebszweig Schweinemast auswirkt. Beitrag II.6 „Animal Welfare Programs in Germany - An Empirical Study on the Attitudes of Pig Farmers“ untersucht die Einstellungen von Landwirten gegenüber der Teilnahme an der Initiative Tierwohl mittels Faktoren- und Clusteranalyse, anhand derer Zielgruppen und Kommunikationsstrategien für die Initiative Tierwohl sowie die Ausgestaltung zukünftiger Tierwohlprogramme abgeleitet werden. Der siebte Beitrag „Fattening Pig Farmers' Intention to Participate in Animal Welfare Programs“ analysiert mittels Strukturgleichungsmodell, welche Determinanten die Verhaltensintention von Landwirten zur Teilnahme an Tierwohlprogrammen am Beispiel der Initiative Tierwohl beeinflussen. Der letzte Beitrag des zweiten Teils „Importance and Feasibility of Animal Welfare Measures from a Consumer Perspective in Germany“ involviert die Konsumentenperspektive und beschäftigt sich mit der wahrgenommenen Wichtigkeit und Umsetzbarkeit ausgewählter Tierwohlmaßnahmen.

Teil III: Neuroökonomie in der agrarökonomischen Forschung

Abschließend wird in einem Exkurs erörtert, wie die Neuroökonomie bereits für agrarökonomische Fragestellungen angewandt wurde und welche Bedeutung sie zukünftig einnehmen könnte. Die Neuroökonomie untersucht als gemeinsame Schnittstelle zwischen Wirtschafts- und Neurowissenschaften das menschliche Entscheidungsverhalten. Die Applikation neurowissenschaftlicher Methoden erlaubt Einblicke in die neuronalen Aktivitäten während wirtschaftlicher Entscheidungssituationen. Anhand der Ergebnisse

werden Handlungsempfehlungen für verschiedene an der Wertschöpfungskette beteiligte Stakeholder abgeleitet und reflektiert.

Beitrag III.1 „Neuroeconomics in der agrarökonomischen Forschung: eine Status quo Analyse“ untersucht mittels Literaturüberblick, inwiefern die Neuroökonomik bereits Einzug in die agrarökonomische Forschung gehalten hat. Die Auswahl der Studien begrenzt sich auf die neurowissenschaftlichen Methoden Eye Tracking, funktionale Magnetresonanztomographie und funktionale Nahinfrarotspektroskopie. Weiterhin werden nur Forschungsergebnisse aus den Handlungsfeldern Consumer Neuroscience und Neuromarketing berücksichtigt. Beitrag III.2 „What links neuroscience to agricultural economics? A review of neuroscientific methods literature in agricultural economic research and marketing“ bildet ebenfalls einen Literaturüberblick der neuroökonomischen Forschung im Rahmen der Agrarökonomie ab. Im Unterschied zum vorangegangenen Beitrag wurden Forschungsfelder identifiziert und diese anschließend kategorisiert.

Literatur

- ALONSO, M.E., GONZALES-MONTANA, J.R. und LOMILLOS, J.M. (2020): Consumers' Concerns and Perceptions of Farm Animal Welfare. In: *Animals* 10 (3): 385.
- AUBERT, B.A., SCHROEDER, A. und GRIMAUDO, J. (2012): IT as an enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. In: *Decision Support Systems* 54 (1): 510-520.
- BALZANI, A. und HANLON, A. (2020): Factors that Influence Farmers' Views on Farm Animal Welfare: A Semi-Systematic Review and Thematic Analysis. In: *Animals* 10 (9): 1524.
- BÄURLE, H. und TAMÁSY, C. (2012): Regionale Konzentrationen der Nutztierhaltung in Deutschland. Institut für Strukturforschung und Planung in agrarischen Intensivgebieten (ISPA), Universität Vechta. Mitteilungen, Heft 79.
- BLOCKHUIS, H.J., JONES, R.B., GEERS, R., MIELE, M. und VEISSIER, I. (2003): Measuring and Monitoring Animal Welfare: Transparency in the Food Product Quality Chain. In: *Animal Welfare* 12: 445-455.
- BLOCKHUIS, H., JONES, B., MIELE, M. und VEISSIER, I. (2013): Assessing and improving farm animal welfare: the way forward. In: BLOKHUIS H., MIELE M., VEISSIER, I. und JONES, B. (Hrsg.): *Improving farm animal welfare*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen: 215-222.
- BOCK, B.B. und VAN HUIK, M.M. (2007): Animal welfare: the attitudes and behavior of European pig farmers. In: *British Food Journal* 109 (11): 931-944.
- BOVENSIEPEN, G. und HOMBACH, R. (2016): Quo Vadis, Agricola? Smart Farming: Nachhaltigkeit und Effizienz durch den Einsatz digitaler Technologien (pwc). URL: <https://www.pwc.de/de/handel-und-konsumguter/assets/smart-farming-studie-2016.pdf> (Abrufdatum: 19.06.2021).
- BRANDT, P. und AASLYNG, M.D. (2015): Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: A review. In: *Meat Science* 103: 13-23.
- BROOM, D.M. (1991): Animal welfare: concepts and measurement. In: *Journal of Animal Science* 69 (10): 4167-4175.

- BUSCH, G., GAULY, S. und SPILLER, A. (2015): Wie wirken Bilder aus der modernen Tierhaltung der Landwirtschaft auf Verbraucher? Neue Ansätze aus dem Bereich des Neuromarketings. In: Schriftenreihe der Rentenbank (Hrsg.): Die Landwirtschaft im Spiegel von Verbrauchern und Gesellschaft. Landwirtschaftliche Rentenbank, Frankfurt am Main: 67-94.
- CHRISTOPH-SCHULZ, I., HARTMANN, M., KENNING, P., LUY, J., MERGENTHALER, M., REISCH, L., ROOSEN, J. und SPILLER, A. (2018): Social Lab – Nutztierhaltung im Spiegel der Gesellschaft. Erste Ergebnisse und Implikationen. In: Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit 13: 145-236.
- CHRISTOPH-SCHULZ, I. und ROVERS, A.K. (2020): German Citizens' Perception of Fattening Pig Husbandry - Evidence from a Mixed Methods Approach. In: Agriculture 10 (8): 342.
- CLARK, B., STEWART, G.B., PANZONE, L.A., KYRIAZAKIS, I. und FREWER, L.J. (2016): A Systematic Review of Public Attitudes, Perceptions and Behaviors towards Production Diseases Associated with Farm Animal Welfare. In: Journal of Agricultural and Environmental Ethics 29: 455-478.
- CORVITAC (2021): Pig-Counter "S". URL: <https://corvitac.com/de/produkt/pig-counter-s/> (Abrufdatum: 18.06.2021).
- DÜRNBERGER, C. (2019): 'You should be slaughtered!' Experiences of criticism/hate speech, motives and strategies among German-speaking livestock farmers using social media. In: International Journal of Livestock Production 10 (5): 151-165.
- ERMANN, M., GRASKEPER, V. und SPILLER, A. (2016): Die Wirkung von geführten Stallbesichtigungen auf Bürger – eine Fallstudie auf nordwestdeutschen Schweinemastbetrieben. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (Hrsg.): Agrar- und Ernährungswirtschaft: regional vernetzt und global erfolgreich. Landwirtschaftsverlag, Münster: 44-56.
- FLOREANO, D. und WOOD, J. (2015): Science, technology and the future of small autonomous drones. In: Nature 521: 460-466.
- HALACHMI, I., GUARINO, M., BEWLEY, J. und PASTELL, M. (2019): Smart Animal Agriculture: Application of Real-Time Sensors to Improve Animal Well-Being and Production. In: Annual Review of Animal Biosciences 7: 403-425.
- HEISE, H. (2017): Tierwohl in der Nutztierhaltung: Eine Stakeholder-Analyse. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- INITIATIVE TIERWOHL (2019): Initiative Tierwohl: Hohe Bekanntheit, viel Zuspruch. URL: <https://initiative-tierwohl.de/2019/10/31/initiative-tierwohl-umfrage-bekanntheit-steigt-weiter/> (Abrufdatum: 21.06.2021).
- KAYSER, M. und SPILLER, A. (2012): Das Image der verschiedenen Fleischarten aus KonsumentInnen-Sicht. In: Jahrbuch der österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie 21 (1): 23-31.
- KAYSER, M., SCHLIEKER, K. und SPILLER, A. (2012): Die Wahrnehmung des Begriffs „Massentierhaltung“ aus Sicht der Gesellschaft. In: Berichte über Landwirtschaft 90 (3): 417-428.
- KING, A. (2017): Technology: The Future of Agriculture. In: Nature 544: 21-23.
- KRUEGER, A., CRUICKSHANK, J., TREVISI, E. und BIONAZ, M. (2020): System for Evaluation of Welfare on Dairy Farms. In: Journal of Dairy Research 87: 13-19.
- LENKA, S., LENKA, N.K., SEJIAN, V. und MOHANTY, M. (2015): Contribution of Agriculture Sector to Climate Change. In: SEJIAN, V., GAUGHAN, J., BAUMGARD, L. und PRASAD, C. (Hrsg.): Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. Springer, New Delhi: 37-48.
- MICHEL, M., FECKE, W., FEIL, J.H., MUBHOFF, O., PIGISCH, J. und KRONE, S. (2020): Smartphone adoption and use in agriculture: empirical evidence from Germany. In: Precision Agriculture 21: 403-425.
- ROBBINS, J.A., FRANKS, B., WEARY, D.M. und VON KEYSERLINGK, M.A.G. (2016): Awareness of ag-gag laws erodes trust in farmers and increases support for animal welfare regulations. In: Food Policy 61: 121-125.

- RONAGHI, M.H. und FOROUHARFAR, A. (2020): A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoT) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). In: *Technology in Society* 63: 101415.
- SCHUH, G., BAUERNHANSL, T., REINHART, G. und KRÜGER, J. (2016): WGP-Standpunkt Industrie 4.0. Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik WGP e.V.
- SCHULZE, M., RISIUS, A. und SPILLER, A. (2018): Heimliche Stallaufnahmen aus gesellschaftlicher Sicht im Wechselspiel zwischen Landwirtschaft, Tierschutzorganisationen und staatlichen Kontrollmechanismen. In: *German Journal of Agricultural Economics* 67 (4): 267-280.
- SEIBOLD, Z. und FURMANS, K. (2017): Plug & Play Fördertechnik in der Industrie 4.0. Dezentrale Koordinationsmechanismen für Multifunktionalität und Wiederverwendbarkeit. In: VOGEL-HEUSER, B., BAUERNHANSL, T. und TEN HOMPEL, M. (Hrsg.): *Handbuch Industrie 4.0*. Springer, Berlin: 3-20.
- STAROSTA, S., SCHMID, J.C. und BERGSCHMIDT, A. (2021): Tierwohl am Schlachthof erfassen. Eine Expertenbefragung zur Identifizierung und Eingrenzung von Schlachthofbefunden. In: *Berichte über Landwirtschaft* 99 (1): 1-26.
- VANHONACKER, F., VERBEKE, W., VAN POUKE, E. und TUYTTENS, F.A.M. (2008): Do citizens and farmers interpret the concept of farm animal welfare differently? In: *Livestock Science* 116 (1): 126-136.
- WALTER, A., FINGER, R., HUBER, R. und BUCHMANN, N. (2017): Smart farming is key to developing sustainable agriculture. In: *PNAS* 114 (24): 6148-6150.
- WEIBLE, D., CHISTOPH-SCHULZ, I., SALAMON, P. und ZANDER, K. (2016): Citizens' perception of modern pig production in Germany: a mixed-method research approach. In: *British Food Journal* 118 (8): 2014-2032.
- WELLNER, K., THEUVSEN, L. und HEISE, H. (2019): Die Teilnahmebereitschaft deutscher Landwirte an der Initiative Tierwohl - Wodurch wird sie beeinflusst? Vortrag anlässlich der 59. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues (Gewisola), 25. bis 27. September, Braunschweig.
- WINKEL, C. (2021): Zukunft der Nutztierhaltung: Stallbau im Spannungsfeld zwischen Tierwohl, Ökonomie und Gesellschaft. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- WOLFRAM, J., KOTHE, C., BRÜMMER, N. und MERGENTHALER, M. (2021): Medien-Frames in der Berichterstattung über landwirtschaftliche Tierhaltung. In: *Berichte über Landwirtschaft* 99 (1): 1-46.