

Aus der Klinik für Schweine
in Oberschleißheim
(Vorstand: Prof. Dr. Dr. Karl Heinritzi)
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Einfluss der Mutterschutzimpfung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* auf den Impfschutz der Ferkel

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Christian Strauß
aus Aindling

München 2007

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer
Referent: Univ.-Prof. Dr. K. Heinritzi
Korreferent: PD Dr. B. Schalch

Tag der Promotion: 09.02.2007

Meinen Eltern

&

Tanja

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHT- <i>MYCOPLASMA HYOPNEUMONIAE</i>	2
2.1	Ätiologie.....	2
2.2	Epidemiologie	3
2.3	Pathogenese.....	5
2.4	Klinisches Bild	6
2.4.1	Monoinfektion mit <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	6
2.4.2	Infektion mit Sekundärerregern	7
2.4.2.1	Bakterielle Sekundärerreger	7
2.4.2.2	Virale Sekundärerreger	8
2.4.3	Einfluss von unbelebten Faktoren	8
2.5	Pathologie.....	9
2.6	Immunreaktion.....	10
2.7	Diagnostik	12
2.7.1	Kultureller Nachweis.....	12
2.7.2	Immunfluoreszenz (IF).....	13
2.7.3	Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR)	13
2.7.4	Serologie.....	14
2.8	Bekämpfung von <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>.....	16
2.8.1	Sanierungsverfahren.....	16
2.8.2	Erregerkontrolle	17
2.8.2.1	Antibiose	17
2.8.2.2	Vakzination	19
2.9	Sauenmilch und maternale Antikörper.....	22
2.9.1	Zusammensetzung der Sauenmilch.....	22
2.9.2	Maternale Antikörper	22
3	MATERIAL UND METHODEN	25
3.1	Ziel der Untersuchung	25
3.2	Versuchsbetriebe	25
3.3	Auswahl der Tiere	29
3.4	Vakzine.....	29
3.5	Gruppeneinteilung	30
3.6	Probennahme.....	30
3.7	Labordiagnostik	31
3.8	Gewichtsentwicklung	33
3.9	Erhebung von Lungenbefunden	33
3.9.1	Bronchopneumonien	34
3.9.2	Pleuritiden	35

3.9.3	Abszesse	36
3.10	Statistik.....	37
3.10.1	Statistische Auswertung der Ergebnisse	37
3.10.2	Arithmetisches Mittel (Mittelwert) und Signifikanzanalyse	38
4	ERGEBNISSE	39
4.1	Auswertbares Tiermaterial	39
4.2	Verträglichkeit der Impfung	41
4.3	Ergebnisse der serologischen Untersuchungen	41
4.3.1	Serologie der Ferkel	41
4.3.1.1	Antikörperentwicklungen aller Gruppen.....	41
4.3.1.2	Vergleich der Antikörperentwicklung der einzelnen Gruppen untereinander	43
4.3.2	Serologie der Sauen.....	48
4.3.2.1	Blutserologie	48
4.3.2.2	Milchserologie.....	50
4.4	Auswertung der Lungenbefunde	54
4.5	Auswertung der Gewichtsentwicklung.....	57
5	DISKUSSION	59
5.1	Verträglichkeit der Impfung	59
5.2	Antikörperentwicklung nach Impfung tragender Sauen	60
5.3	Übergang maternaler Antikörper vom Kolostrum ins Blut der Ferkel.....	61
5.4	Antikörperentwicklung gegen <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> der Ferkel und Einfluss maternaler Antikörper.....	62
5.5	Beurteilung der Schlachtlungen.....	64
5.6	Durchschnittliche tägliche Zunahmen	66
5.7	Bewertung der Milchserologie	67
5.8	Schlußfolgerungen.....	69
6	ZUSAMMENFASSUNG	71
7	SUMMARY.....	73
8	LITERATURVERZEICHNIS	75
	DANKSAGUNG	93
	LEBENS LAUF	94

Abkürzungsverzeichnis

a.p.	ante partum
APP	Actinobacillus pleuropneumoniae
BALF	Bronchoalveoläre Lavageflüssigkeit
BE	Blutentnahme
CCM	Corn Cob Mix
DNS	Desoxyribonukleinsäure
DLG	Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft
ELISA	Enzyme-linked-Immunsorbent Assay
IF	Immunfluoreszenz
IgA	Immunglobulin A
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
IHA	Indirekte Hämagglutination
KBR	Komplementbindungsreaktion
M.	Mycoplasma
MEW	Medicated-Early-Weaning
n	Anzahl
nm	Nanometer
NPW	Negativer Prädikativer Wert
OD	Optische Dichte
p.n.	post natum
p.p.	post partum
PCR	Polymerase Chain Reaction
PCV	Porcines Circovirus
PMWS	Postweaning-Multisystemic-Wasting-Syndrome

Abkürzungsverzeichnis

PPW	Positiver Prädikativer Wert
PRDC	Porcine Respiratory Disease Complex
PRRSV	Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus
SEW	Segregated-Early-Weaning
SIV	Schweine-Influenzavirus
SPF	Spezifisch-Pathogen-Frei
U/min	Umdrehungen pro Minute

1 Einleitung

In der modernen Schweineproduktion verursachen respiratorische Erkrankungen schwerwiegende Probleme, die neben Infektionen des Gastrointestinaltraktes ein häufiger Grund für hohe wirtschaftliche Verluste durch hohe Behandlungskosten, eine hohe Mortalität der Tiere, schlechtere Futtermittelverwertung und dadurch geringere Tageszunahmen in der Mast sind.

Einer der am weitesten in Schweinebeständen verbreitete pathogene Erreger ist *Mycoplasma hyopneumoniae*, der Primärerreger der Enzootischen Pneumonie. *Mycoplasma hyopneumoniae* schädigt durch Anheftung im Respirationstrakt die dort vorhandenen Zilien, was zur Verminderung der mukoziliären Clearance und dadurch zur Anheftung von bakteriellen Sekundärerregern in der Lunge führt.

Begünstigt wird die Entstehung von respiratorischen Erkrankungen durch die modernen Haltungssysteme, bei denen viele Tiere auf engem Raum gehalten werden, sowie die hohe Prävalenz des Erregers in der Population, die leichte Übertragbarkeit von *Mycoplasma hyopneumoniae* und die Schwierigkeit bei Prophylaxe und Therapie.

Im Rahmen der Bekämpfung von *Mycoplasma hyopneumoniae* wird der Immunprophylaxe großer Bedeutung beigemessen. Die Frage ob Tiere mit Einmal- oder Zweimalimpfstoff vakziniert werden sollen wird dabei immer wieder kontrovers diskutiert. Auch ob maternal über das Kolostrum übertragene Antikörper die Wirkung der Ferkelimpfung beeinflussen oder ob gar eine Impfung der Sauen vor dem Abferkeln einen ausreichenden Schutz für die Ferkel bietet, wurde noch nicht abschließend geklärt.

Ziel dieser Arbeit ist einen Einmalimpfstoff StellamuneOne® (Fa. Pfizer) einem Zweimalimpfstoff Stellamune® Mycoplasma (Fa. Pfizer) gegenüberzustellen, wobei ein Teil der Sauen ante partum mit dem Einmalimpfstoff vakziniert werden. Die Wirkung der Impfung und Beeinflussung der Wirkung durch maternale Antikörper wurden aufgrund der Antikörperentwicklung und dem Vergleich der ELISA-Werte im Serum der Ferkel, der Lungenbefunde am Schlachthof und der täglichen Zunahmen beurteilt. Des Weiteren wurde die Kolostrumuntersuchung mittels ELISA mit dem Testkit HerdCheck M.hyo der Firma IDEXX als alternative Untersuchungsmethode für *Mycoplasma hyopneumoniae* geprüft.

2 Literaturübersicht- *Mycoplasma hyopneumoniae*

Mykoplasmen sind ubiquitär verbreitet und kommen auf den Schleimhäuten fast aller Tiere vor. Während ein Teil der Mykoplasmen als apathogen anzusehen ist, können einige mit verschiedenen Erkrankungen bei Mensch und Tier in Zusammenhang gebracht werden.

Bei Schweinen findet man regelmäßig *Mycoplasma hyopneumoniae*, den primären Erreger der Enzootischen Pneumonie, *Mycoplasma hyosynoviae*, den Erreger von akuter Synovitis und Arthritis, *Mycoplasma hyorhinis*, verantwortlich für Polyserositis und Polyarthritis, und *Mycoplasma flocculare*, dessen Pathogenität fraglich ist (BINDER 1990).

2.1 Ätiologie

Während in den 30er Jahren noch ein Virus für die Enzootische Pneumonie verantwortlich gemacht wurde, dauerte es bis 1965, als zwei Forschergruppen die Anzüchtung von *Mycoplasma hyopneumoniae* aus pneumonischen Schweinelungen unabhängig voneinander gelang. In England schafften dies GOODWIN et al. (1965) und nannten den Keim *Mycoplasma suis pneumoniae*, während in den Vereinigten Staaten MARÈ und SWITZER (1965) das Isolat *Mycoplasma hyopneumoniae* nannten. Wenig später erkannten HODGES et al. (1969) den Erreger als primäre Ursache der Enzootischen Pneumonie. GOODWIN (1971) wies nach, dass es sich bei den Isolaten um ein und denselben Erreger handelte. Nachdem sich 1974 die Kommission für Systematik für die Bezeichnung *Mycoplasma hyopneumoniae* entschied, wurde der Stamm J von GOODWIN et al. (1965) als Referenzstamm eingesetzt. Der rein an das Schwein adaptierte Erreger lässt sich innerhalb der Ordnung *Mycoplasmatales* der Klasse *Mollicutes* zur Familie der *Mycoplasmataceae* (SELBITZ 2002) zuordnen. Die Gattung *Mycoplasma* stellt mit ca. 100 Arten die wohl bedeutendste Gruppe dar.

Mykoplasmen haben einen Durchmesser von 0,1 bis 0,3 µm, der es ihnen ermöglicht übliche bakteriendichte Filter zu passieren, und sind somit die kleinsten Mikroorganismen, die sich außerhalb von Zellen selbstständig vermehren können (SELBITZ 2002). Da das Zytoplasma nicht von einer festen Zellwand, sondern von einer dreischichtigen 7,5 bis 10 nm dicken Zellmembran umgeben ist, wurden Mykoplasmen früher zwischen Bakterien und Viren eingeordnet. Diese Membran ermöglicht ihnen pleomorph zu sein, das heißt die Zellform wird vom vorhandenen Milieu bestimmt. Außerdem sind sie färbereis sehr schlecht darzustellen, wodurch sie den gramnegativen Keimen zugeordnet werden. Ihre Vermehrung findet durch Querteilung statt (ROSS 1999).

Die Anzüchtung von Mykoplasmen ist schwierig und nur auf Spezialnährböden möglich. Außer festen Nährböden sind auch flüssige Substrate unter Zusatz von Seren geeignet. Gelingt das Anzüchten unter einer CO₂-Atmosphäre unter Zusatz von Penicillin, Thalliumazetat und Amphothericin B zur Unterdrückung von Begleitkeimen, wachsen Mykoplasmen sehr langsam (SELBITZ 2002). Nach zwei bis drei Tagen sind erste Koloniebildungen zu beobachten. Die typischen 0,25 bis 1,0 nm großen Kolonien entwickeln sich ab dem zehnten Tag nach Inkubation (ROSS 1999). *Mycoplasma hyopneumoniae* bilden nicht wie andere Mykoplasmen die typische Spiegeleier-Form aus (KOBISCH und TILLON 1989), sondern gleichen rosagefärbten Tropfen ohne zentrale Ausbuchtung.

2.2 Epidemiologie

Mycoplasma hyopneumoniae ist weltweit verbreitet und in fast allen Schweinebeständen vorhanden (BLAHA 1992, SELBITZ 2002). In Deutschland beträgt der Anteil seropositiver Bestände, das heißt Bestände mit mindestens einem positiv reagierenden Tier, 81,2% bei Mastschweinen (ab 60 kg Körpergewicht), 63,0% bei Jungsaugen und 47,2% bei Altsaugen (HORST et al. 1997). Bei Untersuchung von bronchoalveolärer Lavageflüssigkeit mittels PCR von 330 Tieren aus 65 verschiedenen Beständen konnten PALZER et al. (2006) *Mycoplasma hyopneumoniae* signifikant öfter in Proben von Mastschweinen nachweisen als in Proben von Saug- bzw. Aufzuchtferkeln. 106 ungeimpfte Mastbestände im Weser-Ems-Gebiet zeigten einen Durchseuchungsgrad von 97,17% mit *Mycoplasma hyopneumoniae* (HILTERMANN-LINDEN 2004), was frühere Untersuchungen von PFÜTZNER und BLAHA (1995) in dieser Region, bei denen fast 100% der untersuchten Mastschweine infiziert waren, bestätigte.

In Belgien konnten von MAES et al. (1999) eine Herdenprävalenz in Bezug auf *Mycoplasma hyopneumoniae* von 88% festgestellt werden. Bei Untersuchungen in Skandinavien, mit einer wesentlich geringeren Schweinedichte, wurden von SØRENSEN et al. (1992) und von RAUTIAINEN (1998) Prävalenzen in den Herden von 30% bzw. 39% festgestellt. In Ländern in denen „Spezifisch-Pathogen-Freie“ (SPF) Herden aufgebaut wurden, wie in der Schweiz oder Dänemark, liegt die Häufigkeit der Reinfektion pro Jahr bei 1,8% bis 10% (BLAHA 1992; PFÜTZNER u. BLAHA 1995; ZIMMERMANN et al. 1989).

Ein hohes Risiko für die Neueinschleppung von *Mycoplasma hyopneumoniae* schreiben MAES et al. (2000) dem Zukauf von infizierten, klinisch unauffälligen Schweinen zu.

Die Übertragung innerhalb infizierter Bestände erfolgt durch direkten Tierkontakt oder indirekt aerogen über Tröpfcheninfektion (SELBITZ 2002; LEÓN et al. 2001). Eine Erregerübertragung findet zwischen infizierten Muttersauen und ihren Ferkeln (CLARK 1997) oder zwischen infizierten und nicht infizierten Schweinen verschiedener Altersgruppen statt (GOODWIN 1971; WALLGREN u. SCHWAN 1994). Jungsauen stellen nach Ansicht von BERNER (1995) durch zu wenig maternale Antikörper im Kolostrum eine besondere Gefahr dar. RAUTIAINEN et al. (1998) konnten dagegen feststellen, dass sogar schwache Ferkel von Jungsauen nur milde Symptomatik nach einer Infektion zeigten. THACKER et al. (2000a) fanden heraus, dass maternale Antikörper zwar nicht die Besiedlung nach experimenteller Infektion beeinflussten, aber bei früher Infektion mit 3 und 6 Wochen den Grad der Pneumonie signifikant reduzierten. RUIZ et al. (2003) untersuchten bei doppelt gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* vakzinierten Muttersauen (fünf und drei Wochen a.p.) die Antikörperübertragung auf deren Nachkommen. Die übertragenen maternalen Antikörper führten aber nur in der ersten Lebenswoche zu einer geringeren Besiedlung der Schleimhäute mit *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Häufiger ist jedoch die horizontale Übertragung von *Mycoplasma hyopneumoniae* zwischen gleichaltrigen Tieren oder von älteren Schweinen auf jüngere Tiere bei kontinuierlichem Belegen von Stallabteilen, wobei unter Feldbedingungen, anders als im Infektionsversuch, durch ständigen Kontakt der Tiere, eine viel geringere Erregermenge benötigt wird (JERICHO 1986). Zukauf von Tieren aus verschiedenen Beständen stellt ein hohes Risiko durch infizierte, klinisch inapparente Tiere dar. Die Gefahr einer Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* steigt mit der Anzahl der Bestände aus denen Tiere zugekauft werden (CLARK 1997; MAES et al. 2000). Eine Infektion bzw. Übertragung des Erregers zwischen Herden ist auch über Luft möglich. *Mycoplasma hyopneumoniae* ist unter Feldbedingungen bis zu 48 Stunden außerhalb des Wirts überlebens- und infektiösfähig, wodurch eine Übertragung zwischen benachbarten Betrieben möglich ist (PFÜTZNER u. BLAHA 1995). Die aerogene Übertragung ist über Distanzen von bis zu 3,2 km möglich (GOODWIN 1985), besonders gut bei feucht kalter Luft, wodurch eine Verstärkung der Krankheitsproblematik im Herbst und Winter zu erwarten ist. Die aerogene Übertragung konnte STÄRK (1999), durch die Isolierung von *Mycoplasma hyopneumoniae* in Luftproben aus Mastställen mit klinisch erkrankten Tieren, bestätigen.

2.3 Pathogenese

Die Inkubationszeit bei experimentellen Infektionen mit *Mycoplasma hyopneumoniae* beträgt zehn bis 14 Tage (DONE 1996). Unter Feldbedingungen dauert es vier bis sechs Wochen, in Einzelfällen mehrere Monate, bis klinische Symptome auftreten (SCHULLER 1986), wobei die Entwicklung klinischer Symptome und die Inkubationszeit von der übertragenen Erregermenge, resistenzmindernder Umweltfaktoren und dem Immunstatus der Tiere abhängig ist (STEVENSON 1998). Als erstes Krankheitssymptom ist Husten wahrnehmbar (GOODWIN 1971).

Nach Übertragung breitet sich *Mycoplasma hyopneumoniae* auf bronchogenem Weg aus und besiedelt zuerst die Oberflächen der Schleimhaut von Trachea, Bronchien und Bronchiolen. Zu diesem Zeitpunkt werden meist nur wenig Mykoplasmen in den kleinen Bronchiolen und Alveolen nachgewiesen (ROSS 1999; SELBITZ 2002). Die Anheftung erfolgt durch strahlenförmige Fibrillen, die auf der äußeren Mykoplasmenmembranoberfläche lokalisiert sind (BLANCHARD et al. 1992). Diese Strukturen werden als Adhäsine identifiziert (ZHANG et al. 1994; DJORDJEVIC et al. 2004) und als Protein P97 bezeichnet (MINION et al. 2000). Auf der Zilienoberfläche der Epithelzellen befinden sich Glycolipidrezeptoren, die als Verbindungsstrukturen für die Bakterien dienen (ZHANG et al. 1994; MAES et al. 1996).

In Anwesenheit von *Mycoplasma hyopneumoniae* tritt in den Epithelzellen eine Veränderung der Produktion und Sekretion der Glycoproteine ein, was zu destruktiven Zilienveränderungen führt, die schließlich als Ablösung der Zilienepithelien bezeichnet werden (BLANCHARD et al. 1992; DEBEY u. ROSS 1994). Fünf Tage nach Befall der Zilien wiesen JAQUES et al. (1992) eine reduzierte Zilientätigkeit, Zilienverlust und Epithelablösung nach. Wobei BLANCHARD et al. (1992) elektronenmikroskopisch erst 2 bis 6 Wochen nach Infektion zerstörtes Oberflächenepithel und Zilienverlust beobachteten.

Durch Schädigung der Alveolarepithelzellen kommt es ferner zu einem Mangel des, von den Pneumozyten II produzierten, Surfactants (BERNER 1995), was zu einer Verminderung der mukoziliären Clearance führt.

Die Membranen von *Mycoplasma hyopneumoniae* haben einen mitogenen Effekt auf Lymphozyten und Makrophagen des Schweines und stimulieren das Immunsystem, wodurch diese verstärkt in das Gewebe eindringen und dadurch eine starke Hypertrophie des peribronchialen, peribronchiolären und perivaskulären Gewebes zu finden ist (MESSIER et al. 1990).

Mycoplasma hyopneumoniae verfügt neben dieser immunstimulierenden Wirkung auch über immunsuppressive Eigenschaften (ADEGBOYE 1978a/b). T-Suppressorzellen werden aktiviert und dadurch die für die lokale Schleimhautimmunität wichtigen T-Lymphozyten gehemmt (WANNEMÜLLER et al. 1988). Gleichzeitig wird die Phagozytoseaktivität der Alveolarmakrophagen unterdrückt, was wiederum die Besiedlung mit weiteren pathogenen Keimen, wie *Mycoplasma hyorhinis*, *Pasteurella multocida* oder auch von viralen Erregern, begünstigt (CARUSO u. ROSS 1990; ROSS 1999; THACKER 2001), wodurch zusätzlich die Schädigung der Lunge verstärkt wird.

2.4 Klinisches Bild

Verläuft bei einer Monoinfektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* die Erkrankung im Allgemeinen unkompliziert, so kann es unter Beteiligung von Sekundärerregern als Faktorenkrankheit zu einem schwereren Krankheitsbild der Enzootischen Pneumonie kommen (SELBITZ 2002).

2.4.1 Monoinfektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae*

Das Hauptsymptom der Enzootischen Pneumonie ist ein chronischer, trockener Husten, der über Wochen und Monate anhalten kann (ROSS 1999). Er lässt sich durch Auftreiben ruhender Tiere provozieren, wobei der Reiz forcierter Atmung auf das geschädigte Bronchialepithel hustenauslösend wirkt (ZIMMERMANN u. PLONAIT 2001).

Die Inkubationszeit schwankt zwischen zehn und 16 Tagen bei Feldinfektionen (ROSS 1999). Bei experimenteller Infektion werden etwa sechs Tage bis zum Eintritt erster klinischer Symptome, des Hustens, angegeben (FEENSTRA et al. 1994). Nach STEVENSON (1998) besteht eine Abhängigkeit zwischen Inkubationszeit und Erregerdosis.

Der Krankheitsverlauf ist von einer hohen Morbidität, aber geringen Mortalität geprägt (KOBISCH et al. 1993). Symptome wie Tachypnoe, Dyspnoe und Fieber können auftreten. Unter günstigen Umweltbedingungen sind kaum klinische Symptome zu beobachten (SCHUH 2001). Bei subklinischen Verläufen wird Kümern, Verschlechterung der Futtermittelverwertung und verringertes Wachstum festgestellt (ROSS 1999), was zu einer Verringerung der täglichen Zunahmen um bis zu 60g pro Tier und Tag führen kann (RAUTAINEN et al. 2000).

In Betrieben mit hohem Infektionsdruck können sich die Ferkel bereits früh an der Muttersau infizieren (BERNER 1995). Es zeigen vor allem Ferkel und Läufer Schweine in chronisch infizierten Beständen klinische Symptome (PFÜTZNER 1993; ROSS 1999), wobei sich aber auch Mast Schweine während der gesamten Mastperiode infizieren können (WALLGREN u. SCHWAN 1994).

2.4.2 Infektion mit Sekundärerregern

Mycoplasma hyopneumoniae ermöglicht durch die Beeinträchtigung der lokalen und systemischen Abwehr die Besiedlung von viralen und bakteriellen Atemwegserregern in den erkrankten Lungenbereichen, was zu hochgradig bronchopneumonischen Erscheinungen führt (ZIMMERMANN u. PLONAIT 2001). *Mycoplasma hyopneumoniae* ist eine wesentliche Komponente des „Porcine Respiratory Disease Complex“ (PRDC) des Schweines. Alle beim Schwein vorkommenden Erreger von Atemwegserkrankungen können hierbei potentiell involviert sein. PRDC ist charakterisiert durch reduzierte Wachstumsraten, verminderte Futtermittelverwertung, Abgeschlagenheit, herabgesetzten Appetit, Fieber, Husten und Dyspnoe (THACKER 1999).

2.4.2.1 Bakterielle Sekundärerreger

Zu den häufigsten und wichtigsten bakteriellen Sekundärerregern bei einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion im Zusammenhang mit Enzootischer Pneumonie gehört *Pasteurella multocida* (BLAHA 1993; GROSSE BEILAGE 1999). Schweine, die gleichzeitig mit *Pasteurella multocida* und *Mycoplasma hyopneumoniae* infiziert werden, weisen häufiger und schwerer verlaufende Bronchopneumonien auf, als Tiere bei einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Monoinfektion (AMASS et al. 1994). Bei einer zusätzlichen Infektion mit *Pasteurella multocida* zeigen die schwer erkrankten Tiere im akuten Stadium hohes Fieber bis über 41°C und angestrenzte Atmung. Einige Erkrankte verenden nach zwölf bis 24 Stunden. In weniger schweren Fällen zeigen die Tiere Fieber, Husten, schleimigen Nasenausfluss und entwickeln eine Pleuropneumonie, wobei Überlebende zeitlebens kümmern (SELBITZ 2002).

Bordetella bronchiseptica kann häufig in den oberen Luftwegen gefunden werden und führt als Monoinfektion bei Saugferkeln zur Erkrankung. Als Sekundärerreger wird er oft aus veränderten Bezirken der Lunge bei Enzootischer Pneumonie isoliert (SELBITZ 2002).

Weitere Keime, die das klinische Bild einer Erkrankung durch *Mycoplasma hyopneumoniae* und die Lungenveränderungen verkomplizieren können, sind *Streptococcus suis* (STEVENSON 1998) und *Haemophilus parasuis*. *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP) wird gelegentlich auch bei Ausbrüchen von Enzootischer Pneumonie nachgewiesen (HOLMGREN et al. 1999). APP ist aber als primär pathogen anzusehen.

2.4.2.2 Virale Sekundärerreger

THACKER et al. (1999) wiesen nach, dass die Dauer und der Schweregrad einer durch das PRRS-Virus verursachten Pneumonie durch eine parallel bestehende Mykoplasmeninfektion gesteigert wird. Tiere, die nur mit PRRSV infiziert wurden, wiesen nur leichte Lungenveränderungen auf. Bei gleichzeitiger Infektion von PRRSV und *Mycoplasma hyopneumoniae* zeigten sie Pneumonien mit starken Lungenläsionen. Unabhängig vom Zeitpunkt der Virusinfektion führte eine Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* zu einer Potenzierung der viralen Pneumonie.

Koinfektionen von *Mycoplasma hyopneumoniae* und Schweine-Influenzavirus (SIV) führen zur Verlängerung der Genesungszeit und verursachen einen größeren Grad an Lungenläsionen im Vergleich zur Monovirusinfektion (THACKER et al. 2001).

KIM et al. (2003) konnten Mykoplasmen auch häufig zusammen mit Porcinen Circovirus II (PCV2) finden. Experimentelle Koinfektionen mit *Mycoplasma hyopneumoniae* und PCV2 führten zu einem gehäuften Ausbruch von PMWS (OPRIESSNIG et al. 2004), wobei sich durch die zusätzliche Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* die PCV2 bedingten Lungenveränderungen verschlimmerten und eine größere Erregermenge, die länger nachweisbar war, des Virus gefunden wurde .

2.4.3 Einfluss von unbelebten Faktoren

Zu den unbelebten Faktoren zählen zum einen der Ammoniak- und Staubgehalt und zum anderen die Temperatur der Stallluft.

Untersuchungen in Dänemark von ANDREASEN et al. (1994) zeigten, dass durch eine Ammoniakkonzentration über 50ppm schwere Pneumonien verursacht werden, wenn die Lunge durch *Mycoplasma hyopneumoniae* bereits vorgeschädigt ist. Bei rein mit *Pasteurella multocida* infizierten SPF-Tieren konnten, unabhängig der Ammoniakkonzentrationen von 5 bis 50ppm, weder klinisch Pneumonien noch Lungenläsionen festgestellt werden. Erst als

ANDREASON et al. (2000b) bei einer weiteren Untersuchung die Tiere nach Infektion mit *Pasteurella multocida* verschiedenen Ammoniakgehalten aussetzten und anschließend mit *Mycoplasma hyopneumoniae* infizierten, konnten klinische Symptome und pneumonische Veränderungen der Lunge festgestellt werden, je höher der Ammoniakgehalt war. In einem Feldversuch wurde bei der Überprüfung der täglichen Zunahmen kein signifikanter Unterschied zwischen guter und schlechter Luftqualität festgestellt (BAEBKO et al. 1996).

Niedrige Temperaturen und Kälte, die durch Zugluft verursacht wird, können die Flimmerbewegung der Zilien im Respirationstrakt hemmen und setzen dadurch die Clearance der Lunge gegenüber Bakterien herab (CURTIS et al. 1976). Sie wirken zusätzlich zytotoxisch auf Phagozyten, insbesondere Alveolarmakrophagen. Die Phagozytoserate wird ebenfalls bei Schwankungen der Temperatur um 5°C bei sehr jungen Tieren und bei 10°C bei Läufer Schweinen eingeschränkt (WACHTEL 1977).

Schlechtes Management, unzureichende Haltungsbedingungen und Zukauf aus mehreren Herkunftsbetrieben führen zu einer erhöhten Infektionsrate der Schweine mit Enzootischer Pneumonie (DIFRANCO et al. 1989).

Mit steigender Tierzahl pro Stallraum nimmt die Anzahl nachweisbarer Mikroorganismen zu (CARGILL et al. 1996). Eine Verbesserung der Mastleistung konnte einerseits durch das Rein-Raus-Verfahren (SCHEIDT et al. 1990), andererseits durch die Verbesserung der Luftqualität (CARGILL et al. 1996) erzielt werden.

2.5 Pathologie

Bei einer Monoinfektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* treten die pathologisch-anatomischen Veränderungen vor allem an den ventralen Abschnitten der Lobi craniales und mediales in Form einer katarrhalischen Bronchopneumonie auf, welche nach sieben bis 14 Tagen zu finden ist (KOBISCH et al. 1993; STEVENSON 1998). Die anfänglich grauroten Schwellungen flachen ab oder werden zu eingezogenen Bezirken von braunroter Farbe (ZIMMERMANN u. PLONAIT 2001). In den veränderten Lungenbereichen befindet sich ein katarrhalisches Exsudat. Die Bronchial- und Mediastinallymphknoten können geringgradig vergrößert sein (ROSS 1999). Da sich das Gewebe zu diesem Zeitpunkt fest und von fleischiger Konsistenz anfühlt, spricht man von Hepatisation des Lungengewebes (BERTSCHINGER 1972). Vier Wochen nach der Infektion sind die Läsionen am stärksten ausgeprägt und heilen, sofern es nicht zu bakteriellen Koinfektionen kommt, innerhalb von 60

bis 100 Tagen weitgehend aus, so dass bleibende Veränderungen nur als band- oder sternförmige Einziehungen auf der Lungenoberfläche zu erkennen sind (SØRENSEN et al. 1997; BERTSCHINGER et al. 1972). Nach KOBISCH und NICOLET (1987) und KOBISCH et al. (1993) sind Reparationsvorgänge 7 bis 10 Wochen post infectionem erkennbar. Die Pleura ist bei einer Monoinfektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* nicht betroffen (BERTSCHINGER et al. 1972).

Bei Mischinfektionen mit *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis* oder auch anderen Erregern, ist das pathologisch-anatomische Bild sehr vielgestaltig (ZIMMERMANN und PLONAIT 2001). Es treten dann katarrhalisch-eitrige bis zu eitrig-nekrotisierende Broncho- bzw. Pleuropneumonien, teilweise mit einer fibrinösen Pleuritis und Abszedierungen, auf (CIPRIÁN et al. 1988; SØRENSEN et al. 1997).

Die histologischen Veränderungen einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion sind charakteristisch und konzentrieren sich auf die luftleitenden Bereiche (STEVENSON 1998). Ungefähr sechs bis zehn Tage nach Infektion findet man erste histologische Veränderungen (SELBITZ 2002). Es sind kleine Ansammlungen von neutrophilen Granulozyten in den Lumina und in den umgebenden Geweben luftführender Wege zu finden, wie auch Anhäufungen von Lymphozyten in der Lamina propria des Bronchialepithels und eine Hyperplasie der Bronchiallymphknoten (ROSS 1999). Nach 14 bis 26 Tagen sind Lymphozytenansammlungen um die Bronchiolen und Blutgefäße und Exsudat in Alveolen und Bronchien zu finden. Nach WHITTLESTONE (1972) findet man 23 bis 34 Tage nach Infektion, bei in Abheilung befindlichen Regionen, kollabierte Alveolen, alveoläres Emphysem und in der Umgebung von luftleitenden Wegen hochgradig hyperplastische Lymphfollikel. Histologisch bleibt eine nachweisbare follikuläre Bronchitis und Bronchiolitis bestehen (ZIMMERMANN u. PLONAIT 2001).

2.6 Immunreaktion

Die Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* induziert eine zelluläre Immunantwort (ADEGBOYE 1978a/b), die eine systemische und lokale Reaktion beinhaltet. Die systemische Antikörperantwort, die wahrscheinlich nicht direkt mit der Schutzwirkung in Zusammenhang steht (IRIGOYEN et al. 1992), produziert etwa sieben Tage nach Infektion IgM, nach zehn bis 14 Tagen IgG1 und nach etwa 21 Tagen IgG2 und IgA (PIFFER u. ROSS 1984; THACKER et al. 2000b; BOETTCHER et al. 2002). Im Serum infizierter Schweine sind vor allem IgG-Antikörper zu finden (SUTER et al. 1985). LEÓN et al. (2001) konnten

systemische Antikörper zusammen mit dem Auftreten von Husten beobachten. SØRENSEN et al. (1994) konnten diese aber erst zehn Tage nach Beginn des Hustens nachweisen. Unter Feldbedingungen wird eine Serokonversion, in Abhängigkeit von Umweltfaktoren, drei Wochen bis drei Monate von MORRIS et al. (1995) und drei bis fünf Wochen von SØRENSEN et al. (1993), nach Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae*, beobachtet. Eine hohe Infektiösität wurde von HODGES et al. (1969) festgestellt, da die Ferkel bereits nach zwölf bis 20 Tagen serokonvertierten. In einer Untersuchung von HOLMGREN (1974) an experimentell infizierten Schweinen wurde die Antikörperentwicklung nach der Infektion aufgezeichnet. Dabei konnten Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* bereits zwei bis vier Wochen nach der Infektion im Serum nachgewiesen werden. Den höchsten Antikörperspiegel fand er acht bis neun Wochen nach der Infektion. Unterschiede in der Antikörperentwicklung bei SPF-Tieren verschiedenen Alters stellten STRASSER et al. (1992) fest. Alle Tiere im Versuch zeigten erste Antikörper vier bis fünf Wochen nach Infektion. Bei den Tieren, die in der zweiten Lebenswoche infiziert wurden, konnten höhere Antikörperkonzentration festgestellt werden, als bei den in der achten Lebenswoche Infizierten. Maximale Antikörperspiegel konnten SØRENSEN et al. (1994) etwa 46 Tage nach Infektion, KOBISCH et al. (1993) dagegen erst nach elf bis zwölf Wochen, nachweisen. Nach DONE (1996) sind Serumantikörper mittels ELISA über 52 Wochen nachweisbar.

Bei der lokalen Immunantwort spielt das bronchus-assoziierte-lymphatische Gewebe bestehend aus Lymphknoten, Lymphfollikeln, follikulären Aggregaten, Lymphozyten und Makrophagen (KALTREIDER 1976), eine wichtige Rolle. Zwei Wochen nach Infektion wurden von SUTER et al. (1985) ein Anstieg von B-Lymphozyten im tracheobronchalen Sekret festgestellt. Dabei werden sowohl IgG und IgA Lymphozyten sezerniert (DJORDJVIC et al. 1997; THACKER et al. 2000b). Während jedoch THACKER et al. (2000b) eine Schutzwirkung in Zusammenhang mit den lokalen Antikörpern feststellen konnten, konnten dies DJORDJEVIC et al. (1997) nicht. Die Lymphozyten stimulieren möglicherweise die Phagozytose und die Clearance der Mykoplasmen aus dem Atmungstrakt (SARRADELL et al. 2002).

KOBISCH et al. (1993) infizierten eine Gruppe von Schweinen in der 2. Lebenswoche, eine weitere Gruppe in der 16. Lebenswoche und eine dritte Gruppe in der 2. und 16. Lebenswoche mit *Mycoplasma hyopneumoniae*. Zwei Wochen nach Infektion war bei allen Tieren Husten festzustellen. Durch die Zweitinfektion der dritten Gruppe, 14 Wochen nach der Erstinfektion, war kein Husten mehr auslösbar, was für eine belastbare Immunität dieser

Tiere spricht. Die Immunreaktion führt zwar nicht zu einer vollständigen Erregerelimination, kann aber nach DONE (1996) die Ausscheidung wirksam reduzieren.

2.7 Diagnostik

Klinische Symptome und makroskopische Lungenveränderungen sind unspezifische Anzeichen einer Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* und lassen nur eine Verdachtsdiagnose zu, da die Klinik oft durch beteiligte Sekundärerreger bestimmt ist. Klinisch charakteristisch ist ein trockener, chronischer Husten (ROSS 1999; ZIMMERMANN u. PLONAIT 2001). Pathologisch-anatomisch ist eine Spitzenlappenpneumonie charakteristisch, bei der betroffene Lungenareale verfestigt und zuerst blassrot bis blassgelb, danach grau bis dunkelrot verfärbt sind (ROSS 1999).

Eine spezifische Diagnose einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion ist nur durch einen direkten oder indirekten Erregernachweis möglich.

2.7.1 Kultureller Nachweis

Aufgrund hoher Ansprüche des Erregers an das Nährmedium (SELBITZ 2002), gestaltet sich der kulturelle Erregernachweis als schwierig, teuer und zeitaufwändig (WHITTLESTONE 1990; ROSS 1999). Außerdem ist die Gewinnung geeigneten Probenmaterials anspruchsvoll. Bei toten Tieren können Lungenstücke frisch sezierter Schweine und Bronchus- oder Bronchialabstriche verwendet werden. Nicht geeignet sind Schlachtlungen aufgrund der Brühwasserkontamination. Beim lebenden Tier sind Proben aus tracheobronchialer oder bronchioalveolärer Lavage (SCHULLER 1986) oder aber aus einer Lungenbiopsie (HEINRITZI et al. 2003) geeignet.

Die Isolierung und Differenzierung von *Mycoplasma hyopneumoniae* kann schon innerhalb von sieben bis zehn Tagen erfolgen, kann aber auch 20 bis 30 Tage dauern. Nach WHITTLESTONE (1985; 1990) liegt der Schnitt bei zehn bis 21 Tagen. Die Anzucht auf dem von FRIJS (1975) entwickelten Spezialmedium dauert bis zu 30 Tage. Zudem wird die Isolation von *Mycoplasma hyopneumoniae* oft durch Überwucherung der anspruchsloseren *Mycoplasma hyorhinitis* und *Mycoplasma flocculare* erschwert (CRUZ et al. 1996). Deshalb findet die Kultivierung in der Praxis nur selten Anwendung.

2.7.2 Immunfluoreszenz (IF)

Beim Immunfluoreszenztest werden spezifische Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* an einen sekundären Antikörper gekoppelt, der wiederum mit Fluoresceinisothiocyanat konjugiert ist. Durch UV-Anregung des Farbstoffes werden die spezifischen Antigen-Antikörperkomplexe sichtbar gemacht. Dadurch kann der Erreger direkt in Gefrierschnitten aus Spitzenlappen der Lungen, meist am Rand der Bronchien oder Bronchiolen, nachgewiesen werden (BINDER 1990). Die Lungen müssen aber sofort nach Tötung der Tiere bearbeitet werden (THACKER 2001). Die Sensitivität hängt vom Infektionsstadium ab. Bei niedriger Erregerdichte in frühen, chronischen oder latenten Stadien der Erkrankung, ist dieser Nachweis oft nicht möglich (ARMSTRONG 1994; SØRENSEN et al. 1997). FEENSTRA et al. (1994) stellten fest, dass die Sensitivität des Immunfluoreszenztest die chronischen Veränderungen im Vergleich zum kulturellen Nachweis niedriger ist. Eine Sensitivität von fast 93 % konnten LEON et al. (2001) feststellen und empfahlen die Anwendung des Immunfluoreszenztest, wenn eine PCR nicht möglich ist.

2.7.3 Polymerase-Ketten-Reaktion (PCR)

Die Methode der PCR wurde von MULLIS et al. (1986) entwickelt. Es werden bestimmte Genomfragmente aus Lungengewebe, Nasentupfern oder bronchoalveolärer Lavageflüssigkeit nachgewiesen. Die Kenntnis bestimmter Abschnitte von DNS-Segmenten ist Voraussetzung.

Ausgangsmaterial ist ein Gemisch an doppelsträngiger DNS, die die zu vermehrende und als Matrize dienende DNS-Sequenz enthält. Der PCR-Prozess besteht aus mehreren Wiederholungen dreier Schritte: Die doppelsträngige DNS wird bei hoher Temperatur in ihre beiden Einzelstränge aufgetrennt. Danach lagern sich zwei Primer (Oligonukleotide), die komplementär zu den Randsequenzen des zu vermehrenden DNS-Abschnitts sind, an ihre Zielsequenzen und dienen der DNS-Polymerase als Startstellen für den letzten Schritt, die Synthese der komplementären DNS-Stränge. Die anfänglich kleine Menge an DNS wurde somit exponentiell vermehrt und kann, nach Gelelektrophorese, mit Ethidiumbromidfärbung oder Hybridisierung mit DNS-Sonden, nachgewiesen werden (MULLIS et al. 1986; MATTSON et al. 1995).

Es wurden verschiedene PCR-Verfahren zum Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae* entwickelt (STEMKE et al. 1994; THOMSEN et al. 1996; BAUMEISTER et al. 1998; CALSAMIGLIA et al. 1999; VERDIN et al. 2000). Wegen der schnellen Durchführbarkeit

und hohen Spezifität, wird die PCR-Technik als ideal für den Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae* angesehen (DUBUSSON 2003).

Sehr gut geeignet scheint die bronchoalveoläre Lavageflüssigkeit zu sein, da eine Erkrankung mit einer Besiedlung des zilienträgenden Epithels der unteren Atemwege einhergeht (THACKER 2001). VERDIN et al. (2000) verglichen den Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae* aus BALF mit einem Antikörpernachweis im Serum mittels ELISA, wobei keine Unterschiede festgestellt werden konnten.

2.7.4 Serologie

Die Serologie ermöglicht den Nachweis von Antikörpern aus Blut, Kolostrum oder BALF. Im Rahmen der tierärztlichen Bestandsdiagnostik hat die serologische Untersuchung eine große Bedeutung, da sie als Routinediagnostik leicht durchführbar ist. Die Aussagekraft ist aber abhängig von der genauen Zielsetzung, der Planung und der Auswahl der Stichproben. Eine Unterscheidung zwischen aktiv gebildeten Antikörpern und maternal übertragenen ist nicht möglich (GROSSE BEILAGE 1999). Probennahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten sind in der Regel notwendig, um einen Anstieg bzw. Verlauf des Titers und damit das Vorliegen einer akuten Erkrankung nachzuweisen.

Zu den wichtigsten serologischen Nachweisverfahren für humorale Antikörper gehören die indirekte Hämagglutination (IHA), die Komplementbindungsreaktion (KBR) und der Enzyme-linked-immunosorbent-assay (ELISA).

Die IHA wurde von ROSS und SWITZER (1963) zur Differenzierung von *Mycoplasma hyorhinis*-Stämmen genutzt. Nach der Entdeckung von *Mycoplasma hyopneumoniae* wurde sie zum Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae*-Antikörpern verwendet (GOODWIN et al. 1969). Der Test ist hoch sensitiv und spezifisch, aber technisch umständlich.

Von BOULANGER und L'ECUYER (1968) wurde ein Röhrchenkomplementbindungstest zum Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae*-Antikörpern entwickelt. Von SLAWIK und SWITZER (1972) wurde ein Mikrotiter-Komplementbindungstest etabliert. Es wurden nur kleine Probenmengen benötigt, wodurch diese Methode die Untersuchung großer Tierzahlen ermöglichte. Die Nachteile der KBR sind ihre hohe Störanfälligkeit und die komplizierte Durchführung.

Der ELISA gilt in der Serodiagnostik von *Mycoplasma hyopneumoniae* als empfindlichste und sensitivste Methode (LEVONEN et al. 1999; ARMSTRONG et al. 1983). Der Nachweis von Infektionen und ein schnelles Screening von Beständen werden ermöglicht (LEVONEN et al. 1999). Der erste von BRUGGMANN et al. (1977) entwickelte ELISA wies Kreuzreaktionen mit *Mycoplasma flocculare*, *Mycoplasma hyosynoviae* und *Mycoplasma hyorhinis* auf. Durch eine Reinigung des Antigens, die mit Tween 20 durchgeführt wird, konnten NICOLET et al. (1980) und BOMMELI (1986) die Spezifität des Tests steigern. Kreuzreaktionen mit *Mycoplasma flocculare* traten dennoch auf (BEREITER et al. 1990).

Es stehen zwei Methoden zur Verfügung, die auch für die Messung des Antikörpergehalts des Kolostrums geeignet sind.

Von BOMMELI und NICOLET (1983) wurde der indirekte ELISA zum Nachweis von Antikörpern gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* entwickelt. Es werden Mikrotiterplatten verwendet, die mit Tween 20 gereinigtem Antigen von *Mycoplasma hyopneumoniae* beschichtet sind und die die in der Probe vorhandenen Antikörper binden. Ein an Meerrettichperoxidase gekoppeltes Konjugat aus Anti-Schwein-Immunglobulin, das in Kaninchen erzeugt wurde, wird hinzugegeben. Dieses Konjugat kann das aufgetragene Chromogen blau-grün färben. Die Intensität der Farbbildung korreliert positiv mit der Konzentration der Serumantikörper in der Probe. Laut SHELDRAKE und ROMALIS (1992) liegt die Sensitivität des indirekten ELISA bei 95,6%, die Spezifität bei 98,8%. Nach ERLANDSON et al. (2005) besitzen handelsübliche indirekte ELISA-Tests zwar eine Spezifität von 100%, aber die Sensitivität der Tests lag mit 35% bzw. 63% deutlich unter den von den Herstellern angegebenen Werten. Relevante Kreuzreaktionen mit anderen Mykoplasmenarten konnten nicht festgestellt werden.

Daneben wurde von der Firma DAKO in Dänemark ein Blocking-ELISA entwickelt, der mit Hilfe von monoklonalen Antikörpern spezifische Proteine der cytoplasmatischen Membran von *Mycoplasma hyopneumoniae* entdecken kann (DJORDJEVIC et al. 1994). Es werden ebenfalls Mikrotiterplatten verwendet. Jedoch sind diese mit in Kaninchen erzeugten *Mycoplasma hyopneumoniae*-Antikörpern beschichtet. Zuerst wird an diese Antikörper *Mycoplasma hyopneumoniae*-Antigen gekoppelt und danach die Platte mit der Serumprobe beschickt. Anschließend werden mit Peroxidase gekoppelte monoklonale Antikörper hinzugegeben. Die darauf aufgetragene Chromogenlösung reagiert mit den monoklonalen

Antikörpern. Deshalb besteht hier eine negative Korrelation zwischen Farbintensität und Antikörperkonzentration der Probe. Beim Blocking-ELISA liegt die von RAUTIANEN et al. (1996) ermittelte Sensitivität bei Herdendiagnostik bei 100% und die Spezifität bei 98,7%.

2.8 Bekämpfung von *Mycoplasma hyopneumoniae*

Bei der Bekämpfung der Enzootischen Pneumonie des Schweines muss man unterscheiden zwischen der Totalsanierung, die eine Erregereradikation zum Ziel hat, und Maßnahmen, die auf eine Verminderung des Keimdrucks abzielen.

Durch medikamentelle Therapien, Impfungen und Hygiene- und Managementmaßnahmen kann der Infektionsdruck im Bestand gesenkt werden (WALLGREN et al. 1993).

2.8.1 Sanierungsverfahren

Das Grundprinzip aller Sanierungsverfahren ist die frühe Isolierung der Ferkel von der Muttersau und von anderen Schweinen, um Übertragungswege für Krankheitserreger zu unterbrechen.

Beim spezifisch pathogenfrei (SPF)-Verfahren von YOUNG und UNDERDAHL (1953) werden Ferkel per Hysterektomie geboren und anschließend mutterlos aufgezogen. Diese Methode ist jedoch sehr aufwändig und für konventionelle Betriebe nicht praktikabel.

ALEXANDER et al. (1980) entwickelten das Medicated-Early-Weaning-Verfahren (MEW). Die Zuchtsauen werden am 110. Trächtigkeitstag in die Abferkeleinheit transportiert und vor dem Abferkeln und während der Säugephase mit einer Kombination aus Tiamulin und Trimethoprim-Sulfonamid behandelt. Die Ferkel werden ebenfalls während der fünf Tage dauernden Säugephase bis sieben Tage nach Absetzen behandelt und in gesonderten Isolierställen aufgezogen. Die klinischen Anzeichen einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion können deutlich reduziert werden, aber Eliminierung des Erregers kann nicht sicher erreicht werden (CLARK 1997).

Die Isowean-Strategie von HARRIS (1990) basiert auf dem MEW-Verfahren. Sie ist auch unter dem Namen Segregated-Early-Weaning (SEW) bekannt. Die Ferkel werden hier auch in der ersten Lebenswoche abgesetzt und isoliert aufgezogen, um eine Erregerübertragung zwischen Zuchtsauen und deren Ferkel und zwischen Tieren verschiedenen Alters zu unterbinden. Es wird hierbei nicht mediziert.

Bei dem als Teilsanierung bezeichneten Programm wird auf eine komplette Räumung des Bestandes verzichtet (ZIMMERMANN et al. 1989; STÄRK 1991). Alle Schweine, die jünger als zehn Monate sind werden aus dem Bestand entfernt, denn Jungtiere werden als Hauptinfektionsquelle für *Mycoplasma hyopneumoniae* angesehen. Die Belegung der Sauen ist so zu gestalten, dass über einen Zeitraum von 14 Tagen nur trächtige Sauen und Zuchteber im Bestand sind. Bei diesen Tieren werden über einen Zeitraum von 14 Tagen antibiotisch wirksame Medikamente eingesetzt. Anschließend wird der Betrieb klinisch überwacht, bei Schlachtung Organe kontrolliert und Blut- und Kolostrumproben serologisch auf *Mycoplasma hyopneumoniae* untersucht. Die Reinfektionsrate mit *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Schweiz mit dieser Methode lag zwischen 1984 und 1989 bei 1,8 % (ZIMMERMANN et al. 1989). Ferkel, die nach einer Teilsanierung geboren wurden, konnten im Mischmastversuch *Mycoplasma hyopneumoniae* nicht mehr auf SPF-Tiere übertragen (ZIMMERMANN et al. 1989). Außerdem kann genetisches Material erhalten werden (BAEKBO et al. 1994).

2.8.2 Erregerkontrolle

Eine Verbesserung des Managements und der Hygiene hat erheblichen Einfluss auf den Gesundheitsstatus des Betriebes. Die Luft sollte hinsichtlich Schadgasgehalt, Temperatur und Feuchte getestet werden. Als besonders effektiv ist die konsequente Durchführung des Rein-Raus-Verfahrens anzusehen (ARMSTRONG et al. 1983). Der Zuwachs und die Lungenbefunde waren bei DIEKMANN et al. (1999) durch dieses Verfahren deutlich besser. Zusätzlich sollte das Mischen von Ferkeln verschiedenen Alters und aus verschiedenen Herkunftten vermieden werden (SCHEIDT et al. 1990). Außerdem wird durch eine konsequente Reinigung und Desinfektion mit DLG-geprüften Desinfektionsmitteln der Keimdruck im Bestand gesenkt.

2.8.2.1 Antibiose

Antibiotisch wirksame Arzneimittel werden zur Therapie und Metaphylaxe von Enzootischer Pneumonie eingesetzt. Dies kann zur klinischen Heilung und Eingrenzung der pathologischen Lungenveränderungen führen. Eine Erregerelimination aus infizierten Tieren ist durch medikamentelle Therapie nur schwer zu erreichen, obwohl *in vitro* Antibiotika eine Wirkung auf Mykoplasmen zeigen (CIPRIAN et al. 1994). Medikamentelle Behandlungen von Schweinebeständen erfolgen über das Trinkwasser oder Futter (VICCA et al. 2004), bei Tieren mit reduzierter Fresslust in Form intramuskulärer Injektionen (HELLWIG 2002).

Tabelle 1 zeigt die in Deutschland momentan zugelassenen Antibiotika gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* beim Schwein mit den jeweiligen Handelsnamen und der Applikationsart.

Tabelle 1: Zugelassene Antibiotika gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* beim Schwein in Deutschland

Wirkstoff	Handelsname (®)	Applikationsart
Enrofloxacin	Baytril 10%	Intramuskulär
	Baytril 2,5%	intramuskulär
Marbofloxacin	Marbocyl 2%	intramuskulär
Tulathromycin	Draxxin	intramuskulär
Doxycyclin	Pulmodox	oral
Lincomycin	Albiotic Top	oral
Valnemulin	Econor 10%	oral
Tiamulin	Tiamulin 20% Pulver	oral
	Tiamulin 4% AMV animedica	oral
	Tiamutin 10% AMV	oral
	Tiamutin 10% oral	oral
	Tiamutin 45% oral	oral
	Tiamutin pro inj.	intramuskulär
Tylosin	Norotyl LA	intramuskulär
	Tylan Soluble	oral

Verschiedene Studien belegen den Effekt einiger Antibiotika auf *Mycoplasma hyopneumoniae*. Von VICCA et al. (2004) wurden fünf *Mycoplasma hyopneumoniae*-Stämme auf ihre Empfindlichkeit gegenüber Lincomycin, Lincomycin/Spectinomycin, Spectinomycin, Oxytetracyclin, Doxycyclin, Enrofloxacin, Flumequin, Gentamicin, Florfenicol, Tiamulin, Tilmicosin und Tylosintartrat untersucht. Flumequin zeigte keine Wirksamkeit. Nur bei einem Stamm wurden Resistenzen gegen die Makrolide Tylosin und Tilmicosin und gegen das Lincosamid Lincomycin festgestellt. Außerdem konnte bei einem weiteren Stamm Resistenz gegen Enrofloxacin beobachtet werden. Die Untersuchungen von STIPKOVITS et al. (2004) bestätigen, dass die Mehrzahl der *Mycoplasma hyopneumoniae*-Stämme die höchste Empfindlichkeit gegenüber Valnemulin und Tiamulin aufweisen. Bei infizierten Schweinen konnte durch Anwendung von Tylosin oder Valnemulin das Auftreten klinischer Symptome verhindert werden (VELASQUEZ u. VELASQUEZ 2004). Chlortetracyclin, angewandt über

14 Tage, führt zur Senkung der klinischen Symptomatik bei experimentell infizierten Schweinen (THACKER u. THACKER 2000). Wirkstoffe, die intramuskulär verabreicht werden, wie Enrofloxacin zeigen gute in-vitro-Aktivitäten gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* (THACKER u. THACKER 2000; WALTER et al. 2000).

Der prophylaktische Einsatz von Arzneimitteln führt zu besseren Resultaten als die therapeutische Anwendung (STIPKOVITS 1990). Prophylaktisch wurden Tiamulin und Chlortetracyclin (BAEKBO et al. 1994), sowie Lincomycin (ZIMMERMANN u. WEISKOPF 1996) in Studien eingesetzt. Außerdem besitzen alle gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* eingesetzten Arzneimittel gegen bakterielle Sekundärkeime Wirksamkeit.

2.8.2.2 Vakzination

Zur Kontrolle der Enzootischen Pneumonie wird heute vor allem die Vakzination eingesetzt. Die Impfung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* kann die Ausbildung einer humoralen und zellulären Immunreaktion induzieren und einen Schutz vor Erkrankungen erreichen (KUHN et al. 2000; THACKER et al. 2000b). Inaktivierte Impfstoffe sind in Europa seit 1994 zugelassen und haben sich in Deutschland zu den am häufigsten angewandten Impfstoffen bei Schweinen entwickelt. Die aktive Immunisierung von Ferkel gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* führt zu einer Verminderung der Lungenveränderungen, der klinischen Symptome und zur Verringerung der wirtschaftlichen Verluste (MAES et al. 1996; RADELOFF 1997; WALLGREN et al. 1998; KUHN 2002; LINGENS 2002; SCHREIBER 2002).

Eine Ansteckung mit dem Erreger kann durch eine Vakzination nicht verhindert werden, so dass auch nach Impfung eine *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion möglich ist (THACKER et al. 2000b; JOLIE et al. 2004). Neben den in Europa seit 1994 zugelassenen Impfstoffen, die zur zweimaligen intramuskulären Applikation konzipiert sind (Tabelle 2), gibt es seit 2002 in Europa zugelassene sogenannte One-Shot-Vakzine, die nur noch einmalig intramuskulär appliziert werden müssen (Tabelle 3).

Die Wirkung dieser One-Shots gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in Bezug auf die Verminderung der Lungenveränderungen, der klinischen Symptome und dem positiven Effekt auf Tageszunahmen wurde ebenfalls schon in einigen Versuchen getestet (SMITH et al. 2002; ROOF et al. 2002; LILLIE 2004; JOLIE et al. 2004).

Tabelle 2: In Deutschland zugelassene Two-Shot-Vakzine gegen *Mycoplasma hyopneumoniae*

Handelsname	Dosis	Adjuvans	Art	Empfohlener Impfzeitpunkt
Hyoresp [®]	2ml	ALOH	Wasser	ab 5 Tagen und 3-4 Wochen später
M+PAC [®]	1ml	ALOH+Emunade	Öl in Wasser	ab 7 Tagen und 2-4 Wochen später
Mypravac Suis [®]	2ml	Carbomer	Polymer+Wasser	ab 7.-10. Tag und 3 Wochen später
Stellamune [®] Mycoplasma	2ml	Amphigen+Lecithin	Öl in Wasser	ab 3. Tag und 3-5 Wochen später
Suvaxyn M.hyo [®]	2ml	Carbopol	Polymer+Wasser	ab 3. Tag und 2-3 Wochen später

Verschiedene Studien verglichen die Wirkung der Einmalimpfstoffe mit denen von Zweimalimpfstoffen. So konnten KOLB et al. (2004) und MARCO et al. (2004) nach einmaliger Applikation eine belastbare Immunität induzieren und zeigten eine vergleichbare Effektivität wie bei Two-Shot Impfstoffen im Hinblick auf Reduktion der Lungenentzündungen und Verbesserung der Leistungen.

Nach Ansicht von KOBISCH et al. (1987) führt die Impfung tragender Sauen zu einer Schutzwirkung für die Saugferkel durch die kolostralen Antikörper. Durch eine Impfung der Muttertiere in Betrieben mit klinischer Symptomatik in Bezug auf *Mycoplasma hyopneumoniae* konnte der Infektionsdruck gesenkt werden (SURPRENENT 2001; DÍAZ et al. 2006). SIBILIA et al. (2006) wiesen bei einer Impfung der Sauen fünf und drei Wochen a.p. mit einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Vakzine eine signifikant höhere Prävalenz von serologisch positiven Ferkeln und signifikant bessere Schlachtlungenergebnisse nach. Auf die Besiedlung der Nasenschleimhäute der Sauen bzw. der Ferkel hatte dies allerdings keinen Einfluss. Ein vergleichbares Ergebnis erhielten MARTELLI et al. (2006) bei Vakzination der Sauen 14 Tage a.p. mit einem One-Shot.

In Deutschland sind zurzeit neun zugelassene Impfstoffe gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* auf dem Markt. Wie ebenfalls in Tabelle 2 und 3 dargestellt werden von den Herstellern verschiedene Impfschemata empfohlen.

Tabelle 3: In Deutschland zugelassene One-Shot-Vakzine gegen *Mycoplasma hyopneumoniae*

Handelsname	Dosis	Adjuvans	Art	Empfohlener Impfzeitpunkt
Hyoresp [®]	2ml	ALOH	Wasser	ab 10 Wochen
Ingelvac M.hyo [®]	2ml	Impran	Wasser in Öl	ab 3 Wochen
M+PAC [®]	2ml	ALOH+Emunade	Öl in Wasser	ab 3 Wochen
Respiporc M.HYO [®]	2ml	Impran	Wasser in Öl	ab 3 Wochen
Stellamune One [®]	2ml	Amphigen+Lecithin	Öl in Wasser	ab 1. Woche
Suvaxyn MH-One [®]	2ml	Carbomer	Polymer+Wasser	ab 3 Wochen

In Studien wurden der optimale Anwendungszeitpunkt und die Wirkung von Vakzinen gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* getestet (LILLIE 2004; RADELOFF 1997; MARTION et al. 1998; THACKER et al. 1998; NIEMANN 1999; KYRIAKIS et al. 2001; SCHREIBER 2002; LINGENS 2002). So stellte sich bei LILLIE (2004) eine einmalige Impfung in der ersten Lebenswoche als der optimale Impfzeitpunkt heraus. Bei Anzeichen einer sehr spät auftretenden Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* sollte eine Impfung zu Beginn der Mast bzw. nach dem Absetzen in Kombination mit der Sauenvakzination vorgenommen werden (SCHREIBER 2002; KYRIAKIS et al. 2001).

An Neuentwicklungen wie intradermalen Impfungen (JONES et al. 2002), eine oral zu verabreichende Vakzine mit mikroeingekapselten *Mycoplasma hyopneumoniae*-Erregern (LIN et al. 2002) und der Entwicklung von verschiedenen avirulenten Lebendvakzinen (UTRERA et al. 2002; MENDOZA u. PIJON 2004; OISHI et al. 2004) wird gearbeitet. Ein Vergleich zwischen intramuskulärer und subkutaner Applikation eines Impfstoffes fiel in Bezug auf die Antikörperentwicklung im Serum zu Gunsten der intramuskulären Applikation aus, ohne jedoch statistisch signifikant zu sein (ELSENER u. SURPRENANT 2006).

2.9 Sauenmilch und maternale Antikörper

2.9.1 Zusammensetzung der Sauenmilch

Das Sauenkolostrum ist reich an Proteinen, der Gehalt an Laktose und Fett ist relativ niedrig. Die Kolostralmilch ist stark angereichert an Immunglobulinen, um den Ferkeln den nötigen passiven Immunschutz zu übermitteln. Fünf Stunden p.p. beinhaltet das Kolostrum 4,5% Fett, 15% Proteine, 3% Laktose und 0,7% Asche (ZEROBIN 1987).

Etwa 60% des Milchproteins bestehen aus Kasein. Die Bestandteile für die Synthese von Fettsäuren entstammen dem Blut, deshalb ist eine Beeinflussung des MilCHFettgehaltes durch die Fütterung möglich. Der pH-Wert der Sauenmilch liegt zwischen 6,6 und 7,2. Der Vitamingehalt ist sehr unterschiedlich, da auch fütterungsabhängig (ZEROBIN 1987).

Die Zellkonzentration der Milch ist dem des peripheren Blutes sehr ähnlich und besteht aus Epithelzellen, neutrophilen, eosinophilen und lymphatischen Zellen, sowie aus kernlosen Zellen. Die Gesamtzellzahl ändert sich während der Laktation nicht wesentlich (RIEDEL-CASPARI u. SCHMIDT 1990; SCHOLLENBERGER et al. 1986).

Die durchschnittliche Zusammensetzung der Sauenmilch während der Laktation beinhaltet 7,7% Fett, 5,6% Laktose, 5,9% Eiweiß und 0,8% Asche (ZEROBIN 1987).

Immunglobuline gelangen zum größten Teil aus dem Blut in die Milchdrüse. Nur ein kleiner Teil von B-Lymphozyten wird direkt in der Milchdrüse sezerniert (RIEDEL-CASPARI u. SCHMIDT 1990).

2.9.2 Maternale Antikörper

Wegen der Placenta epitheliochoriales beim Schwein besitzen Ferkel zum Zeitpunkt der Geburt keine Antikörper. Sie sind auf die Aufnahme maternaler Antikörper über das Kolostrum angewiesen. Der Darm der Ferkel ist innerhalb der ersten 24 bis 36 Stunden post natum vermehrt absorptionsfähig. Maternale Antikörper können so während dieser Zeit aus dem Kolostrum unverändert resorbiert werden. Während der ersten sechs Stunden stellt IgG den Hauptanteil der Proteine im Kolostrum (KLOBASA u. BUTLER 1987). Bei tragenden Sauen kommt es vor der Geburt zum Absinken der Antikörperwerte im Blutserum, aber zu einer Konzentration im Kolostrum (KLOBASA et al. 1985; WALLGREN et al. 1998). In Kolostralmilchproben von Sauen wurden um 71% höhere IgG-Werte als in den jeweiligen

Blutproben gefunden (YAGIHASHI et al. 1993; DJORDJEVIC et al. 1994; MORRIS et al. 1994; RAUTIAINEN u. WALLGREN 2001). Nach drei Tagen sind hauptsächlich IgA in der Milch enthalten, welche direkt im Gesäuge gebildet werden (MESSIER et al. 1990). Nach WALLGREN et al. (1998) korreliert die Konzentration der maternalen Antikörper im Ferkel eng mit der Antikörperkonzentration des Muttertieres, wobei ältere Sauen in der Regel eine höhere Antikörperkonzentration aufweisen als Jungsauen (RAUTIAINEN u. WALLGREN 2001).

MORRIS et al. (1994) stellte für den Abbau maternal übertragener Antikörper eine mittlere Halbwertszeit von 15,8 Tagen fest. Durch maternale Antikörper sind Ferkel bis zum Alter von 14 Tagen, je nach Menge und Antikörpergehalt des Kolostrums, vor einer Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* geschützt (RAUTIAINEN u. WALLGREN 2001). Die Übertragung hoher Konzentrationen maternaler Antikörper über das Kolostrum zeigte sich bei den Saugferkeln vakzinierter Sauen, die einen signifikant höheren Antikörperspiegel aufwiesen, als die Ferkel nicht geimpfter Sauen, bis zu einem überprüften Alter von drei Wochen (KRISTENSEN et al. 2002). ANDREASEN et al. (2000a) wiesen maternale Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* bis zu einem Alter von sieben Wochen im Serum der Ferkel von seropositiven Muttersauen nach und konnten außerdem einen Zusammenhang zwischen den Antikörperkonzentrationen im Serum und im Kolostrum der Sauen ermitteln. Je nach Immunstatus der Muttersau sind maternale Antikörper zwischen drei (OHLINGER et al. 2000) und sieben Wochen (MARTELLI 2006) nach Geburt noch nachweisbar. In einer Studie von NIELSEN et al. (2004) wurde durch hohe Immunglobulingehalte im Serum der Ferkel eine geringere Mortalitätsrate in der Säugephase und höhere tägliche Zunahmen bis zu einem Gewicht von 30 kg festgestellt.

In verschiedenen Studien wurde gezeigt, dass maternale Antikörper zumindest auf die humorale Immunantwort der Ferkel nach Impfung einen Einfluss haben könnten (KLOBASA et al. 1985; MORRIS et al. 1994; MAES et al. 1998; JAYAPPA et al. 2001; THACKER et al. 2002). RADELOFF (1997) stellte fest, dass bei Tieren mit mittlerem Antikörperspiegel ein signifikant höherer Anstieg der Antikörperkonzentration nach Impfung erfolgte, als bei Tieren mit hohem oder niedrigem Antikörperspiegel. THACKER und THACKER (2001) konnten in einer Studie keinen Einfluss maternaler Antikörper auf den Schutz nach einer Impfung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* und späterer experimenteller Infektion feststellen. LILLIE (2004) konnte bei Ferkeln der Sauen mit niedrigem kolostralen Antikörpertiter einen signifikant größeren Anstieg der Antikörpertiter nach Impfung nachweisen, als bei den Tieren mit maternal hohen Titern. Ein signifikanter Unterschied bezüglich Lungenveränderungen

und Mastleistung war nicht vorhanden. JOLIE et al. (2004) vakzinierte Ferkel im Alter von einer Woche von seronegativen bzw. von seropositiven Muttersauen mit einem Einmalimpfstoff gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* und infizierte sie im Alter von sechs Monaten mit *Mycoplasma hyopneumoniae*. Zwischen beiden Gruppen war kein signifikanter Unterschied im Bezug auf Lungenläsionen festzustellen, im Gegensatz zu ungeimpften Kontrolltieren, die deutlich schlechtere Lungenscores aufwiesen. Ein Einfluss auf den direkten Erregernachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae* in den Lungen der Tiere konnte bei keiner Gruppe festgestellt werden.

3 Material und Methoden

Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen wurden in zwei landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen Ferkelerzeuger und um seinen angeschlossenen Mäster. Die Auswertung der Blut- und Milchproben erfolgte im Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in Oberschleißheim. Die Untersuchungen und Probenahmen erstreckten sich über den Zeitraum von Dezember 2002 bis Juni 2004.

3.1 Ziel der Untersuchung

Im Rahmen einer Feldstudie wurde bei diesem Versuch die Wirkung der Impfstoffe Stellamune[®] Mycoplasma und StellamuneOne[®] (Firma Pfizer) untersucht. Bei einem Teil der untersuchten Tiere wurden die Muttersauen a.p. mit StellamuneOne[®] vakziniert und die Übertragung maternaler Antikörper bzw. eine Interferenz dieser mit der Ferkelimpfung untersucht. Zu den untersuchten Kriterien gehörten der Antikörpergehalt im Serum und Milch der Muttertiere, Antikörperentwicklung im Serum, Ermittlung der Zunahmen und die Erfassung von Lungenbefunden der Nachkommen. Des Weiteren wurde der Antikörpergehalt des Milchserums mit demselben ELISA-Test, welcher für Milch nicht validiert ist, in verschiedenen Verdünnungsstufen untersucht und mit der Blutserologie der Sauen p.p. verglichen.

3.2 Versuchsbetriebe

Bei den beiden Versuchsbetrieben handelt es sich um einen Ferkelerzeuger (Betrieb 1) mit 550 Muttersauen der Rasse Deutsche Landrasse, der ca. 60% seiner produzierten Ferkel an einen Mäster (Betrieb 2) mit 2500 Mastplätzen verkauft. Betrieb 2 bezieht die Mastläufer ausschließlich von Betrieb 1.

Die Sauen von Betrieb 1 wurden regelmäßig gegen Porcines Parvovirus, Rotlauf, Influenza- und PRRS-Virus geimpft. Zusätzlich werden die Zuchtsauen gegen Endo- und Ektoparasiten mit Ivermectin behandelt. Die Ferkel wurden bisher mit einem Mykoplasmen Two-Shot in der ersten Lebenswoche und zwei Wochen später geimpft.

Wie in Abbildung 1 gezeigt befinden sich in jedem Abferkelabteil Abferkelboxen mit Kastenstand für die Sauen. In den Boxen ist im hinteren Bereich Plastikspaltenboden und im vorderen Bereich eine geflieste Festfläche, die im Bereich der Liegefläche der Ferkel mit Fußbodenheizung und Wärmelampen beheizt wird.



Abb.1: Abferkelbuch im Betrieb 1

Die Belegung erfolgte abteilweise im Rein-Raus-Verfahren. Die Abteile werden gereinigt und desinfiziert. Die Sauen ferkeln im Wochenrhythmus ab.

Am Tag der Geburt wird den Ferkeln der Schwanz kupiert und ein orales Eisenpräparat verabreicht. Am fünften Lebenstag erhalten die Ferkel eine betriebseigene Ohrmarke, werden kastriert und 2 ml EisenB₁₂-Komplex[®] wird i.m. appliziert.

Nach Absetzen der Ferkel in der vierten Lebenswoche werden die Ferkel in ein Absetzabteil im Flatdeck mit zwei großen Buchten für die geschlechtliche Trennung, wie in Abbildung 2 dargestellt, und zwei kleinen Buchten für untergewichtige Ferkel, eingestallt. Zwölf Tage nach Absetzen werden die Absatzläufer in ein größeres Flatdeckabteil mit gleichem Aufbau umgestallt, in dem sie bis zum Verkauf mit ca. elf Wochen verbleiben.



Abb.2: Absetzabteil in Betrieb 1

Die Fütterung im Bestand 1 erfolgte mit Trockenfutter aus hofeigenem Getreide, zugekauftem Sojaschrot und einer betriebsspezifisch zusammengestellten Mineralstoffmischung. Wasser stand allen Tieren über Nippeltränken zur freien Verfügung, wobei den Sauen nach der Fütterung zusätzlich Wasser in den Trog gegeben wurde.

Tabelle 4: Durchschnittliche Klimadaten im Betrieb 1 von Januar bis Dezember 2003

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Abferkelst.												
Temp. (°C)	21,4	21,5	21,9	22,2	23,1	24,5	25,4	24,8	23,4	23,1	22,5	21,8
NH ₃ (ppm)	10,6			4,6			3			12,5		
Flatdeck												
Temp. (°C)	23,7	24,1	24	25,5	26,3	28,1	28,8	27,7	26,1	25,2	23,9	23,5
NH ₃ (ppm)	9,6			10,7			6,4			16,8		

Wie in Tabelle 4 zu sehen ist entsprach die Luftqualität, die vierteljährlich kontrolliert wurde, über das Jahr bei Betrieb 1 in allen Abteilen den Anforderungen der Schweinehaltungsverordnung.

Tabelle 5: Durchschnittliche Klimadaten im Betrieb 2 von Mai 2003 bis April 2004

	Mai	Juni	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mär	Apr
Temp. (°C)	24,8	25,3	25,6	25,2	25	23,7	21,9	20,5	20,4	20,7	21,3	22,7
NH ₃ (ppm)			33,9			28,5			18,8			18,4

Tabelle 5 zeigt, dass bei Betrieb 2 anfänglich die Ammoniakwerte über den Grenzwerten der Schweinehaltungsverordnung lagen. Nach Reinigung der Lüftungsanlagen, die aufgrund dieser Messungen durchgeführt wurde, konnten die Werte wieder unter den Grenzbereich gebracht werden.



Abb.3: Mastbucht im Betrieb 2

Die Mastläufer wurden bei Betrieb 2 in gewaschene und desinfizierte Mastabteile eingestallt. Die Fütterung erfolgte mit Flüssigfutter aus hofeigenem Getreide, CCM und Molke mit

Zusatz einer Mineralstoffmischung. Zusätzlich konnten die Tiere ad libitum Wasser über Nippel aufnehmen.

3.3 Auswahl der Tiere

Die für den Versuch ausgewählten Tiere mussten klinisch gesund sein. Sie durften weder antibiotisch vorbehandelt sein, noch durften ihnen immunsuppressive Mittel verabreicht worden sein. Die Ferkel wurden unabhängig vom Geschlecht ausgewählt.

3.4 Vakzine

Der Impfstoff wurde am Übergang wenig behaarter Haut zu behaarter Haut hinter dem Ohr intramuskulär appliziert. Die One-Shot Vakzine wurde am 21. Lebenstag mit einer Impfdosis von 2 ml verabreicht. Die Two-Shot Vakzine wurde mit einer Dosis von je 2 ml am 7. und 21. Lebenstag geimpft.

Bei den beiden Impfstoffen handelt es sich jeweils um einen inaktivierten *Mycoplasma hyopneumoniae* Impfstoff (Firma Pfizer).

Die One-Shot Vakzine ist eine Öl in Wasser Emulsion, bei der die Impfdosis 2 ml beträgt. Der Impfstoff enthält *Mycoplasma hyopneumoniae* Stamm NL 1042. Pro Impfdosis sind zwischen 4,5 und 5,2 log₁₀ relative ELISA-Einheiten (Relative ELISA-Einheiten im Vergleich zu einer Referenzvakzine) und als Adjuvans Amphigen[®], bestehend aus 0,025 ml Amphigenbase und 0,075 ml Mineralöl Drakeol 5 enthalten. Als sonstiger Bestandteil ist 0,185 mg Thiomersal enthalten. Das Amphigen[®] besteht aus kleinsten Ölkügelchen umhüllt mit Lecithin. Das Antigen des Impfstoffes befindet sich zum Teil einerseits frei in der wässrigen Phase der Emulsion, andererseits ist es sowohl an die mit Lecithin umhüllte Oberfläche, als auch im Inneren der Ölkügelchen gebunden. Dies soll eine protrahierte Abgabe des Mykoplasmenantigens an den Organismus gewährleisten.

Die Two-Shot Vakzine ist ebenfalls ein inaktivierter *Mycoplasma hyopneumoniae*-Impfstoff in Form einer Öl-in-Wasser-Emulsion. Die Impfdosis von 2 ml enthält mindestens 6000 RU (relative ELISA-Einheiten) inaktivierte *Mycoplasma hyopneumoniae* mit einem Konservans von maximal 0,21 mg Thiomersal und sonstiger Bestandteile 0,075 ml Drakeol 5, 0,025 ml Amphigenbase, 0,056 ml Polysorbat 80, 0,024 ml Sorbitanmonoleat und maximal 1,4 mg EDTA-Natrium.

3.5 Gruppeneinteilung

Alle vier Wochen wurden die Sauen einer Abferkelgruppe in zwei Gruppen eingeteilt. Die Tiere einer Gruppe wurden drei Wochen ante partum mit StellamuneOne® geimpft. Die Ferkel der geimpften Sauen wurden in drei Gruppen, die Ferkel der ungeimpften Sauen in zwei Gruppen unterteilt, so dass insgesamt wie in Tabelle 6 dargestellt fünf Gruppen mit Tieren, die nach unterschiedlichen Impfschemata vakziniert wurden, entstanden.

Jeweils drei Ferkel einer Muttersau wurden ausgewählt. Sie wurden tätowiert und mit einer extra Ohrmarke mit fortlaufender Nummer und in einheitlicher Farbe gekennzeichnet. Die Sauen bzw. Ferkel wurden, wie in der Tabelle 6 dargestellt, geimpft und am Tag danach klinisch nach etwaigen Impfreaktionen untersucht, wobei stichprobenartig und bei auffälligen Tieren die Rektaltemperatur gemessen und die Injektionsstelle auf eine Impfreaktion palpirt wurde.

Tabelle 6: Gruppeneinteilung und Impfzeitpunkt

	Sauen 3 Wochen a.p.	Ferkel 1 Woche p.n.	Ferkel 3 Wochen p.n.
Gruppe 1	StellamuneOne®	/	StellamuneOne®
Gruppe 2	StellamuneOne®	Stellamune®Mycoplasma	Stellamune®Mycoplasma
Gruppe 3	/	/	StellamuneOne®
Gruppe 4	/	Stellamune®Mycoplasma	Stellamune®Mycoplasma
Gruppe 5	StellamuneOne®	/	/

3.6 Probennahme

Die Blutentnahme der Muttertiere der einzelnen Gruppen erfolgte wie in Tabelle 7 dargestellt drei Wochen a.p., eine Woche p.p. und drei Wochen p.p., wobei bei den Tieren der Gruppen 3 und 4 eine Blutprobe drei Wochen a.p. nicht entnommen wurde.

Von allen Sauen des Versuches wurde am Tag der Abferkelung Milch gewonnen. Dazu wurde ihnen 0,5ml Depotocin® injiziert und etwa fünf Minuten später in ein steriles Milchröhrchen Milch von den vorderen, mittleren und hinteren Mammarkomplexen gemolken.

Tabelle 7: Zeitpunkt der Blutentnahme (BE) der Sauen der einzelnen Gruppe

	3 Woche a.p.	1 Woche p.p.	3 Wochen p.p.
Gruppe 1	BE	BE	BE
Gruppe 2	BE	BE	BE
Gruppe 3	/	BE	BE
Gruppe 4	/	BE	BE
Gruppe 5	BE	BE	BE

Allen Ferkeln wurde unabhängig ihrer Gruppenzugehörigkeit zu denselben Zeitpunkten Blut entnommen, wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist.

Tabelle 8: Zeitpunkt der Blutentnahme (BE) aller Ferkel

BE	Zeitpunkt
1.	7. Lebenstag (+/- 1 Tag)
2.	21. Lebenstag (+/- 1 Tag)
3.	63. Lebenstag (+/- 1 Tag)
4.	140. Lebenstag (+/- 1 Tag)

Die Blutentnahme erfolgte mit 9 ml Serummonovetten der Firma Sarstedt und der Größe der Tiere entsprechenden Einmalkanülen der Firma Braun aus der Vena cava cranialis oder der Vena jugularis. Die Monovetten wurden mit der jeweiligen Ohrmarke bzw. Tätowierung und dem entsprechenden Alter der Tiere beschriftet.

Am Tag der Entnahme wurden die Blutproben zehn Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert und das dadurch gewonnene Serum mit einer Eppendorfpipette abgezogen und in 1ml Micronic[®]-Röhrchen einpipettiert und in Kästen eingefroren. Die Milchproben wurden am Tag der Entnahme in gleicher Weise bearbeitet.

3.7 Labordiagnostik

Die Seren der Tiere wurden mittels Enzyme-linked-Immunosorbent Assay (ELISA) auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* untersucht. Um etwaige Schwankungen an verschiedenen Tagen oder bei den Testkits auszuschließen wurden alle Proben eines Tieres am gleichen Tag auf der gleichen Platte ausgewertet.

Material und Methoden

Verwendung fand der Testkit HerdCheck M.hyo der Firma IDEXX zum Nachweis von Antikörpern gegen *Mycoplasma hyopneumoniae*. Hierbei handelt es sich um eine 96-Loch-ELISA-Platte, bei der die Kavitäten mit inaktiviertem *Mycoplasma hyopneumoniae*-Antigen beschichtet sind. Beschriftet waren die Platten horizontal von 1 bis 12 und vertikal von A bis H. In die Vertiefungen A1 und B1 wurde je 100µl der Negativkontrolle und in die Vertiefungen C1 und D1 je 100µl der Positivkontrolle pipettiert. Die Seren wurden zuerst mit dem Probenverdünnungspuffer mit Proteinstabilisatoren, der mit Natriumazid konserviert ist, auf 1:40 verdünnt. Jeweils 100µl dieser Verdünnung wurden in die übrigen Vertiefungen gefüllt. Die Platten wurden 30 Minuten bei Raumtemperatur inkubiert, wobei die spezifischen Antikörper der Seren mit dem Antigen der Platte eine spezifische Komplexbildung eingehen konnten. Ungebundenes Material wurde durch viermaliges Waschen mit der aus dem Waschkonzentrat hergestellten Waschlösung ausgewaschen und entfernt. Anschließend wurde 100µl Anti-Schwein-Merrettichperoxidase-Konjugat hinzu gegeben. Bei 30 Minuten Inkubation bindet das Konjugat jeden auf der Platte haftenden Antikörper. Die Platte wird wieder viermal gewaschen und im Anschluß 100 µl TMB-Substrat-Lösung zugegeben. Bei vorhandenen Antikörpern wird ein Farbumschlag beobachtet, der nach 15 Minuten Inkubation bei Raumtemperatur mit einer Stopplösung gestoppt wurde. In einem Photometer wurde die Farbreaktion bei einer Extinktion von 650nm gemessen.

Der Test ist gültig, wenn die Differenz zwischen dem Mittelwert der positiven Kontrollen und dem Mittelwert der negativen Kontrollen größer oder gleich 0,150 ist.

Die Werte der optischen Dichte der Proben (OD Probe) sowie der positiven Kontrolle (OD positiv) werden durch Subtraktion der Extinktion der negativen Kontrolle (OD negativ) korrigiert. Die korrigierten Werte der Proben werden auf den korrigierten Wert der positiven Kontrolle (=100 %) bezogen (Probenwert % = $(\text{OD Probe} - \text{OD negativ} / \text{OD positiv} - \text{OD negativ}) \times 100$) und als ELISA-Wert (%) bezeichnet. Nach Angaben des Herstellers werden ELISA-Werte < 30 als negativ, zwischen 30 und 40 als grenzwertig und > 40 als positiv gewertet.

Die Milchseren wurden ebenfalls mit dem Probenverdünnungspuffer auf die Verdünnungsstufen 1 : 10, 1 : 20, 1 : 40, 1 : 80 und 1 : 160 verdünnt. Jeweils zwei Kavitäten der 96-Loch-ELISA-Platte wurden mit jeweils 100µl einer dieser Verdünnungen bzw. mit dem unverdünnten Milchserum gefüllt. Der weitere Testablauf erfolgte wie schon bei den Blutproben beschrieben. Die Befunderhebung negativ, grenzwertig und positiv wurde ebenfalls mit den gleichen Grenzen wie beim Blutserum festgelegt.

3.8 Gewichtsentwicklung

Alle Masttiere wurden am 105. Lebenstag (+/- 2 Tage) auf dem Betrieb 2 mit einer geeichten, fahrbaren Viehwaage gewogen. Aus betriebstechnischen Gründen war die Wiegung am Schlachttag nicht möglich.

3.9 Erhebung von Lungenbefunden

Da jedes Tier unverwechselbar mit Ohrmarke und Tätowierung gekennzeichnet wurde, konnten die jeweiligen Lungenbefunde einem Einzeltier und damit auch einer Versuchsgruppe zugeordnet werden.

Direkt nach der Schlachtung in einer Metzgerei erfolgte die Beurteilung der Lungen adspektorisch und palpatorisch nach pneumonischen Veränderungen. In eine Tabelle wurden die Einzelergebnisse, aus denen sich der Gesamtscore ergab, jedes einzelnen Lungenlappens, sowohl nach Quantität als auch nach Qualität, notiert. Die Lungen wurden in der Schlachtreihenfolge vom Metzger aufgehängt und danach immer vom gleichen Untersucher beurteilt. Nach Festlegung der Lungenscores konnte anhand der Tätowierung und der Reihenfolge der geschlachteten Tiere das jeweilige Ergebnis einem Einzeltier und damit auch einer Gruppe zugeordnet werden.

Die Beurteilung der Veränderungen erfolgte mittels eines nach MADEC und KOBISCH (1982) modifizierten Score-Systems. Der Gesamtscore von maximal 32 Punkten ermittelte sich aus den maximalen Einzelscores von Bronchopneumonien mit 28 Punkten, Pleuritiden mit 2 Punkten und Abszessen mit 2 Punkten.

Abbildungen 4 bis 6 zeigen Beispiele von Schlachtlungen mit verschiedenen pathologischen Veränderungen und die dazugehörige Scorebewertung.

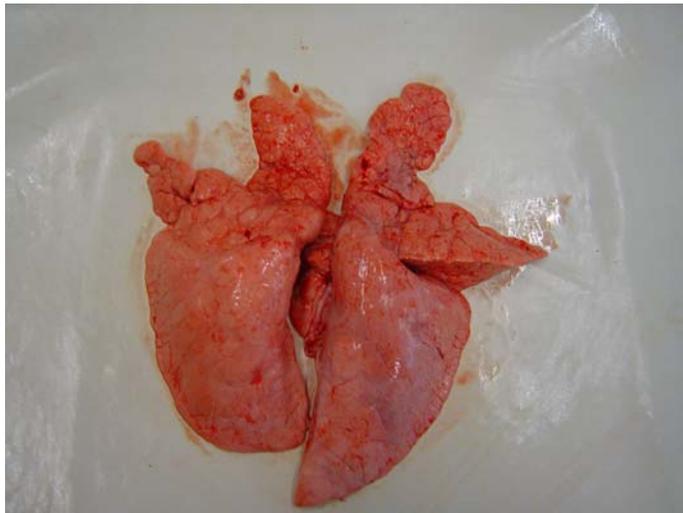


Abb.4: Lunge mit Score 0

3.9.1 Bronchopneumonien

Mycoplasma hyopneumoniae verursacht eine interstitielle Pneumonie. Durch das Auftreten von *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica* und pyogenen Erregern wie *Actinobacillus pleuropneumoniae* werden Veränderungen in Qualität und Quantität der Lungenläsionen beobachtet.

Die Veränderungen je Lungenlappen wurden nach dem Score-Punkte-System von MADEC und KOBISCH (1982) erfasst. Der Score sieht vor, jeden einzelnen Lungenlappen, entsprechend dem Ausmaß der Veränderungen, mit einem Wert zwischen 0 und 4 zu bewerten (Tabelle 9). Beim Lobus cranialis sinister wurden die pars cranialis und die pars caudalis als eigenständige Lungenlappen betrachtet, wodurch sieben einzelne Lappen bewertet wurden und sich durch Addition der Einzelergebnisse der sieben unabhängig voneinander bewerteten Lungenlappen ein Maximalscore von 28 ergab.

Tabelle 9: Beurteilung pneumonischer Veränderungen je Lungenlappen

Score-Punkte	Qualität der Veränderungen
0	Nicht vorhanden
1	Kleine Veränderungen nicht größer als 3 x 3 cm
2	Größere Veränderungen jedoch weniger als ½ des Lungenlappens
3	Umfangreiche Veränderungen jedoch nicht gesamter Lungenlappen betroffen
4	Gesamter Lungenlappen betroffen

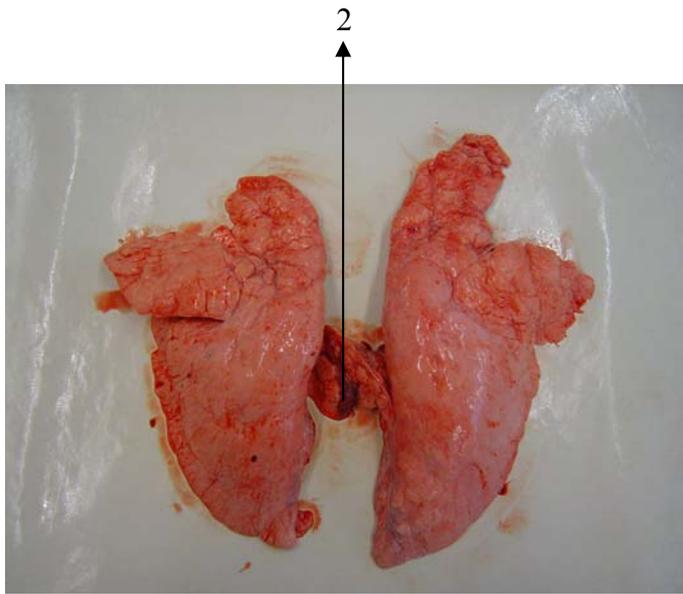


Abb.5: Lunge mit Score 2

3.9.2 Pleuritiden

Pleuritiden können als lokale Veränderungen an einzelnen Lungenlappen beobachtet werden oder treten in der gesamten Ausdehnung der Pleura pulmonalis auf. Wie in Tabelle 10 dargestellt wurde nur die Qualität der Pleuritis beurteilt und nicht in Anlehnung an RADELOFF (1997) auf die Größe der betroffenen Gebiete eingegangen.

Pleuritiden, die mit Verklebungen einhergehen, werden mit dem Score 1, andere, die zu Verwachsungen geführt haben werden mit Score 2 bewertet.

Tabelle 10: Pleuritiden je Lunge

Score	Art der Pleuritis
0	Nicht vorhanden
1	Verklebung
2	Verwachsung

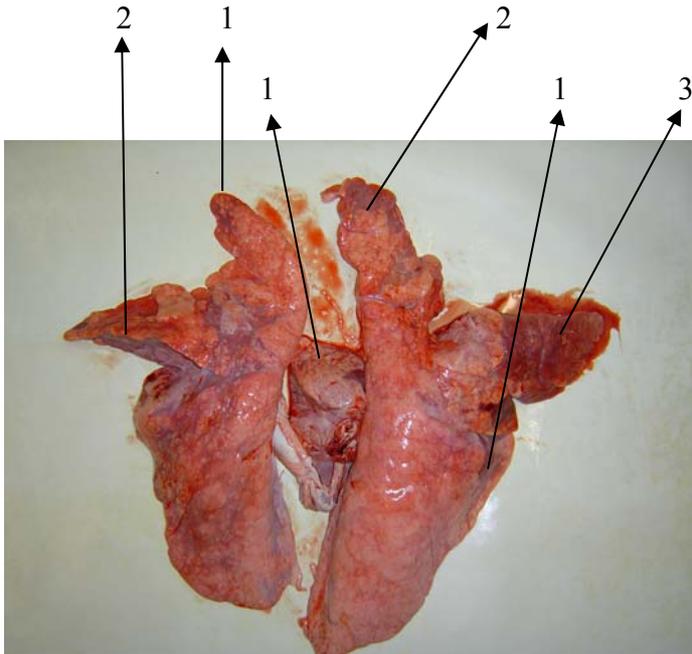


Abb.6: Lunge mit Score 10

3.9.3 Abszesse

Abszesse können einzeln auftreten oder können vermehrt vorhanden sein. Wurde ein Abszess bei der Lunge festgestellt so führte dies zur Einzelbewertung 1, bei zwei oder mehr Abszessen wurde der Score 2 notiert (Tabelle 11).

Tabelle 11: Abszesse je Lunge

Score	Anzahl der Abszesse
0	Nicht vorhanden
1	Einer
2	Mehrere

3.10 Statistik

3.10.1 Statistische Auswertung der Ergebnisse

Die Beurteilung der Milchuntersuchung sowie der Fekelblutserologie wurde mit Hilfe der Vierfeldertafel vorgenommen, wobei die Ergebnisse der Blutuntersuchung der Sauen als Richtwerte galten. Ermittelt wurde die Sensitivität, die Spezifität, der positive prädikative Wert (PPW) und der negative prädikative Wert (NPW), bezogen auf die Milchuntersuchung bzw. auf die Untersuchung des Ferkelblutes.

Die Sensitivität gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass ein im Blut positives Tier auch in der Milch als positiv erkannt wird bzw. dass das Blut der Ferkel einer im Blut positiven Sau positiv ist.

Die Spezifität ermittelt die Wahrscheinlichkeit, dass ein im Blut negatives Tier auch in der Milch negativ ist bzw. dass das Blut der Ferkel einer im Blut negativen Sau negativ ist.

Der positive prädikative Wert (PPW) macht eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit, dass ein in der Milch als positiv erkanntes Tier auch tatsächlich im Blut positiv ist bzw. dass im Blut positive Ferkel auch tatsächlich eine positiv getestete Mutter haben.

Der negative prädikative Wert (NPW) sagt aus, dass ein in der Milch als negativ ermitteltes Tier auch tatsächlich im Blut negativ ist bzw. dass im Blut negative Ferkel auch tatsächlich eine negativ befundete Mutter haben.

Vierfeldertafel:

	+	-	Σ
+	a	b	a + b
-	c	d	c + d
Σ	a + c	b + d	n

Sensitivität: $a / (a+b)$

PPW: $a / (a+c)$

Spezifität: $d / (c+d)$

NPW: $d / (b+d)$

3.10.2 Arithmetisches Mittel (Mittelwert) und Signifikanzanalyse

Der Mittelwert errechnet sich aus der Summe der Einzelwerte (x) dividiert durch die Anzahl der Einzelwerte (n).

Die Signifikanzen wurden mittels t-Test bzw. χ^2 -Test durchgeführt. Die Berechnung erfolgte mit dem Programm SPSS.

4 Ergebnisse

4.1 Auswertbares Tiermaterial

In die Studie wurden insgesamt 423 Ferkel einbezogen. Gründe für ein vorzeitiges Ausscheiden lagen unabhängig von der Studie an Todesfällen im Saugferkelbereich, im Flatdeck, in der Mast oder nach Blutentnahme und der Vermarktung der Tiere an andere Mäster. In die Studie wurden nur Tiere einbezogen, die bis zur Schlachtung verfolgt werden konnten (Tabelle 12).

Tabelle 12: Ferkelzahl (n) der einzelnen Gruppen zu den unterschiedlichen Zeitpunkten und Impfschema für die Sauen und Ferkel der einzelnen Gruppen

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Sauen	vakziniert One-Shot	vakziniert One-Shot	nicht vakziniert	nicht vakziniert	vakziniert One-Shot
Ferkel	vakziniert One-Shot	vakziniert Two-Shot	vakziniert One-Shot	vakziniert Two-Shot	nicht vakziniert
BE mit 1 Woche	160	162	159	153	114
BE mit 3 Wochen	158	158	157	151	113
BE mit 9 Wochen	157	158	155	151	112
Wiegung 15 Wochen	92	99	91	85	60
BE mit 20 Wochen	92	99	91	85	60
Lungen- score	89	99	91	84	60

BE = Blutentnahme

Die Muttertiere der in den Versuch einbezogenen Ferkel wurden ebenfalls berücksichtigt. Die 254 Sauen wurden in fünf Gruppen eingeteilt (Tabelle 13). Die Sauen der Gruppen 1, 2 und 5,

Ergebnisse

insgesamt also 148 Tiere, wurden drei Wochen a.p. mit StellamuneOne[®] vakziniert. Bei den Sauen wurden Blutentnahmen durchgeführt wie in Tabelle 13 dargestellt. Bei allen Sauen aller Gruppen wurde Kolostralmilch gewonnen.

Tabelle 13: Anzahl der Sauen je Gruppe und deren Blutentnahmezeitpunkte

	Sauenzahl	3 Wochen a.p.	1 Woche p.p.	3 Wochen p.p.
Gruppe 1	55	BE	BE	BE
Gruppe 2	54	BE	BE	BE
Gruppe 3	55	/	BE	BE
Gruppe 4	51	/	BE	BE
Gruppe 5	39	BE	BE	BE

BE = Blutentnahme

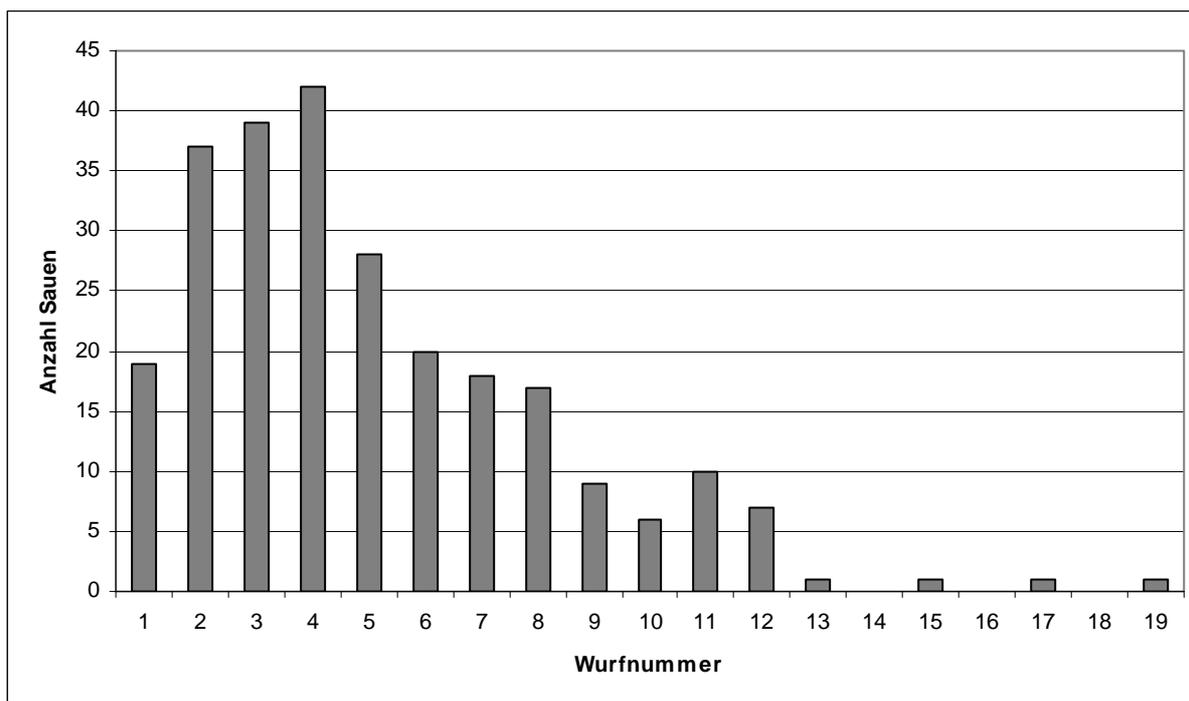


Abb. 7: Altersverteilung der Muttertiere nach Wurfnummer im Versuch

Die Altersverteilung nach Wurfnummer der Sauen im Versuch ist in Abbildung 7 dargestellt. Einen etwa gleich großen Teil der Sauen stellten die Sauen vom zweiten bis vierten Wurf mit 45,7 % und die Sauen ab dem fünften Wurf mit 46,8 %, wohingegen die Jungsauern mit erstem Wurf mit 7,5 % vertreten waren.

4.2 Verträglichkeit der Impfung

Es wurde bei den geimpften Tieren sowohl nach der Impfung der Sauen mit StellamuneOne[®] als auch bei Impfung der Ferkel mit Stellamune[®] bzw. StellamuneOne[®], entzündliche Reaktionen an der Applikationsstelle bei der Untersuchung der lokalen Verträglichkeit nicht festgestellt. Auch fieberhafte Allgemeinerkrankungen oder Fressunlust nach Vakzination traten nicht auf. Lediglich eine Sau abortierte zehn Tage nach Vakzination. Bei Untersuchung der Sau und des Abortmaterials wurde keine infektiöse Ursache des Aborts festgestellt.

Bei stichprobenartigen Kontrollen der Rektaltemperatur von etwa 10 % der im Versuch einbezogenen Tiere, war keine Erhöhung um mehr als 0,3°C am Tag nach der Impfung festzustellen. Die Impfung der Sauen hatte außerdem keinen Einfluss auf den Geburtszeitpunkt, den Geburtsverlauf und die Erkrankungshäufigkeit am MMA-Komplex.

4.3 Ergebnisse der serologischen Untersuchungen

In dieser Untersuchung wurde die humorale Antikörperentwicklung im Serum der Ferkel nach Impfung mit einer so genannten One-Shot-Vakzine bzw. mit einer Two-Shot-Vakzine gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* dargestellt, wobei ein Teil der Muttersauen a. p. mit StellamuneOne[®] geimpft wurde. Die Antikörperentwicklung der Sauen nach Impfung wurde ebenfalls ermittelt. Eine Milchserologie der Kolostralmilch in verschiedenen Verdünnungsstufen wurde im Vergleich zur Blutserologie der Sauen mit dem gleichen Test durchgeführt.

Bei der Beurteilung des Tests auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* der Firma IDEXX wurden ELISA-Werte (in % zur Positivkontrolle) kleiner 30 als negativ, zwischen 30 und 40 als grenzwertig und größer 40 als positiv eingestuft.

4.3.1 Serologie der Ferkel

4.3.1.1 Antikörperentwicklungen aller Gruppen

Die ELISA-Werte aller Ferkel wurden von der ersten bis zur 20. Lebenswoche verfolgt. Je drei Ferkel pro Muttersau wurden in die Untersuchung einbezogen. In Tabelle 14 wurden die arithmetischen Mittelwerte der Gruppen und deren Standardabweichung, zu den jeweiligen Entnahmezeitpunkten mit einer, drei, neun und 20 Wochen zusammengefasst.

Tabelle 14: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung s der ELISA-Werte der Ferkel gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* der einzelnen Gruppen mit Anzahl der Tiere n

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	144,20	98,48	31,56	69,16
s	41,90	48,16	24,90	56,85
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	133,60	96,21	36,61	73,04
s	50,86	49,33	22,95	50,18
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	29,09	16,46	25,38	70,91
s	42,05	31,89	24,91	49,75
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	26,83	14,71	40,82	73,44
s	37,15	28,14	26,52	44,69
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	154,68	119,28	30,13	36,36
s	52,85	55,25	25,24	36,36

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot

In Tabelle 14 und in Abbildung 8 ist zu erkennen, dass die Ferkel der geimpften Sauen der Gruppen 1, 2 und 5 hohe maternale Antikörperwerte aufwiesen, die sich im Blut der noch ungeimpften Ferkel am siebten Lebenstag nachweisen ließen. Die Ferkel dieser Gruppen wiesen im Mittel positive ELISA-Werte von 144,20, 133,60 und 154,68 auf. Im Gegensatz dazu waren die Ferkel der Gruppen 3 und 4, bei denen die Muttertiere nicht a.p. vakziniert wurden mit mittleren ELISA-Werten von 29,09 und 26,83 unter 30 und wurden somit als negativ bewertet.

Bei allen Gruppen fielen zur zweiten Blutentnahme mit drei Wochen die ELISA-Werte ab, wobei die Ferkel der Gruppen 1, 2 und 5 immer noch deutlich im positiven Bereich waren.

Zur dritten Blutentnahme nach neun Wochen fielen die ELISA-Werte der Ferkel der geimpften Sauen weiter ab und waren im Mittel nicht mehr im positiven Bereich, während sich bei den Ferkeln der ungeimpften Sauen die ELISA-Werte zur zweiten Blutentnahme mit drei Wochen verringerten, um zur dritten Entnahme mit neun Wochen wieder anzusteigen,

wobei Gruppe 3, bei der die Ferkel mit One-Shot geimpft wurden, im Mittel nicht in den positiven Bereich stieg. Gruppe 4 aber, bei der die Ferkel mit Two-Shot geimpft wurden, überschritt den positiven cut-off von 40 knapp.

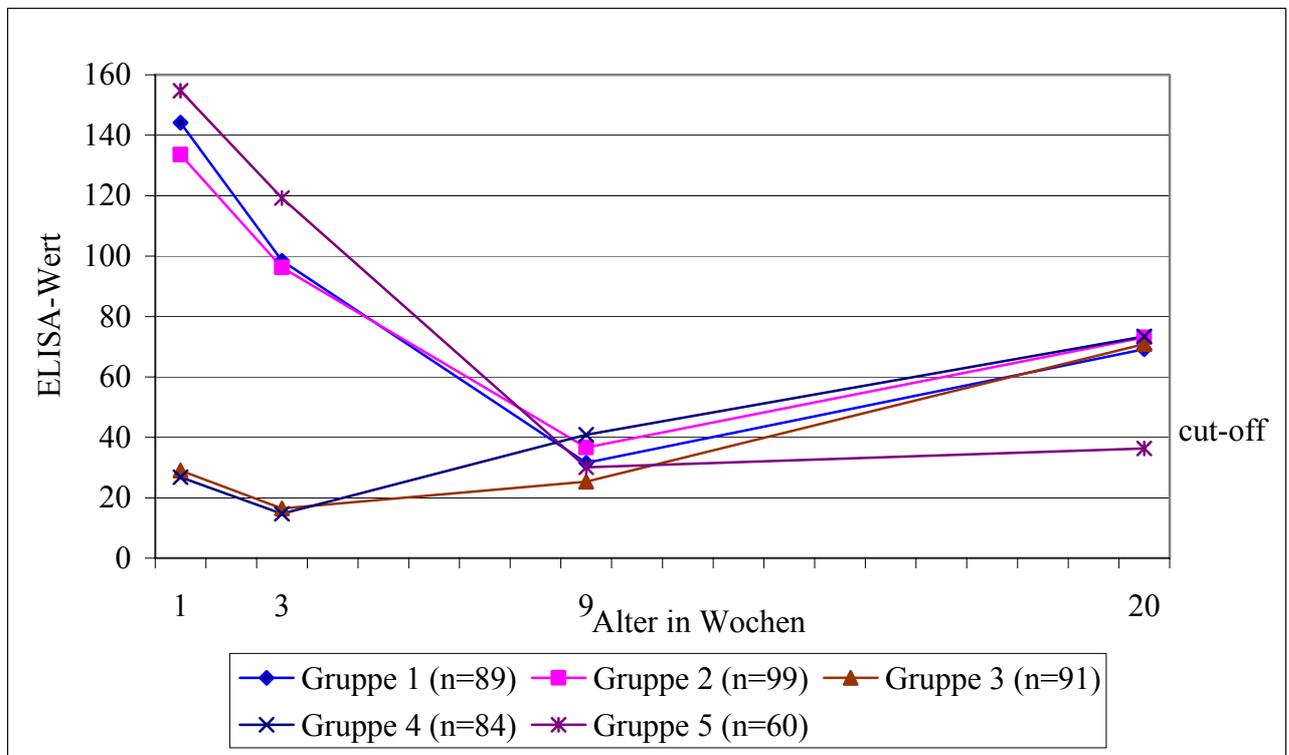


Abb. 8: Antikörperentwicklung der Ferkel aller Gruppen gegen *Mycoplasma hyopneumoniae*

Mit neun Wochen waren die Serumantikörper der Ferkel, egal ob von geimpften oder ungeimpften Sauen, nahezu gleich, wobei die Ferkel, die mit Stellamune[®] doppelt geimpft wurden, im Mittelwert höhere ELISA-Werte aufwiesen. Nach 20 Wochen lagen die ELISA-Werte aller Gruppen, bei denen die Ferkel vakziniert wurden, im positiven Bereich (Abbildung 8), während das arithmetische Mittel der ELISA-Werte der ungeimpften Ferkel der Gruppe 5, bei der nur die Muttertiere vakziniert wurden, nicht wieder in den positiven Bereich stieg, aber dennoch eine Steigerung zu verzeichnen hatte.

4.3.1.2 Vergleich der Antikörperentwicklung der einzelnen Gruppen untereinander

Beim Vergleich der Gruppen mit Vakzination der Sauen (Gruppen 1, 2 und 5) untereinander (Tabellen 15-17) ist zu sehen, dass bei der ersten Blutentnahme mit einer Woche kein signifikanter Unterschied bei den ELISA-Werten zu erkennen ist. Erst bei der zweiten

Ergebnisse

Blutentnahme mit drei Wochen unterscheidet sich Gruppe 5 signifikant ($p < 0,05$) von Gruppe 2, bei der die Ferkel mit einer Woche die erste Dosis des Two-Shot erhalten haben, und Gruppe 1, bei der bis zu diesem Zeitpunkt wie bei Gruppe 5 die Ferkel nicht geimpft waren. Bei der Blutentnahme mit neun Wochen war wiederum kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen vorhanden.

Tabelle 15: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 5

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	144,20	98,48	31,56	69,16
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	154,68	119,28	30,13	36,36
Signifikanz	$p \geq 0,05$	$p < 0,05$	$p \geq 0,05$	$p < 0,001$

SV = Sau vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert; n = Anzahl der Tiere

Tabelle 16: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 2 und 5

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	133,60	96,21	36,61	73,04
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	154,68	119,28	30,13	36,36
Signifikanz	$p \geq 0,05$	$p < 0,05$	$p \geq 0,05$	$p < 0,001$

SV = Sau vakziniert; FT = Ferkel Two-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert; n = Anzahl der Tiere

Tabelle 17: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 2

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	144,20	98,48	31,56	69,16
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	133,60	96,21	36,61	73,04
Signifikanz	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

SV = Sau vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot; n = Anzahl der Tiere

Ergebnisse

Erst mit 20 Wochen hatten die beiden Gruppen 1 und 2, bei denen Ferkelimpfungen durchgeführt wurden, signifikant ($p < 0,001$) höhere ELISA-Werte als Gruppe 5 ohne Ferkelvakzination.

Vergleicht man die Gruppen 3 und 4, beide Gruppen mit Ferkelimpfung mit One- bzw. Two-Shot, aber ohne Sauenimpfung, und Gruppe 5, bei der nur die Sauen vakziniert wurden, ist zu sehen, dass ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) der ELISA-Werte mit einer, drei und 20 Wochen festgestellt wurde. Während mit einer und drei Wochen die ELISA-Werte der Gruppen 3 und 4 signifikant niedriger waren, waren sie mit 20 Wochen signifikant höher. Mit neun Wochen war nur der ELISA-Wert der Gruppe 4, bei der die Ferkel mit Two-Shot vakziniert wurden, signifikant ($p < 0,05$) höher als bei Gruppe 5 ohne Ferkelvakzination (Tabelle 18 u. 19).

Tabelle 18: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 3 und 5

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	29,09	16,46	25,38	70,91
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	154,68	119,28	30,13	36,36
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p \geq 0,05$	$p < 0,001$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert

Tabelle 19: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 5

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	26,83	14,71	40,82	73,44
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	154,68	119,28	30,13	36,36
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p < 0,001$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FT = Ferkel Two-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert

Vergleicht man die Gruppen mit gleichem Impfschema der Ferkel miteinander, so ist zu sehen, dass bei den Gruppen, bei denen die Ferkelimpfung mit One-Shot durchgeführt wurde,

die Gruppe 1 (mit Sauenvakzination) bei der Blutentnahme mit einer und drei Wochen signifikant ($p < 0,001$) höhere ELISA-Werte hatte als Gruppe 3 (ohne Sauenvakzination). Zu den Entnahmezeitpunkten mit neun und 20 Wochen waren keine signifikanten Unterschiede mehr vorhanden (Tabelle 20).

Tabelle 20: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 3

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	144,20	98,48	31,56	69,16
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	29,09	16,46	25,38	70,91
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; n = Anzahl der Tiere

Bei den Gruppen 2 (mit Sauenvakzination) und 4 (ohne Sauenvakzination), bei denen die Ferkel mit Two-Shot geimpft wurden, unterschieden sich die ELISA-Werte mit einer und drei Wochen ebenfalls signifikant ($p < 0,001$). Ab neun Wochen war wiederum kein signifikanter Unterschied mehr auszumachen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 2 und 4

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	133,60	96,21	36,61	73,04
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	26,83	14,71	40,82	73,44
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot

Zwischen Gruppe 1 und 4 und zwischen Gruppe 2 und 3 bestand bei den Blutentnahmen nach einer und drei Wochen ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$), wobei die Gruppen 1 bzw. 2, bei denen die Sauen vakziniert wurden, die signifikant höheren ELISA-Werte aufwiesen als die Gruppen 3 bzw. 4, bei denen keine Muttertierimpfung vorgenommen wurde (Tabellen 22 u. 23).

Tabelle 22: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 4

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	144,20	98,48	31,56	69,16
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	26,83	14,71	40,82	73,44
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot

Tabelle 23: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 2 und 3

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	133,60	96,21	36,61	73,04
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	29,09	16,46	25,38	70,91
Signifikanz	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,05$	$p \geq 0,05$

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot

Mit neun Wochen war nur zwischen den Gruppen 2 und 3 ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) vorhanden. Dabei wies die Two-Shot geimpfte Gruppe 3 einen höheren Antikörperwert auf als die One-Shot geimpfte Gruppe 2 (Tabelle 23). Bei der Blutentnahme mit 20 Wochen konnte zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden.

Tabelle 24: Vergleich der arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Gruppen 3 und 4

	1 Woche	3 Wochen	9 Wochen	20 Wochen
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	29,09	16,46	25,38	70,91
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	26,83	14,71	40,82	73,44
Signifikanz	$p \geq 0,05$	$p \geq 0,05$	$p < 0,001$	$p \geq 0,05$

SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot; n = Anzahl der Tiere

Beim Vergleich der Gruppen ohne Sauenvakzination miteinander wies nur bei der Blutentnahme mit neun Wochen Gruppe 4 mit der Doppelimpfung der Ferkel einen signifikant ($p < 0,001$) höheren ELISA-Wert auf als Gruppe 3 mit der Einmalimpfung der Ferkel (Tabelle 24).

4.3.2 Serologie der Sauen

4.3.2.1 Blutserologie

Die Sauen der Gruppen 1, 2 und 5 wurden drei Wochen a.p. mit StellamuneOne[®] vakziniert. Diese Sauen wurden vor der Impfung drei Wochen a.p., eine und drei Wochen p.p. geblutet. Bei den nicht vakzinierten Sauen der Gruppen 2 und 3 wurde nur eine und drei Wochen p.p. Blut abgenommen (Tabelle 13).

Abbildung 9 zeigt die Antikörperentwicklung der vakzinierten und nicht vakzinierten Gruppen zusammengefasst. Bis auf ein Tier serokonvertierten alle der 148 geimpften Sauen, was eine Prävalenz von 99,3% bedeutet, und hatten deutlich höhere Antikörpergehalte gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* zum Zeitpunkt der Blutentnahme eine Woche p.p., die drei Wochen nach Abferkelung wieder etwas abfielen.

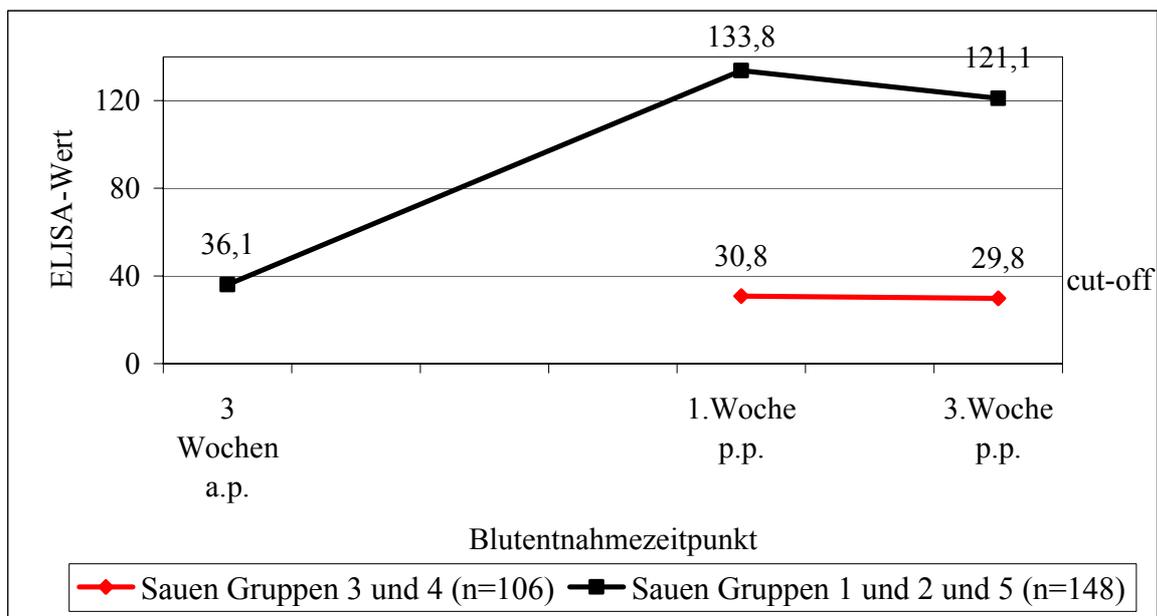


Abb. 9: Antikörperentwicklung der vakzinierten und nicht vakzinierten Sauen

Tabelle 25: Prozentuale Verteilung der negativen, fraglichen und positiven ELISA-Werte in den verschiedenen Altersgruppen der ungeimpften Sauen

	negativ	fraglich	Positiv
Jungsaunen (n=19) mit 1. Wurf	52,6%	5,3%	42,1%
Altsaunen (n=116) mit Wurf 2-4	65,5%	12,1%	22,4%
Altsaunen (n=119) ab Wurf 5	57,2%	15,1%	27,7%

n = Anzahl der Tiere

Ausgehend von der ersten Blutentnahme der jeweiligen Sauen zeigt Tabelle 25 die prozentuale Verteilung der positiven, fraglichen oder negativen Sauen des Versuchsbestandes, unterteilt in Jungsaunen mit erstem Wurf, Altsaunen mit Wurf zwei bis vier und Altsaunen ab dem fünften Wurf. Den größten Anteil an positiven Sauen konnten die Jungsaunen mit 42,1% verzeichnen, aber 52,6% von ihnen wies ein negatives serologisches Testergebnis auf. Der Anteil der positiven Sauen bei den Altsaunen ab fünftem Wurf war mit 27,7% etwas größer als bei den Altsaunen mit Wurf zwei bis vier mit 22,4%.

Tabelle 26 zeigt die Korrelation des Blutergebnisses der 254 untersuchten Sauen und des jeweiligen arithmetischen Mittelwertes der dazugehörigen Ferkel eine Woche p.p. Fragliche Ergebnisse wurden ausgeschlossen.

Tabelle 26: Vierfeldertafel für die Blutserologie der Ferkel auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in Bezug auf Blutserologie der Sauen

Blutserologie 1 Woche p.p.		Ferkel		Σ
		+	-	
Sauen	+	159	6	165
	-	5	64	69
Σ		164	70	234

Ergebnisse

Die Auswertung der Vierfeldertafel ergibt, dass ein positiv getestetes Ferkel mit 95% Wahrscheinlichkeit auch eine im Blut positiv getestete Muttersau und ein negativ befundetes Ferkel mit 80% Wahrscheinlichkeit auch eine im Blut negativ getestete Muttersau hat.

4.3.2.2 Milchserologie

Bei allen Sauen der Versuchsgruppen wurde am Tag des Abferkelns Milch ermolken. Ein Teil dieser Kolostralmilchproben wurde mit dem gleichen Test mit dem auch das Blut untersucht wurde auf Serumantikörper in verschiedenen Verdünnungsstufen im Doppelansatz getestet. Ist im Nachfolgenden vom Ergebnis der Milchserologie die Rede, so ist damit immer das arithmetische Mittel des Doppelansatzes der Milch in der jeweiligen Verdünnung zu verstehen.

Der ELISA-Wert des Blutes bei der Verdünnung 1 : 40 wird als Referenzwert genommen. Berücksichtigt wurden nur positive und negative Testergebnisse. Fragliche Testergebnisse werden ausgeschlossen. Der Test ist für Milchserum nicht validiert, aber in der Schweiz schon mehrfach erprobt worden.

Es wurden 49 Milchserumproben in verschiedenen Verdünnungen getestet, von denen 21 im Blut der Sauen als negativ, also einen ELISA-Wert kleiner 30 hatten, und 28 im Blut als positiv, also einen ELISA-Wert größer 40 hatten, bewertet.

Tabellen 27 bis 32 zeigen zusammenfassend in Vierfeldertafeln die Ergebnisse der Milchserologie des Doppelansatzes in verschiedenen Verdünnungen im Vergleich zum Blut der Sauen bei der Probennahme eine Woche p.p.. Tabelle 33 zeigt die statistische Auswertung der Daten in Bezug auf Spezifität, Sensitivität, positiv prädikativem Wert (PPW) und negativ prädikativem Wert (NPW).

Tabelle 27: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* im unverdünnten Ansatz in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Unverdünnt		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	28	0	28
	-	20	1	21
Σ		48	1	49

Ergebnisse

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Milchserologie des unverdünnten Ansatzes fällt auf, dass nur eine Probe als negativ bewertet wurde, was zu einer Spezifität von 5 % führt. Dagegen waren alle positiven Proben im Blut auch in der Milch positiv, dadurch die Sensitivität von 100%. Da außer der Negativen alle anderen Milchproben als positiv befundet wurden, ergeben sich ein NPW von 100% und ein PPW von 58% (Tabelle 27).

Bei der Verdünnung 1 : 10 erreicht man eine Sensitivität von 85% während die Spezifität bei 55% liegt. Insgesamt 85% der im Blut positiven Sauen erscheint auch in der Milch positiv und nur 55% der im Blut negativen Sauen werden auch in der Milch als negativ befundet. Von den 28 im Blut positiv getesteten Sauen waren 22 in der Milch positiv, vier Tiere waren in der Milch negativ, also falsch negativ, und zwei Tiere sind mit einem fraglichen Ergebnis befundet worden, wurden also ausgeschlossen. Der PPW lag bei 71 % und der NPW bei 73 %, das heißt mit 71 % Wahrscheinlichkeit ist ein in der Milch positiv getestetes Tier auch im Blut positiv und ein in der Milch negativ getestetes Tier ist mit 73 % Wahrscheinlichkeit auch im Blut negativ. Es waren von 31 positiven Milchproben auch 22 im Blut positiv und von 15 negativen Milchproben waren auch elf im Blut negativ (Tabelle 28).

Tabelle 28: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Verdünnung 1 : 10 in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Verdünnung 1 : 10		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	22	4	26
	-	9	11	20
Σ		31	15	46

Bei der Verdünnung 1 : 20 wurde eine Sensitivität von 75% und eine Spezifität von 65% erreicht. Der PPW erreichte 75% und der NPW 65%. Von den 28 im Blut positiv getesteten Tieren waren auch 21 in der Milch positiv und sieben Sauen waren in der Milch falsch positiv. Von den 21 im Blut negativ getesteten Tieren waren in der Milch 13 negativ, ein Ergebnis fiel fraglich aus und sieben Tiere hatten ein falsch positives Ergebnis. Von den 28 Sauen, die in der Milch positiv getestet wurden, waren 21 auch beim Blutbefund tatsächlich

positiv. Sieben Muttersauen hatten in der Milch ein negatives Ergebnis, obwohl ihr Blutbefund positiv war (PPW 75%) (Tabelle 29).

Tabelle 29: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Verdünnung 1 : 20 in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Verdünnung 1 : 20		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	21	7	28
	-	7	13	20
Σ		28	20	48

Tabelle 30: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Verdünnung 1 : 40 in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Verdünnung 1 : 40		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	17	10	27
	-	5	13	18
Σ		22	23	45

Bei der Verdünnung 1 : 40 waren von 28 im Blut positiven Sauen noch 17 in der Milch positiv, 10 waren in der Milch negativ und eine Muttersau wurde wegen des fraglichen Milchergebnisses ausgeschlossen (Sensitivität = 63%). Von 21 im Blut negativ getesteten Sauen wurden auch 13 in der Milch negativ getestet, fünf Tiere erschienen in der Milch positiv und drei Ergebnisse wurden ausgeschlossen, da sie fraglich ausfielen (Spezifität = 72%). Der PPW lag bei 77% und der NPW bei 57%, das heißt von 22 in der Milch positiven Sauen waren 17 auch im Blut positiv und fünf im Blut negativ und von 23 in der Milch negativen Tieren waren 13 Muttersauen auch im Blut negativ, zehn waren jedoch im Blut positiv (Tabelle 30).

Ergebnisse

Bei der Verdünnung 1 : 80 ist eine Sensitivität von 56% und eine Spezifität von 90% zu verzeichnen. Von den 28 im Blut positiv getesteten Sauen waren auch 14 Milchergebnisse positiv, drei Milchergebnisse fraglich und elf Sauen wurden in der Milch negativ bewertet. Bei zwei positiven Ergebnissen in der Milch waren von 21 im Blut negativen Sauen auch 19 in der Milch negativ. Von 16 in der Milch positiven Tieren waren 14 tatsächlich auch im Blut positiv, was zu einem PPW von 88% führt. Der NPW von 63% ergibt sich aus 30 in der Milch negativen Sauen, von denen 19 auch im Blut negativ waren (Tabelle 31).

Tabelle 31: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Verdünnung 1 : 80 in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Verdünnung 1 : 80		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	14	11	25
	-	2	19	21
Σ		16	30	46

Tabelle 32: Vierfeldertafel für die Milchuntersuchung auf Antikörper gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Verdünnung 1 : 160 in Bezug auf Blutergebnis der Sauen

Verdünnung 1 : 160		Milchserologie 1. Tag p.p.		Σ
		+	-	
Blutserologie der Sauen 1 Woche p.p.	+	13	13	26
	-	2	19	21
Σ		15	32	47

Bei der Verdünnung 1 : 160 lag die Sensitivität bei 59% und die Spezifität lag wiederum bei 90%, das heißt von 21 im Blut negativ getesteten Sauen wurden wieder auch 19 in der Milch negativ befundet, während zwei Milchergebnisse positiv waren. Von 28 positiven Blutergebnissen waren in der Milch 13 positiv, zwei fraglich und 13 negativ. Von 15 in der Milch positiven Proben waren 13 auch im Blut positiv (PPW 87%) und von 32 in der Milch

negativen Sauen wurden 19 auch tatsächlich im Blut negativ bewertet (NPW 59%) (Tabelle 32).

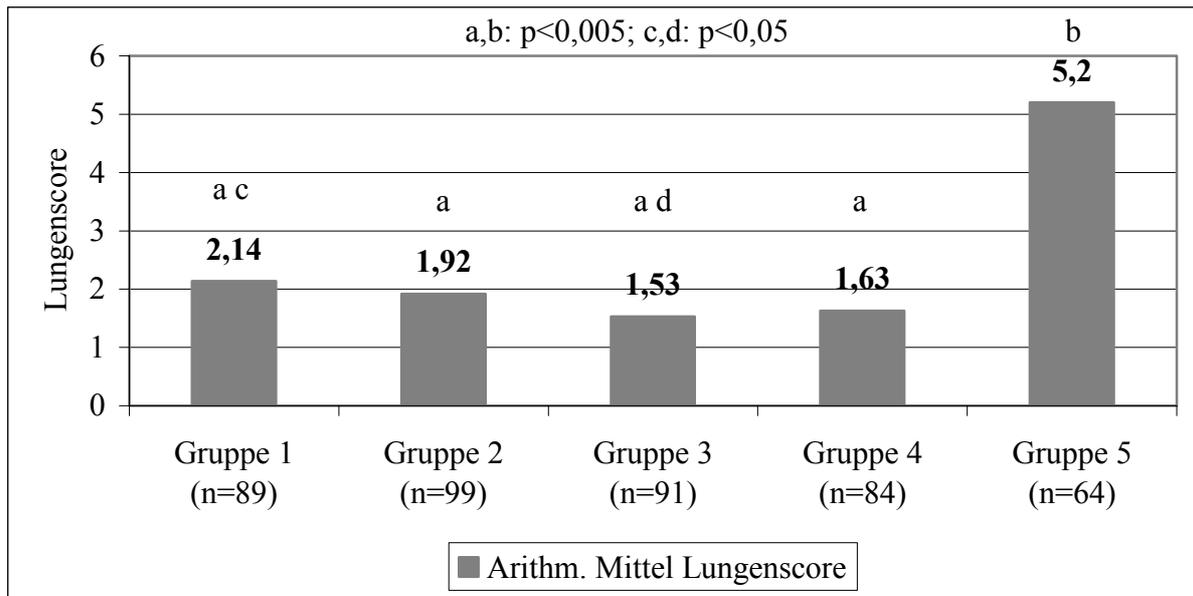
Tabelle 33: Auswertung der Milchuntersuchung bei verschiedenen Verdünnungen in Bezug auf Ergebnis der Sauen

Verdünnung	Spezifität	Sensitivität	Positiver prädikativer Wert	Negativer prädikativer Wert
unverdünnt	5%	100%	58%	100%
1 : 10	55%	85%	71%	73%
1 : 20	65%	75%	75%	65%
1 : 40	72%	63%	77%	57%
1 : 80	90%	56%	88%	63%
1 : 160	90%	50%	87%	59%

4.4 Auswertung der Lungenbefunde

Ausgewertet wurden die frischen Schlachtlungen aller Gruppen, die im Alter von ca. sieben Monaten geschlachtet wurden. Die Lungen wurden nach dem Schweregrad der Bronchopneumonien je Lungenlappen, der Pleuritiden und dem Vorhandensein von Abszessen beurteilt. Bei dem verwendeten Scoresystem konnte eine Lunge mit maximal 32 Punkten beurteilt werden.

Wie in Abbildung 10 und Tabelle 34 dargestellt lag der Lungenscore in allen Gruppen mit vakzinierten Ferkeln (Gruppen 1, 2, 3 und 4) signifikant unter dem der Gruppe 5, in der nur die Sauen geimpft wurden ($p < 0,001$). Bei den vier Gruppen mit Ferkelimpfung wiesen die Gruppen 3 und 4, bei denen die Muttertiere nicht geimpft wurden, weniger pathologische Veränderungen auf als die Gruppen 1 und 2. Ein statistisch signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) wurde aber nur zwischen der Gruppe 3 mit ungeimpften Sauen und Gruppe 1 mit geimpften Sauen, wobei bei beiden Gruppen die Ferkel mit dem One-Shot vakziniert waren, ermittelt ($p = 0,038$).



n = Anzahl

Abb.10: Arithmetisches Mittel der Lungenscores und Signifikanzen zwischen den Gruppen

Tabelle 34: Anzahl n und arithmetische Mittelwerte der Lungenscores mit Standardabweichung sowie die Signifikanz gegenüber Gruppe 5

	Lungenscore gesamt	Standard- abweichung	Signifikanz gegenüber Gruppe 5
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	2,14 (n=89)	2,23	p<0,001
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	1,92 (n=99)	2,25	p<0,001
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	1,53 (n=91)	1,68	p<0,001
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	1,63 (n=84)	1,83	p<0,001
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	5,20 (n=64)	3,62	-

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert

Betrachtet man die prozentuelle Verteilung der Lungenscores in Tabelle 35 der verschiedenen Gruppen, ist zu sehen, dass bei Gruppe 5, bei der auch die Ferkel ohne Impfung blieben, keine

einzigste Lunge den Score 0 aufwies, während bei den Gruppen mit vakzinierten Ferkeln 27,9% bei Gruppe 1 (Sauen vakziniert, Ferkel One-Shot), 33,7% bei Gruppe 2 (Sauen vakziniert, Ferkel Two-Shot), 31,0 % bei Gruppe 3 (Sauen nicht vakziniert, Ferkel One-Shot) und 35,4% bei Gruppe 4 (Sauen nicht vakziniert, Ferkel Two-Shot) der Lungen ohne sichtbare pathologische Veränderungen waren. Auch beim Score über 10 ist zu sehen, dass noch 11,5% der Lungen der Gruppe 5 einen Wert größer 10 hatten, während bei den anderen Gruppen nur bei Gruppe 2 insgesamt zwei Lungen einen Score über 10 aufwiesen. Bei allen vier Gruppen bewegte sich der Scorewert zum größten Teil zwischen 1 und 3.

Tabelle 35: Verteilung der Schweregrade der Lungenscores der einzelnen Gruppen

	Score 0	Score 1-3	Score 4-6	Score 7-10	Score>10
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	27,9%	52,3%	14,0%	5,8%	0%
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	33,7%	49,5%	12,6%	2,1%	2,1%
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	31,0%	57,5%	8,0%	3,4%	0%
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	35,4%	51,2%	11,0%	2,4%	0%
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	0%	44,3%	26,2%	18,0%	11,5%

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert

Tabelle 36 führt unabhängig vom Gesamtscore den Prozentsatz von Pleuritiden und Abszessen der einzelnen Gruppen auf. Bei Gruppe 5, bei der nur die Sauen vakziniert wurden, sind auch hier mit 16,7 % die meisten Lungen mit Verklebungen bzw. Verwachsungen zu verzeichnen, während bei den anderen vier Gruppen sich der Anteil der Lungen mit Verklebungen bzw. Verwachsungen zwischen 2,2% und 6,0% bewegte. Es traten insgesamt nur drei Abszesse bei allen Gruppen, je ein Abszess bei den Lungen der Gruppen 2, 4 und 5, auf.

Tabelle 36: Auftreten von Pleuritiden oder Abszessen in % bei den einzelnen Gruppen

	Verklebung bzw. Verwachsung	Abszess
Gruppe 1 (n=89) (SV/FO)	3,4%	0%
Gruppe 2 (n=99) (SV/FT)	4,1%	1,0%
Gruppe 3 (n=91) (SNV/FO)	2,2%	0%
Gruppe 4 (n=84) (SNV/FT)	6,0%	1,1%
Gruppe 5 (n=60) (SV/FNV)	16,7%	1,7%

SV = Sau vakziniert; SNV = Sau nicht vakziniert; FO = Ferkel One-Shot; FT = Ferkel Two-Shot; FNV = Ferkel nicht vakziniert

4.5 Auswertung der Gewichtsentwicklung

Bestimmt wurde das Gewicht der Tiere am 105. Lebenstag. Es wurden die mittleren täglichen Zunahmen von Geburt bis zum 105. Lebenstag berechnet (Tabelle 37).

Tabelle 37: Mittlere Tageszunahmen bis zum 105. Lebenstag für alle Gruppen mit Standardabweichung, der Tierzahl n und die Signifikanz zu Gruppe 5

Gruppe	1	2	3	4	5
Sauen	vakziniert One-Shot	vakziniert One-Shot	nicht vakziniert	nicht vakziniert	vakziniert One-Shot
Ferkel	vakziniert One-Shot	vakziniert One-Shot	vakziniert Two-Shot	vakziniert Two-Shot	nicht vakziniert
Mittlere Tageszunahmen in g	467	450	444	452	458
Standardabweichung in g	61	50	53	53	62
n	89	99	91	84	60
Signifikanz zu Gruppe 5	≥0,05	≥0,05	≥0,05	≥0,05	/

Zwischen den einzelnen Gruppen konnten am 105. Lebenstag keine signifikanten Unterschiede in den Tageszunahmen nachgewiesen werden. Die höchsten Tageszunahmen hatte Gruppe 1 (Sauen vakziniert, Ferkel One-Shot) mit 467g, wobei bei Gruppe 5, bei der nur die Sauen vakziniert wurden, mit 458g nur geringfügig weniger Zunahmen zu verzeichnen waren. Die Gruppen 2 und 4, mit jeweiliger Impfung der Ferkel mit Two-Shot und geimpften (Gruppe 2) und nicht geimpften (Gruppe 4) Sauen, hatten mit 450g bzw. 452g fast gleich hohe Zunahmen bis zu diesem Zeitpunkt. Die geringsten Zunahmen zeigte mit 444g Gruppe 3, bei der die Sauen nicht vakziniert und die Ferkel mit One-Shot geimpft wurden.

5 Diskussion

In dieser Feldstudie wurde die Wirkung der Impfstoffe Stellamune[®]Mycoplasma (Two-Shot) und StellamuneOne[®] (One-Shot) (Firma Pfizer) gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* beim Saugferkel untersucht und eine Beeinflussung der Wirkung durch maternale Antikörper geprüft. Zu den Kriterien gehörten die Antikörperentwicklung und ein Vergleich der ELISA-Werte im Serum der Ferkel bis 20 Wochen, die Ermittlung der Zunahmen bis zu einem Alter von 105 Tagen und die Erfassung von Lungenbefunden bei der Schlachtung. Ein Teil der Muttersauen wurde drei Wochen a.p. mit StellamuneOne[®] vakziniert und der Antikörpergehalt im Blut und zusätzlich in der Kolostralmilch in verschiedenen Verdünnungsstufen untersucht. Die Untersuchung erfolgte mittels ELISA mit dem Testkit HerdCheck M.hyo der Firma IDEXX, der für die Milchserologie nicht validiert ist. Die Ergebnisse der Kolostrumuntersuchung wurden mit dem ELISA-Ergebnis des Blutes verglichen, um das Kolostrum als alternatives Untersuchungsmaterial für diesen Test zu prüfen.

Die Impfung der Saugferkel erfolgte nach einer und drei Wochen mit der Two-Shot-Vakzine Stellamune[®]Mycoplasma und mit drei Wochen mit der One-Shot-Vakzine StellamuneOne[®]. In der Gruppe 1 wurden die Sauen vakziniert und eine Impfung der Ferkel mit One-Shot durchgeführt, bei Gruppe 2 erfolgte eine Sauenvakzination und eine Impfung der Ferkel mit Two-Shot, in der Gruppe 3 wurden die Ferkel mit One-Shot-Impfstoff geimpft, bei Gruppe 4 wurden die Ferkel mit dem genannten Two-Shot-Impfstoff vakziniert und bei Gruppe 5 erfolgte nur eine Sauenvakzination (Tabelle 12). Die Impfzeitpunkte der Ferkel richteten sich nach den zu Versuchsbeginn in Deutschland empfohlenen Impfschemata. Durchgeführt wurden die Untersuchungen in einem Sauenbetrieb mit Ferkelaufzucht und seinem angeschlossenen Mäster, so dass die Versuchstiere von Geburt bis zur Schlachtung verfolgt werden konnten. Die Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von Dezember 2002 bis Juni 2004.

5.1 Verträglichkeit der Impfung

Eine gute Verträglichkeit der Saugferkelimpfung mit den Impfstoffen Stellamune[®]Mycoplasma und StellamuneOne[®] gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* wurde in dieser Studie bestätigt. Es konnte keine anaphylaktische Reaktion nach Impfung, wie von LILLIE (2004) in einem Einzelfall beschrieben, beobachtet werden.

Wie auch bei der zweifachen Vakzination der Sauen a.p., die von SCHREIBER (2002) und von RUIZ et al. (2002b) durchgeführt wurde, zeigten sich bei Impfung der Sauen a.p. mit StellamuneOne[®] keine lokalen Entzündungsreaktionen oder ein Einfluss auf die Reproduktionsleistung der Sauen. Die Ursache des Abortes, der bei einer von 148 vakzinierten Sauen auftrat, konnte nicht ermittelt, ein Zusammenhang mit der Impfung nicht ausgeschlossen werden. Bei der Studie von MARTELLI et al. (2006) wurde kein negativer Einfluss von StellamuneOne[®] bei Vakzination der Sauen zwei Wochen a.p. beschrieben.

5.2 Antikörperentwicklung nach Impfung tragender Sauen

Bei der Probenahme nicht oder noch nicht geimpfter Sauen ergaben sich für den Versuchsbestand 42,1% seropositive Jungsauen, 22,4% seropositive Altsauen mit Wurf zwei bis vier und 27,7% seropositive Altsauen mit einer Wurfnummer ab fünf. Diese Ergebnisse liegen zwar deutlich unter den von SCHREIBER (2002) in ihrem Versuchsbestand mit 85% seropositiven Jungsauen und 68% seropositiven Altsauen beschriebenen Ergebnissen und den von HORST et al. (1997) in Deutschland ermittelten Werten mit 63% seropositiven Jungsauen und 47% seropositiven Altsauen, sprechen aber dennoch für die Anwesenheit von *Mycoplasma hyopneumoniae* im Versuchsbestand. Der höhere Anteil der seropositiven Jungsauen kann zwar von einer Erkrankung mit *Mycoplasma hyopneumoniae* auf dem Betrieb des Jungsauenzüchters herrühren, da Antikörper bis zu einem Jahr nachweisbar sind (DONE 1996), aber die im Blut positiven älteren Sauen bleiben durch eine immer wieder auftretende Konfrontation mit dem Erreger am Betrieb des Ferkelerzeugers seropositiv, ohne jedoch klinische Symptomatik zu zeigen.

Nach Impfung von 148 Sauen drei Wochen a.p. waren 99,3% eine Woche p.p. blutserologisch positiv. Das arithmetische Mittel der ELISA-Werte der vakzinierten Sauen lag eine Woche p.p. im Gegensatz zu den nicht vakzinierten Sauen deutlich im positiven Bereich. Nur eine Sau hatte zu diesem Zeitpunkt keinen positiven ELISA-Titer gegen *Mycoplasma hyopneumoniae*. Ein ähnliches Ergebnis beschrieb SCHREIBER (2002) nach doppelter Vakzination der Sauen a.p. mit 100% positiver Jungsauen und 89% positiver Altsauen. Bei MARTELLI et al. (2006) wurden nach Impfung von 30 Muttersauen 14 Tage a.p. mit StellamuneOne[®] zum Geburtszeitpunkt 100% positive Tiere ermittelt.

5.3 Übergang maternalen Antikörper vom Kolostrum ins Blut der Ferkel

Aufgrund des Fehlens eines plazentaren Übergangs von maternalen Antikörpern sind Ferkel zum Zeitpunkt der Geburt frei von Antikörpern und auf die Versorgung aus dem Kolostrum angewiesen (KLOBASA u. BUTLER 1987). Die Ferkel sind in den ersten Lebensstunden in der Lage im Kolostrum der Sau konzentrierte Immunglobuline über die Darmwand zu resorbieren. Infolgedessen korreliert der Antikörpergehalt im Kolostrum mit dem Serumantikörpergehalt der Ferkel (RAUTIAINEN u. WALLGREN 2001).

Die arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Ferkel eine Woche p.p. bestätigen die hohen Antikörperwerte der Sauen nach Impfung und die gute Übertragung von Antikörper über das Kolostrum. Ein positiv getestetes Ferkel hatte im vorliegenden Versuch zu 95% auch eine positiv getestete Muttersau bei der Blutentnahme eine Woche p.p.. Die Ferkel der vakzinierten Sauen wiesen signifikant höhere ELISA-Werte eine Woche p.n. auf als die Ferkel der nicht vakzinierten Sauen. Dies stimmt mit andere Untersuchungen überein (THACKER et al 2000b; RAUTIAINEN u. WALLGREN 2001). Bei der Studie von MARTELLI et al. (2006) wurden 90% der Ferkel von vakzinierten Muttertieren als seropositiv befundet. Auch bei der Untersuchung von SCHREIBER (2002) hatten die Ferkel von geimpften Sauen (Two-Shot a.p.) deutlich höhere ELISA-Werte als Ferkel nicht geimpfter Sauen. Dort wurden die Nachkommen geimpfter Sauen sogar zu 100% als positiv angegeben. Erklärungen für einen nicht 100%-igen Nachweis von positiven ELISA-Werten bei den Nachkommen könnten Störungen in Bildung oder Aufnahme des Kolostrums sein, wie es bei übergroßen Würfen, nicht funktionsfähigen Gesäugekomplexen, lebensschwachen Ferkeln oder Erkrankung der Sau am MMA-Komplex der Fall ist.

In Studien von MORRIS et al. (1994) und THACKER et al. (2000a) wurde nachgewiesen, dass Ferkel mit hohen Ausgangskonzentrationen maternalen Antikörper in der neunten Lebenswoche keine positiven Antikörpertiter mehr aufweisen. Dies konnte in dieser Untersuchung bei Gruppe 5, bei der nur eine Sauenvakzination a.p. durchgeführt wurde und die Ferkel nicht geimpft wurden, bestätigt werden, da im Alter von neun Wochen ein negativer mittlerer ELISA-Wert von 30,13 ermittelt wurde.

Insgesamt zeigen die Antikörperkonzentrationen, die bei den Nachkommen geimpfter und nicht geimpfter Sauen in der ersten Lebenswoche nachgewiesen wurden, dass wie schon bei anderen Untersuchungen (SCHREIBER 2002; MARTELLI et al. 2006) die Impfung von Sauen geeignet ist hohe Konzentrationen maternalen Antikörper im Ferkel zu induzieren.

5.4 Antikörperentwicklung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* der Ferkel und Einfluss maternaler Antikörper

Die arithmetischen Mittel der ELISA-Werte der Ferkel der Gruppen 1, 2 und 5 (mit Sauenvakzination) war bei der ersten Blutentnahme im positiven Bereich und signifikant höher als die Mittel der ELISA-Werte der Ferkel der beiden Gruppen 3 und 4 (ohne Sauenvakzination), die im negativen Bereich waren.

Bei allen Gruppen war zur zweiten Blutentnahme mit drei Wochen ein Abfall der Antikörperwerte festzustellen, auch bei den Ferkeln der Gruppen, die mit einer Woche schon die erste Dosis des Two-Shot erhielten. Diese Entwicklung wurde auch schon in den Studien von RADELOFF (1997), SCHREIBER (2002) und LILLIE (2004) beschrieben.

MARTELLI et al. (2006) und ANDREASEN et al. (2000a) stellten in ihren Studien fest, dass unabhängig von der Ausgangskonzentration und der Impfmaßnahmen die Ferkel mit sieben Wochen einen Antikörperwert im negativen Bereich haben. LILLIE (2004) und RISTOW et al. (2002) konnten in ihren Studien feststellen, dass im Mittel die Tiere trotz Impfung bis zum 90. Lebenstag serologisch negativ bleiben. Die Gruppen im vorliegenden Versuch waren bei der Blutentnahme mit neun Wochen im arithmetischen Mittel der ELISA-Werte nicht oder nicht mehr im positiven Bereich mit Ausnahme der Two-Shot geimpften Ferkel der Gruppe 4, die den positiven cut-off minimal überschritten. Die vergleichbaren Tiere der Gruppe bei der Studie von LILLIE (2004) waren mit zwölf Wochen im Mittel noch nicht im positiven Bereich. Im Mittel sanken die ELISA-Werte der Ferkel der Gruppen 1, 2 und 5 (mit Sauenvakzination) während die arithmetischen Mittelwerte der Ferkel der Gruppen 3 und 4 (ohne Sauenvakzination) einen Anstieg zu verzeichnen hatten. Bei den Ferkeln nicht vakzinierter Muttertiere ist hier eine serologische Reaktion auf die Vakzination gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* zu erkennen, am deutlichsten bei den Ferkeln die mit der Two-Shot-Vakzine geimpft wurden. Der Rückgang der ELISA-Werte der Gruppen 1 und 2 war zur dritten Blutentnahme mit neun Wochen nicht so deutlich wie bei Gruppe 5. Die Ferkel der Gruppen 1 und 2 könnten somit auch eine Immunantwort auf die Impfung mit One- bzw. Two-Shot gezeigt haben, die jedoch durch die hohen maternalen Antikörper bei der Untersuchung mittels ELISA überlagert wurde. Vergleichbare Antikörperverläufe wurden auch bei Untersuchungen von SCHREIBER (2002) festgestellt, bei der ebenfalls der Rückgang der ELISA-Werte der geimpften Tiere im Vergleich zur ungeimpften Kontrolle nicht so deutlich ausfiel.

Bei der letzten Blutentnahme mit 20 Wochen lagen die arithmetischen Mittelwerte aller Gruppen bei denen die Ferkel geimpft wurden im positiven Bereich und unterschieden sich nicht signifikant voneinander. Die vier Gruppen bei denen eine Ferkelvakzination durchgeführt wurde unterschieden sich signifikant von der Gruppe 5 (ohne Ferkelvakzination). Die vakzinierten Ferkel zeigten zu diesem Zeitpunkt eine deutliche serologische Reaktion auf die jeweilige Impfung. Der Anstieg des ELISA-Wertes der ungeimpften Tiere der Gruppe 5 zur Blutentnahme zeigt, dass zwischen der dritten und vierten Blutentnahme eine Erkrankung mit *Mycoplasma hyopneumoniae* stattgefunden haben muss. Nimmt man die von SØRENSEN et al. (1993) ermittelten drei bis fünf Wochen für eine Serokonversion unter Feldbedingungen an, so lag der Zeitpunkt der Erkrankung weniger als drei Wochen vor der letzten Blutentnahme mit 20 Wochen, da das arithmetische Mittel der ELISA-Werte nicht im positiven Bereich war. Dies deckt sich mit Verlaufsuntersuchungen an Mastschweinen, bei denen festgestellt wurde, dass sich Erkrankungen mit *Mycoplasma hyopneumoniae* vorrangig ab der 18. bis 20. Lebenswoche ausbreiten, die Infektion einzelner Tiere aber schon im Abferkelbereich stattfindet (GROSSE BEILAGE 1999; LEON et al. 2001). Da die gleichaltrigen Tiere der verschiedenen Gruppen in den gleichen Abteilen gehalten wurden, muss auch bei den geimpften Tieren eine Ausbreitung des Erregers stattgefunden haben, da eine Vakzination nicht vor einer Besiedlung mit *Mycoplasma hyopneumoniae* schützt (THACKER et al. 2000b). Die Antikörperwerte der vier Gruppen, bei denen die Ferkel geimpft wurden sind somit wahrscheinlich als eine Mischung aus Impf- und Erkrankungsreaktion zu sehen.

Um den Einfluss der maternalen Antikörper auf die einmalige Impfung der Ferkel mit StellamuneOne® drei Wochen bzw. auf die doppelte Impfung mit Stellamune® mit einer und drei Wochen auswerten zu können, wurden die serologischen Verläufe der Gruppen mit gleichem Impfschema für Ferkel miteinander verglichen.

Die Tiere der Gruppen 1 und 2 hatten aufgrund der Muttertierimpfung signifikant höhere ELISA-Werte mit einer und drei Wochen als die Tiere der Gruppen 3 und 4. Ab der dritten Blutentnahme mit neun Wochen unterschieden sich die Werte der Tiere der Gruppen 1 und 3, bei denen die Ferkel mit One-Shot geimpft wurden, bzw. 2 und 4, bei denen die Ferkel den Two-Shot erhielten, nicht mehr signifikant voneinander. Dies lässt darauf schließen, dass hohe maternale Antikörpertiter nicht die Bildung der Serumantikörper im Blut beeinflussen. In der Studie ist kein signifikanter Unterschied bei den ELISA-Werten mit 20 Wochen zwischen den One-Shot und den Two-Shot geimpften Ferkeln vorhanden, egal ob hohe maternale Antikörperwerte vorhanden waren oder nicht.

5.5 Beurteilung der Schlachtlungen

In der durchgeführten Untersuchung wurden die Lungen direkt nach Schlachtung der Tiere in einer Metzgerei anhand der Oberflächenveränderungen und den palpatorischen Befunden beurteilt. Dabei wurden die Veränderungen an jedem Lungenlappen mittels eines von MADEC und KOBISCH (1982) modifizierten Score-Systems eingeteilt.

Mit der Schlachtlungenbeurteilung kann keine repräsentative Aussage über die Häufigkeit und den Verlauf respiratorischer Krankheiten aller Altersstufen getroffen werden (NOYES et al. 1990; SIMON et al. 1994). Man muss davon ausgehen, dass frühe Infektionen mit *Mycoplasma hyopneumoniae* zum Zeitpunkt der Schlachtung wieder ausgeheilt waren und dadurch nicht erfasst wurden (NOYES et al. 1990; SITJAR et al. 1994).

Eine Vakzination der Saugferkel bewirkte in Untersuchungen verschiedener Autoren eine Reduktion der Lungenläsionen im Vergleich zu den entsprechenden Kontrolltieren (RADELOFF 1997; SMITH et al. 2002; ROOF et al. 2002; LILLIE 2004; PABST u. GROSSE BEILAGE 2004).

LILLIE (2004) fand in ihrer Studie heraus, dass alle Gruppen vakzinierter Tiere, egal ob die Tiere am vierten, 26. oder 90. Lebenstag geimpft wurden, signifikant bessere Lungenscores aufwiesen als die Tiere der ungeimpfte Kontrolle. Zwischen den Impfgruppen gab es keine statistisch relevanten Unterschiede. Bei der Untersuchung von PABST und GROSSE BEILAGE (2004) wurden drei Gruppen miteinander verglichen, wobei die Saugferkel einer Gruppe mit One-Shot, die einer zweiten Gruppe mit Two-Shot und einer dritten Gruppe nicht geimpft wurden. Bei der Schlachtlungenbeurteilung waren die Tiere der beiden Impfgruppen nahezu gleich, während die nicht geimpften Tiere der Kontrollgruppe ein signifikant schlechteres Lungenergebnis aufwiesen. RADELOFF (1997) fand beim Vergleich doppelt gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpfter Tiere mit ungeimpften Tieren eine Reduktion der pathologischen Veränderungen und der Pleuritiden bei den Lungen am Schlachthof bei den vakzinierten Tieren.

In der vorliegenden Untersuchung wurde bei den Lungen der Tiere der Gruppen 1, 2, 3 und 4, bei denen die Ferkel mit einem Einmal- bzw. Zweimalimpfstoff gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpft wurden, eine signifikante Reduktion des Lungenscores im Vergleich zu den Lungen der Gruppe 5, bei der nur die Muttertiere a.p. vakziniert wurden, festgestellt. Bei den ungeimpften Tieren der Gruppe 5 konnte bei Schlachtung keine einzige Lunge mit Score 0 beurteilt werden, während bei den vier anderen Gruppen mindestens 27,9% der

Lungen keine pathologischen Veränderungen aufwiesen. Der Prozentsatz der Pleuritiden lag bei den Tieren der Gruppe 5 bei 16,7%, während bei den anderen Gruppen Anteil der Lungen mit Pleuritiden zwischen 2,2% und 6,0% lag. Dies bedeutet wie bei der Studie von RADELOFF (1997) eine deutliche Reduktion der Pleuritiden, die bei 13,1% der Tiere der Impfgruppe und 29,5% der Tiere der ungeimpften Tiere der Kontrollgruppe Pleuritiden fand. Ein signifikanter Unterschied war außerdem zwischen den Lungenbefunden der mit One-Shot vakzinierten Ferkel der Gruppen 1 und 3 festzustellen, wobei die Tiere der Gruppe 3, bei der die Sauen nicht vakziniert wurden den signifikant besseren Lungenscore aufwiesen. THACKER und THACKER (2000) ermittelten, dass der Grad der Lungenveränderungen bei geimpften Tieren unabhängig vom Status der maternalen Antikörper keine signifikanten Unterschiede aufwies. In dieser Studie wurde allerdings nur die Two-Shot-Vakzine getestet, bei der in der vorliegenden Untersuchung auch keine signifikanten Unterschiede vorhanden waren. Dies könnte für eine Beeinflussung der Wirkung vom Impfstoff StellamuneOne[®] gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* durch hohe maternale Antikörperwerte sprechen. Die Tiere der Gruppe 3 hatten bei der Lungenbewertung mit einem durchschnittlichen Score von 1,53, einem Anteil von 2,2% Lungen mit Pleuritiden und ohne einen Lungenscore über 10 das beste Ergebnis.

Das Lungenergebnis spricht dafür, dass im vorliegenden Versuch eine Erkrankung mit *Mycoplasma hyopneumoniae* in der Mittelmast oder frühen Endmast stattgefunden haben muss, da nach SØRENSEN et al. (1997) und BERTSCHINGER et al. (1972) vier Wochen nach Infektion die Lungenläsionen am stärksten ausgeprägt und bei unkompliziertem Verlauf nach 60 bis 100 Tagen weitgehend ausgeheilt sind. Bei einer Erkrankung in der Aufzuchtphase oder frühen Vormast wären eventuelle Lungenläsionen nicht mehr erkennbar gewesen. Dies bestätigt wiederum die Ergebnisse und die Bewertung der serologischen Untersuchung des Blutes.

Eine Impfung von Saugferkel gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* ist geeignet die Lungenqualität der Tiere zu verbessern.

5.6 Durchschnittliche tägliche Zunahmen

Es wurde schon in mehreren Studien festgestellt, dass eine Mykoplasmenimpfung einen positiven Einfluss auf die Tageszunahmen während der Mastperiode hat (RADELOFF 1997; MAES et al. 1998; KYRIAKIS et al. 2001; JOISEL et al. 2002). Dabei konnten signifikant bessere Zunahmen bei geimpften Tieren im Vergleich zur ungeimpften Kontrolle gefunden werden, unabhängig davon ob mit einem Einmalimpfstoff oder einem Zweimalimpfstoff vakziniert wurde. Bei der Untersuchung von PABST et al. (2004) wurden drei Gruppen miteinander verglichen. Die Tiere einer Gruppe erhielten mit vier Wochen eine One-Shot Vakzine, Ferkel einer anderen Gruppe wurden mit einer und vier Wochen mit Two-Shot geimpft und die Tiere der letzten Gruppe blieben ohne Impfung. Es wurde kein signifikanter Unterschied bei den täglichen Zunahmen in der Säuge- und Aufzuchtphase festgestellt, erst im Mastbereich wurden signifikant höhere tägliche Zunahmen bei der Gruppe mit One-Shot im Vergleich zur ungeimpften Kontrolle festgestellt. HOLYAKE und CALLINAN (2006) konnten in ihrer Studie, bei der doppelt am vierten und 13. bis 17. Tag gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpfte Tiere mit ungeimpften Kontrolltieren verglichen wurden, keinen Gewichtsunterschied bis zur Ausstallung aus dem Aufzuchtbereich feststellen. Ein signifikanter Unterschied in der Gewichtsentwicklung konnte erst beim Schlachtgewicht zu Gunsten der geimpften Gruppe festgestellt werden.

In der vorliegenden Studie ist bei Wiegung nach 105 Tagen kein signifikanter Unterschied in der Gewichtsentwicklung festzustellen. Die nicht geimpften Tiere der Gruppe 5 hatten bis zu diesem Zeitpunkt sogar die zweithöchsten Zunahmen zu verzeichnen. Diese Ergebnisse decken sich mit den von PABST (2004) und von HOLYAKE und CALLINAN (2006) beschriebenen. Schon SIMON et al. (1994) konnten feststellen, dass oft die Tiere mit starken Lungenveränderungen zu den schwersten zählten. Dies führten sie darauf zurück, dass diese Tiere in den wichtigen Wachstumsphasen zu Mastbeginn noch gesund waren und erst in der letzten Mastperiode erkrankten.

Um in dieser Studie herauszufinden, ob sich die verschiedenen Impfschemata auf die Wirkung der Impfung in Bezug auf die täglichen Zunahmen auswirken, wäre eine Wiegung zum Mastende notwendig gewesen, da die Wiegung nach 105 Tagen nur Aufschlüsse über den Status in der Aufzuchtphase und frühen Vormast gibt. Ohne diese Daten ist in dieser Studie keine endgültige Aussage über die Auswirkung der Impfung auf die täglichen Zunahmen bis zum Ende der Mast zu treffen.

5.7 Bewertung der Milchserologie

Nach ZIMMERMANN und TSCHUDI (1989) stellt die ELISA-Untersuchung von Kolostralmilch ein einfaches und sicheres Hilfsmittel zur Überwachung der Bestände auf EP-Freiheit dar. BOLLWEIN (2004) bestätigte, dass Kolostrum ein alternatives Untersuchungsmedium für Blut zu sein scheint. Nach RAUTIAINEN und WALLGREN (2001) ist der Antikörpergehalt im Kolostrum abhängig vom Antikörpergehalt im Blut der Sauen.

In der hier durchgeführten Studie wurden die blutserologischen Ergebnisse der Muttersauen sieben Tage p.p. mit dem arithmetischen Mittel des Doppelansatzes verschiedener Verdünnungen der Kolostralmilch der Sauen mittels ELISA verglichen und statistisch ausgewertet.

Die Sensitivität gibt die Wahrscheinlichkeit eines positiven Milchbefundes bei blutserologisch positiven Sauen an.

Ein Test mit hoher Sensitivität ist geeignet eine Infektion auszuschließen, da bei hoher Sensitivität der Anteil falsch negativer Ergebnisse sehr gering ist. Dadurch ist bei einem negativen Testergebnis davon auszugehen, dass das Tier auch tatsächlich negativ ist.

Die Spezifität gibt die Wahrscheinlichkeit eines negativen Milchbefundes bei blutserologisch negativen Sauen an.

Ein Test mit hoher Spezifität ist geeignet positive Tiere zu erkennen, da bei hoher Spezifität der Anteil falsch positiver Ergebnisse niedrig ist. Bei einem positiven Testresultat ist also das Tier mit hoher Wahrscheinlichkeit auch tatsächlich positiv.

Im unverdünnten Ansatz wurde von insgesamt 49 Proben überhaupt nur eine Milchprobe als negativ befundet. Wegen der sehr hohen Anzahl an falsch positiven Ergebnissen ist der unverdünnte Ansatz zu vernachlässigen. Bei einer Verdünnung von 1 : 10 ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 85% ein im Blut positives Tier auch in der Milch positiv und mit 55%-iger Wahrscheinlichkeit ist ein im Blut negatives Tier auch in der Milch negativ. Bei der Verdünnung 1 : 20 liegt die Sensitivität noch bei 75% und die Spezifität bei 65%. Eine Sensitivität von 63% und eine Spezifität von 72% wird bei der Verdünnung 1 : 40 erreicht. Bei der Verdünnung 1 : 80 ist eine Sensitivität von 56% und bei Verdünnung 1 : 160 ist eine Sensitivität von 50% zu verzeichnen. Bei beiden Verdünnungen lag die Spezifität bei 90%.

Welche Verdünnung geeignet ist hängt vom Ziel der jeweiligen Untersuchung ab.

In der vorliegenden Studie ist zu sehen, dass je niedriger die Verdünnung ist, desto höher ist die Sensitivität und je höher die Verdünnung ist, desto höher ist die Spezifität.

Soll nun mit dem Test der Ausschluss einer *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion vorgenommen werden, so ist die Verdünnung 1 : 10 geeignet, da beim Vergleich des Blutergebnisses der Sauen mit dem Milchergebnis die höchste Sensitivität mit 85% erreicht wird. Ist aber das Ziel des Tests eine Infektion nachzuweisen, so sind die Verdünnungen 1 : 80 und 1 : 160 gleichwertig mit einer Spezifität von 90%. Die Verdünnung 1 : 80 ist hier zu bevorzugen, da der positiv prädikative Wert hier mit 88% höher ist.

ZIMMERMANN und TSCHUDI (1989) konnten bei ihren Untersuchungen in keinem Fall feststellen, dass ein im Blut positiv bewertetes Tier im Kolostrum negativ reagierte. Diese Aussage kann bei keiner der Verdünnungen im Versuch bestätigt werden. Die Autoren erreichten in Ihren Studien eine Sensitivität von 100%. BOLLWEIN (2004) erreichte bei der Untersuchung von Kolostralmilch eine Sensitivität von 94% und eine Spezifität von 35%. Nach von ZIMMERMANN et al. (1986) gewonnenen Erkenntnissen liegt die Zahl der in der Milch positiven Reagenten immer deutlich höher als die Zahl der im Blut positiv reagierenden Tiere. In der vorliegenden Studie werden nur bei einer Verdünnung von 1 : 10 mehr positive Milchergebnisse im Vergleich zum Blutergebnis ermittelt. Diese Verdünnung ist mit einer Sensitivität von 85% und einer Spezifität von 55% auch im Bereich der von BOLLWEIN (2004) ermittelten Werte.

5.8 Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen konnten die positiven Einflüsse der Impfung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* auf die Lungenqualität und eine unveränderte serologische Reaktion der Ferkel auch in Anwesenheit hoher maternaler Antikörperwerte darstellen.

Die Vakzination gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* verursacht bei Ferkeln keine Komplikationen.

Die Infektion mit *Mycoplasma hyopneumoniae* ist in Ferkelerzeugerherden und Mastbetrieben weit verbreitet auch wenn nicht immer klinische Symptomatik in diesen Beständen vorhanden sein muss.

Maternale Antikörper werden über Kolostrum auf die Nachkommen übertragen. Eine Muttertierimpfung a.p. gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* ist dazu geeignet hohe Antikörperwerte bei den Sauen und damit auch hohe Konzentrationen maternaler Antikörper im Ferkel zu erzeugen.

Eine serologische Reaktion in Form eines positiven ELISA-Wertes im Blut zeigte sich bei den geimpften Ferkeln erst relativ spät. Die maternal negativen Ferkel konnten nach Impfung mit der Two-Shot-Vakzine im Mittel mit neun Wochen als positiv beurteilt werden, während nach Impfung mit der One-Shot-Vakzine zwar eine Steigerung, aber nicht bis in den positiven Bereich, zu verzeichnen war. Bei den maternal positiven Ferkeln lässt der weniger starke Abfall der Antikörperwerte bei den vakzinierten Ferkeln im Gegensatz zu den nicht vakzinierten Ferkeln eine serologische Reaktion auf die Impfung vermuten. Bei der Blutentnahme mit 20 Wochen ist kein Unterschied mehr zwischen den verschiedenen Gruppen mit Ferkelimpfung zu erkennen, außer einem signifikanten Unterschied zu den nicht geimpften Ferkeln. Aufgrund der serologischen Resultate kann festgestellt werden, dass die Wirkung der Impfstoffe gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* auch durch die Anwesenheit hoher maternaler Antikörper nicht beeinflusst wird. Inwieweit die Höhe der humoralen Antikörpertiter einen Rückschluss auf die Immunität des Tieres zulässt, ist noch nicht abschließend geklärt. Es wird beschrieben, dass die lokale Immunantwort und nicht die systemische Reaktion von Bedeutung für die Schutzwirkung ist (IRIGOYEN et al. 1992).

Einen weiteren Hinweis auf die Wirkung der Impfstoffe ergibt die Auswertung der Lungenscores. Bei allen Gruppen mit geimpften Ferkeln fand sich eine deutliche Verbesserung der Lungenqualität im Vergleich zur Gruppe ohne Ferkelimpfung. Der Vergleich der Impfgruppen in Bezug auf die Lungenqualität lässt allerdings vermuten, dass

hohe maternale Antikörper einen Einfluss haben könnten, da beide Gruppen bei denen auch die Sauen vakziniert wurden etwas schlechtere Lungenscores aufwiesen. Zwischen den maternal positiven und maternal negativen mit One-Shot geimpften Ferkeln war dieser Unterschied sogar signifikant. LILLIE (2004) konnte allerdings keinen Unterschied bei der Lungenbeurteilung aufgrund des maternalen Antikörperstatus ermitteln. Geht man davon aus, dass man nur die akuten Erkrankungen am Schlachthof beurteilen kann, da frühere Erkrankungen bis zum Schlachtermin bereits wieder ausgeheilt sind (SITJAR et al. 1994), so machen die Ergebnisse deutlich, dass die Impfung bis zum Mastende, auch bei hohen maternalen Antikörperwerten zum Impfzeitpunkt, einen wirksamen Schutz bringt. Die Studie wurde ganzjährig durchgeführt, um mögliche jahreszeitliche Auswirkungen mit einzubeziehen.

Bei Betrachtung der täglichen Zunahmen ist zu sehen, dass bis zum Wiegetermin mit 105 Tagen keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen waren. Dieses Ergebnis bedarf einer Klärung in weiteren Studien, bei denen die Gewichtsentwicklung bis zum Mastende verfolgt wird.

Die Kolostralmilch ist beim ELISA mit dem Testkit HerdCheck M.hyo der Firma IDEXX bei einer Verdünnung von 1 : 10 ein geeignetes Probenmaterial um in einem Bestand eine *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion auszuschließen.

Bei Betrachtung der Ergebnisse ist zu beachten, dass der Versuch in einem Bestand mit einer geringen Krankheitsproblematik durchgeführt wurde. Ein konsequent durchgeführtes Rein-Raus-Verfahren und optimale hygienische Verhältnisse verhindern den Aufbau eines hohen Infektionsdruckes.

6 Zusammenfassung

Die Enzootische Pneumonie, mit dem Primärerreger *Mycoplasma hyopneumoniae*, ist Grund für enorme wirtschaftliche Einbußen in der weltweiten Schweineproduktion. Die Impfung der Ferkel mit One-Shot-Impfstoffen oder mit Two-Shot-Impfstoffen gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* wird in den meisten Schweinebeständen als prophylaktische Maßnahme zur Bekämpfung der Enzootischen Pneumonie durchgeführt. Ein Einfluss maternaler Antikörper auf die Wirkung der Impfstoffe wird kontrovers diskutiert.

Ziel dieser Feldstudie war es die Wirkung der Impfstoffe Stellamune[®]Mycoplasma (Two-Shot) und StellamuneOne[®] (One-Shot) (Firma Pfizer) gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* beim Saugferkel zu untersuchen und eine Beeinflussung der Wirkung durch maternale Antikörper zu prüfen. Des Weiteren wurde die Kolostrumuntersuchung mittels ELISA mit dem Testkit HerdCheck M.hyo (Firma IDEXX) als alternative Untersuchungsmethode geprüft. Durchgeführt wurden die Untersuchungen in einem Sauenbetrieb mit Ferkelaufzucht und einem angeschlossenen Mäster. Die Untersuchungen erstreckten sich über einen Zeitraum von Dezember 2002 bis Juni 2004.

In die Studie wurden 254 Muttersauen und 423 Ferkel einbezogen, die in fünf verschiedene Gruppen eingeteilt wurden. Gruppe 1: Sauen vakziniert - Ferkel One-Shot; Gruppe 2: Sauen vakziniert – Ferkel Two-Shot; Gruppe 3: Sauen nicht vakziniert - Ferkel One-Shot; Gruppe 4: Sauen nicht vakziniert - Ferkel Two-Shot; Gruppe 5: Sauen vakziniert - Ferkel nicht vakziniert.

Nach Impfung von 148 Muttersauen drei Wochen a.p. serokonvertierten 147 Tiere. Die Antikörperkonzentrationen bei den Nachkommen geimpfter und nicht geimpfter Sauen eine Woche p.n. zeigten, dass die Impfung von Sauen geeignet ist hohe Konzentrationen maternalen Antikörper im Ferkel zu induzieren.

Die Impfung der Sauen hatte keinen negativen Einfluss auf die Wirkung der Ferkelvakzination in Bezug auf die humorale Antikörperproduktion. Mit 20 Wochen konnten keine signifikanten Unterschiede in der humoralen Immunantwort bei den Tieren der Gruppen, bei denen die Ferkel vakziniert wurden, festgestellt werden. Die Tiere der nicht vakzinierten Gruppe zeigten in der Serologie mit 20 Wochen signifikant niedrigere Titer. Unabhängig von der Vakzination der Ferkel konnte anfänglich ein Abfall der Antikörperwerte bei den Ferkeln beobachtet werden.

Zusammenfassung

Bei den Tieren aller Gruppen bei denen eine Saugferkelvakzination durchgeführt wurde, konnten signifikant bessere Lungenscores gefunden werden, als bei den Tieren der Gruppe ohne Saugferkelvakzination. Ein signifikanter Unterschied konnte außerdem zwischen den Tieren der beiden Gruppen, bei denen die Ferkel mit One-Shot geimpft wurden, festgestellt werden, wobei die Tiere der Gruppe, bei der die Sauen nicht vakziniert wurden den signifikant besseren Lungenscore aufwiesen. Dies könnte für eine Beeinflussung der Wirkung des Impfstoffes StellamuneOne® durch hohe maternale Antikörperwerte sprechen.

Bis zum 105. Lebenstag konnten zwischen den Tieren der verschiedenen Gruppen keine signifikanten Unterschiede der täglichen Zunahmen ermittelt werden. Die verschiedenen Impfschemata wirkten sich bis zur Vormast nicht auf das Gewicht der Tiere aus.

Bei der Untersuchung der Kolostralmilch mittels ELISA scheint bei diesem Test eine Verdünnung von 1 : 10 mit einer Sensitivität von 85% und einer Spezifität von 55% geeignet zu sein eine *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion in einem Bestand auszuschließen.

Zusammenfassend konnte in diesem Bestand durch die Vakzination der Ferkel mit den Impfstoffen Stellamune® und StellamuneOne® gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* eine Verbesserung in der Lungengesundheit erzielt werden und keine Beeinflussung in der Produktion humoraler Antikörper auch in Anwesenheit hoher maternaler Antikörperwerte festgestellt werden.

7 Summary

Influence of sow vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* for the protection of piglets through vaccination

Enzootic Pneumonia primarily caused by *Mycoplasma hyopneumoniae* is a reason for high economic losses in pig production worldwide. In most herds, the vaccination of piglets with one-shot or two-shot *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines is used as a prophylaxis against enzootic pneumonia. The influence of maternal antibodies on the effect of the vaccines is discussed controversially.

The objective of this study was to evaluate the effect of the Stellamune[®] Mycoplasma (Two-Shot) and StellamuneOne[®] (One-Shot) (Pfizer) against *Mycoplasma hyopneumoniae* on the performance of the piglets and to evaluate the influence of maternal antibodies. Furthermore sow colostrum was tested with an ELISA (HerdCheck M.hyo, IDEXX) as an alternative test for the detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* antibodies. The present study was done in a herd of sows with a growing unit, which was followed up on a fattening farm. The trials were done from December 2002 to June 2004.

In the present study 254 sows and 423 piglets were included. These were divided into five treatment groups: group 1: vaccinated sows/ one-shot-vaccinated piglets; group 2: vaccinated sows/two-shot-vaccinated piglets; group 3: non vaccinated sows/ one-shot-vaccinated piglets; group 4: non-vaccinated sows/ two-shot-vaccinated piglets; group 5: non-vaccinated sows/ non-vaccinated piglets.

After vaccination of 148 sows 147 of them had seroconverted three weeks a.p.. Piglet antibody concentrations from the vaccinated and non vaccinated sows one week p.n. showed that the sow vaccination induces a high concentration of maternal antibodies in piglets.

Sow vaccination did not interfere with the humeral antibody response after piglet vaccination. At the age of 20 weeks no significant differences in humeral immune response were found in groups of vaccinated piglets. The non vaccinated piglet group showed significantly lower values than the four vaccinated piglet groups.

All vaccinated piglet groups showed significantly better lungscores than the unvaccinated group. A significant difference was also found between the groups with one-shot-vaccinated piglets. The group of non-vaccinated sows showed a significantly better lungscore. This could

Summary

be an indication for the interference of high amounts of maternal antibodies on the effect of the StellamuneOne[®] vaccine.

In 105-day-old pigs no significant differences were evaluated on the average daily weight gain. The different vaccination schemes had no influence on the body weight until the pre-fattening period.

Examining sow colostrums at a dilution of 1:10 with an ELISA had a sensitivity of 85% and a specificity of 55%, seemed to be an appropriate method to exclude *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in the herd.

In conclusion the vaccination of piglets in this herd in this herd with the Stellamune[®]Mycoplasma and StellamuneOne[®] against *Mycoplasma hyopneumoniae* improved the pulmonary health and had no negative influence on the production of humeral antibody values.

8 Literaturverzeichnis

ADEGBOYE, D.S. (1978a):

A review of mycoplasma-induced immunosuppression.

Brit. Vet. J. **134**, 556-560

ADEGBOYE, D.S. (1978b):

Attempts to demonstrate cell-mediated immune response during *Mycoplasma suis* pneumoniae infection of pigs.

Res. Vet. Sci. **25**, 323-330

ALEXANDER, T.J.L., K. THORNTON, G. BOON, R.J. LYSONS, A.F. GUSH (1980):

Medicated early weaning to obtain pigs free from pathogens endemic in the herd of origin.

Vet. Rec. **106**, 114-119

AMASS, S.F., L.K. CLARK, W.G. VAN ALSTINE, T.L. BOWERSOCK, D.A. MURPHY, K.E. KNOX, S.R. ALBREGTS (1994):

Interaction of *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Pasteurella multocida* infections in swine.

J. Am. Vet. Med. Ass. **204**, 102-107

ANDREASEN M., P. BAEKBO, J.P. NIELSEN (1994):

Effect of aerial ammonia on the MIRD-complex.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 429

ANDREASEN M., J.P. NIELSEN, P. BAEKBO (2000a):

Colostrum antibodies and duration of maternal immunity: *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus pleuropneumoniae* serotype 2.

Proc.: 16. Congress International Pig Veterinary Society, Melbourne, 446

ANDREASEN M., J.P. NIELSEN, P. BAEKBO, P. WILLEBERG, A. BÖTNER (2000b):

A longitudinal study of serological patterns of respiratory infections in nine infected Danish swine herds.

Prev. Vet. Med. **45**, 221-235

ARMSTRONG, C.H., M.J. FREEMAN, L. SANDS-REEMAN, M. LOPEZ-OSUNA, T. YOUNG, L.J. RUNNELS (1983):

Comparison of the enzyme-linked immunosorbent assay and the indirect hemagglutination and complement fixation tests for detecting antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Can. J. Comp. Med. **47**, 464-470

ARMSTRONG, C.H. (1994)

Porcine mycoplasmas.

In: H.W. Whitford, R.F. Rosenbusch, L.H. Lauer mann (Hrsg.):

Mycoplasmosis in animals: laboratory diagnosis.

Iowa State University Press, Ames, 68-83

BAEKBO, P., K.S. MADSEN, M. AAGARD, J. SZANCER (1994):

Eradication of *Mycoplasma hyopneumoniae* from infected herds without restocking.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 135

- BAEKBO, P., P. PEDERSEN, L.K. THOMSEN (1996):
Impact on air quality on respiratory diseases and productivity.
Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Bologna, 522
- BAUMEISTER, A.K., M. RUNGE, M. GANTER, A. FENESTRA, F. DELBECK, H. KIRCHHOFF (1998):
Detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in bronchoalveolar Lavage fluids of pigs by PCR.
J. Clin. Microbiol. **36**, 1984-1987
- BEREITER, M., F.T. YOUNG, H.S. YOO, R.F. ROSS (1990):
Evaluation of the ELISA and comparison to the complement fixation and radial immunodiffusion enzyme assay for detection of antibodies against *Mycoplasma hyopneumoniae* in swine serum.
Vet. Microbiol. **25**, 177-192
- BERNER H. (1995):
Impfung- eine neue Methode der Bekämpfung der Enzootischen Pneumonie des Schweines.
Prakt. Tierarzt **76**, 668-682
- BERTSCHINGER, H.U., H. KELLER, A. LÖHRER, W. WEGMANN (1972):
Der zeitliche Verlauf der experimentellen Enzootischen Pneumonie beim SPF-Schwein.
Schweiz. Arch. Tierheilk. **114**, 107-116
- BINDER, A. (1990):
Vorkommen und Bedeutung von Mykoplasmen bei Schweinen und Rindern.
Prakt. Tierarzt **23**, 22-28
- BLAHA, T. (1992):
Zur Prävalenz der respiratorischen Erkrankungen des Schweins in den wichtigsten Schweinefleischproduzierenden Ländern.
Prakt. Tierarzt **74**, 64-67
- BLAHA, T. (1993):
Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof. 1. Ansatz zu neuen Wegen bei der Wahrnehmung der Verantwortung für Verbraucherschutz und Tiergesundheit.
Fleischwirtsch. **73**, 877-881
- BLANCHARD, B., M.M. VENA, A. CAVALIER, J. LE LANNIC, J. GOURANTON, M. KOBISCH (1992):
Electron microscopic observation of the respiratory tract of SPF piglets inoculated with *Mycoplasma hyopneumoniae*.
Vet. Microbiol. **30**, 329-341
- BOLLWEIN, J. (2004):
Serologische Untersuchung von Sauenmilch und Ferkelblut als mögliche Alternative zur Blutuntersuchung von Muttersauen im Rahmen der Bestandsdiagnostik.
Vet. Med. Diss. München

BOMMELI, W.R., J. NICOLET (1983):

A method for the enzyme-linked immunosorbent assay results for diagnosing enzootic pneumonia in pig herds.

3rd Int. Symp. World Assoc. Vet. Lab. Diagn., Ames, 439-442

BOMMELI, W.R. (1986):

Effect of enzootic pneumonia of pigs on growth performance.

Aust. Vet. J. **24**, 320-330

BOETTCHER, T.B., B.J. THACKER, P.G. HALBUR, W.R. WATERS, R. NUTSCH, E.L. THACKER (2002):

Vaccine efficacy and immune response to *Mycoplasma hyopneumoniae* challenge in pigs vaccinated against porcine respiratory syndrome virus and *Mycoplasma hyopneumoniae*.

J. Swine Health Prod. **10**, 259-264

BOULANGER, P., E. L'ECUYER (1968):

Enzootic Pneumonia of pigs: Complement-fixation tests for the detection of *Mycoplasma* antibodies in the serum of immunized rabbits and infected swine.

Can. J. Comp. Med. **32**, 547-554

BRUGGMANN, S., H. KELLER, H.U. BERTSCHINGER, B. ENGBERG (1977):

Quantitative detection of antibodies to *M. Suiipneumoniae* in pigs sera with an enzyme-linked immunosorbent assay.

Vet. Rec. **101**, 109-111

CALSAMIGLIA, M., C. PIJOAN, G.J. BOSCH (1999):

Profiling *Mycoplasma hyopneumoniae* in farms using serology and nested PCR technique.

J. Swine Health Prod. **7**, 263-268

CARGILL, C.F., S.Z. SKIRROW, T. BANHAZI (1996):

The relationship between pig population size, stocking density, air quality parameters and pleurisy in pig herds.

Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Bologna, 521

CARUSO, J., R.F. ROSS (1990):

Effects of *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus (Haemophilus) pleuropneumoniae* infections on alveolar macrophage functions in swine.

Am. J. Vet. Res. **51**, 227-231

CIPRIÁN, A., C. PIJOAN, T. CRUZ, J. TÓTTORA, G. COLMENARES, R. LOPEZ-REVILLA, M. DE LA GARZA (1988):

Mycoplasma hyopneumoniae increases the susceptibility of pigs to experimental *Pasteurella multocida* pneumonia.

Can. J. Vet. Res. **52**, 434-438

CIPRIÁN, A., T.A. CRUZ, M. DE LA GARZA (1994):

Mycoplasma hyopneumoniae: interaction with other agents in pigs, and evaluation of immunogens.

Arch. Med. Res. **25**, 235-239

- CLARK, L.K. (1997):
Control or eradication of mycoplasmal pneumonia of swine.
28th Ann. Meeting American Assoc. Of Swine Pract., Quebec City 1997, 403-406
- CRUZ, S.T.A., L.M.A. VEGA, S.C. LEÓN, A.F. DIAZ, P.H. LARA, E.S. MENDOZA,
B.E. HERNÁNDEZ, C.A. CIPRIAN (1996):
The cellular immune response to *Mycoplasma hyopneumoniae* in lungs of experimentally inoculated pigs.
Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Bologna, 232
- CURTIS, S.E., D.A. KINGDON, J.G. DRUMMOND, J. SIMON (1976):
Effects of cold stress and age on pulmonary bacterial clearance in young pigs.
Am. J. Vet. Res. **37**, 299-301
- DEBEY, M.C., R.F. ROSS (1994):
Ciliostasis and cytotoxic and loss of cilia induced by *Mycoplasma hyopneumoniae* in porcine tracheal organ cultures.
Infect. Immun. **62**, 5312-5318
- DÍAZ, E.F., J.C. CHEVEZ, J.R. ANGULO (2006):
Using sow vaccination Mycoplasma protocols for the control of *Mycoplasma hyopneumoniae*.
Proc.: 19. Congress International Pig Veterinary Society, Kopenhagen, 136
- DIEKMANN, M.A., A.B. SCHEIDT, A.L. GRANT, D.T. KELLY, A.L. SUTTON, T.G. MARTIN, T.R. CLINE (1999):
Effect of vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* on health, growth and pubertal status of guilts exposed to moderate ammonia concentrations in all-in-all-out versus continuous-flow systems.
Swine Health Prod. **7**, 55-61
- DIFRANCO, E., P. MAROIS, J.P. DESCOTEUX, M. LACROIX, P. FLIPOT (1989):
Enzootic pneumonia in feeder pigs: observations on causal factors.
Can. Vet. J. **30**, 241-245
- DJORDJEVIC, S.P., G.J. EAMENS, L.F. ROMALIS, M.M. SAUNDERS (1994):
An improved enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for the detection of porcine serum antibodies against *Mycoplasma hyopneumoniae*.
Vet. Microbiol. **39**, 261-273
- DJORDJEVIC, S.P., G.J. EAMENS, L.F. ROMALIS, P.J. NICHOLLS, V. TAYLOR, J. CHIN (1997):
Serum and mucosal antibody response and protection in pigs vaccinated against *Mycoplasma hyopneumoniae* with vaccines containing denaturated membrane antigen pool and adjuvant.
Aust. Vet. J. **36**, 504-511
- DJORDJEVIC, S.P., S.J. CORDWELL, M.A. DJORDJEVIC, J. WILTON, F.C. MINION (2004):
Proteolytic processing of *Mycoplasma hyopneumoniae* cilium adhesion.
Infect. Immun. **72**, 2791-2802

- DONE, S.H. (1996):
Enzootic pneumonia (Mycoplasmosis) revisited.
Pig Vet. J. **38**, 40-61
- DUBUSSON, C.R. (2003):
Establishing and validation of real time PCR assays for the detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in clinical samples.
Vet. Med. Diss. Bern
- ELSENER, J., C. SURPRENANT (2006):
Comparison of humoral antibody titers following intramuscular or transcutaneous administration of Suvaxyn Mh One, a novel *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccine.
Proc. Allen D. Lemay Swine Conference, St. Paul, **33**, 18
- ERLANDSON, K.R., R.B. EVANS, B.J. THACKER (2005):
Evaluation of three serum antibody enzyme-linked immunosorbent assays for *Mycoplasma hyopneumoniae*.
J. Swine Health Prod. **13**, 198-203
- FEENSTRA, A.A., V. SØRENSEN, N.F. FRIJS, N.E. JENSEN, V. BILEE-HANSEN (1994):
Experimental *Mycoplasma hyopneumoniae* infections in pigs. Clinical signs, lesions and microbiology.
Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 187
- FRIJS, N.F. (1975):
Some recommendations concerning primary isolation of *Mycoplasma suis pneumoniae* and *Mycoplasma flocculare*.
Nord. Veterinærmed. **27**, 337-339
- GOODWIN, R.F.W., A.P. POMEROY, P. WITTLESTONE (1965):
Immunity in experimentally induced enzootic pneumonia of pigs.
J. Hyg. **67**, 193-208
- GOODWIN, R.F.W., R.G. HODGSON, P. WITTLESTONE (1969):
Production of enzootic pneumonia in pigs with a Mycoplasma.
Vet. Rec. **77**, 1247-1249
- GOODWIN, R.F.W. (1971):
The economics of enzootic pneumonia.
Vet. Rec. **89**, 77-81
- GOODWIN, R.F.W. (1985):
Apparent re-infection of enzootic-pneumonia-free pig herds: Search for possible causes.
Vet. Rec. **116**, 690-694
- GROSSE BEILAGE, E. (1999):
Klinische und serologische Verlaufsuntersuchungen zu Prävalenz, Inzidenz und Interaktion viraler und bakterieller Infektionen des Respirationstraktes von Mastschweinen.
Habilitationsschrift Tierärztl. Hochschule Hannover

HARRIS, D.L. (1990):

The use of Isowean 3 site production to upgrade health status.

Proc.: 11. Congress International Pig Veterinary Society, Lausanne, 374

HEINRITZI, K., G. STEINHAUSEN, W. HERMANN, G. WOLF, J. DARBES (2003):

Untersuchungen zur ultraschallgeführten Lungenbiopsie beim Schwein.

Tierärztl. Prax. **31**, 264-272

HELLWIG, E.G. (2002):

Neue Ideen für eine effektive Mykoplasmenimpfung beim Schwein?

AVA Nutztierpraxis Aktuell, **2**, 25-28

HILTERMANN-LINDEN, E. (2004):

Vergleich von Methoden zum Nachweis von *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektionen beim Schwein sowie epidemiologische Untersuchungen über die Verbreitung der enzootischen Pneumonie im Weser-Ems Gebiet im Jahre 1996.

Vet. Med. Diss. Hannover

HODGES, R.T., A.O. BETTS, A.R. JENNINGS (1969):

Production of pneumonia in gonotopic pigs with pure cultures of *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Vet. Rec. **84**, 268-272

HOLMGREN, N. (1974):

On the immune response in porcine serum and tracheobronchial secretions following experimental infection with *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Zbl. Vet. Med. **79**, 599-605

HOLMGREN, N., N. LUNDEHEIM, P. WALLGREN (1999):

Infections with *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus pleuropneumoniae* in fattening pigs. Influence of piglet production systems and influence on production parameters.

Zbl. Vet. Med. B. **46**, 535-544

HOLYAKE, P.K., A.P.L. CALLINAN (2006):

How effective is *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccination in pigs less than three weeks of age.

J. Swine Health Prod. **14**, 189-195

HORST I., A. LINDNER, M. KRÜGER, H.R. GINDELE, R. STING (1997):

Verbreitung der *Mycoplasma hyopneumoniae*-Infektion in Deutschland- Schlußfolgerungen für die Bekämpfung der Enzootischen Pneumonie der Schweine.

Tierärztl. Umsch. **52**, 508-514

IRIGOYEN, L.F., W.G. VAN ALSTINE, L.K. CLARK (1992):

Host-agent interactions of *Mycoplasma hyopneumoniae* in pigs: Serum antibodies.

Proc.: 12. Congress International Pig Veterinary Society, Den Haag, 307

JAQUES, M., B. BLANCHARD, B. FOIRY, C. GIRARD, M. KOBISCH (1992):

In Vitro Colonization of Porcine Trachea by *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Ann. Rech. Vet. **23**, 239-247

- JAYAPPA H., R. DAVIS, V.J. RAPP-GABRIELSON, T.L. WASMOEN, E. THACKER, B. THACKER (2001):
Evaluation of the efficacy of *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin following immunization of young pigs in the presence of varying levels of maternal antibodies.
J. Am. Vet. Med. Assoc. **238**, 237-240
- JERICHO, K.W.F. (1986):
Pathogenesis of *Mycoplasma pneumoniae* of swine.
Can. J. Vet. Res. **50**, 136-137
- JOISEL F., J. CASTAING, R. COUDURE, B. SANSOT, S. LONGO, J.B. HÉRIN (2002):
Effects of *Mycoplasma* vaccination with Hyoresp[®] on economical and production parameters in swine.
Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 519
- JOLIE, R., L. SABBADINI, ST. AUBIN, P. RUNNELS (2004):
Evaluation of a 25-week duration of immunity of Respire One in *Mycoplasma hyopneumoniae* serological and seropositive pigs.
Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 395
- JONES, G., V. RAPP-GABRIELSON, R. FLUCKEY, E. THACKER, L. GERGEN, T. WASMOEN (2002):
Intradermal vaccination for *Mycoplasma hyopneumoniae*.
Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 290
- KALTREIDER, H.B. (1976):
Expression of immune mechanisms in the lung.
Am. Rev. Resp. Dis. **113**, 347-379
- KIM, J., H.K. CHUNG, C. CHAE (2003):
Association of *porcine circovirus 2* with porcine respiratory disease complex.
Vet. J. **166**, 251-256
- KOBISCH, M., J. NICOLET (1987):
Comparison of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and indirect hemagglutination in experimental *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs.
J. Med. Sci. Israel **23**, 644-646
- KOBISCH, M., L. QUILLIEN, J.P.H. WRÓBELEWSKI (1987):
The *Mycoplasma hyopneumoniae* plasma membrane as a vaccine against porcine enzootic pneumonia.
Annales de L'Institut Pasteur, Immunology **138**, 693-705
- KOBISCH, M., J.P. TILLON (1989):
Erkrankungen des Atmungsapparates.
In: Mornet, J. Tournut und B. Toma (Hrsg.): Das Schwein und seine Krankheiten 171-191
Schoeber Verlags-GmbH, Hengersberg

KOBISCH, M., B. BLANCHARD, M.F. LE PORTIER (1993):
Mycoplasma hyopneumoniae infection in pigs: duration of the disease and resistance to reinfection.
Vet. Rec. **24**, 67-77

KOLB, J., M. GENZOW, M. LISING (2004):
Summary of field trials comparing Ingelvac M.HYO[®] vs. conventional M.HYO vaccines.
Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 593

KLOBASA, F., F. HABE, E. WERHAN, J.E. BUTLER (1985):
Changes in the concentrations of serum IgG, IgA and IgM of sows throughout the reproductive cycle.
Vet. Immunol. Immunopathol. **10**, 341-353

KLOBASA, F., J.E. BUTLER (1987):
Absolute and relative concentrations of immunoglobins G, M and A, and Albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers.
Am. J. Vet. Res. **48**, 176-182

KRISTENSEN, C.S., M. ANDREASEN, A.K. ERSBØLL, J.P. NIELSEN (2002):
Vaccination of sows with Porcilis[®] APP, Stellamune[®] Mycoplasma and Atrinord[®] Do
Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 277

KYRIAKIS, S.C., C. ALEXOPOULOS, J. VLEMMAS, K. SARRIS, S. LEKKAS, M. KOUTSOVITI-PAPADOPOULOU, K. SAOULIDIS (2001):
Field study on the efficacy of two different vaccination schedules with HYORESP[®] in a *Mycoplasma hyopneumoniae*-infected commercial pig unit.
J. Vet. Med. B **48**, 675-684

KUHN, M.J., B.J. THACKER, P.A. HAWKINS, W.R. WATERS, E.L. THACKER (2000):
Evaluation of the mode of action of RespiSure[®] *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin.
In: 31st Ann. Meeting Americ. Assoc. Swine Pract., Indianapolis, Proc. 123

KUHN, M.J. (2002):
Vaccine efficacy and production performance of pigs vaccinated with RespiSureOne[®].
In: 33rd Ann. Meeting Americ. Assoc. Swine Pract., Kansas City, Proc. 139-141

LEÓN, E.A., F. MADEC, N.M. TAYLOR, M. KOBISCH (2001):
Seroepidemiology of *Mycoplasma hyopneumoniae* in pigs from farrow-to-finish farms.
Vet. Microbiol. **78**, 331-341

LEVONEN, K., E. SIHVO, P. VEIJALAINEN (1999):
Comparison of two commercial enzyme-linked immunosorbent assays for the detection of antibodies against *Mycoplasma hyopneumoniae* and correlation with herd status.
J. Vet. Diagn. Invest. **11**, 547-549

LILLIE, K. (2004):
Untersuchungen zur Wirkung und Verträglichkeit eines inaktivierten *Mycoplasma hyopneumoniae*-One-Shot-Impfstoffes (Stellamune[®]One) bei unterschiedlichen Vakzinationszeitpunkten.
Vet. Med. Diss. München

LIN, J.H., M.J. PAN, C.W. LIAO, C.N.WENG (2002):

In vivo and in vitro comparisons of a spray-drying and solvent-evaporation preparation of microencapsulated *Mycoplasma hyopneumoniae* for use as an orally administered vaccine for pigs.

Am. J. Vet. Res. **63**, 1118-1123

LINGENS, P.O.T. (2002):

Einfluss der Impfung (Hyoresp[®]) von Ferkeln gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* auf die Zuwachsleistung sowie den Gesundheitsstatus während der Mast.

Vet. Med. Diss. Hannover

MADEC, F., M. KOBISCH (1982):

Bilan lésionnel des poumons de porcs charcutiers à l'abattoir.

Journées rech. Porcine en France **14**, 405-412

MAES, D., M. VERDRONK, H. DELUYKER, A. DE KRUIF (1996):

Enzootic pneumonia in pigs.

Vet. Q. **18**, 104-109

MAES, D., H. DEYLUYKER, M. VERDONCK, F. CASTRYCK, C. MIRY, A. LEIN, B. VRIJENS, A. DE KRUIF (1998):

The effect of vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* in pig herds with a continuous production system.

J. Vet. Med. B. **45**, 495-505

MAES, D., H. DEYLUYKER, M. VERDONCK, F. CASTRYCK, C. MIRY, B. VRIJENS, W. VERBEKE, J. VIANE, A. DE KRUIF (1999):

The effect of vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* in pig herds with all-in/all-out production system.

Vaccine **17**, 1024-1034

MAES, D., H. DEYLUYKER, M. VERDONCK, F. CASTRYCK, C. MIRY, B. VRIJENS, A. DE KRUIF (2000):

Herd factors associated with the seroprevalences of four major respiratory pathogens in slaughter pigs from farrow-to-finish pig herds.

Vet. Res. **31**, 313-327

MARCO, E., C. PIÑEIRO, M. COLLELL, L.M. RAMIREZ (2004):

Field efficiency of a single-dose *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccine in farrow-to-finish operations.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 405

MARÈ, C.J., W.P. SWITZER (1965):

New species: *Mycoplasma hyopneumoniae*, a causative agent of virus pig pneumonia.

Vet. Med. **60**, 841-846

MARTELLI, P., M. TERRENI, S. GUAZZETTI, S. CAVIRANI (2006):

Antibody response to *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in vaccinated pigs with or without maternal antibody induced by sow vaccination.

J. Vet. Med. B **53**, 229-233

MARTINON, O., M.P. TIOBERHIEN, G. REYNAUD, M. BLANCHET, A. BRUN, F. MILWARD (1998):

Efficacy of a *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin (Hyoresp) in challenge studies.

Proc.: 15. Congress International Pig Veterinary Society, Birmingham, 157

MATTSON, J.G., K. BERGSTRÖM, P. WALLGREN, K.E. JOHANSSON (1995):

Detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* in nose swabs from pigs by in vitro amplification of the 16S rRNA gene.

J. Clin. Microbiol. **33**, 893-897

MENDOZA, S., C. PIJOAN (2004):

Temperature sensitive mutants of *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 212

MESSIER, S., R.F. ROSS, P.S. PAUL (1990):

Humoral and cellular response of pigs inoculated with *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Am. J. Vet. Res. **51**, 52-58

MINION, F.C., C. ADAMS, T. HSU (2000):

R1 region of P97 mediates adherence of *Mycoplasma hyopneumoniae* to swine cilia.

Infect. Immun. **68**, 3056-3060

MORRIS, T.R., I.A. GARDNER, S.K. HIETALA, T.E. CARPENTER, R.J. ANDERSON, K.M. PARKER (1994):

Persistence of passively acquired antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae* in a swine herd.

Prev. Vet. Med. **21**, 29-41

MORRIS, T.R., I.A. GARDNER, S.K. HIETALA, T.E. CARPENTER, R.J. ANDERSON, K.M. PARKER (1995):

Seroepidemiologic study on natural transmission of *Mycoplasma hyopneumoniae* in a swine herd.

Prev. Vet. Med., **21**, 323-337

MULLIS, K.B., F.A. FALOONA, S. SCHARF, S. SAIKI, G. HORN, H. EHRLICH (1986):

Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: The Polymerase chain reaction.

Cold Spring Harbour Symp. Quant. Biol. **51**, 263-273

NICOLET, J., P. PAROZ, S. BRUGGMANN (1980):

Tween 20 soluble proteins of *Mycoplasma hyopneumoniae* as antigen for an enzyme-linked immunosorbent assay.

Res. Vet. Sci. **29**, 305-309

NIELSEN, J.P., H.D. KJÆRSGAARD, C.S. KRISTENSEN (2004):

Colostrum uptake- effect on health and daily weight gain until slaughter.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 722

NIEMANN, O. (1999):

Kontrolle der Wirksamkeit eines inaktivierten Impfstoffes gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* bei Vakzination bei Saugferkeln mittels klinischer, serologischer, bakteriologischer und zytologischer Untersuchung.

Vet. Med. Diss. Hannover

NOYES, E.P., D.A. FEENEY, C. PIJOAN (1990):

Comparison of the effect of pneumonia detected during lifetime with pneumonia detected at slaughter on growth of swine.

J. Am. Vet. Ass. **197**, 1025-1029

OHLINGER, V.F., S. PESCH, G. SCHAGEMANN, G. BEHRENS, H. GRUNERT, T. GRÄTZ, R. HEGGEMANN, A. WILMS-SCHULZE KUMP (2000):

The use of polymerase chain reaction (PCR) and serology (ELISA) to determine *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in german pigs.

Proc.: 16. Congress International Pig Veterinary Society, Melbourne, 453

OISHI, E., Y. MUNETA, Y. MORI, Y. SHIMOJI (2004):

A live vector for *Mycoplasma hyopneumoniae* of swine.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 215

OPRIESSNIG, T., E.L. THACKER, S. YU, M. FENAUX, X.-J. MENG, P.G. HALBUR (2004):

Experimental Reproduction of Postweaning Multisystemic Wasting Syndrom in pigs by dual infected with *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Porcine Circovirus Type 2*.

Vet. Pathol. **41**, 624-640

PABST, T., E. GROÙE BEILAGE (2004):

The efficacy of single-dose Ingelvac[®] M.hyo in endemically infected herds.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 385

PABST, T., E. GROÙE BEILAGE, J. SPERGSER (2004):

Diagnostic of enzootic pneumonia in vaccinated herds endemically infected with *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 170

PALZER, A., M. RITZMANN, G. WOLF, K. HEINRITZI (2006):

Pathogens of pneumonic disease in pigs with different age groups in Bronchoalveolar Lavage Fluid.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 289

PFÜTZNER, H. (1993):

Mycoplasmen-Infektion des Schweines.

Prakt. Tierarzt **8**, 708-713

PFÜTZNER H., T. BLAHA (1995):

Die ätiologische und ökonomische Bedeutung von *Mycoplasma hyopneumoniae* im Komplex der respiratorischen Erkrankungen des Schweines.

Tierärztl. Umschau **50**, 759-765

PIFFER, I.A., R.F. ROSS (1984):

Effect of age on susceptible of pigs to *Mycoplasma hyopneumoniae* pneumonia.
Am. J. Vet. Res. **45**, 478-481

RADELOFF, I. (1997):

Untersuchungen zur Wirksamkeit eines inaktivierten *Mycoplasma hyopneumoniae* Impfstoffes (Stellamune® Mycoplasma) bei unterschiedlichen Vakzinationszeitpunkten.
Vet. Med. Diss. München

RAUTIANEN, E., P. WALLGREN, K. LEVONEN (1996):

The use of sow colostrum samples for regular herd health control of *Mycoplasma hyopneumoniae* infections.
Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Bologna, 219

RAUTIAINEN, E. (1998):

The prevalence of *Mycoplasma hyopneumoniae* in pig herds in Western Finland based on the demonstration of antibodies in colostrum by ELISA.
Acta vet. Scand. **39**, 325-330

RAUTIANEN, E., P. WALLGREN, P. VEIJALEINEN, K.E. JOHANSSON, I. LAAANEN (1998):

The transmission of *Mycoplasma hyopneumoniae* between sow and piglets during the first 14 days of piglets life.
Proc.: 15. Congress International Pig Veterinary Society, Birmingham, 250

RAUTIAINEN, E., V. TUOVIONEN, K. LEVONEN (2000):

Monitoring antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae* in sow colostrum- a tool to document freedom of infection.
Acta Vet. Scand. **41**, 213-225

RAUTIANEN, E., P. WALLGREN (2001):

Aspects of the transmission of protection against *Mycoplasma hyopneumoniae* from sow to offspring.
J. Vet. Med. B **48**, 55-65

RIEDEL-CASPARI, G., F.-W. SCHMIDT (1990):

Übersichtsreferat: Kolostralleukozyten und ihre Bedeutung für das Immunsystem der Neugeborenen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. **97**, 180-186

RISTOW LE, L.G.C. SILVA, C.B. FÓSCOLO, A.F. SILVA (2002):

Comparison of *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccines and the influence of maternal antibodies.
Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 505

ROOF, M., K. BURKHART, F. ZUCKERMANN (2002):

Pig efficiency study comparing mycoplasma vaccines use at one and 2 doses.
Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 570

ROSS, R.F., W.P. SWITZER (1963):

Role of the sow as areservoir of infection for *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Am. J. Vet. Res. **34**, 373-378

ROSS, R.F. (1999):

Mycoplasma diseases.

In: B.E. STRAW, S. D'ALLAIRE, W.L. MENGELING, D.J. TAYLOR (Hrsg.):

Diseases of Swine, 8. Auflage, 495-510

Blackwell Science, Oxford

RUIZ, A., V. UTRERA, C. PIJOAN (2002):

Effect of sow vaccination in piglet *Mycoplasma hyopneumoniae* prevalence at weaning.

Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 510

RUIZ A., V. UTRERA, C. PIJOAN (2003):

Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* sow vaccination on piglet colonization at weaning.

J. Swine Health Prod. **11**, 131-135

SARRADELL, J.E., M.A. ANDRADA, A.S. RAMÍREZ, A. FERNÁNDEZ, F. RODRÍGEZ (2002):

Immunocharacterization of lung lesions in natural porcine enzootic pneumonia.

Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 471

SCHEIDT, A., D. FROE, T. CLINE, V. MAYROSE, M. EINSTEIN (1990):

All-in, all-out finishing as a means for improving growth in a swine herd affected by enzootic pneumonia

Proc.: 11. Congress International Pig Veterinary Society, Lausanne, 92

SCHOLLENBERGER, A., T. FRYMUS, A. DEGORSKY, A. SCHOLLENBERGER (1986):

Cells of sow mammary secretion.

J. Vet. Med. A **33**, 31-46

SCHREIBER A. (2002):

Untersuchungen zum Einfluß maternaler Antikörper auf die humorale Immunantwort bei Ferkeln, die in der ersten und vierten bzw. vierten und achten Lebenswoche gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* (HYORESP®, Firma Merial) geimpft wurden.

Vet. Med. Diss. Hannover

SCHUH, M. (2001):

Stallklimabedingte Erkrankungen beim Schwein.

Gumpensteiner Bautagung 2001, BAL Gumpenstein, Österreich; S. 93-96

SCHULLER, W. (1986):

Die Mykoplasmenpneumonie des Schweines.

Prakt. Tierarzt **66**, 415-417

SELBITZ, H.J. (2002):

Mykoplasmeninfektion der Schweine.

In: ROLLE u. A. MAYR (Hrsg.): Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre, 7. Auflage, 567-569

Enke Verlag, Stuttgart

SIBILIA, M., R. BERNAL, D. TORRENT, D. LLOPART, P. RIERA, M. CALSIMIGLIA (2006):

Effect of *Mycoplasma hyopneumoniae* sow vaccination on colonization, seroconversion and presence of enzootic pneumonia compatible lung lesions.

Proc.: 19. Congress International Pig Veterinary Society, Copenhagen, 103

SHELDRAKE, R.F., L.F. ROMALIS (1992):

Evaluation of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of *Mycoplasma hyopneumoniae* antibody in porcine serum.

Aust. Vet. J. **69**, 255-258

SIMON, X., M. SITJAR, E. NOYES, C. ALCAIDE, J. FERNANDEZ DE ARAGON, C. PIJOAN (1994):

Relationship between lifetime pneumonia lesions, slaughter volumetric and superficial lung lesions and productive parameters in pigs.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 132

SITJAR, M., E. NOYES, J.M. MORESO, J. FERNANDEZ DE ARAGON, C. PIJOAN (1994):

Relationship between respiratory pathogen seroconversion and lung lesions in pigs.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 133

SLAWIK, M.F., W.P. SWITZER (1972):

Development of a microtitration complement-fixation test for diagnosis of mycoplasmal swine pneumonia.

Iowa State J. Res. **37**, 117-128

SMITH S.C., S.J. THEVASAGAYAM, P. POMMIER, A. KEITA, E. PAGOT, A.R. PETERS (2002):

Field efficacy of a new single dose *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccine Stellamune[®]One administered to pigs at 3 to 5 weeks of age.

Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 515

SØRENSEN, V., K. BARFOD, N.C. FELD (1992):

Evaluation of a monoclonal blocking ELISA and IHA for antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae* in SPF-pig herds.

Vet. Rec. **130**, 488-490

SØRENSEN, V., K. BARFOD, N.C. FELD, L. VRAA-ANDERSON (1993):

Application of enzyme-linked immunosorbent assay for the surveillance of *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs.

Revue scientifique et technique **12**, 592-604

SØRENSEN, V., K. BARFOD, A.A. FEENSTRA, N.C. FELD (1994):

The humoral response to experimental *Mycoplasma hyopneumoniae* infection in pigs in relation to clinical signs and pathological lesions.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 190

SØRENSEN, V., P. AHRENS, K. BARFOD, A.A. FEENSTRA, N.C. FELD, N.F. FRIJS, V. BILLE-HANSEN, N.E.JENSEN, M.W. PEDERSEN (1997):

Mycoplasma hyopneumoniae infection in pigs: Duration of the disease and evaluation of four diagnostic assays.

Vet. Microbiol. **54**, 23-34

STÄRK, K.D.C. (1991):

Risikofaktoren bezüglich EP-Reinfektionen von SPF-Schweinezuchtbetrieben.

Vet. Med. Diss. Zürich

STÄRK, K.D.C. (1999):

The role of infectious aerosols in disease transmission in pigs.

Vet. J. **158**, 164-181

STEMKE, G.W., H. KELLER, E. EGGENBERGER (1994):

Differentiation of *Mycoplasma hyopneumoniae*, *M. flocculare*, and *M. hyorhinis* on the basis of amplification of a 16S rRNA gene sequence.

Am. J.Vet. Res. **55** (1), 81-84

STEVENSON, G.W. (1998):

Bacterial pneumonia in swine.

Proc.: 15. Congress International Pig Veterinary Society, Birmingham, 11-18

STIPKOVITS, L., G. CZIFRA, E. CSIBA, G. LABER, D. MILLER (1990):

Simultaneous medication of pigs with Salinomycin or Monensin and Tiamutin.

Proc.: 11. Congress International Pig Veterinary Society, Lausanne, 350

STIPKOVITS, L., J. BIRO, S. SZATHMARY, U. KLEIN (2004):

Sensitivity testing of *Mycoplasma* pathogens to antimicrobials.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 518

STRASSER, M., P. ABIVEN, M. KOBSCHE, J. NICOLET (1992):

Immunological and pathological reactions in piglets experimentally infected with *Mycoplasma hyopneumoniae* and/or *M. flocculare*.

Vet. Immunol. Immunopathol. **31**, 141-153

SURPRENANT, C. (2001):

Mycoplasma hyopneumoniae: serologic interpretation of swine herd profiles.

In: 32nd Ann. Meeting Am. Assoc. Swine Pract., Nashville, 477

SUTER, M., M. KOBISCH, J. NICOLET (1985):

Stimulation of immunoglobulin containing cells and isotype-specific antibody response in experimental *Mycoplasma hyopneumoniae* and/or *Mycoplasma flocculare*.

Vet. Immunol. Immunopathol. **31**, 141-153

THACKER E.L., B.J. THACKER, T.B. BOETTCHER, H. JAYAPPA (1998):

Comparison of antibody production, lymphocyte stimulation, and protection induced by four commercial *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterins.

Swine Health Prod. **6**, 107-112

THACKER, E.L. (1999):

Mycoplasma hyopneumoniae infections increase severity

Pig Progress, The international magazine on pig production, Special June 1999, 8-10

THACKER E., P. HALBUR, R.F. ROSS, T. THANAWONGNUWECH, B. THACKER (1999):

Mycoplasma hyopneumoniae potentiation of Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus induced pneumonia.

J. Clin. Mic. **37**, 620-627

THACKER E., B. THACKER (2000):

Factors affecting *Mycoplasma hyopneumoniae* vaccine efficacy.

Proc.: 16. Congress International Pig Veterinary Society, Melbourne

THACKER B., E. THACKER, P. HALBUR, F. MINION, T. YOUNG, B. ERICKSON, T. THANAWONGNUWECH (2000a):

The influence of maternally-derived antibodies on *Mycoplasma hyopneumoniae* infection.

Proc.: 16. Congress International Pig Veterinary Society, Melbourne

THACKER E., B. THACKER, M. KUHN, P. HAWKINS, R. WATERS (2000b):

Evaluation of local and systemic immune responses induced by intramuscular injection of a *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin to pigs.

Am. J. Vet. Res. **31**, 1384-1389

THACKER, E.L. (2001):

Mycoplasma diagnosis and immunity.

In: 32nd Ann. Meeting Am. Assoc. Swine Pract., Nashville, 467-469

THACKER B., E. THACKER (2001):

Influence of maternally derived antibodies on the efficacy of *Mycoplasma hyopneumoniae* bacterin.

In: 32nd Ann. Meeting Am. Assoc. Swine Pract., Nashville, 513-516

THACKER E.L., B.J. THACKER, B.H. JAHNKE (2001):

Interaction between *Mycoplasma hyopneumoniae* and swine influenza virus.

J. Clin. Microbiol. **39**, 2525-2530

THACKER B., M. WEGNER, K. ERLANDSON, K. MAXWELL, J. THOMPSON, E. THACKER (2002):

Influence of maternal immunity on mycoplasma vaccine Respisure One efficacy.

Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 482

THOMSON, J.R., K. SUMPTION, J.A. AWUNI, J. CALZADA (1996):

Validation of a PCR-Assay for diagnosis of porcine enzootic pneumonia.

Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Bologna, 233

UTRERA, V., S. MENDOZA, C. PIJOAN (2002):

Development of a live avirulent vaccine against *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Proc.: 17. Congress International Pig Veterinary Society, Ames, Iowa, 289

VELASQUEZ, J.I., S. VELASQUEZ (2004):

Weight gain of 80 grow-finish pigs prophylactically treated with two levels of Tylosin and Valnemulin.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 577

VERDIN, E., M. KOBISCH, J.M. BOVE, M. GARNIER, C. SAILLARD (2000):

Use of an internal control in nested PCR assay for *Mycoplasma hyopneumoniae* detection and quantification in tracheobronchial washings from pigs.

Mol. Cell. Probes **14**, 365-372

VICCA, J., T. STAKENBORG, D. MAES, P. BUTAYE, J. PEETERS, A. DE KRUIF, F. HAESEBROUCK (2004):

In vitro susceptibility of *Mycoplasma hyopneumoniae* field isolates.

Proc.: 18. Congress International Pig Veterinary Society, Hamburg, 535

WACHTEL, W. (1977):

Über den Einfluss verschiedener Umweltfaktoren auf die Infektionsabwehr.

Mh. Vet.-Med. **32**, 630-635

WALLGREN, P., K. ARTURSSON, C. FOSSUM, G.V. ALM (1993):

Incidence of infections in pig bred for slaughter revealed by elevation serum levels of interferon and development of antibodies to *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

Vet. Med. B **40**, 1-12

WALLGREN, P., M. LÖFFSTED, E. HELDMER (1998):

Strategic vaccination against *Mycoplasma hyopneumoniae* avoid marketing contagious animals from multiplying herds.

Proc.: 15. Congress International Pig Veterinary Society, Birmingham, 149

WALLGREN, P., O. SCHWAN (1994):

Regulation of time for infection with *Mycoplasma hyopneumoniae* in a chronically infected herd to avoid merchandise of contagious animals.

Proc.: 13. Congress International Pig Veterinary Society, Bangkok, 134

WALTER, D., J.T. HOLCK, S. SORENSEN, C. HAGEN, I. HARRIS (2000):

Metaphylactic antimicrobial strategy in finishing pigs with naturally occurring *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Proc.: 16. Congress International Pig Veterinary Society, MELBOURNE, 458

WANNEMUELLER, M., F.C. MINION, R.F. ROSS (1988):

Immune suppression of *Mycoplasma hyopneumoniae* infected swine.

Proc. Int. Organ. Mycoplasmologists **7**, 72

WHITTLESTONE, P. (1972):

The role of mycoplasmas in the production of pneumonia in pig.

In: Pathogenic Mycoplasmas. Amsterdam: Associated Scientific Publishers, 263-283

- WHITTLESTONE, P. (1985):
Mycoplasmal infection of swine.
In: Gylstorff (Hrsg.): Infektionen durch Mycoplasmatales
Gustav Fischer Verlag, Jena, 387-417
- WHITTLESTONE, P. (1990):
Control of enzootic pneumonia infection in pigs
In: G. Stanek, G.H. Cassell, J.G. Tully, R.F. Whitcomb (Hrsg.): Recent advances in
mycoplasmaology- Proc. 7. Congr. Of I.O.M., Baden, 1988
- YAGIHASHI, T., S. KAZAMA, M. TAJIMA (1993):
Seroepidemiology of mycoplasmal pneumonia of swine in Japan as surveyed by an enzyme-
linked immunosorbent assay.
Vet. Microbiol. **34**, 155-166
- YOUNG, G.A., N.R. UNDERDAHL (1953):
Isolation units for growing baby pigs without colostrum.
Am. J. Res. **14**, 571-574
- ZEROBIN, K. (1987):
Physiologie der Milchsekretion.
In: Scheunert, A., A. Trautmann: Lehrbuch der Veterinärphysiologie, 7. Aufl., Parey Verlag,
522-540
- ZHANG, Q., T.F. YOUNG, R.F. ROSS (1994):
Glycolipid receptors for attachment of *Mycoplasma hyopneumoniae* to porcine respiratory
ciliated cells.
Infect. Immun. **62**, 4367-4373
- ZIMMERMANN, W., P. TSCHUDI, J. NICOLET (1986):
ELISA-Serologie in Blut und Kolostralmilch: eine Möglichkeit zur Überwachung der
enzootischen Pneumonie (EP) in Schweinebeständen.
Schweiz. Arch. Tierheilk. **128**, 299-306
- ZIMMERMANN, W., P. TSCHUDI (1989):
Kontrolle der enzootischen Pneumonie beim Schwein mit der Milchserologie.
Tierärztl. Prax. Suppl. **5**, 113-115
- ZIMMERMANN, W., W. ODERMATT, P. TSCHUDI (1989):
Enzootische Pneumonie (EP): Die Teilsanierung EP-reinfizierter Schweinezuchtbetriebe als
Alternative zur Totalsanierung.
Schweiz. Arch. Tierheilk. **131**, 179-191
- ZIMMERMANN, W., S. WEISKOPF (1996):
The use of lincomycin in an enzootic pneumonia eradication program in pig herds.
Proc.: 14. Congress International Pig Veterinary Society, Bologna, 235
- ZIMMERMANN, W., PLONAIT, H. (2001):
Erkrankungen des Atmungsapparates.
In: WALDMANN, K.H., M. WENDT (Hrsg.): Lehrbuch der Schweinekrankheiten,
3. Auflage 111-150 Verlag Paul Parey, Berlin

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. K. Heinritzi für die Überlassung des interessanten Themas, sowie die stets freundliche und sehr gute Betreuung und Unterstützung während Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Dr. M. Ritzmann und Herrn Dr. A. Palzer danke ich sehr für die immer freundliche und verlässliche Unterstützung und für die Hilfe bei der Textausarbeitung.

Vielen Dank an die Mitarbeiter und Doktoranden der Klinik für Schweine der Tierärztlichen Fakultät der LMU München für ihre freundliche Hilfe bei der Probengewinnung und Markierung der Ferkel.

Herrn Dr. M. Erber danke ich für die Ermöglichung der serologischen Untersuchungen. Ein ganz besonderes Dankeschön an Frau B. von Kölln-Braun für die geduldige Einarbeitung in den ELISA und die riesige Hilfe bei der Probenuntersuchung.

Bei Herrn Prof. Dr. H. Küchenhoff sowie Frau A. Ossig vom StatLab der LMU München bedanke ich mich für die statistische Betreuung dieser Arbeit.

Ganz herzlich bedanke ich mich bei meinem Chef Dr. Werner Schmidt, der leider viel zu früh von uns gegangen ist. Nicht nur für berufliche, sondern auch für private Angelegenheiten hatte er immer ein offenes Ohr. Seine Unterstützung und Ratschläge reichten über das übliche Maß eines Angestellten-Chef-Verhältnisses hinaus.

Mein Dank gilt auch den Mitarbeitern der Tierarztpraxis Dr. Werner Schmidt, die nicht nur bei der Probengewinnung mir tatkräftig zur Seite standen, sondern auch bei der Einteilung der täglichen Praxisarbeit Rücksicht auf den Zeitaufwand dieser Arbeit nahmen.

Weiterhin danke ich den Landwirten für deren Mithilfe und Unterstützung und die Bereitstellung ihrer Tiere für die Untersuchungen.

Der Firma Pfizer vielen Dank für die Bereitstellung des Impfstoffes.

Nicht zuletzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die großartige seelische Unterstützung.

Lebenslauf

Name	Strauß	
Vorname	Christian	
Geburtsdatum	12.01.1976	
Geburtsort	Aindling	
Staatsangehörigkeit	deutsch	
Eltern	Lorenz Strauß Sofie Strauß, geb. Limmer	
Schulbildung	1982 - 1986	Grundschule in Mühlhausen
	1986 - 1987	Hauptschule in Affing
	1987 - 1996	Wernher von Braun Gymnasium in Friedberg
	06/1996	Abschluss: Abitur
	1996 – 2002	Studium der Tiermedizin an der Ludwigs-Maximilians-Universität München
	04/2002	Tierärztliche Approbation
	12/2002	Beginn der Dissertation
Beruf	seit 05/2002	Angestellter Tierarzt in der Tierarztpraxis Dr. Werner Schmidt in Affing-Bergen