

Aus dem Department für
Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Universitätsklinik für Schweine
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Andrea Ladinig, Dipl. ECPHM)

**Umgang österreichischer SchweinepraktikerInnen bei
Diagnostik, Therapie und Prophylaxe im Verdachtsfall
von Chlamydien-induzierten Fruchtbarkeitsproblemen bei
Sauen**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

George Hanna

Wien, im September 2023

Betreuerin:

Dr. med. vet. Christine Unterweger, Dipl. ECPHM

Universitätsklinik für Schweine

Department für Nutztiermedizin und öffentliches Veterinärwesen

Veterinärmedizinische Universität Wien

Gutachter/ Gutachterin:

Ass.-Prof. Dr.med.vet. Karen Wagener, Dipl. ECAR

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, den [12.10.2023]

George Hanna

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung.....	1
2. Literaturübersicht.....	3
2.1. Chlamydien.....	3
2.1.1 Generelles	3
2.1.2 Taxonomie der Chlamydien	4
2.1.3 <i>C. suis</i>	5
2.1.4 <i>C. abortus</i>	5
2.1.5 <i>C. pecorum</i>	6
2.1.6 <i>C. psittaci</i>	6
2.1.7. Chlamydien und Fruchtbarkeitsprobleme beim Schwein	7
2.2. Diagnostik.....	7
2.2.1. Direkter Nachweis	8
2.2.1.1. Molekulargenetischer Nachweis mittels PCR.....	8
2.2.1.2. Zellkultur Nachweis	9
2.2.1.3. Immunhistochemischer Nachweis.....	9
2.2.1.4. Immunhistochemische Färbung (IHC).....	10
2.2.1.5. Immunofluoreszenztest	10
2.2.2. Indirekter Nachweis	10
2.2.2.1. Komplementbindungsreaktion (KBR)	10
2.2.2.2. ELISA.....	11
2.3. Therapie	11
2.4. Prophylaxe	12
3. Material und Methoden	13
4. Ergebnisse.....	14
Die Bedeutung von Chlamydieninfektionen in den Betrieben	14
Symptome	15
Chlamydiendiagnostik	16
Therapie	19
Prophylaxe	21

5. Diskussion	24
6. Zusammenfassung	29
7. Summary.....	31
8. Tabellenverzeichnis	33
9. Abbildungsverzeichnis	33
10. Abkürzungsverzeichnis	34
12. Fragenbogen	42

Danksagung

Das hier ist vielleicht der Teil der Diplomarbeit, der mir beim Schreiben am meisten Freude gemacht hat, weil er mir endlich die Gelegenheit gibt, mich bei alle den vielen Menschen zu bedanken, die mir dabei geholfen haben, diese Diplomarbeit zu schreiben. Ich übertreibe nicht, wenn ich sage, dass ich es ohne sie niemals geschafft hätte. Ich möchte meiner Familie meinen großen Dank aussprechen, die stets liebevoll, stärkend und unterstützend an meiner Seite waren.

Besonders danken möchte ich meiner fantastischen Betreuerin Dr. med. vet. Christine Unterweger, Dipl. ECPHM für die Geduld, ausdauernde Betreuung und Hilfestellung meiner Diplomarbeit. Es ist mir eine Ehre und ein Vergnügen, mit ihr die Diplomarbeit zu schreiben.

1. Einleitung und Fragestellung

Reproduktionsstörungen sind die häufigste Abgangsursache von Sauen (1, 2). Sie können das Einzeltier betreffen oder als Bestandsproblem auftreten. An der Entstehung können viele Faktoren, infektiös sowie nicht-infektiös, beteiligt sein. In den meisten Fällen sind Fruchtbarkeitsprobleme auf nicht-infektiöse Ursachen zurückzuführen. Hier spielen unter anderem schlechten Managementmaßnahmen oder Haltungsprobleme, unzureichende oder fehlerhafte Hygienemaßnahmen bei Geburt oder Besamung, die Art der Aufstallung, aber auch die Fütterung sowie saisonale Einflüsse eine Rolle (3). Infektiöse Ursachen von Fruchtbarkeitsproblemen, darunter insbesondere das Porzine Reproductive und Respiratorische Syndrom Virus (PRRSV), das Porzine Parvovirus (PPV), das Porzine Circovirus 2 (PCV 2), Leptospiren sowie Chlamydien (4) sind im Vergleich seltener, stellen jedoch in der tierärztlichen Arbeit oft eine große Herausforderung dar, da der direkte Erregernachweis meistens schwierig ist und daher die Ursache regelmäßig offen bleibt (5, 6).

Chlamydia (C.) spp. sind Gram-negative, obligat intrazelluläre Bakterien, die neben den Fruchtbarkeitsproblemen eine breite Palette von weiteren Krankheiten bei Menschen und Tieren verursachen (7). Beim Schwein sind vier Arten von Bedeutung: *C. suis*, *C. pecorum*, *C. abortus* und *C. psittaci*. Chlamydien sind weltweit bei Schweinen verbreitet und Infektionen beim Schwein verlaufen oft asymptomatisch und sind nicht vergleichbar mit Infektionen von Wiederkäuern, die mit Aborten einhergehen oder Infektionen von Papageien, die mit Atemwegsproblemen und Todesfällen einhergehen. Ob ein Schwein erkrankt, hängt von vielen Faktoren ab, zum Beispiel der Pathogenität des Erregers, dem Wirt und seiner Umgebung. Während bei Rindern, kleinen Wiederkäuern als auch bei Stuten Chlamydien regelmäßig aus Abortmaterial isoliert werden (8–10), ist dies in der Routinepraxis bei Schweinen mit Fruchtbarkeitsstörungen nur in den seltensten Fällen möglich und auch sonst sind Untersuchungsergebnisse nicht klar interpretierbar. Im Rahmen dieser Umfrage sollte die Gelegenheit genutzt werden, österreichische SchweinepraktikerInnen über ihre Erfahrungen im Feld im Bezug auf Chlamydiendiagnostik sowie Diagnosestellung zu befragen, um einen Status quo zu definieren. Die Auswertungen der Antworten sollen als Basis dienen für die Erkennung von Schwachpunkten und somit zur Verbesserung der aktuell vorhandenen Diagnostik.

Zusätzlich soll das Procedere in der Schweinepraxis erhoben werden, sofern die Diagnose einer Chlamydiose im Raum stehen sollte: Wahl der Therapeutika, Therapielänge, Applikationsform sowie prophylaktische Maßnahmen. Diese Vorgangsweisen sind in keinen Lehrbüchern zu finden und daher sollen die Antworten der PraktikerInnen zeigen, wie im Feld vorgegangen wird. Wir stellten die Hypothese auf, dass die praktizierenden TierärztInnen einen unterschiedlichen Zugang zur Vorgangsweise zur Diagnosestellung, Therapie und Prophylaxe haben. Innovative Ideen können aufgegriffen, Wissenslücken anhand von Fortbildungen gefüllt und auftretende Probleme in Form von wissenschaftlichen Studien untersucht werden.

2. Literaturübersicht

2.1. Chlamydien

2.1.1 Generelles

Chlamydien haben einen einzigartigen Entwicklungszyklus mit zwei verschiedenen Formen - Elementarkörperchen (EK) und Retikularkörperchen (RK). Die EK stellen die infektiöse, extrazelluläre Form dar und sind metabolisch inaktiv. Diese Form wird durch direkte oder indirekte Übertragung über Schleimhäute aufgenommen und infiziert vorzugsweise Epithelzellen von Schleimhäuten des Magen-Darmtrakts, der Atemwege, des Urogenitaltrakts, der Konjunktiven, jedoch auch Makrophagen und Monozyten, indem sie aktiv in die Zellen eindringen und dort von einem Zelleinschluss („inclusion“) eingehüllt wird. Im Einschluss wandeln sich die EK zu metabolisch aktiven, nicht infektiösen RK um, die sich durch Zellteilung vermehren (7, 11). Sie sind im Vergleich zu anderen Bakterien abhängig von ATP und GTP ihres Wirtes (12). Später wandeln sich die RK wieder in EK um, der Einschluss hat nun eine Größe von rund 20 µm und sie verlassen die Zelle, nachdem diese zerplatzt ist. Jede einzelne infektiöse Form infiziert wieder andere Zellen (11). Dieser Entwicklungszyklus dauert abhängig von der Chlamydienspezies 48-72 Stunden (13).

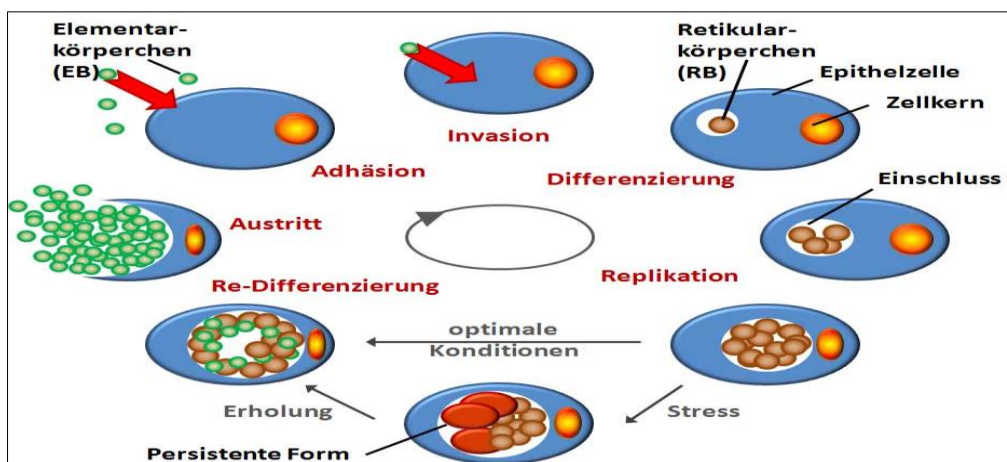


Abb. 1: Schematisch dargestellter Chlamydien Entwicklungszyklus (Quelle: <https://www.genomforschung.hhu.de/chi/entwicklungszyklus-chlamydien>).

2.1.2 Taxonomie der Chlamydien

Chlamydia (C.) spp. sind gramnegative, obligat intrazelluläre Bakterien (7). Das Genus *Chlamydia* gehört zur Ordnung der Chlamydiales und zur Familie der *Chlamydiaceae*. Derzeit sind 11 Spezies des Genus *Chlamydia* bekannt: *C. abortus*, *C. avium*, *C. caviae*, *C. felis*, *C. gallinacea*, *C. muridarum*, *C. pecorum*, *C. pneumoniae*, *C. psittaci*, *C. suis* und *C. trachomatis* (14). Bis in die 1960er Jahre wurden Chlamydien aufgrund ihrer kleinen Größe sogar den Viren zugeordnet (15). Beim Schwein sind die häufigsten 4 Arten: *C.suis*, *C.abortus*, *C.pecorum* und *C. psittaci*, Chlamydieninfektionen beim Schwein verlaufen oft asymptomatisch und daher wird in der Regel auf einen Nachweis verzichtet (7).

Familie	Genus	Spezies
<i>Chlamydiaceae</i>	<i>Chlamydia</i>	<i>C. suis</i>
		<i>C.abortus</i>
		<i>C. pecorum</i>
		<i>C. psittaci</i>
		<i>C. avium</i>
		<i>C. gallinacea</i>
		<i>C. muridarum</i>
		<i>C. felis</i>
		<i>C. caviae</i>
		<i>C. pneumoniae</i>
		<i>C. trachomatis</i>

Tab.1: Taxonomie der Familie *Chlamydiaceae*. Hervorgehobene Spezies sind für Schweine pathogen.

2.1.3 *C. suis*

C. suis ist die am häufigsten vorkommende Chlamydienart in Hausschwein- und Wildschweinpopulationen (7). *C. suis* -Stämme wurden vor 1999 aufgrund der Homologie zur ompA-DNA Sequenz als *C. trachomatis* bezeichnet (16). Der Referenzstamm wurde in Österreich in den 1960er Jahren aus dem Kot eines asymptomatischen Schweines isoliert (17). *C. suis* ist ein endemischer Schweineerreger und wird mit einer Vielzahl von Krankheiten und pathologischen Veränderungen in Verbindung gebracht (7), darunter Konjunktivitis (18), Pneumonie (19), Enteritis (20, 21) und Polyarthrit, Perikarditis und Polyserositis bei Ferkeln (22). Darüber hinaus kann die Infektion bei Sauen verschiedene Reproduktionsstörungen verursachen wie Aborte (23, 24), perinatale und neonatale Sterblichkeit (25), vaginaler Ausfluss, Umrauschen, Mumifizierung und Geburt lebensschwacher Ferkel (26, 27), schlechte Reproduktionsleistung bei Sauen (28) und sowie bei Ebern Orchitis, Epididymitis und Urethritis (29) sowie die Abnahme der Spermienmotilität und Absterben von mehr als die Hälfte der Spermien (30).

Übertragung und Pathogenese von *C. suis* sind, wie auch für alle anderen schweinepathogenen Chlamydienspezies, noch lange nicht vollständig geklärt, Infektionsquellen, Infektionswege, Vektoren und Infektionskinetik in Schweinehaltungsbetrieben sind meist nur spekulativ. Das *C. suis* Reservoir ist der Darm, wo sie auch verlässlich nachgewiesen werden können (31–33), Besiedelungen sind jedoch selten mit klinischen Symptomen verbunden (34, 32). Daher scheint eine Übertragung über den fäkal-oralen Weg (32) die häufigste, aber auch über Aerosole oder direkten Kontakt (35) ist die Übertragung bekannt.

Die zoonotische Bedeutung von *C. suis* wurde noch nicht vollständig geklärt (36), allerdings gibt es Beschreibung von einem Nachweis von *C. suis* bei Schlachthofmitarbeitern und Landwirten (37, 38).

2.1.4 *C. abortus*

C. abortus hat Zoonosepotential und kann beim Menschen nach Kontakt mit infizierten Tieren Aborte auslösen, allerdings wurde bisher keine Übertragung vom Schwein auf den Menschen beschrieben (14). Während *C. abortus* hauptsächlich mit Aborten bei großen und kleinen

Wiederkäuern in Verbindung gebracht wird (39), kann diese Spezies auch bei Schweinen Aborte auslösen und wurde in Zervixtupfern von Sauen nachgewiesen (26).

2.1.5 *C. pecorum*

C. pecorum kann bei Wiederkäuern, Schweinen und Koalas mit Erkrankungen isoliert werden (10, 40, 41). Die Symptome sind etwas unterschiedlich. Bei Schweinen reichen diese von Pneumonie, Enteritis, Polyarthritits und Serositis bis zu Aborten und Konjunktivitis (42). Bei Koalas führt die Infektion insbesondere zu Konjunktivitis, Reproduktionsstörung sowie einer hohen Morbidität und Mortalität (43, 40). *C. pecorum* ist nach neuem Forschungsstand für den Menschen nicht infektiös (42).

2.1.6 *C. psittaci*

C. psittaci ist der Erreger der Ornithose und Psittakose der Vögel und der am besten erforschte Zoonoseerreger der *Chlamydiaceae* (44). Es können sich neben Vögeln auch Menschen, Pferde und Schweine infizieren (42), bei Schafen und Ziege kann der Erreger einen enzootischen Abort verursachen (10). Bei Vögeln sind Infektionen mit Pneumonien, Perikarditis, Peritonitis, Konjunktivitis, Enteritis und Hepatitis verbunden. Bei Pferden kann es zu Aborten kommen. *C. psittaci* wurde bei Schweizer Zuchtsauen aus dem Genitaltrakt (45) und aus der Lunge einer belgischen Sau isoliert (46). Eine Infektion kann beim Schwein einen milden Verlauf von Enteritis verursachen (47). Die Übertragung kann durch das Einatmen von kontaminierten Aerosolen von Augen- und Nasenausflüssen oder aber auch durch Staub erfolgen (7).

2.1.7. Chlamydien und Fruchtbarkeitsprobleme beim Schwein

Bei Ebern wurden Chlamydieninfektionen im Zusammenhang mit Orchitis, Epididymitis, Entzündungen der akzessorischen Geschlechtsdrüsen und Urethritis beobachtet (29). Chlamydien können bei der Ejakulation mit dem Sperma ausgeschieden werden und die Besamung gilt somit als mögliche Infektionsquelle für Sauen (30, 48).

Bei Sauen wurden Chlamydien als Ursache für Aborte (49, 23), perinatale Mortalität und Mumifikationen (50), Endometritis (45), Vaginalausfluss (28) und wiederholtes Umrauschen (26, 51) beschrieben. Chlamydien wurden im Eileiter von Sauen sporadisch nachgewiesen (45, 26). Wie sich Schweine genital infizieren, ist nicht gänzlich geklärt, man geht aber von einer aufsteigenden Infektion bei geöffnetem Muttermund, somit bei Geburt und Rausche, auch mit der Besamung, aus (48). Allerdings wurden Chlamydien im Eileiter von noch nie belegten Jungsauern detektiert, weshalb man auch davon ausgehen kann, dass es alternative Ausbreitungsrouten im Körper gibt, wie beispielsweise über das Blut- oder Lymphsystem (27). Chlamydien infizieren genitale Epithelzellen und durch die entstehenden Entzündungen im Uterus wird die Einnistung erschwert, sind Eileiter betroffen, kann es zu Verklebungen dieser kommen und im weiteren Zug zu Unfruchtbarkeit (27). Bisher gelang es noch nie, im Experiment einen Abort bei Sauen mittels Chlamydien auszulösen, dennoch werden Chlamydien immer als Aborterreger beim Schwein beschrieben (47).

2.2. Diagnostik

Eine Verdachtsdiagnose ist schwierig zu stellen, da die klinischen Anzeichen einer Chlamydieninfektion nicht eindeutig sind und eine Vielzahl an klinischen Symptomen wie Konjunktivitis, Lungenentzündung, neonatale Enteritis und Reproduktionsstörungen umfassen können (47). Im Feld bleiben *C. suis*-Infektionen, insbesondere Fruchtbarkeitsprobleme, oft unterdiagnostiziert. Dies liegt hauptsächlich an unbefriedigenden diagnostischen Routinemethoden, die unklare Ergebnisse liefern, sowie an mangelndem Wissen über die Pathogenese und immunologische Reaktionen der Erreger (52). Für den direkten Nachweis eignen sich molekulare PCR-Methoden besser als ein kultureller Nachweis, da die intrazellulären Bakterien nur mittels Zellkultur angezüchtet werden können, die nicht jedem

Labor zur Verfügung stehen und mit höheren Kosten verbunden sind. Dennoch können anhand von PCR Ergebnissen keine Aussagen bzgl. der Infektiosität bzw. Pathogenität getroffen werden (42). Erschwert wird der Nachweis durch die intermittierende Ausscheidung und die hohe Wahrscheinlichkeit der Kontamination bei der Probenentnahme durch die ubiquitär vorhandenen Chlamydien. Dies gilt sowohl für die Entnahme von Genitalproben (Vaginaltupfer, Zervikaltupfer) als auch bei Samenproben im Rahmen der Absamung, aber auch bei Untersuchung des bereits am Boden gelegenen Abortmaterials. Im Gewebe selbst kann man Chlamydien auch mittels immunhistochemischer Färbemethoden darstellen (20, 19). Der Nachweis einer Beteiligung von *C. suis* an der Pathogenese von Fruchtbarkeitsstörungen bei Sauen ist besonders herausfordernd. Daher werden *C. suis*-Infektionen häufig klinisch nach Ausschluss anderer bekannter Erreger diagnostiziert (47) oder auf den indirekten Erregernachweis mittels Komplementbindungsreaktion (KBR) zurückgegriffen (52).

2.2.1. Direkter Nachweis

2.2.1.1. Molekulargenetischer Nachweis mittels PCR

PCR und quantitative RT-PCR (Real-Time-PCR) sind die gebräuchlichsten molekularbiologischen Techniken zur Detektion von Chlamydien (42, 47, 7). Die PCR stellt eine schnelle Nachweismethode dar, die eine Differenzierung der verschiedenen Spezies zulässt (14), es gibt jedoch auch Chlamydien übergreifende PCRs. Die quantitative Real-time PCR (qPCR) ermöglicht eine Quantifizierung der gewonnenen DNA, da auch definierte Standards mitlaufen.

2.2.1.2. Zellkultur Nachweis

Die Anzucht von Chlamydien wird nicht als Routineuntersuchung durchgeführt, sondern nur in spezialisierten Labors, da gewisse Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden müssen und es sich um einen Zoonoseerreger handelt. Die Anzucht erfolgt mit Hilfe von Zellkulturen (7).

Zellkulturen sind die geeignetste Methode zur Isolierung von *Chlamydiaceae*, aber bei Schweinestämmen hat sich diese Methode nur teilweise erfolgreich bewährt, da sich die Anzucht abhängig vom Stamm als schwierig bzw. zeitaufwendig erweist (7). Es stehen zahlreiche Zelllinien für den Nachweis von Chlamydien zur Verfügung (53–55).

Der Vorteil dieser Methode besteht in der Nachweisbarkeit der Lebensfähigkeit der Chlamydien. Angezüchtete Chlamydien können auf Resistenzen überprüft werden. Rückschlüsse auf die Pathogenität des Erregers sind jedoch nicht möglich. Die Anzüchtung der Chlamydien im Zellkultursystem ist hoch spezifisch, aber Nachteile sind der hohe Zeit- und Arbeitsaufwand und auch der hohe Kostenfaktor (7).

2.2.1.3. Immunhistochemischer Nachweis

Der Immunhistochemie kommt eine große Bedeutung bei Infektionsstudien zu, da man die Detektion der Erreger im Gewebe mit den histologischen Läsionen asoziiieren kann (42). Ein zellreiches Probenmaterial ist Voraussetzung für den erfolgreichen Antigennachweis. Die meisten Färbemethoden können nicht zwischen den Arten unterscheiden, sondern sagen nur aus, ob Chlamydien generell vorhanden sind oder nicht (7). Zu den immunhistochemischen Färbungen zählen die Immunhistochemie und die Immunfluoreszenz (IF).

2.2.1.4. Immunhistochemische Färbung (IHC)

Diese Methode wird im Tierversuch als Goldstandard verwendet (7). Kauffold et al. (2006) haben histologische Schnitte von Ovidukten sowie Uteri von Sauen mit Fruchtbarkeitsstörungen mit Peroxidase- Antiperoxidase gegen LPS (Lipopolysacharied) Antigen der Chlamydien gefärbt (27).

2.2.1.5. Immunofluoreszenztest

Der Immunfluoreszenztest unterscheidet sich von der immunhistochemischen Untersuchung, indem Antikörper zugegeben werden, die an einen Fluoreszenzfarbstoff gekoppelt sind. Ein Nachteil dieser Methode ist die geringe Haltbarkeit markierter Präparate und hohe apparative Voraussetzungen (Fluoreszenzmikroskop). Aufgrund unspezifischer Floreszenzen können diagnostische Schwierigkeiten auftreten. Kreuzreaktionen polyklonaler Seren mit anderen Bakterien und Pilzen sind möglich.

2.2.2. Indirekter Nachweis

2.2.2.1. Komplementbindungsreaktion (KBR)

Die KBR ist die einzige derzeit in Europa verfügbare Methode, um Antikörper gegen *Chlamydiaceae* zu detektieren. Eine Unterscheidung der Antikörper gegen die verschiedenen Spezies ist nicht möglich. Für die KBR wird in den meisten europäischen Ländern ein LPS-Antigen eines vom Rind abstammenden *Chlamydia abortus* Stammes, dass alle Chlamydien enthalten, verwendet. Es handelt sich um ein subjektives Verfahren, bei dem Antigen-Antikörper-Reaktionen mit verschiedenen Titrationsstufen unter dem Mikroskop von den Befunden evaluiert werden müssen (56). Der Nachteil dieser Methode ist die Schwierigkeit bei der Interpretation, weil Serumantikörper auch bei Infektionen von Reproduktionstrakt, Digestionstrakt und Respirationstrakt stammen können bzw. nach Infektionsversuchen nicht

nachweisbar waren (57). Aufgrund der geringen Sensitivität der KBR beweist ein negativer Chlamydien-Antikörper-Befund keine Chlamydienfreiheit (24).

2.2.2.2. ELISA

Sensitive und spezifische Tests auf ELISA-Basis sind für die Routinediagnostik nicht kommerziell verfügbar. Er beruht auf dem Nachweis des LPS .Kreuzreaktionen sind möglich, weil LPS-Antigene auch bei anderen gramnegativen Bakterien vorkommen (58).

2.3. Therapie

Zur Behandlung von Chlamydien wird im Regelfall mit Antibiotika behandelt. Zur Bekämpfung der Krankheit werden in der Standardliteratur (47) Tetrazykline empfohlen (Chlortetrazyklin, Oxytetrazyklin, Doxyzyklin), die sich sehr gut für die Behandlung von *C.abortus*-Infektionen eignen, jedoch bei Bekämpfung von *C.suis* Infektionen nur mit Vorsicht zu verwenden sind: *C.suis* sind häufig Träger des Tetrazyklinresistenzgens, was sich auch in den meisten Fällen in der Ausprägung im Phänotyp widerspiegelt (59, 60, 52). Nach Behandlung mit Tetrazyklinen wandeln sich resistente *C.suis* Isolate in Persistenzstadien um und können zu einem späteren Zeitpunkt reaktiviert werden (61, 62). Da in den seltensten Fällen Anzuchtverfahren zum Nachweis von Chlamydien für die Routinediagnostik angeboten werden, sind Resistenztests nicht vorhanden (52). In Praxis finden dennoch vor allem Tetrazykline Anwendung. Als Alternative zu Tetrazyklinen können aber auch Chinolone (Enrofloxacin) oder Makrolide eingesetzt werden (63, 64).

Zu den Einsatzlängen der Antibiose bei Chlamydieninfektionen gibt es keine konkreten Daten. In der Literatur werden Zeiträume von 15 Tagen (65) bis 21 Tagen (66) genannt, dieser Zeitraum basiert jedoch nicht auf wissenschaftlichen Studien, sondern auf biologischen Annahmen (24). Angaben zur Dosierung gibt es keine und ist somit dem/der behandelnden Tierärztin überlassen.

2.4. Prophylaxe

Sehr wichtig ist die Reinigung von Ausrüstungen und Ställen infizierter Schweine, weil *Chlamydiaceae* bis zu 30 Tage in tierische Ausscheidung und Einstreumaterial überleben können (7). Eine Desinfektion mit den meisten gewohnt Reinigungs- und Desinfektionsmitteln inaktiviert *Chlamydiaceae* (47). Diese Desinfektionsmittel können zur Inaktivierung des Organismus verwendet werden: Ammoniumverbindungen, 70 % Isopropylalkohol, 1 % Lysol oder Chlorphenolen (47). Die Kontaktunterbindung zu Vögeln ist prophylaktisch ebenfalls von Bedeutung, weil die Vögel häufig infiziert sind (67) und als Vektoren gelten.

Eine gute Unterstützung zur Behandlung stellt die Gabe eines probiotischen Stammes von *Enterococcus faecium* dar. Dieser verringert die Übertragung von Chlamydien von natürlich mit *Chlamydiaceae* infizierten Sauen auf neugeborene Ferkel (64).

Bis jetzt gibt es keine Chlamydien-Impfstoffe für das Schwein. Die für *Chlamydiaceae* bei anderen Tieren zugelassenen Impfstoffe sind bei Schweinen unwirksam, da die Stämme sowohl genetisch als auch serologisch sehr unterschiedlich sind (7).

3. Material und Methoden

Im Jahr 2021 wurde bei 42 in Österreich praktizierenden SchweinepraktikerInnen mit dem kostenlosen Online-Umfragetool LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org>) eine anonyme Umfrage durchgeführt. Alle TeilnehmerInnen waren Mitglieder im Verein der Freunde und Förderer der Schweinemedizin (www.schweinemedizin.at), über den die Kontakte hergestellt wurden. Die Befragten arbeiteten in den größten Schweinepraxen Österreichs und hatten mindestens fünf Jahre Berufserfahrung. Der Fragebogen bestand aus 10 Fragen, die gezielt auf die Bedeutung von Chlamydieninfektionen in Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen in Schweinebetrieben abzielten. Fragenschwerpunkte lagen dabei beim Vorgehen bei Fruchtbarkeitsproblemen, diagnostischen Verfahren, Therapien, dem Einsatz von Antibiotika, prophylaktischen Maßnahmen und potenziellen Verbesserungen zur Nachweisbarkeit von Chlamydien im Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen. Mit Ausnahme der Berufserfahrung sowie des Geschlechts wurden keine persönlichen Informationen über die befragten Personen erfasst. Es war nicht möglich, Fragen zu überspringen oder bereits abgeschlossene Antworten einzusehen oder zu ändern. Die Teilnehmer konnten entweder aus zehn vorgegebenen Antwortmöglichkeiten einer Likert-Skala oder aus zwei bis sieben Antwortmöglichkeiten einer Single-Choice- oder Multiple-Choice-Frage wählen und ihre Antwort mit Erläuterungen in Textfeldern ergänzen. Die deskriptive Auswertung der Antworten erfolgte mit Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft Excel, Microsoft Corporation, USA) ausgewertet. Der kompletten Fragebogen inklusive Antwortmöglichkeiten ist am Ende dieser Arbeit zu finden.

4. Ergebnisse

Da sieben der 49 Studien Teilnehmerinnen die Umfrage nach wenigen Fragen abgebrochen hatten, wurden sie von der Studie exkludiert. Die Ergebnisse basieren daher ausschließlich auf den vollständigen und ausgewerteten Fragebögen der 42 TeilnehmerInnen.

Die Bedeutung von Chlamydieninfektionen in den Betrieben

Mehr als die Hälfte der Befragten (n=26) (59,52 %) sieht generell eine Chlamydieninfektion bei Schweinen als nicht oder wenig bedeutend an. 40,47 % (n=17) schreiben Chlamydien eine mittelmäßige Bedeutung zu. Keiner der Befragten (Grad 8-10) räumt ihnen eine (sehr) hohe Bedeutung ein (Abb.2).

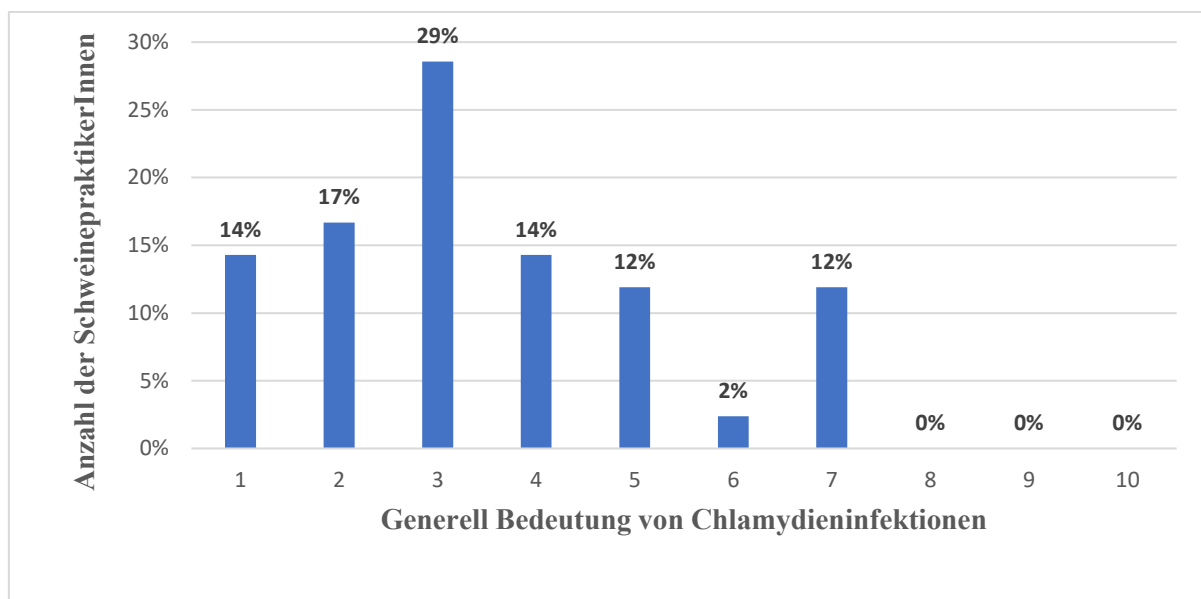


Abb. 2: Von den Befragten (n=42) genannte Gewichtung der generellen Bedeutung von Chlamydieninfektionen auf einer Likert-Skala von eins bis zehn (1 = keine Bedeutung, 10 = sehr große Bedeutung).

Die Bedeutung von Chlamydieninfektionen aus Sicht der PraktikerInnen nimmt jedoch zu, sobald Fruchtbarkeitsprobleme auftreten. Die Verteilung der Antworten ist in Abb. 3

dargestellt. 11,9 % der PraktikerInnen (n=5) schreiben in dieser Situation den Chlamydieninfektionen eine große Bedeutung zu, die Mehrheit (61,9 %; n=26) beschreibt die Bedeutung als mittelgradig (Grad 4-7), 26,19 % (n=11) (Grad 8-10) der PraktikerInnen sehen Chlamydien in Verbindung mit Fruchtbarkeitsproblemen als bedeutungslos oder zumindest als wenig bedeutsam an.

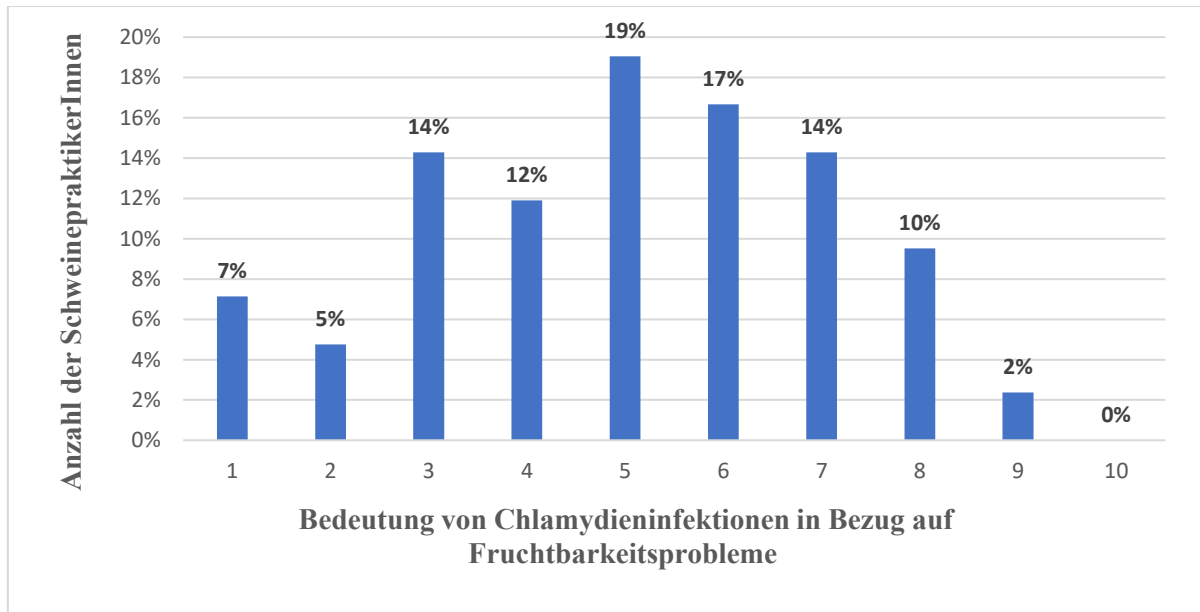


Abb. 3: Von den Befragten (n=42) genannte Gewichtung der generellen Bedeutung von Chlamydieninfektionen im Rahmen von Fruchtbarkeitsproblemen auf einer Likert-Skala von eins bis zehn (1=keine Bedeutung, 10= sehr große Bedeutung).

Symptome

Die von den Befragten beobachteten oder erwarteten klinischen Auswirkungen einer Chlamydieninfektion auf die Sauenfruchtbarkeit sind vielfältig. Die häufigsten genannten Symptome sind Umrauschen (78,57 %) (n=33), gefolgt von Aborten (52,38 %) (n=14), Vaginalausfluss (61,90 %) (n=26) sowie das Auftreten lebensschwacher oder totgeborener Ferkel (16,67 %) (n=7) und Mumien (7,14 %) (n=3), Fünf TeilnehmerInnen (11,90 %) („Sonstige“) waren entweder der Meinung, dass Chlamydien bei Fruchtbarkeitsproblemen

keine Rolle spielen oder zumindest Zweifel daran haben, weil sie sie bis dato noch nie detektieren konnten (Abb.4).

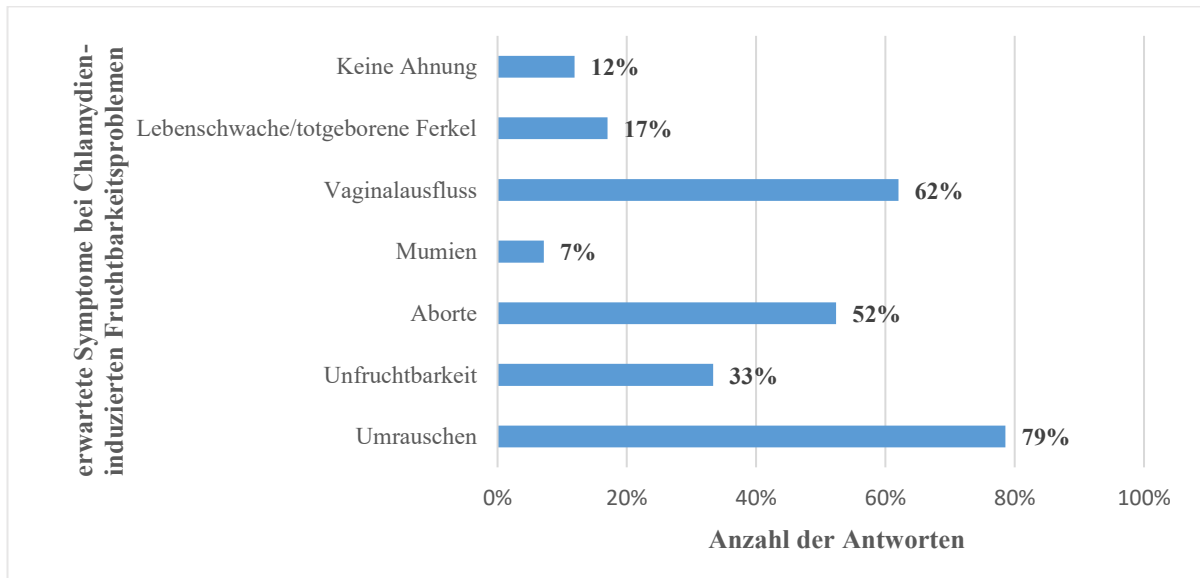


Abb. 4: Von den Befragten mit genitalen Chlamydieninfektionen assoziierte Symptome in Prozent, Mehrfachangaben waren möglich.

Chlamydiendiagnostik

Es herrscht unter den Befragten eine weit verbreitete Unzufriedenheit mit den derzeit verfügbaren Testverfahren zur Diagnosestellung von Chlamydien-assoziierten Fruchtbarkeitsstörungen (Abb. 5). Die Umfrageergebnisse zeigen, dass 73,80 % der Befragten (n=31) mit den derzeit angebotenen Testverfahren keine sinnvolle Diagnose stellen können. Hingegen sind 26,19 % (n=11) mit den vorhandenen Testverfahren zufrieden. Schwierigkeiten werden insbesondere bei der Interpretation von Antikörpern mittels KBR berichtet, in vielen Fällen werden gar nie Antikörper nachgewiesen. Es sind für manche Befragte auch die Möglichkeiten der Diagnosestellung außerhalb von KBR nicht bekannt. Prinzipiell hinterlässt sowohl ein positives als auch ein negatives Ergebnis eine gewisse Unsicherheit, ob Chlamydien ein Problem darstellen oder nicht.

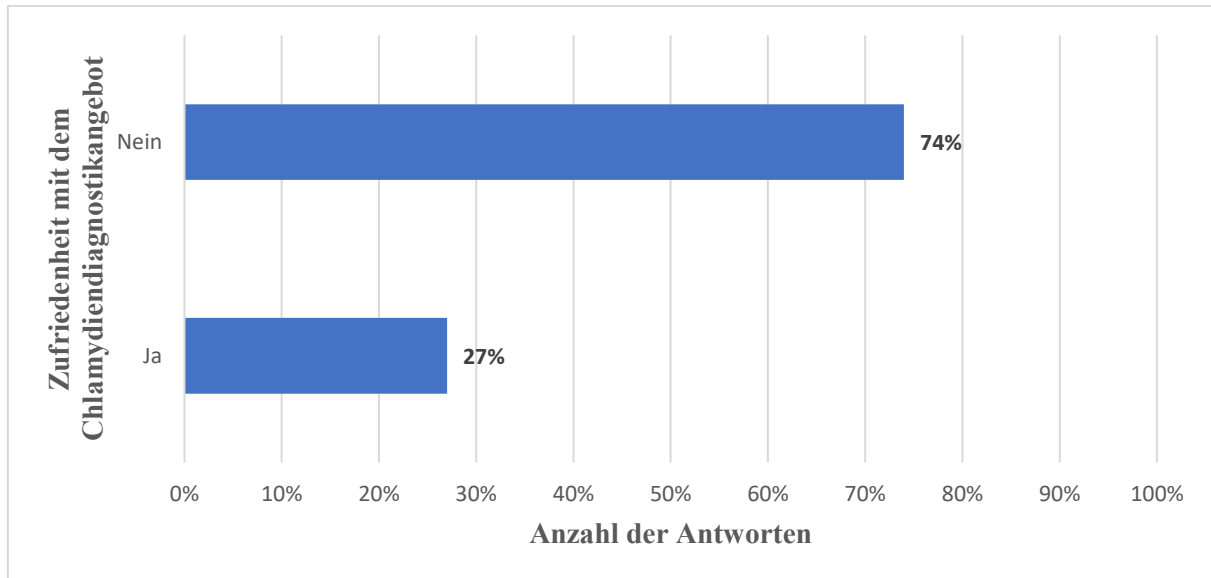


Abb. 5: Zufriedenheit der Befragten mit den derzeit zur Verfügung stehenden diagnostischen Verfahren zum Nachweis einer Chlamydieninfektion in Prozent

Keiner der Befragten hat zwar angegeben, nie Diagnostik im Bedarfsfall zu machen, allerdings gibt rund ein Fünftel (21,42 %) (n=9) an, nur selten diagnostische Verfahren in diesem Fall einzuleiten. 40,47 % der PraktikerInnen (n=17) wählten die Antworten (4 bis 7) und 38,09 % (n=16) gaben an (Grad 8-10), häufig bis immer im Verdachtsfall diagnostische Schritte einzuleiten.

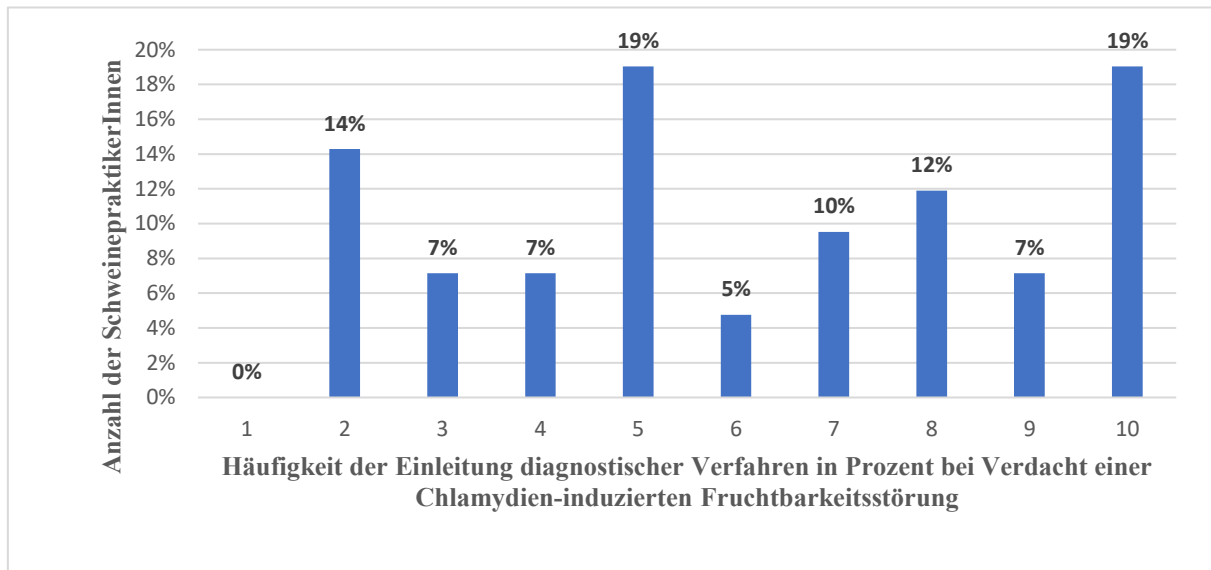


Abb. 6: Von den Befragten genannte Häufigkeit der Einleitung von diagnostischen Verfahren bei Verdacht von Chlamydien-induzierten Fruchtbarkeitsproblemen auf einer Likert-Skala von eins bis zehn (1 = keine Diagnostik, 10 = immer).

Als Nachweismethode der Wahl für genitale Chlamydieninfektionen gaben 69,05 % der Befragten (n=29) die Antikörperuntersuchung mittels Komplementbindungsreaktion (KBR) aus Serum an. Zudem werden zum molekulardiagnostischen Nachweis PCR-Tests aus Vaginaltupfern (40,48 %) (n=17), aus Abortmaterial (64,29 %) (n=27) und aus dem Genitaltrakt (beispielsweise postmortal im Rahmen des Schlachthofscreenings) (9,52 %) (n=4) gewählt. Eine befragte Person verlässt sich auf die Ergebnisse der klinischen Untersuchung. Pathohistologische Untersuchungen werden laut dieser Umfrage von den PraktikerInnen im Rahmen dieser Abklärung nicht gewünscht.

Viele geben in einem Freitexteintrag an, dass die Ergebnisse wenig aussagekräftig sind und es Unsicherheit darüber gibt, ob Chlamydien tatsächlich die Ursache des Problems sind.

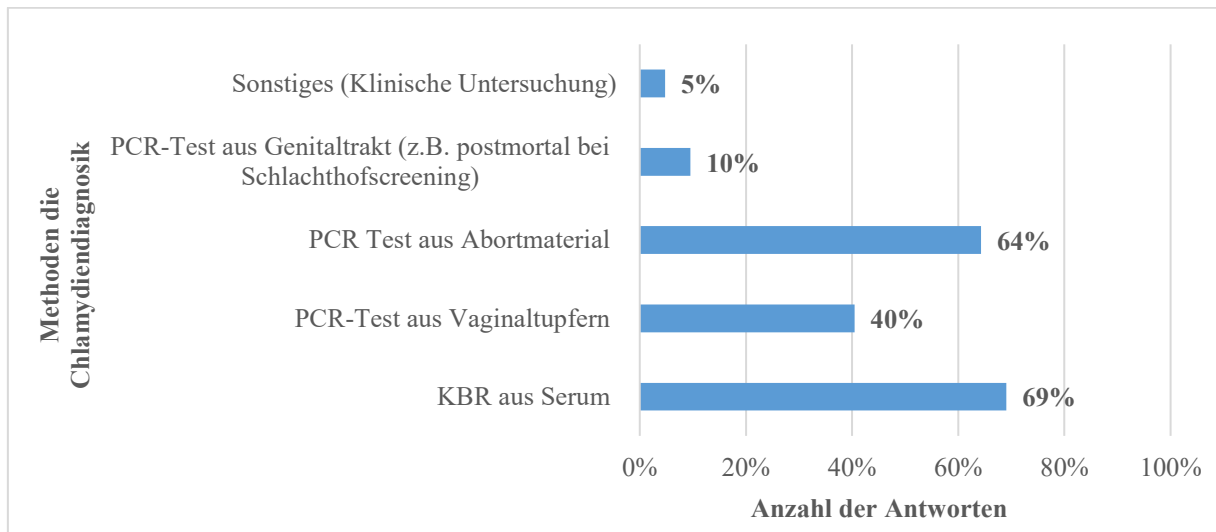


Abb. 7: Von dem PraktikerInnen gewählte Methoden für die Diagnosestellung der Chlamydien-assoziierten Fruchtbarkeitsprobleme in Prozent.

Therapie

Therapeutisch setzt die Mehrheit (95,24 %) der Befragten (n=40) bei Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankungen Tetrazykline ein (Abb.8). Makrolide wurden als Therapeutikum nur von einer befragten Person als geeignetes Antibiotikum genannt, drei weitere Personen (7,14 %) nannten den Einsatz weiterer Antibiotikagruppen. Niemand wählte keinen Einsatz von Antibiotika als Therapieoption. Zu „Sonstiges Methoden“ gab es drei Antworten, unter anderem wurde die Behandlung nach Antibiotogramm genannt.

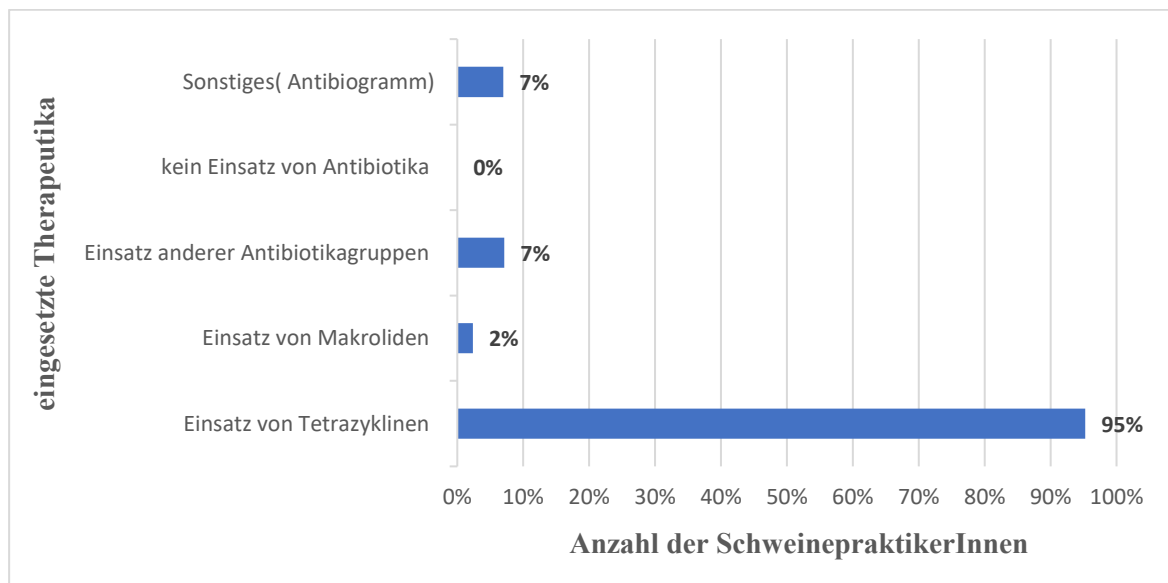


Abb. 8: Von den PraktikerInnen gewählte Therapie zur Behandlung von Chlamydieninfektionen in Prozent.

Bei der Dauer des Einsatzes von Antibiotika im Verdachts- oder bestätigten Fall einer Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankung gaben 47,62 % der Befragten (n=20) an, dass sie diese 11-15 Tage lang einsetzen, 26,8 % (n=11) gaben an, den Einsatz von 5-10 Tagen zu bevorzugen. Einige Teilnehmer verwenden die Antibiotika auch länger als 15 Tage (11,90 %, n=5) oder über 21 Tage (9,52 %, n=4) (siehe Abb.9).

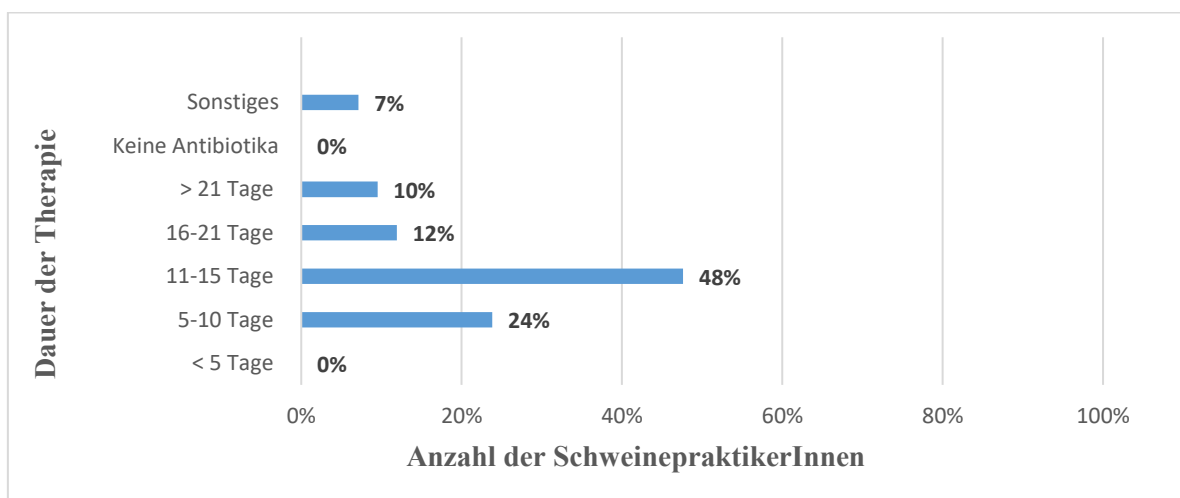


Abb. 9: Dauer der von den praktizierenden TierärztInnenen gewählten Therapie in Tagen.

Prophylaxe

Prophylaktisch werden verschiedenste Maßnahmen ergriffen, um Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankungen vorzubeugen. Dazu gehören vorrangig orale Bestandsbehandlungen oder orale terminorientierte Behandlungen mit Tetrazyklinen (insbesondere Oxytetrazyklinen, auch Doxycyclinen) (Angabe von 45 % der Befragten; Tab.2) – die im Prinzip viel mehr eine Metaphylaxe darstellen -, verbesserte Hygienepraktiken inklusive Reinigung und Desinfektion (Angabe von 57 % der Befragten) sowie Bekämpfung von Schadnagern und Fernhalten von Vögeln und anderen Tieren (31 %).

Die terminorientierte Verabreichung von Tetrazyklinen über die Belegung wird von den Befragten wesentlich häufiger angewendet als eine Bestandsbehandlung. Der gesamte Bestand wird nur dann behandelt, wenn die klinische Situation dies zulässt. Dies wird dann ein bis zweimal im Jahr durchgeführt. Angaben zur genauen Länge sowie zur den eingesetzten Antibiotikakonzentrationen wurden nicht angeführt. Die Angaben zur terminorientierten Gabe von Tetrazyklinen waren wesentlich genauer (Tab. 2), wobei der Zeitraum vom Absetzen bis zur Besamung am häufigsten genannt wurde. Ein/e Praktiker/In appliziert parenteral bei Umrauschsauen über einen Zeitraum von drei Tagen OTC. Zusätzlich werden in vielen Fällen auch Jungsaugen vor der ersten Belegung entweder noch im Quarantänestall oder direkt nach dem Einstellen in die Sauenherde entweder oral mit Tetrazyklinen behandelt oder mit organischem Material (z.B. Kot) der Sauen in Kontakt gebracht, um sich bereits vor der Trächtigkeit mit Chlamydien auseinanderzusetzen.

Tab. 2: Angaben zur zeitlichen Durchführung bei terminorientierter Gabe von Tetrazyklinen

Absetzen bis Besamung
5-7 Tage vor dem Absetzen bis zur Belegung (40-50mg/kg KGW)
Ab Absetztag 10 Tage lang
5 Tage vor bis 2 Tage nach Belegung
Absetzen bis Rausche
Ab Absetztag bis 5 Tage nach Belegung
Von Rauschebeginn bis mindestens 16. Trächtigkeitstag

Als Verbesserungsmaßnahmen bei der Hygiene wurden insbesondere Reinigung und Desinfektionsvorkehrungen genannt, aber auch Maßnahmen wie Kotentfernung und Aufrechterhaltung trockener Liegeflächen sowie Hygienemaßnahmen bei der Besamung. Um das Risiko einer Übertragung über den Deckakt zu minimieren, wird oft auch entweder der Eber ausgetauscht oder auf künstliche Besamung umgestellt.

Weitere Maßnahmen von einzelnen PraktikerInnen sind Vaginal-/Uterusspülungen oder hormonelle Unterstützungen von betroffenen Sauen, allerdings wurden dazu keine näheren Angaben gemacht. Betroffene, nicht auf Therapie ansprechende Tiere, werden in den meisten Fällen zur Schlachtung gebracht. Eine Person sieht eine Lösung in der Aufrechterhaltung intakter Harntrakte und setzt ihren Fokus auf Tränkewassermanagement und Zugluftminimierung. Ein weiterer prophylaktischer Zugang ist die Behandlung mit Probiotika und es wird *Enterococcus faecium* als geeignet genannt. Für einige PraktikerInnen ist die Aufklärung der Landwirte über die Früherkennung einer Chlamydiose die wichtigste Maßnahme und andere legen besonderen Wert auf die Abklärung von anderen pathogenen Erregern wie beispielsweise PRRSV oder Leptospirose. Die Herstellung einer stallspezifischen Vakzine wurde auch in Betracht gezogen.

Die Befragten durften am Ende der Umfrage an die Universität Wünsche sowie Vorschläge zur Verbesserung der Chlamydiendiagnostik nennen. Zusammenfassend ging es um:

1. Entwicklung verbesserter Diagnoseverfahren: Die Befragten interessierten sich für die Entwicklung von zuverlässigeren und sensitiveren Testverfahren, um Chlamydien, aber auch andere potenzielle Fruchtbarkeitserreger wie Leptospiren frühzeitig und genau nachweisen zu können. Dies würde dazu beitragen, falsch negative Ergebnisse zu reduzieren und eine effektivere Diagnose zu ermöglichen.
2. Identifikation von Infektionsquellen: Die Befragten wünschten sich eine genauere Untersuchung der Infektionsquellen von Chlamydien in Schweinebetrieben. Dies könnte helfen, die Verbreitung der Erreger besser zu verstehen und gezielte Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle zu entwickeln.
3. Präventive Maßnahmen: Neben der Hygieneverbesserung und Schadnagerbekämpfung interessierten sich die Befragten für weitere präventive Maßnahmen. Dazu gehören beispielsweise die Untersuchung der Wirksamkeit von Desinfektionsverfahren, die Verwendung von Probiotika oder anderen Zusätzen im Futter, um das Immunsystem der Schweine zu stärken sowie die Optimierung des Besamungsmanagements, um das Risiko einer Übertragung zu verringern.
4. Erforschung der Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit: Die Befragten zeigten Interesse an weiteren Studien, die die genauen Auswirkungen von Chlamydieninfektionen auf die Fruchtbarkeit von Schweinen untersuchen. Dies könnte helfen, die Mechanismen der Infektion besser zu verstehen und gezielte Behandlungsstrategien zu entwickeln.
5. Bewertung der Wirksamkeit von Antibiotika: Die Befragten wünschen sich auch eine umfassende Untersuchung zur Wirksamkeit von Antibiotika bei der Bekämpfung von Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitsproblemen. Dies könnte zur Optimierung der Behandlungslänge sowie Dosierung der Antibiotikatherapie beitragen und alternative Behandlungsmöglichkeiten aufzeigen.

5. Diskussion

Der Fragebogen wurde von einer repräsentativen Stichprobe an österreichischen SchweinepraktikerInnen beantwortet, welche den Umgang mit Fruchtbarkeitsprobleme beim Schwein in Österreich gut widerspiegelt. Begründet ist dies in der langjährigen Berufserfahrung und dem hohen Anteil der Arbeit als SchweinepraktikerIn im Verhältnis zur Gesamttätigkeit.

In der Praxis werden Chlamydieninfektionen im Allgemeinen eher weniger Bedeutung zugeschrieben, sind Fruchtbarkeitsprobleme im Spiel, nimmt die Bedeutung für die praktizierenden TierärztInnen zu. Allerdings ist es offensichtlich, dass die Meinungen stark voneinander abweichen. Niemand hat außerdem angegeben, dass Chlamydien im Fall von Fruchtbarkeitsproblemen eine sehr große Rolle spielen. Die Begründung dafür spiegelt sich in den zahlreichen Angaben zu den diagnostischen Interpretationsmöglichkeiten sowie den seltenen Nachweisen von Chlamydien im Fall von Aborten oder Umrauschen wieder. Zusätzlich gibt es kaum wissenschaftliche Beweise dafür, dass Chlamydien als ursächliche Erreger in Frage kommen. Es werden zwar in der Literatur eine Vielzahl von klinischen Erkrankungen beschrieben, die jedoch experimentell kaum bestätigt werden konnten. Aborte bei Sauen konnten bisher experimentell noch nie ausgelöst werden. Das derzeitige Wissen stammt somit von Fallberichten aus dem Feld, wo Chlamydien meist mittels PCR detektiert wurden, jedoch Kontaminationen mit den ubiquitär vorhandenen und meist rektal ausgeschiedenen Chlamydien nie ausgeschlossen werden konnten. Es ist aber nicht verwunderlich, dass die Befragten als Chlamydien-assoziierte Symptome Umrauschen, Aborte, Vaginalausfluss sowie Auftreten lebensschwacher oder totgeborener Ferkel und Mumien nennen, nachdem dies die Hauptsymptome sind, die in jedem Lehrbuch stehen. Dennoch ist die Nachweisrate offensichtlich nicht besonders hoch, obwohl die in der Literatur empfohlenen Materialien wie Abortmaterial, Vaginaltupfer oder ganze Reproduktionstrakte nach Schlachtung zum molekulargenetischen Nachweis mittels PCR eingesendet werden. Viel mehr noch werden Serumproben zum Antikörpernachweis mittels KBR entnommen, doch die Interpretation dieser Ergebnisse ist schwer, da ein boviner *C. abortus* Stamm als Antigen eingesetzt wird und kein schweinespezifischer Stamm und es keine Kenntnisse zur Kreuzprotektion mit anderen Chlamydienspezies gibt und zweitens auch in experimentellen Infektionsstudien gezeigt werden konnte, es ist nicht automatisch zu Serokonversion nach

Infektion kommen muss. Viele Schweine serokonvertieren nie, obwohl sie ständige Träger im Intestinaltrakt sind. Derzeit ist nicht einmal bekannt, ob es chlamydienfreie Schweinebetriebe in Österreich gibt, es wird aber nicht davon ausgegangen. Somit wundert es nicht, dass die Zufriedenheit über die vorhandenen Testsysteme bei den meisten PraktikerInnen nicht vorhanden ist. Außerdem ist mit diesem Hintergrundwissen auch nachvollziehbar, warum viele PraktikerInnen auch auf Diagnostik verzichten und der Wunsch an die Universität laut wird, die Forschung dahingehend anzukurbeln und validierte direkte und indirekte Testsysteme mit mehr Aussagekraft zu erschaffen.

Der Einsatz von Tetrazyklinen, insbesondere Oxytetrazyklin, aber auch Doxzyzyklin, ist durchaus beliebt, sollten Fruchtbarkeitsprobleme in irgendeiner Weise mit Chlamydien, aber auch mit Leptospiren in Zusammenhang gebracht werden. Im Prinzip ist das Erstellen eines Resistenztests in der Praxis nicht existent, obwohl es prinzipiell labortechnisch möglich wäre, sofern Chlamydien in genügend großer Zahl in einem Tiermaterial vorhanden sind, die richtigen Proben entnommen werden sowie ein für die Anzucht spezialisierte Labor zu Verfügung steht. Generell werden in jedem Lehrbuch Tetrazykline als Mittel der Wahl bei einer Chlamydieninfektion genannt. Dies sollte allerdings nicht für die Behandlung von *C. suis* gelten, die in den allermeisten Fällen Tetrazyklinresistenzgene tragen, die meist auch mit einer tatsächlichen Resistenz korrelieren. Eine Behandlung mit Oxytetrazyklinen führt somit einerseits zu nur kurzen Behandlungserfolgen und auch zur Entstehung von Persistenzstadien mit Möglichkeit einer Reaktivierung zu einem späteren Zeitpunkt, was die beschriebenen wiederholenden Behandlungen zwischen Absetzen und Besamung erklären könnte. Positive Bestände können somit auch nie negativ werden, wie auch eine befragte Person im Fragebogen hinterfragt hat. Das Wissen über die Tetrazyklinresistenzen bei *C. suis* dürfte bei den österreichischen PraktikerInnen nicht präsent sein, da auch die Nachweismethode des Tet (C) Gens von niemanden angesprochen wurde und Tetrazykline trotz allem vorrangig eingesetzt werden, nicht nur zur Therapie, auch zur Prophylaxe. Einige Befragte nannten die Wahl von Doxycyclin, gegen das *C. suis* weniger Resistenzen aufweist (52). Die in der Humanmedizin im Fall von Chlamydieninfektionen hauptsächlich eingesetzten Makrolide sind in der Schweinepraxis für diese Fragestellung nicht geläufig. Dies könnte daran liegen, dass Makrolide den kritischen Antibiotika zugeordnet werden (68).

Zwar sind in der Literatur Tetrazykline als Mittel der Wahl gelistet, man findet jedoch nichts über die empfohlene Dauer sowie tägliche Dosierung der Antibiose. Fast die Hälfte der Befragten behandelt über einen Zeitraum von 11 bis 15 Tagen, Angaben zur Dosierung gab es nur von einer Person, nämlich 40-50mg/kg KGW.

Derzeit sind in Österreich bei Schweinen vier Oxytetracyclin Dihydrat-Präparate zur intramuskulären Anwendung sowie acht Oxytetracyclinhydrochlorid Präparate (drei Injektionspräparate und fünf Präparate in Pulverform) zugelassen (www.arzneimittelspezialitätenregister.at, letzter Zugriff 17.9.2023). Alle Injektionspräparate haben eines gemeinsam: Anwendungsgebiet beim Schwein sind vorwiegend Infektionen des Respirationstraktes verursacht durch *Pasteurella multocida*, zusätzlich bei einigen Präparaten auch Nabelschnurinfektionen und septische Arthritis, Rotlauf oder Rhinitis atrophicans, jedoch nie Infektionen des Geschlechtstraktes bzw. Chlamydieninfektionen. Präparate in Pulverform hingegen haben laut Fachinformation ein generelleres Anwendungsgebiet, nämlich die Behandlung bakteriell bedingter Infektionskrankheiten, insbesondere Infektionen des Respirationstraktes („Oxytetracyclin „vitnirMED“ 371 mg/g Pulver zum Eingeben für Kälber und Schweine“ zusätzlich Erkrankungen des Harn- und Geschlechtsapparates und des Verdauungstraktes), verursacht gegenüber Oxytetracyclin-empfindlicher Erreger. Alle Präparate weisen aber darauf hin, dass durch das breite Wirkungsspektrum unter anderem auch Chlamydien erfasst werden. Es wird auch in allen Fachinformationen darauf hingewiesen, dass insbesondere bei Streptokokken, Staphylokokken, *E.coli*, Pasteurellen, Klebsiellen, Corynebakterien, Clostridien, Bordetellen, Aeromonaden und Yersinien erhebliche Resistenzen zu erwarten und daher vor der Behandlung die Sensitivität der nachgewiesenen Erreger zu überprüfen sind. Resistenzen bei *C. suis* werden nicht erwähnt und die Durchführung von Resistenztests bei Chlamydien wird in der Routinediagnostik nicht angeboten.

Aufgrund seiner besseren Fettlöslichkeit und höheren Zellmembranpermeabilität im Vergleich zu Tetrazyklin besitzt Doxycycline eine bessere Wirksamkeit gegen Chlamydien mit erworbener Tetrazyklin-Resistenz. Es sind derzeit in Österreich 13 verschiedene Doxycyclinpräparate zur Trinkwasser- oder Futtermedikation für das Schwein zugelassen. Wieder allen gemeinsam ist das Anwendungsgebiet: insbesondere Erreger des Atemtraktes wie Mykoplasmen oder Pasteurellen. Wieder wird in den Fachinformationen eine Wirksamkeit gegenüber Chlamydien festgehalten.

In keinem einzigen Tetrazyklinpräparat wird demnach eine Empfehlung der Dosierung und Einsatzlänge abgegeben – nachdem Praktiker dringend solche Empfehlungen bräuchten, benötigt es umgehend Studien, die hinweisgebend sein können.

Eine Entscheidung für Tetrazykline könnte darin begründet sein, dass diese relativ preiswert sind und ein breites Wirkspektrum haben (62, 69). Der Einsatz von Tetrazyklinen gegen Chlamydieninfektionen ohne vorherige Resistenztests ist auch bedenklich, da *C. suis* ein zoonotisches Potential besitzt und sowohl tierische als auch menschliche Chlamydieninfektionen in erster Linie mit Tetracyclin oder seinen Derivaten behandelt werden (38, 70, 37, 71, 69, 72). Werden die Aussagen auf eine Therapie gegen Chlamydien bezogen, so lassen sie sich mit einer groß angelegten Feldstudie von Hoffmann et al. (2015) vergleichen. In dieser war trotz Einsatz unterschiedlicher Antibiotikakombinationen keine der Behandlungen in der Lage, die Chlamydieninfektionen auf Herden- oder Einzeltierebene zu beseitigen.

Derzeit ist keine Impfung für Schweine auf dem Markt verfügbar. Das zwingt die Tierärzte und Landwirte dazu, die Übertragung von den ubiquitär vorhandenen und ständig rektal ausgeschiedenen Chlamydien über Tier zu Tier Kontakt zu minimieren. Dies ist zum einen höchst effektiv, wenn die Tierdichte auf ein Minimum reduziert wird, was jedoch von keinem Befragten angegeben wurde. Zum anderen ist die Maximierung von Hygienemaßnahmen mit korrekter Reinigung und Desinfektion ein wichtiger prophylaktischer Bestandteil, der auch von den Befragten genannt wurde. Optimierungen der Besamungsmethoden sind klar definiert, genauso die Reinigung – geeignete Desinfektionsmittel wurden bisher jedoch noch nie wissenschaftlich getestet und können auch nicht auf der DVG-Liste gefunden werden. Dies sollte auf alle Fälle auch eine wissenschaftliche Fragestellung für die Zukunft darstellen, um den Abtötungsprozess ausgeschiedener Elementarkörperchen zu gewährleisten. PraktikerInnen nennen auch Schädnerbekämpfung sowie Fernhalten von Vögeln und Katzen, nicht nur von den Schweinen, aber auch vom Futterlage. Studien über die Übertragung von Chlamydien über Schädner sind bisher nicht bekannt, aber durchaus denkbar, Schädnerbekämpfung ist jedoch in jedem Fall sinnvoll, da diese auch andere Pathogene wie Leptospiren übertragen können. Nicht zu vergessen ist auch das mögliche zoonotischen Potential von *C. suis* oder *C. abortus* durch direkten Kontakt mit

Schweinen. Somit ist das Tragen von Handschuhen bei Besamung oder Geburt auf jeden Fall zu empfehlen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Konzept für die Prophylaxe, Diagnostik und Therapie von Fruchtbarkeitsprobleme bei Schweinen für TierärztInnen sehr hilfreich wäre. Derzeit bedarf es einer gewissen Eigeninitiative sowie etwas Kreativität, sollte eine Chlamydieninfektion im Verdacht stehen, denn jede/r Tierärztin ist mit der Entscheidung sich selbst überlassen. Es bedarf auch an Empfehlungen über die Art und Dauer der Einsatz von Antibiotika bei Chlamydieninfektionen, um einen maximalen Therapieerfolg zu bekommen sowie der Entstehung von Resistenzen vorzubeugen.

6. Zusammenfassung

Chlamydia spp. sind gramnegative, obligat intrazelluläre Bakterien mit einem breiten Wirtsspektrum und beschäftigen weltweit die Human- und die Veterinärmedizin epidemiologisch. Chlamydien haben ein breites Wirtsspektrum und können vielfältige Krankheitssymptome hervorrufen. Obwohl übereinstimmend angenommen wird, dass Chlamydien-induzierten Fruchtbarkeitsproblemen bei der Sau verursachen, sind zahlreiche Fragen ungeklärt. Ziel dieser Arbeit war es deshalb, Fruchtbarkeitsprobleme bei Sauen und deren mögliche Bedeutung als Infertilitätsursache zu ermitteln. Obwohl Fruchtbarkeitsproblemen in Schweinebeständen regelmäßig auftreten, gibt es in der Literatur kaum Informationen über diagnostische und prophylaktische, therapeutische Maßnahmen. Ziel dieser Studie war es, mit Hilfe des Umfrageprogramms Lime Survey, 42 SchweinepraktikerInnen anonym zu ihren diesbezüglichen Ansichten und Vorgehensweisen zu befragen.

Generell scheint die Bedeutung von Chlamydien nicht hoch zu sein, in Verbindung mit Fruchtbarkeitsproblemen nehmen Chlamydien jedoch einen höheren Stellenwert ein, jedoch ein Viertel der Befragten stuften Chlamydien in diesem Zusammenhang als eher bedeutungslos ein. Von den PraktikerInnen wird Chlamydiose verbunden mit Umrauschen (78,57 %), gefolgt von Aborten (52,38 %), Vaginalausfluss (61,90 %) sowie das Auftreten lebensschwacher oder totgeborener Ferkel (16,67 %) oder Mumien (7,14 %). Mehr als die Hälfte (69,05 %) der Befragten führen zur Diagnosestellung Antikörperuntersuchungen mittels Komplementbindungsreaktion (KBR) durch, zudem werden PCR-Tests aus Vaginaltupfern (40,48 %), aus Abortmaterial (64,29 %) und aus dem Genitaltrakt (z.B. postmortal bei Schlachthofscreening) (9,52 %).

Die Behandlung umfasst vor allem Tetrazykline (95,24 %), vereinzelt werden auch Makrolide (2,38%) oder andere Antibiotikagruppen (7,14%) eingesetzt – Prinzipiell wird bei Verdacht immer antibiotisch behandelt. Der Behandlungszeitraum variiert zwischen 5 Tage und 10 Tagen (23,81 %), und von 11 bis 15 Tage (47,62 %), sowie von 16 bis 21 Tage (11,90 %), und mehr als 21 Tage (9,52 %). Das Wissen über vermehrt vorkommende Tetrazyklin resistente Chlamydienstämme ist kaum verbreitet, da über die Mehrheit der TierärztInnen eine Fruchtbarkeitsprobleme durch Chlamydien mit Tetrazyklin therapieren würde. Es bestehen

Unsicherheiten im Umgang mit Fruchtbarkeitsproblemen, wenn eine Chlamydiose im Raum steht. Das Abwägen zwischen wirtschaftlichen Interessen, der Umsetzbarkeit und dem Tierwohl spielt eine wichtige Rolle.

Zusammenfassend zeigen die Umfragedaten, dass Chlamydieninfektionen in Schweinebetrieben eine gewisse Bedeutung haben, insbesondere im Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsproblemen. Die derzeitigen diagnostischen Verfahren werden von vielen Befragten als unzureichend empfunden, und es besteht ein Bedarf nach verbesserten Nachweisverfahren. Die therapeutischen Maßnahmen umfassen den Einsatz von Tetrazyklinen und prophylaktische Maßnahmen zur Hygieneverbesserung, Schädigenderbekämpfung und Bestandsbehandlungen mit Tetrazyklinen. Die Befragten wünschen sich auch weitere Forschung zur Verbesserung der Diagnose und zur Vorbeugung von Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankungen in Schweinebetrieben.

7. Summary

Chlamydia spp. are Gram-negative, obligate intracellular bacteria with a broad host range and are of epidemiological concern to human and veterinary medicine worldwide. *Chlamydiae* have a broad host range and can cause a variety of disease symptoms. Although it is generally accepted that chlamydia-induced fertility problems in sows, many questions remain unanswered. The aim of this work was therefore to determine fertility problems in sows and their possible significance as a cause of infertility. Although fertility problems occur regularly in pig herds, there is little information in the literature on diagnostic and prophylactic, therapeutic measures. The aim of this study was to anonymously ask 42 pig practitioners about their views and practices in this regard using the Lime Survey programme.

The general importance of chlamydia does not seem to be high, but in connection with fertility problems, chlamydia takes on a higher significance, though a quarter of the respondents rated chlamydia as rather insignificant in this context. Among practitioners, chlamydiosis is associated with rebreeding (78.57 %), followed by abortions (52.38 %), vaginal discharge (61.90 %), and the occurrence of weak or stillborn piglets (16.67 %) or mummies (7.14 %). More than half (69.05 %) of the respondents choose antibody tests (complement fixation test CFT) to get the diagnosis; in addition, PCR tests are carried out from vaginal swabs (40.48 %), abortion material (64.29 %) and genital tract (e.g., post-mortem in slaughterhouse screening) (9.52 %).

Treatment mainly includes tetracyclines (95.24 %), occasionally macrolides (2.38 %) or other antibiotic groups (7.14 %) - In principle, antibiotic treatment is always chosen if chlamydiosis is suspected. The treatment period varies between 5 days and 10 days (23.81 %), and from 11 to 15 days (47.62 %), as well as from 16 to 21 days (11.90 %), and more than 21 days (9.52 %). Knowledge about the increased incidence of tetracycline-resistant chlamydia strains is scarcely widespread, as more than the majority of veterinarians would treat fertility problems caused by chlamydia with tetracycline. There is uncertainty in dealing with fertility problems when chlamydiosis is present. Weighing up economic interests, feasibility and animal welfare plays an important role.

In summary, the answers show that chlamydial infections are of some importance in pig farms, especially in relation to fertility problems. Current diagnostic procedures are perceived as inadequate by many respondents and there is a need for improved detection methods. Therapeutic measures include the use of tetracyclines and prophylactic measures for hygiene improvement, rodent control and stock treatments with tetracyclines. Respondents also want further research to improve diagnosis and prevention of chlamydia-related fertility diseases in pig farms.

8. Tabellenverzeichnis

Tab.1: Taxonomie der Familie <i>Chlamydiaceae</i>	3
Tab. 2: Angaben zur zeitlichen Durchführung bei terminorientierter Gabe von Tetrazyklinen.....	21

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Schematisch dargestellter Chlamydien Entwicklungszyklus	4
Abb. 2: generelle Bedeutung von Chlamydieninfektionen.....	14
Abb. 3: Bedeutung von Chlamydieninfektionen in Bezug auf Fruchtbarkeitsprobleme.....	15
Abb. 4: Symptome von Chlamydieninfektionen.....	16
Abb. 5: Zufriedenheit mit der Chlamydiesdiagnosestellung.....	17
Abb. 6: Häufigkeit der Einleitung von diagnostischen Verfahren bei Verdacht von Chlamydien-induzierten Fruchtbarkeitsproblemen.....	17
Abb. 7: Methoden für die Diagnose „Chlamydien-bedingte Fruchtbarkeitsprobleme“.....	18
Abb. 8: Therapeutische Methoden zur Behandlung von Chlamydieninfektionen.....	19
Abb. 9: Dauer der Therapie.....	20

10. Abkürzungsverzeichnis

Abb.=	Abbildung
AK=	Antikörper
C.=	<i>Chlamydia</i>
DNA =	Desoxyribonukleinsäure
EB =	Elementary body (Elementarkörperchen)
E. coli=	<i>Escherichia coli</i>
ELISA=	Enzyme linked immunosorbent assay
IFT =	Immunfluoreszenztest
IHC=	Immunohistochemie
PCR=	Polymerase chain reaction (Polymerasekettenreaktion)
PRRSV =	Porzines Reproduktives und Respiratorisches Syndrom Virus
PCV2 =	porzines Circovirus 2
KBR =	Komplementbindungsreaktion
RNA =	Ribonukleinsäure
rRNA =	Ribosomale RNA
RB =	Reticulate body (Retikularkörperchen)
LPS =	Lipopolysaccharid
spp. =	Spezies (Plural)
Tab. =	Tabelle
z.B. =	zum Beispiel

11. Literaturverzeichnis

1. Heinonen M, Leppävuori A, Pyörälä S. Evaluation of reproductive failure of female pigs based on slaughterhouse material and herd record survey. *Animal Reproduction Science* 1998; 52(3):235–44.
2. Koketsu Y, Dial GD, King VL. Returns to service after mating and removal of sows for reproductive reasons from commercial swine farms. *Theriogenology* 1997; 47(7):1347–63.
3. Klingler E, Ladinig A, Ritzmann M. Nicht infektiöse Fruchtbarkeitsstörungen bei Zuchtsauen. *veterinär spiegel* 2011; 21(02):89–94.
4. Dippel M, Unterweger C, Ladinig A. Infektiöse Fortpflanzungsstörungen beim Schwein – ein Überblick. *Prakt Tierarzt* 2022; (103(10)):1050–63. https://www2.vetline-akademie.de/goto.php?target=crs_2336.
5. Nathues H, Tegeler R, Grummer B, Grosse Beilage E. Erregernachweis bei Reproduktionsstörungen in Schweinebeständen. Retrospektive Auswertung labordiagnostischer Untersuchungen. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 2011; 39(3):155–61.
6. Kirkwood RN, Althouse GC, Yaeger MJ, Carr J, Almond GW. Diseases of the reproductive system. Zimmerman JJ, Karriker LA, Ramírez A, Schwartz KJ, Stevenson GW, editors 2012:329–47.
7. Schautteet K, Vanrompay D. *Chlamydiaceae* infections in pig. *Veterinary research* 2011; 42:29.
8. Bocklisch H, Ludwig C, Lange S. Chlamydien als Abortursache beim Pferd. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 1991; 104(4):119–24.
9. Henning K, Sachse K, Sting R. Nachweis von Chlamydien bei einem Stutenabort. *Deutsche tierärztliche Wochenschrift: wissenschaftliche Zeitschrift für die Veterinärmedizin* 2000; (107):49–52.
10. Pospischil A, Thoma R, Bomhard W von, Reitt K, Cantieni J, Zimmermann D et al. Abort beim Rind durch *Chlamydia psittaci*. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2002; 144(9):467–72.
11. Borel N, Polkinghorne A, Pospischil A. A Review on Chlamydial Diseases in Animals: Still a Challenge for Pathologists? *Vet Pathol* 2018; 55(3):374–90.

12. Spickler AR DVM PhD. Zoonotic Chlamydiae Maintained in Mammals: Chlamydiosis 2017 [cited 2023 Jun 4]. Available from: URL: <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/chlamydiosis.pdf>.
13. Morais J, Claudia A, Anjos Pires Md. Psittacosis. In: Payan Carreira R, editor. Insights from Veterinary Medicine. InTech; 2013. p. 129–62.
14. Sachse K, Bavoil PM, Kaltenboeck B, Stephens RS, Kuo C-C, Rosselló-Móra R et al. Emendation of the family Chlamydiaceae: proposal of a single genus, Chlamydia, to include all currently recognized species. Syst Appl Microbiol 2015; 38(2):99–103.
15. Pienaar JG, Schutte AP. The occurrence and pathology of chlamydiosis in domestic and laboratory animals: a review 1975.
16. Kaltenboeck B, Storz J. Biological properties and genetic analysis of the ompA locus in chlamydiae isolated from swine. American journal of veterinary research 1992; 53(9):1482–7.
17. Koelbl O. Untersuchungen über das Vorkommen von Miyagawanellen beim Schwein. Wien Tierärztl Monatsschr 1969; (56):355–61.
18. Rogers DG, Andersen AA. Conjunctivitis caused by a swine Chlamydia trachomatis-like organism in gnotobiotic pigs. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 1999; 11(4):341–4.
19. Reinhold P, Kirschvink N, Theegarten D, Berndt A. An experimentally induced *Chlamydia suis* infection in pigs results in severe lung function disorders and pulmonary inflammation. Veterinary research 2008; 39(3):35.
20. Guscetti F, Schiller I, Sydler T, Heinen E, Pospischil A. Experimental enteric infection of gnotobiotic piglets with *Chlamydia suis* strain S45. Veterinary microbiology 2009; 135(1-2):157–68.
21. Rogers DG, Andersen AA. Intestinal lesions caused by a strain of *Chlamydia suis* in weanling pigs infected at 21 days of age. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 2000; 12(3):233–9.
22. Willigan DA, Beamer PD. Isolation of a transmissible agent from pericarditis of swine. Journal of the American Veterinary Medical Association 1955; 126(935):118–22.
23. Thoma R, Guscetti F, Schiller I, Schmeer N, Corboz L, Pospischil A. Chlamydiae in porcine abortion. Vet Pathol 1997; 34(5):467–9.
24. Unterweger C, Ruczizka U, Hießberger N, Spargser J, Hennig-Pauka I. Diagnostische Abklärung von Aborten bei Zuchtsauen nach Leptospiren- und Chlamydieninfektion. Schweiz Arch Tierheilkd 2018; 160(7-8):475–80.

25. Woollen N, Daniels EK, Yeary T, Leipold HW, Phillips RM. Chlamydial infection and perinatal mortality in a swine herd. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1990; 197(5):600–1.
26. Camenisch U, Lu ZH, Vaughan L, Corboz L, Zimmermann DR, Wittenbrink MM et al. Diagnostic investigation into the role of *Chlamydiae* in cases of increased rates of return to oestrus in pigs. *Vet Rec* 2004; 155(19):593–6.
27. Kauffold J, Melzer F, Berndt A, Hoffmann G, Hotzel H, Sachse K. *Chlamydiae* in oviducts and uteri of repeat breeder pigs. *Theriogenology* 2006; 66(8):1816–23.
28. Eggemann G, Wendt M, Hoelzle LE, Jäger C, Weiss R, Failing K. Zum Vorkommen von Chlamydien-Infektionen in Zuchtsauenbeständen und deren Bedeutung für das Fruchtbarkeitsgeschehen. *DTW Dtsch Tierarztl Wochenschr* 2000; 107(1):3–10.
29. Sarma DK, Tamuli MK, Rahman T, Boro BR, Deka BC, Rajkonwar CK. Isolation of chlamydia from a pig with lesions in the urethra and prostate gland. *Vet Rec* 1983; 112(22):525.
30. Kauffold J, Melzer F, Henning K, Schulze K, Leiding C, Sachse K. Prevalence of chlamydiae in boars and semen used for artificial insemination. *Theriogenology* 2006; 65(9):1750–8.
31. Pospischil A, Wood RL. Intestinal Chlamydia in pigs. *Vet Pathol* 1987; 24(6):568–70.
32. Li M, Jelocnik M, Yang F, Gong J, Kaltenboeck B, Polkinghorne A et al. Asymptomatic infections with highly polymorphic *Chlamydia suis* are ubiquitous in pigs. *BMC veterinary research* 2017; 13(1):370.
33. Hoffmann K, Schott F, Donati M, Di Francesco A, Hässig M, Wanninger S et al. Prevalence of chlamydial infections in fattening pigs and their influencing factors. *PloS one* 2015; 10(11):e0143576.
34. Szeredi L, Schiller I, Sydler T, Guscetti F, Heinen E, Corboz L et al. Intestinal Chlamydia in finishing pigs. *Vet Pathol* 1996; 33(4):369–74.
35. Becker A, Lutz-Wohlgroth L, Brugnera E, Lu ZH, Zimmermann, Grimm F et al. Intensively kept pigs pre-disposed to chlamydial associated conjunctivitis. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 2007; 54(6):307–13.
36. Englund S, af Segerstad CH, Arnlund F, Westergren E, Jacobson M. The occurrence of *Chlamydia* spp. in pigs with and without clinical disease. *BMC veterinary research* 2012; 8(1):9.
37. Puyseleir K de, Puyseleir L de, Dhondt H, Geens T, Braeckman L, Morré SA et al. Evaluation of the presence and zoonotic transmission of *Chlamydia suis* in a pig slaughterhouse.

- BMC infectious diseases 2014; 14(1):560. Available from: URL: <https://doi.org/10.1186/s12879-014-0560-x>.
38. Puyseleyn L de, Puyseleyn K de, Braeckman L, Morré SA, Cox E, Vanrompay D. Assessment of *Chlamydia suis* Infection in Pig Farmers. Transboundary and emerging diseases 2017; 64(3):826–33.
 39. Borel N, Pospischil A. Chlamydien bedingte Aborte bei kleinen und grossen Wiederkäuern. Kleintierpraxis 2008; 16(3):77–80.
 40. Hulse LS, Hickey D, Mitchell JM, Beagley KW, Ellis W, Johnston SD. Development and application of two multiplex real-time PCR assays for detection and speciation of bacterial pathogens in the koala. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation 2018; 30(4):523–9.
 41. Jelocnik M, Bachmann NL, Kaltenboeck B, Waugh C, Woolford L, Speight KN et al. Genetic diversity in the plasticity zone and the presence of the chlamydial plasmid differentiates *Chlamydia pecorum* strains from pigs, sheep, cattle, and koalas. BMC genomics 2015; 16(1):1–14.
 42. Borel N, Polkinghorne A, Pospischil A. A Review on Chlamydial Diseases in Animals: Still a Challenge for Pathologists? Vet Pathol 2018; 55(3):374–90.
 43. Hulse LS, Beagley K, Ellis W, Fitzgibbon S, Gillett A, Barth B et al. Epidemiology of chlamydia-induced reproductive disease in male koalas (*Phascolarctos cinereus*) from southeast Queensland, Australia as assessed from penile urethral swabs and semen. J Wildl Dis 2020; 56(1):82–92.
 44. Rohde G, Straube E, Essig A, Reinhold P, Sachse K. Chlamydial zoonoses. Dtsch Arztebl Int 2010; 107(10):174–80.
 45. Busch M, Thoma R, Schiller I, Corboz L, Pospischil A. Occurrence of Chlamydiae in the Genital Tracts of Sows at Slaughter and their Possible Significance for Reproductive Failure. J Vet Med Series B 2000; 47(6):471–80.
 46. Vanrompay D, Geens T, Desplanques A, Hoang TQT, Vos LD, van Loock M et al. Immunoblotting, ELISA and culture evidence for *Chlamydiaceae* in sows on 258 Belgian farms. Veterinary microbiology 2004; 99(1):59–66. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378113503003870>.
 47. Broes A, Taylor DJ, Martineau G-P. Miscellaneous Bacterial Infections; 2019. (Wiley Online Books).
 48. Kauffold J, Wehrend A. Fertilitätsstörungen beim weiblichen Schwein. Tierärztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 2014; 42(03):179–86.

49. Schiller I, Koesters R, Weilenmann R, Thoma R, Kaltenboeck B, Heitz P et al. Mixed infections with porcine *Chlamydia trachomatis/pecorum* and infections with ruminant *Chlamydia psittaci* serovar 1 associated with abortions in swine. *Veterinary microbiology* 1997; 58(2-4):251–60.
50. Daniels EK, Woollen NE, Wilson DJ, Phillips RM, Yeary T. Investigating the link between chlamydia and perinatal morbidity and mortality in swine herds. *Veterinary medicine (USA)* 1994.
51. Wittenbrink MM. Nachweis von Antikörpern gegen Chlamydien beim Schwein mit Hilfe eines Immunofluoreszenz- und eines Enzymimmunitests. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 1991; 104(8):270–5.
52. Unterweger C, Schwarz L, Jelocnik M, Borel N, Brunthaler R, Inic-Kanada A et al. Isolation of Tetracycline-Resistant *Chlamydia suis* from a Pig Herd Affected by Reproductive Disorders and Conjunctivitis. *Antibiotics (Basel)* 2020; 9(4).
53. Lenart J, Andersen AA, Rockey DD. Growth and development of tetracycline-resistant *Chlamydia suis*. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 2001; 45(8):2198–203.
54. Rogers DG, Andersen AA. Intestinal lesions caused by a strain of *Chlamydia suis* in weanling pigs infected at 21 days of age. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 2000; 12(3):233–9.
55. Rogers DG, Andersen AA, Hunsaker BD. Lung and nasal lesions caused by a swine chlamydial isolate in gnotobiotic pigs. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* 1996; 8(1):45–55.
56. Berdal BP, Fields PI, Melbye H. *Chlamydia pneumoniae* respiratory tract infection: the interpretation of high titres in the complement fixation test. *Scandinavian journal of infectious diseases* 1991; 23(3):305–7.
57. Unterweger C, Inic-Kanada A, Setudeh S, Knecht C, Duerlinger S, Stas M et al. Characteristics of *Chlamydia suis* Ocular Infection in Pigs. *Pathogens* 2021; 10(9).
58. Sachse K, Hotzel H. Detection and Differentiation of Chlamydiae by Nested PCR. In: Sachse K, Frey J, editors. *PCR Detection of Microbial Pathogens*. Totowa, NJ: Humana Press; 2003. p. 123–36 Available from: URL: <https://doi.org/10.1385/1-59259-344-5:123>.
59. Donati M, Balboni A, Laroucau K, Aaziz R, Vorimore F, Borel N et al. Tetracycline susceptibility in *Chlamydia suis* pig isolates. *PloS one* 2016; 11(2):e0149914.

60. Schautteet K, Clercq E de, Miry C, van Groenweghe F, Delava P, Kalmar I et al. Tetracycline-resistant *Chlamydia suis* in cases of reproductive failure on Belgian, Cypriote and Israeli pig production farms. *Journal of medical microbiology* 2013; 62(Pt 2):331–4.
61. Borel N, Leonard C, Slade J, Schoborg RV. Chlamydial Antibiotic Resistance and Treatment Failure in Veterinary and Human Medicine. *Curr Clin Microbiol Rep* 2016; 3:10–8.
62. Borel N, Regenscheit N, Di Francesco A, Donati M, Markov J, Masserey Y et al. Selection for tetracycline-resistant *Chlamydia suis* in treated pigs. *Veterinary microbiology* 2012; 156(1-2):143–6.
63. Schautteet K, Beeckman DSA, Delava P, Vanrompay D. Possible pathogenic interplay between *Chlamydia suis*, *Chlamydophila abortus* and PCV-2 on a pig production farm. *Vet Rec* 2010; 166(11):329–33.
64. Pollmann M, Nordhoff M, Pospischil A, Tedin K, Wieler LH. Effects of a probiotic strain of *Enterococcus faecium* on the rate of natural chlamydia infection in swine. *Infection and immunity* 2005; 73(7):4346–53.
65. Alexopoulos C, Fthenakis GC, Burriel A, Bourtzi-Hatzopoulou E, Kritas SK, Sbiraki A et al. The effects of the periodical use of in-feed chlortetracycline on the reproductive performance of gilts and sows of a commercial pig farm with a history of clinical and subclinical viral and bacterial infections. *Reprod Domest Anim* 2003; 38(3):187–92.
66. Taylor DJ, Taylor DJ. Miscellaneous bacterial infections. *Diseases of swine* 2006; 9:817–43.
67. Harkinezhad T, Geens T, Vanrompay D. *Chlamydophila psittaci* infections in birds: a review with emphasis on zoonotic consequences. *Veterinary microbiology* 2009; 135(1-2):68–77.
68. Angulo FJ, Collignon P, Powers JH, Chiller TM, Aidara-Kane A, Aarestrup FM. World Health Organization Ranking of Antimicrobials According to Their Importance in Human Medicine: A Critical Step for Developing Risk Management Strategies for the Use of Antimicrobials in Food Production Animals. *Clin Infect Dis* 2009; 49(1):132–41.
69. Wanninger S, Donati M, Di Francesco A, Hässig M, Hoffmann K, Seth-Smith HMB et al. Selective Pressure Promotes Tetracycline Resistance of *Chlamydia Suis* in Fattening Pigs. *PloS one* 2016; 11(11):e0166917. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166917>.
70. Dean D, Rothschild J, Ruettger A, Kandel RP, Sachse K. Zoonotic *Chlamydiaceae* species associated with trachoma, Nepal. *Emerg Infect Dis* 2013; 19(12):1948–55.

71. Rodolakis A, Yousef Mohamad K. Zoonotic potential of *Chlamydophila*. *Veterinary microbiology* 2010; 140(3-4):382–91.
72. Donati M, Balboni A, Laroucau K, Aaziz R, Vorimore F, Borel N et al. Tetracycline Susceptibility in *Chlamydia suis* Pig Isolates. *PLOS ONE* 2016; 11(2):e0149914.

12. Fragenbogen

1. Welche Bedeutung haben laut Ihren Erfahrungen Chlamydieninfektionen generell in Schweinebetrieben...?
 - a. Antwortmöglichkeiten 1-10, 1 = keine Bedeutung und 10 = hohe Bedeutung
2. Welche Bedeutung haben laut Ihren Erfahrungen Chlamydieninfektionen in Schweinebetrieben im Rahmen von Fruchtbarkeitsproblemen?
 - a. Antwortmöglichkeiten 1-10, 1 = keine Bedeutung und 10 = hohe Bedeutung
3. In welcher Form beobachten Sie durch Chlamydien induzierte Fruchtbarkeitsprobleme?
 - a. Umrauschen
 - b. Unfruchtbarkeit
 - c. Aborte
 - d. Mumien
 - e. lebensschwache/totgeborene Ferkel
 - f. Vaginalausfluss
 - g. Sonstiges
4. Sind Sie mit den derzeitigen Möglichkeiten in der Diagnosestellung von Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitsstörungen zufrieden?
 - a. Ja, für mich reichen die derzeit angebotenen Testverfahren für eine Diagnosestellung
 - b. Nein, ich kann mit den derzeit angebotenen Testverfahren keine sinnvolle Diagnose stellen
 - c. Sonstiges
5. Wie häufig leiten Sie bei Verdacht einer Chlamydien-induzierten Fruchtbarkeitsstörung bei Sauen diagnostische Verfahren ein?
 - a. Antwortmöglichkeiten 1-10, 1 = nie und 10 = sehr häufig
6. Wie stellen Sie im Rahmen Ihrer Möglichkeiten die Diagnose „Chlamydien-bedingte Fruchtbarkeitsprobleme“?
 - a. Antikörperuntersuchung mittels Komplementbindungsreaktion (KBR) aus Serum

- b. PCR-Test aus Vaginaltupfern
 - c. PCR Test aus Abortmaterial
 - d. PCR-Test aus Genitaltrakt (z.B. postmortal bei Schlachthofscreening)
 - e. Sonstiges
7. Wie gehen Sie im Verdachts- oder bestätigten Fall einer Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankung therapeutisch weiter vor?
- a. Einsatz von Tetrazyklinen
 - b. Einsatz von Makroliden
 - c. Einsatz anderer Antibiotikagruppen
 - d. kein Einsatz von Antibiotika
 - e. Sonstiges
8. Falls Sie Antibiotika im Verdachts- oder bestätigten Fall einer Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankung einsetzen, über welchen Zeitraum werden diese im Regelfall eingesetzt?
- a. < 5 Tage
 - b. 5-10 Tage
 - c. 11-15 Tage
 - d. 16-21 Tage
 - e. > 21 Tage
 - f. Ich setze prinzipiell in diesen Fällen keine Antibiotika ein
 - g. Sonstiges
9. Wie gehen Sie im Verdachts- oder bestätigten Fall einer Chlamydien-bedingten Fruchtbarkeitserkrankung prophylaktisch weiter vor?
10. Welche Wünsche bzw. Vorschläge haben Sie an die Universität bzgl. der Verbesserung von Nachweisbarkeit (direkt/indirekt) von Chlamydien im Fall von Fruchtbarkeitsproblemen? Welche Fragestellungen sind bei Ihnen in der Routinepraxis in diesem Zusammenhang aufgetreten?