

TIERÄRZTLICHE UMSCHAU

PFERD & NUTZTIER



Praxisdaten zu Klinik und Leistung von Porcilis® Lawsonia geimpften Tieren in deutschen Betrieben

DR. FRIEDRIKE VON UND ZUR MÜHLEN¹
FRANK PFEIFFER²
PETER SCHMIDT³
DR. KARSTEN VON BREHM⁴
KONRAD BUSEN⁵
DR. CHRISTINE RENKEN¹
DR. JOHANNA VOGELS¹
DR. ROBERT TABELING¹

Die Infektion von Mastschweinen mit Lawsonia intracellularis ist von bekannter klinischer und subklinischer, sowie von oft unterschätzter ökonomischer Bedeutung. Dabei sind bei hoher Prävalenz erhebliche Einbußen durch geringere Tageszunahmen, schlechtere Futtermittelverwertung, Inhomogenität der Tiergruppen, vermehrtes Auftreten von Kümmerern und Verlusten sowie der häufigere Einsatz von Antibiotika zur Therapie zu beobachten. Mit der Einführung des Impfstoffes Porcilis® Lawsonia steht eine prophylaktische Möglichkeit zur Verfügung, um diese Problematik verlässlich und nachhaltig zu bekämpfen. In der vorliegenden Arbeit wird anhand von 6 Praxisbeispielen der Einsatz des Impfstoffes in klinisch und subklinisch infizierten Betrieben und seine Effekte auf Klinik, Leistung der Tiere sowie auf die kritischen ökonomischen Parameter beschrieben.

Zusammenfassung

Lawsonia intracellularis (L.i.) ist in vielen Betrieben ein Thema mit subklinischer oder klinischer Relevanz. In sechs Betrieben wurde als prophylaktische Maßnahme die intramuskuläre Impfung Porcilis® Lawsonia eingeführt. Anhand einer vorher oder parallel (Betrieb 5) gemästeten Vergleichsgruppe konnte eine Auswertung von Leistungs- und Tiergesundheitsparametern und damit eine ökonomische Bewertung der Impfmaßnahme erfolgen. Die Infektionszeitpunkte unterschieden sich zwischen den Betrieben. Die Tiere wurden zu verschiedenen Zeitpunkten (nach dem 21. LT / zur Einstallung in die Mast) geimpft. Dabei wurde der Impfstoff

zum Teil in Kombination mit Porcilis® PCV M Hyo oder als Einzelimpfung appliziert. Unabhängig davon konnten die Tiere sicher gegen *L.i.* geschützt und der Erfolg der durchgeführten Impfung auf Klinik und Leistung nachgewiesen werden. Die Ausscheidung von Lawsonien konnte reduziert werden. Gleichzeitig war es möglich, das Auftreten klinischer Erscheinungen wie Durchfall, Verluste und Auseinanderwachsen deutlich zu reduzieren bis vollständig zu verhindern. Durch die Einführung der intramuskulären Impfung konnten alle Betriebe die entscheidenden Leistungsparameter (Verluste, Tageszunahmen, Futtermittelverwertung) verbessern. Daraus resultierend konnte auch auf den Einsatz von Antibiotika weitgehend verzichtet werden. Insgesamt konnte so

für alle sechs Betriebe ein ökonomischer Vorteil der Impfung mit Porcilis® Lawsonia zwischen 2,59 € und 8,15 € pro produziertem Mastschwein dargestellt werden, wobei die Impfkosten exkludiert sind.

Literatur

Lawsonia intracellularis (L.i.) ist ein intrazellulär lebendes Stäbchenbakterium, das als Erreger der Proliferativen Enteritis (PE) bekannt ist. Mit einer Prävalenz von 90,3 % in deutschen Schweinebeständen ist die Verbreitung flächendeckend (1). Infizierte Schweine können in allen Bereichen der Schweineproduktion vom Sauenbestand bis in die Mast auftreten. Die klinische Erscheinung der Ileitis ist vielseitig. Die häufigste Ausprägung der

Betrieb	1	2	3 (Bio)	4a	4b	5	6
Anzahl Sauen, ca.	300		400	2000	2000		
Ferkelaufzuchtplätze, ca.	1500		1300	9800	9800		
Mastplätze, ca.	3500	1400		11500	5000	1920	1980
Klinische Ausprägung	akut - chronisch	akut	chronisch			subklinisch	akut
Maßnahme, bislang	AB-Behandlungen	orale Lawsonia Impfung				AB-Behandlungen	AB-Behandlungen
		Via Tränke	Per Drench				
Impfung Porcilis® Lawsonia	gemischt mit Porcilis PCV M. hyo		als Einzelimpfstoff				
Alter der Tiere bei Impfung	4. LW	4. LW	4. LW	4. LW	4. LW	Masteinstallung ca. 33 kg	Masteinstallung ca. 26 kg
Aufstallung und Auswertung der Gruppen	zeitversetzt					zeitgleich	zeitversetzt

Tab. 1 Aufstellung der ausgewerteten Betriebe inklusive der Betriebscharakteristika, der eingesetzten Maßnahmen und der Impfung

Lawsonieninfektion ist die chronische Form der Proliferativen Enteritis: die Porcine Intestinale Adenomatose (PIA; 12). Vor allem jüngere Tiere sind von moderatem Durchfall betroffen, bleiben zurück und die Homogenität der Tiergruppen leidet. In vielen Fällen bleiben klinische Anzeichen im Stall weitestgehend aus, die Tiere fallen durch geringere Tageszunahmen, Auseinanderwachsen und eine schlechtere Futtermittelverwertung auf. Diese Form wird als subklinische Lawsonienkrankung bezeichnet. Schwerwiegende Läsionen der Darmschleimhaut, fibrinöse Entzündungen oder sekundäre Infektionen können der Grund für die Ausprägung einer nekrotisierenden Enteritis (NE) sein (16). Hier sind bereits ausgeprägte klinische Anzeichen inklusive eines gestörten Allgemeinbefindens zu erwarten und die Tiere kümmern deutlich. Im akuten Krankheitsfall, welcher vor allem bei der Infektion älterer Tiere (Mastschweine, Jungsauen, in seltenen Fällen auch Sauen) auftritt, ist das klinische Bild geprägt von hämorrhagischen Enteritiden und plötzlichen Todesfällen (Porcine Haemorrhagische Enteritis, PHE).

Nach der oralen Aufnahme überwindet der Erreger niedrige pH-Werte im Magen und befällt bereits nach wenigen Stunden die Enterozyten des Ileums und anderer

Darmteile (3). Befallene Kryptenepithelzellen reifen nicht aus, teilen sich aber weiter, sodass die charakteristische adenomatöse Proliferation („hirnwindungsartige Verdickung der Schleimhaut“) entsteht. Gleichzeitig ist die Anzahl der Becherzellen reduziert und die Schleimhautbarriere gestört (14). Zur Etablierung einer Infektion sind nur geringe Erregermengen nötig während jedoch große Mengen Lawsonien von infizierten Tieren ausgeschieden werden (12).

Differentialdiagnostisch sind bei einer Durchfallerkrankung virale (Circoviren, Rotaviren, Coronaviren), bakterielle (Brachyspiren, Salmonellen, E. coli) und nutritive Gründe zu nennen. Ursachen für entzündlich nekrotisierende Enteritiden oder hämorrhagische Enteropathien wie Endoparasiten und Intoxikationen sowie Magenulzera sind ebenfalls zu bedenken. Eine Diagnosestellung kann anhand von Hinweisen aus den klinischen Erscheinungen, und im Weiteren dann laboranalytischen Verfahren und der Darstellung histologischer Veränderungen erfolgen. Der direkte Erregernachweis im Gewebe ist beweisend für das Vorliegen einer *L.i.* Infektion. Bereits drei bis sieben Tage nach der oralen Aufnahme wird *L.i.* intermittierend ausgeschieden und ist im Kot nachweisbar. Der Nachweis kann mittels

PCR oder indirekter Immunfluoreszenz (IFT) geführt werden, eine Erregeranzucht wird in den meisten Laboren aufgrund des intrazellulären Wachstums nicht standardmäßig angeboten. Aufgrund der intermittierenden Erregerausscheidung kann es jedoch schwierig sein, den direkten Erreger nachweis zu führen. Ein negatives PCR Ergebnis ist daher nicht mit der Abwesenheit von *L.i.* im Betrieb gleichzusetzen. Die höchste Sensitivität dieser Methoden hat die qPCR in Einzelkotproben (16), welche die ausgeschiedene Erregermenge angibt. Aufgrund der Korrelation zwischen den Ergebnissen aus Einzel- und Sammelkotproben, können Sammelkotproben auch vor dem Hintergrund der Alltagstauglichkeit empfohlen werden (6).

Autoren konnten in ihren Untersuchungen nachweisen, dass die ausgeschiedene Erregermenge (GE) positiv mit dem Auftreten von histologischen Veränderungen an der Darmschleimhaut ab einer Menge von $10^6 \log \text{GE/g Kot}$ (10) korreliert. Antikörper können im Blut von infizierten Tieren ab 14 Tagen nach dem ersten Erregerkontakt nachgewiesen werden (13). Diese Untersuchung ist weniger als direkte Diagnostik einer akuten (oder chronischen) Infektion geeignet. Zur Eingrenzung des Infektionszeitpunktes in Form von Herdenanalysen können her-

Parameter	Einheit	
1) Individuelle Betriebsauswertung		
Futterkosten	€/Zuwachstier	Futterkosten/kg Zuwachs x mittlerer Zuwachs
Tierarztkosten		Tierarztkosten gesamt / n Zuwachstiere
Kosten Tierverluste		(n Tierverluste x Einstallgewicht x mittlerer Ferkelpreis) / n Zuwachstiere
Kosten vorzeitige Verkäufe		((n vorzeitige Verkäufe x Einstallgewicht x mittlerer Ferkelpreis)-(mittleres Gewicht vorzeitiger Verkäufe x mittlerer Erlös/kg vorzeitige Verkäufe x n vorzeitige Verkäufe))/n Zuwachstiere
entgangener Nutzen		((n Tierverluste + n vorzeitige Verkäufe x mittlerer DKfL €/Zuwachstier)) / n Zuwachstiere
Gesamtkosten		Summe aus Futter-, Tierarzt-, Tierverlust-, vorzeitigen Verlustkosten und entgangenem Nutzen
2) Kostenkalkulation LWK NRW		
Futterverwertung -0,1	€/Tier	2,14
Verluste -0,5%		0,47
3) Kostenkalkulation LfL Bayern		
Futterverwertung -0,1	€/Tier	2,10–2,20
Verluste -1,0 %		1,10–1,20

Tab. 2 Berechnungsgrundlage der ökonomischen Auswertungen

kömmliche Elisa Verfahren jedoch eingesetzt werden (16). Der Goldstandard zum Nachweis einer Lawsonieninfektion ist der immunhistochemische Nachweis von Lawsonienantigenen in Enterozyten: Mittels spezifischer Antikörper werden die Bakterien in Läsionen sichtbar gemacht (9; 5). Auch hier gilt es bei der Interpretation der Ergebnisse zu bedenken, dass die Läsionen nicht immer gleichmäßig über den Darm verteilt auftreten und die Lokalisation der Schnitte entscheidend sein kann. Anhand der Menge des dargestellten Antigens kann eine Schätzung über den Grad der Erkrankung erfolgen (5). Bei allen diagnostischen Verfahren ist eine Unterscheidung zwischen einer erfolgten Impfung oder Feldinfektion nicht möglich (16). Die durch *L.i.* hervorgerufene Erkrankung eines Bestandes verursacht auch einen ökonomischen Schaden und zwar unabhängig davon, ob das klinische Erscheinungsbild subklinisch, akut oder chronisch ist. Die höchsten Kosten eines schweinehaltenden Betriebes sind in der Regel die Futterkosten (Interaktion zwischen

Futteraufnahme, Futterverlusten und der Futterverwertung; 2). Die Futteraufnahmemenge und die Futterverwertung beeinflussen ihrerseits die Tageszunahmen und damit die Mastdauer und die Zahl der Umtriebe im Stall pro Jahr. Nimmt man nun noch die Verluste und die vorzeitigen Verkäufe mit hinzu, kann daraus eine ökonomische Gesamtbilanz gezogen werden. Um die klinischen Anzeichen und die ökonomischen Verluste zu reduzieren, werden therapeutische und prophylaktische Maßnahmen auf den Betrieben ergriffen. Aus therapeutischer Sicht kann nur der Einsatz von antibiotischen Wirkstoffen als erfolgversprechender Ansatz dargestellt werden. Die Medikation kann auf Einzeltierbasis per Injektion, aber auch als Gruppenmedikation über Wasser oder Futter erfolgen. Im Fokus sind hier die Wirkstoffe Tiamulin, Tylosin und Lincomycin. Bei der Behandlung der Tiere mit Antibiotika ist zu beachten, dass der Behandlungserfolg bei fortgeschrittenem Verlauf eingeschränkt sein kann bzw. die Tiere dennoch weiterhin eine reduzierte Mastleistung aufwei-

sen können (16). Auf der anderen Seite kann eine sehr frühe Behandlung die aktive Immunantwort beeinträchtigen, wodurch diese Tiere nach Beendigung der Behandlung erneut empfänglich für eine Infektion und Erkrankung sein können (12). Durch strikten Tierverkehr, intensives Insekten- und Schädnermanagement und vollständige Reinigung und Desinfektion von Ställen gelingt es zwar, den Erregerdruck zu senken. Eine Elimination kann jedoch nicht erreicht werden. Auch der Einsatz nicht-antibiotischer Futterzusätze wie Säuren, Zink- und Kupferpräparate erweist sich als ineffizient in Bezug auf eine Lawsonienklinik. Zur Immunprophylaxe sind zwei Impfstoffe auf dem Markt. Eine oral zu verabreichende Lebendvaccine, die bei abgesetzten Ferkeln ab einem Alter von drei Lebenswochen eingesetzt werden kann. Seit 2019 ist mit Porcilis® Lawsonia eine intramuskulär und seit 2021 mit Porcilis® Lawsonia ID eine intradermal und damit tierindividuell zu verabreichende Vakzine zugelassen. Hierbei handelt es sich um

Betrieb	1	2	3	4a / 4b	5	6
Klinik Vergleichsgruppe	blutiger Durchfall, red. Futteraufnahme	Verluste ab ca. 110 kg; sonst eher Subklinik	Verluste, vor allem in der Aufzucht	akute PIA, Kümmern ab ca. 13./14. LW; inhomogen	Vereinzelt Durchfall,	akute PIA ab ca. 50. Masttag
Klinik Impfgruppe	weniger Durchfall	weniger Verluste	keine Klinik mehr	fast vollständig beruhigt	tendenziell etwas weniger Durchfall	keine Klinik mehr
Diagnostik Vergleichsgruppe						
Serologie (n)	30	20	-	30	20	30
pos/frgl/neg**	17 / 2 / 11	6 / 4 / 10		17 / 2 / 11	12 / 2 / 6	13 / 4 / 13
Alter bei ersten AK-Nachweisen	Ab Mitte der Mast	Ab Ende der Mast		ab Mitte der Mast	Mast-anfang	Ab Ende Mittelmast
PCR (n)	3	6	3	3	4	3
pos/frgl/neg**	1 / 0 / 2	0 / 0 / 6	3 / 0 / 0	1 / 0 / 2	3 / 0 / 1	1 / 0 / 2
höchster Wert (log GE/g Kot)	8,45		7,55	ct 38	7,16	5,67
Diagnostik Impfgruppe						
Serologie (n)	30	49	20	-	-	20
pos/frgl/neg**	23 / 1 / 6	38 / 17 / 10	6 / 2 / 12			20 / 0 / 0
PCR (n)	11	15	12	-	6	6
pos/frgl/neg**	5 / 2 / 4	6 / 2 / 7	5 / 0 / 7		1 / 7 / 1	0 / 0 / 6
höchster Wert (log GE/g Kot)	5,56 (8,26)*	5,99	6,23		4,01	-
*Einzeltier mit klinischer Symptomatik, nach Einzeltierbehandlung unauffällig						
**positiv/fraglich/negativ						

Tab. 3 Klinisches Bild und diagnostische Aufarbeitung auf den Betrieben in den Vergleichs- und Impfgruppen (Porcilis® Lawsonia)

einen Totimpfstoff, der bei Schweinen ab einem Alter von 3 Wochen zugelassen ist. Dieser Impfstoff muss nicht geboostert werden und kann einzeln oder gemischt mit Porcilis® PCVM Hyo (intramuskulär) oder gemischt mit Porcilis® PCV ID (intra-dermal) eingesetzt werden. In Zulassungsstudien konnte gezeigt werden, dass durch die aktive Immunisierung eine Reduzierung von Durchfall, intestinalen Läsionen und Mortalität erreicht wurde. Zusätzlich waren die durch eine Lawsonieninfektion auftretenden geringeren Tageszunahmen sowie die Erregerausscheidung reduziert (8). Die Immunität beginnt vier Wochen nach der intramuskulären Verabreichung der Impfung und schützt die Tiere über 21 Wochen bis zum Ende der Mast.

Material und Methoden

In sechs deutschlandweit verteilten Betrieben wurden, abhängig vom betrieblichen Produktionssystem, Schweine zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit Porcilis® Lawsonia intramuskulär geimpft: Entweder als Saugferkel entsprechend der Zulassung ab dem 21. Lebensstag (LT) oder als Läufer-schwein zur Einstallung in die Mast. Dabei erfolgte die Impfung entweder allein (nur Porcilis® Lawsonia) oder gemischt mit Porcilis® PCV M Hyo. Die Bewertung der neu etablierten Lawsonien-Impfmaßnahme erfolgte anhand von Diagnostik vor und nach dem Einsatz der Impfung sowie auf Grundlage der betriebsindividuellen biologischen und ökonomischen Leistungsda-

ten. Diese Daten wurden im Rahmen der routinemäßigen Dokumentation und der Feldbeobachtungen sorgfältig erhoben und deskriptiv auf betriebsindividueller Ebene ausgewertet.

Betriebe

Die Betriebe erhielten aus Gründen der Anonymisierung fortlaufende Nummern (1–6) zur Identifikation. In vier Betrieben wurden die Ferkel als Saugferkel geimpft (Betriebe 1, 2, 3, 4), wobei im Betrieb 4 zwei Mastställe in die Auswertung einbezogen wurden (4a und 4b). Bei Betrieb 3 handelt es sich um einen Biobetrieb mit Sauenhaltung, Aufzucht und angeschlossener Mast eines Teiles der Tiere. Da hier einige Besonderheiten zu beachten sind, werden die Ergebnisse

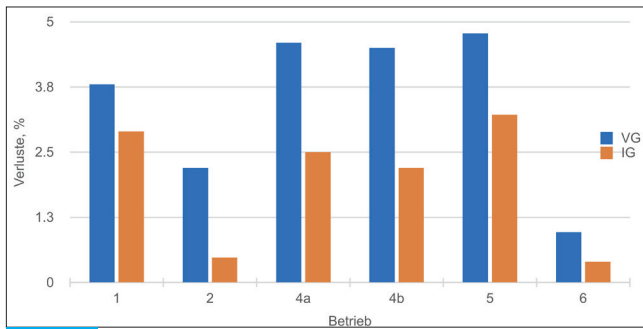


Abb. 1 Tierverluste (%) in den Betrieben inklusive prozentualer Veränderung zwischen Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG)

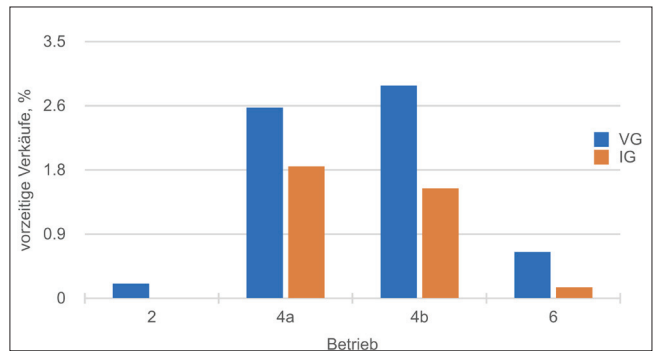


Abb. 2 Vorzeitige Verkäufe (%) in den Betrieben in Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG)

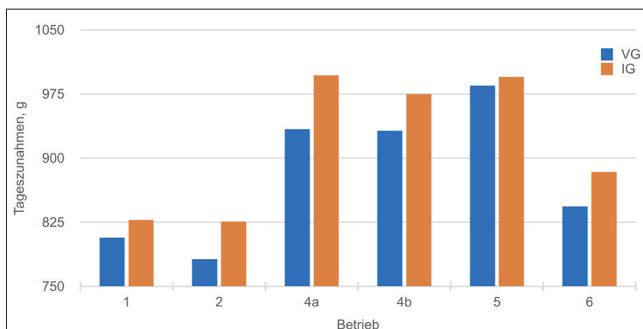


Abb. 3 Tageszunahmen in den Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG) der Betriebe

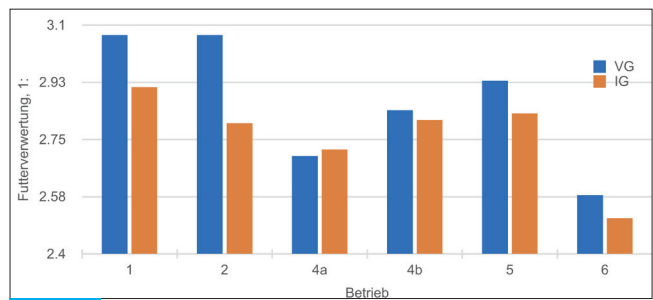


Abb. 4 Futterverwertung (1) in den Betrieben inklusive prozentualer Veränderung zwischen Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG)

dieses Betriebes gesondert dargestellt. In den Betrieben 5 und 6 wurden die Läufer bei Einstellung in die Mast geimpft. In allen Betrieben wurde vorab durch den bestandsbetreuenden Tierarzt eine Lawsonieninfektion diagnostiziert. Das klinische Erscheinungsbild variierte zwischen den Betrieben: In vier der Betriebe wurde ein chronisches Geschehen im Sinne einer PIA beschrieben, zwei Betriebe berichteten von einem akuten Geschehen (PHE) in der Endmast. In einem Mastbestand wurde der Verlauf der Infektion als subklinisch eingeordnet (Tabelle 1). Neben der unterschiedlichen klinischen Ausprägung der Lawsonienproblematik auf den ausgewerteten Betrieben unterschied sich auch die Bekämpfungsstrategie vor der Einführung der intramuskulären Impfung. Es wurden entweder antibiotische Wirkstoffe (AB-Behandlung) auf Einzeltierebene, als orale Gruppenbehandlungen (Betriebe 1, 5, 6) eingesetzt oder aber eine orale Impfung vorgenommen (Betriebe 2, 3, 4).

Diagnostik

In allen Betrieben wurden durch die bestandsbetreuenden Tierärzte im Rah-

men des Routinemonitorings Probeentnahmen zur Analyse der Bestandssituation durchgeführt. Dabei wurde ein besonderer Fokus auf die Abklärung vorhandener gastrointestinaler Infektionen gelegt. Als Untersuchungsmaterial dienten Kot- (Sammelkot) und/oder Serumproben. Diese wurden vor der Etablierung des neuen Impfkongzeptes mit Porcilis® Lawsonia sowie im Verlauf der Beobachtungen der Impfgruppe im Rahmen der Routinemonitorings entnommen. Die Untersuchung der Proben erfolgte bei der IVD GmbH in Seelze. Die Blutproben wurden mittels blocking ELISA auf spezifische Antikörpertiter (AK) gegen *L.i.* untersucht (SVANOVIR®). Eine Unterscheidung von Feld- und Impfantikörpern ist anhand dieser Untersuchungsmethode nicht möglich. In den Sammelkotproben wurde ein quantitativer Erregernachweis zur Darstellung der *L.i.* Ausscheidungsmengen mittels qPCR nach Nathues et al. 2009 durchgeführt.

Biologie und Ökonomie

Auf jedem Betrieb wurde bereits vor Beginn der Porcilis® Lawsonia-Impfung eine detaillierte Datenerfassung und

Beurteilung vorgenommen. Diese dient in den dargestellten Auswertungen, mit Ausnahme von Betrieb 5 (hier paralleler Vergleich), jeweils als Vergleichsgruppe. Aus den erfassten Daten zur Mastdauer, den Gewichten der Tiere, dem Futterverbrauch, den Verlusten und den Verkäufen inkl. vorzeitigen Verkäufen (nicht in allen Betrieben erhoben bzw. aufgetreten) wurden folgende Leistungsparameter kalkuliert: Zuwachs, Tageszunahmen und Futterverwertung. Die Erfassung der hierfür notwendigen Betriebsdaten erfolgte entweder mit Hilfe eines Mastplaners oder aber mit einer betriebseigenen Auswertung in EXCEL®.

Die Berechnung der ökonomischen Gesamtbilanz der verschiedenen Mastdurchgänge und -gruppen erfolgte durch das Aufsummieren der Futter- und Tierarztkosten, der Kosten für Tierverluste und der Kosten für vorzeitige Verkäufe. In den Auswertungen, die mit einem Mastplaner erstellt wurden, wurde hier Bezug auf das Zuwachstier genommen. Als Zuwachstier gilt dabei die Anzahl der Tiere, auf die der insgesamt erreichte Zuwachs zurückgeht (Zuwachstiere (n) =

Betrieb		1	2	3	4a	4b	5	6
Tierzahl	VG	4021	412	10685	40693	15161	962	1983
	IG	2034	419	2793	11183	4142	962	1533
Einstallgewicht, mittel, kg	VG	27,4	30,0	9,3	29,3	28,4	36,1	26,7
	IG	27,3	31,7	10,2	30,3	28,4	32,9	25,9
Ausstallgewicht, mittel, kg	VG	120,9	121,1	31,4	120,3	119,4	134,8	121,9
	IG	126	120,7	34,0	121,9	122,3	132,7	123,2
Masttage, mittel	VG	116	116	62	97	98	95	113
	IG	119	108	61	92	96	100	110
Tageszunahmen, mittel, g	VG	807	782	355	934	932	985	844
	IG	828	826	389	997	975	995	884
Futterverwertung, mittel, 1:	VG	3,07	3,07	2,08	2,70	2,84	2,93	2,58
	IG	2,91	2,80	2,05	2,72	2,81	2,83	2,51

Tab. 4 Klinisches Bild und diagnostische Aufarbeitung auf den Betrieben in den Vergleichs- und Impfgruppen (Porcilis® Lawsonia)

Gesamtzuwachs (kg)/mittlerer Zuwachs pro Tier (kg)). Der Zuwachs (Einstallgewicht – Ausstallgewicht, kg) wurde für jeden Durchgang berechnet und dann über alle im Betrieb in die Feldbeobachtung eingeschlossenen Gruppen hinweg (Vergleichsgruppe, Impfgruppe) gemittelt. Mögliche Einflüsse der über einen Zeitraum nacheinander stattfindenden Durchgänge wurden dadurch reduziert. Zu den bisher genannten Kosten wurde dann der entgangene Nutzen der Tierverluste und der vorzeitigen Verkäufe addiert. Dieser entgangene Nutzen verendeter oder abgegangener Schweine ergibt sich aus dem leer verbleibenden Stallplatz und dem nicht erhaltenen Schlachterlös und wurde mithilfe der betriebsindividuellen „Direktkostenfreien Leistungen“ (DKfL) pro mittlerem Zuwachstier berechnet. Die sich aus diesen Berechnungen ergebende Gesamtbilanz der Kosten zur Produktion eines Mastschweins wurde zwischen der Vergleichs (VG)- und der Impfgruppe (IG) als Differenz dargestellt. Im zweiten Halbjahr 2020 haben wirtschaftliche Einflüsse (die Corona-Pandemie, erste Funde ASP-positiver Schweine in Deutschland) zu einer starken Marktverwerfung geführt. Daraus resultierend haben die Betriebe die schlachtreifen Schweine nicht an den Schlachthof liefern können und

die Endgewichte gingen deutlich nach oben. Zusätzlich lagen die DKfL von zwei Betrieben in der Phase ihrer Auswertung so deutlich außerhalb der Vergleichswerte aus den letzten Jahren und insbesondere derer der Vergleichsgruppen, sodass eine Anpassung mit moderat kalkulierten DKfL von 25,00 €/Zuwachstier (15) in Abstimmung mit den zuständigen Tierärzten und Betriebsleitern für diesen Zeitraum vorgenommen wurde (Betriebe 5 und 6). Zusätzlich zur beschriebenen individuellen Betriebsauswertung erfolgte eine ökonomische Bewertung der sich verändernden biologischen Leistungsparameter anhand von Faustzahlen der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Bayern (2) und der Landwirtschaftskammer NRW (11) (Tabelle 2).

Ergebnisse

In den ausgewerteten Betrieben konnten durch die Einführung der Porcilis® Lawsonia Impfung folgende grundsätzliche Veränderungen beobachtet werden: in den Betrieben 1, 2 und 5 kam es zu einer deutlichen Verbesserung der klinischen Krankheitserscheinungen, in den Beständen 3, 4a, 4b und 6 blieben klinische Erscheinungen vollständig aus. Ergebnisse der serologischen Untersuchung wiesen sowohl vor als auch nach

der intramuskulären Impfung eine Serokonversion im Verlauf der Mast auf. Die Höhe der Erregerausscheidung im Kot (Sammelkotproben) ergab Werte zwischen log GE 7,55 – 5,91/g Kot vor der Einführung der intramuskulären Impfung und sank auf Werte zwischen log GE 6,23 – 4,01/g Kot in den Impfgruppen. Die allgemeinen Daten zu den Ein- und Ausstallgewichten sowie der mittleren Anzahl an Masttagen, die Tageszunahmen und die Futterverwertung der Gruppen sind in Tabelle 4 aufgeführt. Die Impfgruppen aller Betriebe zeigten eine deutliche Reduktion der Verluste (Abbildung 1). Hinzu kommen durchweg reduzierte Behandlungskosten, die insbesondere auf geringeren Behandlungsfrequenzen gastrointestinaler Störungen basierten (Tabelle 6). Die Betrachtung der vorzeitigen Verkäufe lässt deutliche Unterschiede zwischen Vergleichs- und Impfgruppen erkennen. Vorzeitige Verkäufe sind Tiere, die vor dem Erreichen der Schlachtreife verkauft werden. In vielen Betrieben (hier in Betrieb 1 und 5) werden diese Tiere nicht differenziert ausgewertet. In den subklinisch mit *L.i.* infizierten Betrieben können diese Tiere ein Hauptgrund für ökonomische Einbußen sein, die durch nicht vorhandene oder unsaubere Datenerfassung dementsprechend schwer zu erfassen sind.

Betrieb	3	
Gruppe	VG	IG
Verluste, %	7,4	3,4
Vorzeitige Verkäufe, %	0,5	0,1
Tageszunahme, Mittel, g	355	389
Futtermittelverwertung 1:	2,08	2,05

Tab. 5 Leistungen im Betrieb 3 - Ferkelaufzucht unter Bio-richtlinien; Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG)

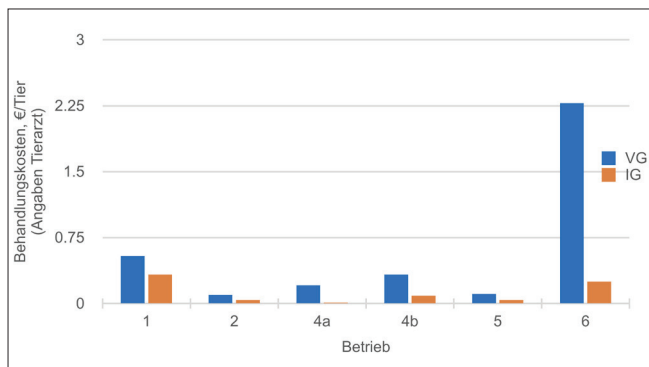


Abb. 5 Leistungen im Betrieb 3 – Ferkelaufzucht unter Bio-richtlinien. Behandlungskosten (€/Tier) der Betriebe in den Vergleichsgruppen (VG) und Impfgruppen mit Porcilis® Lawsonia (IG)

Die Futtermittelverwertung stellt sich im Vergleich der Betriebe in dieser Untersuchung sehr unterschiedlich dar. Das Niveau der Futtermittelverwertung ist dabei abhängig von der tatsächlich von den Schweinen aufgenommenen Menge an Futter und eventuellen Futterverlusten, die dazu führen können, dass die wahre Situation im Betrieb nicht korrekt erfasst werden kann. Neben technischen Aspekten können hier auch die eingesetzten Futterkomponenten eine Rolle spielen. Für die vorliegende Untersuchung wurde die Entwicklung der Futtermittelverwertung unabhängig vom Niveau betriebsindividuell im Vergleich der Porcilis® Lawsonia geimpften mit der nicht-geimpften Gruppen betrachtet. Alle Betriebe (bis auf „Mast 4a“) konnten in der Lawsonien-Impfgruppe eine verbesserte Futtermittelverwertung aufweisen (Abbildung 4). Das bedeutet, dass zum Beispiel in Betrieb 2 ein Mastschwein bei einem durchschnittlichen Zuwachs von 90 kg vor der Einführung der Porcilis® Lawsonia Impfung im Mittel 276 kg Futter zum Erreichen der Schlachtreife gefressen hat. In der Impfgruppe reichten hingegen 252 kg Futter für die gleiche Körpermassenzunahme.

Wie bereits erwähnt, nimmt der Ferkelaufzuchtbetrieb mit Biohaltung (Betrieb 3) in vielerlei Hinsicht eine Sonderstellung ein. Aus diesem Grund werden die Leistungsdaten für diesen Betrieb gesondert dargestellt (Tabelle 5). Im Biobereich gelten je nach Label verschiedene Einschränkungen bezüglich des Einsatzes antibiotischer Wirkstoffe. Die Einführung von Porcilis® Lawsonia konnte auch in diesem Betrieb eine deutliche Verbesserung der Tiergesundheit und der Leistungsdaten

bewirken. Weniger Verluste und vorzeitige Verkäufe bei gleichzeitig höheren Tageszunahmen und einer optimierten Futtermittelverwertung.

Die Therapie einer Infektion mit *L.i.* erfolgt in vielen Betrieben mit enteral wirksamen Antibiotika. Auch in den ausgewerteten Betrieben wurden diese als Behandlungsmaßnahme eingesetzt. In den Beständen 2, 3 und 4 wurden die Schweine prophylaktisch mit dem oralen Lebendimpfstoff gegen Lawsonien geimpft. In einigen Betrieben mussten diese Maßnahmen kombiniert eingesetzt werden, um die klinische Situation in den Griff zu bekommen. Durch die Impfung mit Porcilis® Lawsonia konnte in allen ausgewerteten Betrieben und unabhängig von der bisher erfolgten Strategie der Einsatz von antibiotischen Behandlungen reduziert werden (vgl. Abbildung 5).

Diskussion

Diagnostik

Alle hier dargestellten Betriebe wurden im Rahmen der tierärztlichen Bestandbetreuung als klinisch oder subklinisch mit Lawsonien infizierte Bestände eingestuft. Abhängig vom klinischen Bild sind neben Lawsonien auch andere enterale Infektionserreger wie Brachyspiren, Coli-Bakterien, Rota- oder Coronaviren, aber auch nicht infektiöse Ursachen wie Magenulzera differentialdiagnostisch zu berücksichtigen (12). In Betrieb 3 erfolgte neben *L.i.* auch ein Nachweis von *Brachyspira pilosicoli*. Anhand der den betreuenden Tierärzten vorliegenden längerfristigen Befunde aus der Bestandsdiagnostik und dem klinischen Bild erfolgte die Fokus-

sierung auf *L.i.* in den Beständen. Daher wurde in den anderen Betrieben auf eine breitere Labordiagnostik verzichtet. Eine Beteiligung von differentialdiagnostisch zu berücksichtigenden Erregern kann daher nicht vollständig ausgeschlossen werden. Nachdem in der Vergangenheit die Lawsonienproblematik durch Maßnahmen wie Anpassungen beim Management, antibiotische Behandlungen und orale Impfung nicht zufriedenstellend gelöst werden konnte, wurde sich in diesen Betrieben für den Einsatz des intramuskulären Impfstoffes Porcilis® Lawsonia entschieden.

Routinemäßig wurde bei dem Verdacht auf klinische oder subklinische Lawsonienproblematik in den vorliegenden Betrieben mit Blut- oder Sammelkotproben gearbeitet. Mit der PCR-Untersuchung von Kotproben kann das Vorkommen des Erregers im Betrieb nachgewiesen werden. Insgesamt ist bei der Untersuchung von Kotproben zu beachten, dass Lawsonien intermittierend ausgeschieden werden können und damit nicht zu jedem Zeitpunkt der Probenentnahme nachweisbar sein müssen (12). Somit heißt ein negatives PCR-Ergebnis nicht automatisch, dass der Erreger im Betrieb nicht vorhanden ist. Zusätzlich zum qualitativen Nachweis kann die quantitative PCR einen Hinweis auf die Erregerlast (log GE/g Kot) geben. Untersuchungen haben einen direkten Zusammenhang zwischen der Lawsonienlast und dem Auftreten histopathologischer Läsionen der Darmschleimhaut ab ca. 6,0 log GE/g Kot gezeigt (10). Dieser Bereich wurde auch als kritischer Schwellenwert für das Auftreten von Leistungseinbußen, insbe-

Betrieb	1	2	3	4a	4b	5	6
Verluste	- 23,7	- 78,2	- 54,1	- 45,6	- 51,1	- 32,6	- 58,8
Tageszunahme	+ 2,6	+ 5,6	+ 9,6	+ 6,8	+ 4,6	+ 1,0	+ 4,8
Futterverwertung	- 5,2	- 8,8	- 1,4	+ 0,7	- 1,1	- 3,4	- 2,7
Antibiotische Behandlungen		- 55,6	Keine	- 95,2	- 72,7	- 64,0	- 89,0
Behandlungstage	-91,8						- 98,6

Tab. 6 Prozentuale Änderungen zwischen Vergleichs- und Impfgruppe auf den Betrieben (Porcilis Lawsonia®)

sondere der Tageszunahmen, bei Schweinen dargestellt (4). Die Einführung der Impfung führte zu einer Reduzierung der Erregerlast im Kot und bestätigt damit die Ergebnisse der Zulassungsstudien (8). Es konnte jedoch in den Betrieben weiterhin ein positiver Lawsoniennachweis mittels qPCR geführt werden (vgl. Tabelle 3). Insgesamt konnte gezeigt werden, dass ein Schutz vor klinischen Erkrankungen vorhanden war. Die nicht vorhandenen klinischen Erscheinungen bei weiterhin positivem (zum Teil erheblichen) Erreger nachweis deuten außerdem darauf hin, dass der oben genannte Schwellenwert zur Einschätzung der klinischen Relevanz (10) bei Porcilis® Lawsonia geimpften Tieren nicht einfach übertragen werden kann.

Zur Bestimmung des Infektionszeitpunktes werden in der Praxis häufig serologische Untersuchungen verwendet. Auch die serologische Diagnostik hat Einschränkungen. Es ist zwar im Allgemeinen davon auszugehen, dass 14 Tage nach der Infektion eine Antikörperreaktion erfolgt (5). Vannucci et al. (2019) beschreiben jedoch, dass eine Infektion nicht in jedem Fall zu einer Serokonversion führen muss.

Anhand der Serologie in den Betrieben konnte gesehen werden, dass auch nach einer erfolgten intramuskulären Impfung mit Porcilis® Lawsonia im SVANOVIR® ELISA nicht zwangsläufig mit einem zeitnahen Antikörperanstieg gerechnet werden kann. Dieser Test ist daher nicht geeignet, die Durchführung einer Impfung darzustellen oder den Erfolg einer durchgeführten Impfung zu überprüfen.

Verluste, Tageszunahmen, Futterverwertung, Behandlungskosten

Folgen einer klinischen oder subklinischen Lawsonieninfektion sind Durchfall und insbesondere Leistungsdepressionen sowie vermehrte Verluste, die antibiotisch behandelt werden müssen (12). Im wissenschaftlichen Ansatz konnte gezeigt werden, dass Porcilis® Lawsonia geimpfte Tiere nach einer experimentellen Infektion mit Lawsonien nicht nur signifikant vor den Krankheitssymptomen geschützt waren, sondern auch die Leistung der Tiere zusätzlich verbessert werden konnte (8). In der vorliegenden Auswertung sollte überprüft werden, ob sich diese Erfolge auch unter Feldbedingungen in der Praxis einstellen. In allen ausgewerteten Betrieben konnten die Ergebnisse der Zulassungsstudien bestätigt werden: Die Tageszunahmen, Verluste und vorzeitigen Verkäufe wurden optimiert. Diese Veränderungen stehen in jedem Betrieb einer Vergleichsgruppe gegenüber, in der bereits Maßnahmen wie Therapie oder orale Impfung durchgeführt worden waren.

Die Futterverwertung – in der praktischen Betriebsauswertung dem Futterverbrauch gleichkommend – ist ein aus ökonomischer, aber auch aus ökologischer Sicht wichtiger Parameter, dem aufgrund der schwierigen Erfassung in der Praxis oft noch sehr wenig Beachtung geschenkt wird. Wenn es möglich ist, mit weniger Futter höhere Leistungen in Form von Tageszunahmen zu erbringen, hat dies auch einen positiven Einfluss auf die Nährstoffbilanz im Betrieb. Nicht nur die tatsächliche Futteraufnahme, insbesondere auch Futterverluste gehen in die Kalkula-

tion mit ein. Schaut man auf die Futterverwertung der ausgewerteten Betriebe, so bewegen sich diese auf sehr unterschiedlichen Niveaus. Die Betriebe 1, 2 und 5 befanden sich zum Teil deutlich über dem Schnitt der Mastbetriebe in Nord-West-Deutschland (ca. 1 : 2,82) (15). Eine differenzierte Betrachtung der Ursachen für diese hohe Futterverwertung erfolgte im Rahmen der Auswertungen nicht. Diese Betriebe erreichten jedoch eine zum Teil sehr deutliche Verbesserung der Futterverwertung, obgleich keine Änderungen bei Futter, Fütterung oder Fütterungsmanagement im Rahmen des Gruppenvergleiches forciert wurde. Eine Ausnahme stellt der Betrieb 4a dar: die Futterverwertung in der Impfgruppe war um 0,02 schlechter als in der Vergleichsgruppe. Gleichzeitig war aber insbesondere dieser Betrieb mit fast 1000 g Tageszunahmen der leistungsstärkste Betrieb in der Auswertung. Selbst die bereits vor Einführung der Impfung als sehr gut zu beurteilende Futterverwertung von Betrieb 6 konnte bei Porcilis® Lawsonia geimpften Tieren verbessert werden. Betrachtet man die Futterverwertung aus ökonomischer Sicht, so ist dies einer der Hauptkostenpunkte im Betrieb (11). Im Zeitraum der Mastauswertung der vorgestellten Betriebe variierten die Futterkosten zwischen 22,03 und 26,29 €/dt Futter, sodass bei einem Zuwachs von 96,7 kg (im Mittel über alle ausgewerteten konventionellen Mastbestände) eine Verbesserung der Futterverwertung um 0,1 (entspricht 9,7 kg Futter/Tier) einen ökonomischen Vorteil von 2,13 – 2,45 €/Tier bedeutet. Damit wird klar, dass die Schätzwerte von der LWK NRW (2,14 € pro 0,1) (11) und LfL

Betrieb, €/Mastschwein	1	2	3	4		5*	5**	6**
				4a	4b			
Betriebsbilanz	- 4,05	- 8,15	- 5,03	- 2,59	- 3,90	- 2,84	- 3,30	
Bilanz Faustzahlen NRW ⁽¹⁾	- 4,47	- 7,44	***	- 1,96	- 2,82	- 3,68		- 4,07
Bilanz Faustzahlen LfL ⁽²⁾	- 4,68	- 7,84	***	- 2,39	- 3,31	- 4,10		- 4,2

* bei negativen DKFL ** DKFL von 25 € vorgegeben *** Kalkulation für die Aufzucht nicht übertragbar

Tab. 7 Bilanz der ökonomischen Bewertung der Leistung von Porcilis® Lawsonia geimpften Tieren anhand von verschiedenen Kalkulationswegen (Impfkosten exkludiert)

(2,10–2,20 € pro 0,1) (2) für diese Betriebe und diesen Zeitraum realistisch, aber eher im unteren Bereich angesiedelt sind.

Der Einsatz von Medikamenten konnte reduziert werden bei gleichzeitiger Verbesserung der Leistungsparameter. Der Medikamenteneinsatz wurde anhand der Tierarztkosten und nicht auf allen Betrieben nach Wirkstoffen getrennt ermittelt. In den Betrieben 2 und 6 erfolgte eine Detailauswertung. Der Einsatz Lawsonien-wirksamer Medikamente konnte auf beiden Betrieben im Auswertungszeitraum vollständig ausbleiben. Damit ist die Impfung mit Porcilis® Lawsonia auch geeignet, den Einsatz antibiotischer Maßnahmen nachhaltig zu verringern, ein Thema, dem in Zukunft sicher noch eine verstärkte Bedeutung zukommt.

In der Tabelle 6 sind die prozentualen Veränderungen der ausgewerteten Parameter im Vergleich dargestellt, da diese 4 Parameter (Verluste, Tageszunahmen, Futtermittelverwertung und antibiotische Behandlungen) für die Mast allgemein, aber besonders für die enterale Problematik der *L.i.*-Infektion von herausragender Bedeutung sind, sich gegenseitig erheblich bedingen und folglich gemeinsam betrachtet werden sollten.

Ökonomie

Um eine exakte betriebsindividuelle Aussage zur Effektivität des Einsatzes von Porcilis® Lawsonia treffen zu können, ist eine strukturierte und sorgfältige Datenerhebung sowie Dokumentation notwendig, die in Deutschland (noch) kein Standard ist. In den vorliegenden Betrieben war die Struktur der ökonomischen Daten für uns auswertbar, dieses Fachgebiet wird jedoch üblicherweise

durch die landwirtschaftlichen Fachberatung besetzt. Aufgrund mangelnder Datenqualität können viele Betriebe ihre tatsächlichen Leistungen nicht benennen und nur schwer Aussagen über zwar wirtschaftlich entscheidende, aber nicht augenfällige Veränderungen wie z.B. die Futtermittelverwertung oder vorzeitige Verkäufe, machen. Insbesondere Leistungsdepressionen durch schwache Klinik oder Subklinik bleiben daher oft unerkannt. In den dargestellten Betrieben war eine sorgfältige systematische Datenerhebung Einschlusskriterium und ermöglicht das Sichtbarmachen solcher Leistungsdepressionen durch eine Lawsonieninfektion.

Durch die zeitversetzte Auswertung in einem Großteil der Betriebe (exkl. Betrieb 5) ist ein Effekt von Klima, Marktlage, Futter und Management nicht auszuschließen. Es wurde jedoch in den Auswertungen darauf geachtet, dass diese Einflüsse durch die Wahl möglichst längerer Zeiträume und durch die Nutzung eher großer Datenmengen reduziert werden. Die Gruppen- oder zeitraumbezogenen Auswertungen erfolgten auf der Datengrundlage von 400 – 11183 Tieren im Zeitraum von Ende 2019 bis Anfang 2021. Im Betrieb 5 war es sogar möglich, Kontroll- und Impfgruppe parallel aufzustellen.

Die betriebsindividuelle klinische (oder subklinische) Situation wirkte sich entsprechend unterschiedlich auf das ökonomische Ergebnis zwischen den Vergleichsgruppen aus. Einige Betriebe haben vor allem durch die Reduzierung der Verluste Kosten eingespart (Betriebe 1, 3, 4a, 4b), andere eher bei den Futterkosten (Betriebe 2, 5, 6). Anhand

der ökonomischen Auswertung und Bilanz wird das Potential jedes einzelnen Betriebes deutlich. Bei Tageszunahmen von knapp 950 g ist eine weitere Steigerung schwierig (vgl. Mastbetriebe 4a, 4b und 5). Gleiches gilt auch für die Verbesserung bei einer bereits sehr guten Futtermittelverwertung von 1:2,52 (vgl. Betrieb 6). Auch im Betrieb 4a, welcher bereits vor der Einführung der Impfung Porcilis® Lawsonia mit sehr guten Leistungen von 934 g Tageszunahmen bei einer gleichzeitig ordentlichen Futtermittelverwertung von 1:2,7 aufwarten konnte, wurde ein finanzieller Vorteil von mindestens 1,96 €/Mastschwein erwirkt. Im Betrieb 2, welcher vom Tierarzt als chronisch infiziert eingestuft wurde, bewirkten die bessere Futtermittelverwertung sowie die geringeren Verluste und weniger vorzeitige Verkäufe unter dem Einsatz der intramuskulären Impfung Porcilis® Lawsonia den höchsten ökonomischen Vorteil im Vergleich der Betriebe mit bis zu 8,15 €/Mastschwein (vgl. Tabelle 7).

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt den Tierärzten und Betriebsleitern, die diese Detailauswertungen ermöglicht haben. Die Bereitschaft eine intensive Datenerfassung und -aufarbeitung vorzunehmen ist besonders zu würdigen.

Conflict of Interest

Die Autoren Dr. Friederike von und zur Mühlen, Dr. Christine Renken, Dr. Johanna Vogels und Dr. Robert Tabeling sind Mitarbeiter der Firma MSD Tiergesundheit.



LITERATUR

- (1) Arnold, M., A. Crien, H. Swam, S. v. Berg, R. Jolie, H. Nathues (2019): Prevalence of Lawsonia intracellularis in pig herds in different European countries. *Porcine Health Management* 5:31
- (2) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Futterberechnung für Schweine. Januar 2021
- (3) Boutrup, T.S., H.T. Boesen, M. Boye, J.S. Agerholm, T.K. Jensen (2010): Early pathogenesis in porcine proliferative enteropathy caused by Lawsonia intracellularis. *Journal of Comparative Pathology* 134, 101-109
- (4) Collins, A.M., I.M. Barchia (2014): The critical threshold of Lawsonia intracellularis in pig faeces that causes reduced average daily weight gains in experimentally challenged pigs. *Veterinary Microbiology* 168, 455-458
- (5) Guedes, R.M.C., C.J. Gebhart (2003): Onset and duration of fecal shedding, cell-mediated and humoral immune responses in pigs after challenge with a pathogenic isolate or attenuated vaccine strain of Lawsonia intracellularis. *Veterinary Microbiology* 91, 135-145
- (6) Kamlage, M., H. Swam, A. Duivelshof-Crienen, J. Mischok, R. Tabeling (2021): Investigation on the use of single or pooled faecal samples and comparison with group saliva samples for Lawsonia intracellularis diagnostic in fattening pigs. ESPHM, Book of abstracts p. 324
- (7) Nathues, H., K. Holthaus, E. grosse Beilage (2009): Quantification of Lawsonia intracellularis in porcine faeces by real-time PCR. *Journal of Applied Microbiology* 107 (6), 2009-2016
- (8) Jacobs, A.A.C., F. Harks, L. Hazenberg, M.J.H. Hoeijmakers, T. Nell, S. Pel, R.P.A.M. Segers (2019): Efficacy of a novel inactivated Lawsonia intracellularis vaccine in pigs against experimental infection and under field conditions. *Vaccine* 37 (15), 2149-2157
- (9) Ladinig, A., I. Sommerfeld-Stur, H. Weissenböck (2009): Comparative evaluation of diagnostic methods for Lawsonia intracellularis infection in pigs, with emphasis on cases lacking characteristic lesions. *Journal of Comparative Pathology* 140, 140-148
- (10) Pedersen, K.S., M. Stahl, R.M.C. Guedes, O. Angen, J.P. Nielsen, T.K. Jensen (2012): Association between faecal load of Lawsonia intracellularis and pathological findings of proliferative enteropathy in pigs with diarrhoea. *BMC Veterinary Research* 8, 198
- (11) Spandau, P. (LWK NRW): Ökonomische Herausforderungen und mögliche Lösungen für Schweinehalter. MSD Herbstsymposium November 2019
- (12) Vannucci, F.A., C.J. Gebhart, S. McOrist: Proliferative Enteropathy (2019) in Zimmerman, J.J., L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, G.W. Stevenson, J. Zhang (Hrsg.): *Diseases of Swine*. 11. Edition, S. 898-911
- (13) Vannucci, F.A., C.J. Gebhart (2014): Recent advances in understanding the pathogenesis of Lawsonia intracellularis infections. *Veterinary Pathology* 51, 465-477
- (14) Vannucci, F.A., E.L. Borges, J.S. Vilaca de Oliveria, R.M.C. Guedes (2010): Intestinal absorption and histomorphometry of Syrian hamsters (*Mesocricetus auratus*) experimentally infected with Lawsonia intracellularis. *Veterinary Microbiology* 145, 286-291
- (15) VzF (2020): Jahresbericht der VzF GmbH 2020. S. 24, 28
- (16) Wendt, M., C. Epe, B. Grummer, J. Kamphues, M. Kietzmann, J. Rohde, H. Weissenböck (2013): Diagnostik, Prophylaxe und Therapie von Erkrankungen des Verdauungstraktes in Schweinebeständen. In: E. grosse Beilage, M. Wendt (Hrsg.): *Diagnostik und Gesundheitsmanagement im Schweinebestand*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, S. 305-312

Autoren:



Dr. Friederike von und zur Mühlen¹
Frank Pfeiffer², Peter Schmidt³,
Dr. Karsten von Brehm⁴, Konrad Busen⁵,
Dr. Christine Renken¹, Dr. Johanna
Vogels¹, Dr. Robert Tabeling¹

¹Intervet Deutschland GmbH,
ein Unternehmen der MSD Tiergesundheit,
Feldstraße 1a, 85716 Unterschleißheim;

²Praxis Pfeiffer, Warbelow 30, 17179 Gnoienc;

³Vet Team Reken GbR, Lindenweg 8,
48734 Reken;

⁴Tierärzteteam Nord GmbH & Co KG,
Dorfstraße 2a, 24395 Niesgrau;

⁵Tierarztpraxis Björn Becker,
Eper Str. 10, 48619 Heek

Korrespondenz-Autorin
Dr. Friederike von und zur Mühlen¹
friederike.muehlen@msd.de

2007–2017 Studium, Promotion und
wissenschaftliche Mitarbeit an der Stiftung
Tierärztliche Hochschule Hannover,
Institut für Tierernährung

2017–2020 Spezialberatung und
Fütterungsreferentin bei der VzF GmbH

Seit 2020 Tierärztliche Fachberatung
Schwein in der Region Nord / Ost bei MSD
Tiergesundheit, Intervet Deutschland GmbH