

Aus dem Department für
Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Abteilung für Öffentliches Veterinärwesen und Epidemiologie
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. Annemarie Käsbohrer)

**Die betriebswirtschaftlichen Auswirkungen der
Implementierung präventiver Maßnahmen (Biosicherheit
und Impfung) zur Minimierung des Antibiotikaeinsatzes
auf schweinehaltenden Betrieben in Österreich**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Stefan Richard Thomaser

Wien, im Februar 2021

Erstbetreuerin:

Dr. Beate Conrady

Institut für Öffentliches Veterinärwesen,

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Gutachter:

Dr. Peter Paulsen

Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und Öffentliches
Gesundheitswesen,

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Danksagung und Widmung

Ein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin, Dr. Beate Conrady, für die hervorragende wissenschaftliche Unterstützung bei der Erstellung dieser Arbeit.

In Liebe für Mutti, Vati, Bettina, Magdalena, Conny, Matteo, Hubert, Oma und Opa.

„Die messbare Seite der Welt ist nicht die Welt, sie ist die messbare Seite der Welt.“

Martin Seel

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	7
2.	Material und Methoden.....	11
3.	Ergebnisse.....	18
3.1	Systematische Übersicht der relevanten Studien.....	18
3.2	Beschreibung der beiden relevanten Studien aus der systematischen Literatursuche.....	222
3.2.1	Collineau et al. 2017.....	222
3.2.2	Rojo-Gimeno et al. 2016.....	266
3.2.3	Quantifizierung des ABE in relevanten Studien.....	299
3.2.4	Verwendete betriebswirtschaftliche Begriffe relevanter Studien.....	30
3.3	Charakterisierung der in den ABE in österreichischen Schweinebeständen involvierten Parteien.....	31
3.3.1	Schweinehaltende Betriebe.....	31
3.3.1.1	Strukturdaten schweinehaltender Betriebe in Österreich im Vergleich mit relevanter Literatur.....	31
3.3.1.2	Verfügbare betriebswirtschaftliche Daten auf Betriebsebene – Externes Rechnungswesen und Internes Rechnungswesen.....	34
3.3.1.3	Verfügbare betriebswirtschaftliche Daten auf nationaler und regionaler Ebene	35
3.3.1.4	Tiergesundheits- und Tierschutzmanagement auf schweinehaltenden Betrieben	40

3.3.2	Tierärztliche Bestandsbetreuung auf schweinehaltenden Betrieben	41
3.3.2.1	Bestandsbetreuende TierärztInnen	41
3.3.2.2	Der Österreichische Tiergesundheitsdienst	42
3.3.2.3	Arzneimittelanwendung, im Besonderen der ABE auf schweinehaltenden Betrieben	42
3.4	Studienkonzept	44
3.4.1	Studiendesign	44
3.4.2	Durchführung und Erhebungen	49
3.4.3	Analyse	53
4.	Diskussion	54
5.	Conclusio	67
6.	Summary	68
7.	Zusammenfassung	69
8.	Abkürzungen	71
9.	Abbildungsverzeichnis	72
10.	Literaturverzeichnis	73
11.	Anhang	90
11.1	Anhang I – Tabellarische Übersicht der Studien, die aus Qualitätsgründen exkludiert wurden	90
11.2	Anhang II – Beschreibung der Studien, die aus Qualitätsgründen exkludiert wurden	94

11.3 Anhang III – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Moher et al. 2009): 101

1. Einleitung

Prävention und Therapie sind die zwei Kernprinzipien in der Veterinärmedizin, um die Auswirkung von Krankheit zu minimieren (Dewulf und Van Immerseel 2018). Der therapeutische Einsatz von Antibiotika ist im Bereich der Tiergesundheit von besonderer Wichtigkeit, um Tierwohl und Produktivität sicherzustellen (Rushton et al. 2015). Der Antibiotikaeinsatz (ABE) wird definiert als Chemotherapie, welche die Behandlung bakterieller Infektionen ermöglicht (Pschyrembel 2014).

Der sozio-ökonomische Wandel der vergangenen 200 Jahre bedingte ein schnelles Anwachsen der menschlichen Bevölkerung und damit der Haustierpopulation. Die Intensivierung der Tierhaltung erhöhte die Inzidenz von Krankheiten und bedingte dadurch den vermehrten, oft auch unverhältnismäßigen Einsatz von Antibiotika (World Bank 2012, Rushton et al. 2015). Manche Studien zeigen einen positiven Einfluss von nicht-therapeutischer Antibiotikaabgabe auf die Produktivität im Schweinesektor, beispielsweise für die Futtermittelverwertung, Gewichtszunahme und Reproduktionsleistung (Hao et al. 2014). In den vergangenen Jahrzehnten bis heute gibt das Risiko der Entwicklung und Verbreitung antibiotikaresistenter Mikroorganismen, unter anderem durch den vermehrten ABE in der Tierhaltung, Anlass zu wissenschaftlicher Untersuchung sowie politischem Handeln (WHO 1997, Aarestrup 2005, UN 2016). Um das Risiko durch übermäßigen ABE in der Tierhaltung zu verringern, ist der nicht-therapeutische ABE, nämlich als Wachstumsförderer in der Europäischen Gemeinschaft mit 2006 verboten worden (EG 2003, EC 2005). Damit liegt der Antibiotikaeinsatz im Nutztierbereich in veterinärmedizinischer Obhut. Auf der Agenda der Europäischen Kommission befindet sich derzeit ein Aktionsplan „A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance“, um Menschen und Tiere vor den Risiken antimikrobieller Resistenzen zu schützen (EC 2017). Um die Effektivität der Antibiotika durch angemessenen ABE sicherzustellen, haben die Weltgesundheitsorganisation (WHO) und die Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE) Listen über Antibiotika mit besonderer Wichtigkeit für die Gesundheit veröffentlicht (WHO 2016, OIE 2017). Indes vertiefen Studien den Einblick in die Zusammenhänge zwischen vermindertem ABE und dem Auftreten von Antibiotikaresistenz (Dohmen et al. 2017).

In Österreich entfielen im Jahr 2019 rund drei Viertel der insgesamt für Nutztiere abgegebenen Antibiotikamenge, also durch TierärztInnen zur Anwendung abgegebene Antibiotika, auf den Schweinesektor (Fuchs und Fuchs 2020). Dabei entfielen 2019 rund 29,4 % der für die Tierart Schwein abgegebenen Antibiotikamenge auf die Mast. Auch von der WHO als „Highest Priority Critically Important Antimicrobials“ eingestufte Wirkstoffgruppen wurden zur Anwendung bei Schweinen abgegeben (Fuchs und Fuchs 2020). *Makrolide*, *Polymixine*, *Fluorchinolone* sowie *3. und 4. Generation Cephalosporine* wurden in dieser Reihenfolge nach ihrer Abgabemenge absteigend abgegeben. Ein Vergleich zwischen den Nutztierarten über die abgegebene antibiotische Wirkstoffmenge bezogen auf je ein Kilogramm Körpergewicht wird durch die Verwendung eines Normierungsfaktors, der sogenannten „population correction unit“ (PCU) ermöglicht (Fuchs und Fuchs 2020). Hierdurch wird der zwischen den Tierarten unterschiedlichen nationalen Populationsgröße Rechnung getragen. Für den österreichischen Schweinesektor ergibt diese Berechnung für das Jahr 2019 einen Wert von 66,4 mg/PCU, der damit im Vergleich um ein Mehrfaches höher als die errechneten 26,2 mg/PCU für Geflügel und 16,5 mg/PCU bei Rindern ist. Allerdings haben diese Werte nur eine bedingte Aussagekraft, denn bei den verwendeten Daten handelt es sich um abgegebene Wirkstoffmengen, die jedoch nicht die tatsächlich am Tier angewendete Mengen oder therapeutische Potenz der verschiedenen eingesetzten Antibiotika widerspiegeln (Fuchs und Fuchs 2020). Dennoch liefern diese Ergebnisse einen Orientierungswert und verdeutlichen den Antibiotikabedarf des österreichischen Schweinesektors.

Um den Bedarf für den ABE zu reduzieren, könnten nicht-therapeutische Maßnahmen, welche präventiv Ausbreitung und Auftreten von Tierkrankheiten verhindern sollen, ergriffen werden (Laanen et al. 2013, Postma et al. 2015a, Postma et al. 2016b, Dewulf und Van Immerseel 2018). Dabei wird die Biosicherheit als nützliches Konzept zur Reduktion des Infektions- sowie Erregerübertragungsrisikos beschrieben (OIE 2017a), insbesondere für Zoonoseerreger wie *Salmonella* (Andres und Davies 2015). Die Studie von Van Gompel et al. 2019 bestätigt den unabhängigen und positiven Zusammenhang von ABE, Biosicherheitsmaßnahmen und Antibiotikaresistenz. Eine vorherige Immunisierung durch Impfung soll im Falle eines Erregereintrages in eine Tierpopulation die akute Verschlechterung des Tiergesundheitsstatus verhindern (OIE 2017b). Das Auftreten bakterieller Sekundärinfektionen, nach

Primärinfektionen mit Erregern wie dem *Porcinen Circovirus Typ 2 (PCV2)* oder *Mycoplasma hyopneumoniae* (Maes et al. 1996, Opriessnig et al. 2007), können einen höheren ABE bedingen und deshalb sollte diesen vorgebeugt werden. Um die Konsequenzen von Tierkrankheiten abzumildern, können SchweinehalterInnen derzeit einerseits auf wirkungsvolle Antibiotika vertrauen, andererseits haben SchweinehalterInnen auch die Möglichkeit die Maßnahmen zur Prävention von Tierkrankheiten auf ihrem Betrieb umzusetzen (Visschers et al. 2016). Gleichzeitig sind die schweinehaltenden Betriebe direkt mit Aufwand und Ertrag dieser Handlungsalternativen zur Minimierung der Auswirkungen von Tierkrankheiten konfrontiert (Visschers et al. 2015). Dabei gilt in Österreich die gesetzliche Vorgabe, wonach der ABE nicht dazu bestimmt ist „[...] *unzureichende Haltungsbedingungen, Managementfehler oder mangelhafte Hygienestandards zu kompensieren*“ (Ll. für sorgfältigen ABE 2018). Österreichische TierärztInnen verschreiben und dispensieren Arzneimittel wie Antibiotika und sollten deshalb auch in der Lage sein, SchweinehalterInnen über Tierkrankheiten vorbeugende Maßnahmen zu beraten. Der Gesetzgeber fordert, dass „*die geforderte und notwendige Reduktion des Einsatzes von Antibiotika [...] mit geeigneten Management-Maßnahmen in der Tierhaltung einhergehen*“ muss (Ll. für sorgfältigen ABE 2018). Eine Zusammenarbeit zwischen TierärztInnen und SchweinehalterInnen ist notwendig, um Tiergesundheit und Produktivität im Schweinesektor sicherzustellen. Betriebswirtschaftliche Entscheidungen der SchweinehalterInnen spiegeln teilweise das Risiko der Ertragsminderung aufgrund von Produktionsausfällen, welche durch Tierkrankheiten hervorgerufen werden, wider. Damit würden risikoaverse BetriebsleiterInnen eher Antibiotika einsetzen wollen, um die Folgen eines möglichen Krankheitsausbruches abzumildern (Ge et al. 2014, Garforth 2015, Coyne et al. 2016). NutztierärztInnen in den Niederlanden gaben bei einer Befragung an, dass die Vermeidung von Risiko und wirtschaftliche Überlegungen beeinflussende Faktoren bei der Verschreibung von Antibiotika sind (Speksnijder et al. 2015).

Mit der Intensivierung der Tierhaltung verbunden war auch eine voranschreitende Ökonomisierung und schließlich Monetarisierung. In der tierischen Produktion entstanden komplexe Wertschöpfungsketten (Rushton 2009). Im Schweinesektor drückt sich dies durch eine zunehmende Spezialisierung der Betriebe und entstandene Lieferantenbeziehungen aus. Dies bedeutet, dass nur noch bestimmte Produktionsphasen auf einem Betrieb stattfinden, z.B.

Ferkelerzeugung, und dass jeweilige Produkt innerhalb der Produktionskette an weitere Betriebe, z.B. Ferkelaufzucht, gegen Geld geliefert wird. Eine Analyse der Ökonomie der Tiergesundheit und Tierproduktion erfordert einen holistischen und systemübergreifenden Überblick (Rushton 2009), denn Tierproduktionssysteme sind mitunter relativ komplex und dienen unterschiedlichen monetären und nicht-monetären Zwecken auf individuellem, betrieblichem, regionalem sowie nationalem Niveau (Rushton 2009). Dazu kommt, dass Tierkrankheiten per se ebenso oft komplex sind. Diese Komplexität zusammengenommen erfordert damit einen systemübergreifenden Überblick, vielmehr als die Betrachtung einzelner Elemente oder linearer Zusammenhänge (Rushton 2009). Ganz besonders gilt dies für die ökonomische Bewertung präventiver Maßnahmen zur Minimierung des ABE in der Nutztierhaltung. Eine ökonomische Bewertung erfordert hierbei eine Zusammenschau von technischer Machbarkeit und Durchführbarkeit, sozialer Akzeptanz, Wirtschaftspolitik und ökonomischen Anreizen (Rushton 2009). Ein solcher „system-approach“ verlangt jedoch die Schaffung solider Grundlagen hinsichtlich der Produktionswirtschaft, der betrieblichen Steuerungsinstrumente, der Investitionsbewertung und der Planung (Rushton 2009). Deshalb soll eine betriebswirtschaftliche Analyse des Einsatzes von präventiven Tiergesundheitsmaßnahmen zur Minimierung des ABE als nützliche Information für TierärztInnen, politische EntscheidungsträgerInnen und nicht zuletzt für schweinehaltende Betriebe dienen. Schließlich könnten so Vorbehalte seitens der TierhalterInnen gegenüber präventiven Maßnahmen aufgrund unzureichender Informationslage über deren Aufwand und Ertrag ausgeräumt werden (Laanen et al. 2014). Des Weiteren könnte dadurch die Zusammenarbeit zwischen SchweinehalterInnen und TierärztInnen verbessert und die Rolle der Tierärzteschaft bei der Bestandsbetreuung und Beratung gestärkt werden (Laanen et al. 2014, Speksnijder et al. 2015).

Diese Diplomarbeit verfolgt drei Ziele: Erstens soll ein allgemeiner systematischer Überblick über die wissenschaftliche Literatur erstellt werden, welche die betriebswirtschaftliche Auswirkung der Umsetzung Tierkrankheiten vorbeugender Maßnahmen (d.h. Biosicherheitsmaßnahmen und Impfung) im Zusammenhang mit der Minimierung des ABE untersucht. Zweitens sollen die in den ABE in österreichischen Schweinebeständen involvierten Parteien identifiziert, charakterisiert werden und durch entsprechende Datenquellen

untermauert werden. Damit, drittens, ein Konzept entworfen werden kann, das es ermöglicht, Effektivität und Effizienz von präventiven Maßnahmen zur Minimierung des ABE zu bewerten.

2. Material und Methoden

Der allgemeine systematische Literaturüberblick orientierte sich an den PRISMA-Leitlinien (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses guidelines; siehe Moher et al. 2009 und Anhang III). Die relevanten wissenschaftlichen Studien wurden unter Verwendung dreier wissenschaftlicher Online-Datenbanken (PubMed, ISI Web of Science, Scopus) identifiziert. Die Literaturrecherche wurde zwischen 03.02.2021 und 08.02.2021 ohne Beschränkung für das Veröffentlichungsjahr durchgeführt. Das bedeutet, dass für PubMed Veröffentlichungen ab dem Jahre 1879, für ISI Web of Science ab dem Jahre 1900 und für Scopus ab dem Jahre 1960 in die Recherche eingeschlossen wurden. Eine Einschränkung der untersuchten Literatur gilt hinsichtlich der Sprachen - hier konnte lediglich in englischer, italienischer oder deutscher Sprache veröffentlichte Literatur berücksichtigt werden.

Besagte Datenbanken wurden unter Verwendung folgender vorher festgelegter Suchbegriffe aus den Bereichen Ökonomie, ABE, Biosicherheit, Impfung und Schweineproduktion durchsucht:

Economics OR Financial OR Monetary OR Farm management OR Farm-economic analysis OR Cost OR Expense OR Expenditure OR Profit OR Benefit OR Income OR Return OR Revenue OR Cost accounting OR Full-cost accounting OR Direct costing OR Technical parameters OR Production OR Profit contribution OR Marginal costs OR Partial budget analysis OR Costs-benefit analysis AND Antibiotic OR Antimicrobial OR Antimicrobial reduction OR Minimization OR Prudent use OR Alternatives to antimicrobial usage OR Antimicrobial resistance AND Disease prevention OR Preventive measures OR Biosecurity OR Vaccination OR Management intervention OR Optimization OR Intervention measures OR Mitigation measures OR Control measures AND Pig OR Piglet OR Suckling pig OR Weaner pig OR Grower pig OR Finishing pig OR Boar OR Sow OR Pig production.

Für vorliegende Arbeit wurden Publikationen für relevant befunden, welche die betriebswirtschaftliche Auswirkung der Implementierung Tierkrankheiten vorbeugender

Maßnahmen (i.e. Biosicherheitsmaßnahmen und Impfung) sowie eine mögliche Minimierung des ABE und dessen Ausmaß untersuchten. Relevante Studien wurden in einem Prozess mit zwei Schritten ermittelt: Als erster Schritt wurden Titel und Abstract aller in der Abfrage der wissenschaftlichen Datenbanken gefundenen Publikationen auf ihre Relevanz geprüft (definiert als Primärliteratur). Danach wurden im zweiten Schritt die in den Literaturverzeichnissen der Primärliteratur-Publikationen angeführten Studien ebenso durch Lektüre der Titel und Abstracts auf mögliche Relevanz geprüft und nachfolgend als Sekundärliteratur bezeichnet.

Ermittelte Primär- und Sekundärartikel wurden nicht in die Analyse der Diplomarbeit einbezogen, wenn die Artikel i) sich nicht auf Schweine bezogen); ii) nicht auf die Minimierung oder Reduktion des ABE abzielten; iii) nicht den Effekt von präventiven Maßnahmen (d.h. Biosicherheitsmaßnahmen und/oder Impfung) auf ABE untersuchten oder iv) keine ökonomischen Analysen durchführten bzw. keine quantitativen Ergebnisse zu Kosten, Erträgen und Produktivitätsparametern lieferten. Im zweiten Schritt wurde die Qualität der berücksichtigten Studien bewertet. Folgende Qualitätskriterien mussten erfüllt sein, damit eine Studie in die vorliegende Arbeit aufgenommen wurde: i) externe Validität – Generalisierbarkeit und Übertragbarkeit von Studiendesign sowie Studienergebnisse auf andere Umstände oder Rahmenbedingungen sowie ii) die Minimierung der Verzerrung durch zufälligen Fehler, wie z.B. unterschiedliche Zunahmen oder Erkrankung einzelner Tiere innerhalb der selben Gruppe. Beides führt beispielsweise zum Ausschluss von reinen Beobachtungsstudien bzw. Fallberichten mit geringer Stichprobengröße (einzelne Betriebe), sowie nicht-kontrollierten Interventionsstudien. Abbildung 1 (Abb. 1) zeigt die Anzahl als relevant identifizierter Studien im Rahmen der systematischen Literaturrecherche und den Ausschlussprozess von Studien in der vorliegenden Arbeit.

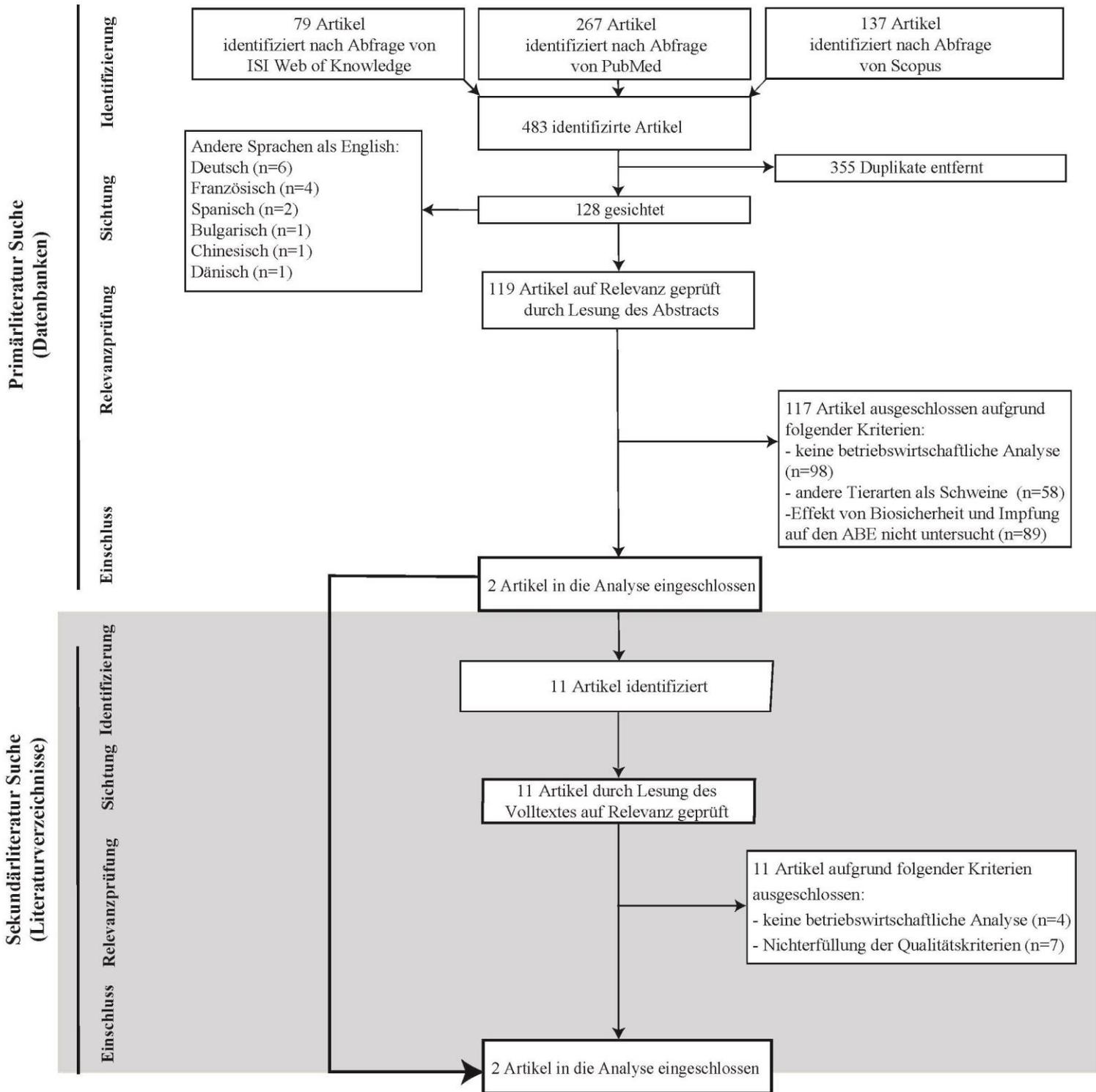


Abb. 1: Flussdiagramm der systematischen Literaturrecherche

In der vorliegenden Diplomarbeit wird die Definition des Begriffes Biosicherheit gemäß seiner Definition im Terrestrial Animal Health Code der OIE übernommen. Biosicherheit wird demnach – wörtlich aus dem Englischen übersetzt – definiert als: ein „[...] *allgemeines Konzept mit dem Ziel der Vorbeugung und Minimierung des Risikos des Eintrages, Etablierung und Verbreitung von Tierkrankheiten, Infektionen und Seuchen in Tierpopulationen hinein oder aus ihnen heraus*“ (OIE 2017a). Diese Definition deckt jedenfalls alle Aspekte des Risikomanagements und alle physischen Maßnahmen auf Betriebsebene ab (Gunn et al. 2008, OIE 2017a). Zweck dieser präventiven Maßnahmen ist es, die Tiergesundheit zu erhalten oder zu verbessern, um dadurch die Notwendigkeit eines ABE zu minimieren. Dabei soll eine hohe Produktivität, sprich beispielsweise bestmögliche Tageszunahmen, Futtermittelverwertung oder Fruchtbarkeit sichergestellt werden.

Um zunächst einen Überblick über die Ergebnisse aus den relevanten Studien zu gewinnen, wurde eine Microsoft Excel Tabelle (Microsoft Office 2016, Version 15.11) erstellt. In diese Tabelle wurden relevante quantitative und statistische Ergebnisse aus den Studien übertragen. Die Studien wurden nachfolgenden Kriterien gesichtet.

- Publikation
- Titel der Publikation
- Land
- Studiendesign
- Stichprobe
- Durchführungszeitraum
- Quantifizierung des ABE
- Präventive Maßnahmen
- Erhobene Produktivitätsparameter
- Erhobene Kosten
- Statistische Methoden
- Ökonomische Methoden
- Qualitative Ergebnisse sowie
- Quantitative Ergebnisse

Das zweite Ziel der vorliegenden Diplomarbeit ist die Identifizierung sowie Charakterisierung der in den ABE in österreichischen Schweinebeständen involvierten Parteien. Die Erarbeitung dieses Zieles erfolgte unter Orientierung an den gesetzlichen Rahmenbedingungen zum ABE bei zu Erwerbszwecken sowie zur Lebensmittelgewinnung konventionell gehaltenen Schweinen. Da nach der biologischen Produktionsweise gehaltene Schweine lediglich 2,76% des nationalen Schweinebestandes 2019 ausmachen (BmLw 2020), wurden diese bei der zweiten Zielsetzung der Arbeit nicht mitberücksichtigt. Stellen SchweinehalterInnen bei einem Tier „*Anzeichen einer Krankheit oder Verletzung*“ fest so sind dazu verpflichtet das betreffende Tier ordnungsgemäß zu versorgen sowie erforderlichenfalls eine TierärztIn heranzuziehen (TschG §15). Der therapeutische ABE ist Bestandteil des Tiergesundheitsmanagements. Dabei ist die Verordnung und Verschreibung des ABE den TierärztInnen vorbehalten (Rezeptpflichtgesetz 1972, Tierärztegesetz 1974 in Dadak und Tritthart 2017). Eine tiefgreifende Beschreibung der Population schweinehaltender Betriebe in Österreich sowie bestandsbetreuender TierärztInnen würde den Rahmen vorliegender Diplomarbeit übersteigen. Vielmehr soll die Charakterisierung der am ABE beteiligten Parteien soweit reichen, dass auf Betriebsebene mögliche Datenquellen ermittelt werden können damit Auswirkungen einer Minimierung des ABE gemessen und analysiert werden könnten. Eine Charakterisierung sollte damit unter folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

Schweinehaltende Betriebe:

- Welche Strukturdaten der österreichischen schweinehaltenden Betriebe liegen vor?
- Welche betriebswirtschaftlichen Daten liegen auf betrieblicher, regionaler oder nationaler Ebene vor?
- Welche gesetzlichen Rahmenbedingungen gelten für das Tiergesundheitsmanagement, insbesondere im Zusammenhang mit dem therapeutischen ABE auf schweinehaltenden Betrieben? Welche Datenquellen zum ABE liegen auf Betriebsebene vor?

Tierärztliche Bestandsbetreuung:

- Wie und durch wen erfolgt die tierärztliche Bestandsbetreuung?
- Wie ist die Arzneimittelanwendung im Besonderen der ABE auf schweinehaltenden Betrieben gesetzlich geregelt? Welche Daten liegen vor?

Für die Charakterisierung wurden über das Internet zugängliche Publikationen öffentlicher Stellen der Republik Österreich sowie assoziierter Organisationen, und von Verbänden in einem nicht systematischen Recherchevorgang herangezogen. Rechtsvorschriften sowie Amtliche Verlautbarungen wurden aus dem Rechtsinformationssystem des Bundes gewonnen (RIS 2020). Darüber hinaus wurden Veröffentlichungen auf den Internetauftritten des Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (KVG 2020) sowie des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BmLw 2020, BfA 2020a) herangezogen. Ebenso in Betracht gezogen wurden Publikationen der Bundesanstalt Statistik Österreich der Kategorie „*Land- und Forstwirtschaft*“ (Statistik Austria 2020). Zusätzlich wurden Informationen aus den Internetauftritten der Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES 2020), der Tierärztekammer (ÖTK 2020), des Tiergesundheitsdienstes (TGD 2020) der Landwirtschaftskammer (LKÖ 2020), sowie des Dachverbandes der Züchtervereinigung und der Erzeugergemeinschaften für Ferkel und Mast, auch Verband Österreichischer Schweinebauern (VÖS 2020), gewonnen.

Um das dritte Ziel der Diplomarbeit zu erfüllen, sollte ein Konzeptentwurf entwickelt werden, der die notwendigen Anforderungen erörtert, um Effektivität und Effizienz von Biosicherheitsmaßnahmen und Impfung bei der Minimierung des ABE auf Betriebsebene messen zu können. Dazu werden folgende Fragestellung im Konzeptentwurf berücksichtigt:

Fragestellung 1 (F1): Kann der therapeutische ABE nach Implementierung präventiver Maßnahmen im Vergleich zur Ausgangssituation auf Betriebsebene reduziert bzw. minimiert werden? Sind bestimmte Maßnahmen unter gegebenen Umständen effektiver und effizienter als andere?

Fragestellung 2 (F2): Ist eine effektive Minimierung des therapeutischen ABE durch Kooperation zwischen SchweinehalterInnen und bestandsbetreuenden TierärztInnen bei der Optimierung des Tiergesundheitsmanagements möglich, ohne dass sich der Tiergesundheitsstatus der Herden verschlechtert oder dadurch Schäden für die Tiere entstehen?

Fragestellung 3 (F3): Ist eine Reduktion des ABE unter Erhaltung oder Verbesserung der betrieblichen Produktivität bzw. des Leistungsniveaus möglich? Führt eine Verbesserung oder Erhaltung der Leistung bei gleichzeitigen Einsparungen beim ABE tatsächlich zu höheren

Deckungsbeiträgen, insofern die Direktkosten der implementierten präventiven Maßnahmen geringer als der Leistungszuwachs bei gleichbleibenden oder steigenden Input- wie Output-Preisen sind?

In Bezug auf die formulierten Fragestellungen sowie zu deren Überprüfung sollen folgende Fragen in der Erstellung des Studienkonzepts beantwortet werden:

Studiendesign:

- Welcher ist der ideale Studientyp? (F1, F2, F3)
- Wie soll eine valide oder den nationalen Umständen angepasste Stichprobe ausgewählt werden? (F1, F2, F3)
- Welche präventiven Tiergesundheitsmaßnahmen sollen auf Betriebsebene umgesetzt werden? (F1, F2, F3)

Durchführung und Erhebung:

- Wie und über welchen Zeitraum sollen Daten erhoben werden? (F1, F2, F3)
- Wie soll der ABE auf Betriebsebene quantifiziert werden und wie sollen Daten zum ABE erhoben werden? (F1, F2, F3)
- Wie kann der Tiergesundheitsstatus und mögliche Veränderungen erhoben werden? (F1, F2)
- Welche Parameter sollen erhoben werden, um den Effekt der Maßnahmen auf die Produktivität bzw. Leistung der Schweinehaltung messen zu können? (F3)
- Welche Daten werden benötigt, welche eine betriebswirtschaftliche Analyse, eine Analyse der Effizienz, des Effekts der Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen erlauben? (F1, F3)

Analyse:

- Wie kann ein Zusammenhang zwischen bestimmten implementierten Maßnahmen und dem Ausmaß erzielter Reduktion des ABE untersucht werden, um damit die Effektivität bestimmter Maßnahmen bewerten zu können? (F1, F2, F3)
- Wie sollen Kosten und Nutzen einer Reduktion des ABE nach Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen gemessen werden? (F1, F2, F3)
- Wie sollen Kosten bzw. Einsparungen, welche sich durch die Implementierung von präventiven Maßnahmen ergeben, erhoben werden? (F3)
- Wie sollen Kosten bzw. Einsparungen, die durch eine Reduktion des ABE verursacht wurden, erhoben werden? (F3)
- Welche betriebswirtschaftlichen Analysen sollen durchgeführt werden? (F1, F2, F3)

3. Ergebnisse

3.1 Systematische Übersicht der relevanten Studien

Insgesamt wurden 128 Studien bei der Suche nach Primärliteratur identifiziert bzw. gesichtet. Nach der ersten Überprüfung auf Relevanz erfüllten lediglich zwei Studien die Einschlusskriterien (siehe Abb. 1). Nach Durchsicht der Literaturverzeichnisse der Primärliteratur wurden 11 Sekundärstudien identifiziert von welchen jedoch keine die Einschlusskriterien erfüllten.

Die beiden identifizierten Studien implementierten, betriebsindividuell abgestimmt, eine Vielzahl präventiver Maßnahmen und evaluierten dabei deren Effekt hinsichtlich der Minimierung des ABE sowie der Betriebswirtschaft. Sieben Publikationen, obschon sie Impfmaßnahmen implementiert und Ergebnisse hinsichtlich Effekts auf ABE und Betriebswirtschaft vorzuweisen hatten, wurden aufgrund mangelnder Qualität nicht in den Literaturüberblick einbezogen. An sechs der sieben Studien war jeweils nur ein Betrieb beteiligt (Voets und Hardge 2007, Brockhoff et al. 2009, Brons et al. 2009, Lapierre 2009, Deitmer et al. 2009, Deitmer et al. 2011) und deshalb wurden diese wegen ihres „Fallberichtcharakters“ und somit ihrer mangelhaften externen Validität ausgeschlossen. Eine weitere Publikation von

Adam 2009, welche den Effekt von Impfung und möglicher Reduktion des ABE untersuchte wurde wegen unzureichende Berichtsqualität sowie der fehlenden statistischen Auswertung ausgeschlossen. Um der Leserschaft dennoch einen vollständigen Überblick zu gewähren, befindet sich im Anhang einerseits eine tabellarische Übersicht (Anhang I) sowie eine kurze Beschreibung der ausgeschlossenen Studien (Anhang II) bedingt durch die mangelnde Qualität (siehe Definition der Qualitätskriterien im Kapitel 2, Seite 11). Tabelle 1 gibt die Ergebnisse der letztendlich zwei aufgenommen Studien aus der systematischen Literaturübersicht wieder. Eine kurze Beschreibung der Studienergebnisse der beiden besagten Studien wird in den folgenden Abschnitten wiedergegeben.

Tab. 1: Übersicht der beiden relevanten Studien aus der systematischen Literaturrecherche

Publikation	Titel der Publikation	Land	Studiendesign	Stichprobe	Durchführungszeitraum	Präventive Maßnahmen	Quantifizierung des ABE	erhobene Produktivitätsparameter
Collineau et al. 2017	Herd-specific interventions to reduce antimicrobial usage in pig production without jeopardising technical and economic performance	Belgien, Frankreich, Deutschland, Schweden	Interventionsstudie;	Kombi-Betriebe mit mehr als 70 Sauen n=68 und mehr als 500 produzierten Mastschweine im Jahr;	02.2014-08.2015	<p>(i) Verbesserung des externen Biosicherheitsstatus,</p> <p>(ii) Verbesserung des internen Biosicherheitsstatus,</p> <p>(iii) Modifizierung des Impfschemata,</p> <p>(iv) Änderungen in der Zusammensetzung von Futter oder Tränkwasser, Qualität und Sicherheit,</p> <p>(v) verbesserte Tiergesundheit und Wohlbefinden (z.B. vermehrte Diagnostik, Veränderung der Behandlungsprotokolle),</p> <p>(vi) Stallklima und andere zootechnische Maßnahmen*</p>	TIDDDA	Ferkelerzeugung:
			Nicht-randomisiert ausgewählte und freiwillig teilnehmende Betriebe als Behandlungsgruppe bilden jeweils ihre eigene Kontrolle im Vergleich vor und nach Intervention.	Betriebs-wirtschaftliche Analyse lediglich für eine Untergruppe von belgischen n=14 und französischen Betrieben n=19 (gesamt n=33) möglich				geborene Würfe je Sau und Jahr [n], abgesetzte Ferkel je Sau und Jahr [n], Mortalität bei Saugferkeln [%], Mortalität bei Absetzferkeln [%];
Rojo-Gimeno et al. 2016	Farm-economic analysis of reducing antimicrobial use whilst adopting improved management strategies on farrow-to-finish pig farms	Belgien	Interventionsstudie;	Kombi-Betriebe mit mehr als 150 Sauen; Behandlungsgruppe n=48, Kontrollgruppe n=69	12.2010-05.2014	Verbesserung des Biosicherheitsstatus, Verbesserung der Diagnostik, Verbesserung und Anpassung der Impfschemata sowie Anthelmitentherapie	Über das Ausmaß der ABE-Reduktion in der Behandlungsgruppe wird nicht berichtet. Dennoch wird im Material- und Methodenteil eine Quantifizierung als TIDDDA bei der Erhebung angeführt. Assoziierte Publikation von Postma et al. 2016c berichtet über die Reduktion in TIDDDA, allerdings nicht für die konkrete Behandlungsgruppe.	Ferkelerzeugung:
			Behandlungsgruppe bestand aus nicht-randomisiert ausgewählten und freiwillig teilnehmende Betrieben (n=48) verglichen mit, durch Propensity Score Matching (PSM) ermittelten, Kontrollgruppenbetrieben aus einer repräsentativen nationalen Datenbank.					geborene Würfe je Sau und Jahr [n], lebend geborener Ferkel je Wurf [n];
			Geschätzte Veränderungen bei Produktivitätsparametern als DID und Direktkosten der Intervention flossen in die Modellierung des enterprise profit von 11 national repräsentativen virtuellen Betrieben ein.					Mast:
								durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme [g], Mortalität in der Mast [%], Futterumsatz [kg/kg]
								durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme [g], Mortalität in der Mast [%]

Tab. 1 Fortsetzung: Übersicht der beiden relevanten Studien aus der systematischen Literaturrecherche

Publikation	Erhobene Kosten	Statistische Methoden	Ökonomische Methoden	Qualitative Ergebnisse	Quantitative Ergebnisse
Collineu et al. 2017	Direktkosten der Intervention, Ausgaben für den ABE	deskriptive und analytische Statistik:	Teilkostenrechnung,	Nach Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen konnte der ABE deutlich gesenkt werden, ohne dass ein negativer Einfluss auf Produktivitätsparameter festzustellen war.	hohe Compliance mit dem Interventionsplan $\bar{x}=93\%$ (min-max 20;100);
		Spearmans Rang Korrelation dient der Auswertung einerseits der Zusammenhänge zwischen den Direktkosten der Intervention und dem Ausmaß der ABE-Reduktion, sowie andererseits der Anzahl umgesetzter Maßnahmen, betrieblicher Compliance und dem Ausmaß der ABE-Reduktion;	stochastisches Input- und Output-Produktionsmodell, stochastische und deterministische Modellierung der Futtermittel- und Erzeugerpreise, Verwendung Pearson correlations Matrix zur Berücksichtigung ähnlicher Trends bei Futtermittel- und Erzeugerpreisen;	Es konnte kein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Reduktion des ABE und der Art oder Anzahl implementierter präventiver Maßnahmen festgestellt werden.	gesunkene AB-Behandlungshäufigkeit TI200 $\bar{x}=-47\%$ ($p<0.001$); Einsparung bei Ausgaben für den ABE (EUR/Sau/Jahr) $\bar{x}=-30,5\%$ ($p=0.003$) Ausgaben für ABE vor der Intervention 33,95 EUR/Sau/Jahr (Q25; Q75 17,11; 48,69) nach Intervention 23,6 EUR/Sau/Jahr (13,72;39,05); leichter Anstieg bei der Anzahl abgesetzter Ferkel $\bar{x}+0.2$ Ferkel/Sau/Jahr ($p=0.008$);
		Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test vergleicht die Entwicklung bei ABE, Produktionsparametern, Ausgaben für den ABE;	Sensitivitätsanalyse, um im Produktionsmodell jene Parameter mit dem größten Einfluss auf die Veränderung im Deckungsbeitrag zu identifizieren;	Die simulierte Veränderung im Deckungsbeitrag wurde mehr von Futtermittel- und täglichen Gewichtszunahmen als von Ausgaben für den ABE oder Direktkosten der Intervention beeinflusst.	Veränderung im Deckungsbeitrag unter Verwendung des deterministischen Preismodells $\bar{x} +4.46$ EUR/Sau/Jahr (Q25-Q75: -32,54; 80,5); Veränderung im Deckungsbeitrag unter Verwendung des stochastischen Preismodells $\bar{x} +1.23$ EUR/Sau/Jahr (Q25-Q75: -32,55; 74,45); Einsparungen bei Antibiotikakosten $\bar{x} -7,68$ EUR/Sau/Jahr - es wurde eine erhebliche Variabilität zwischen den Betrieben festgestellt;
Rojo-Gimeno et al. 2016	Direktkosten der Intervention, Ausgaben für den ABE	deskriptive Statistik, Propensity Score Matching	Teilkostenrechnung, stochastisches Input- und Output-Produktionsmodell mit Monte carlo und Macro chain, Verwendung Pearson correlations Matrix zur Berücksichtigung ähnlicher Trends bei Futtermittel- und Erzeugerpreisen	Implementierte Maßnahmen zeigten keinen negativen Effekt auf die Produktivitätsparameter. Reduktion des ABE, insbesondere bei prophylaktischen Behandlungen von Ferkeln (Postma und Dewulf 2013 in Rojo-Gimeno et al. 2016).	Niedrigere Mortalität bei den Mastschweinen in der Behandlungsgruppe von -1,1% ($p=0,03$); Direktkosten der Intervention betragen $\bar{x} -2,68$ EUR/Sau/Jahr. Biosicherheitsmaßnahmen verursachten im Median insgesamt Kosten über +3,69 EUR/Sau/Jahr. Kosten für Impfungen beliefen sich im Mittel auf +5,94 EUR/Sau/Jahr (Median 0,00 EUR/Sau/Jahr). Die Veränderung im Deckungsbeitrag betrug unter der Berücksichtigung von Preisvolatilität +2,67 EUR/Mastschwein/Jahr ($s=2,98$, 95%CI: -4,06;8,5) oder +42,99 EUR/Sau/Jahr ($s=56,78$, 95%CI: -79,13;151,43).

3.2 Beschreibung der beiden relevanten Studien aus der systematischen Literatursuche

3.2.1 Collineau et al. 2017

Collineau et al. führten eine Interventionsstudie auf 68 schweinehaltenden Betrieben mit dem Ziel durch, eine Reduktion des ABE bei gleichzeitiger Implementierung präventiver Maßnahmen zu erzielen. Die Betriebe verteilten sich auf Deutschland (n=25), Frankreich (n=19), Belgien (n=15) und Schweden (n=9). Zur Beobachtung des Effekts präventiver Maßnahmen wurde jeder Betrieb mit sich selbst bzw. dem Zeitraum vor der Intervention als Kontrolle verglichen. Alle Betriebe wirtschafteten im kombinierten Produktionssystem, bei welchem Zucht und Mast auf einem Betrieb stattfinden (engl.: farrow-to-finish). Es galten folgende Auswahlkriterien: eine Anzahl gehaltener Sauen größer als 70 sowie mehr als 500 produzierte Mastschweine im Jahr. Die Auswahl der Betriebe erfolgte überwiegend aus einer Gruppe von Betrieben, die schon an einer vorangegangenen Querschnittsstudie teilgenommen hatten. In dieser vorgelagerten Studie wurde der ABE erhoben, sowie Risikofaktoren für den ABE untersucht (Postma et al. 2016b, Sjölund et al. 2016, Visschers et al. 2016). Die Auswahl dieser Betriebe wird in der Publikation von Sjölund et al. (2016) näher beschrieben. Zusätzlich wurde ein geringerer Anteil von 15 an der Vorstudie unbeteiligten Betrieben für die Interventionsstudie rekrutiert. Die Auswahl der Betriebe erfolgte nicht-randomisiert und die Stichproben waren nicht repräsentativ für die jeweilige nationale Population. Für den einjährigen Zeitraum vor der Intervention wurden Daten zum ABE sowie Produktivitätsparameter auf Betriebsebene gesammelt. Bei diesem initialen Betriebsbesuch wurde für jeden Betrieb ein individueller Interventionsplan mit präventiven Maßnahmen zur Reduktion des ABE erstellt. Es wurden für jeden Betrieb jene Maßnahmen in den Interventionsplan aufgenommen, welche von BestandstierärztInnen und BetriebsleiterInnen als umsetzbar und am erfolgversprechendsten für die jeweiligen Tiergesundheitsprobleme angesehen wurden. Die Effekte der Intervention wurden über einen einjährigen Zeitraum nach der Intervention bei Betriebsbesuchen beobachtet. Die Compliance der Betriebe mit den einzelnen Interventionsmaßnahmen wurde unter Verwendung einer ordinalen Skalenbewertung

zwischen eins (d.h. kein Versuch unternommen, die Maßnahme zu implementieren) und fünf (d.h. perfekte Implementierung) evaluiert.

Um die Auswirkungen der Intervention zu erheben, wurden die Direktkosten der Intervention (ausgedrückt in Euro pro Sau und Jahr), Reduktion des ABE und damit verbundenen Minderausgaben, sowie Änderungen in den Produktivitätsparametern quantifiziert. In die Berechnung der Direktkosten der Intervention flossen Kosten für Verbrauchsgüter, Gebrauchsgüter (bei linearer Abschreibung über Nutzungsdauer), zusätzlicher Arbeitsaufwand sowie Kosten für BestandstierärztInnen und nicht-projektbeteiligte Berater ein. Die Quantifizierung des ABE erfolgte als Behandlungshäufigkeit (TI) (Timmerman et al. 2006, Postma et al. 2015b, Sjölund et al. 2016). Eine Auflistung erhobener Produktivitätsparameter findet sich in der Übersichtstabelle Tab.1. Die betriebswirtschaftliche Analyse des Effekts der Maßnahmen auf den jeweiligen Betrieb erfolgte schließlich, indem erhobene Parameter in ein stochastisches Input-Output-Produktionsmodell, entwickelt von Van Mensel et al. (2012), eingebracht wurden. Aufgrund fehlender Daten zu Futtermittelverwertung und Gewichtszunahmen konnten lediglich belgische und französische Betriebe (n=33) in die betriebswirtschaftliche Analyse einbezogen werden. Die Analyse wurde in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt wurde die Auswirkung der Interventionsmaßnahmen auf die Produktivitätsparameter untersucht. Hierfür wurde die Veränderung der Futtermittelkosten freien Leistung FfL (Bernard und Nix 1979; Throne et al. 2015) berechnet. Diese wird in einem zweiten Schritt dazu genutzt, um in Verbindung mit den Kosten der Intervention sowie Veränderung bei den Kosten für Antibiotika, mögliche Veränderungen beim Deckungsbeitrag zu kalkulieren. Die Berechnung der Veränderung der FfL aus dem ersten Schritt erfolgt nun wie in Formel 1 dargelegt:

$$\Delta FfL = \Delta Erlöse - \Delta Futtermittelkosten \quad (1)$$

Demnach entspricht die Veränderung der FfL der Differenz zwischen der Veränderung bei den Erlösen und der Veränderung bei den Futtermittelkosten. Die Erlöse stammen aus der Vermarktung von produzierten Ferkeln oder Mastschweinen. Im zweiten Schritt der betriebswirtschaftlichen Analyse der Intervention erfolgte die Berechnung eines Deckungsbeitrages. Hierbei wurde angenommen, dass es bei den Kosten, welche nicht mit der Intervention zusammenhängen, zu keinen Veränderungen über den Beobachtungszeitraum kam

- diese konstant und damit gleich 0 waren. Die Veränderung des Deckungsbeitrages (ΔDB) wurde somit unter Berücksichtigung der Ausgaben für Antibiotika (ΔAAB) sowie der Direktkosten bzw. Einsparungen für Interventionsmaßnahmen (ΔDkI) berechnet. Dabei werden die Kostenbeträge von FfL abgezogen (Formel 2).

$$\Delta DB = \Delta FfL - \Delta AAB - \Delta DkI \quad (2)$$

Es konnten aus Datenschutz- sowie Praktikabilitätsgründen manche für das Input-Output-Modell erforderlichen Parameter auf Betriebsebene nicht erhoben werden. Welche diese Parameter konkret waren, wurde nicht berichtet. Deshalb generierte man aus nationalen Datenbanken Referenzbetriebe und gewann somit mittels Effizienzanalyse fehlende Parameter für das Modell. Welche fehlenden Parameter für jeden Betrieb in das Produktionsmodell einfließen, wurde ebenso nicht berichtet. Futtermittel- und Erzeugerpreise wurden vor wie nach der Intervention als identisch angenommen, damit Änderungen bei der FfL ausschließlich den Veränderungen bei den Produktivitätsparametern zugeordnet werden konnten. Die Marktpreisentwicklung wurde unter Einsatz deterministischer und stochastischer Modellierung in die Simulation eingebracht.

Am häufigsten implementierten die Betriebe Interventionsmaßnahmen zur Zusammensetzung von Futtermitteln oder Tränkewasser (insbesondere den therapeutischen Einsatz von Zinkoxid (n=18)) gefolgt von Änderungen der Impfschemata und Verbesserung der Tiergesundheit und des Wohlbefindens. Die Anzahl je Betrieb umgesetzter Maßnahmen lag im Median bei zwei (min-max: 1-13). Zwar liegt eine Auflistung der implementierten Maßnahmenkategorien sowie über die Anzahl implementierender Betriebe vor, dennoch wird über keinerlei betriebspezifische Information, welche Maßnahmen implementiert oder beispielsweise kombiniert wurden, berichtet. Die Compliance mit der Implementierung der Maßnahmen wurde im Allgemeinen sehr hoch eingeschätzt und betrug im Median 93% (min-max: 20- 100). Dabei bestand eine negative Korrelation zwischen der Anzahl der geplanten Maßnahmen und der Compliance, bei deren Umsetzung ((Spearman Rangkorrelations-Koeffizient ($\rho = -0,33$, $p < 0,01$)). Die Direktkosten der Intervention zeigten eine große Variabilität zwischen den Betrieben. Der Erwerb von Verbrauchsmaterialien gefolgt von Kosten für TierärztInnen und BetriebsberaterInnen sorgte für die größten Beträge bei entstandenen Kosten. Für

Impfmaßnahmen gaben drei Betriebe mehr als 50,00 EUR/Sau/Jahr aus. Dennoch konnten 8 Betriebe im Zuge der Interventionsmaßnahmen eine Kosteneinsparung und damit negative Direktkosten erzielen. Drei dieser Betriebe änderten ihre Impfschemata, während drei weitere mit der Kastration männlicher Ferkel aufhörten (zwei schwedische Betriebe erhielten staatliche Subventionen für die GnRH-Impfung) und die übrigen zwei Betriebe stellten ihre Futtermittelrationen bei Sauen und Mastschweinen betriebswirtschaftlich vorteilhaft um. Im Zuge der Intervention gelang es Betrieben, eine signifikante Reduktion bei der Behandlungshäufigkeit mit Antibiotika sowie bei Ausgaben für antibiotische Arzneimittel zu erzielen. Diese beiden Ergebnisse wiesen auch eine starke Korrelation miteinander auf ($\rho=0,63$, $p=0,001$). Bei den antibiotischen Behandlungshäufigkeiten TI_{200} konnte eine relative Reduktion von -47,0% ($p<0,001$) beobachtet werden. Während die Ausgaben für Antibiotika um 30,5% ($p=0,003$) geringer ausfielen als vor der Intervention. Die statistische Analyse ergab keine Korrelation zwischen erzielter Reduktion bei antibiotischer Behandlungshäufigkeit, Art, Kategorie oder Anzahl der umgesetzten Maßnahmen. Bei den Produktivitätsparametern kam es nach der Intervention überwiegend zu keinen signifikanten Veränderungen, lediglich die Anzahl der abgesetzten Ferkel je Sau und Jahr stieg im Median leicht von 27,2 (Q25-Q75: 24,8-28,8) auf 27,4 (Q25-Q75; 25,2- 29,0) ($p=0,008$) an. Die im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Analyse modellierte Veränderung des Deckungsbeitrags, belgischer und französischer Betriebe, stieg im Median unter Verwendung des deterministischen Modells um 4,46 EUR/Sau/Jahr (Q25-Q75: -32,5480,50) sowie im stochastischen Modell um 1,23 EUR/Sau/Jahr (Q25-Q75: -32,5574,45). Die Sensitivitätsanalyse für das Modell ergab, dass Veränderungen des Deckungsbeitrags am meisten von der Futtermittelverwertung gefolgt von täglichen Gewichtszunahmen und dann erst von den Ausgaben für den ABE beeinflusst wurde. Eine Break-Even-Analyse (Gewinnschwellenanalyse) ergab einerseits, dass die Antibiotikapreise um den Faktor 4,1 angehoben werden müssten, damit 90% der modellierten Betriebe unter gegebenen Umständen keine oder eine positive Entwicklung beim Deckungsbeitrag erfahren würden. Andererseits müssten die Preise für Mastschweine um 0,03 EUR/kg Lebendgewicht angehoben werden, um ähnliche Auswirkungen für 90% der Betriebe zu erzielen.

3.2.2 Rojo-Gimeno et al. 2016

Rojo-Gimeno et al. wollen eine betriebswirtschaftliche Analyse der Implementierung präventiver Maßnahmen zur Reduktion des ABE durchführen. Gegenständliche Publikation steht in Verbindung mit der Publikation bzw. Studie von Postma et al. 2016c. Jedoch beschränken sich Postma et al. 2016 auf die reine Deskription dieser im Längsschnitt angelegten Studie. Um zunächst den Effekt der Implementierung präventiver Maßnahmen evaluieren zu können, wurde eine Intervention auf kombiniert wirtschaftenden belgischen Betrieben, Region Flandern, durchgeführt. Betriebe für die Behandlungsgruppe wurden nicht-randomisiert aus sich freiwillig zur Studienteilnahme bereiterklärenden Betrieben, mit mehr als 150 Sauen und ausreichenden Buchhaltungsdaten (Postma et al. 2016c), ausgewählt. Dies führt zur Kategorisierung dieses Studiendesigns als Quasi-Experiment. Einzelheiten zum Rekrutierungsprozess sowie dem weiteren Verlauf der Erhebung können der deskriptiven Publikation von Postma et al. 2016c entnommen werden. Bei den in die betriebswirtschaftlichen Analysen einbezogenen Betrieben (n=48) handelt es sich nur um einen Teil der in der eben genannten Publikation beschriebenen Betriebe.

Vor der Intervention wurden bei einem initialen Betriebsbesuch Daten zu Produktionsweise, technische Parameter, ABE (präventiv und kurativ), Impfschemata, Schemata bei der Therapie gegen Helminthen sowie der Biosicherheitsstatus erhoben. Die Produktivitätsparameter wurden aus Angaben der BetriebsleiterInnen erhoben. Für Details zu erhobenen Produktivitätsparametern sei auf die Tabelle 1 verwiesen. Auf Grundlage der erhaltenen Information und in Abstimmung mit den bestandsbetreuenden TierärztInnen wurde für jeden Betrieb individuell ein Plan mit Interventionsmaßnahmen ausgearbeitet. Beispielsweise wurden Hygieneschleusen für jede Altersgruppe, diagnostische Sektion und Probenahme nach klinischer Indikation oder die Bestimmung serologischer Antikörpertiter bestimmter Pathogene im klinischen Kontext (u.a. *PRRSV*, *PCV2*, Influenza virus, *APP (Actinobacillus pleuropneumoniae)*, *Lawsonia intracellularis*, *E. coli*, *Haemophilus parasuis*, *Mycoplasma hyopneumoniae*) implementiert (Postma et al. 2016c). Dieser Plan wurde bei einem zweiten Betriebsbesuch den BetriebsleiterInnen präsentiert. Maßnahmen, welche durch bestandsbetreuende TierärztInnen und BetriebsleiterInnen für umsetzbar befunden wurden, sollten nach dem zweiten Betriebsbesuch implementiert werden. Ebenso erfolgten

Empfehlungen hinsichtlich verantwortungsvollen Umganges und Minimierung des ABE. Beispielsweise ein restriktiver Einsatz von Reserveantibiotikaklassen, wie Makrolide, 3. und 4. Generation Cephalosporine oder Quinolonen, oder die Beendigung der Praxis eines prophylaktischen ABE (Postma et al. 2016c). Nach einem durchschnittlich achtmonatigen Zeitraum nach der Intervention erfolgte ein dritter Betriebsbesuch für eine abschließende Erhebung.

Um abschätzen zu können, inwiefern beobachtete Veränderungen bei den Produktivitätsparametern auf den Effekt der Interventionsmaßnahmen und den Einfluss des allgemeinen technischen Fortschritts der Branche oder die Stichprobenverzerrung zu minimieren, erfolgt ein Vergleich mit Betrieben aus dem Flemish Farm Accountancy Data Network. Diese Datenbank enthält eine jährlich durchgeführte Agrarstrukturerhebung mit einer repräsentativen nationalen Stichprobe. Um geeignete Betriebe für die Kontrollgruppe zu identifizieren, griff man auf ein Propensity-Score-Modell zurück. Der Propensity Score beschreibt eine bedingte Wahrscheinlichkeit, mit welcher Betriebe der Therapiegruppe zugeteilt würden. Durch sogenanntes „propensity score matching“ (PSM) sollen Betrieben in der Behandlungsgruppe Betriebe mit vergleichbaren grundlegenden Merkmalen (engl. baseline characteristics) in der Kontrollgruppe zugeteilt werden. Berücksichtigte Merkmale waren: „(i) Anzahl der Sauen als Schätzgröße für die Betriebsgröße, (ii) Berufserfahrung der BetriebsleiterIn als Schätzgröße für die Management Kompetenz und Fähigkeiten der BetriebsleiterInnen, (iii) Baujahr des ältesten Gebäudes als Schätzgröße für den Modernisierungsgrad der Betriebe, (iv) Anzahl Beschäftigter für als Schätzgröße für Betriebsgröße und geschäftsführende Fähigkeiten der BetriebsleiterInnen“. Durch PSM konnte jedem Betrieb aus der Behandlungsgruppe ein Betrieb aus der Kontrollgruppe mit ähnlichem Score bezüglich der Kovariable zugeordnet werden. Um die Effektgröße der Intervention abschätzen zu können, bediente man sich der sogenannten „difference in difference“ (DID) Schätzung. DID bedeutet, dass für jeden erhobenen Produktivitätsparameter die Veränderung vor- und nach-Intervention für die Behandlungsgruppe von selbiger aus der Kontrollgruppe abgezogen wird. Sofern einzelne Produktivitätsparameter von Betrieben der Behandlungsgruppe nicht vorlagen, wurden sie für diesen Parameter aus der Analyse ausgeschlossen.

In die Erhebung der Direktkosten der Intervention flossen neben Kosten für die Implementierung von Biosicherheitsmaßnahmen, Kosten für Impfmaßnahmen auch die Differenz bei den Antibiotikaausgaben vor- und nach-Intervention mit ein. Berücksichtigt wurde auch der zusätzlich notwendige Arbeitsaufwand. Für Gebrauchsgüter wurde eine lineare Abschreibung über die Nutzungsdauer angesetzt. Der betriebswirtschaftliche Effekt der Interventionsmaßnahmen wurde mittels eines Input-Output Produktionsmodells (Van Mensel et al. 2010) ausgewertet. Als Input-Parameter flossen die DID der Produktivitätsparameter, erhobene Direktkosten der Intervention sowie Futtermittelkosten ein. Erzeugerpreise für Ferkel und Mastschweine dienten als Output-Parameter. Das Model liefert schließlich eine Schätzung der Veränderung des Deckungsbeitrags vor und nach der Implementierung der präventiven Maßnahmen ($\Delta DB_{\text{vor-nach}}$). Und berechnet sich wie folgt

$$\Delta Db_{\text{vor} - \text{nach}} = E_{\text{nach}} - VK_{\text{nach}} - iFK - E_{\text{vor}} - VK_{\text{vor}} \quad (3)$$

Erlöse (E) resultieren aus der Vermarktung von Ferkeln und Mastschweinen. Variable Kosten (VK) umfassten Futtermittelkosten sowie die Direktkosten der Intervention. Fixkosten, welche nicht mit der Intervention assoziiert waren, wurden als unverändert, konstant und damit 0 angenommen. Sehr wohl berücksichtigt wurden interventionsassoziierte Fixkosten wie etwa Gebrauchsgüter (iFK). Das ursprünglich deterministische Modell wurde um ein Monte-Carlo-basiertes stochastisches Modell erweitert, um die Volatilität der Futtermittelpreise sowie Erzeugerpreise zu berücksichtigen. Die Simulation wurde schließlich für 11 virtuelle flämische kombiniert-wirtschaftende Betriebe durchgeführt. Diese virtuellen Betriebe sollen repräsentativ für flämische Kombi-Betriebe sein, sowie inhärenter Heterogenität Rechnung tragen und wurden aus der FADN Datenbank über die Jahre 2010, 2011, und 2012 generiert. Erzeugt wurden diese virtuellen Betriebe mittels Effizienzanalyse, insbesondere unter Berücksichtigung technischer Effizienz und Kosten-Allokationseffizienz.

Zentrales Ergebnis der beiden Studien, Postma et al (2016c) und Rojo-Gimeno (2016) ist, dass eine erhebliche Reduktion des ABE sich nicht nachteilig auf die Produktivitätsparameter ausgewirkt hat. Die Produktivitätsparameter der Kontrollgruppe wiesen über die Jahre 2011 und 2012 keine signifikante Veränderung auf. Die DID Schätzung ergab eine für die Behandlungsgruppe signifikant niedrigere Mortalität bei den Mastschweinen von -1,1%

($p=0,03$). Die Direktkosten der Intervention betragen im Median über alle Betriebe -2,68 EUR/Sau/Jahr. Die Einsparungen waren hauptsächlich auf eine Reduktion des ABE, insbesondere bei prophylaktischen Behandlungen von Ferkeln, zurückzuführen (Postma und Dewulf 2013 in Rojo-Gimeno et al. 2016). Die Einsparungen bei Antibiotikakosten bezifferten sich im Median insgesamt auf 7,68 EUR/Sau/Jahr. Jedoch wurde eine erhebliche Variation zwischen den Betrieben festgestellt. Biosicherheitsmaßnahmen verursachten im Median insgesamt Kosten über +3,69 EUR/Sau/Jahr. Kosten für Impfungen beliefen sich im Mittel auf +5,94 EUR/Sau/Jahr (Median 0,00 EUR/Sau/Jahr). Für beide Maßnahmen war das Ausmaß der Variation geringer als jene bei den Antibiotikakosten. Die Kosten für implementierte Maßnahmen betragen im Median gesamt 2.622,90 EUR/Betrieb/Jahr (min; max 1.229,60EUR/Betrieb/Jahr; 21.944,75 EUR/Betrieb/Jahr). Die Veränderung des Deckungsbeitrags betrug unter der Berücksichtigung von Preisvolatilität +2,67 EUR/Mastschwein/Jahr ($s=$ Standardabweichung; $s=2,98$, 95%CI: -4,06-8,5) oder +42,99 EUR/Sau/Jahr ($s=56,78$, 95% CI: -79,13-151,43).

3.2.3 Quantifizierung des ABE in relevanten Studien

In beiden relevanten Studien wurde eine antibiotische Behandlungshäufigkeit (TI) berechnet. Diese gibt, nach Timmerman et al. (2006) und unter Verwendung definierter Dosierungen und standardisierter Körpergewichte nach Postma et al. 2015b, Auskunft darüber, bei wie vielen Tieren aus einer Gruppe von 1000 Tieren täglich die Behandlung mit einer definierten Dosis (Defined daily doses animal: DDDA) über den Zeitraum ihre Lebensspanne erfolgt ist. Damit Unterschiede hinsichtlich der tatsächlichen Lebensspanne berücksichtigt werden konnten, wurden die Altersgruppen zusammengefasst und eine standardisierte Lebensspanne von 200 Tagen für Mastschweine angenommen. Diese wird als TI200 bezeichnet (Sjölund et al. 2016). Die Berechnung der TI erfolgt wie in Formel 4 dargelegt

$$TI = \frac{\text{Gesamtmenge ABE (mg)}}{\text{DDDA} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}/\text{day}\right) * \text{Anzahl der Tage unter Risiko} * \text{kg Tiere unter Risiko}} * 1000 \text{ Schweine unter Risiko} \quad (4)$$

3.2.4 Verwendete betriebswirtschaftliche Begriffe relevanter Studien

Im Folgenden soll der Leserschaft ein tabellarischer Überblick über die verwendeten betriebswirtschaftlichen Begriffe und Methoden in den beiden betrachteten Studien gegeben werden (Tab. 2). Beide Publikationen wurden in englischer Sprache veröffentlicht und somit wurden die Begriffe auf Deutsch übersetzt.

Tab. 2: Betriebswirtschaftliche Begriffe relevanter Studien

Begriff im Englischen	Begriff im Deutschen	Formel, Methode	Publikation
Cost accounting analysis	Kostenrechnungsanalyse	Teilkostenrechnung	Collineau et al. 2017 Rojo-Gimeno et al. 2016
Direct net cost of the intervention [EUR/sow/year]	Direktkosten der Intervention (DkI)	DkI [EUR/sow/year] = Kosten für einmalige Ausgaben + Kosten von Verbrauchsgütern + Kosten für zusätzlichen Arbeitsaufwand + Kosten für Betriebsbesuche von Tiergesundheitsexperten (Collineau et al. 2017); keine Formel gegeben (Rojo Gimeno et al. 2016)	Collineau et al. 2017 Rojo-Gimeno et al. 2016
Margin over feed cost [EUR]	Futtermittelkosten freie Leistung (FfL)	FfL = Erlöse – Futtermittelkosten (Erlöse= vermarktete Ferkel oder Mastschweine [EUR*kg])	Collineau et al. 2017
Δ Net farm profit [EUR/sow/year]	Deckungsbeitrag (DB)	Δ DB [EUR/sow/year] = Δ FfL – Δ VK der Intervention – Δ FK der Intervention;	Collineau et al. 2017
Input-output production economic model (Van Meensel und Lauwers 2010)	Input-Output Analyse		Collineau et al. 2017 Rojo Gimeno et al. 2016
Break-Even-Analyse	Gewinnschwellen-Analyse		Collineau et al. 2017

Direktkosten sind Kosten, welche direkt, also unmittelbar einer bestimmten Leistung zuordenbar sind (Dabbert und Braun 2012) – beispielsweise Futtermittelkosten je Mastschwein, Impfdosis je Sau, und Therapiekosten je Ferkel.

Bei der Teilkostenrechnung kann, im Gegensatz zur Vollkostenrechnung, nur ein Teil der anfallenden Kosten einem Kostenträger zugeordnet und verrechnet werden. Übrige Kostenanteile, sog. Gemeinkosten wie z.B. für ein Güllefass oder eine Kadaverlagerstätte in

einem Kombibetrieb, werden direkt auf das Betriebsergebnis übertragen (Dabbert und Braun 2012).

Der Deckungsbeitrag (DB) eines Objekts resultiert aus den ihm direkt zuordenbaren Leistungen (im Konkreten Erlöse aus der Vermarktung von Ferkeln und Mastschweinen) und den ihm direkt zuordenbaren Kosten. Bei der Teilkostenrechnung gilt die DB-Rechnung als wichtigstes Kriterium. (Dabbert und Braun 2012). Als Differenz zwischen Leistung und Teilkosten dient der DB der Deckung restlicher Kosten.

3.3 Charakterisierung der in den ABE in österreichischen Schweinebeständen involvierten Parteien

Es gibt bisher keine veröffentlichten ökonomischen Analysen über Effekt oder Effizienz der Implementierung präventiver Maßnahmen zur Minimierung des ABE auf schweinehaltenden Betrieben in Österreich basierend auf der hier im ersten Teil international durchgeführten systematischen Literaturrecherche.

Im Folgenden sollen die am ABE sowie an dessen Minimierung bzw. an der Implementierung präventiver Maßnahmen beteiligten Parteien anhand der im Material und Methodenteil formulierten Fragen charakterisiert werden. Der Zweck und Rahmen dieser Charakterisierung ist wie bereits beschrieben die Ermittlung von Datenquellen um schließlich ein Studienkonzept zu entwerfen. Welches es ermöglicht Effektivität und Effizienz implementierter präventiver Maßnahmen bei der Reduktion des ABE zu untersuchen.

3.3.1 Schweinehaltende Betriebe

3.3.1.1 Strukturdaten schweinehaltender Betriebe in Österreich im Vergleich mit relevanter Literatur

Für die Population schweinehaltender Betriebe in Österreich liegen, wie im Rahmen der nicht systematisch durchgeführten Recherche vorgefunden, wenige öffentlich zugänglich Leistungs- und Strukturdaten vor. Auf dem Internetauftritt der österreichischen Bundesanstalt für Statistik wurden lediglich halbjährlich erhobene Bestandszahlen sowie die Verteilung der

Stallbodentypen (Voll- bzw. Teilsparren, Tiefstreu, Festmistsysteme), letztere mit Stand 2010, vorgefunden (Statistik Austria 2020). Da in den beiden oberhalb beschriebenen Publikationen hinsichtlich der Struktur auch nur die Bestandsgröße als Teilnahmekriterium berichtet wurde, soll hier im Folgenden ein kurzer Überblick über dieses Strukturmerkmal aus nationaler Sicht gegeben werden.

Stand 2016 führte der überwiegende Teil der österreichischen SchweinehalterInnen (64%) ihren landwirtschaftlichen Betrieb im Haupterwerb und hielt einen Durchschnittsbestand von 133 Schweinen (Statistik Austria 2018). Wobei dabei die Schweinehaltung nicht der Haupterwerbszweig sein muss. Während schweinehaltende Betriebe im Nebenerwerb im Schnitt durchschnittlich 39 Schweine hielten (Statistik Austria 2018). Etwa 93% des nationalen Schweinebestandes (n= 2.883.988) verteilen sich auf die Bundesländer Oberösterreich (39%), Niederösterreich (28%) und Steiermark (27%) (Statistik Austria 2018). Zur geografischen Visualisierung sei auf Abb. 2 (a-c) verwiesen. In diesen Bundesländern befinden sich auch 69% der SchweinehalterInnen mit einem Durchschnittsbestand von 147 Schweinen pro Betrieb (Statistik Austria 2018). Nach offizieller Zählung 2019 gab es in Österreich insgesamt 25.580 schweinehaltende Betriebe (BfA 2020b). Dabei hielten etwa 60,1% der Betriebe zum Stichtag 1-3 Schweine. Ca. 16,3% der schweinehaltenden Betriebe wiesen zum Stichtag Bestände zwischen 4 und 50 Schweinen auf. Ca. 23,4% der schweinehaltenden Betriebe hatten einen Bestand zwischen 51 und 1.500 Stück. Nur 0,3% der Betriebe hatten zum Stichtag Bestände mit mehr als 1.500 Schweinen (BfA 2020b). Eine grafische Darstellung der Situation kann Abb. 2 d entnommen werden.

Vergleicht man die oben genannte Strukturzahlen mit den beiden Studien aus der systematischen Literatursuche erfüllen weniger als 23,4% der österreichischen Betriebe potentiell die Auswahlkriterien (d.h. Bestände mit mehr als 70 Sauen und mehr als 500 produzierten Mastschweine im Jahr sowie andererseits Betriebe mit mehr als 150 Sauen im Bestand) der Studien von Collineau et al. (2017) sowie Rojo-Gimeno et al. (2016). Wobei die verfügbaren österreichischen Strukturdaten nur die Zahl an Schweinen zum Stichtag und nicht die Zahl an Sauen oder Mastschweinen auf den Betrieben wiedergeben.

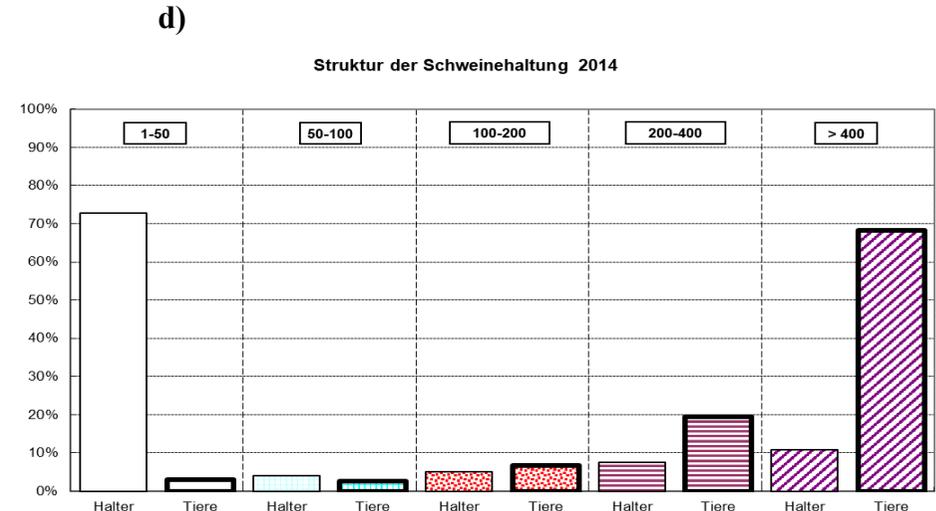
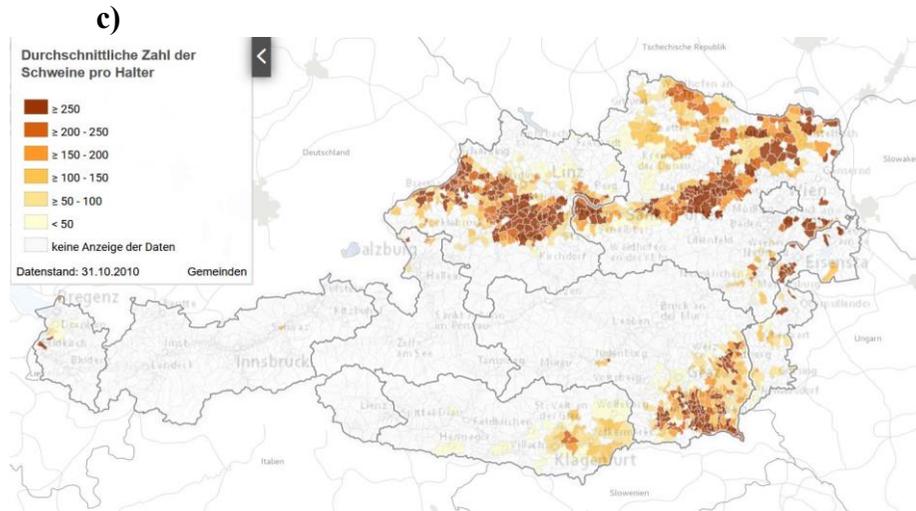
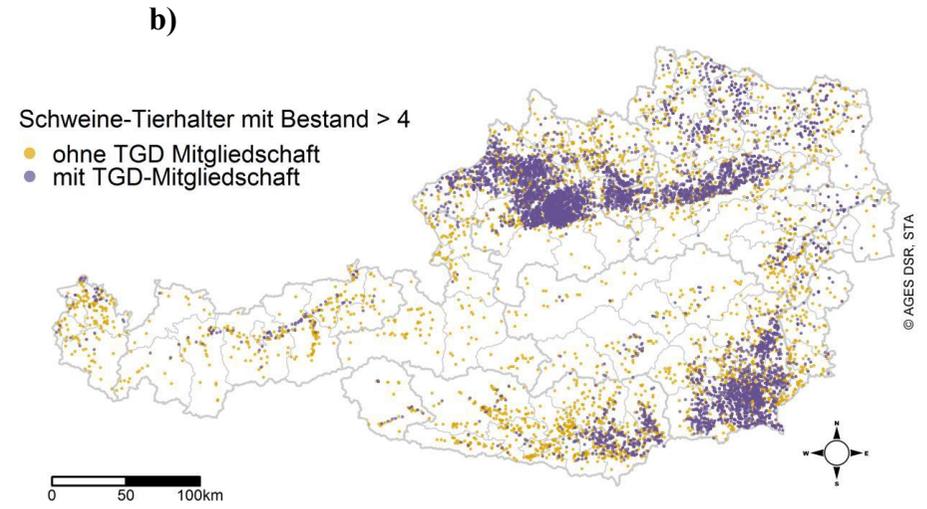
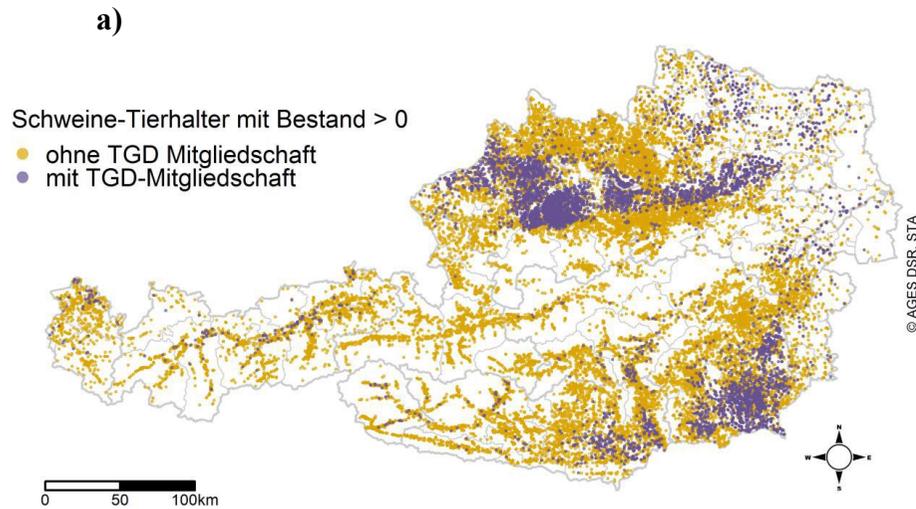


Abb. 2: a) SchweinehalterInnen in Österreich (2020) mit einem Bestand $n > 0$ (Kuchling 2020), b) Gemeinden mit mehr als 50 Schweinen je Halter im Durchschnitt mit Stand 2010 (Statistik Austria 2020), c) Struktur der Schweinehaltung in Österreich mit Stand 2014 (BfA 2020c), d): SchweinehalterInnen in Österreich (2020) mit einem Bestand $n > 4$ (Kuchling 2020)

3.3.1.2 Verfügbare betriebswirtschaftliche Daten auf Betriebsebene – Externes Rechnungswesen und Internes Rechnungswesen

Als quantitative Informationsquelle über die ökonomische Situation eines Unternehmens bzw. eines schweinehaltenden Betriebes könnte das betriebliche Rechnungswesen dienen. Unterschieden wird dabei das Externe und das Interne Rechnungswesen.

Landwirte sind von der allgemeinen gesetzlichen Rechnungslegungspflicht (d.h. Externes Rechnungswesen) ausgenommen (Peyerl 2017). Die steuerliche Gewinnermittlung für landwirtschaftliche Betriebe erfolgt entweder anhand von festgelegten Durchschnittssätzen, auch Pauschalierung genannt, oder durch den sog. Betriebsvermögensvergleich ab jährlichen Umsatzerlösen von über 550.000,00 EUR bzw. einem behördlich standardisiert festgesetzten betrieblichen Ertragswert von 150.000,00 EUR (Peyerl 2017). Bei der Pauschalierung werden für jeden Betrieb behördlich festgelegte Durchschnittssätze anstelle tatsächlicher Betriebsausgaben angenommen. Dadurch soll die steuerrechtliche Gewinnermittlung für alle Parteien erleichtert und vereinfacht werden – eine Verpflichtung zur Buchführung besteht nicht (Peyerl 2017). Beim Betriebsvermögensvergleich handelt es sich um den Vergleich der Veränderung des Reinvermögens (Eigenkapitals) über den Zeitraum eines Betriebsjahres (Peyerl 2017). Dazu ist Buchführung und damit eine detaillierte Aufzeichnung aller Geschäftsvorgänge erforderlich (Peyerl 2017). Solche systematischen Aufzeichnungen können sowohl als Grundlage für das Interne betriebliche Rechnungswesen sowie bei der Erhebung von Daten am Betrieb von Nutzen sein.

Es liegen keine veröffentlichten Daten zur tatsächlichen Verteilung zwischen pauschalieren und buchführenden schweinehaltenden Betrieben in Österreich vor. Jedoch kann wohl davon ausgegangen werden, dass ein deutlich überwiegender Anteil schweinehaltender Betriebe der Pauschalierung unterliegt und deshalb keine Buchführung, es sei denn eine freiwillige Buchführung, vorhanden ist.

Das Interne Rechnungswesen dient als unmittelbare Informationsquelle und Grundlage für unternehmerische Entscheidungen (Peyerl 2017). Dazu zählen neben der für Managemententscheidungen zentralen Kosten- und Leistungsrechnung auch unterschiedliche

Sonderrechnungen. Als Sonderrechnungen können, auch für schweinehaltende Betriebe, beispielsweise Planungsrechnungen (z.B. Investitionsrechnungen) oder betriebliche Statistik (z.B. Produktions-, Absatzstatistik) vorliegen (Peyerl 2017). Es steht den Unternehmen frei über Umfang und Ausgestaltung des Internen Rechnungswesens zu entscheiden (Peyerl 2017). Erzeugergemeinschaften und Zuchtverbänden stellen ihren Mitgliederbetrieben elektronische Datenbanken zur Verfügung, in welche Produktionsdaten eingegeben werden können. Gesammelte Daten können schließlich auf betrieblicher Ebene analysiert oder durch Vernetzung mit anderen nationalen Betrieben und Verbänden ein Vergleich stattfinden (LKNÖ 2018). Besagte nationale Datenbanken sind einerseits der „Sauenplaner“ für Ferkelerzeuger und Zuchtbetriebe sowie die „Mastauswertung“ für Mastbetriebe.

Zusammen mit dem Sachverhalt der Pauschalierung in der steuerrechtlichen Gewinnermittlung und damit verbundenem Wegfall der Buchführungspflicht kann davon ausgegangen werden, dass auf österreichischen schweinehaltenden Betrieben betriebliche Planungsrechnung und Statistik derzeit nicht standardisiert oder routinemäßig durchgeführt wird.

3.3.1.3 Verfügbare betriebswirtschaftliche Daten auf nationaler und regionaler Ebene

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft veröffentlicht jährlich einen Bericht über die Entwicklung und wirtschaftliche Lage der Landwirtschaft (LwG §9). Dieser sogenannte „Grüne Bericht“ geht in seinen Erhebungen insbesondere auf Betriebsgrößen, Betriebsformen und Produktionsgebiete (insbesondere Bergbauern- und förderungswürdige Gebiete) ein. Erhoben werden insbesondere Buchführungsergebnisse *„landwirtschaftlicher Betriebe in repräsentativer Auswahl“* (LwG §9). Eine Einordnung der Betriebe nach ihrer *„betriebswirtschaftlichen Ausrichtung und ihrer wirtschaftlichen Größe“* erfolgt unter Berechnung des Standardoutputs (SO), dem durchschnittlichen Geldwert des Outputs zu Preisen Ab-Hof (BmLw 2020). Der Grüne Bericht über das Jahr 2019 enthält Betriebs- und Einkommensdaten von 149 sog. „spezialisierten Schweinebetrieben“. Der Grüne Bericht weist für besagte Betriebe Angaben zu Erträgen aus der Tierhaltung sowie Aufwendungen u.a. für Futtermittel oder Personal aus (BfA 2020b). Aufwendungen für Tiergesundheit werden nicht gesondert angeführt.

Auf Basis nationaler Durchschnittswerte stellt die Bundesanstalt für Agrarwissenschaften eine Internetanwendung zur Berechnung der Deckungsbeiträge verschiedener land- und forstwirtschaftlicher Produktionsverfahren zur Verfügung (BfA 2020a). Für die Schweinehaltung können Deckungsbeiträge für die Ferkelerzeugung (Abb. 3) oder Mast (Abb. 4) berechnet werden. Für das sog. Leistungsniveau etwa kann zwischen den Einstellungen niedrig, mittel und hoch gewählt werden. Durch die getroffene Auswahl werden bestimmte Angaben mit entsprechenden Standardwerten besetzt. Dabei können bestimmte Parameter durch eigene Eingaben verändert werden (BfA 2020a). Zudem verändern sich bei der Veränderung der Angabe „Betrachtungszeitraum“ die Inputparameter wie Kosten für Sauenfutter sowie Erzeugerpreise als Outputparameter. Auf der Internetseite gibt es leider keine Angaben zu den Quellen der verwendeten Parameter. Bei den Programmen zur Schweinehaltung, wird mit derzeitigem Stand der Zeitpunkt 06.2019 ausgewiesen (BfA 2020a). Unter den variablen Kosten kann der Parameter „Tierarzt, Medikamente, Hygiene, Impfungen“ nach Belieben variiert werden.

Grundlegende Angaben zum Produktionsverfahren:

Kommentar:

Anzeige der Leistung-/Kostenpositionen als

inkl. MwSt. = Einstellung für umsatzsteuerpauschalierte Betriebe

ohne MwSt. = Einstellung für nicht umsatzsteuerpauschalierte Betriebe

Betrachtungszeitraum: Datenstand einschließlich 6.2020

Kennwerte des Produktionsverfahrens

Leistungsniveau: Gesamt-AKH/SP u. Jahr:

Würfe/Sau und Jahr: geb. Ferkel/Wurf:

Saugferkelverluste: % Aufzuchtverluste: %

ergibt 21.0 Stück verkaufte Ferkel je Sau und Jahr

davon % Spanferkel ergibt 0.6 Span- u. 20.4 Qualitätsferkel

Ferkelverkaufsgewicht: kg Bestandsergänzung: %

Preisansätze

<input type="checkbox"/> Erlös Qualitätsferkel (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	82.5
<input type="checkbox"/> Erlös Spanferkel (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="53.6"/>
<input type="checkbox"/> Erlös Altsau (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	222.4
<input type="checkbox"/> Deckfähige Jungsau (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	373.1

Deckungsbeitragsberechnung je Sau und Jahr

Leistungen

<input type="checkbox"/> Marktleistung (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	1788.56
<input type="checkbox"/> Wirtschaftsdünger (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	29.71
<input type="checkbox"/> Sonstige marktfähige Leistungen (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="0.0"/>
Summe Leistungen (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	1818.3

Variable Kosten

<input type="checkbox"/> Bestandsergänzung (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	141.8
<input type="checkbox"/> Sauenfutter (12.33 dt, 24.85 €/dt) (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	306
<input type="checkbox"/> Saugferkelfutter - Prestarter und Absatzfutter (inkl. 10.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	129
<input type="checkbox"/> Ferkelaufzuchtfutter (7.6 dt, 29.12 €/dt) (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	221
<input type="checkbox"/> Tierarzt, Medikamente, Hygiene, Impfungen inkl. Ferkel (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="128.0"/>
<input type="checkbox"/> Eber, künstliche Besamung (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="28.0"/>
<input type="checkbox"/> Einstreu (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	0.0
<input type="checkbox"/> Strom, Heizstoffe, Wasser (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="65.0"/>
<input type="checkbox"/> Variable Maschinenkosten (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="2.6"/>
<input type="checkbox"/> Lohnkosten für Aushilfs-Arbeitskräfte	€/Sau u. Jahr	0.0
<input type="checkbox"/> Lohnarbeit und Dienstleistungen (Klaupflege usw.) (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="0.0"/>
<input type="checkbox"/> Tierkennzeichnung, Desinfektionsmittel, Beiträge (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="16.0"/>
<input type="checkbox"/> Sonstige variable Kosten (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Sau u. Jahr	<input type="text" value="0.0"/>
Summe variable Kosten (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	1037.4
+ Deckungsbeitrag (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	780.9
<input type="checkbox"/> Sonstige Leistungen/Prämien	€/Sau u. Jahr	0.0
Deckungsbeitrag inkl. sonstiger Leistungen/Prämien (inkl. MwSt.)	€/Sau u. Jahr	780.9

Weitere Erfolgskennzahlen des Verfahrens

Faktorausprüche (Stallplätze, Arbeit, Umlaufkapital)

Abb. 3: Screenshot der Eingabemaske des „Deckungsbeitragsrechners Ferkelerzeugung“
 Quelle: <https://idb.agrarforschung.at/ferkelerzeugungkonv.html> (BfA 2020a)

Grundlegende Angaben zum Produktionsverfahren

Kommentar:

Anzeige der Leistung-/Kostenpositionen als

inkl. MwSt. = Einstellung für umsatzsteuerpauschalierte Betriebe

ohne MwSt. = Einstellung für nicht umsatzsteuerpauschalierte Betriebe

Betrachtungszeitraum: Datenstand einschließlich 6.2020

Kennwerte des Produktionsverfahrens

Leistungsniveau: Gesamt-AKH/MP u. Jahr:

Ferkel: eig. Erzeugung Zukauf Mastanfängergewicht: kg

Vermarktung: geschlachtet Verrechnungsgewicht (Schlachtgew.): kg

Ausschlachtung: % Mastendgewicht (vermarktete Tiere): kg

Verluste: % Ø Gewicht der Verluste: kg

Zuwachs je Tier: kg Tägl. Zunahmen: g

Mastdauer: Tage Stallplatzauslastung: %

Umtriebe je Mastplatz: Futterverwertung 1 zu:

Preisansätze

Ferkelgrundpreis, netto Gewichtsbasis kg €/Stk.

Schweinepreis, netto (geschlachtet) €/kg

Deckungsbeitragsberechnung je eingestalltes Tier (Ferkel)

Leistungen

Marktleistung (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	174.8
Wirtschaftsdünger (inkl. MwSt.)	€/Tier	5.43
Sonstige marktfähige Leistungen (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	0.0
Summe Leistungen (inkl. MwSt.)	€/Tier	180.2

Variable Kosten

Ferkelkosten (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	84.7
Futterkosten (2.54 dt, 21.26 €/dt) (inkl. MwSt.)	€/Tier	54.0
Tierarzt, Medikamente, Hygiene, Impfungen inkl. Ferkel (inkl. MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="2.3"/>
Einstreu (inkl. 13.0 % MwSt.)	€/Tier	0.0
Strom, Heizstoffe, Wasser (inkl. MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="3.0"/>
Variable Maschinenkosten (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="0.9"/>
Lohnkosten für Aushilfs-Arbeitskräfte	€/Tier	0.0
Lohnarbeit und Dienstleistungen (Klaupflege usw.) (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="0.0"/>
Tierkennzeichnung, Desinfektionsmittel, Beiträge (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="1.15"/>
Sonstige variable Kosten (inkl. 20.0 % MwSt.)	€/Tier	<input type="text" value="0.0"/>
Summe variable Kosten (inkl. MwSt.)	€/Tier	146.1

Deckungsbeitrag je Tier (inkl. MwSt.) €/Tier **34.1**

Sonstige Leistungen/Prämien €/Tier 0.0

Deckungsbeitrag inkl. sonstiger Leistungen/Prämien (inkl. MwSt.) €/Tier **34.1**

Weitere Erfolgskennzahlen des Verfahrens

Deckungsbeitrag je kg Schlachtgewicht (inkl. MwSt.)	€/kg SG	0.36
Deckungsbeitrag je Tier und Tag (inkl. MwSt.)	€/Tier u. Tag	0.29
Deckungsbeitrag je Mastplatz und Jahr (inkl. MwSt.)	€/MP u. Jahr	91.4
Faktorausprüche (Stallplätze, Arbeit, Umlaufkapital)		

Abb. 4: Screenshot der Eingabemaske des „Deckungsbeitragsrechners Mast“
 Quelle: <https://idb.agrarforschung.at/schweinemastkonv.html> (BfA 2020a)

Darüber hinaus veröffentlicht die Bundesanstalt für Agrarwirtschaft in regelmäßigen Abständen auf ihrer Homepage unter der Rubrik „Agrar- und Volkswirtschaftliche Daten“ auch Daten zum Schweinesektor (Abb. 5). Besonders hervorzuheben sind die monatlich erhobenen Entwicklungen der Erzeugerpreise sowie Deckungsbeiträge. Die Deckungsbeiträge in der Ferkelerzeugung ergeben sich aus von den Erlösen für Ferkel und Altsau als Leistung abzüglich Kosten für Remontierung sowie „Futtermittel und sonstige Kosten“. Die Deckungsbeiträge für die Mast berechnet die BfA dabei folgendermaßen: „Marktleistung abzüglich Kosten für Ferkel sowie Futtermittel und sonstige Kosten“ (BfA 2020c).

Preise

Erzeugerpreis - Schlachtschweine, Ferkel, Zuchtsauen, Verbraucherpreis Schweinefleisch

  19 KB 30.09.2020

Verbraucherpreis Schweinefleisch

  18 KB 30.09.2020

Verbraucherpreis verarbeitet - Pressschinken, Polnische, Extrawurst, Krakauer, Salami

  19 KB 30.09.2020

Verbraucherpreis verarbeitet - Faschiertes, Selchfleisch, Leberaufstrich

  18 KB 30.09.2020

Schweine - Viehmeldeverordnung (Preise), Verbraucherpreise

  20 KB 05.07.2019

Deckungsbeiträge

Deckungsbeiträge der Ferkelproduktion - Leistung, Remontierung, Futter- und sonstige Kosten, Deckungsbeitrag

  19 KB 30.09.2020

Deckungsbeiträge der Schweinemast 1 - Leistung, Ferkelkosten, Futter- und sonstige Kosten, Deckungsbeitrag

  19 KB 30.09.2020

Deckungsbeiträge der Schweinemast 2 - Leistung, Ferkelkosten mit Ferkelpreisen vom Berechnungsmonat, Futter- und sonstige Kosten, Deckungsbeitrag

  19 KB 30.09.2020

Abb. 5: Marktpreise und Deckungsbeiträge den österreichischen Schweinesektor betreffend
Quelle: <http://www.awi.bmnt.gv.at/index.php?id=338> (BfA 2020c)

3.3.1.4 Tiergesundheits- und Tierschutzmanagement auf schweinehaltenden Betrieben

Zusätzlich zu den allgemeinen rechtlichen Rahmenbedingungen betreffend den Tierschutz und die Tiergesundheit (u.a. TSchG, TGG, ThVo 1., RL 2008/120/EG in Dörflinger und Eder 2018) wurde im Hinblick auf das mögliche Auftreten von Tierseuchen, insbesondere vor der Aktualität der Afrikanischen Schweinepest (Fucik et al. 2017), die Schweine-Gesundheits-Verordnung geschaffen. Die Verordnung beinhaltet Vorgaben hinsichtlich Biosicherheitsmaßnahmen, Gesundheitsüberwachung und Aufzeichnungspflichten. Hierbei besteht, ab einer bestimmten Tierplatzzahl oder Freilandhaltung, die Verpflichtung zur Bekanntgabe einer bestandsbetreuenden TierärztIn sowie deren Aufgaben und Pflichten. Die Pflicht zur Bekanntgabe einer bestandsbetreuenden TierärztIn betrifft Mast- und Aufzuchtbetriebe mit mehr als 30 Mast- oder Aufzuchtplätzen oder Zuchtbetriebe mit mehr als fünf Sauen- oder Eberplätzen sowie kombinierte Betriebe mit eben genannten Tierplatzzahlen (SchwG-VO 2016 § 3 Abs. 2). Die Verordnung schreibt BetriebsinhaberInnen vor bei bestimmten Abweichungen unverzüglich eine TierärztIn zu verständigen. Dies gilt u.a. bei *„erfolgloser höchstens zweimaliger antimikrobieller Behandlung“*. Für Zuchtbetriebe und kombinierte Betriebe muss die BetriebsInhaberIn gemäß SchwG-VO 2016 für jeden Wurf bis zum Absetzen und je Sau Folgendes dokumentieren: *„1. Belegungsdatum, 2. Nachweis über den zur Zucht verwendeten Eber oder die Herkunft des verwendeten Samens, 3. Umrauschen, 4. Aborte, 5. Wurfgröße (insgesamt geborene Ferkel je Wurf einschließlich totgeborener Ferkel), 6. lebendgeborene Ferkel je Wurf sowie 7. aufgezogene Ferkel“*. Über relevante Daten aus Maßnahmen und Aufzeichnungspflichten durch den Betriebsinhaber Näheres im Studienkonzept weiter unten.

TierhalterInnen können zu ArzneimittelanwenderInnen und damit in die Behandlung eingebunden werden (Tritthart und Dadak 2017). Verschreibungspflichtige Tierarzneimittel dürfen von TierbesitzerInnen nur dann besessen bzw. zur Anwendung bereitgehalten werden, wenn sie wegen einer Behandlung oder Nachbehandlung von der behandelnden TierärztIn abgegeben oder verschrieben wurden (Tritthart und Dadak 2017).

3.3.2 Tierärztliche Bestandsbetreuung auf schweinehaltenden Betrieben

3.3.2.1 Bestandsbetreuende TierärztInnen

Nutztierbestände werden in Österreich in der Regel von freiberuflich tätigen oder in Tierärztesellschaften angestellten TierärztInnen veterinärmedizinisch betreut (ÖTK 2020a). Durch ihre besondere Qualifikation als VeterinärmedizinerInnen ist die Sicherstellung der Tiergesundheit wesentliche Aufgabe der NutztierärztInnen. In der Ausübung ihrer Profession gelten, gesetzlich festgelegt, bestimmte Tätigkeiten als TierärztInnen vorbehaltene Tätigkeiten (Tierärztesetz 1974 § 12 Abs 1). Zu diesen Tätigkeiten zählen u.a.: *„Untersuchung und Behandlung von Tieren, Vorbeugemaßnahmen medizinischer Art gegen Erkrankungen von Tieren, operative Eingriffe an Tieren, Impfung, Injektion, Transfusion, Infusion, Instillation und Blutabnahme bei Tieren sowie die Verordnung und Verschreibung von Arzneimitteln für Tiere“*.

In der Betreuung von Schweinebeständen gelten für NutztierärztInnen im Rahmen der SchwG-VO 2016 besondere Vorgaben. So wird für die Bestandsbetreuung ein Mindestumfang festgelegt, wonach *„[...] tierärztliche Beratung mit dem Ziel“* erfolgen sollte *„den Gesundheitsstatus des Bestandes aufrechtzuerhalten und sofern erforderlich zu verbessern“* und weiters *„[...] die klinische Untersuchung der Schweine insbesondere auf Anzeichen einer anzeigepflichtigen Tierseuche“* durchgeführt werden müsse (SchwG-VO 2016 § 8 Abs. 1). Wobei die klinische Untersuchung für Betriebe mit der Pflicht zur Bekanntgabe einer BetreuungstierärztIn jedenfalls *„regelmäßig“* zu erfolgen hätte. Auch soll die auf Zuchtbetrieben verpflichtende Dokumentation von Produktionsdaten in Untersuchung und Beratung miteinbezogen werden. Im Bestandsregister muss die TierärztIn einerseits das Datum der tierärztlichen Untersuchung mit dem Ergebnis sowie andererseits die *„eingeleiteten weiteren Untersuchungen sowie deren Ergebnisse“* nachweislich dokumentieren (SchwG-VO § 8 Abs. 2).

In ihrer Arbeit befänden sich NutztierärztInnen laut Österreichischer Tierärztekammer (2020a) *„[...] in einem ständigen Spannungsfeld zwischen wirtschaftlichen Zwängen und Belangen des Tierschutzes [...]“*.

3.3.2.2 Der Österreichische Tiergesundheitsdienst

Im Rahmen von ständigen Betreuungsverhältnissen auf betrieblicher Ebene zwischen LandwirtInnen und TierärztInnen dürfen die HalterInnen landwirtschaftlicher Nutztiere in die Arzneimittelanwendung inkl. Impfungen sowie Hilfeleistung und Tätigkeiten, welche über übliche Tätigkeiten für Tierhaltung und Tierpflege hinausreichen, eingebunden werden (Tierärztegesetz § 24 Abs. 3). Die Arzneimittelanwendung muss unter genauer Anleitung, Aufsicht und schriftlicher Dokumentation von Art, Menge und Anwendungsweise erfolgen (Tierärztegesetz § 24 Abs. 3). Im österreichischen Tierarzneimittelkontrollgesetz (TAKG) wird der Rahmen für diese Einbindung der NutztierhalterInnen in eigentlich TierärztInnen vorbehaltenen Tätigkeiten als Tiergesundheitsdienst (TGD) bezeichnet (TAKG § 7 Abs. 2). Solche TierärztInnen vorbehaltene Tätigkeiten umfassen, unter anderem neben der Behandlung von Tieren insbesondere die Verabreichung von Injektionen oder Impfung (Tierärztegesetz § 12 Abs. 1). Die Veterinär-Arzneispezialitäten-Anwendungsverordnung regelt auf Grundlage des TAKG die Einbindung der TierhalterInnen in die Arzneimittelanwendung (TAKG § 7 Abs. 1, Tritthart und Dadak 2017). Darüber hinaus wurden österreichweit einheitliche Vorgaben für Tiergesundheitsdienste in der Tiergesundheitsdienst-Verordnung (TGD-VO) festgelegt. Die TGD-VO definiert den TGD als eine „[...] *auf Dauer angelegte Einrichtung, mit dem Ziel der Beratung landwirtschaftlicher Tierhalter und der Betreuung von Tierbeständen zur Minimierung des Einsatzes von Tierarzneimitteln und der haltungsbedingten Beeinträchtigungen* [...]“. Die Tiergesundheitsdienste sind in allen Bundesländern (außer Wien) mit einer Geschäftsstelle als Verwaltungszentrum organisiert (TGD 2020a).

Ca. 97,4% (n=2.478.383) aller Schweine zum Stichtag 15.01.2020 in Österreich gehaltenen Schweine werden durch den TGD betreut. Dieser Bestand wiederum wird von ca. 23,4% der schweinehaltenden Betrieben gehalten (Kuchling 2020).

3.3.2.3 Arzneimittelanwendung, im Besonderen der ABE auf schweinehaltenden Betrieben

Die Anwendung bzw. Überlassung sowie die Rezeptierung von Arzneimitteln stellt eine der TierärztIn vorbehaltene Tätigkeit gemäß dem österreichischen Tierärztegesetz 1974 dar (Tritthart und Dadak 2017). Für niedergelassene TierärztInnen in Österreich besteht das

Dispensierrecht. Es berechtigt TierärztInnen im Rahmen einer tierärztlichen Hausapotheke Tierarzneimittel zu Behandlungszwecken „[...] einzukaufen, zu lagern, im Einzelfall weiterzuverarbeiten, anzuwenden und an den jeweiligen Tierhalter zur weiterführenden Therapie abzugeben“ (Dadak et al. 1999 in Dadak und Tritthart 2016). Dabei regelt eine Vielzahl von Gesetzen die Abgabe und Anwendung von Veterinärarzneimitteln. Daraus entstehen auch umfangreiche Dokumentationspflichten für die NutztierärztInnen (Tritthart und Dadak 2017). Zu den eventuell relevanten Daten in diesem Zusammenhang Näheres im Studienkonzept weiter unten. Auf rechtliche Aspekte im Kontext des Arzneimitteleinsatzes in Österreich wird im Folgenden nur insofern eingegangen, als es im Zusammenhang mit der gestellten Forschungsfrage relevant ist.

In die Anwendung von Tierarzneimitteln dürfen Tierärztinnen die TierhalterInnen nur in einem unbedingt notwendigen Ausmaß sowie unter Einhaltung der Vorgaben der Veterinär-Arzneispezialitäten-Anwendungsverordnung einbinden (Tritthart und Dadak 2017). Auf Grundlage besagter Verordnung veröffentlicht das Bundesministerium für Gesundheit eine „Positivliste“ mit Veterinär-Arzneispezialitäten, welche zur Abgabe an die TierhalterInnen geeignet sind (Tritthart und Dadak 2017). Eine bestimmte Gruppe in dieser Liste darf dabei nur im Rahmen des Tiergesundheitsdienstes (TGD), zur Anwendung abgegeben werden. In die Anwendung solcher Arzneimittel eingebundene TierhalterInnen werden gemäß TGD-VO als TGD-ArzneimittelanwenderInnen bezeichnet und müssen eine Ausbildung von in besagter Verordnung bestimmten Umfangs durchlaufen haben. Auch eine Abgabe von Impfstoffen an TierhalterInnen darf, insofern vom Gesundheitsministerium freigegeben, nur im Rahmen des TGD erfolgen (Tritthart und Dadak 2017).

Bezüglich der Anwendung von Antibiotika müssen sich TierärztInnen an die „Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln“ halten. Diese werden auf Grundlage des österreichischen Tierärztegesetzes, somit rechtlich bindend, in den amtlichen Veterinärnachrichten veröffentlicht und aktualisiert. Für jeden schweinehaltenden Betrieb müssen hausapothekenführende TierärztInnen eine Meldung über die gesamte über einen Zeitraum eines Jahres abgegebene Menge von Arzneimitteln mit antimikrobiellen Substanzen vornehmen (Tritthart und Dadak 2017). Dies geschieht auf Grundlage der Veterinär-Antibiotika-Mengenströme-Verordnung über eine Meldung an die Österreichische Agentur für

Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES). Die AGES hat die Aufgabe einen jährlichen Bericht über die Auswertung dieser Daten zu veröffentlichen (Fuchs und Fuchs 2020).

3.4 Studienkonzept

3.4.1 Studiendesign

Eine Interventionsstudie stellt einen geeigneten Studientyp dar, um den Effekt der Implementierung von Biosicherheits- und Impfmaßnahmen zur Minimierung des ABE auf schweinehaltenden Betrieben in Österreich messen zu können. Bei einer Interventionsstudie handelt es sich um eine experimentelle Studie. Sie erlaubt die Überprüfung im Vorfeld aufgestellter Hypothesen, indem durch die UntersucherInnen eine „*bewusste Manipulation kausaler Faktoren*“ (Interventionsmaßnahmen) erfolgt und deren Effekt auf einen Endpunkt, das Resultat, geprüft wird (Spektrum 2020). Als Interventionsmaßnahmen gelten in gegebenem Fall Biosicherheits- und Impfmaßnahmen.

Um die interne Validität einer Interventionsstudie sicherzustellen, muss dem Auftreten systematischer oder zufälliger Fehler Rechnung getragen werden (Jüni et al. 2001b, Spektrum 2020). Ein wichtiger systematischer Fehler bei Interventionsstudien stellt die Selektionsverzerrung dar (Spektrum 2020). Diese ist eine Verzerrung aufgrund der Auswahl und Zuordnung der Studienteilnehmer zu Fall- oder Kontrollgruppe. Dabei soll eine zufällige, also randomisierte, Zuteilung der StudienteilnehmerInnen Abhilfe verschaffen. Durch Randomisierung sollen Gruppen geschaffen werden, welche hinsichtlich bekannter oder unbekannter verzerrender Faktoren (engl. confounding factors) vergleichbar sind (Altman und Bland 1999 in Jüni et al. 2001b). Zufällig auftretenden Fehlern kann im Allgemeinen durch eine ausreichend große Stichprobe beigegeben werden, wobei hier der inhärenten, „*natürlichen Variabilität biologischer Objekte*“ eine gewisse Bedeutung beizumessen ist. So führen wiederholte Messung und Beobachtung von biologischen Objekten häufig zu abweichenden Ergebnissen (Harms 1988).

Die Auswahl geeigneter Stichproben stellt somit eine wichtige Aufgabe dar. Rojo-Gimeno et al. (2016) und Collineau et al. (2017) legten ihrer Studien jeweils als Quasi-Experiment an und

wählten selbst studienteilnehmende Betriebe und damit nicht randomisiert aus. Als Auswahlkriterien diente in beiden Publikationen die Bestandsgröße. In Zusammenhang mit der Kostenrechnung, als Teil der betriebswirtschaftlichen Auswertung der Intervention, ist die Bestandsgröße ein sinnvolles Auswahlkriterium. So können in der Ferkelerzeugung die Sauen und in der Mast die Mastschweine als Kostenträger herangezogen werden. Eine Berechnung der Direktkostenfreien-Leistung sowie des Deckungsbeitrages ermöglicht schließlich, unter gegebenem Bestand, die Leistung der Betriebe zu vergleichen.

Um zu einer geeigneten Stichprobe zu gelangen, soll nun das Merkmal Bestandsgröße in der Population österreichischer schweinehaltender Betriebe betrachtet werden. So wird augenfällig, dass etwa 76% der Betriebe zum Stichtag (2019) weniger als 50 Schweine in ihrem Bestand hatten, während etwa 23% Betriebe mit mehr als 50 bis 1500 Schweinen wirtschaften (BfA 2020b). Auch zeigte sich (Stand 2014), dass HalterInnen mit Stichtagsbeständen bis 50 Schweinen lediglich 3% des nationalen Schweinebestandes hielten (BfA 2020c). Betriebe, welche im Haupterwerb geführt werden, bei welchen also die BetriebsführerInnen den überwiegenden Anteil ihres Einkommens aus landwirtschaftlichen Einkommen beziehen, halten im Durchschnitt 133 Schweine. Zusammengenommen kann nun daraus geschlossen werden, dass es für eine betriebswirtschaftliche Analyse sinnvoll wäre, valide Stichproben aus Segmenten der Gesamtheit der schweinehaltenden Betriebe zu ziehen. Das Auswahlkriterium von Betrieben mit Beständen größer als 50 Schweinen beispielsweise würde mithin auch die gesetzliche Pflicht zur Bekanntgabe einer BetreuungstierärztIn umfassen (SchwG-Vo). Insgesamt wiesen 6.049 österreichische Betriebe im Jahr 2019 einen Stichtagsbestand von mehr als 50 Schweinen auf (BfA 2020b).

Die Rekrutierung der Betriebe und deren BetreuungstierärztInnen zur Studienteilnahme kann, wie bei Collineau et al. 2017 sowie bei Postma et al. (2016c) beschrieben, gewisse Schwierigkeiten mit sich bringen. So hatten bei Collineau et al. (2017) von 47 an der vorangegangenen Querschnittsstudie teilnehmenden belgischen Betrieben 12 Betriebe kein Interesse an der Interventionsstudie teilzunehmen. Diese Betriebe gaben an wegen einer Kombination aus Zeitmangel und Bedenken über Folgen für den Gesundheitsstatus ihrer Bestände nicht teilnehmen zu wollen Sjölund et al. (2016). Collineau et al. (2017) gewährten teilnehmenden schwedischen und deutschen Betrieben eine monetäre Kompensation für die

Zeit, welche diese für die Datensammlung aufbrachten. Lassen sich ausreichend freiwillige Betriebe für eine Studienteilnahme gewinnen, so bleibt die Aufgabe eine geeignete Kontrollgruppe zu identifizieren. Der Sektor und jeder Betrieb unterliegen einer ständigen Anpassung an den wechselnden Kontext hinsichtlich Produktions- und Absatz- sowie Tiergesundheitssituation (Collineau et al. 2017). Das erschwert es Betriebe zu identifizieren, welche ihre Praxis über mehrere Produktionszyklen tatsächlich unverändert belassen. Zudem erlaubt es die Bestandsgröße als Auswahlkriterium nur bedingt vergleichbare Betriebe zu identifizieren. So bedarf es für die Vergleichbarkeit einer besseren Beschreibung der österreichischen Betriebe anhand einer möglichst großen Anzahl sinnvoller Merkmale, welche Tiergesundheit, Therapiehäufigkeit und Haltung bzw. Management beschreiben. Dem Problem geeignete Kontrollgruppen zu finden, begegneten die beiden beschriebenen Interventionsstudien unterschiedlich. Bei Collineau et al. stellten Betriebe, durch den Vergleich von Produktionszyklen vor und nach der Intervention auf demselben Betrieb, ihre eigenen Kontrollen dar. Während Rojo-Gimeno et al. (2016) mittels "propensity score analyse" den Vergleich der Behandlungsgruppe mit Betrieben aus einer nationalen Datenbank anstellten. Sollte es nicht möglich sein eine ausreichend große Stichprobe zu gewinnen, so müsste die Interventionsstudie, wie in oberhalb beschriebenen Interventionsstudien, als Quasi-Experiment durchgeführt werden. Ein solches Experiment brächte eine eingeschränkte interne Validität mit sich.

Mit seinem Ziel der Minimierung des Arzneimitteleinsatzes in österreichischen Nutztierbeständen ist der österreichische Tiergesundheitsdienst logischer Partner bei der Durchführung beabsichtigter Interventionsstudie. Bestandsbetreuende TierärztInnen sind mit größter Wahrscheinlichkeit TGD-BetreuungstierärztInnen. In den beiden bereits durchgeführten Interventionsstudien von Rojo-Gimeno et al. (2016) sowie Collineau et al. (2017) wurden in Abstimmung mit den BetriebsleiterInnen und BetreuungstierärztInnen betriebsindividuell maßgeschneiderte präventive Tiergesundheitsmaßnahmen umgesetzt. Diese Maßnahmen stammten aus einem Katalog von Maßnahmen, welche im Rahmen einer Umfrage unter internationalen Experten als besonders geeignete Alternativen für den ABE bewertet wurden (Postma et al. 2015a). Die Experten wurden um ihre Einschätzung hinsichtlich Effektivität, Machbarkeit und Kapitalrentabilität gebeten. Eine solche Umfrage innerhalb am

Tiergesundheitsmanagement österreichischer Schweinebestände beteiligter Experten könnte im Vorfeld ebenso durchgeführt werden und Grundlage für einen geeigneten Biosicherheits- und Impfmaßnahmenkatalog sein. Diese sollen, wie in den beschriebenen Interventionsstudien, betriebsindividuell und mit BetriebsleiterInnen sowie BetreuungstierärztInnen abgestimmt implementiert werden. Nach einem initialen Betriebsbesuch soll eine möglichst umfassende Beschreibung des Betriebes erstellt und die Sammlung der Daten gestartet werden. Eine solche Betriebsbeschreibung soll ebenso zum Zeitpunkt der Implementierung der Interventionsmaßnahmen sowie zum Ende des Follow-up's erstellt und abgeglichen werden. Als Beispiel für eine solche Beschreibung könnte die Betriebsbeschreibung aus Del Pozo Sacristán et al. (2014) dargestellt in Tab. 3 angeführt werden.

Für die Zwecke dieser Interventionsstudie sollten der Tiergesundheitsstatus sowie der Biosicherheitsstatus ergänzt werden. Welche Daten konkret erhoben werden sollen, wird im folgenden Teil dieses Konzeptentwurfs „Durchführung und Erhebungen“ dargelegt werden. Eine Beschreibung der studienteilnehmenden Betriebe fehlt bei Rojo-Gimeno et al. (2016) sowie Collineau et al. (2017). Eine Erhebung und Überprüfung des Umsetzungsstandes bzw. der Compliance mit den Maßnahmen wie in Collineau et al. (2017) sollte mittels ordinaler Skalenbewertungen erfolgen.

Tab. 3: Beispielhafte Betriebsbeschreibung aus der Studie von Del Pozo Sacristán et al. 2014 (ins Deutsche übersetzt)

	Betrieb A	Betrieb B
Betriebstyp	kombiniert	kombiniert
Ferkelerzeugung		
Produktionsrhythmus	4-Wochen	4-Wochen
Anzahl Sauen	500	300
Sauen-Genetik bzw. Rasse	„Danbred“	„Topigs“
Eber-Genetik bzw. Rasse	Piétrain	Piétrain
Impfung der Sauen		
Porcine Influenza	Gripovac, Merial	nicht gegeben
Rhinitis atrophicans	Porcilis AR-T, MSD	Porcilis AR-T, MSD
Parvovirose und Rotlauf	Parvoruvax, Merial	Porcilis Ery-Parvo, MSD
PRRSV	Ingelvac PRRS KV, Boehringer (60 Tage vor Abferkelungstermin)	Porcilis PRRS, MSD
	Porcilis PRRS, MSD (7 Tage p.p.)	Gruppenimpfung quartalsweise
Management der Ferkel (Tag 1-21 p.p.)		
Tag 1 p.p.	Amoxicillin (i.m.)	Amoxicillin (i.m.)
	Schwanzkupieren	Zähneschleifen
	Zähneschleifen	
Tag 3 p.p.	Kastration	Schwanzkupieren
	Eisengabe (i.m.)	Kastration
	Toltrazuril (p.o.)	Eisengabe (i.m.)
Impfung gegen <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	Tag 3: Stellamune once, Elanco	Tag 18: Stellamune once, Elanco
Absetzen	Tag 21	Tag 21
Management Aufzucht (Tag 21-70 p.p.)		
ABE	Colistin+amoxicillin (Tag 21–28) (IF)	Colistin+amoxicillin (Tag 21–28) (IF)
		Tilmicosin (Tag 31–38) (IF)
Anlagen	vier Kompartimente, 7 Buchten je Kompartiment (20 Schweine je Bucht)	ein Kompartiment, 24 Buchten (25 Schweine je Bucht)
Stallboden (Belgedichte)	Teilspaltenboden (0,27m ² /Mastschwein)	Teilspaltenboden (0,27m ² /Mastschwein)
Lüftungsanlage	Mechanische Kanallüftung	Mechanische Kanallüftung
Management Mast (Tag 70-200 p.p.)		
ABE	nicht gegeben	Sulfadiazine-trimethoprim (Tag 70–77) (p.o.)
Anthelminthen-Therapie	Flubendazole (Tag 70–77 and Tag 98–105) (p.o.)	Flubendazole (Tag 70–77 and Tag 98–105) (p.o.)
Anlagen	zwei Kompartimente, 30 Buchten (15 Mastschweine je Bucht), 8 Buchten (14 Mastschweine je Bucht)	fünf Kompartimente, 50 Buchten (12 Mastschweine je Bucht)

3.4.2 Durchführung und Erhebungen

Eine umfangreiche Datenerhebung ist notwendig, um den Effekt der Intervention analysieren zu können. Die Erhebungen sollten möglichst über einen Zeitraum stattfinden, der geeignet ist den Effekt der Intervention unabhängig von externen Veränderungen (z.B. nationalen Programmen zur Minimierung des ABE sowie genetische oder technologische Verbesserung (Collineau et. al. 2017)) zu messen. Nicht zuletzt in diesem Zusammenhang kommt der Identifizierung einer geeigneten Kontrollgruppe eine zentrale Bedeutung bei. Eine möglichst umfangreiche Beschreibung der Betriebe könnte es ermöglichen, verzerrende Faktoren zu bestimmen und verbessert die Berichtsqualität.

Die Erhebung der Daten sollte direkt am Ort ihrer Entstehung, also auf den Betrieben bzw. Schlachthöfen, und somit v.a. durch die für das Tiergesundheitsmanagement verantwortlichen SchweinehalterInnen und BetreuungstierärztInnen erfolgen. Eine zeitnahe Eingabe der Daten in eine möglichst zentrale elektronische Datenbank bzw. deren Vernetzung ist für eine effiziente Analyse unerlässlich. Die zeitnahe Angabe minimiert auch mögliche Berichtsfehler. Eine Vernetzung mit elektronischen Betriebsplanern (z.B. Sauenplaner oder Mastplaner), oder Praxissoftware ist denkbar, jedoch sollten Datensammlung sowie -eingabe für alle Parteien standardisiert erfolgen. Für die Studienbeteiligten könnte die Sammlung der Daten einen v.a. zeitlichen Mehraufwand bedeuten. Um die Motivation der Beteiligten und damit die Qualität der Erhebung zu erhalten, könnte abgesehen von Hinweisen auf den Mehrwert, welcher eine ständige Datenerhebung für Betriebe z.B. für die Betriebsführung oder der Übereinstimmung mit Dokumentationspflichten liefert, auch eine monetäre Kompensation in Betracht gezogen werden. Durch die studierendurchführenden WissenschaftlerInnen sollte im Erhebungszeitraum eine regelmäßige Qualitätsüberprüfung der Datensammlung erfolgen. Über den Untersuchungszeitraum soll ein regelmäßiger Kontakt bzw. eine gute Kooperation zwischen den Studienbeteiligten aufrechterhalten werden. Collineau et al. 2017 berichten im Follow-up von minimal 2 bis maximal 6 Betriebsbesuchen.

Durch eine enge Zusammenarbeit mit den in den ABE involvierten BetreuungstierärztInnen und SchweinehalterInnen kann der ABE wesentlich präziser erhoben werden als durch die gesetzlich vorgegebene Meldung der zur Behandlung je Betrieb und Jahr abgegebenen Antibiotikamengen. Durch die Sammlung von Daten zum ABE kann durch die Quantifizierung

von Häufigkeit und Menge der Ist-Zustand erhoben werden, sowie ein Vergleich zwischen Populationen bzw. über Zeiträume erfolgen (Merle et al. 2014). Wird der ABE, wie in diesem Studienkonzept angestrebt, am Tier erhoben, so lassen sich neben der Zahl der Anwendungen je Tier auch die Dosis ermitteln. Eine tatsächlich täglich am Tier angewandte Dosis [mg (Wirkstoff)/Tier/Tag] wird in der Literatur als Used Daily Dose Animal (UDDA) bezeichnet (Timmerman et al. 2006). Bezogen auf die Biomasse therapierter Schweine kann somit eine UDD je kg Biomasse [mg (Wirkstoff)/kg (Biomasse)/Tag], bezeichnet als UDD_{kg} , berechnet werden. Zum Zweck des zwischenbetrieblichen Vergleiches hat sich in der wissenschaftlichen Praxis die Kalkulation der Anzahl der Anwendungen je Populationseinheit etabliert. Diese ermöglicht mengenunabhängige sowie wirkstoffübergreifende Aussagen über die Inzidenz des ABE (Merle et al. 2014). So könnte analog zu Formel 4 die Gesamtmenge des ABE durch die UDDA bzw. UDD_{kg} anstelle der DDDA dividiert werden (Timmerman et al 2006). Die übrigen Variablen, wie etwa der Zeitraum sowie die Populationsgröße, können angepasst werden (Merle et al. 2014). In ihren Erhebungen zum ABE auf 75 österreichischen schweinehaltenden Betrieben unterzogen Trauffler et al. (2014a,b) den durch HalterInnen elektronisch aufgezeichneten, und schließlich als UDD_{kg} quantifizierten, ABE einer Plausibilitätsprüfung anhand der Verschreibung der BetreuungstierärztInnen. Die Autoren stellten fest, dass lediglich 57% (n=20926) der Anwendungsaufzeichnungen der HalterInnen mit der Verschreibung der BetreuungstierärztInnen übereinstimmten. Während aus 22% der Anwendungsaufzeichnungen (n=8047) der HalterInnen eine Unterdosierung verglichen mit der tierärztlichen Anweisung hervorging. Verglichen mit der Verschreibung wurden 10% (n=3602) überdosierte Anwendungen von den HalterInnen aufgezeichnet. Eine Ursache dafür könnte laut Autoren die Auswahlmöglichkeit der Maßeinheiten für die HalterInnen sein. Jedenfalls konnte festgehalten werden, dass eine Erhebung des ABE auf Betriebsebene auch durch TierhalterInnen machbar ist, jedoch vermehrt auf deren Qualität geachtet werden muss. Eine hohe Qualität bei der Datensammlung bei der Quantifizierung ist unerlässlich, um valide Aussagen zum Effekt der Intervention treffen zu können. Bei Trauffler et al. (2014a) sammelten TierhalterInnen folgende Daten zum ABE: „(i) Betriebsidentifikationsnummer, (ii) Datum der Behandlung, (iii) Bezeichnung des Tierarzneimittels, (iv) Zulassungsnummer des Tierarzneimittels, (v) Chargennummer des Tierarzneimittels, (vi) Behandlungsdauer in Tagen, (vii) Anzahl der Behandlungen je Tag, (viii) Therapieindikation, (ix) Altersklasse der Schweine, (x) Anzahl

behandelter Tiere, (xi) Art der Behandlung (Gruppe- oder Einzeltierbehandlung), (xii) Wirkstoffmenge je Tier und (xiii) Gesamtmenge des Wirkstoffes“. Diese Daten sollen auch im Rahmen der geplanten Interventionsstudie gesammelt werden, damit der UDDA bzw. UDD_{kg} für jede Wirkstoffklasse bestimmt und berichtet werden kann. Abgesehen von der Chargennummer des Tierarzneimittels sowie der Altersklasse der Schweine, welche bei Trauffer et al. 2014a,b zur Ermittlung der Standardgewichte je Altersgruppe diente, können alle Daten aus den TGD Arzneimittelabgabe-, anwendungs-, und -rücknahmebelegen, kurz TGD-AARB, (TGD-VO 2009) entnommen werden. Eine Übersicht der Dokumentationspflichten der BetreuungstierärztInnen ist in Tab. 4 gegeben. Auch sollen die Ausgaben für den ABE, wie durch den Tierarzt verrechnet, erhoben werden.

Tab. 4 Gesetzliche Dokumentationspflichten der TierärztInnen den Arzneimitteleinsatz betreffend nach Dadak und Tritthart 2017

Tierärztegesetz	Tierarzneimittelkontrollgesetz	Veterinär-Arzneimittelspezialitäten-Anwendungsverordnung	TGD Verordnungen
Datum des Wareneinganges	Datum der Untersuchung	Bei Abgabe im Rahmen der Kaskadenregelung: Vermerk am Abgabebeleg, dass nicht in Österreich zugelassen und Begründung der Abgabe	Datum
Datum des Warenausganges			Lfd. Nummer des Abgabebeleges
Bezeichnung des Tierarzneimittels (TAM)	Name und Anschrift des Tierhalters		Name, Anschrift des Tierhalters, LFBIS Nr.
Chargennummer	Identität und Anzahl der Tiere		Name und Anschrift der TierärztIn
Menge des Wareneinganges	Diagnose		Vermerk: Abgabe/Anwendung/Rücknahme
Menge des Warenausganges	Bezeichnung des TAMs		Tierart
Name des Lieferanten	Anwendungsart		Identität des/der Tiere
Name des Empfängers	Dosis		Diagnose
Aufbewahrungsdauer: drei Jahre	Dauer der Anwendung		TAM Abgabegrund (Behandlung, Prophylaxe, Metaphylaxe, spez. Programm)
	Wartezeit		TAM Bezeichnung (Handelsname)
	Aufbewahrungsdauer: fünf Jahre	TAM Menge pro Abgabe/Rücknahme	
		TAM Dosis (verabreichte Dosis/Tier)	
		TAM Chargennummer	
		Anwendungsanleitung	
		Anwendungsart	
		Behandlungsdauer	
		Wartezeit	
		Unterschrift TierärztIn	
		Unterschrift TierhalterIn	

Die Überwachung des Gesundheitszustandes der Schweinebestände im Zuge einer allgemeinen Reduktion oder Minimierung des ABE ist von zentraler Bedeutung. Eine Minimierung des ABE bei gleichzeitiger Verschlechterung des Gesundheitszustandes stellt einen nicht nur aus tiermedizinischer Sicht inakzeptablen Kompromiss dar – eine solche Entwicklung wäre schlicht tierschutzwidrig. Im betrieblichen Bestandsregister dokumentieren die BetreuungstierärztInnen gemäß SchwG-VO (§ 8 Abs. 2) durchgeführte Untersuchungen sowie deren Ergebnis. Weiters soll im betrieblichen Behandlungsregister, als Teil des Bestandsregisters, für die Arzneimittelanwendung im Rahmen des TGD die Diagnose siehe Tab. 4 dokumentiert werden (TGD-VO 2009). Bis dato steht österreichischen SchweinehalterInnen, mit wenigen Ausnahmen, keine systematische Auswertung bzw. Darstellung von Gesundheitsdaten ihrer Bestände zur Verfügung (Revermann 2020).

Ein aktuelles Projekt aus Österreich versucht den Aufbau einer Gesundheitsdatenbank sowie die Bereitstellung von Werkzeugen zur Auswertung für Mastbetriebe. Im Rahmen dieses Projekts wurden einerseits Daten der Schlachttier- und Fleischuntersuchung (SFU) sowie ein Fragebogen inkl. Auswertung zu Aspekten der betrieblichen Biosicherheit, respiratorischer Erkrankungen sowie Parasitosen mit dem Mastplaner verknüpft (Revermann 2020). Um einen möglichst großen Einblick in den Herdengesundheitsstatus zu erhalten sollen neben Befunden der SFU sowie Daten aus dem Bestandsregister auch Daten zur allgemeinen Behandlungshäufigkeit mit Arzneimitteln sowie deren Indikation, wie in der Studie von Loeseken et al. 2020 erhoben werden.

Anhand der Produktivitätsparameter (z.B. Zunahmen oder Abgesetzte Ferkel) kann der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf die Leistung in der fleischerzeugenden und erwerbsorientierten Schweineproduktion geschätzt werden. Manche in wissenschaftlichen Publikationen erhobenen Parameter z.B. Futterumsatz, tägliche Gewichtszunahmen werden von schweinehaltenden Betrieben nicht routinemäßig erhoben (Deitmer et al. 2011, Collineau et al. 2017) oder lassen sich nur indirekt z.B. über Veränderung der Lagerbestände oder die Rückrechnung von Schlachtgewichten messen. Nach dem initialen Betriebsbesuch soll eine prospektive Erhebung nach Vorgabe der UntersucherInnen beginnen. In beiden Erhebungszeiträumen, vor und nach der Intervention, sollte auf Qualität der Messungen geachtet werden. Für die geplante Interventionsstudien sollten folgende u.a. durch Laanen et al.

2013, Postma et al. 2016b evaluierten Produktivitätsparameter für Ferkelerzeugung und Mast erhoben werden:

- geborene Würfe je Sau und Jahr [n]
- abgesetzte Ferkel je Sau und Jahr [n]
- Mortalität bei Saugferkeln [%]
- Mortalität bei Absetzferkeln [%]
- durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme [g]
- Mortalität in der Mast [%]
- Futterumsatz [kg/kg].

Daten zu implementierten Maßnahmen sollen ebenso eruiert werden. Neben der Art soll ebenfalls der Umsetzungsgrad überprüft werden. Der betriebliche Biosicherheitsstatus lässt sich auch objektiviert durch die Auswertung von Fragebögen anhand erzielter Punktezahl oder prozentueller Übereinstimmung messen, siehe z.B. BiocheckUGhent (2010) oder GEMA-Check-Fragebogen (Revermann 2020). In die Erhebung der Kosten der Interventionsmaßnahmen soll neben den Ausgaben für jede Maßnahme auch eventuell zusätzliche Arbeitszeit in Verbindung mit der Implementierung einfließen. Die Kosten für Arbeitszeit könnte etwa unter Verwendung der kollektivvertraglichen Lohnansätze erhoben werden (z.B. LKNÖ 2020), Gebrauchsgüter sollten über ihre Nutzungsdauer abgeschrieben werden.

3.4.3 Analyse

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen einzelnen implementierten Maßnahmen bzw. deren Kosten und dem Ausmaß erzielter Reduktion des ABE soll Evidenz über die Effektivität und Effizienz der jeweiligen implementierten Maßnahmen liefern. Da die erhobenen Daten in Collineau et al. 2017 nicht normalverteilt waren, bedienten sie sich nichtparametrischer statistischer Methoden. Mit Hilfe der Rangkorrelation nach Spearman sollte der Zusammenhang zwischen dem Ausmaß erzielter Reduktion des ABE und implementierter Maßnahmen oder Direktkosten der Intervention oder der Compliance mit den Interventionsmaßnahmen untersucht werden. Des Weiteren wurden die Unterschiede beim

ABE, Ausgaben für den ABE sowie die Produktivitätsparameter mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test vor und nach der Intervention verglichen.

Der finanzielle Effekt implementierter Maßnahme soll anhand der Deckungsbeitragsrechnung gemessen werden. Als Teilkosten sollten die Direktkosten der Intervention, Futtermittelkosten zu Marktpreisen sowie die Ausgaben für den ABE und anderer Arzneimiteleinsatz in die Deckungsbeitragsrechnung miteinfließen.

4. Diskussion

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisse zur Effizienz und Effektivität von Biosicherheit und Impfung als Tierkrankheit vorbeugender Maßnahmen bei der Minimierung des ABE im Schweinesektor zu präsentieren. Das mit dem ABE verknüpfte Risiko der Resistenzentwicklung und -verbreitung begründet die Forderung nach einer Reduzierung bzw. Minimierung antibiotischer Therapien. Vor einem One-Health-Kontext gilt diese insbesondere auch für die Tiermedizin. Wissenschaftliche Forschung zur Abschätzung des Risikos gewinnt beständig an Einblick in Faktoren und Dynamik der Resistenzentwicklung, dennoch fordern aktuelle Studien weitere Forschung und dadurch Erkenntnisgewinn in diesem Feld (Burow et al. 2019, Hess et al. 2020). Dieser Forderung kann aufgrund der geringen Anzahl an Studien (n=2), die in der vorliegenden Diplomarbeit mittels einer systematischen Literaturrecherche identifiziert wurden, bestätigt werden. Diese beiden Studien analysierten und bewerteten den betriebswirtschaftlichen Effekt der Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen bei gleichzeitiger Minimierung des ABE auf schweinehaltenden Betrieben. Wie im Folgenden dargelegt liegen hinsichtlich der Validität auch bei besagten Studien Einschränkungen vor.

Die beiden untersuchten Interventionsstudien verfügten über verhältnismäßig kleine Stichprobengrößen. Bei Rojo-Gimeno et al. 2016 umfasste die Behandlungsgruppe 48 belgische Betriebe, während aus einer repräsentativen nationalen Datenbank mittels Propensity Score Matching 69 Betriebe bzw. deren Datensätze als Kontrollgruppe ermittelt wurden. Collineau et al. 2017 rekrutierten für ihre Erhebungen je 15 belgische, 19 französische, 25 deutsche und 9 schwedische Betriebe. In Belgien gab es 2019 eine Population von 1.642 schweinehaltenden Betrieben (STATBEL 2019). Frankreich zählte im Jahr 2018 insgesamt

14.372 Betriebe, die Schweine in Verkehr gebracht hatten (Roguet 2019). In Deutschland hielten 21.200 Betriebe im Jahre 2019 Schweine (DEStatis 2020). Schweden verfügte 2015 über eine Population von 1.100 schweinehaltenden Betrieben (LRF 2015). Die Stichprobengrößen können in keinem Fall als ausreichend für die nationale Gesamtpopulation gewertet werden. Die vorliegende Diplomarbeit empfiehlt daher, vor der Studiendurchführung eine Power-Analyse durchzuführen, um eine Orientierung über eine brauchbare Stichprobengröße zu erhalten und daher den Fehler 2 Art (auch Beta Fehler genannt) möglichst zu vermeiden und damit eine falsche Schlussfolgerung bedingt durch eine geringe Stichprobengröße zu publizieren. In die Power-Analyse sollte der Faktor „Durchführung“ von Studien mitintegriert werden, da solche Studien mit hohen Kosten wie z.B. für Betriebsbesuche verbunden sind.

Die Diplomarbeit empfiehlt für zukünftige Studiendesigns in diesem Themenfeld auch einen Randomisierungsprozess bei der Auswahl von Betrieben zu implementieren, um Selektionsverzerrung möglichst zu vermeiden. Collineau et al. 2017 wählten an ihrer Studie teilnehmende Betriebe und betreuende TierärztInnen überwiegend aus einer Gruppe von Betrieben aus, welche schon an einer Vorstudie zur Erhebung der Risikofaktoren für den ABE teilgenommen hatten. Da diese Betriebe und TierärztInnen mit dem Thema Minimierung des ABE bereits länger konfrontiert waren und bereit waren, an einer Folgestudie teilzunehmen, kann jedenfalls auf ein besonderes Interesse seitens dieser Gruppe und eine mögliche Selektionsverzerrung geschlossen werden. Auch Sjölund et al. 2016, eine Publikation aus der Vorstudie, verortet in der Auswahl der Betriebe eine mögliche Selektionsverzerrung. Für die Interventionsstudie von Collineau et al. 2017 kann für die Auswahl der StudienteilnehmerInnen festgehalten werden, dass diese nicht zufällig ausgewählt wurden. Es kam sogar zum Ausschluss von Betrieben mit - aus der Vorstudie bekannt - niedrigem ABE oder der Aufnahme von Betrieben mit bekannt hohem ABE. Ausgewählte Betriebe in der Behandlungsgruppe stellten, über den Vergleich mit dem Zeitraum vor der Intervention, gleichzeitig ihr eigene Kontrolle dar. Die Identifizierung von geeigneten Betrieben für die Kontrollgruppe stellte eine gewisse Schwierigkeit dar. So würde auf schweinehaltenden Betrieben, auch ohne Intervention, eine fortwährende Anpassung an sich verändernde Produktionsbedingungen, etwa Marktentwicklung oder Tiergesundheit, stattfinden (Collineau et al. 2017).

Ähnlich zu Collineau et al. 2017 gestaltete sich die Auswahl der Behandlungsgruppen-Betriebe bei Rojo-Gimeno et al. 2016. Betriebe der Behandlungsgruppe wurden aus einer Gruppe von Betrieben ausgewählt, die sich freiwillig zur Teilnahme bereit erklärt hatten und besonders am Thema Biosicherheit interessiert und damit motiviert waren (Postma et al. 2016c). Um nun die beobachteten Daten analysieren und einordnen zu können, brachten Rojo-Gimeno et al. 2016 mittels "propensity score analyse" eine Kontrolle in ihr Studiendesign ein. Deshalb bezeichnen besagte Autoren ihr Studiendesign als „*quasi-experiment*“ da unter gegebenen Umständen eine zufällige Zuordnung der Behandlung umständlich bzw. aufwändig wäre. Schließlich sollte auch der Einfluss der Selektionsverzerrung mittels "propensity score analyse" eliminiert werden. Durch die Berechnung der DID sollte ein unabhängiger, der tatsächlich den Interventionsmaßnahmen zuordenbare Effekt bestimmt werden. Im ersten Schritt der "propensity score analyse", der Abschätzung, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Betrieb der Therapiegruppe zugeordnet werden kann, spielt die Auswahl der Kovariablen eine zentrale Rolle. Bei deren Auswahl herrscht in der Literatur jedoch kein Konsens (Rojo-Gimeno et al. 2016). Zudem wäre in der Praxis das Erkennen potentieller oder tatsächlicher Störfaktoren aufwändig und teilweise nicht möglich, da zahlreiche weitere Zufallsstörgrößen auf die zu erklärende Variablen einwirken können. Rojo-Gimeno et al. 2016 wählten ihre Kovariablen anhand der Datenverfügbarkeit aus. So waren Kovariablen mit biologischer Signifikanz, z.B. der Gesundheitszustand der Herden oder eingesetzte Impfmaßnahmen, für Kontrollgruppenbetriebe nicht verfügbar. Zwar würde eine Einbeziehung solcher Kovariablen die Präzision bei der Schätzung des durchschnittlichen Behandlungseffekts erhöhen, nicht aber mögliche Verzerrung vermindern (Brookhart et al., 2006; Austin et al., 2007 in Rojo-Gimeno et al. 2016). Da auch unter Einsatz des PSM die Selektionsverzerrung nicht vollständig eliminiert werden kann, ist die externe Validität der Studie als eingeschränkt zu bewerten (Rojo-Gimeno et al. 2016). So gab es vor dem PSM Hinweise für das Vorliegen einer Selektionsverzerrung. So stimmten zwar Kontrollgruppenbetriebe in der Anzahl durchschnittlich gehaltener Sauen mit dem nationalen Durchschnitt überein, während Betriebe der Behandlungsgruppe durchschnittlich deutlich mehr Sauen hielten (Rojo-Gimeno et al. 2016). Bezüglich der Größe ihres Sauenbestandes ordnen sich Behandlungsgruppenbetriebe im belgischen Vergleich in ein Segment ein, das 21% der sauenhaltenden Betriebe entspricht (Rojo-Gimeno et al. 2016). Damit können Betriebe der Behandlungsgruppe als nicht

repräsentativ für den Sektor angesehen werden. Betriebe der Kontrollgruppe hatten durchschnittlich schlechtere Produktivitätsparameter als durchschnittliche flämische Betriebe (Rojo-Gimeno et al. 2016), während Betriebe der Behandlungsgruppe bessere Produktivitätsparameter als der nationale Durchschnitt vorzuweisen hatten. Hinweisend für eine mögliche Selektionsverzerrung könnten auch Ergebnisse früherer Studien sein, wonach ein besserer Biosicherheitsstatus mit einem höheren betrieblichen Leistungsniveau assoziiert ist (Corrégé et al. 2011; Laanen et al. 2013 in Rojo-Gimeno et al. 2016). Somit könnten beispielsweise Betriebe mit größeren Beständen an der Optimierung ihrer Produktion durch Studienteilnahme stärker interessiert sein, während sie gleichzeitig auf einem vergleichsweise hohen Leistungsniveau produzierten.

Eine Verzerrung im Studiendesign tritt auf, wenn zu vergleichende Gruppen sich nicht nur bezüglich der vorgenommenen Intervention bzw. Exposition, sondern auch hinsichtlich ihrer Betreuung oder Behandlung unterscheiden (Jüni et al. 2001b). Auf den Interventionsbetrieben wurden individuelle Maßnahmenpakete umgesetzt. Maßnahmen zur Verbesserung des Biosicherheitsstatus der Betriebe zielten nicht auf spezielle Krankheitserreger ab, während dies bei Anthelminthen- oder Impfmaßnahmen sehr wohl der Fall war (Rojo-Gimeno et al. 2016). In der Studie von Collineau et al. 2017 wurde der Umsetzungsgrad, und zwar die Übereinstimmung mit den Interventionsplänen also die Compliance, schließlich anhand der subjektiven Abgabe einer Skalenwertung gemessen. Eine verbesserte Compliance der Betriebe sollte dabei zu einer effektiveren Verbesserung der Tiergesundheit führen und dadurch Reduktion des ABE beitragen (Collineau et al. 2017). Im Umstand, dass Rojo-Gimeno et al. 2016 das Ausmaß der Übereinstimmung der Betriebe mit den Interventionsmaßnahmen nicht erhoben haben, sehen Collineau et al. eine wesentliche Limitierung besagter Studie. Somit war es, im Gegensatz zu Collineau et al. 2017, nicht möglich einen Zusammenhang zwischen der betrieblichen Compliance, den implementierten Maßnahmen, den Direktkosten der Intervention sowie der erzielten Reduktion des ABE zu untersuchen. Eine weitere mögliche Verzerrung im Studiendesign ließe sich in beiden Interventionsstudien beispielsweise insofern verorten, als dass nicht alle Betriebe von denselben BestandstierärztInnen oder BeraterInnen betreut wurden. Des Weiteren sollte angeführt werden, dass nicht alle Betriebe denselben

nationalen Gesetzgebungen unterlagen (beispielsweise hinsichtlich des therapeutischen Zinkoxideinsatzes).

Eine Informationsverzerrung beschreibt den Umstand, dass es zu einer unterschiedlichen Bewertung von Resultaten kommt (Jüni et al. 2001b). Dazu kommt es beispielsweise, wenn die Bewertung der Ergebnisse von der Gruppenzugehörigkeit beeinflusst wird. Eine solche Informationsverzerrung könnte bei Collineau et al. 2017 verortet werden. So wurden lediglich belgische und französische Betriebe einer betriebswirtschaftlichen Analyse unterzogen, während an der Studie teilnehmende Betriebe aus Deutschland und Schweden nicht berücksichtigt wurden. Begründet wurde dies durch nicht verfügbare oder verwertbare Daten von Betrieben aus diesen Ländern. Für deutsche Betriebe wäre selbst eine prospektive Datenerhebung bei täglichen Gewichtszunahmen oder dem Futterumsatz vielfach nicht möglich gewesen (Collineau et al 2017). Jedoch waren selbst für neun der für die betriebswirtschaftliche Analyse ausgewählten Betrieben nicht alle relevanten Daten vorhanden und wurden folglich in der Modellsimulation vor und nach der Intervention als unverändert angenommen. Unvollständig erhobene Daten stellten auch für Rojo-Gimeno et al. 2016 eine Limitierung dar, während die Erhebung des prophylaktischen ABE, direkt von den Betrieben, problemlos und vollständig erfolgen konnte. Konnte der kurative ABE, welcher von den bestandsbetreuenden TierärztInnen zu erheben war, nach der Intervention für 19 Betriebe nicht erhoben werden. In der ökonomischen Analyse führte dies schließlich zur Annahme, dass die Ausgaben für den therapeutischen ABE unverändert und mit einer Differenz von 0 EUR/Sau angesetzt wurden. Für jene Betriebe mit vollständig erhobenen Daten zum ABE war keine Verlagerung von prophylaktischem und kurativem ABE zu beobachten (Postma et al. 2016c). Deshalb nehmen Rojo-Gimeno dies auch für Behandlungsgruppenbetriebe mit unvollständigen ABE-Daten an. Eine Veränderung der Mortalität bei Absetzferkeln konnte in der Behandlungsgruppe nicht gemessen werden, obschon diese Daten aus der Kontrollgruppe vorlagen. Für Betriebe in der Behandlungsgruppe waren Daten zur Mortalität für Saugferkel sowie für die Mast verfügbar. Da weder in der Behandlungsgruppe noch für die Kontrollgruppe eine signifikante Veränderung der Mortalität bei Ferkeln im Studienzeitraum zu beobachten war, wurde die DID unverändert, also mit 0, in die ökonomische Analyse aufgenommen.

Die Berichtsverzerrung bezeichnet eine kognitive Verzerrung bei der retrospektiven Wiedergabe von Gegebenheiten (Müllner 2013). So stammten die Daten der Interventionsstudien aus vorangegangenen Querschnittsstudien (Postma 2016b, Sjölund et al. 2016) und der eigenen Erhebung beim initialen Betriebsbesuch. Daten wurden retrospektiv aus den Aufzeichnungen der BetriebsleiterInnen, oder wenn nicht vorhanden, aus deren Angaben erhoben. Die AutorInnen sprechen jedenfalls davon, dass diese Daten „retrospektiv schwierig zu erheben“ gewesen wären (Collineau et al. 2017). Für erhobene Daten aus dem Zeitraum vor der Intervention kann somit eine Berichtsverzerrung laut der oben aufgeführten Definition vorliegen. Im Gegensatz zu Collineau et al. 2017 enthält Rojo-Gimeno et al. 2016 keine Angabe zur Behandlungshäufigkeit, als TI_{200} , der Interventionsbetriebe. Lediglich über die Einsparung bei Antibiotikakosten wird berichtet. Ein ausführlicher Bericht über die Veränderung der Behandlungshäufigkeit nach Wirkstoffklassen wäre jedoch sinnvoll gewesen, um beispielsweise eine Veränderung bei den eingesetzten Wirkstoffklassen oder Veränderung der Behandlungsmustern z.B. von prophylaktischen zu therapeutischen ABE analysieren zu können. Die Publikationen von Rojo-Gimeno et al. 2016 und Collineau et al. 2017 enthalten keine individuellen Informationen über die an der Studie teilnehmenden Betriebe, etwa die tatsächliche Anzahl an gehaltenen Sauen, vermarktete Tiere, Haltungsform, Herdengesundheitsstatus, Entwicklung der Produktivitätsparameter, oder darüber, welche Maßnahmen auf den jeweiligen Behandlungsgruppenbetrieben umgesetzt wurden. Auch wurde bei Collineau et al. 2017 nicht darüber berichtet, welche Werte bei den Produktivitätsparametern betriebspezifisch in das Input-Output-Produktionsmodell eingesetzt wurden. Ebenso unbekannt ist, ob Produktivitätsparameter am Betrieb erhoben oder aus den generierten nationalen Referenzbetrieben übernommen wurden. Insbesondere bei der Diskussion der Ergebnisse der betriebswirtschaftlichen Analyse wäre ein Bericht über die jeweils am Betrieb umgesetzten Maßnahmen ein wichtiger Aspekt gewesen. In beiden Publikationen wurde ebenso nicht über die Quantifizierung des Biosicherheitsstatus mittels BiocheckUGhent, weder vor noch nach der Intervention, berichtet; obschon es laut Material- und Methodenteil erhoben wurde. All diese oben genannten Informationen wären als Metadaten wichtig gewesen um den tatsächlichen Effekt der Interventionsmaßnahmen auf Variablen wie den ABE analysieren zu können. Deshalb empfiehlt die vorliegende Diplomarbeit eine möglichst umfangreiche Beschreibung studienteilnehmender Betriebe, auch um beispielsweise

eine retrospektive Analyse der Studienergebnisse etwa im Rahmen von Meta-Analysen zu ermöglichen. Mögliche zu erhebende Informationen und Informationsquellen finden sich im Rahmen dieser Diplomarbeit erstellten Studienkonzepts unter dem Punkt „Durchführung und Erhebungen“ sowie Tab. 2.

Im Zuge der Interventionen gelang eine erhebliche Reduktion des ABE, ausgedrückt als Behandlungshäufigkeit TI_{200} . Dennoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch andere Faktoren als die implementierten Maßnahmen, zur Reduktion des ABE beigetragen haben könnten (Collineau et al. 2017). So gab es in studienteilnehmenden Ländern mehrere Initiativen von Interessengemeinschaften, auch aus dem Sektor selbst, die eine Minimierung des ABE vor dem Hintergrund des Risikos der Resistenzentwicklung forderten. Auch war in den Ländern im Studienzeitraum eine tendenzielle Reduktion bei den verkauften Antibiotikamengen zu verzeichnen (Collineau et al. 2017). Dass eine erhebliche Reduktion des ABE auch auf andere Faktoren, als die Interventionsmaßnahmen in den beiden betrachteten Studien zurückzuführen sein kann, legt das Beispiel des dänischen Schweinesektors nahe. Dort konnte zwischen 2009 und 2011 eine Reduktion des ABE, als Menge je produzierten Schweines, von -25% erzielt werden (Jensen et al. 2014). Um dem in den im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts ansteigenden Trend beim ABE im Nutztiersektor zu begegnen, wurden in Dänemark (2010) und den Niederlanden (2011) gesetzliche Maßnahmen ergriffen (DVFA 2016, Bos et al. 2015). Es wurden Systeme entwickelt, welche Betriebe mit einem höheren ABE im Vergleich zur Population in den Fokus behördlicher Maßnahmen rücken. Dabei werden Behandlungshäufigkeiten anhand national unterschiedlicher Metriken bestimmt. Um schließlich Betriebe mit einem ABE über einem bestimmten Schwellenwert, sprich Benchmark zu identifizieren (DVFA 2016, Bos et al. 2015). Dieses Reglement wird in Dänemark gemeinhin als „Gelbe Karte“ bezeichnet. In Dänemark reicht die behördliche Maßnahmenpalette beispielsweise von der Verpflichtung zur Hinzuziehung von Experten, Formulierung von betrieblichen Maßnahmenplänen bis hin zur angeordneten Bestandsverringerung (DVFA 2016). Dabei müssen alle Kosten für behördlich festgesetzte Maßnahmen zur Reduktion des ABE von den jeweiligen Betrieben getragen werden. Bezüglich der Auswirkungen der dänischen „Gelben Karte“ kam Aarestrup 2015 in seiner Analyse zum Schluss, dass sich diese nur wenig auf die durchschnittlichen nationalen

Produktivitätsparameter im Schweinesektor ausgewirkt hätten (Rojo-Gimeno et al. 2016). Eine betriebswirtschaftliche Analyse dieser Entwicklungen in Dänemark liegt bis dato nicht vor.

In beiden Studien konnte, nach erheblicher Reduktion des ABE, kein negativer Effekt auf die Produktivitätsparameter festgestellt werden. Einzelne Parameter verbesserten sich sogar signifikant. Jedoch könnten sich Produktivitätsparameter auch unabhängig von den Interventionsmaßnahmen entwickeln. So ergaben nationale Erhebungen in Belgien und Frankreich eine durchschnittliche Verbesserung erhobener Produktivitätsparameter für den Untersuchungszeitraum (IFIP 2014, AHDB 2016 in Collinaeu et al. 2017). Der beobachtete leichte Anstieg bei der Anzahl abgesetzter Ferkel könnte somit ebenso vom Zuchtfortschritt bei der Sauenfruchtbarkeit beeinflusst sein.

Die Forderung, dass eine Reduktion bzw. eine Minimierung des ABE keinesfalls eine Verschlechterung des Tiergesundheitszustandes zur Folge haben darf, ist durch die Tierschutzgesetzgebung gedeckt. Auch deshalb soll die Entwicklung des Tiergesundheitsstatus im Rahmen von Interventionsstudien bestmöglich überwacht und erhoben werden. Nach der Analyse von Befunden aus der Fleischschau fanden Alban et al. (2013) keine langfristige Verschlechterung des Gesundheitsstatus dänischer Mastschweine nach der Implementierung der „Gelben Karte“. Kurzzeitig war dennoch eine Erhöhung der Prävalenz von GIT-Läsionen, wie chronische Gastroenteritiden oder Peritonitis zu bemerken (Alban et al. 2013 in Rojo-Gimeno et al. 2016). Im Betrachtungszeitraum 01/2010 bis 07/2011 war ein allgemeiner Anstieg in der Anzahl verkaufter Impfdosen zu verzeichnen (Alban et al. 2013). Der Herden- bzw. Tiergesundheitsstatus auf Betriebsebene wurde in beiden hier analysierten Interventionsstudien laut deren jeweiligem Material- und Methodenteil nicht erhoben. Eine nachträgliche Publikation zu der in Collinaeu et al. 2017 beschriebenen Studie berichtet, dass während eine substantielle Reduktion des ABE erfolgte, keine erhebliche Verschlechterung des Tiergesundheitsstatus, erhoben als Krankheitsinzidenz, zu beobachten war (Loesken et al. 2020).

Collinaeu et al. 2017 konnten keine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Reduktion des ABE sowie einzelnen implementierten Maßnahmen deren Kategorie und Anzahl feststellen. Laut Autoren wirkten die geringe Variabilität bei der sehr hohen Compliance (Median 93%) sowie

die Direktkosten der Intervention dem Nachweis signifikanter Zusammenhänge entgegen. Dennoch muss auch hier die Tatsache erwähnt werden, dass die geringe Stichprobengröße einen wesentlichen Einfluss auf die veröffentlichten Ergebnisse haben kann, denn je größer die Stichprobe desto größer die Variabilität in den Daten und desto höher auch die Wahrscheinlichkeit signifikante Unterschiede zu finden. Eine generalisierbare Aussage über Eignung, Effizienz oder Effekt bestimmter Maßnahmen bei der Reduktion des ABE kann somit nicht getroffen werden. Jedoch sehen sich Collineau et al. 2017 in ihren Ergebnissen bestätigt, betriebspezifische, maßgeschneiderte Maßnahmen bei der Reduktion des ABE zu fordern.

Infolge der Interventionen konnten Einsparungen bei den AB-Kosten festgestellt werden (Rojo-Gimeno et al. 2016, Collineau et al. 2017). Die Einsparung ergab sich bei Rojo-Gimeno et al. 2016 im Wesentlichen aus der Reduktion des prophylaktischen ABE, welcher sehr hohe Kosten mit sich bringen könne. Des Weiteren konnten die Autoren zeigen, dass die Kosteneinsparungen durch den reduzierten ABE die Direktkosten der Intervention überwogen. Somit wäre der ABE nicht zwangsläufig günstiger als eine Investition in präventive Tiergesundheitsmaßnahmen (Rojo-Gimeno et al. 2016). Interventionsbetriebe bei Collineau et al. 2017 konnten darüber hinaus Einsparungen durch Optimierung bei der Futtermischung sowie durch Impfschemata erzielen. Die Ökonomie der Tiergesundheit beschäftigt sich grundsätzlich mit der rationalen Entscheidung bei der Allokation knapper Ressourcen zur Erreichung oftmals konkurrierender Ziele (Rushton 2009). Eine solche Ressource könnten „wirkungsvolle Antibiotika“ darstellen. Durch das Anlegen des monetären Maßstabes an diese Ressource kann diese im Rahmen betriebswirtschaftlicher Entscheidungsfindung, also einer Abwägung von Alternativen und Zielen, vergleichend berücksichtigt werden (Rushton 2009). Die monetär-ökonomische Bewertung wirkungsvoller Antibiotika stellt jedoch eine Gratwanderung dar. Denn sie wirft die Frage auf, welcher Wert wirkungsvollen Antibiotika beigemessen werden soll. Einerseits kann deren Wert anhand derzeit marktüblicher Preise bei deren Beschaffung in der ökonomischen Untersuchung berücksichtigt werden. Wie es u.a. bei Rojo-Gimeno et al. 2016 und Collineau et. al 2017 der Fall war. Andererseits kann der Wert eines wirksamen Antibiotikums bei derzeitig alternativloser Therapie, beispielsweise bei Pandemien oder bakteriellen Sepsen, patientenindividuell wohl kaum monetär ermessen werden. Gleichsam könnte es als vermessen angesehen werden, von Alternativen zu Antibiotika

zu sprechen, vielmehr kann ihrem notwendigen Einsatz lediglich durch entsprechende Maßnahmen vorgebeugt werden. So unterstreicht die Zunahme der Antibiotikakosten nach der Implementierung präventiver Maßnahmen bei manchen Betrieben bei Collineau et al. 2017 die Komplexität und nicht-Linearität des Ansinnens der Minimierung des ABE und dessen Kosten durch Implementierung vermeintlicher Handlungsalternativen. Die Homogenität der Güter und damit Austauschbarkeit einzelner Wirkstoffe innerhalb der Kategorie „wirksamer Antibiotika“ bei der Therapie ist nicht gegeben, schließlich herrscht eine starke Heterogenität hinsichtlich ihrer Eigenschaften z.B. Potenz oder Wirkspektren vor. Nicht zuletzt spiegelt sich das in der Veröffentlichung von Listen über Antibiotika mit besonderer Wichtigkeit für die Gesundheit und darin enthaltener weiterer Kategorisierung, beispielsweise in „critically important antimicrobials“ bis hin zu „highest priority critically important antimicrobials“ wider (WHO 2016, OIE 2017). Deshalb verlangt auch der ökonomische Rationalitätsanspruch nach tiefergehender wissenschaftlicher Erkenntnis in diesem Zusammenhang. Eine ökonomische Analyse für jede antibiotische Wirkstoffklasse oder einzelne Wirkstoffe wäre ein Zugewinn. Wie die vorliegende Diplomarbeit aufzeigt, sind ökonomische Bewertungen kaum in der internationalen Literatur vorhanden. Dies kann folgende Gründe haben: Rekrutierung von Betrieben für eine solche Art von Studie über mehrere Jahre ist schwierig und mit hohen Kosten verbunden, komplexe Wirkungszusammenhänge von weiteren Faktoren auf die zu erklärende Variable wie ABE sind schwierig zu erfassen, z.B. den Einfluss studienunabhängiger, etwa von Interessensgruppen lancierten, Informationskampagnen zur Minimierung des ABE oder allgemeiner technischer Fortschritt, die auch in den beiden hier präsentierten Studien als limitierende Faktor ihrer eigenen Studie aufgeführt wurden. Die Verwendung von aktuell marktüblichen Preisen für antibiotische Arzneimittel in den produktionsökonomischen Modellen der Interventionsstudien ist jedenfalls gerechtfertigt, um Einblick in die betriebswirtschaftliche Realität schweinehaltender Betriebe zu erhalten.

Bei der Simulation des Behandlungseffektes mittels Produktionsmodells beobachteten beide Studien mit unterschiedlichen Designs, eine große zwischenbetriebliche Variabilität bei den Veränderungen des Deckungsbeitrags. Deshalb weisen Collineau et al. (2017) auf eine zweifelhafte Verallgemeinerbarkeit oder Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf andere Länder oder andere präventive Maßnahmen hin. Die Sensitivitätsanalyse des Produktionsmodelles

ergab, dass die Veränderung im Deckungsbeitrag mehr von der Veränderung in der FfL als von den Direktkosten der Intervention beeinflusst wurde. Deshalb soll hier noch einmal darauf hingewiesen werden, dass weitere Faktoren wie z.B. unterschiedliche Futterqualität und -zusammensetzung oder stallbauliche Gegebenheiten dieses Ergebnis beeinflussen könnten, da diese beiden Studien solche Art von Einflussfaktoren nicht mitberücksichtigt bzw. nicht erhoben haben.

Eine auf Grundlage der Simulation von Collineau et al. (2017) durchgeführte Gewinnschwellen-Analyse untersuchte eine Veränderung der Antibiotikapreise als Input-Faktoren sowie der Erzeugerpreise als Output-Faktoren. Die zum Erhebungszeitraum aktuellen Antibiotikapreise hätten mit dem Faktor 4,1 multipliziert werden müssen, damit sich die Implementierung präventiver Maßnahmen für 90% der Betriebe nicht negativ auf den Deckungsbeitrag ausgewirkt hätte. Die Gewinnschwellen-Analyse für den Erzeugerpreis bei Mastschweinen nach der Implementierung präventiver Maßnahmen ergab, dass ein Anstieg um 0,03 EUR/kg Lebendgewicht unter gegebenen Umständen für 90% der Betrieb zu einer neutralen oder positiven Entwicklung beim Deckungsbeitrag geführt hätte. In diesem Zusammenhang wären weiterführende ökonomische Studien notwendig, um die Bereitschaft der KonsumentInnen dafür zu erheben, einen höheren Preis für minimierten ABE zu bezahlen (Collineau et al. 2017). Ein minimaler ABE bei optimalem Gesundheitszustand könnte als Marketingargument bzw. Benchmarking genutzt werden. Beispielhaft aus dem Molkereisektor könnte die Marketingkampagne „*Tiergesundheitsinitiative*“ von Salzburg Milch zur Verbesserung der Tiergesundheit (Salzburg Milch 2020) angeführt werden. Damit milchliefernde Betriebe Teil der Marketingkampagne sein können, soll ihr Bestand anhand bestimmter Kriterien (z.B. Aufstehverhalten und Klauengesundheit) durch ExpertInnen beurteilt werden, um ggfs. Verbesserung vorzunehmen (Salzburg Milch 2020).

Für Betriebe in tierischer Produktion scheint die unternehmerische Notwendigkeit, ein positives Betriebsergebnis bzw. beständig positive Zahlungsflüsse zu erzielen, prioritär zu sein (Alarcón et al. 2013b in Rojo-Gimeno et al. 2016). So würde unter, aus Betriebssicht, widrigen Marktbedingungen die Implementierung von Maßnahmen zur Kontrolle von Tierkrankheiten aufgeschoben, auch wenn bei BetriebsleiterInnen durchaus ein Bewusstsein über negative betriebswirtschaftliche Konsequenzen von Tierkrankheiten vorhanden wäre (Alarcón et al.

2013b in Rojo-Gimeno et al. 2016). Somit würden es Betriebe favorisieren, Investitionen in präventive Maßnahmen aus dem Cashflow zu finanzieren. Dadurch wären Betriebe in ihren Entscheidungen besonders an Informationen zur kurz- bzw. mittelfristigen Rentabilität der Maßnahmen interessiert (Alarcón et al. 2013b in Rojo-Gimeno et al. 2016). Deshalb wäre eine intensiver Austausch zwischen der Wissenschaft und der Privatwirtschaft essentiell, um weitere Forschungsstudien in diesem Themenfeld zukünftig zu implementieren.

Damit jedoch Betriebe von einer Minimierung des ABE und Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen durch evidenzbasierte Argumente überzeugt werden können und um die Beraterrolle bestandsbetreuender TierärztInnen zu stärken, bedarf es neben der Analyse betriebswirtschaftlicher Faktoren einer verstärkten Fokussierung auf die Erfassung von weiteren Faktoren (Speksnijder et al., 2015; Visschers et al., 2016 in Collineau et al. 2017) wie z.B. Motivation an der Intervention beteiligter BetriebsleiterInnen und BestandestierärztInnen, Herdengesundheitsstatus, Einsatz nicht antimikrobieller Therapeutika oder eingesetzter Antibiotikaklassen und Behandlungsmuster, um den tatsächlichen Effekt der Implementierung von Biosicherheits- und Impfmaßnahmen bei der Minimierung des ABE analysieren zu können.

Die in der systematischen Literatursuche derzeit vorgefundene geringe Evidenz hinsichtlich des betriebswirtschaftlichen Effekts von Biosicherheits- und Impfmaßnahmen bei der Minimierung des ABE und deren eingeschränkte Validität ist unbefriedigend. Jedoch stellt die bei der Erstellung des systematischen Literaturüberblicks angewandte Methode auch eine Limitierung der vorliegenden Diplomarbeit dar. Die in der Suche abgefragten internationalen wissenschaftlichen online-Datenbanken, namentlich PubMed, ISI Web of Science und Scopus, könnten nicht alle potentiell relevanten Publikationen beinhalten, so etwa Berichte von nationalen Behörden und Verbänden. Dabei könnte auch die schon im Material- und Methodenteil erwähnte Limitierung hinsichtlich der publizierten Sprache eine Rolle spielen. So waren des Weiteren die verwendeten Suchbegriffe in englischer Sprache. Die verwendeten Keywords (n=47) waren dem Anspruch und Umfang dieser Diplomarbeit entsprechend eher allgemein gewählt. Hinsichtlich der Biosicherheits- und Impfmaßnahmen könnten auch konkrete Maßnahmen, wie z.B. all-in all-out oder die Impfung gegen bestimmte Erreger, in den Datenbanken abgefragt werden. Um so etwa dem Umstand beizukommen, dass Autoren zwar den Effekt bestimmter Maßnahmen, welche gemäß der OIE-Definition als

Biosicherheitsmaßnahmen kategorisiert werden könnten, untersuchen. Diese untersuchten Maßnahmen jedoch selbst nicht als Biosicherheitsmaßnahmen kategorisieren.

Die international durchgeführte systematische Literaturrecherche kam auch zum Ergebnis, dass bis dato keine relevanten Publikationen aus Österreich vorliegen. Nun sollte als zweites und drittes Ziel dieser Diplomarbeit zunächst die in den ABE in österreichischen Schweinebeständen involvierten Parteien identifiziert und charakterisiert werden, um schließlich ein Studienkonzept mit bekanntem Zweck zu erstellen. Die Charakterisierung der schweinehaltenden Betriebe und bestandsbetreuenden TierärztInnen erfolgte anhand im Material- und Methodenteil formulierter Fragestellungen im Rahmen einer nicht systematischen Recherche. Dadurch unterliegen die Ergebnisse dieser Recherche inhärent einer eingeschränkten Validität.

Zum Zwecke der Erstellung des Studienkonzeptes wurden im Material- und Methodenteil drei Kernfragestellungen formuliert, an welche sich Detailfragestellungen anschlossen. Diese Sammlung an Fragen und deren erfolgte Beantwortung ist zwar umfangreich, jedoch wohl nicht in der Lage alle Aspekte und Faktoren bezüglich der Minimierung des ABE bei Implementierung präventiver Tiergesundheitsmaßnahmen einzuschließen. Für die Population österreichischer schweinehaltender Betriebe und insbesondere auf einzelbetrieblicher Ebene liegen derzeit wenige bis keine öffentlichen zugänglichen Daten etwa zur Struktur, ABE, Herdengesundheits- oder Biosicherheitsstatus vor. Dass es abgesehen von gesetzlich Verpflichtungen, wie z.B. den Bericht über den Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin (Fuchs und Fuchs 2020) oder das Auftreten von anzeigepflichtigen Tierseuchen (AGES 2019), keine veröffentlichten repräsentativen Daten über den Sektor gibt, ist wohl durch die in der Bundesverfassung, konkret durch die in Art. 6 Abs. 1 Staatsgrundgesetz, verankerte unternehmerische Freiheit erklärbar. Wie aus der Diskussion der bereits durchgeführten Interventionsstudien hervorgeht ist die Beschreibung und damit die Datengewinnung auf Ebene der Betriebe und tierärztlicher Bestandsbetreuung essentiell, damit möglichst viele Faktoren für den ABE bzw. dessen Minimierung analysiert und identifiziert werden können. Die Durchführung einer Interventionsstudie ist somit, in Abwesenheit von gesetzlichen Verpflichtungen, eine auf Freiwilligkeit und guter Kooperation der Studienbeteiligten beruhende Aufgabe.

5. Conclusio

Lediglich zwei Studien zeigten, dass präventive Tiergesundheitsmaßnahmen wie z.B. Biosicherheitsmaßnahmen und/oder Impfung ohne negative Auswirkungen auf die Produktivität implementiert werden konnten. Darüber hinaus konnte diese Optimierung des Produktionsprozesses von zahlreichen Betrieben ohne betriebswirtschaftliche Nachteile bewerkstelligt werden. Das positive Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Analyse legt nahe, dass eine Reduktion des ABE bei gleichzeitiger Implementierung präventiver Maßnahmen profitabel sein kann. Allerdings konnte keine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Reduktion des ABE sowie einzelnen implementierten Maßnahmen deren Kategorie und Anzahl festgestellt werden. Auch die eingeschränkte Validität dieser Studien legt nahe, dass diese Ergebnisse durch weiterführende bzw. neue Studien zu widerlegen oder zu bestätigen sind. Für zukünftige Studien empfiehlt die vorliegende Diplomarbeit zum Studiendesign von Rojo-Gimeno et al. (2016) und Collineau et al. (2016) zusätzlich folgende Aspekte zu berücksichtigen: Veränderung des Tiergesundheitsstatus, Indikation der Therapie, Quantifizierung und Bericht jeglichen Einsatzes von Therapeutika, Quantifizierung des ABE nach Wirkstoffklassen, Futtermittelqualität und -zusammensetzung, Motivation der SchweinehalterInnen und bestandsbetreuenden TierärztInnen gegenüber dem ABE bzw. dessen Minimierung sowie gesetzliche Rahmenbedingungen.

6. Summary

In order to minimise the risk of the development and spread of antibiotic-resistant microorganisms, the use of antibiotics in livestock should be reduced. In 2019, the Austrian pig sector accounted for around three quarters of the antibiotics dispensed by veterinarians for use in farm animals.

Preventive, non-therapeutic measures could be taken to minimise the risk of occurrence and spread of animal diseases. Such animal disease preventive measures include biosecurity and vaccination. Farms are directly confronted with costs and returns when implementing these measures. Therefore, the first objective of this thesis was to review the literature on the effectiveness and efficiency of measures to minimise ABE in the pig sector. The systematic literature search revealed only two relevant publications that investigated and evaluated the economic effect of animal disease prevention measures. Both studies, which were designed as intervention studies, showed that a significant reduction of ABE was possible after the implementation of preventive measures without a negative economic effect. No correlation could be established between the extent of the reduction in ABE and the individual measures implemented, their category and number. The internal and external validity of these studies can be assessed as limited, for example due to non-representative samples and lack of randomisation.

For the pig sector in Austria, no studies on the efficiency and effectiveness of implementing biosecurity and vaccination measures in reducing antimicrobial usage could be identified. As a result, after characterising the parties involved in antimicrobial usage on pig farms, i.e. livestock farmers and herd veterinarians, a separate study concept was designed for an intervention study. In the course of the non-systematic research carried out, it became apparent that few publicly accessible data or characteristics were available on the population of pig farms, e.g. on structure, antimicrobial usage, herd health or biosecurity status. A detailed description of the farms participating in the study and the associated collection of metadata is important in order to be able to investigate complex interactions of factors on antimicrobial usage. This will ultimately allow the effect of intervention measures on antimicrobial usage and productivity to be assessed.

7. Zusammenfassung

Um das Risiko der Entwicklung und Verbreitung von antibiotikaresistenten Mikroorganismen zu minimieren, soll der Antibiotikaeinsatz in Nutztierbeständen reduziert werden. Auf den österreichischen Schweinesektor entfiel im Jahr 2019 rund drei Viertel der für Nutztiere durch Tierärzte zur Anwendung abgegebene Antibiotikamenge.

Präventive, nicht-therapeutische Maßnahmen könnten ergriffen werden, um das Risiko des Auftretens und der Ausbreitung von Tierkrankheiten zu minimieren. Als solche Tierkrankheiten vorbeugende Maßnahmen gelten die Biosicherheit und Impfung. Betriebe sind bei deren Implementierung direkt mit Aufwand und Ertrag konfrontiert. Deshalb sollte, als erstes Ziel vorliegender Diplomarbeit, die Literatur zu Effektivität und Effizienz von Maßnahmen zur Minimierung des ABE im Schweinesektor gesichtet werden. Die systematische Literatursuche ergab nur zwei relevante Publikationen, welche den betriebswirtschaftlichen Effekt Tierkrankheiten vorbeugender Maßnahmen untersuchten und bewerteten. Beide, als Interventionsstudien angelegte, Studien zeigten, dass eine deutliche Reduktion des ABE nach Implementierung präventiver Maßnahmen ohne nachteiligen betriebswirtschaftlichen Effekt möglich war. Es konnte keine Korrelation zwischen dem Ausmaß der Reduktion des ABE sowie bestimmten implementierten Maßnahmen deren Kategorie und Anzahl der festgestellt werden.

Die interne und externe Validität dieser Studien kann als eingeschränkt bewertet werden, u.a. etwa durch nicht repräsentative Stichproben und fehlende Randomisierung. Für den Schweinesektor in Österreich konnten keine Studien zu Effizienz und Effektivität der Implementierung von Biosicherheits- und Impfmaßnahmen bei der Reduzierung des ABE identifiziert werden. Infolgedessen wurde nach der Charakterisierung der am ABE auf schweinehaltenden Betrieben involvierten Parteien, nämlich TierhalterInnen sowie bestandsbetreuende TierärztInnen, ein eigenes Studienkonzept für eine Interventionsstudie entworfen. Im Rahmen der dabei durchgeführten nicht systematischen Recherche wurde offenbar, dass wenige öffentlich zugängliche Daten bzw. Merkmale über die Population schweinehaltender Betriebe z.B. zur Struktur, ABE, Herdengesundheits- oder Biosicherheitsstatus verfügbar waren. Eine ausführliche Beschreibung studienteilnehmender Betriebe und damit verbunden die Erhebung von Metadaten ist wichtig, um komplexe

Wirkungszusammenhänge von Faktoren auf den ABE untersuchen zu können. Damit kann schließlich der Effekt der Interventionsmaßnahmen auf den ABE sowie die Produktivität bewertet werden.

8. Abkürzungen

AAB	Ausgaben für Antibiotika
Abb.	Abbildung
ABE	Antibiotikaeinsatz
<i>APP</i>	<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>
CND	Kanadische-Dollars
DB	Deckungsbeitrag
DDDA	Defined daily doses animal
DID	difference in differences
DkI	Direktkosten der Intervention
E	Erlöse
EUR	Euro
FfL	Futtermittelkostenfreie Leistung
FK	Fixkosten
GBP	Britische Pfund
nVx	nach Vakzination
<i>PCV2</i>	<i>Porcines circovirus Typ 2</i>
p.p.	post partum
<i>PRRSV</i>	<i>Porcines Reproduktive und Respiratorische Syndrom Virus</i>
PSM	propensity score matching
SFU	Schlachttier- und Fleischuntersuchung

Tab.	Tabelle
TGD-AARB	TGD Arzneimittelabgabe-, anwendungs-, und -rücknahmebelege
UDDA	Used Daily Dose Animal
UDD _{kg}	Used Daily Dose Kilogramm
USD	US-Dollar
VK	Variable Kosten
vVx	vor Vakzination

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Flussdiagramm der systematischen Literaturrecherche

Abb. 2: a) SchweinehalterInnen in Österreich (2020) mit einem Bestand $n > 0$ (Kuchling 2020), b) Gemeinden mit mehr als 50 Schweinen je Halter im Durchschnitt mit Stand 2010 (Statistik Austria 2020), c) Struktur der Schweinehaltung in Österreich mit Stand 2014 (BfA 2020c), d): SchweinehalterInnen in Österreich (2020) mit einem Bestand $n > 4$ (Kuchling 2020)

Abb. 3: Screenshot der Eingabemaske des „Deckungsbeitragsrechners Ferkelerzeugung“
Quelle: <https://idb.agrarforschung.at/ferkelerzeugungkonv.html> (BfA 2020a)

Abb. 4: Screenshot der Eingabemaske des „Deckungsbeitragsrechners Mast“ Quelle:
<https://idb.agrarforschung.at/schweinemastkonv.html> (BfA 2020a)

Abb. 5: Marktpreise und Deckungsbeiträge den österreichischen Schweinesektor betreffend
Quelle: <http://www.awi.bmnt.gv.at/index.php?id=338> (BfA 2020c)

10. Literaturverzeichnis

- Aarestrup F M. 2005. Veterinary Drug Usage and Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin. *Pharmacology & Toxicology*, 96 (4): 217-334.
- Aarestrup F M, Jensen V F, Emborg H D, Jacobsen E, Wegener H C. 2010. Changes in the use of antimicrobials and the effects on productivity of swinefarms in Denmark. *Am. J. Vet. Res.*, 71 (7): 726–733.
- Adam M. 2009. A meta-analysis of field experience with vaccination against ileitis showing a reduction in antibiotic use. 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork): 330-323.
- Aerts R, Wertenbroek N. 2011. Implementing PCV2 vaccination resulting in reduction of antibiotic use on a Dutch farrow-to-finish farm. Proceedings to the 9th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork) June 2011 Maastricht, Netherlands: 339-340.
- AGES Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit und Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz. 2019. Veterinärjahresbericht.
https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/publikationen/Veterinaerjahresbericht_2018_1t_Din-A4_BF.pdf?7vj8mk (abgerufen am 21.01.2021)
- AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit. 2020.
<https://www.ages.at/startseite/> (abgerufen am 18.12.2020)
- Alarcón P, Wieland B, Mateus A L P, Dewberry C. 2013. Pig farmers' perceptions, attitudes, influences and management of information in the decision-making process for disease control. *Prev. Vet. Med.*, 116: 223–242.
- Alban L, Dahl J, Andreasen M, Petersen J V, Sandberg M. 2013. Possible impact of the yellow card antimicrobial scheme on meat inspection lesions in Danish finisher pigs. *Prev. Vet. Med.*, 108: 334–341.

- Altman D G, Bland J M. 1999. Treatment allocation in controlled trials: why randomise? *British Medical Journal*, 318(7192):1209.
- Andres V M, Davies R H. 2015. Biosecurity measures to control Salmonella and other infectious agents in pig farms: A Review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 14: 317-332.
- Austin P C. 2011. An introduction to propensity score methods for reducing the effects of confounding in observational studies. *Multivar. Behav. Res.*, 46: 399–424.
- Bak H, Rathkjen P H. 2009. Reduced use of antimicrobials after vaccination of pigs against porcine proliferative enteropathy in a Danish SPF herd. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 51 (1): 1-4.
- Bernard C S und Nix J. 1979. *Farm Planning and Control*. Cambridge University Press, United Kingdom.
- BiocheckUGhent - Ghent University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction Obstetrics and Herd Health, Veterinary Epidemiology Unit. Biocheck.UGent. www.biocheck.ugent.be (abgerufen am 18.03.2020)
- Blümle A, Elm E, Antes G, Meerpohl J J. 2014. Measurement and assessment of study quality and reporting quality. *Zeitschrift für Evidenz, Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen*, 108 (8-9): 495-503.
- Bos M E H, Mevius D J, Wagenaar J A, van Geijlswijk I M, Mouton J W, Heederik D J J. 2015. Antimicrobial prescription patterns of veterinarians: introduction of a benchmarking approach - on behalf of the Netherlands Veterinary Medicines Authority (SDa). *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 70 (8): 2423–2425.
- Brookhart M A, Schneeweiss S, Rothman K J, Glynn, R J, Avorn J, Stürmer T. 2006. Variable selection for propensity score models. *Am. J. Epidemiol.*, 163(12): 1149–1156.
- Brockhoff E, Cunningham G, Misutka C. 2009. A retrospective analysis of a high health commercial pig production system showing improved production and reduced antibiotic use

after implementation of a PCV2 vaccination. Proceedings to the 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork); September 2009 Canada: 182-184.

Brons N, Hughes A, Adam M. 2009. Antibiotic reduction on farms in the United Kingdom, as a result of the introduction of PCV2 vaccination in piglets. Proceeding of safe pork 2009-Quebec city: 351-354.

BFA - Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen. 2020a. IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. <https://idb.awi.bmlfuw.gv.at> (abgerufen am 20.11.2020)

BFA - Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen. 2020b. Vollständiger Tabellenteil Grüner Bericht 2020. <https://www.agraroeconomik.at/fileadmin/tabellen/gb2020.zip> (abgerufen am 18.12.2020)

BFA - Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen. 2020c. Agrar- und volkswirtschaftliche Daten – Tierische Produktion - Schwein. <http://www.awi.bmnt.gv.at/index.php?id=338&D=0> (abgerufen am 18.12.2020)

Bundesministerium für Landwirtschaft (BmLw), Regionen und Tourismus. 2020. Grüner Bericht - Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. <https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/download/2-gr-bericht-terreich/2167-gb2020> (abgerufen am 20.11.2020)

Burow E, Rostalski A, Harlizius J, Gangl A, Simoneit C, Grobbel M, Kollas C, Tenhagen B A, Käsbohrer A. 2019. Antibiotic resistance in Escherichia coli from pigs from birth to slaughter and its association with antibiotic treatment. Preventive Veterinary Medicine, 165: 52-62,

Campbell D T. 1957. Factors relevant to the validity of experiments in social settings. PsycholBull, 54:297-312.

Campbell D T. Stanley J C. 1963. Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. In: Gage N L, (Herausgeber). Handbook of research on teaching. Chicago, United States of America. Rand McNally: 171-246.

Chantziaras I, Boyen F, Callens B, Dewulf J. 2013. Correlation between veterinary antimicrobial use and antimicrobial resistance in food-producing animals: a report on seven countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 69(3):827–34.

Collineau L, Rojo-Gimeno C, Léger A, Backhans A, Loesken S, Okholm Nielsen e, Postma M, Emanuelson U, Grosse Beilage E, Sjölund M, Wauters E, Stärk K D C, Dewulf J, Belloc C, Krebs S. 2017. Herd-specific interventions to reduce antimicrobial usage in pig production without jeopardising technical and economic performance. *Preventive Veterinary Medicine*, 144: 167-178.

Coyne L A, Latham S M, Williams N J, Dawson S, Donald I J, Pearson R B, Smith R F, Pinchbeck G L. 2016. Understanding the culture of antimicrobial prescribing in agriculture: a qualitative study of UK pig veterinary surgeons. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 71 (11)

Dabbert S, Braun J, Editors. 2012. *Landwirtschaftliche Betriebslehre: Grundwissen Bachelor*, Stuttgart, Deutschland: Ulmer Verlag, 3.

Dadak A, Schmerold I, Dichtl J. 1999. Führung einer tierärztlichen Hausapotheke und Rechtsvorschriften für den Umgang mit Tierarzneimitteln in Österreich. *Wien Tierärztl Monat - Vet Med Austria*, 86: 306–313.

Dadak A und Tritthart A. 2016. Review der rechtlichen Rahmenbedingungen tierärztlicher Hausapotheken in Österreich. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift - Vet Med Austria*, 103: 327-334.

DVFA-Danish Veterinary and Food Administration. 2016. Special provisions for the reduction of the consumption of antibiotics in pig holdings (the yellow card initiative). <https://www.foedevarestyrelsen.dk/english/SiteCollectionDocuments/Dyrevelfaerd%20og%20veterinaermedicin/Veterin%C3%A6rmedicin/Yellow%20Card,%20English%20version,%20180517.pdf> (abgerufen am 27.11.2020)

Davies J and Davies D. 2010. Origins and Evolution of Antibiotic Resistance. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 74 (3): 417–433.

- Deitmer R, Bubikat A, Keller C, Adam M, Voets H. 2008. Embedded Ileitis vaccinat or an antibiotic treatment- a comparison of efficacy and economic impact during the nursery period. *Praktischer Tierarzt*, 89 (2): 142-151.
- Deitmer R, Klien K, Keller C, Kubiak R, Adam M. 2009. Efficacy and safety of the partial concurrent use of four vaccines on a German farm. *Praktischer Tierarzt*, 90 (4): 346-355.
- Deitmer R, Klien K, Adam M. 2011. The effects of cessation of Ileitis vaccination on performance parameters and antibiotic use. *Praktischer Tierarzt*, 92: 510-515.
- Del Pozo Sacristán R, Michiels A, Martens M, Haesebrouck F, Maes D. 2014: Efficacy of vaccination against *Actinobacillus pleuropneumoniae* in two Belgian farrow-to-finish pig herds with a history of chronic pleurisy. *Vet. Rec.*174: 302-310.
- DeStStatistisches Bundesamt. 2020. Schweinebestand 2019 um 1,5% zurückgegangen. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/schweine.html> (abgerufen am 25.11.2020)
- Dewulf J. 2014. An online risk-based biosecurity scoring system for pig farms. *Veterinary Ireland Journal*, 4 (8): 426-429.
- Dewulf J, Van Immerseel F, Editors. 2018. Biosecurity in animal production and veterinary medicine-From principles to practice. Leuven, Belgium: Uitgeverij Acco.
- Dohmen W, Dorado-Garcia A, Bonten M J, Wagenaar J A, Mevius D, Heederik J D. 2017. Risk factors for EBSL-producing *Escherichia coli* on pig farms: A longitudinal study in the context of reduced use of antimicrobials. *Plos One*, 12 (3): 1-14.
- Dörflinger M und Eder K. 2018. Handbuch Schweine Selbstevaluierung Tierschutz. Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz.
- Europäische Gemeinschaft (EG). 2003. Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung, die die Richtlinie 70/524/EWG über Zusatzstoffe in der Tierernährung ersetzt.

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:de:PDF>.
(Zugriff 12.07.2019).

Europäische Kommission (EC). 2005. Verbot von Antibiotika als Wachstumsförderer in Futtermitteln tritt in Kraft [Presseaussendung IP/05/1687]. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-1687_de.htm (Zugriff 12.07.19).

Europäische Kommission (EC). 2016. A European One Health Action Plan against Antimicrobial Resistance (AMR). https://ec.europa.eu/health/amr/sites/amr/files/amr_action_plan_2017_en.pdf (Zugriff 12.07.2019).

Feinstein A R. 1995. Meta-analysis: statisticalal chemy for the 21 stcentury. JClin Epidemiol, 48: 71-79.

Fuchs K, Fuchs R. 2020. Bericht über den Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin in Österreich 2015-2019. Graz: Selbstverlag Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Organisation for Animal Health/World Bank. 2010. Good practices for biosecurity in the pig sector – Issues and options in developing and transition countries. FAO Animal Production and Health, 169.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Supporting the food and agriculture sectors in implementing the Global Action Plan on Antimicrobial Resistance to minimize the impact of antimicrobial resistance. FAO Rome 2010.

Fucik S, Gerner M, Hörmann M, Huber L, Kreiner T, Schoder G, Stinglmayr J, Wittek T, Zodtl R. 2017. Biosicherheit Schwein. Hrsg.: Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich im Auftrag der Österreichischen Landwirtschaftskammer. https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/publikationen/Biosicherheit_Schwein.pdf?683cb5 (abgerufen am 07.04.2020)

Garforth C. 2015. Livestock keepers' reasons for doing and not doing things which governments, vets and scientists would like them to do. ZoonosesPublic Health 62: 29–38.

Ge L, van Asseldonk M, Valeeva I, Hennen W, Bergevoet R. 2014. A Bayesian Belief Network to Infer Incentive Mechanisms to Reduce Antibiotic Use in Livestock Production. *Wageningen Journal of Life Sciences*, 70–71: 1–8.

Gunn G J, Heffernan C, Hall M , McLeod A , Hovi M, 2008. Measuring and comparing constraints to improved biosecurity amongst GB farmers, veterinarians and ^{the}the auxiliary industries. *Preventive Veterinary Medicine* 84: 310–323.

Guyatt G H, Oxman A D, Vist G E. 2008. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. *British medical journal*, 336(7650): 924–6.

Hao H, Cheng G, Iqbal Z, Ai X, Hafiz, Hussain I H, Huang L, Dai M, Wang Y, Liu Z, Yuan Z. 2014. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Frontiers in Microbiology*, 5 (288): 1-11.

Harms V (VerfasserIn). 1988. *Biomathematik Statistik und Dokumentation*. Kiel: Harms Verlag, 5.

Harris A, McGregor J, Perencevich E, Furuno J, Zhu J, Peterson D, Finkelstein J. 2006. The use and interpretation of quasi-experimental studies in medical informatics. *J. Am. Med. Inf. Assoc*, 13: 16–23,

Hess C, Grafl B; Bagheri S, Kaesbohrer A, Zloch A; Hess M. 2020. Antimicrobial Resistance Profiling of *Gallibacterium anatis* from Layers Reveals High Number of Multiresistant Strains and Substantial Variability Even between Isolates from the Same Organ. *Microb Drug Resist.*, 26 (2): 169-177.

Jensen, V F, de Knecht L V, Andersen V D, Wingstrand A. 2014. Temporal relationship between decrease in antimicrobial prescription for Danish pigs and the Yellow Card legal intervention directed at reduction of antimicrobial use. *Prev. Vet. Med.* 117 (3), 554–564.

Jüni P, Altman DG, Egger M. 2001a. Assessing the quality of controlled clinical trials. In: Egger M, Davey Smith G, Altman DG, Hrsg. *Systematic reviews in health care: meta-analysis in context*. 2. Aufl. London: BMJ Publishing Group.

Jüni P, Altman DG, Egger M. 2001b. Assessing the quality of randomised controlled trials. In: Egger M, Davey Smith G, Altman DG, Hrsg. Systematic Reviews in Health Care. Meta-analysis in context. 2. Aufl. London: BMJ Publishing Group.

Kuchling S. 2020. Die Österreichischen Tiergesundheitsdienste in Zahlen – Jahresehebung 2020. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES). [https://www.tgd.at/netautor/napro4/appl/na_professional/parse.php?mlay_id=2500&xmlval_ID_DOC\[0\]=1000001#extern](https://www.tgd.at/netautor/napro4/appl/na_professional/parse.php?mlay_id=2500&xmlval_ID_DOC[0]=1000001#extern) (abgerufen am 28.11.2020).

KVG - Kommunikationsplattform VerbraucherInnen-gesundheit. 2020. Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz. <https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/tiere/Tiere.html> (abgerufen am 09.12.2020)

Laanen M, Persoons D, Ribbens S, de Jong E, Callens B, Strubbe M, Maes D, Dewulf J. 2013. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. *The Veterinary Journal*, 198 (2): 508–512.

Laanen M, Maes D, Hendriksen C, Gelaude P, De Vlieghe S, Rosseel Y and Dewulf J. 2014. Pig, cattle and poultry farmers with a known interest in research have comparable perspectives on disease prevention and on-farm biosecurity. *Preventive Veterinary Medicine*, 115: 1–9.

LwG - Landwirtschaftsgesetz 1992. Langtitel: Bundesgesetz, mit dem Maßnahmen zur Sicherung der Ernährung sowie zur Erhaltung einer flächendeckenden, leistungsfähigen, bäuerlichen Landwirtschaft getroffen werden.

LKNÖ Landwirtschaftskammer Niederösterreich . 2018. Online Sauenplaner: Schwachstellen erkennen und handeln. <https://noe.lko.at/online-sauenplaner-schwachstellen-erkennen-und-handeln+2500+2742156> (abgerufen am 19.11.2020).

LKNÖ. 2020. Bäuerlicher Kollektivvertrag seit 1. Jänner 2020 neu. <https://noe.lko.at/b%C3%A4uerlicher-kollektivvertrag-seit-1-j%C3%A4nner-2020-neu+2500+3143447> (abgerufen am 23.12.2020)

LKÖ Landwirtschaftskammer Österreich. 2020. <https://www.lko.at/> (abgerufen am 09.12.2020).

Lapierre S, Adam M, Richard D, Desrosiers R. 2009. Reduction of antibiotic usage and production performance following the use of a PCV2 vaccine. Proceedings to the 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork); September 2009 Canada: 171-172.

Ll. für sorgfältigen ABE-Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Tierarzneimitteln. 2018. https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Avn/AVN_20180927_AVN_2018_9_0/AVN_20180927_AVN_2018_9_0.pdf (abgerufen am 10.11.2020).

Liberati A, Himel H N, Chalmers T C. 1986. A quality assessment of randomized control trials of primary treatment of breast cancer. *J Clin Oncol*, 4: 942-951.

LRF-Federation of Swedish Farmers. 2015. Swedish pig production - A few facts on pig production in Sweden. https://www.lrf.se/globalassets/dokument/om-lrf/bransch/lrf-kott/grisnaringen/swedish_pig_production_2015.pdf (abgerufen am 25.11.2020)

Loesken S, Collineau L, Postma M, Backhans A, Sjölund M, Belloc C, Emanuelson U, Beilage, E, Stärk K, Dewulf J. (2020). Effectiveness of alternative measures to reduce antimicrobial usage in pig production in four European countries. *Porcine Health Management*. 6. 6. 10.1186/s40813-020-0145-6.

Maes D, Verdonck M, Deluyker H, de Kruif A. 1996. Enzootic pneumonia in pigs. *Veterinary Quarterly*, 183: 104-109.

Merle R, Robanus M, Hegger-Gravenhorst C, Mollenhauer Y, Hajek P, Käsbohrer A, Honscha W, Kreienbrock L. 2014: Feasibility study of veterinary antibiotic consumption in Germany – comparison of ADDs and UDDs by animal production type, antimicrobial class and indication. *BMC Vet Res*, 10: (7).

McCoy C E. 2017. Understanding the Intention-to-treat Principle in Randomized Controlled Trials. *West J Emerg Med*, 18(6): 1075–1078.

McNamara P E, Miller G Y. 2002. Pigs, People, and Pathogens: A Social Welfare Framework for the Analysis of Animal Antibiotic Use Policy. *American Journal of Agricultural Economics*, 84:1293–1300.

Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D G. 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement-The PRISMA Group. PLoS Med 6(6).

Moher D, Jadad AR, Nichol G, Penman M, Tugwell P, Walsh S. 1995. Assessing the quality of randomized controlled trials: an annotated bibliography of scales and checklists. *ControlledClinTrials*, 16: 62-73.

Murphy E A. 1976. *The logic of medicine*. Baltimore United States of America: Johns Hopkins University Press.

Müllner M. 2013. *Erfolgreich wissenschaftlich Arbeiten in der Klinik: Evidence Based Medicine*. Berlin, Bundesrepublik Deutschland. Springer-Verlag.

Österreichische Tierärztekammer (ÖTK). 2020a. Berufsbild. <https://www.tieraerztekammer.at/de/oeffentlicher-bereich/berufsinformation/berufsbild/>. (Zugriff 06.04.2020).

TGD - Österreichischer Tiergesundheitsdienst . 2020. Tiergesundheitsdienste in den Bundesländern. [https://www.tgd.at/netautor/napro4/app/na_professional/parse.php?mlay_id=2500&xmlval_ID_DOC\[0\]=1000073](https://www.tgd.at/netautor/napro4/app/na_professional/parse.php?mlay_id=2500&xmlval_ID_DOC[0]=1000073) (abgerufen am 09.04.2020).

Opriessnig T, Meng X J, Halbur P G. 2007. Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. *J Vet Diagn Invest*, 19(6):591-615.

Peyerl H. 2017. *Rechnungswesen und Steuerrecht Einführung mit Beispielen*. Wien, Österreich: Linde Verlag.

Postma M, Stärk KD, Sjölund M, Backhans A, Beilage EG, Lösken S, Belloc C, Collineau L, Iten D, Visschers V, Nielsen EO, Dewulf J. 2015a. Alternatives to the use of antimicrobial agents in pig production: A multicountry expert-ranking of perceived effectiveness, feasibility and return on investment. *Preventive Veterinary Medicine*, 118(4): 457–466.

Postma M, Sjolund M, Collineau L, Stark K DC, Dewulf J, Andreasen M, Backhans A, Belloc C, Emanuelson U, Beilage E G, Liesner B G, Kork C, Lindberg A, Loesken S, Seemer H,

Visschers V. 2015b. Assigning defined daily doses animal: a European multi-country experience for antimicrobial products authorized for usage in pigs. *Journals of Antimicrobial Chemotherapy*, 70: 294–302.

Postma M, Backhans A, Collineau L, Loesken S, Sjölund M, Belloc C, Emanuelson U, Grosse Beilage E, Stärk K D C, Dewulf J. 2016a. The biosecurity status and its associations with production and management characteristics in farrow-to-finish pig herds. *Animal*, 10 (3): 478–489.

Postma M, Backhans A, Collinea L, Loesken S, Sjölund M, Belloc C, Emanuelson U, Grosse Beilage E, Okholm Nielsen E, Stärk KDC, Dewulf J. 2016b. Evaluation of the relationship between the biosecurity status, production parameters, herd characteristics and antimicrobial usage in farrow-to-finish pig production in four EU countries. *Porcine Health Management*, 2(9), 1-11.

Postma M, Vanderhaeghen W, Sarrazin S, Maes D, Dewulf J. 2016c. Reducing Antimicrobial Usage in Pig Production without Jeopardizing Production Parameters. *Zoonoses Public Health*, 64(1): 63-74.

Pschyrembel W. 2014. *Pschyrembel klinisches Wörterbuch*, 266: 114.

Revermann R. 2020. Nutzung von Gesundheitsdaten zur Verbesserung von Atemwegserkrankungen und Parasitenbefall bei Mastschweinen – Ein EIP-Projekt. *Das Vetjournal (ÖTK)* 4:42-44.

Rezeptpflichtgesetz 1972 - Bundesgesetz vom 25. Oktober 1972 über die Abgabe von Arzneimitteln auf Grund ärztlicher Verschreibung.

Richtlinie 2008/120/EG des Rates vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32008L0120> (Abgerufen am 07.04.2020)

RIS - Rechtsinformationssystem des Bundes. <https://www.ris.bka.gv.at/> (abgerufen am 09.12.2020)

- Rocadembosch J, Amador J, Bernaus J, Font J, Fraile F J. 2016. Production parameters and pig production cost: temporal evolution 2010–2014. *Porcine health management* 2 (11): 1-9.
- Rojo-Gimeno C, Postma M, Dewulf J, Hogeveen H, Lauwers L, Wauters E. 2016. Farm-economic analysis of reducing antimicrobial use whilst adopting improved management strategies on farrow-to-finish pig farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 129: 74-87.
- Roguet C. 2019. Les élevages de porcs en France en 2018 :10 000 sites, la moitié avec des truies. Baromètre porc de l'ifip Juin 2019. <https://www.ifip.asso.fr/fr/documentations?nid=9190473> (abgerufen am 25.11.2020)
- Rushton J, Thornton P K, Otte M J. 1999. Methods of economic impact assessment. *Rev. Sci. Tech*, 18: 315–342.
- Rushton J Editor. 2009. *The Economics of Animal Health and Production*, Wallingford United Kingdom: CAB International.
- Rushton J. 2015. Anti-microbial use in animals: how to assess the trade-offs. *Zoonoses Public Health*, 62 (Supplement): 10–21.
- Salzburg Milch. 2020. Tiergesundheit bei Salzburg Milch- Unsere Tiergesundheitsinitiative. <https://www.milch.com/de/tiergesundheit/> (abgerufen am 30.11.2020).
- Schulz K F, Chalmers I, Hayes R J, Altman D G. 1995. Empirical evidence of bias. Dimensions of methodological quality associated with estimates of treatment effects in controlled trials. *JAMA* 1995;273:408-12.
- Schweinegesundheits-Verordnung (SchwG-VO). 2016. Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Biosicherheitsmaßnahmen, hygienische Anforderungen und die Gesundheitsüberwachung in Schweinehaltungsbetrieben. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20009743>. (Abgerufen am 06.04.2020).
- Sjölund M, Postma M, Collineau L, Lösken S, Backhans A, Belloc C, Emanuelson U, Beilage E G, Stärk K, Dewulf J. 2016. Quantitative and qualitative antimicrobial usage patterns in

farrow-to-finish pig herds in Belgium France Germany and Sweden. *Prev. Vet. Med*, 130: 41–50.

Speksnijder D C, Jaarsma A D C, van der Gugten A C, Verheij T J M, Wagenaar J A. 2015. Determinants associated with veterinary antimicrobial prescribing in farm animals in the Netherlands: a qualitative study. *Zoonoses Public Health*, 62: 39–51.

Spektrum der Wissenschaft - Lexikon der Ernährung. 2020. Interventionsstudie. Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg, Bundesrepublik Deutschland. <https://www.spektrum.de/lexikon/ernaehrung/interventionsstudie/4456> (abgerufen am 20.12.2020).

Staatsgrundgesetz - Staatsgrundgesetz vom 21. December 1867, über die allgemeinen Rechte der Staatsbürger für die im Reichsrathe vertretenen Königreiche und Länder. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10000006> (abgerufen am 26.01.2021).

Statistik Austria - Bundesanstalt für Statistik Österreich. 2018. Agrarstrukturerhebung 2016. Wien: Statistik Austria.

Statistik Austria – Bundesanstalt für Statistik Österreich. 2020a. https://www.statistik.at/web_de/services/publikationen/8/index.html (abgerufen am 09.12.2020).

Statistik Austria – Bundesanstalt für Statistik Österreich. 2020b Viehbestand 2010 – Interaktive Karten. https://www.statistik.at/atlas/?mapid=them_lw_as2010_viehbetriebe&layerid=layer1&sublayerid=sublayer0&languageid=0 (abgerufen am 19.12.2020).

STATBEL – The Belgian Statistics Office. 2019. Nombre de créations (primo-assujettis ou ré-assujettissements), de radiations, et d’assujettis actifs à la TVA par activité économique, localisation du siège social et forme juridique Nom de la vue: Belgian pig farms 2019 by province. <https://bestat.statbel.fgov.be/bestat/crosstable.xhtml?view=88eb060e-725d-498e-b058-717aa0e0fb41> (abgerufen am 25.11.2020).

Thaker M Y C, Bilkei G. 2006. Vergleich der Wirkung einer oralen Vakzination oder verschiedener antibiotischer Prophylaxen gegen Lawsonia intrazellularis verursachte Verluste in einem Schweinebestand mit hohem Erregerdruck durch porcine poliferative Enteropathie (PPE). Tierärztliche Umschau 61: 372-376.

Thanawongnuwech R, Brown G B, Halbur P G, Roth J A, Royer R L, Thaker B J. 2000. Pathogenesis of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus-induced Increase in Susceptibility to Streptococcus suis Infection. Veterinary Pathology, 37 (2): 143-152.

Tiergesundheitsdienst-Verordnung 2009 (TGD-VO 2009). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20006592> (abgerufen am 07.04.2020).

Tiergesundheitsgesetz (TGG). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10011182>. (abgerufen am 07.04.2020).

ThVo 1. - 1. Tierhaltungsverordnung, Langtitel: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über die Mindestanforderungen für die Haltung von Pferden und Pferdeartigen, Schweinen, Rindern, Schafen, Ziegen, Schalenwild, Lamas, Kaninchen, Hausgeflügel, Straußen und Nutzfischen. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003820> (abgerufen am 07.04.2020).

Tierschutzgesetz – (TSchG), Langtitel: Bundesgesetz über den Schutz der Tiere. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003541> (abgerufen am 07.04.2020).

Timmerman T, Dewulf J, Catry B, Feyen B, Opsomer G, de Kruif A, Maes D. 2006. Quantification and evaluation of antimicrobial drug use in group treatments for fattening pigs in Belgium. Preventive Veterinary Medicine, 74: 251–263.

Trauffler M, Obritzhauser W, Raith J, Fuchs K, Köfer J. 2014a. The use of the „Highest Priority Critically Important Antimicrobials” in 75 Austrian pig farms – Evaluation of on farm drug application data. Berl Münch Tierärztl Wochenschr, 127: 375-383.

Trauffler M, Griesbacher A, Fuchs K, Köfer J. 2014b. Antimicrobial drug use in Austrian pig farms: plausibility check of electronic on-farm records and estimation of consumption. *Veterinary Record*, 175: 402-410.

Tritthart A und Dadak A. 2017. Review der rechtlichen Rahmenbedingungen zum Arzneimittel Einsatz in der Veterinärmedizin in Österreich. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 104: 3-14.

UNO - United Nations. 2016. Draft political declaration of the high-level meeting of the General Assembly on antimicrobial resistance. https://www.un.org/pga/71/wp-content/uploads/sites/40/2016/09/DGACM_GAEAD_ESCAB-AMR-Draft-Political-Declaration-1616108E.pdf (Zugriff 12.07.19).

Van Gompel L, Luiken R, Sarrazin S, Munk P, Knudsen B, Hansen R, Bossers A, Aarestrup F M, Dewulf J, Wagenaar J. 2019. The antimicrobial resistome in relation to antimicrobial use and biosecurity in pig farming, a metagenome-wide association study in nine European countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 74 (4): 865–876.

Van Meensel, J., Lauwers, L. 2010. Pigs2Win: Een tool om het bruto saldo en onderliggende kengetallen van gesloten varkensbedrijven te analyseren. Handleiding. <http://www.remiweb.be/uploads/handleiding%20Pigs2win.pdf> (abgerufen am 17.11.2020).

Van Meensel J, Lauwers L, Kempen I, Desein J, Van Huylenbroeck G. 2012. Effect of a participatory approach on the successful development of agricultural decision support systems: the case of Pigs2win. *Decis. Support Syst.* 54, 164–172.

VetMedUni – Veterinärmedizinische Universität Wien. 2019. Lehrzielkatalog Diplomstudium Veterinärmedizin. Eigenverlag. [https://online.vu-wien.ac.at/VUWonline/pl/ui/\\$ctx;design=ca2;header=max;lang=de/co_loc_vuwapps.co_info.create_download?pNr=3319](https://online.vu-wien.ac.at/VUWonline/pl/ui/$ctx;design=ca2;header=max;lang=de/co_loc_vuwapps.co_info.create_download?pNr=3319) (abgerufen am 09.12.2020).

Visschers V H M, Backhans A, Collineau L, Iten D, Loesken S, Postma M, Belloc C, Dewulf J, Emanuelson U, Große Beilage E G, Siegrist M, Sjölund M, Stärk K D C. 2015. Perceptions of antimicrobial usage, antimicrobial resistance and policy measures to reduce antimicrobial

usage in convenient samples of Belgian, French, German, Swedish and Swiss pig farmers. *Prev. Vet. Med* 119:10–20.

Visschers V H M, Backhans A, Collineau L, Loesken S, Nielsen EO, Postma M, Belloc C, Dewulf J, Emanuelson U, Grosse Beilage E, Siegrist M, Sjölund M, Stärk KD. 2016. A Comparison of Pig Farmers' and Veterinarians' Perceptions and Intentions to Reduce Antimicrobial Usage in Six European Countries. *Zoonoses and Public Health*, 63(7):534-544.

Veterinär-Arzneispezialitäten-Anwendungsverordnung 2010 - Verordnung des Bundesministers für Gesundheit über die Anwendung von Veterinär-Arzneispezialitäten unter Einbindung des Tierhalters. 2010. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20006877> (abgerufen am 23.01.2021).

Voets H, Hardge T. 2007. Reducing antimicrobial use in pig production by vaccination. Allen D. Lemans Swine Conference. St. Paul, United States of America.

VÖS – Verband Österreichischer Schweinebauern. 2020. <https://www.voes-online.at/index.php/der-verband/ueber-uns> (abgerufen am 09.12.2020).

WHO - World Health Organisation. 1997. The Medical Impact of Antimicrobial Use in Food Animals. Report of a WHO Meeting. Berlin, Germany.

WHO - World Health Organization. 2015. World Health Organization Global Action Plan on Antimicrobial Resistance, Geneva, Switzerland.

WHO -World Health Organization. 2016. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine- Ranking of medically important antimicrobials for risk management of antimicrobial resistance due to non-human use.

World Bank. 2012. People, Pathogens and Our Planet: The Economics of One Health.

World organisation of animal health OIE. 2007. List of Antimicrobials of Veterinary Importance.

World organization for animal health (OIE) 2017 a. Terrestrial animal health code-Glossary: 9.

World organization for animal health (OIE) 2017 b. Terrestrial animal health code, Chapter 1.1.8. Principles of veterinary vaccine production.

11. Anhang

11.1 Anhang I – Tabellarische Übersicht der Studien, die aus Qualitätsgründen exkludiert wurden

ErstautorInnen, Jahr der Publikation	Titel der Publikation	Land	Studiendesign	Stichprobe	Durchführungszeitraum	Präventive Tiergesundheitsmaßnahmen	erhobene Produktivitätsparameter
Voets und Hardge 2007	Reducing antimicrobial use in pig production by vaccination	nicht berichtet	Interventionsstudie	1 Großbetrieb, Kombibetrieb mit 1600 Sauen und 10000 Mastschweinen im Bestand; Behandlungsgruppe: n=27 Mastgruppen, Kontrollgruppe n=32 Mastgruppen genaue Zahl beteiligter Mastschweine wurde nicht berichtet	nicht berichtet	<i>L. intracellularis</i> Impfung Enterisol® Ileitis Boehringer Ingelheim International GmbH, (Zeitpunkt der Impfung nicht berichtet)	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futterverwertung, Mortalitätsrate
Adam 2009	A meta-analysis on field experiences with vaccination against Ileitis showing a reduction on antibiotics use.	9 europäische Länder, tatsächliche Verteilung nicht berichtet	Meta-Analyse (laut Titel); Erhebung des Effekts der forcierten Reduktion des ABE (Gruppe A) vs. Unveränderter Praxis beim ABE (Gruppe B) nach Implementierung einer Ileitis Impfung	64 Mastbetriebe; Behandlungsgruppe n=60 (Gruppe A), Kontrollgruppe n=24 (GruppeB)	06.2005-06.2007	<i>L. intracellularis</i> Impfung mit Enterisol® Ileitis Boehringer Ingelheim International GmbH, (Zeitpunkt der Impfung nicht berichtet)	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futterverwertung, Mortalitätsrate
Brons et al. 2009	Antibiotic reduction on farms in the United Kingdom, as a result of the introduction of PCV2 vaccination in piglets.	England	Interventionsstudie	1 Ferkelerzeugungsbetrieb und 5 angeschlossene Mastbetriebe als Teil eines Unternehmens mit einer jährlichen Produktion von 560000 Mastschweinen. Behandlungsgruppe: n=5851 Mastschweine, Kontrollgruppe n=11075 Mastschweine	02.2007 bis 02.2009	zusätzlich zu einer routinemäßig durchgeführten Impfung gegen <i>M. hyopneumoniae</i> zum Absetzen (28d p.p.) erfolgte für die Behandlungsgruppe eine Impfung gegen PCV2 zum Absetzen Ingelvac® CircoFLEX™	Mortalitätsrate, durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futterverwertung

ErstautorInnen, Jahr der Publikation	Titel der Publikation	Land	Studiendesign	Stichprobe	Durchführungszeitraum	Präventive Tiergesundheitsmaßnahmen	Erhobene Produktivitätsparameter
Brockhoff et al. 2009	A retrospective analysis of a high health commercial pig production system showing improved production and reduced antibiotic use after implementation of a PCV2 vaccination.	Kanada	Interventionsstudie	1 Großbetrieb, Kombibetrieb mit einem Bestand von 2800 Sauen, Betrachtung der Mastschweine: Anzahl der Tiere in Behandlungs- und Kontrollgruppe wurde nicht berichtet	04.2007-03.2009	PCV 2 Impfung zum Absetzen (20d p.p.) Ingelvac® CircoFLEX™	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung, Mortalitätsrate
Lapierre et al. 2009	Reduction of antibiotic usage and performance improvement following the use of a PCV2 vaccine	nicht berichtet	Interventionsstudie	1 Mastbetrieb; je 7 Mastgruppen im vorher vs. nachher Vergleich; tatsächliche Zahl der Mastschweine in Behandlungs- und Kontrollgruppe wurde nicht berichtet	nicht berichtet	PCV 2 Impfung zum Absetzen Ingelvac® CircoFLEX™ (Zeitpunkt der Impfung nicht berichtet)	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung, Mortalitätsrate
Deitmer et al. 2009	Wirksamkeit und Sicherheit der teilweise zeitgleichen Verabreichung von vier Ferkelimpfstoffen in einem deutschen Betrieb	Deutschland	Interventionsstudie	1 Großbetrieb; Kombibetrieb mit 1600 produktiven Sauen, drei Versuchsgruppen: 1.Gr. 32 Mastgruppen n=16032 Mastschweine, 2.Gr. 152 Mastgruppen n=77731, 3.Gr. 10 Mastgruppen n=4932	08.2004-02.2008	PRRS-Lebendimpfstoff Ingelvac PRRS® MLV (14d p.p.) + L. intracellularis Ingelvac Enterisol® (14d p.p.) M. hyopneumoniae M+Pac Essex Tierarzney, (21d p.p), PCV 2 Impfung Ingelvac® CircoFLEX™ (21d p.p.)	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung, Mortalitätsrate
Deitmer et al. 2011	Effekte des Ausstiegs aus der Ileitisimpfung auf Leistungsparameter sowie Antibiotikaverbrauch	Deutschland	Interventionsstudie	1 Großbetrieb, Behandlungsgruppe n=17950, Kontrollgruppe n=4050	04.2008-10.2008	Behandlungsgruppe: M. hyopneumoniae M+Pac Essex Tierarzney, (21d p.p), PCV 2 Impfung Ingelvac® CircoFLEX™ (21d p.p.) , Kontrollgruppe: M. hyopneumoniae M+Pac Essex Tierarzney, (21d p.p) + PCV 2 Impfung Ingelvac® CircoFLEX™ + L. intracellularis Ingelvac Enterisol® (14d p.p.)	durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung, Mortalitätsrate

ErstautorInnen, Jahr der Publikation	Quantifizierung des ABE	erhobene Kosten	Statistische Methoden	Ökonomische Methoden	Qualitative Ergebnisse der Studie	Quantitative Ergebnisse der Studie
Voets und Hardge 2007	Wirkstoffmenge je Mastgruppe	Futtermittel, Ferkel bei Einstellung	deskriptive Statistik	Deckungsbeitrags- rechnung	Gegen Ileitis geimpfte Gruppen wiesen nach der Impfung verbesserte Produktivitätsparameter sowie einen Höheren Deckungsbeitrag auf. Der ABE konnte signifikant reduziert werden.	Mortalität bei Mastschweinen vor Vakzination (vVx) 4,9% vs. 2,8% nach Vakzination (nVx), Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen verbesserten sich vVx 739,4g/day vs. 766,6 g/day nVx, ebenso die Futtermittelverwertung vVx 3,16kg vs. Vx 2,8kg/kg, Alle erhobenen Parameter unterschieden sich mit einem Signifikanzniveau $p < 0,001$. Der Deckungsbeitrag für die Behandlungsgruppe stieg um +8.6 USD/Mastschwein.
Adam 2009	nicht berichtet	ABE, Futtermittel, Ferkel bei Einstellung	keine Statistische Methoden	Direktkosten des ABE, Deckungsbeitrags- rechnung	Beide gegen Ileitis geimpfte Gruppen wiesen nach der Impfung verbesserte Produktivitätsparameter sowie einen Höheren Deckungsbeitrag auf. Gruppe A mit forcierter Reduktion des ABE konnte die Produktivität ebenso steigern und erzielte Einsparungen der ABE-Kosten.	Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen Gr.A vs GrB 780g/Tag vs.767; Futtermittelverwertung 2,84kg/kg vs. 2,89kg/kg; Mortalitätsrate 3,36% vs 4,1%; Deckungsbeitrag +4,3 EUR/Mastschwein vs. 4,43 EUR/Mastschwein; Kosteneinsparungen ABE Gr.A -1,49 EUR/Mastschwein
Brons et al. 2009	nicht berichtet	ABE, tierärztliche Visite, Futtermittel, Ferkel bei Einstellung	keine Statistische Methoden	Direktkosten- rechnung, Deckungsbeitrags- rechnung	Gegen PCV 2 geimpfte Mastgruppen zeigten bessere Produktivitätsparameter und geringere Therapiekosten.	Mortalität bei Mastschweinen sank um -57% (vor Vakzination (vVx) 6,39% vs. 2,77% nach Vakzination (nVx)), Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen verbesserten sich um +60g/Tag (vVx 669g/day vs. 729 g/day nVx) ebenso die Futtermittelverwertung -0,09 kg Futter/ kg Massezuwachs (vVx 2.53kg/kg vs. 2.44 kg/kg nVx); Tiergesundheitskosten sanken um -22% (vVx 1.62 GBP/Mastschwein vs. 1.26 GBP/Mastschwein nVX). Der Deckungsbeitrag für die Behandlungsgruppe +6.77 GBP/Mastschwein.
Brockhoff et al. 2009	nicht berichtet	Kosten für Impfung, Kosten für ABE, nicht näher spezifizierte Inputkosten für die Mast	deskriptive Statistik, Wilcoxon- Rangsummentest	Direktkosten- rechnung, Return on Investment	Gegen PCV 2 geimpfte Mastschweine zeigten bessere Produktivitätsparameter und geringere antibiotische Therapiekosten.	um 61,97% geringere Mortalität von 5,39% auf 2,05% ($p=0,009$); Tötungen (engl. culls) vor Vermarktung um 40,09% verringert von 6,6% auf 2,7%. ($p=0,004$) Durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen verbessert von 854g/Tag um 68g/Tag auf 913g/d. ($p=0,04$). - 0.78 CND Minderausgaben beim ABE, +6.6 CND return on investment

ErstautorInnen, Jahr der Publikation	Quantifizierung des ABE	erhobene Kosten	Statistische Methoden	Ökonomische Methoden	Qualitative Ergebnisse der Studie	Quantitative Ergebnisse der Studie
Lapierre et al. 2009	nicht berichtet	ABE	deskriptive Statistik, t-Test	Direktkosten- rechnung, Deckungsbeitrags- rechnung	Gegen PCV 2 geimpfte Mastschweine zeigten bessere Produktivitätsparameter und geringere antibiotische Therapiekosten.	Durchschnittliche Kosten für den ABE nVx 3.86USD/Mastschwein vs. VX 2.37USD/Mastschwein (p=0,05) , Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen nVx 773g/Tag vs. 852 g/Tag (p=0,03), Futterverwertung nVx 2.85 vs. Vx 2.70 (p=0,02) sowie die Mortalitätsrate nVx 9.52% vs. Vx 4.55% (p<0,001). +10USD/Mastschwein/Jahr höherer Deckungsbeitrag
Deitmer et al. 2009	peroraler ABE in kg/Mastgruppe	keine Kosten erhoben	deskriptive Statistik, Varianzanalyse, t- Test, Chi-square Tests	Erlös	Gegen <i>Ilitis</i> und <i>PCV2</i> zusätzlich geimpfte Mastschweine zeigten verbesserte Produktivitätsparameter. Nach zusätzlicher <i>PCV2</i> Impfung in Kombination mit <i>Illeitis-</i> <i>Impfung</i> konnte der perorale ABE eingestellt werden.	1. Erhebungszeitraum (1. EH) M. hyo + PRRS Vx vs. 2. Erhebungszeitraum (2.EH) M. hyo + PRRS + <i>Illeitis</i> Vx: Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen g/Tag 1. EH vs 2. EH 738 SD 31 vs. 771 SD 25 (p=0,01), Futterverwertung kg/kg 1.EH vs 2.EH 3,157 SD 0,180 vs. 3,061 SD 0,170(p<0,001), Mortalitätsrate 1.EH vs. 2.EH 4,12% vs. 3,04% (p<0,0001). peroraler ABE kg/Mastgruppe 1.EH vs. 2.EH 0,91 SD 0,76 vs. 0 SD 0 (p=0,120); Erlöszuwachs 1.EH vs. 2.EH +4,42EUR/Mastschwein, 2. EH vs. 3. Erhebungszeitraum (3.EH) M. hyo + PRRS + <i>Illeitis</i> + <i>PCV2</i> Vx: Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen g/Tag 2. EH vs 3. EH 771 SD 25 vs. 813 SD 25 (p<0,001), Futterverwertung kg/kg 2.EH vs 3.EH 3,061 SD 0,170 vs. 2,815 SD 0,157 (p<0,001), Mortalitätsrate 2.EH vs. 3.EH 3,04% vs. 3,47% (p=0,09), peroraler ABE kg/Mastgruppe 2.EH vs. 3.EH 0,91 SD 0,76 vs. 0 SD 0 (p=0,120), Erlöszuwachs 2.EH vs 3. EH +7,06 EUR/Mastschwein
Deitmer et al. 2011	peroraler ABE in kg/Mastgruppe	keine Kosten erhoben	deskriptive Statistik, Varianzanalyse, t- Test, Chi-square Tests	Erlös	Die Beendigung der <i>Illeitis</i> impfung brachte eine Verschlechterung der Produktivitätsparameter sowie einen Mindererlös mit sich.	Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme -31g/Tag (p<0,02); +0.16 kg/kg Futterverwertung (p<0,009); +2.56kg/Mastgruppe peroraler ABE; -4.06 EUR/Mastschwein Mindererlös

11.2 Anhang II – Beschreibung der Studien, die aus Qualitätsgründen exkludiert wurden

Voets und Hardge 2007

Voets und Hardge (2007) berichten in einem Konferenzpapier von 3 Fällen, bei welchen jeweils auf 3 Kombibetrieben eine Impfung gegen *L. intracellularis* von Mastschweinen durchgeführt wurde. In allen Fällen wurde der Effekt der Impfung auf den ABE, quantifiziert als Wirkstoffmenge, berichtet. In zwei Fällen wird darüber hinaus noch der Effekt auf Produktivitätsparameter berichtet. Lediglich in einem Fall erfolgte eine betriebswirtschaftliche Analyse der Maßnahme, wobei ein durchschnittlicher Deckungsbeitrag je Mastschwein errechnet wurde. Für diesen Betrieb wurde der ABE als Wirkstoffmenge je Mastgruppe gemessen. Als Produktivitätsparameter wurden die durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen, die Futtermittelerwertung sowie die Mortalitätsrate erhoben. Der Betrieb wird mit einem Bestand von 1600 Sauen sowie 10000 Mastschweinen beschrieben. Die genaue Anzahl der Mastschweine in der Behandlungs- und Kontrollgruppe wird nicht berichtet. Es wurde lediglich beschrieben, dass 32 Mastgruppen in der Kontrolle mit 27 geimpften Mastgruppen verglichen wurden. Mit allen anderen berichteten Fällen übereinstimmend, konnte der ABE signifikant gesenkt werden. In Übereinstimmung mit dem zweiten Fall, bei welchem die Produktivitätsparameter ebenso erhoben wurden, konnte eine signifikante Verbesserung für Ileitis geimpfte Mastschweine festgestellt werden. In die Deckungsbeitragskalkulation flossen Futtermittelkosten sowie Kosten für Ferkel bei Einstellung bzw. der Erzeugerpreis nach Schlachtgewicht ein. Im Vergleich konnte für geimpfte Schweine ein um 8,60 USD/Mastschwein höherer Deckungsbeitrag erzielt werden.

Adam 2009

Adam (2009) analysierte Daten aus einer Erhebung von Mastbetrieben, welche ihre Bestände gegen *L. intracellularis* impften (insgesamt n=330756 Mastschweine). Eine Gruppe von Betrieben reduzierte ihren ABE nach Implementierung der Impfung gegen *L. intracellularis* (Gruppe A n=40), während die andere Gruppe (B n=24) ihre Protokolle bei antibiotischer Therapie unverändert beließ. Die Erhebung umfasste Daten von 69 Betrieben aus 9

verschiedenen europäischen Ländern. Die genaue geografische Verteilung der Betriebe wurde nicht berichtet. Erhoben wurden Daten zu durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung, Mortalität sowie zum ABE. Die Durchführung und Erhebungen erfolgten auf zwei Arten einerseits als side-by-side Protokoll auf Ebene von Mastgruppen sowie longitudinal über einen bestimmten Zeitraum. Das side-by-side Protokoll vergleicht im Querschnitt bzw. gleichzeitig gehaltene ungeimpfte Mastgruppen mit geimpften Mastgruppen mit oder ohne veränderter Praxis beim ABE, während der longitudinale Vergleich Mastgruppen in verschiedenen Zeiträumen vor und nach Impfung vergleicht. Im Bericht spielt die unterschiedliche Erhebung jedoch keine Rolle mehr - es werden lediglich Daten für Gruppe A und B berichtet. Nicht berichtet wurde, wie in Gruppe A die Reduktion des ABE vollzogen wurde, etwa inwiefern andere Wirkstoffe bzw. Protokolle zum Einsatz kamen, welcher Herdengesundheitsstatus vorlag. Darüber hinaus gibt der Autor im Material- und Methodenteil zwar an, den ABE zu erheben, führt dies jedoch nicht näher aus und berichtet schließlich lediglich von den erzielten Kosteneinsparungen beim ABE für Gruppe A. Eine Quantifizierung des ABE wurde nicht berichtet. Beide Gruppen konnten im Zuge der Illeitis-Impfung bessere Produktivitätsparameter erzielen. Für Gruppe A ergab die Reduktion des ABE eine Einsparung von -1,49EUR/Mastschwein. Unter Verwendung von Durchschnittspreisen konnte für beide Gruppen eine Erhöhung des Deckungsbeitrages festgestellt werden (Gruppe A +4,3EUR/Mastschwein, Gruppe B +4,43EUR/Mastschwein). Es erfolgte keine Testung auf Signifikanz der Ergebnisse. Der Deckungsbeitrag errechnete sich aus dem vermarkteten Karkassengewicht abzüglich Futtermittelkosten, Kosten für Ferkel bei Einstellung und Mortalität in der Mastgruppe.

Brockhoff et al. 2009

Brockhoff et al. (2009) konnten einen ökonomischen Vorteil in der Verabreichung einer Porcines Circovirus 2 (PCV2) Vakzine an Absetzferkel nachweisen. Dazu führten sie eine Interventionsstudie auf einem kanadischen kombiniert wirtschaftenden Großbetrieb mit 2800 Sauen durch. Der Betrieb war im Erhebungszeitraum frei von *Mycoplasma hyopneumoniae* sowie dem Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome und hat laut Autoren einen hohen Tiergesundheitslevel. Dennoch konnten Erkrankungen im Zusammenhang mit dem Porcinen Circovirus sowie *Streptococcus suis* Typ 2 als Kofaktor, mit einer geringen Prävalenz als

möglicher Verursacher für eine erhöhte Mastschweinemortalität festgestellt werden. Sechs Mastgruppen (Absetzen bis Vermarktung) wurden zum Absetzen (20d post partum) gegen PCV2 geimpft und zur Kontrolle mit sechs Mastgruppen ohne PCV2 verglichen. Die Größe der Mastgruppen wurde nicht berichtet. PVC 2 geimpfte Gruppen wiesen eine um 61,97% geringere Mortalität von 5,39% auf 2,05% ($p=0,009$). Auch die Tötungen (engl. culls) vor Vermarktung konnten um 40,09% verringert werden, von 6,6% auf 2,7% ($p=0,004$). Auch bei den durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen konnte eine Verbesserung erzielt werden, von 854g/Tag um 68g/Tag auf 913g/d. ($p=0,04$). Über den Zeitraum eines Jahres konnte ein abnehmender Trend beim ABE erkannt werden. Es werden keine Wirkstoffmengen berichtet. Die Kosten für den ABE fielen in Folge der Intervention um -0,78 CND/Mastschwein. Brockhoff et al. (2009) errechneten ein Return on Investment von 6,6 CND für jeden investierten 1 CND. Diese Berechnung berücksichtigte durchschnittliche Marktpreise sowie die Kosten der Impfung.

Brons et al. 2009

Brons et al. (2009) evaluierten den Effekt einer Impfung gegen PCV2 auf Produktivität und Kosten sowie mögliche Reduktion des ABE auf einem englischen Ferkelerzeugungsbetrieb sowie 5 angeschlossenen Mastbetrieben. Der Ferkelerzeugungsbetrieb hielt 900 Sauen und hatte seine Sauen im Erhebungszeitraum, nach klinischer Manifestation, gegen das Porcine Respiratorische und Reproduktions Virus geimpft. Wobei der Gesundheitsstatus der Sauenherde nach Implementierung besagter Impfung als "stabil" beschrieben wurde. Ferkel wurden zum Absetzen (28d p.p.) routinemäßig gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpft. Das Porcine Dermatitis und Nephropathie Syndrom wurde als Ursache für etwa 60% der Mortalität bei Mastschweinen benannt. Bei Mastschweinen wurden neben PCV2 Infektionen, als Teil des Komplexes Porciner Respiratorischer Erkrankungen, die wenig auf ABE angesprochen hatten, auch Ileitis und Colitis festgestellt. In der Behandlungsgruppe, welche $n=5851$ Ferkel umfasste, wurde zum Absetzen gemeinsam mit der Impfung gegen *M. hyopneumoniae* eine Impfung gegen PCV2 geimpft. Als Kontrollgruppe dienten 11075 Mastschweine, welche lediglich mit der routinemäßigen Impfung gegen *M. hyopneumoniae* zum Absetzen geimpft wurden. Folgende Daten wurden erhoben: Mortalität während der Mast, durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme, Futtermittelverwertung sowie Tiergesundheitskosten.

Die Tiergesundheitskosten umfassten die tierärztliche Visite sowie Kosten für den ABE, jedoch ohne Kosten für Impfmaßnahmen. Das Tiergesundheitsmanagement blieb abgesehen von den Impfmaßnahmen im Untersuchungszeitraum unverändert. Die Produktivitätsparameter verbesserten sich in der Behandlungsgruppe: die Mortalität bei den Mastschweinen sank um -57% (vor Vaccination (vVx) 6,39% vs. 2,77% nach Vaccination (nVx)), durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen verbesserten sich um +60g/Tag (vVx 669g/day vs. 729 g/day nVx) ebenso die Futtermittelverwertung -0,09 kg Futter/ kg Massezuwachs (vVx 2.53kg/kg vs. 2.44 kg/kg nVx). In Folge der zusätzlichen Impfung sanken die Tiergesundheitskosten um -22% (vVx 1.62 GBP/Mastschwein vs. 1.26 GBP/Mastschwein nVX). Diese Verbesserungen wurden in eine Deckungsbeitragsrechnung einbezogen, wobei das Schlachtgewicht mit 100kg, der Erzeugerpreis mit 1,23 GBP/kg Schlachtgewicht und die Futtermittelkosten mit 170 GBP/t sowie die Kosten für Ferkel mit 36 GBP angesetzt wurden. Der Deckungsbeitrag für die Behandlungsgruppe verbesserte sich um +6.77 GBP/Mastschwein. Die *PCV2* Impfung wurde schließlich im Jahr 2008 für das gesamte Unternehmen mit einer jährlichen Erzeugung von 560000 Mastschweinen umgesetzt. Somit konnten im Vergleich zum Jahr 2007 die Kosten für den ABE um -27% reduziert werden. Während die Kosten für ABE und Impfung zusammengenommen eine Einsparung von -4,2% ergaben.

Deitmer et al. 2009

Deitmer et al. (2009) untersuchten den Effekt von zusätzlichen Impfungen für Mastschweine auf Produktivitätsparameter und ABE auf einem Großbetrieb in Mecklenburg-Vorpommern. Der Kombibetrieb erzeugte Ferkel für die Mast aus einer Herde mit 1600 Sauen. Sauen wurden gemäß betrieblicher Praxis alle vier Monate mit einem Lebendimpfstoff gegen das *PRRSV*, *E.coli* und *Clostridium perfringens* 3 Wochen vor Abferkelung sowie gegen Parvovirose und Rotlauf 10 Tage nach Abferkelung geimpft. Für Ferkel war die Impfung gegen *PRRSV* (am 14. Lebenstag) sowie *Mycoplasma hyopneumoniae* (am 21. Lebenstag) zunächst betriebliche Praxis. In einer ersten Erhebungsphase wurden für diese Praxis durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung sowie die Mortalitätsrate als Produktivitätsparameter gemessen. Darüber hinaus wurde der ABE in kg/Mastgruppe eingesetzter oraler Antibiotika quantifiziert. In einer zweiten Erhebungsphase erhielten die Ferkel noch eine zusätzliche Impfung gegen *Lawsonia intracellularis* (Ileitis) am 14. Lebenstag. Gleichsam wurden

ebengenannte Parameter aus dem ersten Erhebungszeitraum erhoben und mit dem zweiten verglichen. Auf dieselbe Art erfolgte ein mit dem zweiten Erhebungszeitraum verglichener dritter, welcher am 21. Lebenstag gegen *PCV2* geimpfte Mastschweine umfasste. Für den ersten Erhebungszeitraum wurden 32 Mastgruppen mit 16032 Mastschweinen ausgewertet. Für den zweiten 152 Mastgruppen mit 77.731 und für den dritten 10 Mastgruppen mit 4932 Mastschweinen. Die Erhebung umfasste somit insgesamt 194 Mastgruppen mit 98.695 Mastschweinen. Für beide zusätzlichen Impfungen konnte eine signifikante Verbesserung der durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen sowie bei der Futtermittelverwertung erzielt werden. Die Mortalitätsrate verbesserte sich lediglich bei der zusätzlichen *Illeitis*-Impfung signifikant. Für die zusätzliche *PCV2* Impfung stieg sie leicht um 0,43% ($p=0,09$), jedoch nicht signifikant. Der ABE in kg/Mastgruppe konnte mit der zusätzlichen *Illeitis*-Impfung um durchschnittlich 1,23 kg gesenkt werden ($p=0,0001$) vor Vakzinierung vVx vs. nach Vakzinierung nVx (vVx 2,23 SD 1,23 vs. 0,91 SD 0,76 nVx). Im Zuge der zusätzlichen *PCV2*-Impfung konnte der Einsatz oraler Antibiotika gänzlich eingestellt werden. Ob andere Verabreichungsformen bzw. welche Wirkstoffgruppen zum Einsatz kamen, wurde nicht berichtet. Der Betrieb konnte durch die Steigerung der Produktivitätsparameter nach *Illeitis*-Impfung einen zusätzlichen Erlös je Mastschwein von +4,42 EUR, ohne Abzug der Impfstoffkosten, erzielen. Nach der zusätzlichen *PCV2*-Impfung wurde über einen Mehrerlös von +7,06, ebenso ohne Abzug der Impfkosten, berichtet. Es wurden von keinen Erzeugerpreisen für die Berechnung der Erlöse berichtet. Ebenso wurde nicht berichtet, welche Kosten die einzelnen Impfmaßnahmen verursachten. Für die Autoren ist es offensichtlich, dass die zusätzlichen Erlöse die Kosten der Impfmaßnahmen kompensieren könnten und jedenfalls ein zusätzlicher Erlös für den Landwirt zu erzielen wäre.

Lapierre et al. 2009

Lapierre et al. (2009) analysierten den Effekt einer *PCV2*-Impfung für Absetzferkel (Ingelvac® CircoFLEX™) auf Produktivitätsparameter und den ABE auf einem Schweinemastbetrieb. Der Schweinemastbetrieb verfügt über 7 Masteinheiten, in denen Daten von je 7 Gruppen vor und nach der Impfung als Kontroll- und Behandlungsgruppe gesammelt wurden. Nicht berichtet wurde, welche Anzahl von Mastschweinen sich tatsächlich in Behandlungs- und Kontrollgruppen befanden. Die Ferkel einer Mastgruppe stammten von derselben Sauenherde

und es kam abgesehen von der Impfung zu keinen nennenswerten Änderungen im Management. Als Produktivitätsparameter wurden durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung sowie Mortalitätsrate erhoben. Zudem wurden die Kosten für den ABE erhoben. Ansonsten wurde der ABE nicht quantifiziert. Welche Antibiotika eingesetzt wurden und wie der Gesundheitsstatus der Mastgruppen war, wurde nicht berichtet. Für alle Mastgruppen konnte eine signifikante Verbesserung der Produktivitätsparameter festgestellt werden. Zudem konnten Einsparungen bei den Antibiotikakosten im Durchschnitt von -1,49USD/Mastschwein ($p=0,05$) erzielt werden. Der Mastbetrieb stellte, laut Autor, eine eigene nicht näher erläuterte Deckungsbeitragsrechnung an und errechnete im Jahr einen um mehr als 10 USD/Mastschwein höheren Deckungsbeitrag als Folge der Impfmaßnahme.

Deitmer et al. 2011

In Zusammenhang mit ihrer Publikation von (2009) untersuchten Deitmer et al. 2011 den Effekt der Beendigung der Illeitis-Impfung auf Mastgruppen in einem Großbetrieb in Mecklenburg-Vorpommern. Die Mastschweine wurden von der betriebseigenen Sauenherde produziert und wurden gemäß betrieblicher Praxis am 21. Lebenstag gegen PCV2 sowie *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpft und in Mastgruppen aufgestellt. Im Jahre 2008 entschied der Betriebsleiter die bisherige Praxis der *L. intracellularis*-Impfung am 14. Lebenstag zu beenden. Unter Beibehaltung übriger bisheriger Praxis wurden nicht gegen *L. intracellularis* geimpfte Mastgruppen als Behandlungsgruppe mit zusätzlich gegen besagten Erreger geimpften Mastgruppen als Kontrollgruppe verglichen. Verglichen wurden Produktivitätsparameter wie durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen, Futtermittelverwertung sowie Mortalitätsrate und der perorale ABE quantifiziert als kg/Mastgruppe. Die Behandlungsgruppe umfasste $n=17.950$ Mastschweine, während die Kontrollgruppe $n=4.050$ Schweine umfasste. In der Kontrollgruppe mit aufrechterhaltener Impfpraxis konnte auf den perorale ABE gänzlich ($\sigma = 0$) verzichtet werden. Während in den ungeimpften Behandlungsgruppen der perorale ABE, ausschließlich nach Indikation Illeitis und dem Wirkstoff Tylosin, signifikant auf 2,56kg/Mastgruppe $\sigma = 1,57$ ($p=0,0001$) anstieg. Nach Beendigung der Illeitis-Impfung konnte eine signifikante Verschlechterung der durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen -31g/Tag ($p=0,002$) sowie der Futtermittelverwertung +0,16 kg/kg gemessen werden ($p=0,009$). Die Mortalitätsrate verschlechterte sich numerisch jedoch nicht signifikant von 3,15% mit Illeitis-Impfung auf

3,31% ohne. Die beobachteten nachteiligen Veränderungen der Produktivitätsparameter führten laut Autoren zu Mindererlösen von -4,06EUR je Mastschwein. Die Kosten der Therapiekosten wurden noch nicht abgezogen und es wurden keinerlei Kosten berichtet oder erhoben. Die Erzeugerpreise wurden nicht berichtet.

Literaturverzeichnis der Anhänge I und II

Adam M. 2009. A meta-analysis of field experience with vaccination against ileitis showing a reduction in antibiotic use. 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork): 330-323.

Brockhoff E, Cunningham G, Misutka C. 2009. A retrospective analysis of a high health commercial pig production system showing improved production and reduced antibiotic use after implementation of a PCV2 vaccination. Proceedings to the 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork); September 2009 Canada: 182-184.

Brons N, Hughes A, Adam M. 2009. Antibiotic reduction on farms in the United Kingdom, as a result of the introduction of PCV2 vaccination in piglets. Proceeding of eafe pork 2009-Quebec city: 351-354.

Deitmer R, Klien K, Keller C, Kubiak R, Adam M. 2009. Efficacy and safety of the partial concurrent use of four vaccines on a German farm. *Praktischer Tierarzt*, 90 (4): 346-355.

Deitmer R, Klien K, Adam M. 2011. The effects of cessation of Ileitis vaccination on performance parameters and antibiotic use. *Praktischer Tierarzt*, 92: 510-515.

Lapierre S, Adam M, Richard D, Desrosiers R. 2009. Reduction of antibiotic usage and production performance following the use of a PCV2 vaccine. Proceedings to the 8th International Symposium on the Epidemiology and Control of Foodborne Pathogens in Pork (SafePork); September 2009 Canada: 171-172.

Voets H, Hardge T. 2007. Reducing antimicrobial use in pig production by vaccination. Allen D. LemanSwine Conference. St. Paul, United States of America.

11.3 Anhang III – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (Moher et al. 2009)

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.	

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	
FUNDING			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	