

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinik für Schweine

(Leiter: Univ.Prof. Dr.med.vet. Andrea Ladinig, Dipl.ECPHM)

**Lungenscoreergebnisse bei österreichischen Mastschweinen im Jahr 2018
unter besonderer Berücksichtigung des Impfstatus gegenüber *Mycoplasma
hyopneumoniae* und dem Porcinen Circovirus Typ 2**

Diplomarbeit

vorgelegt von

Judith Sailer

Wien, November 2020

Betreuer und Begutachter:

Univ.Prof. Dr.med.vet. Wolfgang Sipos, Dipl.ECPHM

2. Begutachter:

Univ.Prof. Dr.med.vet Herbert Weissenböck, Dipl.ECPHM

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Bedeutung respiratorischer Erkrankungen beim Schwein	1
1.2	Einteilung Lungenveränderungen	2
1.2.1	Einteilung Pneumonien.....	2
1.2.1.1	Katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie.....	3
1.2.1.2	Fibrinöse Bronchopneumonie.....	4
1.2.1.3	interstitielle Pneumonie.....	4
1.2.1.4	embolische Pneumonie	5
1.2.1.5	granulomatöse Pneumonie	5
1.2.2	Pleuritis.....	5
1.3	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	6
1.3.1	Erreger	6
1.3.2	Pathogenese	8
1.3.3	Pathoanatomisches Bild	8
1.4	<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	9
1.4.1	Erreger	10
1.4.2	Pathogenese	11
1.4.3	Pathoanatomisches Bild	11
1.5	Porcines Circovirus 2	12
1.5.1	Erreger	12
1.5.2	Pathogenese	13
1.5.3	Pathoanatomisches Bild	14
1.6	Lungenscoringmethoden.....	14
1.6.1	Scoringsystem nach MADEC	14
1.6.2	Slaughterhouse Pleurisy Evaluation System	15
1.7	Fragestellung.....	15
1.8	Ziel der Untersuchung.....	16
2	Material und Methoden.....	17
2.1	Informationen zu den Betrieben	17

2.2	Informationen zu den Tieren.....	20
2.3	Beurteilung der Lungen am Schlachthof.....	20
2.4	Lungenscoringmethode und erhobene Parameter.....	21
2.4.1	EP-assoziierte Läsionen.....	21
2.4.2	Dorsokaudale Pleuritis.....	21
2.4.3	Kraniale Pleuritis.....	22
2.4.4	Narben.....	22
2.5	Statistische Auswertung.....	22
3	Ergebnisse.....	23
3.1	Effekte der Impfung auf EP-assoziierte Läsionen.....	24
3.2	Effekte der Impfung auf dorsokaudale Pleuritis.....	27
3.3	Effekte der Impfung auf kraniale Pleuritis.....	29
3.4	Effekte der Impfung auf Narben.....	30
4	Diskussion.....	32
5	Zusammenfassung.....	37
6	Summary.....	38
7	Literaturverzeichnis.....	39
8	Abkürzungsverzeichnis.....	47
9	Tabellenverzeichnis.....	49
10	Abbildungsverzeichnis.....	50
11	Danksagung.....	51

1 Einleitung

1.1 Bedeutung respiratorischer Erkrankungen beim Schwein

Erkrankungen des Respirationstraktes sind in der modernen Schweinehaltung von großer Bedeutung und führen aufgrund von erhöhten Mortalitätsraten, geringeren Wachstumsraten, verminderter Futtereffizienz, erhöhten Therapiekosten (VanAlstine 2012) und verminderter Fleischqualität (Permentier et al. 2015) zu erheblichen ökonomischen Verlusten. Zudem wirken sie sich negativ auf das Tierwohl aus (VanAlstine 2012). Erkrankungen des Atmungsapparats entstehen durch das Zusammenspiel infektiöser und nicht infektiöser Faktoren. Der Begriff Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC) wurde eingeführt um respiratorische Erkrankungen zusammenzufassen und bezieht Viren, Bakterien und nicht infektiöse Ursachen mit ein (Rech et al. 2018, Thacker 2006, Zachary und McGavin 2013). Zu den wichtigsten viralen Erregern zählen das Porcine Circovirus 2 (PCV2), das Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV) und das Schweineinfluenzavirus (SIV). *Mycoplasma hyopneumoniae* (*M. hyopneumoniae*) spielt als Verursacher der enzootischen Pneumonie (EP) eine primäre Rolle und trägt als Wegbereiter für sekundäre Infektionen mit Bakterien zur Entstehung des PRDC bei (Palzer et al. 2005). *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP), *Pasteurella multocida* (*P. multocida*), *Bordetella bronchiseptica* (*B. bronchiseptica*) und *Glaesserella parasuis* (GPS) zählen zu den wichtigsten bakteriellen Erregern von respiratorischen Erkrankungen (Palzer et al. 2005). PCV2 und *M. hyopneumoniae* zählen neben PRRSV und dem SIV im Moment in Europa zu den bedeutendsten primären respiratorischen Krankheitserreger (Fablet et al. 2012b, Hansen et al. 2010, Hillen et al. 2014). Neben infektiösen Ursachen spielen Faktoren wie Management, Genetik, Herkunft, Schadgase, Herdengröße, Klima, Geschlecht und Heredität eine Rolle (Sørensen et al. 2006). Die Übertragung respiratorischer Erkrankungen erfolgt entweder durch direkten Kontakt (häufig über zugekaufte Schweine) oder indirekt über Fahrzeuge, Personen, Schädlinge und Vögel. Je nach Erreger können sich respiratorische Krankheiten auch aerogen innerhalb eines Betriebs oder über mehrere Betriebe ausbreiten (VanAlstine 2012). Für das Monitoring von respiratorischen Erkrankungen werden klinische und pathologische Untersuchungen, Laboranalysen und Schlachthofuntersuchungen durchgeführt (Sørensen et al. 2006). Schlachthofuntersuchungen liefern wichtige Informationen für die Kontrolle und die Prävention von respiratorischen Erkrankungen und deren Ursachen (Andreasen et al. 2001, ter Beek 2007). Um respiratorischen Erkrankungen vorbeugend entgegenzuwirken haben sich

in Deutschland und Österreich Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 zu einer Standardmethode entwickelt. Trotzdem passiert es immer wieder, dass Landwirte aus Kostengründen oder aufgrund eines insgesamt verbesserten Gesundheitsstatus durch die Impfungen, teilweise letztere aussetzen ohne sich bewusst zu sein, dass gerade die regelmäßigen Impfungen für den guten Lungengesundheitsstatus verantwortlich sind. Untersuchungen von Lungen am Schlachthof können helfen, Landwirte auf die Wichtigkeit einer Impfung hinzuweisen oder die Konsequenz einer nicht durchgeführten Impfung vor Augen zu führen.

1.2 Einteilung Lungenveränderungen

Zu den wichtigsten Lungenveränderungen, die unter anderem auch bei Untersuchungen am Schlachthof beobachtet werden können, zählen Pneumonien in den kranioventralen Lungenanteilen und Pleuritiden mit typischen Läsionen in den kaudalen Lungenlappen (Brewster et al. 2017, Merialdi et al. 2012). Pneumonien mit charakteristischen Veränderungen in den kranioventralen Anteilen der kranialen Lungenlappen, des mittleren und des akzessorischen Lungenlappens und in den kranioventralen Anteilen der kaudalen Lungenlappen werden als EP-assoziierte Läsionen bezeichnet (Kobisch und Friis 1996). EP-assoziierte Läsionen sind eng mit *M. hyopneumoniae* assoziiert (Amanfu et al. 1984, Hillen et al. 2014). APP steht signifikant im Zusammenhang mit dorsokaudaler Pleuritis (Fablet et al. 2012b) aber auch mit Bronchopneumonie, neben anderen Bakterien wie *P. multocida* und α -hämolyisierenden Streptokokken (Elicker et al. 2009a, Merialdi et al. 2012). Pleuritis in den dorsokaudalen Lungenlappen impliziert mit hoher Wahrscheinlichkeit eine durch APP vorher durchgemachte Pleuropneumonie und wird oft unterschätzt (Merialdi et al. 2012).

1.2.1 Einteilung Pneumonien

Pneumonien können aufgrund von pathomorphologischen Unterschieden in fünf Typen eingeteilt werden (Zachary und McGavin 2013):

- Katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie
- fibrinöse Bronchopneumonie
- interstitielle Pneumonie

- granulomatöse Pneumonie
- embolische Pneumonie

Die reale Feldsituation zeigt jedoch, dass oft mehrere Erreger an porzinen Lungenerkrankungen beteiligt sind und diese zur gleichen Zeit mehrere Typen von Pneumonien auslösen können (Eddicks et al. 2017).

Das Auftreten, die Verteilung und der Schweregrad einer Pneumonie ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie Alter, Genetik, Immunstatus des Patienten, Art des Infektionserregers, Umweltfaktoren und Management (Eddicks et al. 2017, Zachary und McGavin 2013).

1.2.1.1 Katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie

Typisch für katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonien sind Veränderungen der kranioventralen Lungenabschnitte. Die betroffenen Lungenläppchen werden atelektatisch oder emphysematös und verfärben sich dunkelrot. Die Konsistenz der betroffenen Areale verfestigt sich (Baumgärtner und Gruber 2015). Der Entzündungsprozess ist anfangs meistens auf einzelne Läppchen begrenzt, kann sich aber durch Poren und zerstörte Alveolarwände über mehrere Läppchen ausbreiten, bis ein ganzer Lappen oder mehrere Lungenabschnitte von der Läsion betroffen sind. Purulentes Exsudat kann aus den Bronchien ausgedrückt werden. Gesundes und erkranktes Gewebe sind scharf voneinander abgrenzbar. Bei einer akuten Entzündung sind die betroffenen Lungenabschnitte hyperämisch und ödematös. Typisch für eine chronische Entzündung ist eine purulente, katarrhalische Entzündung, Atelektase, Infiltration mit mononukleären Zellen, peribronchiale lymphoide Hyperplasie und alveoläre Fibrose (Zachary und McGavin 2013). Histologisch sind Bronchien, Bronchiolen und Alveolen mit einem mukopurulentem Exsudat angereichert, in dem sich primär neutrophile Granulozyten befinden. Katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonien können vollständig ausheilen, häufig kommt es jedoch zu Komplikationen vor allem bei chronischen Entzündungen. Narben, pleurale und pulmonale Fibrose, Bronchiektasie, Atelektase, pleurale Adhäsionen und Lungenabszesse können in Folge auftreten. Die EP ist ein typisches Beispiel für eine chronische, katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie. Meistens entstehen katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonien durch bakterielle Sekundärinfektionen, in Folge einer primären

Entzündung durch Viren oder Mykoplasmen (Zachary und McGavin 2013), wie z.B. bei *M. hyopneumoniae* und *P. multocida* (Park et al. 2016).

1.2.1.2 Fibrinöse Bronchopneumonie

Die fibrinöse Bronchopneumonie ähnelt der katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonie, das gebildete Exsudat enthält jedoch vor allem Fibrin anstelle von neutrophilen Granulozyten (Zachary und McGavin 2013). Bei fibrinösen Pneumonien sind meistens ganze Lungenlappen betroffen. Häufig werden diese Läsionen von Pleuritis begleitet, daher wird als Synonym für eine fibrinöse Bronchopneumonie auch Pleuropneumonie verwendet. Makroskopisch unterscheidet sich das Bild je nach Alter und Schweregrad der Läsionen (Baumgärtner und Gruber 2015). Zu Beginn verfärbt sich das Lungengewebe aufgrund von Hyperämie und Blutungen dunkelrot, später verfestigt sich die Lungentextur und auf der Pleura bilden sich Fibrinbeläge. Auf der Schnittfläche sieht man dilatierte und ödematisierte interlobuläre Septen mit thrombosierten Lymphgefäßen und fokalen Nekrosen (Zachary und McGavin 2013). Histologisch ist im Anfangsstadium hyperämisches Gewebe mit proteinreichem Exsudat zu sehen, welches sich im Laufe der Zeit mit Entzündungszellen anreichert. Im chronischen Stadium bildet sich Granulationsgewebe und das Gewebe verfestigt sich. Fibrinöse Pneumonien werden vor allem durch eine Infektion mit Bakterien verursacht (Baumgärtner und Gruber 2015).

1.2.1.3 interstitielle Pneumonie

Bei interstitiellen Pneumonien findet der Entzündungsprozess in den Alveolarwänden und dem Interstitium statt. Bei einer interstitiellen Bronchopneumonie ist die Bronchialschleimhaut mitbetroffen. Interstitielle Pneumonien entstehen meist durch eine Infektion mit Viren. Die Veränderungen sind diffus verteilt, die Farbe des Lungengewebes kann stark variieren. Die betroffenen Lungen zeigen einen schlechten Retraktionszustand, oft tritt zudem ein interstitielles Ödem oder Emphysem auf. Histologisch ist in der frühen Phase Ödemflüssigkeit mit Fibrin in den Alveolen zu sehen. In späteren Stadien entsteht häufig eine Hyperplasie von Pneumozyten Typ 2 und alveoläre Fibrose (Baumgärtner und Gruber 2015, Zachary und McGavin 2013).

1.2.1.4 embolische Pneumonie

Bei der embolischen Pneumonie spielt sich der Entzündungsprozess in den Lungenarteriolen und in den Kapillaren der Alveolen ab. Bakterien gelangen über das Blut in die Lunge. Charakteristisch sind multifokale Läsionen, die in der ganzen Lunge verteilt sind. Zu Beginn sind kleine weiße Entzündungsherde zu sehen, die von einem roten Wall umgeben sind. Meistens entwickeln sich aus diesen Entzündungsherden Abszesse, die im Gegensatz zur katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonie, diffus über die ganze Lunge verteilt sind (Zachary und McGavin 2013). Embolische Pneumonien entstehen häufig aufgrund von rupturierten Abszessen, Omphalophlebitis, Endokarditis (Zachary und McGavin 2013), sowie aufgrund chronischer Hautinfektionen, ausgelöst durch Rangordnungskämpfe oder Schwanzbeißen (Marques et al. 2012). Typische Erreger beim Schwein sind *Erysipelothrix rhusiopathiae* und *Streptococcus suis* (Zachary und McGavin 2013).

1.2.1.5 granulomatöse Pneumonie

Eine granulomatöse Pneumonie entsteht durch eine Infektion mit Pilzen, Mykobakterien oder Parasiten. Makroskopisch sind verkäsende oder nicht verkäsende Granulome zu sehen, die über die ganze Lunge verteilt sind. Diese können als noduläre, gut abgegrenzte, feste Knoten palpirt werden. Mikroskopisch weisen Granulome einen nekrotischen Kern mit einem Wall aus Makrophagen und Riesenzellen auf. Im angrenzenden Bindegewebe befinden sich zudem Lymphozyten und Plasmazellen (Baumgärtner und Gruber 2015, Zachary und McGavin 2013).

1.2.2 Pleuritis

Pleuritis ist eine Entzündung der viszeralen oder parietalen Pleura. Aufgrund des Typs von Exsudat kann zwischen fibrinöser, granulomatöser, suppurativer und hämorrhagischer Pleuritis unterschieden werden. Pleuritis kann infolge einer Pneumonie, in erster Linie infolge einer fibrinösen Bronchopneumonie, oder ohne vorhergehende Pneumonie entstehen. Porzine Pleuropneumonie ist ein Beispiel für Pleuritis, die sekundär aufgrund einer fibrinösen Bronchopneumonie entsteht (Zachary und McGavin 2013). Pleurale Läsionen können vermehrt in den dorsokaudalen Lungenlappen oder in den kranioventralen Lungenlappen

auftreten. Pleuritiden, welche die dorsokaudalen Lungenlappen betreffen, werden in erster Linie durch APP verursacht, gefolgt von anderen bakteriellen Erregern wie GPS, *P. multocida* oder *S. suis* (Christensen et al. 1999, Merialdi et al. 2012, Meyns et al. 2011). Diese Läsionen haben schwerwiegende Folgen auf die physiologische Atmung, da die Verklebungen die elastische Erweiterung des Lungenparenchyms beeinflussen (Christensen et al. 1999, Merialdi et al. 2012, ter Beek 2007). Pleurale Läsionen in den kranioventralen Lungenlappen zeigen eher moderate Verklebungen und entstehen meist sekundär durch Infektionen mit *M. hyopneumoniae* oder anderen Pathogenen (ter Beek 2007). Es kann zwischen fibrinöser und fibröser Pleuritis unterschieden werden. Neben infektiösen Ursachen spielen Managementfaktoren, wie die gemeinsame Aufzucht von Schweinen mit über einem Monat Altersunterschied, Regruppieren und wiederholtes Umstallen eine große Rolle für das Auftreten von Pleuritis (Jäger et al. 2012).

1.3 *Mycoplasma hyopneumoniae*

Mycoplasma hyopneumoniae ist einer der bedeutendsten Erreger für respiratorische Erkrankungen beim Schwein weltweit und der primäre pathogene Erreger der EP. Die EP ist charakterisiert durch eine Infektion mit *M. hyopneumoniae* und durch Sekundärinfektionen mit anderen pathogenen Erregern wie *P. multocida*, *S. suis*, GPS oder APP (Thacker 2006). Auch im PRDC spielt *M. hyopneumoniae* neben anderen Erregern wie PRRSV, PCV2 oder Schweineinfluenzaviren eine Rolle (Thacker 2006). Die EP ist eine infektiöse, aber multifaktorielle Erkrankung. Managementfaktoren, der Immunstatus der Tiere, Luftverhältnisse, Schadgaskonzentrationen, Luftfeuchtigkeit, Temperatur und Anzahl der Herkünfte sind wichtige Risikofaktoren, die das Auftreten von EP in Schweineherden begünstigen können (Zachary und McGavin 2013).

1.3.1 Erreger

M. hyopneumoniae sind runde bis ovale Bakterien und haben einen mittleren Durchmesser von 0,2 µm. Sie besitzen keine Zellwand, sondern sind nur von einer einfachen Plasmamembran umgeben. Dadurch sind β-Laktam-Antibiotika gegenüber *M. hyopneumoniae* unwirksam (Kobisch und Friis 1996). Im Zytoplasma befindet sich fibrilläres Zellmaterial. Die

Kolonien sind 0,5 mm groß und bilden keinen dunkleren Bereich im Zentrum (Kobisch und Friis 1996). Da die kulturelle Anzucht von *M. hyopneumoniae* umständlich ist, wird die Diagnose oft aufgrund der für den Erreger typischen Läsionen getroffen und durch zusätzliche Nachweisverfahren (PCR, ELISA, Immunhistochemie) bestätigt (Zachary und McGavin 2013). Die Übertragung erfolgt entweder durch direkten Kontakt, zum Beispiel bei Neugruppierungen, über vertikale Übertragung von der Sau auf die Ferkel oder aerogen (Scherer 2008). Die Krankheit breitet sich innerhalb der Herde eher langsam aus und die Tiere zeigen meist mit einem Alter von drei bis sechs Monaten klinische Symptome (Thacker 2006). Klinisch kann zwischen einem akuten und einem chronischen Krankheitsverlauf unterschieden werden. Bei einer akuten Infektion sind alle Altersgruppen betroffen (Zachary und McGavin 2013). Die Tiere zeigen trockenen Husten, welcher Wochen bis Monate andauern kann. Andere klinische Symptome, wie zum Beispiel Fieber oder verminderter Appetit entstehen durch die Infektion mit Sekundärerregern (Thacker 2006). Von der chronischen Verlaufsform sind vor allem jüngere Tiere betroffen, ältere Tiere entwickeln eine Immunität. Da die EP vor allem durch Stressfaktoren ausgelöst wird, ist ein gutes Betriebsmanagement und die Verbesserung von Haltungsbedingungen unerlässlich. (Zachary und McGavin 2013). Die Etablierung eines Rein-Raus-Verfahrens, angemessene Herdengrößen, die Kontrolle anderer respiratorischer Erkrankungen und optimale Klimabedingungen sind maßgebliche Faktoren für die Prävention der EP. Der Einsatz von Antibiotika kann helfen die Erkrankung unter Kontrolle zu bringen. Tetracykline, Makrolide, Lincosamide, Pleuromutiline, Fluorchinolone sind einige Beispiele für Antibiotika, die eingesetzt werden können. Die Vakzination ist ein wichtiger Bestandteil der Prophylaxe und führt zu verminderten klinischen Symptomen, zu einer geringeren Ausprägung von Lungenläsionen und zu einem reduzierten Einsatz von Antibiotika. Die Kolonisation durch *M. hyopneumoniae* kann aber nicht vollständig verhindert werden. Es gibt verschiedenen Vakzinationsstrategien, welche abhängig von dem Produktionssystem, Management und Herdentyp eingesetzt werden (Maes et al. 2008). Im Handel sind One-Shot Präparate, kombinierte One-Shot Präparate welche sowohl *M. hyopneumoniae* als auch PCV2 abdecken oder Two-Shot Präparate erhältlich. In vielen europäischen Ländern, wie auch in Österreich sind Two-Shot Präparate weit verbreitet (Cvjetković et al. 2018a).

1.3.2 Pathogenese

Die Pathogenese der Erkrankung ist nicht vollkommen geklärt. *M. hyopneumoniae* haftet sich mit Hilfe des Adhäsionsproteins p97 und anderen Glykoproteinen an die Zilien der Bronchien. Es kommt zur Ziliostase (Thacker 2006). Dadurch kann *M. hyopneumoniae* das Epithelgewebe von Trachea und Bronchien in den kranioventralen Teilen der Lunge besiedeln (Zachary und McGavin 2013). Durch die herabgesetzte mukoziliäre Clearance können sich auch Sekundärerreger wie *P. multocida*, *B. bronchiseptica* und APP ansiedeln (Thacker 2006). In weiterer Folge wandern neutrophile Granulozyten in die Mukosa ein und es kommt zum Verlust der Zilien. Auch mononukleäre Zellen wandern in das peribronchiale, bronchiale und alveoläre Interstitium ein (Zachary und McGavin 2013). *M. hyopneumoniae* hat außerdem immunsuppressive Eigenschaften, die Phagozytenaktivität wird verringert und die chemischen Eigenschaften des Mukus werden verändert. Durch diese Mechanismen werden Sekundärinfektionen begünstigt, die eine katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie entstehen lassen (Zachary und McGavin 2013). Die Inkubationszeit beträgt im Feld zehn bis 14 Tage (Thacker 2006).

1.3.3 Pathoanatomisches Bild

Die EP ist ein typisches Beispiel für eine katarrhalisch-eitrige Pneumonie. Die Läsionen, die durch *M. hyopneumoniae* verursacht werden, sind oft mild bis moderat und verschlimmern sich durch Sekundärinfektionen mit anderen Erregern, wie z.B. *P. multocida* und *B. bronchiseptica*. (Zachary und McGavin 2013). Zu Beginn der Infektion befinden sich die Läsionen, die durch eine Infektion mit *M. hyopneumoniae* entstehen, vor allem in den kranialen Lungenlappen und treten häufig bilateral auf (Maes et al. 2008). Die Veränderungen sind fokal und gut abgegrenzt (Thacker 2006). Bei schwereren Infektionen breiten sich die Läsionen in mehrere oder alle kranioventralen Anteile der Lunge aus. Bei einer akuten Infektion haben die betroffenen Areale eine rote bis dunkelrote Farbe. Bei einem chronischen Verlauf der Entzündung hingegen sind die Veränderungen eher blass und gräulich (Zachary und McGavin 2013). Die Konsistenz verfestigt sich (Thacker 2006). Aus Bronchien und Bronchiolen kann Exsudat ausgedrückt werden. Dieses ist je nach Stadium der Infektion und Beteiligung von Sekundärerregern purulent, mukopurulent oder mukoid (Zachary und McGavin 2013). Im pathohistologischen Schnitt sind Makrophagen und neutrophile Granulozyten in den

Bronchien, Bronchiolen und Alveolen zu sehen. In manchen Fällen werden die Bronchiolen durch Exsudat verschlossen und Teile der Lunge werden atelektatisch. Häufig ist die katarrhalisch-eitrige Bronchopneumonie mit einer milden fibrinösen Pleuritis vergesellschaftet. Diese verschlimmert sich, wenn andere Erreger wie *P. multocida* oder APP beteiligt sind. Bei schweren Infektionen bilden sich im späten Verlauf Abszesse und fibrinöse Adhäsionen der Pleura (Zachary und McGavin 2013). Werden die Läsionen durch eine reine Infektion mit *M. hyopneumoniae* gebildet, heilen diese 2 Monate nach erfolgter Infektion ab, aber Narben und Pleuritis bleiben länger bestehen (Kobisch et al. 1993, Maes et al. 2008, Sørensen et al. 1997). Narben entstehen, wenn Läsionen zehn Wochen post infectionem nicht abheilen (Grosse Beilage et al. 2009). Läsionen, die durch *M. hyopneumoniae* und *P. multocida* verursacht werden, sind größer, als jene, die durch eine Monoinfektion mit *M. hyopneumoniae* verursacht werden (Sørensen et al. 1997).

1.4 *Actinobacillus pleuropneumoniae*

Actinobacillus pleuropneumoniae ist der Krankheitserreger der Pleuropneumonie der Schweine. Die Porzine Pleuropneumonie ist eine hoch kontagiöse, weltweit bedeutende respiratorische Erkrankung und betrifft vor allem Mastschweine in der Wachstumsphase und in der Endmast (Sibila et al. 2014). In der virulentesten Ausprägung kommt es zu fibrinös-hämorrhagischer und nekrotisierender Pleuropneumonie. Überlebende oder asymptomatische Tiere werden zu Trägern des Erregers, welcher in den Tonsillen, Nasenhöhlen oder in Lungensequestern persistieren kann. Als Sekundärerreger im PRDC kann APP zu einem verschlimmerten Krankheitsbild und erhöhten Mortalitätsraten führen (Gottschalk 2012), insbesondere durch eine vorherige Infektion mit *M. hyopneumoniae* (Marois et al. 2009). Herden können subklinisch infiziert sein ohne klinische Symptome oder sichtbare Läsionen im Schlachthof zu zeigen. Eine der wichtigsten Maßnahmen ist die Identifikation von subklinisch infizierten Tieren und Herden, da Trägartiere den wichtigsten Übertragungsweg darstellen und es durch umweltbedingte Stressfaktoren oder aufgrund von Ko-Infektionen mit anderen Pathogenen zu einem Ausbruch kommen kann. Ökonomisch spielt APP vor allem aufgrund von erhöhten Mortalitätsraten und erhöhten Therapie- und Produktionskosten eine Rolle (Gottschalk 2012). In den letzten Jahren häufen sich die klinischen Fälle nicht nur in Deutschland, sondern auch in Österreich (Cvjetković et al. 2018b).

1.4.1 Erreger

APP ist ein gramnegatives, kokkoides Stäbchen und ist in der Lage eine Kapsel auszubilden. Es können zwei Biotypen unterschieden werden, wobei Biotyp I NAD-abhängiges Wachstum auf Blut-Agar-Platten zeigt und Biotyp II NAD-unabhängiges Wachstum (Gottschalk 2012). Bis jetzt können 16 Serovare unterschieden werden (Bossé et al. 2017). Serotyp 2 Stämme sind hauptverantwortlich für die meisten Ausbrüche in Europa und sind hochvirulent aufgrund der Sekretion von Zytotoxinen Apx II und Apx III (Gottschalk 2012). Die Virulenz von APP Stämmen variiert sehr stark. Hoch virulente Stämme führen zu hohen Mortalitätsraten. Zudem können Stämme eines Serotyps in einem Land hochvirulent sein, in einem anderen Land schwach virulent. APP bildet Kolonien von 0,5 mm bis 1 mm und ist β -hämolisierend (Gottschalk 2012). Klinisch kann zwischen einer subakuten, einer akuten und einer chronischen Form unterschieden werden. Die subakute Form zeichnet sich durch hohe Mortalitätsraten und plötzlichen Tod aus. Betroffene Tiere zeigen hohes Fieber (41 °C), Dyspnoe, Kreislaufversagen und Apathie. Typisch für diese Form ist ein blutbefleckter Rüssel (Sassu et al. 2018). Bei der akuten Form zeigen Tiere Anorexie, Fieber (bis 41 °C) und respiratorische Symptome. Chronisch infizierte Tiere, welche die akute Phase überstanden haben, zeigen häufig keine Symptome. Bei pathoanatomischen Untersuchungen oder im Schlachthof sind fibroplastische Pleuritis und fibrotisches Gewebe rund um Sequester zu sehen (Meriardi et al. 2012). Die Übertragung zwischen Herden erfolgt hauptsächlich über Trägertiere aber auch aerogen. Die Ansteckung erfolgt über direkten Kontakt oder durch engen Kontakt von der Sau auf ihre Ferkel. Der Erreger überlebt unter trockenen, warmen Bedingungen nicht, kann aber in feuchterem Milieu mehrere Tage bis Wochen und in klarem Wasser bei 4 °C bis zu 30 Tage überleben (Gottschalk 2012). Am häufigsten werden Tiere zwischen der zwölften und 16. Lebenswoche infiziert. Maternale Antikörper sind bis zu neun Wochen post partum nachweisbar, aber bieten nur in den ersten vier Wochen genügend Schutz (Marsteller und Fenwick 1999). Diagnostische Möglichkeiten für den Erregernachweis liefern pathologisch-anatomische Befunde. Ein kultureller Erregernachweis ist bei akut erkrankten Tieren, ohne Vorbehandlung auch möglich. Weitere Möglichkeiten bieten PCR und Serologie mit Serotypdifferenzierung (Gottschalk 2012). Die Therapie von APP mit Antibiotika ist vor allem in der Anfangsphase von akut erkrankten Tieren nützlich, da es die Mortalitätsrate verringern kann. Für die Prävention und Kontrolle von APP, sind auch Biosicherheitsmaßnahmen nötig. Eine weitere wichtige Maßnahme stellt die Vakzination dar. Es gibt Impfstoffe gegen bestimmte Serovare, aber auch Subunitvakzinen, die auf die Apx-

Toxine abgestimmt sind (Gottschalk 2012), oder auch Kombinationsimpfstoffe, die sowohl Serovare als auch Toxoide enthalten (Hennig-Pauka 2018).

1.4.2 Pathogenese

Die Inkubationszeit ist sehr variabel. In extremen Fällen beträgt sie nur wenige Stunden, unter dem Einfluss von Stressfaktoren (z.B. Absetzen, Umgruppieren) können die ersten Tiere 24 Stunden nach Infektion verenden (Sassu et al. 2018). Adhäsion, Nährstoffentzug, Immunevasion und das Verursachen von Lungenläsionen machen APP zu einem virulenten Erreger (Bossé et al. 2002). Weitere wichtige Virulenzfaktoren von APP sind RTX- und Apx-Toxine, Kapselantigene, Fimbrien, Adhäsine, Lipopolysaccharide, Hämolysine, Zytotoxine und Permeabilitätsfaktoren. APP haften sich an die Zellen an, bilden Poren in den Zellmembranen und beschädigen Kapillar- und Alveolarwände. Es kommt zu einem Verlust der Kapillarpermeabilität und zu Thrombenbildung. Die Phagozytenfunktion wird beeinträchtigt und die Clearance wird vermindert (Zachary und McGavin 2013). Apx-Toxine werden unterteilt je nach Zytotoxizität, hämolytischer Aktivität und Verteilung in den Serovaren. Apx I ist hoch zytotoxisch und hämolytisch und wird von den Serovaren 1, 5a, 5b, 9, 10, 11, 14 und 16 produziert (Hennig-Pauka 2016). Apx II ist schwach hämolytisch und moderat zytotoxisch und kommt in allen Serovaren vor, außer in Serovar 10 und 14. Apx III ist nicht hämolytisch, aber stark zytotoxisch und wird von den Serovaren 2, 3, 4, 6, 8 und 15 gebildet (Sassu et al. 2018). Das Apx-Toxin IV wird von allen Serotypen während der Infektion produziert und kann im indirekten Nachweis genutzt werden, wo es von der Impfreaktion klar unterschieden werden kann (Hennig-Pauka 2016).

1.4.3 Pathoanatomisches Bild

Charakteristisch für die Erkrankung ist eine fibrinöse Bronchopneumonie mit extensiver Pleuritis. Es ist hauptsächlich die dorsale Fläche der kaudalen Lungenlappen betroffen. Ist eine große Fläche des kaudalen Bereiches der Lunge von fibrinöser Pleuropneumonie betroffen, spricht das fast pathognomonisch für APP (Zachary und McGavin 2013). Die Läsionen sind unilateral oder bilateral, diffus oder multifokal und sind gut abgegrenzt. In perakuten Fällen sind Trachea und Bronchien mit einem schaumig-blutigen Exsudat gefüllt.

Später sind die betroffenen Lungenareale dunkelrot bis violett und die Konsistenz verfestigt sich und es bilden sich Fibrinbeläge. An der Schnittfläche sind Blutungen und Nekroseherde sichtbar. In akuten Fällen bilden sich vermehrt Fibrinbeläge auf der Pleura. Der Thorax ist mit blutigem Exsudat gefüllt. Die Konsistenz der Lunge ist fest und ist durch dunkelrote bis violette Areale gekennzeichnet. Im Schnitt ist ein heterogenes Muster zu sehen. Es gibt Blutungen und nekrotische Bereiche, welche von Fibrin umschlossen sind (Gottschalk 2012). In den erweiterten interlobulären Septen befindet sich fibrinöses bis blutiges Exsudat (Zachary und McGavin 2013). Bei Schweinen mit chronischer Pleuropneumonie entsteht in weiterer Folge eine fibröse Pleuritis mit Verklebungen zwischen viszeraler und parietaler Pleura. Im Schlachthof bleiben diese Lungen häufig am Schlachtkörper kleben (Gottschalk 2012). Außerdem können sich Sequester bilden, dabei werden große Lungenstücke durch Bindegewebe abgekapselt (Zachary und McGavin 2013). Es hat sich herausgestellt, dass eine hohe Prävalenz von fibröser Pleuritis am Schlachthof auf eine vorherige Infektion mit APP zurückzuführen ist (Fraile et al. 2010, Meyns et al. 2011). Pathohistologisch sind koagulative Nekroseherde umgeben von Leukozyten typisch für Pleuropneumonie. Die interlobulären Septen dehnen sich aufgrund von Ödemen und lymphatischen Thrombosen aus. In den Bronchiolen und Alveolen befindet sich eine ödematöse Flüssigkeit mit Fibrin, neutrophilen Granulozyten und Makrophagen (Zachary und McGavin 2013).

1.5 Porcines Circovirus 2

1.5.1 Erreger

Das Porcine Circovirus 2 (PCV2) ist ein sehr kleines (17 nm), einzelsträngiges DNA-Virus (Tischer et al. 1982) und wurde erstmals 1998 beschrieben (Allan et al. 1998a, Allan et al. 1998b, Opriessnig und Langohr 2012).

PCV2 gilt neben *M. hyopneumoniae* als einer der gefährlichsten und ökonomisch bedeutendsten Erreger weltweit und führt zu einer Vielzahl an unterschiedlichen Krankheitsbildern, welche unter Porcine Circovirus Diseases (PCVD) zusammengefasst werden (Marks et al. 2016). Dazu zählen PCV2 Subclinical Infection (PCV2-SI), PCV2 Systemic Disease (PCV2-SD), PCV2 Lung Disease (PCV2-LD), PCV2 Enteric Disease (PCV2-ED), PCV2 Reproductive Disease (PCV2-RD) und das Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome (PDNS) (Segalés 2012). Die klinischen Symptome sind sehr

unterschiedlich je nach Manifestation des Erregers. Verminderte mittlere Tageszunahmen sind typische Symptome für PCV2-SI. Bei der PCV2-SD gibt es vermehrt Kümmerer nach dem Absetzen und hohe Gewichtsverluste. Bei der Lungenform PCV2-LD zeigen betroffene Tiere Atembeschwerden und Dyspnoe. Das wichtigste Symptom der enterischen Form PCV2-ED ist Diarrhoe. Aborte, Mumifikation oder vermehrtes Umrauschen sind typische Symptome für PCV2-RD. Charakteristisch für PDNS sind Hautveränderungen an der Hintergliedmaße (Segalés 2012). PCV2 wird über Kot, Urin und Sperma ausgeschieden und über direkten Kontakt oronasal übertragen (Bolin et al. 2001, Magar et al. 2000). Auch eine vertikale Übertragung von der Sau auf die Ferkel ist beschrieben (O'Connor et al. 2001). Der Nachweis erfolgt mit Hilfe von klinischen Symptomen, histopathologischen Untersuchungen und durch direkten Erregernachweis mittels qPCR aus dem Blut oder aus Organmaterial oder indirekt über einen Antikörpernachweis z.B. mit einem ELISA-Verfahren (Opriessnig und Langohr 2012, Segalés 2012). Die wichtigste Maßnahme zur Kontrolle von PCV2 stellt die Vakzination dar. Außerdem kann ein richtiges Hygiene- und Betriebsmanagement unterstützend wirken, um die Belastung mit PCV2 zu reduzieren und die Infektionskette zu unterbrechen. Die Behandlung von Ko-Infektionen kann helfen den Schweregrad einer Erkrankung zu reduzieren (Opriessnig und Langohr 2012).

1.5.2 Pathogenese

Die Pathogenese von PCV2 ist noch nicht vollständig erforscht. PCV2 zielt auf das Immunsystem des Wirts ab und führt aufgrund von Infektion und Replikation in Lymphgeweben zu einer Lymphozytendepletion. Durch die Schädigung des Immunsystems bewirkt PCV2 eine Immunsuppression im Wirt und führt in weiterer Folge zu einer Vielzahl an verschiedenen Krankheitsbildern (Meng 2013). Das Ausmaß der Lymphozytendepletion korreliert sehr stark mit dem Nachweis von Antigen im befallenen Lymphgewebe (Meng 2013). PCV2 siedelt sich in Makrophagen und dendritischen Zellen an und verändert ihre Funktion. Weiters spielt die Up-Regulation von IL-10 und proinflammatorischen Zytokinen eine wichtige Rolle in der Pathogenese von PCV2 (Meng 2013). Bei PCVD handelt es sich um eine Faktorenkrankheit. Die Anwesenheit von PCV2 im Körper allein muss nicht zwingend zu einer Erkrankung führen, erst durch das Zusammenspiel von mehreren Faktoren kann es zum Ausbruch einer Krankheit kommen. Faktoren, welche die Infektion mit PCV2 beeinflussen sind unterschiedliche

Virusisolate, die Empfänglichkeit des Wirts, Ko-Infektionen und Immunmodulation (Opriessnig et al. 2007).

1.5.3 Pathoanatomisches Bild

Abhängig von der Lokalisation des Erregers und vom Krankheitsbild gibt es unterschiedliche pathoanatomische und pathohistologische Erscheinungsbilder. PCV2-assoziierte Pneumonie ist charakterisiert durch eine lympho-histiozytäre bis granulomatöse interstitielle Pneumonie oder interstitielle Bronchopneumonie (Opriessnig et al. 2007). Charakteristische mikroskopische Läsionen der PCV2-LD sind peribronchiale fibröse Hyperplasie, nekrotisierende Bronchitis und Bronchiolitis sowie Hypertrophie und Hyperplasie von Pneumozyten Typ 2 (Opriessnig und Langohr 2012). Diese Läsionen können aber auch durch andere Erreger wie PRRSV, SIV, *M. hyopneumoniae* und da Porcine Respiratory Corona Virus (PRCV) hervorgerufen werden oder durch eine Kombination dieser Erreger (Opriessnig und Langohr 2012).

1.6 Lungenscoringmethoden

Für das Monitoring von respiratorischen Erkrankungen spielen Untersuchungen am Schlachthof eine wichtige Rolle. Sie liefern eine wichtige Hilfestellung in der Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von respiratorischen Erkrankungen (Andreasen et al. 2001). Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Scoringmethoden vor allem für EP-assoziierte Läsionen (Garcia-Morante et al. 2016). Für EP-assoziierte Läsionen wird häufig die Scoringmethode nach MADEC (Madec und Kobisch 1982) verwendet, um Pleuritis zu bewerten in erster Linie das „Slaughterhouse Pleurisy Evaluation System“ (SPES) (Dottori et al. 2007).

1.6.1 Scoringssystem nach MADEC

Mit dem klassischen Scoringssystem nach MADEC (Madec und Kobisch 1982) können EP-assoziierte Läsionen gescort werden. Es wird nach einem Vier-Punkte-System bewertet. Score null bedeutet der betroffene Lungenlappen zeigt keine Läsion. Score eins wird bei einer

Läsion von kleiner als fünf Franken angegeben, Score zwei bei einer Läsion, die weniger als die Hälfte eines Lungenlappens einnimmt, Score drei bei einer ausgeprägten Läsion, wobei aber noch funktionelles Gewebe übrig ist. Bei Score vier ist der ganze Lungenlappen betroffen.

1.6.2 Slaughterhouse Pleurisy Evaluation System

Mithilfe des „Slaughterhouse Pleurisy Evaluation System“ können Läsionen, die durch APP hervorgerufen werden, eingeteilt werden. Die Läsionen werden nach Vorhandensein, Ausdehnung und Lokalisation direkt am Schlachtband bewertet. Es wird nach einem Vier-Punkte-System gearbeitet. Score null bedeutet die Lunge zeigt keine Anzeichen von Pleuritis. Score eins wird bei moderaten Verklebungen im kranioventralen Bereich der mittleren und kaudalen Lungenlappen angegeben. Score zwei wird bei einer monolateral fokalen Läsion der kaudalen Lungenlappen angegeben. Bei einem Score von drei sind beide Lungenhälften betroffen oder die Läsion ist einseitig, aber ausgedehnt. Score vier wird bei einer massiv ausgedehnten bilateralen Läsion, die mindestens ein Drittel beider Hauptlappen einnimmt, angegeben. SPES ist eine Methode, die qualitative und semiquantitative Informationen bereitstellt und kann gleichzeitig mit dem Scoring von EP-assoziierten Läsionen durchgeführt werden (Dottori et al. 2007).

1.7 Fragestellung

In dieser Diplomarbeit wurden Lungenscoreergebnisse von 1.401 österreichischen Mastschweinen aus 17 Betrieben, die im Jahr 2018 mit Hilfe der Ceva Lung Program App® (Ceva Santé Animale, Frankreich) erhoben wurden, ausgewertet. In die finalen Berechnungen wurden nur noch 976 Tiere aus zwölf Betrieben, welche Ferkel mit bekanntem Impfstatus aus nur einer Herkunft bezogen haben, eingeschlossen. Die Ceva Lung Program App® dient vor allem dazu, die typischen, vor allem durch *M. hyopneumoniae* und APP hervorgerufenen Läsionen zu erfassen. Verschiedene Studien in unterschiedlichen Ländern haben gezeigt, dass EP-assoziierten Läsionen und Pleuritis sehr häufig bei Schlachthofchecks beobachtet werden können (Brewster et al. 2017, Fablet et al. 2012a, Hillen et al. 2014, Merialdi et al. 2012). Außerdem konnten unterschiedliche Studien feststellen, dass die Impfung gegen *M. hyopneumoniae* zu einer Verbesserung der Lungengesundheit und dadurch zu einer

Verminderung von Lungenläsionen am Schlachthof führt. (Cvjetković et al. 2018a, Hillen et al. 2014, Leneveu et al. 2005, Martínez et al. 2009)

Mit dieser Arbeit soll ein Einblick in die Prävalenz und die Relevanz von EP-assoziierten Lungenläsionen und Pleuritis in Österreich verschafft werden und es soll aufgezeigt werden, ob und wie stark die Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 diese Läsionen beeinflusst.

1.8 Ziel der Untersuchung

Ursprüngliches Ziel dieser Arbeit war es mit Hilfe der Ceva Lung Program App® einen Überblick über die Prävalenz und Relevanz von Lungenläsionen auf Bundesländerebene in österreichischen Schlachthöfen zu verschaffen. Bei retrospektiver Betrachtung der Daten kam die Fragestellung hinzu, in wie weit die Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 das Auftreten und den Schweregrad von Lungenläsionen beeinflussen. Die untersuchten Parameter waren: Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2, Betriebsart (kombinierter Betrieb oder reiner Mastbetrieb), Anzahl der Herkünfte, Produktionsverfahren (Rein-Raus-Verfahren oder kontinuierliche Einstallung), Sauenanzahl und Untersucher.

Mit den Ergebnissen sollen Landwirte, Tierärzte und Tiergesundheitsdienste in Fragestellungen, wie z.B. dem Einsatz von Impfstoffen oder dem Einsatz weiterführender Monitoringprogramme unterstützt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Informationen zu den Betrieben

In dieser Studie wurden 1.401 Lungen von österreichischen Mastschweinen aus 17 Betrieben gescort, die im Zeitraum vom 01.02.2018 bis 15.11.2018 in elf verschiedenen Schlachthöfen mithilfe der Ceva Lung Program App® ausgewertet wurden. Insgesamt wurden zwei Betriebe aus Kärnten, drei Betriebe aus Niederösterreich, vier Betriebe aus der Steiermark und acht Betriebe aus Oberösterreich herangezogen. Die Betriebe wurden aufgrund von bekannten respiratorischen Problemen ausgewählt und die Untersuchung erfolgte auf Ersuchen der betreuenden Tierärzte. Es wurde jeweils die ganze Charge eines Betriebes gescort. Bei fünf Betrieben handelte es sich um reine Mastbetriebe, bei den restlichen zwölf Betrieben um kombinierte Betriebe mit Aufzucht und Mast. Die Betriebe hatten eine durchschnittliche Sauenzahl von 194,3 (R = 45-1180). Von fünf Betrieben konnten keine Angaben zur Anzahl der Sauen herangezogen werden. Zwei Betriebe wandten das Rein-Raus-Verfahren an, die restlichen 15 Betriebe stellten die Tiere im kontinuierlichen Verfahren ein. Die durchschnittliche Anzahl der Mastplätze betrug 940,3 (R = 230-3200). Zwölf Betriebe bezogen Ferkel aus einer Herkunft, zwei Betriebe aus zwei Herkünften und drei Betriebe aus mehr als zwei Herkünften. Elf Betriebe haben gegen PCV2 geimpft, von diesen haben zehn Betriebe auch gegen *M. hyopneumoniae* geimpft. Beide Impfungen wurden im Ferkelalter durchgeführt. Zwei Betriebe haben ihre Ferkel auch gegen PRRSV geimpft und drei Betriebe gegen APP. Von fünf Betrieben konnten keine Angaben zu den Impfungen herangezogen werden, da diese Betriebe Tiere aus mehreren Herkünften bezogen haben. Die wichtigsten Daten zu den Betrieben, sowie das Datum der Schlachtung und die Anzahl der gescorten Lungen sind in Tabelle 1 angeführt. Einen Überblick über die untersuchten Lungenparameter auf Betriebsebene, sowie die vom Betreuungstierarzt erhobenen atemwegsrelevanten Befunde sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 1: Auflistung wichtiger Betriebsdaten

Betrieb	BL	Datum Schlachtung	Anzahl Lungen	Betriebsart	Anzahl Herkünfte	Anzahl Sauen	Anzahl Mastplätze	Rein-Raus	Impfung <i>M. hyo</i>	Impfung PCV2	Impfung PRRSV	Impfung APP
1	K	Februar	74	kombiniert	1	140	600	nein	ja	ja	nein	nein
2	K	März	57	kombiniert	1	120	950	nein	ja	ja	ja	ja
3	NÖ	März	157	Mast	1	-	3200	ja	ja	ja	nein	nein
4	NÖ	Mai	180	Mast	2	-	1000	nein	-	-	-	-
5	NÖ	November	126	kombiniert	1	1180	3200	nein	ja	ja	nein	nein
6	ST	Februar	82	kombiniert	1	200	1200	nein	ja	ja	nein	nein
7	ST	April	72	kombiniert	1	85	400	nein	ja	ja	nein	nein
8	ST	Mai	180	kombiniert	1	200	2000	nein	nein	nein	nein	nein
9	ST	Oktober	59	kombiniert	2	50	450	nein	-	-	-	-
10	OÖ	Februar	49	kombiniert	1	45	300	nein	ja	ja	nein	ja
11	OÖ	März	33	kombiniert	1	55	230	nein	ja	ja	ja	nein
12	OÖ	März	22	kombiniert	1	50	270	ja	nein	ja	nein	nein
13	OÖ	März	66	kombiniert	1	86	485	nein	ja	ja	nein	nein
14	OÖ	Juni	58	kombiniert	1	120	520	nein	ja	ja	nein	ja
15	OÖ	Juni	64	Mast	>2	-	330	nein	-	-	-	-
16	OÖ	Juni	60	Mast	>2	-	350	nein	-	-	-	-
17	OÖ	Juli	62	Mast	>2	-	500	nein	-	-	-	-

BL: Bundesland; K: Kärnten; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; ST: Steiermark; *M. hyo*: *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Tab. 2: Auflistung der ausgewerteten Lungenläsionen und atemwegsrelevante Befunde auf Betriebsebene

Betrieb	BP [%]	EP-Index (0-28)	BP veränderte Gesamtfläche [%]	SPES (0-4)	Dorsokaudale Pleuritis [%]	Kraniale Pleuritis [%]	Narben [%]	atemwegsrelevante Befunde
1	97	4,8	8	0,95	27	34	22	PRRSV-Ak, SIV-Ak
2	54	2,4	6	0,11	5	4	5	PRRSV (PCR, Blut) SIV-Ak
3	74	3,68	9	1,34	53	54	18	<i>M. hyo</i> + <i>G. parasuis</i> (PCR) <i>S. suis</i> + <i>P. multocida</i> (BU)
4	31	0,4	1	0,15	6	5	4	-
5	52	2,7	8	0,38	13	29	21	<i>M. hyo</i> (PCR) <i>T. pyogenes</i> + <i>P. multocida</i> (BU)
6	55	1,1	2	0,15	5	17	13	PCV2 (PCR, Lkn)
7	40	1,29	5	0,4	14	26	14	PCV2 (PCR, oral fluid)
8	83	6,84	15	1,76	64	53	23	<i>M. hyo</i> (PCR) PCV2 (PCR, Lkn) PRRSV-Ak, App-Ak
9	81	4,56	9	0,76	24	24	39	-
10	73	2,71	6	0,63	24	39	24	APP (PCR)
11	85	4,97	10	0,82	30	67	36	PRRSV (PCR, Blut)
12	59	1,77	4	0	0	9	27	<i>M. hyo</i> + PCV2 (PCR) <i>S. suis</i> (BU)
13	88	3,36	6	0,56	20	26	18	PCV2 + PRRSV (PCR) <i>M. hyo</i> + <i>G. parasuis</i> (PCR) <i>P. multocida</i> + <i>S. suis</i> (BU) PRRSV-Ak, SIV-Ak
14	67	3,05	8	0,67	28	47	29	<i>M. hyo</i> (PCR) <i>P. multocida</i> (BU)
15	64	3,03	8	0,36	13	30	19	-
16	73	2,32	5	0,917	37	50	23	-
17	65	2,56	6	0,63	27	39	18	-

BP: Bronchopneumonie; Ak: Antikörper; Lkn: Lymphknoten. Probenmatrix für die Erregernachweise (BU, PCR) war, wenn nicht anders angegeben, die Lunge.

2.2 Informationen zu den Tieren

Von fünf Betrieben mit mehr als einer Herkunft konnten keine Angaben zu den Impfungen herangezogen werden. Daher wurden nur mehr zwölf Betriebe mit insgesamt 976 Tieren in die Studie eingeschlossen und statistisch ausgewertet. Von diesen wurden 774 als Ferkel gegen *M. hyopneumoniae* geimpft, wobei alle Ferkel aus derselben Herkunft bezogen wurden. Von den 774 geimpften Ferkeln stammen 283 (36,6 %) aus Niederösterreich, 206 (26,6 %) aus Oberösterreich, 154 (19,9 %) aus der Steiermark und 131 (16,9 %) aus Kärnten.

Von 617 untersuchten Lungen mit bekannter Sauenanzahl des Betriebs stammen 154 (25 %) der geimpften Ferkel aus Betrieben mit ≤ 85 Sauen und 255 (41,3 %) aus Betrieben mit einer Sauenanzahl von 85 bis 140. Zweiundachtzig geimpfte Tiere (13,3 %) stammen aus Betrieben mit einer Sauenanzahl von 140 bis 200 und 126 (20,4 %) aus Betrieben mit > 200 Sauen. Hundertsiebenundfünfzig Ferkel aus einem Betrieb wurden zwar gegen *M. hyopneumoniae* geimpft, die Anzahl der Sauen ist jedoch unbekannt. Von 202 nicht geimpften Tieren stammen 180 (89,1 %) aus Betrieben mit einer Sauenanzahl zwischen 140 und 200, die restlichen Tiere aus Betrieben mit einer Sauenanzahl von ≤ 85 . Von den 774 geimpften Tieren stammen 617 (79,7 %) Ferkel aus kombinierten Betrieben. Auch alle nicht geimpften Ferkel mit einer Herkunft stammen aus kombinierten Betrieben. Von den insgesamt 976 Tieren wurden 774 (79,3 %) als Ferkel gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 geimpft, von diesen wurden 11,6 % auch gegen PRRSV und 21,2 % gegen APP geimpft. Von den nicht gegen *M. hyopneumoniae* geimpften Tieren wurden auch keine gegen PRRSV oder APP geimpft. Zweiundzwanzig Tiere wurden nur gegen PCV2 geimpft.

2.3 Beurteilung der Lungen am Schlachthof

Für die Beurteilung der Lungen am Schlachthof wurden die Organe im real-time Verfahren von zwei Untersuchern adspektorisch und palpatorisch begutachtet, wobei Untersucher 1 rund 33 % und Untersucher 2 rund 67 % der Untersuchungen durchführte. Für die Untersuchung wurde jeder Lungenlappen auf typische Veränderungen untersucht. Vier verschiedene Lungenläsionen wurden erfasst: EP-assoziierte Läsionen, dorsokaudale Pleuritis, kraniale Pleuritis und Narben. Diese Läsionen wurden registriert und auf ein Tonaufnahmegerät aufgesprochen. Die Daten wurden anschließend in die Ceva Lung Program App® eingegeben und ausgewertet.

2.4 Lungenscoringmethode und erhobene Parameter

Im Jahr 2018 wurde eine neue Möglichkeit einer standardisierten Lungenscoringmethode, die Ceva Lung Program App®, präsentiert (Cvjetković et al. 2018a). Es handelt sich dabei um eine App, die auf einem modifizierten MADEC-Score und SPES-Score beruht und die Beurteilung von Lungenläsionen im Routinebetrieb am Schlachthof erlaubt. Um EP-assoziierte Läsionen zu bewerten wird ein modifiziertes Scoringssystem nach MADEC verwendet. Um APP-assoziierte Läsionen zu bewerten wird nach dem Scoringssystem SPES bewertet. Auch dieses Scoringssystem wurde für die Ceva Lung Program App® modifiziert. Kraniale Pleuritis wird im Gegensatz zur klassischen SPES-Scoringmethode separat bewertet (Cvjetković et al. 2018a).

2.4.1 EP-assoziierte Läsionen

Für die modifizierte Bewertungsmethode nach MADEC, werden die Lungenlappen wie folgt quantifiziert: Score null bedeutet der betroffene Lungenlappen zeigt keine Läsionen. Score eins bedeutet 1-25 %, Score zwei 26-50 %, Score drei 51-75 % und Score vier 76-100 % der Fläche des Lungenlappens ist betroffen. Für sieben Lungenlappen kann jede Lunge einen EP-Index zwischen null und 28 erreichen. Die Pars cranialis und die Pars caudalis des linken kranialen Lungenlappens werden als eigenständige Lungenlappen betrachtet (Cvjetković et al. 2018a). Bei Werten über null zeigt die Lunge bronchopneumonische Veränderungen. Die bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche errechnet sich aus den gewichteten EP-assoziierten Lungenläsionen, wobei die Lungengewichte nach Christensen et al. (1999) in Betracht gezogen werden.

2.4.2 Dorsokaudale Pleuritis

Dorsokaudale Pleuritis wird bei der modifizierten Scoringmethode nach SPES mit einem Vier-Punkte-System bewertet. Score null bedeutet der dorsokaudale Bereich der Lunge zeigt keine Anzeichen von Pleuritis. Score zwei wird bei einer dorsokaudalen, monolateral fokalen Läsion angegeben. Bei einem Score von drei zeigt der betroffene Bereich eine bilaterale Läsion oder eine monolaterale Läsion, die mindestens ein Drittel vom Hauptlappen einnimmt. Score vier

wird bei einer massiv ausgedehnten bilateralen Läsion, die mindestens ein Drittel beider Hauptlappen einnimmt, angegeben. Bei Werten über null ist die Lunge von dorsokaudaler Pleuritis betroffen.

2.4.3 Kraniale Pleuritis

Die Bewertung von kranialer Pleuritis erfolgt qualitativ. Bei einem Score von null zeigt der apikale oder kraniale Lungenlappen keine Anzeichen von Pleuritis. Bei einem Score von eins ist der apikale oder der kraniale Lungenlappen von Pleuritis betroffen.

2.4.4 Narben

Narben wurden ebenfalls aufgrund von Anwesenheit oder Abwesenheit bewertet. Score null bedeutet, dass auf dem betroffenen Lungenlappen keine Narben zu finden sind. Bei einem Score von eins sind auf dem betroffenen Lungenlappen eine oder mehrere Narben zu sehen.

2.5 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten wurde mit der Software SAS 9.3 durchgeführt. Dabei wurden deskriptive Werte erhoben, Regressionsanalysen durchgeführt und die Odds Ratio (OR) bestimmt. Für die bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche wurde der Schätzwert bestimmt. Testergebnisse wurden bei $p \leq 0,05$ als signifikant angesehen. Neben dem Einfluss der Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 auf alle Lungenveränderungen, konnte für die Parameter Bronchopneumonie, EP-Index und bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche der Einfluss der Sauenanzahl auf diese Veränderungen untersucht werden. Beim Parameter Narben konnten Unterschiede in den Ergebnissen der Untersucher festgestellt werden.

3 Ergebnisse

Bei Betrachtung der Abbildungen ist bereits vor der Auswertung der OR ein deutlich positiver Einfluss der Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 auf alle untersuchten Lungenparameter zu erkennen. Dieser Effekt wird durch die Berechnungen der OR und des Schätzwerts verdeutlicht. Die Vakzinationen gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 haben zu einer signifikanten Reduktion der EP-assoziierten Läsionen geführt. Geimpfte Tiere wiesen im Vergleich zu nicht geimpften Tieren einen geringeren EP-Index auf und zeigten insgesamt weniger bronchopneumonisch veränderte Läsionen. Zudem wurden bei geimpften Tieren weniger Läsionen im Sinne von dorsokaudaler und kranialer Pleuritis beobachtet.

In den Abbildungen 1 bis 6 sind die Lungenscoreergebnisse in Abhängigkeit des Impfstatus gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 dargestellt. Die OR und der Schätzwert der Lungenparameter in Abhängigkeit vom Impfstatus sind in den Tabellen 4 bis 10 dargestellt. In Tabelle 3 sind die wichtigsten Lageparameter für den EP-Index und die bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche dargestellt.

3.1 Effekte der Impfung auf EP-assoziierte Läsionen

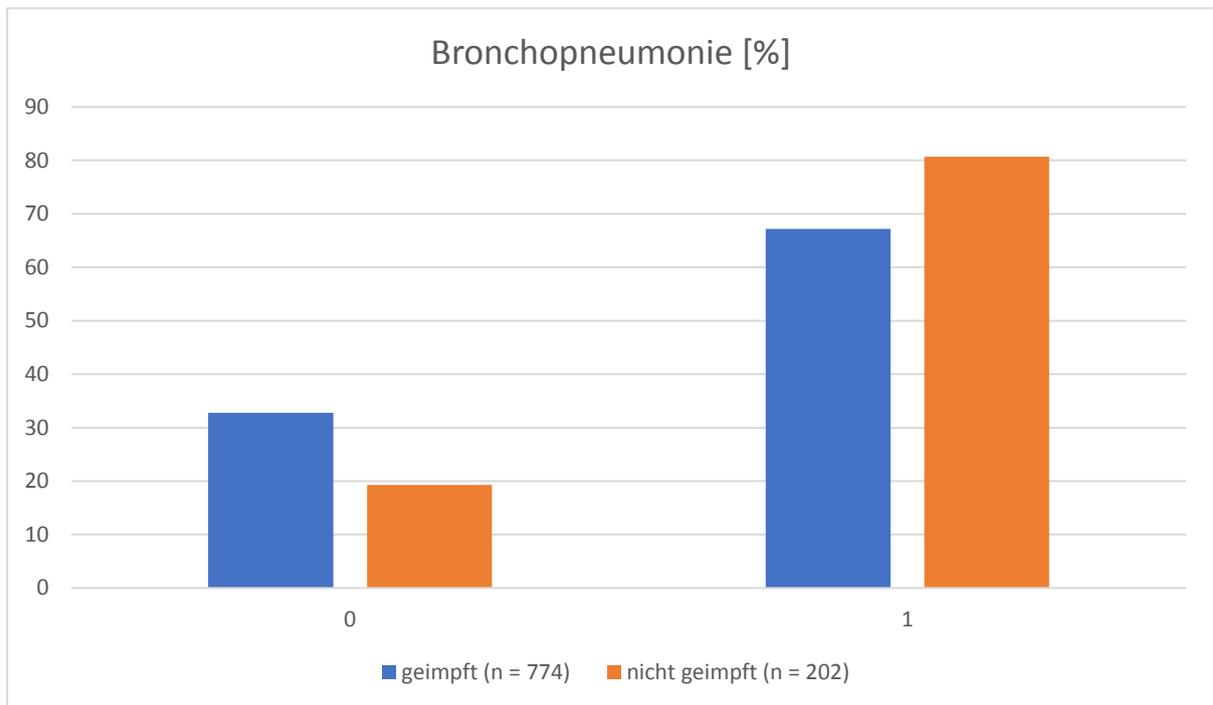


Abb. 1: Bronchopneumonie (BP) (0 = keine BP, 1 = BP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Von den geimpften Tieren (n = 774) hatten 254 (32,8 %) einen EP-Index von null, also keine Bronchopneumonie. Von den nicht geimpften Tieren (n = 202) waren nur 39 (19,3 %) frei von bronchopneumonisch veränderten Läsionen. Fünfhundertzwanzig Tiere (67,2 %), die als Ferkel geimpft worden sind, hatten einen EP-Index von über null, also Läsionen im Sinne einer Bronchopneumonie. Bei nicht geimpften Tieren waren es mit 163 Tieren (80,7 %) deutlich mehr.

Tab. 3: EP-Index und bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	Werte	Impfung ja (n = 774)	Impfung nein (n = 202)
EP-Index	Median [Q1, Q3]	2,0 [0,0; 4,0]	5,0 [1,0; 10,0]
	Mittelwert	2,96	6,32
Bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche	Median [Q1, Q3]	1,9 [0,0; 7,0]	7,6 [1,3; 19,3]

Der mediane EP-Index lag bei geimpften Tieren bei 2,0 und bei nicht geimpften Tieren bei 5,0. Der mittlere EP-Index betrug bei geimpften Tieren 2,96 und bei nicht geimpften Tieren 6,32. Die mediane bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche lag bei geimpften Tieren bei 1,9 und bei nicht geimpften bei 7,6.

Tab. 4: Odds-Ratio für Bronchopneumonie (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
Bronchopneumonie	0,358	0,215	0,596	< 0,0001
m.B. vs. k.B.	2,684	1,748	4,123	< 0,0001
g.B. vs. k.B.	1,119	0,687	1,823	0,6526
s.B. vs. k.B.	0,812	0,509	1,294	0,3812

m.B.: mittelgroße Betriebe; k.B.: kleine Betriebe; g.B.: große Betriebe; s.B.: sehr große Betriebe.

Durch die Betrachtung der OR lässt sich der positive Effekt der Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 auf Bronchopneumonie assoziierte Läsionen verdeutlichen (OR = 0,358 bei geimpften vs. nicht geimpften Tieren). Mittelgroße Betriebe hatten im Vergleich zu kleinen Betrieben eine größere Chance für die Ausprägung einer Bronchopneumonie (OR = 2,684). Die Betriebsgröße wurde wie folgt klassifiziert: kleine Betriebe ≤ 85 Sauen, mittelgroße Betriebe 85-140 Sauen, große Betriebe 140-200 Sauen und sehr große Betriebe > 200 Sauen.

Tab. 5: Odds-Ratio für den EP-Index (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
EP-Index	0,358	0,215	0,596	< 0,0001
m.B. vs. k.B.	2,684	1,747	4,125	< 0,0001
g.B. vs. k.B.	1,119	0,686	1,824	0,6528
s.B. vs. k.B.	0,812	0,509	1,295	0,3815

Die Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 hatten einen positiven Einfluss auf den EP-Index (OR = 0,358). Auch hier wurde bei mittelgroßen Betrieben im Vergleich zu kleinen Betrieben ein höherer EP-Index beobachtet (OR = 2,684).

Tab. 6: Schätzwerte für die bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	Schätzwert	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
Brochopneumonisch veränderte Gesamtfläche	-0,9298	-1,1466	-0,7130	<0,0001
m.B. vs. k.B.	0,3237	0,1371	0,5104	0,0007
g.B. vs. k.B.	0,02431	-0,1961	0,2447	0,8287
s.B. vs. k.B.	0,2161	-0,00554	0,4377	0,0560

Geimpfte Tiere zeigten insgesamt eine geringere bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche (Schätzwert = -0,9298). Mittelgroße Betriebe schnitten im Vergleich zu kleinen Betrieben schlechter ab (Schätzwert = 0,3237).

3.2 Effekte der Impfung auf dorsokaudale Pleuritis

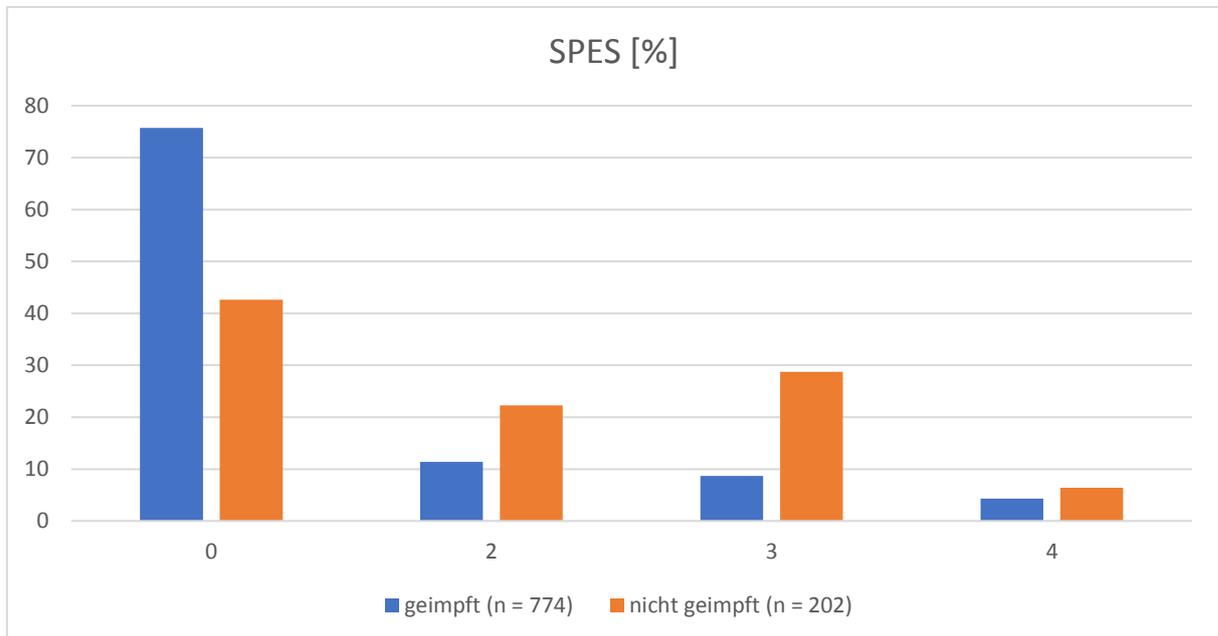


Abb. 2: SPES-Score (0 = keine dorsokaudale Pleuritis (DP), 2 = DP auf einem Lungenlappen, fokal, 3 = DP auf einem Lungenlappen, ausgedehnt oder auf beiden Lungenlappen, moderat, 4 = DP auf beiden Lungenlappen, ausgedehnt) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Von den vakzinierten Tieren wiesen 586 (75,7 %) und von den nicht geimpften Tieren 86 (42,6 %) einen SPES-Score von null auf. Ein Score von zwei wurde jeweils bei 88 Lungen (11,4 %) und bei 45 Lungen (22,3 %) festgestellt. Siebenundsechzig Tiere (8,7 %), die geimpft worden sind, hatten einen Score von drei, bei den nicht geimpften Tieren waren es 58 (28,7 %). Während bei den geimpften Tieren bei 33 (4,3 %) ein Score von vier festgestellt wurde, waren es bei ungeimpften Tieren 13 (6,4 %).

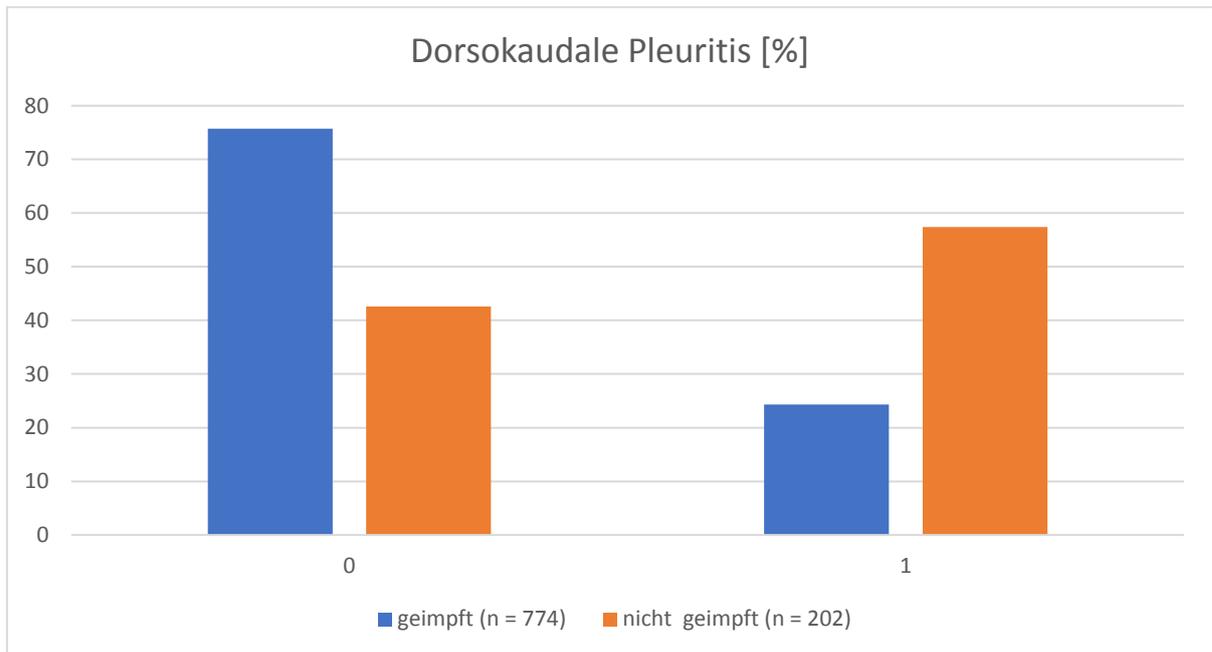


Abb. 3: Dorsokaudale Pleuritis (DP) (0 = keine DP, 1 = DP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Während bei den geimpften Individuen auf 586 Lungen (75,7 %) und bei den nicht geimpften auf 86 Lungen (42,6 %) keine Läsionen im Sinne von dorsokaudaler Pleuritis gefunden wurden, konnte bei jeweils 188 Lungen (24,3 %) und 116 Lungen (57,4 %) dorsokaudale Pleuritis festgestellt werden.

Tab. 7: Odds-Ratio für den SPES-Score (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
SPES	0,238	0,172	0,329	< 0,0001

Ferkel, die gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 geimpft worden sind, wiesen einen niedrigeren SPES-Score im Vergleich zu nicht geimpften Tieren auf (OR = 0,238).

Tab. 8: Odds-Ratio für dorsokaudale Pleuritis (Impfung ja vs. nein) und für die Mastperiode, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
Dorsokaudale Pleuritis	0,298	0,196	0,454	< 0,0001

Die Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 hat zu einer Verminderung von dorsokaudaler Pleuritis geführt (OR = 0,298).

3.3 Effekte der Impfung auf kraniale Pleuritis

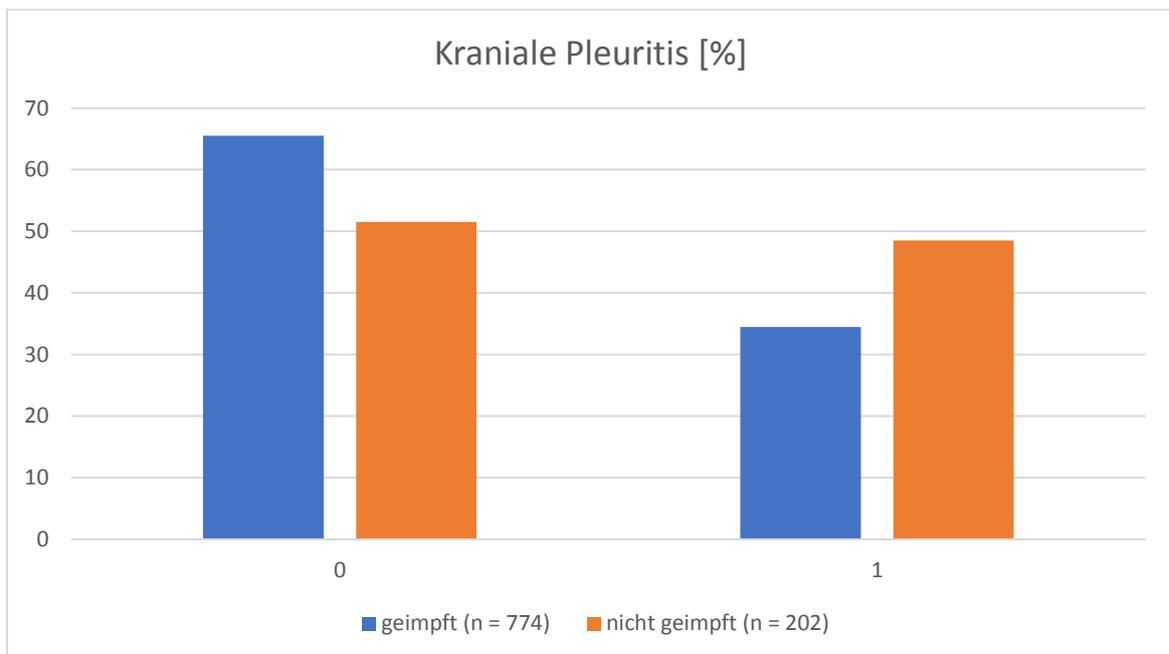


Abb. 4: Kraniale Pleuritis (KP) (0 = keine KP, 1 = KP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Von den vakzinierten Ferkeln wiesen 507 Lungen (65,5 %) und von den ungeimpften 104 von 202 (51,5 %) keine Läsionen im Sinne einer kranialen Pleuritis auf. Bei jeweils 267 (34,5 %) und 98 (48,5 %) wurde am Schlachthof kraniale Pleuritis festgestellt.

Tab. 9: Odds-Ratio für kraniale Pleuritis (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
Kraniale Pleuritis	0,719	0,518	0,999	0,0491

Tiere, die im Ferkelalter gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 geimpft worden sind, zeigten am Schlachthof weniger Läsionen im Sinne einer kranialen Pleuritis (OR = 0,719).

3.4 Effekte der Impfung auf Narben

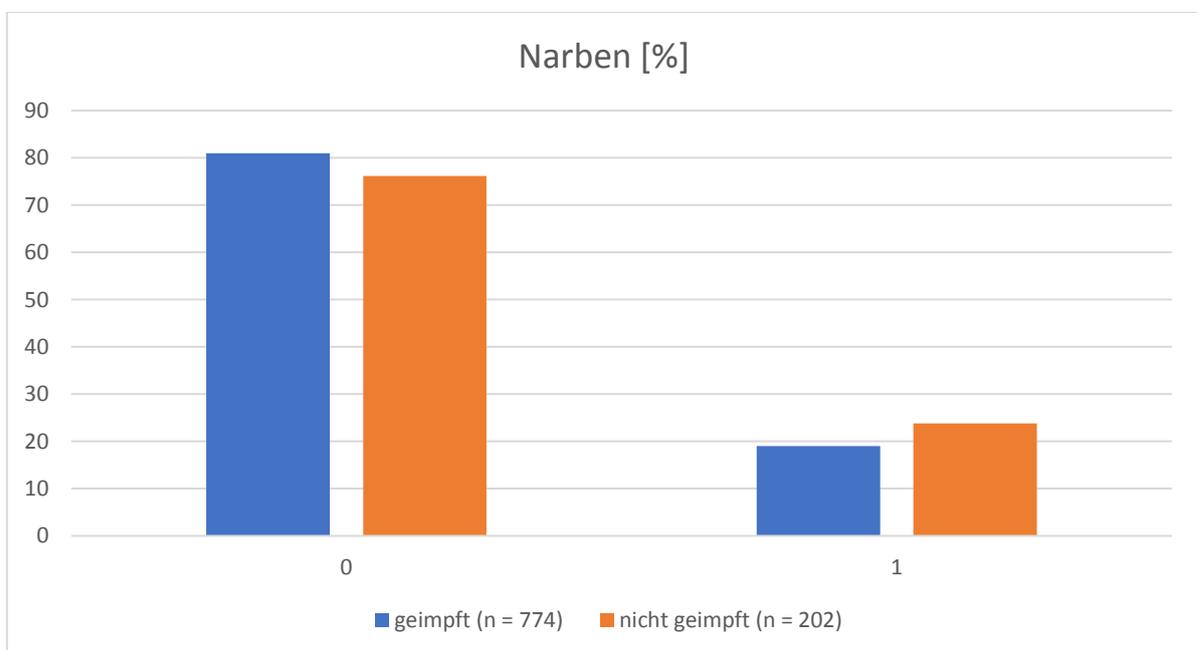


Abb. 5: Narben (0 = keine Narben, 1 = Narben vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Von den geimpften Ferkeln wurden bei 627 (81,0 %) und von den nicht geimpften wurden bei 154 (76,2 %) keine Narben beobachtet. Bei jeweils 147 (19,0 %) und 48 (23,8 %) konnten hingegen Narben festgestellt werden.

Tab. 10: Odds-Ratio für Narben (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Parameter	OR	Untere Grenze	Obere Grenze	P-Wert
Narben	0,852	0,578	1,257	0,4199

Narben waren ebenfalls negativ mit den Impfungen assoziiert, hier gab es aber keine signifikanten Ergebnisse ($P = 0,42$). Dass die Resultate nicht signifikant sind, kommt vielleicht daher, dass zwei Untersucher am Schlachthof den Parameter unterschiedlich genau erhoben (OR: 1,5 bei Untersucher zwei vs. eins).

4 Diskussion

Um die Lungengesundheit von Mastschweinen zu verbessern, hat sich die Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 zu einer der wichtigsten Maßnahmen in der Schweineproduktion entwickelt. Beide Erreger sind weltweit verbreitet und führen zu erheblichen ökonomischen Verlusten (Maes et al. 2008, Meng 2012). Auch in Deutschland und Österreich sind diese Pathogene von großer Relevanz (Elicker et al. 2009b, Grosse Beilage et al. 2009). Die Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 werden aufgrund der guten Verträglichkeit und Wirksamkeit mittlerweile fast flächendeckend durchgeführt (Elicker und Sipos 2009, Fraile et al. 2012). Daraus resultiert auch die ungleiche Verteilung von impfenden und nicht impfenden Betrieben in dieser Studie, was zwar als ein limitierender Faktor anzuführen ist, aber die reale Situation widerspiegelt. Obwohl sich diese Vakzinationen zu Standardmaßnahmen entwickelt haben, kommt es aufgrund von fehlenden oder falsch durchgeführten Impfungen durch den Landwirt zum Ausbruch von respiratorischen Symptomen und dadurch zu pathologischen Veränderungen der Lunge, welche bei Schlachthofuntersuchungen beobachtet werden können. Pneumonien in den kranioventralen Lungenanteilen und Pleuritis in den kaudalen Lungenlappen zählen zu den häufigsten Lungenläsionen, die am Schlachthof gesehen werden (Fablet et al. 2011, Fablet et al. 2012a, Merialdi et al. 2012). Auch in Österreich treten diese Veränderungen, v.a. die Pneumonie mit einer sehr hohen Prävalenz auf (Cvjetković et al. 2018a, Cvjetković et al. 2018b). Unterschiedliche Studien konnten feststellen, dass sich die Impfung gegen *M. hyopneumoniae* positiv auf die Lungengesundheit auswirkt (Cvjetković et al. 2018a, Hillen et al. 2014, Leneveu et al. 2005, Martínez et al. 2009). Daher ist es wichtig die Landwirte auf die Notwendigkeit einer Impfung und auf die Folgen einer nicht korrekt durchgeführten Impfmaßnahme hinzuweisen. In einer Studie von (Cvjetković et al. 2018a) wurde ein Tool in Form der Ceva Lung Program App® vorgestellt, mit dessen Hilfe die Lungengesundheit von Mastschweinen am Schlachthof beurteilt werden kann. Ziel dieser Arbeit war es die Wirksamkeit von zwei unterschiedlichen Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* zu untersuchen. Mit dieser App können aber auch Landwirte und Tierärzte in der Anwendung und Kontrolle von Impfmaßnahmen unterstützt werden (Cvjetković et al. 2018a).

In dieser Arbeit wurde die Verteilung von Lungenveränderungen bei österreichischen Mastschweinen mit vorberichtlichen respiratorischen Symptomen erhoben und untersucht, in wie weit eine Ferkelimpfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 das Auftreten und das Ausmaß von Lungenläsionen beeinflusst. Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass sich eine

Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 positiv auf alle beschriebenen Lungenläsionen auswirkt. Tiere, welche im Ferkelalter geimpft worden sind, haben einen signifikant geringeren EP-Index als nicht geimpfte Tiere. Der mediane EP-Index liegt bei geimpften Tieren bei 2,0, bei nicht geimpften Tieren liegt er mit 5,0 deutlich darüber. Außerdem wurden bei geimpften Tieren signifikant weniger Läsionen im Sinne von dorsokaudaler und kranialer Pleuritis festgestellt. Zur Berechnung der OR wurden nur mehr Tiere miteinbezogen, die aus einer Herkunft bezogen worden sind, da von Tieren aus mehreren Herkunftstypen keine Daten zu den Impfungen vorlagen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der positive Einfluss der Impfungen auf alle Lungenveränderungen bei Tieren aus mehreren Herkunftstypen stärker ausgefallen wäre (Grosse Beilage et al. 2009)

Es gibt wenig vergleichbare Literatur, da es sich bei dieser Arbeit um die Untersuchung von Betrieben mit bekannten respiratorischen Problemen handelt. Bei den meisten Studien, welche mit Lungenscoringmethoden arbeiten, handelt es sich um Untersuchungen zur ungefilterten Verteilung von Lungenläsionen an Schlachtkörpern oder um vergleichende Wirksamkeitsstudien von Vakzinen.

In einer Wirksamkeitsstudie von Hillen et al. (2014) wurde das Auftreten von Lungenläsionen in Abhängigkeit von drei unterschiedlichen Impfstrategien gegen *M. hyopneumoniae* untersucht. Insgesamt wurden 854 Lungen aus Deutschland makroskopisch und 140 Lungen pathohistologisch untersucht. Für die Untersuchung wurden Tiere mit moderaten respiratorischen Symptomen ausgewählt. Alle Tiere waren gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 geimpft. Mittels PCR wurde in 53 % der Lungen *M. hyopneumoniae* nachgewiesen und in 17 % PCV2. Diese Ergebnisse verdeutlichen die Relevanz dieser beiden Erreger. Der mediane EP-Index lag bei 1,0, wobei bei einer Gruppe ein Wert von 3,0 erhoben wurde. Der mediane EP-Index liegt unter dem Wert von 2,0 welcher in vorliegender Arbeit errechnet wurde. Hillen et al. (2014) konnten in 55,9 % der Lungen EP-assoziierte Läsionen feststellen. Im Zuge dieser Arbeit wurden bei 67,2 % der geimpften Tiere und bei 80,7 % der nicht geimpften Tiere ein EP-Index von über null festgestellt. Gründe für die unterschiedlichen Prävalenzen der Lungenläsionen könnten zum Beispiel in anderen Impfstrategien oder im Betriebsmanagement zu finden sein. Des Weiteren könnten auch die Schweinedichte oder die tierärztliche Betreuung eine Rolle spielen.

Leneveu et al. (2005) haben in Frankreich von Oktober 2003 bis März 2004 110.865 Lungen von Schweinen untersucht, der Großteil war gegen *M. hyopneumoniae* geimpft. In der Studie wurde ein mittlerer EP-Score von 3,5 bei geimpften Tieren und ein Wert von 4,13 bei nicht geimpften Tieren erhoben. Aus praktischen Gründen wurde der mittlere Lungenlappen nicht

miteinander verglichen und daher ein maximaler EP-Index von 24 verwendet. Bezogen auf den maximalen EP-Index von 28 ergibt sich für einen mittleren EP-Index von 2,96 bei geimpften Tieren ein Prozentsatz von 10,57 % und für einen mittleren EP-Index von 6,32 bei nicht geimpften Tieren ein Prozentsatz von 22,57 %. Bezogen auf den maximalen EP-Index von 24 ergibt sich für einen EP-Index von 3,5 bei geimpften Tieren ein Prozentsatz von 14,58 % und für einen EP-Index von 4,13 bei nicht geimpften Tieren ein Prozentsatz von 17,21 %. Bei den Tieren, die nicht geimpft worden sind, wurde ein höherer EP-Index erhoben als in der Untersuchung von Leneveu et al. (2005). Der niedrigere EP-Index von geimpften Tieren in vorliegender Arbeit könnte auf ein besseres Impfmanagement der ausgewählten Betriebe oder auf die Verwendung eines wirksameren Impfstoffs zurückzuführen sein. Generell sind Studien über Lungenveränderungen häufig schwierig zu vergleichen, vor allem weil verschiedene Scoringmethoden zum Einsatz kommen. Leneveu et al. (2005) betonen, dass es für den Vergleich von unterschiedlichen Untersuchungen wichtig ist zu unterscheiden, wie genau Lungen gescort werden. Bei sehr präzisen Untersuchungen werden auch sehr kleine Läsionen erhoben, dadurch ergeben sich in der Regel höhere EP-Indices als bei ungenauerer Betrachtung. Um die klinische Relevanz der Lungenläsionen zu beurteilen ist neben der Erhebung des mittleren oder medianen EP-Index die Erhebung der Prävalenz von größeren Läsionen von Nöten (Leneveu et al. 2005). Im Gegensatz zu dieser Arbeit wurde kein signifikanter Unterschied im Auftreten von Pleuritis zwischen geimpften und nicht geimpften Tieren festgestellt. Allerdings wurde eine andere Scoringmethode für Pleuritis verwendet, wodurch ein direkter Vergleich nicht unmittelbar möglich ist.

Merialdi et al. (2012) fanden EP-assoziierte Läsionen in 46,4 % der untersuchten Lungen, mit einem durchschnittlichen Wert von 1,03 in allen Lungen (n = 4889). 47,5 % der Lungen zeigten kraniale Pleuritis. Dorsokaudale Pleuritis mit einem SPES Score von größer oder gleich zwei wurde in 25,1 % aller Tiere beobachtet, ein Score von zwei in 16,6 % und ein Score von drei und vier jeweils in 7,0 % und 1,5 % der Lungen. Zudem konnte ein niedrigerer, durchschnittlicher EP-Index bei den Tieren erhoben werden, die gegen *M. hyopneumoniae* geimpft worden sind. Kranioventrale Pleuritis unterschied sich nicht wirklich bei geimpften (22 %) und ungeimpften Tieren (24 %) (Merialdi et al. 2012). Im Zuge dieser Arbeit wurde in 67,2 % der geimpften und in 80,7 % der nicht geimpften Tiere (auf individueller Basis) ein EP-Index von über null beobachtet. Der mittlere EP-Index liegt jeweils bei 2,96 und 6,32. Im Unterschied zu Österreich werden in Italien schwerere Schweine mit einem Mastgewicht von 160 kg geschlachtet. Dottori et al. (2007) fanden heraus, dass Schweine mit 160 kg einen niedrigeren EP-Index hatten als Schweine mit 100 kg, was auf eine spätere Heilung in der

Mast hinweist. Zudem wurden in der Untersuchung von Merialdi et al. (2012) Tiere randomisiert ausgesucht und nicht aufgrund von respiratorischen Symptomen. Im Unterschied zu den Ergebnissen von Merialdi et al. (2012) hatte in vorliegender Studie die Impfung auch einen signifikanten Einfluss auf kraniale Pleuritis. Kraniale Pleuritis wurde bei 34,5 % der geimpften und 48,5 % der nicht geimpften Tiere beobachtet. 11,4 % der geimpften Tiere und 22,3 % der nicht geimpften Tiere hatten eine SPES-Score von zwei, 8,7 % und 28,7 % einen Score von drei und 4,3 % und 6,4 % einen Score von vier. Außerdem hatten im Schnitt mehr Tiere einen SPES-Score von drei oder vier, was sich möglicherweise durch eine geringe Impfrate gegen APP oder PRRSV erklären lassen könnte. Merialdi et al. (2012) konnten nämlich einen geringeren mittleren SPES-Score bei den Tieren erheben, die gegen PRRSV geimpft waren. PRRSV ist ein sehr bedeutender respiratorischer Erreger (Neumann et al. 2005) und die Impfung stellt ein wichtiges Tool in der Kontrolle von respiratorischen Erkrankungen dar (Cho et al. 2006, Martelli et al. 2009, Thanawongnuwech et al. 2004). Zwar hatten die Tiere, die gegen APP geimpft wurden, höhere SPES-Werte als nicht geimpfte Tiere, aber bei Betrieben mit bekannten APP Problemen hatten die Tiere, die gegen APP geimpft wurden, tendenziell niedrigere SPES-Werte im Vergleich zu nicht geimpften Tieren.

Brewster et al. (2017) untersuchten 1.366 Schweine in England auf individueller Ebene. Der mittlere EP-Index lag bei 2,63 (R = 0-55). Bezogen auf einen maximalen EP-Score von 55 liegt der Score von 2,63 mit 4,78 % deutlich unter den EP-Indices von 2,96 mit 10,57 % bei geimpften Tieren und von 6,32 mit 22,57 % bei nicht geimpften Tieren. Allerdings wurde mit einem anderen Scoringssystem gearbeitet, wodurch ein direkter Vergleich nur eingeschränkt möglich ist. Nur 11 % der Tiere zeigten Läsionen im Sinne von Pleuritis. In vorliegender Studie waren 34,5 % der geimpften Tiere und 48,5 % der nicht geimpften Tiere von kranialer Pleuritis betroffen. Dorsokaudale Pleuritis wurde bei 24,3 % der geimpften Tiere und bei 57,4 % der nicht geimpften Tiere gefunden. In der Studie von Brewster et al. (2017) wurden die Betriebe im Gegensatz zu vorliegender Studie nicht aufgrund von respiratorischen Symptomen ausgesucht, sondern semi-randomisiert. Dadurch lassen sich die deutlich niedrigeren Werte erklären.

Cvjetković et al. (2018c) untersuchten 15.693 Lungen aus Deutschland in den Jahren 2016 und 2017, wobei unterschiedliche Impfungen gegen *M. hyopneumoniae* untersucht wurden. Die EP-Indices variierten je nach Gruppe zwischen 1,0 und 2,6. Der in dieser Arbeit erhobene mediane EP-Index von 2,0 bei geimpften Tieren passt gut mit den Werten der vorher erwähnten Studie zusammen. Bei nicht geimpften Tieren liegt er mit einem Wert von 5,0 deutlich darüber. In einer weiteren Studie von Cvjetković et al. (2018b) wurden 24.575 Lungen

aus Deutschland und Österreich untersucht. Die Lungen aus Österreich wiesen mit einem medianen EP-Index von 2,25 den höchsten Wert auf. Auch dieses Ergebnis passt gut mit denen aus vorliegender Arbeit zusammen. Die niedrigsten APP-Index-Werte wurden in Österreich gefunden, was auf einen geringeren Erregerdruck von APP in Österreich hinweisen könnte.

Der positive Einfluss einer größeren Sauenzahl (mittelgroße Bestände vs. kleine Bestände) auf EP-assoziierte Läsionen, lässt sich möglicherweise durch ein besseres Impf- und Betriebsmanagement, sowie eine häufig isolierte Lage von größeren Betrieben erklären. Allerdings muss dieses Ergebnis aufgrund der verhältnismäßig geringen Anzahl an Tieren und aufgrund der Abhängigkeit von vielen verschiedenen Faktoren sehr vorsichtig interpretiert werden. Auch sehr große Betriebe hatten tendenziell einen niedrigeren EP-Index, hier konnten aber keine signifikanten Ergebnisse erhoben werden.

In dieser Arbeit konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen einer Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 und einem signifikanten Rückgang von Lungenveränderungen aufgezeigt werden. Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, wie relevant diese Vakzinationen für die Lungengesundheit von Schweinen sind. Es konnte außerdem verdeutlicht werden, wie wichtig Schlachthofuntersuchungen für das Monitoring und die Prävention von Lungenerkrankungen sind. Mit den Ergebnissen konnte zudem ein Einblick in die Prävalenz von Lungenerkrankungen in Österreich gegeben werden. Für eine österreichweite Erhebung wäre allerdings eine randomisierte Studie empfehlenswert.

Leider konnten Ferkel aus mehreren Herkunftsn nicht in die Untersuchung miteinbezogen werden. Es wäre sicherlich interessant den Einfluss der Vakzinationen auch auf Mastbetriebe mit mehreren Herkunftsn zu untersuchen.

5 Zusammenfassung

Die Untersuchung von Tieren am Schlachthof stellt eine wichtige Maßnahme in der Prävention und Kontrolle von Lungenerkrankungen dar. Mit Hilfe dieser Untersuchungen ist es möglich einen Überblick über die Lungengesundheit eines Betriebs oder einer Region zu schaffen und die Wirkung einer Impfung zu überprüfen. Schlachthofuntersuchungen können den Tierärztinnen helfen betriebsbezogene Impfprogramme zu erstellen und können dem Landwirt die Wichtigkeit einer Impfung vor Augen führen. In dieser Diplomarbeit wurden Lungenscoreergebnisse von 976 österreichischen Mastschweinen aus zwölf Betrieben, die im Jahr 2018 mit Hilfe der Ceva Lung Program App® erhoben wurden, ausgewertet. Mit dieser App werden vor allem Läsionen, welche durch *Mycoplasma hyopneumoniae* und *Actinobacillus pleuropneumoniae* verursacht werden, erfasst. In dieser Arbeit wurde in erster Linie die Auswirkung einer Impfung gegen *M. hyopneumoniae* und PCV2 auf verschiedene Lungenläsionen untersucht. Beide Erreger führen zu spezifischen monoinfektösen Krankheitsbildern. *M. hyopneumoniae* spielt als Verursacher der EP eine wichtige Rolle. Beide Pathogene sind aber auch Wegbereiter für andere Bakterien im Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC).

Der errechnete mediane EP-Index betrug bei geimpften Tieren (n = 774) 2,0 und bei nicht geimpften Tieren (n = 202) 5,0. Die Odds-Ratios für Bronchopneumonie und den EP-Index betragen jeweils 0,358 im Vergleich von geimpften vs. nicht geimpften Tieren (P < 0,0001). Die Odds-Ratios für den SPES-Score und dorsokaudale Pleuritis betragen jeweils 0,238 und 0,298 (P > 0,0001). Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass die genannten Impfmaßnahmen nicht nur das Auftreten einer EP verringern, sondern sich positiv auf alle untersuchten Lungenveränderungen auswirken.

6 Summary

The examination of porcine lungs at the slaughterhouse is an important measure to prevent and control lung diseases. The findings of abattoir analyses provide an overview of the lung health of a farm or a region and the effect of a vaccination can be evaluated. Slaughterhouse examinations can help veterinarians establish farm-based vaccination programs and are helpful to demonstrate the importance of vaccination. In this diploma thesis, lung score results from 976 Austrian fattening pigs from twelve farms, which were collected in 2018 using the Ceva Lung Program App®, were evaluated. This App primarily records lesions caused by *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus pleuropneumoniae*. In this work the impact of piglets' vaccination against *M. hyopneumoniae* and PCV2 on different lung lesions was examined. Last are both primary pathogens and the first steps of the Porcine Respiratory Disease Complex (PRDC). The median enzootic pneumonie (EP)-index was 2.0 for vaccinated animals (n = 774) and 5.0 for non-vaccinated animals (n = 202). The odds ratios for bronchopneumonia and EP were 0.358, respectively, in comparison of vaccinated vs. non-vaccinated animals (P = < 0.0001). The odds ratios for SPES score and for dorsocaudal pleurisy were 0.238 and 0.298 (P = < 0.0001), respectively. The results show that the vaccination measures mentioned not only reduce the incidence of EP, but also have a positive effect on all examined lung lesions.

7 Literaturverzeichnis

Allan G, McNeilly F, Kennedy S, Daft B, Clarke EG, Ellis JA, Haines DM, Meehan BM, Adair BM. 1998a. Isolation of porcine circovirus-like viruses from pigs with a wasting disease in the USA and Europe. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: Official Publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc.*, 10 (1): 3–10. DOI 10.1177/104063879801000102.

Allan G, Meehan B, Todd D, Kennedy S, McNeilly F, Ellis J, Clark EG, Harding J, Espuna E, Botner A, Charreyre C. 1998b. Novel porcine circoviruses from pigs with wasting disease syndromes. *The Veterinary Record*, 142 (17): 467–468.

Amanfu W, Weng CN, Ross RF, Barnes HJ. 1984. Diagnosis of mycoplasmal pneumonia of swine: sequential study by direct immunofluorescence. *American Journal of Veterinary Research*, 45 (7): 1349–1352.

Andreasen M, Mousing J, Krogsgaard Thomsen L. 2001. No simple association between time elapsed from seroconversion until slaughter and the extent of lung lesions in Danish swine. *Preventive Veterinary Medicine*, 52 (2): 147–161.

Baumgärtner W, Gruber AD. 2015. *Spezielle Pathologie für die Tiermedizin*. Erste. Aufl. Stuttgart: Enke, 470.

Bolin SR, Stoffregen WC, Nayar GP, Hamel AL. 2001. Postweaning multisystemic wasting syndrome induced after experimental inoculation of cesarean-derived, colostrum-deprived piglets with type 2 porcine circovirus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 13 (3): 185–194. DOI 10.1177/104063870101300301.

Bossé JT, Janson H, Sheehan BJ, Beddek AJ, Rycroft AN, Kroll JS, Langford PR. 2002. *Actinobacillus pleuropneumoniae*: pathobiology and pathogenesis of infection. *Microbes and Infection*, 4 (2): 225–235.

Bossé JT, Li Y, Sárközi R, Gottschalk M, Angen Ø, Nedbalcova K, Rycroft AN, Fodor L, Langford PR. 2017. A Unique Capsule Locus in the Newly Designated *Actinobacillus pleuropneumoniae* Serovar 16 and Development of a Diagnostic PCR Assay. *Journal of Clinical Microbiology*, 55 (3): 902–907. DOI 10.1128/JCM.02166-16.

- Brewster VR, Maiti HC, Tucker AW, Nevel A. 2017. Associations between EP-like lesions and pleuritis and post trimming carcass weights of finishing pigs in England. *Livestock Science*, 201: 1–4. DOI 10.1016/j.livsci.2017.04.012.
- Cho JG, Dee SA, Deen J, Guedes A, Trincado C, Fano E, Jiang Y, Faaberg K, Collins JE, Murtaugh MP, Joo HS. 2006. Evaluation of the effects of animal age, concurrent bacterial infection, and pathogenicity of porcine reproductive and respiratory syndrome virus on virus concentration in pigs. *American Journal of Veterinary Research*, 67 (3): 489–493. DOI 10.2460/ajvr.67.3.489.
- Christensen G, Sørensen V., Mousing J. 1999. Diseases of the respiratory system. In: Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Tylor DJ, Hrsg. *Diseases of Swine*. Iowa: 913–940.
- Cvjetković V, Sipos S, Szabó I, Sipos W. 2018a. Clinical efficacy of two vaccination strategies against *Mycoplasma hyopneumoniae* in a pig herd suffering from respiratory disease. *Porcine Health Management*, 4 (19). DOI 10.1186/s40813-018-0092-7.
- Cvjetković V, Waehner C, Lisgara M. 2018b. Survey of porcine lung lesions at slaughter with the Ceva Lung Program in Germany and Austria. In: . *Proceedings of the 10th European Symposium on Porcine Health Management 2018*. Barcelona, Spain: 417.
- Cvjetković V, Waehner C, Lisgara M, Krejci R. 2018c. Comparison of lung lesions in slaughter pigs vaccinated with different *M. hyopneumoniae* vaccines during a yearly survey in Germany and Austria. In: . *Proceedings of the 25th International Pig Veterinary Society 2018*. Chongqing, China: 207.
- Dottori M, Nigrelli A. D., Bonilauri P, Meriardi G, Gozio S, Cominotti F. 2007. Proposta di un nuovo sistema di punteggiatura delle pleuriti suine in sede di macellazione. *La griglia S.P.E.S. (Slaughterhouse Pleuritis Evaluation System)*. *Large Animal Review*, (13): 161–165.
- Eddicks M, Renken C, Striegl J, Ritzmann M. 2017. Porcine Respiratory Disease Complex. *Veterinär Spiegel*, 27 (01): 31–35. DOI 10.1055/s-0042-122654.
- Elicker S, Mayrhofer E, Scherer NC, Fischer L., Weißenböck H, Sipos W. 2009a. Retrospektive Analyse der Ätiologie respiratorischer Erkrankungen von Mastschweinen sowie Jung- und Zuchtsauen aus Österreich. *Tierärztliche Monatsschrift - Veterinary Medicine Austria*, 96: 246–252.
- Elicker S, Scherer NC, Sipos W. 2009b. Retrospektive Analyse der Ätiologie respiratorischer Erkrankungen österreichischer Absetzferkel. *Tierärztliche Umschau*, 64: 484–489.

- Elicker S, Sipos W. 2009. The tissue compatibility of different *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines is mainly dependent upon their adjuvants. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 122 (9-10): 348–353.
- Fablet C, Dorenlor V, Eono F, Eveno E, Madec F, Rose N. 2011. Prevalence of macroscopic lung lesions in slaughter pigs in France. In: International Society for Animal Hygiene, Hrsg. Animal hygiene and sustainable livestock production. Proceedings of the XVth International Congress of the International Society for Animal Hygiene, Vienna, Austria, 3-7 July 2011, Volume 1. : 47–49.
- Fablet C, Marois-Créhan C, Dorenlor V, Eono F, Eveno E, Jolly JP, Le Devendec L, Kobisch M, Madec F, Rose N. 2012a. Bacterial pathogens associated with lung lesions in slaughter pigs from 125 herds. *Research in Veterinary Science*, 93 (2): 627–630. DOI 10.1016/j.rvsc.2011.11.002.
- Fablet C, Marois-Créhan C, Simon G, Grasland B, Jestin A, Kobisch M, Madec F, Rose N. 2012b. Infectious agents associated with respiratory diseases in 125 farrow-to-finish pig herds: a cross-sectional study. *Veterinary Microbiology*, 157 (1-2): 152–163. DOI 10.1016/j.vetmic.2011.12.015.
- Fraile L, Alegre A, López-Jiménez R, Nofrarías M, Segalés J. 2010. Risk factors associated with pleuritis and cranio-ventral pulmonary consolidation in slaughter-aged pigs. *Veterinary Journal*, 184 (3): 326–333. DOI 10.1016/j.tvjl.2009.03.029.
- Fraile L, Sibila M, Nofrarías M, López-Jimenez R, Huerta E, Llorens A, López-Soria S, Pérez D, Segalés J. 2012. Effect of sow and piglet porcine circovirus type 2 (PCV2) vaccination on piglet mortality, viraemia, antibody titre and production parameters. *Veterinary Microbiology*, 161 (1-2): 229–234. DOI 10.1016/j.vetmic.2012.07.021.
- Garcia-Morante B, Segalés J, Fraile L, Pérez de Rozas A, Maiti H, Coll T, Sibila M. 2016. Assessment of *Mycoplasma hyopneumoniae*-induced Pneumonia using Different Lung Lesion Scoring Systems: a Comparative Review. *Journal of Comparative Pathology*, 154 (2-3): 125–134. DOI 10.1016/j.jcpa.2015.11.003.
- Gottschalk M. 2012. Actinobacillosis. In: Zimmerman J, Karriker L, Ramirez A, Schwartz K, Stevenson G, Hrsg. *Diseases of Swine*. Tenth ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 653–665.
- Grosse Beilage E, Rohde N, Krieter J. 2009. Seroprevalence and risk factors associated with seropositivity in sows from 67 herds in north-west Germany infected with *Mycoplasma*

hyopneumoniae. *Preventive Veterinary Medicine*, 88 (4): 255–263. DOI 10.1016/j.prevetmed.2008.10.005.

Hansen MS, Pors SE, Jensen HE, Bille-Hansen V, Bisgaard M, Flachs EM, Nielsen OL. 2010. An investigation of the pathology and pathogens associated with porcine respiratory disease complex in Denmark. *Journal of Comparative Pathology*, 143 (2-3): 120–131. DOI 10.1016/j.jcpa.2010.01.012.

Hennig-Pauka I. 2016. *Actinobacillus pleuropneumoniae* – altbekannt, gut erforscht und hoch aktuell für die Bestandsgesundheit. *Veterinär Spiegel*, 26 (02): 70–75. DOI 10.1055/s-0042-107496.

Hennig-Pauka I. 2018. *Actinobacillus pleuropneumoniae* – ein akutes Problem. Was wissen wir und was brauchen wir noch? *Tierärztliche Umschau*, 73: 168–170.

Hillen S, Berg S von, Köhler K, Reinacher M, Willems H, Reiner G. 2014. Occurrence and severity of lung lesions in slaughter pigs vaccinated against *Mycoplasma hyopneumoniae* with different strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 113 (4): 580–588. DOI 10.1016/j.prevetmed.2013.12.012.

Jäger HC, McKinley TJ, Wood JLN, Pearce GP, Williamson S, Strugnell B, Done S, Habernoll H, Palzer A, Tucker AW. 2012. Factors associated with pleurisy in pigs: a case-control analysis of slaughter pig data for England and Wales [Doktorarbeit]. München: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität.

Kobisch M, Blanchard B, Le Potier MF. 1993. *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs: duration of the disease and resistance to reinfection. *Veterinary Research*, 24 (1): 67–77.

Kobisch M, Friis NF. 1996. Swine mycoplasmoses. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 15 (4): 1569–1605.

Leneveu P, Robert N, Keïta A, Pagot E., Pommier P., Tessier P. 2005. Lung Lesions in Pigs at Slaughter: A 2-Year Epidemiological Study in France. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 3 (3): 259–265.

Madec F, Kobisch M. 1982. Bilan lésionnel des poumons der porcs charcutiers a l' abattoir. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 14: 405–412.

Maes D, Segales J, Meyns T, Sibila M, Pieters M, Haesebrouck F. 2008. Control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. *Veterinary Microbiology*, 126 (4): 297–309. DOI 10.1016/j.vetmic.2007.09.008.

- Magar R, Laroche R, Thibault S, Lamontagne L. 2000. Experimental transmission of porcine circovirus type 2 (PCV2) in weaned pigs: a sequential study. *Journal of Comparative Pathology*, 123 (4): 258–269. DOI 10.1053/jcpa.2000.0413.
- Marks FS, Almeida LL, Driemeier D, Canal C, Barcellos DESN, Guimarães JA, Reck J. 2016. Porcine circovirus 2 (PCV2) increases the expression of endothelial adhesion/junction molecules. *Brazilian Journal of Microbiology* : [publication of the Brazilian Society for Microbiology], 47 (4): 870–875. DOI 10.1016/j.bjm.2016.07.001.
- Marois C, Gottschalk M, Morvan H, Fablet C, Madec F, Kobisch M. 2009. Experimental infection of SPF pigs with *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 9 alone or in association with *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Veterinary Microbiology*, 135 (3-4): 283–291. DOI 10.1016/j.vetmic.2008.09.061.
- Marques BMFPP, Bernardi ML, Coelho CF, Almeida M, Morales OE, Mores TJ, Borowski SM, Barcellos DESN. 2012. Influence of tail biting on weight gain, lesions and condemnations at slaughter of finishing pigs. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32 (10): 967–974. DOI 10.1590/S0100-736X2012001000003.
- Marsteller TA, Fenwick B. 1999. *Actinobacillus pleuropneumoniae* disease and serology. *Swine Health and Production*, 7 (4): 161–165.
- Martelli P, Gozio S, Ferrari L, Rosina S, Angelis E de, Quintavalla C, Bottarelli E, Borghetti P. 2009. Efficacy of a modified live porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccine in pigs naturally exposed to a heterologous European (Italian cluster) field strain: Clinical protection and cell-mediated immunity. *Vaccine*, 27 (28): 3788–3799. DOI 10.1016/j.vaccine.2009.03.028.
- Martínez J, Peris B, Gómez EA, Corpa JM. 2009. The relationship between infectious and non-infectious herd factors with pneumonia at slaughter and productive parameters in fattening pigs. *Veterinary Journal*, 179 (2): 240–246. DOI 10.1016/j.tvjl.2007.10.006.
- Meng X-J. 2012. Spread like a wildfire--the omnipresence of porcine circovirus type 2 (PCV2) and its ever-expanding association with diseases in pigs. *Virus Research*, 164 (1-2): 1–3. DOI 10.1016/j.virusres.2011.12.005.
- Meng X-J. 2013. Porcine circovirus type 2 (PCV2): pathogenesis and interaction with the immune system. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1: 43–64. DOI 10.1146/annurev-animal-031412-103720.

- Meriardi G, Dottori M, Bonilauri P, Luppi A, Gozio S, Pozzi P, Spaggiari B, Martelli P. 2012. Survey of pleuritis and pulmonary lesions in pigs at abattoir with a focus on the extent of the condition and herd risk factors. *Veterinary Journal*, 193 (1): 234–239. DOI 10.1016/j.tvjl.2011.11.009.
- Meyns T, van Steelant J, Rolly E, Dewulf J, Haesebrouck F, Maes D. 2011. A cross-sectional study of risk factors associated with pulmonary lesions in pigs at slaughter. *Veterinary Journal*, 187 (3): 388–392. DOI 10.1016/j.tvjl.2009.12.027.
- Neumann EJ, Kliebenstein JB, Johnson CD, Mabry JW, Bush EJ, Seitzinger AH, Green AL, Zimmerman JJ. 2005. Assessment of the economic impact of porcine reproductive and respiratory syndrome on swine production in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227 (3): 385–392. DOI 10.2460/javma.2005.227.385.
- O'Connor B, Gauvreau H, West K, Bogdan J, Ayroud M, Clark EG, Konoby C, Allan G, Ellis JA. 2001. Multiple porcine circovirus 2-associated abortions and reproductive failure in a multisite swine production unit. *The Canadian Veterinary Journal*, 42 (7): 551–553.
- Opriessnig T, Langohr I. 2012. Current State of Knowledge on Porcine Circovirus Type 2-Associated Lesions. DOI 10.1177/0300985812450726.
- Opriessnig T, Meng X-J, Halbur PG. 2007. Porcine circovirus type 2 associated disease: update on current terminology, clinical manifestations, pathogenesis, diagnosis, and intervention strategies. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation: official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc*, 19 (6): 591–615. DOI 10.1177/104063870701900601.
- Palzer A, Ritzmann M, Wolf G, Heinritzi K. 2005. Erregernachweis aus bronchoalveolärer Lavage bei Schweinen mit Atemwegserkrankungen. *Tierärztliche Umschau*, 60: 550–565.
- Park C, Jeong J, Kang I, Choi K, Park S-J, Chae C. 2016. Increased fucosyl glycoconjugate by *Mycoplasma hyopneumoniae* enhances adherences of *Pasteurella multocida* type A in the ciliated epithelial cells of the respiratory tract. *BMC Veterinary Research*, 12: 25. DOI 10.1186/s12917-016-0650-7.
- Permentier L, Maenhout D, Deley W, Broekman K, Vermeulen L, Agten S, Verbeke G, Aviron J, Geers R. 2015. Lung lesions increase the risk of reduced meat quality of slaughter pigs. *Meat Science*, 108: 106–108. DOI 10.1016/j.meatsci.2015.06.005.

- Rech RR, Gava D, Silva MC, Fernandes LT, Haach V, Ciacci-Zanella JR, Schaefer R. 2018. Porcine respiratory disease complex after the introduction of H1N1/2009 influenza virus in Brazil. *Zoonoses and Public Health*, 65 (1): e155-e161. DOI 10.1111/zph.12424.
- Sassu EL, Bossé JT, Tobias TJ, Gottschalk M, Langford PR, Hennig-Pauka I. 2018. Update on *Actinobacillus pleuropneumoniae*-knowledge, gaps and challenges. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65 Suppl 1: 72–90. DOI 10.1111/tbed.12739.
- Scherer NC. 2008. Analyse der Ätiologie von Lungeninfektionen bei Schweinen von 5-30 kg Lebendmasse, die im Zeitraum 2005-2007 an die Klinik für Schweine der Veterinärmedizinischen Universität Wien eingeliefert wurden [Diplomarbeit]. Veterinärmedizinische Universität Wien, 62.
- Segalés J. 2012. Porcine circovirus type 2 (PCV2) infections: clinical signs, pathology and laboratory diagnosis. *Virus Research*, 164 (1-2): 10–19. DOI 10.1016/j.virusres.2011.10.007.
- Sibila M, Aragón V, Fraile L, Segalés J. 2014. Comparison of four lung scoring systems for the assessment of the pathological outcomes derived from *Actinobacillus pleuropneumoniae* experimental infections. *BMC Veterinary Research*, 10: 165. DOI 10.1186/1746-6148-10-165.
- Sørensen V, Ahrens P, Barfod K, Feenstra AA, Feld NC, Friis NF, Bille-Hansen V, Jensen NE, Pedersen MW. 1997. *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs: Duration of the disease and evaluation of four diagnostic assays. *Veterinary Microbiology*, 54 (1): 23–34. DOI 10.1016/S0378-1135(96)01266-7.
- Sørensen V, Jorsal SE, Mousing J. 2006. Diseases of the Respiratory System. In: Straw BE, Hrsg. *Diseases of swine*. Ninth ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 149–177.
- ter Beek V. 2007. A new approach for pleurisy detection. *Pig Progress*, 23 (4): 1–3.
- Thacker EL. 2006. Mycoplasmal Diseases. In: Straw BE, Hrsg. *Diseases of swine*. Ninth ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 701–717.
- Thanawongnuwech R, Thacker B, Halbur P, Thacker EL. 2004. Increased production of proinflammatory cytokines following infection with porcine reproductive and respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 11 (5): 901–908. DOI 10.1128/CDLI.11.5.901-908.2004.
- Tischer I, Gelderblom H, Vettermann W, Koch MA. 1982. A very small porcine virus with circular single-stranded DNA. *Nature*, 295 (5844): 64–66. DOI 10.1038/295064a0.

VanAlstine WG. 2012. Respiratory System. In: Zimmerman J, Karriker L, Ramirez A, Schwartz K, Stevenson G, Hrsg. Diseases of Swine. Tenth ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 348–362.

Zachary JF, McGavin MD. 2013. Pathologic Basis of Veterinary Disease. Fifth ed. London: Elsevier Health Sciences.

8 Abkürzungsverzeichnis

APP	<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>
<i>B. bronchiseptica</i>	<i>Bordetella bronchiseptica</i>
DP	Dorsokaudale Pleuritis
EP	Enzootische Pneumonie
GPS	<i>Glaesserella parasuis</i>
KP	Kraniale Pleuritis
<i>M. hyopneumoniae</i>	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>
OR	Odds Ratio
<i>P. multocida</i>	<i>Pasteurella multocida</i>
PCV2	Porcine Circo Virus 2
PCV2-ED	Enteric Disease
PCV2-LD	Lung Disease
PCV2-RD	Reproductive Disease
PCV2-SD	Systemic Disease
PCV2-SI	Subclinical Infection
PCVD	Porcine Circovirus Diseases

PDNS	Porcine Dermatitis and Nephropathy Syndrome
PRCV	Porcine Respiratory Corona Virus
PRDC	Porcine Respiratory Disease Complex
PRRSV	Porcine Respiratory and Reproductive Syndrome Virus
<i>S. suis</i>	<i>Streptococcus suis</i>
SIV	Schweineinfluenzaviren
SPES	Slaughterhouse Pleurisy Evaluation System
<i>T. pyogenes</i>	<i>Trueperella pyogenes</i>

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Auflistung wichtiger Betriebsdaten

Tab. 2: Auflistung der ausgewerteten Lungenläsionen und atemwegsrelevante Befunde auf Betriebsebene

Tab. 3: EP-Index und bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 4: Odds-Ratio für Bronchopneumonie (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 5: Odds-Ratio für den EP-Index (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 6: Schätzwerte für die bronchopneumonisch veränderte Gesamtfläche (Impfung ja vs. nein) und die Betriebsgröße, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 7: Odds-Ratio für den SPES-Score (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 8: Odds-Ratio für dorsokaudale Pleuritis (Impfung ja vs. nein) und für die Mastperiode, sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 9: Odds-Ratio für kraniale Pleuritis (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Tab. 10: Odds-Ratio für Narben (Impfung ja vs. nein), sowie Konfidenzintervalle in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Bronchopneumonie (BP) (0 = keine BP, 1 = BP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2 Impfstatus

Abb. 2: SPES-Score (0 = keine dorsokaudale Pleuritis (DP), 2 = DP auf einem Lungenlappen, fokal, 3 = DP auf einem Lungenlappen, ausgedehnt oder auf beiden Lungenlappen, moderat, 4 = DP auf beiden Lungenlappen, ausgedehnt) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Abb. 3: Dorsokaudale Pleuritis (DP) (0 = keine DP, 1 = DP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Abb. 4: Kraniale Pleuritis (KP) (0 = keine KP, 1 = KP vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

Abb. 5: Narben (0 = keine Narben, 1 = Narben vorhanden) nach dem Ceva Lung Program® in Abhängigkeit vom *M. hyopneumoniae*- und PCV2-Impfstatus

11 Danksagung

Ein riesiges Dankeschön an Professor Dr. Wolfgang Sipos, der mir zu dieser Arbeit verholfen hat. Danke für die Unterstützung während dieses ganzen Prozesses, für die raschen Antworten, für die guten Tipps und für Lob und Kritik.

Ein riesiges Dankeschön auch an Dr. Vojislav Cvjetković für die Bereitstellung der Daten, für das Engagement und für die ständige Bereitschaft mir bei allen Fragen behilflich zu sein.

Euch beiden möchte ich von Herzen für die Zusammenarbeit danken.

Es hat mir großen Spaß gemacht mit euch zusammenzuarbeiten.

Vielen Dank auch an Professor Dr. Herbert Weissenböck für die konstruktive Kritik und das positive Feedback.

Bei Laurianne Meppiel möchte ich mich herzlich für die statistische Auswertung bedanken.

Ich möchte allen meinen Studienkolleginnen und Freundinnen danken, die mich in all den Jahren begleitet und unterstützt haben und ohne die es nicht halb so viel Spaß gemacht hätte. Danken möchte ich vor allem auch Lena Kerschbamer und Lena Bramer für das geduldige Korrigieren meiner Diplomarbeit.

Zu allerletzt ein großes Dankeschön an meine Familie, an meine Eltern und meine Schwester, die mich unterstützt und immer an mich geglaubt haben.

Danke!