

DAS VORKOMMEN VON *DICHELOBACTER NODOSUS*
IN KLINISCH MODERHINKEFREIEN SCHAFHERDEN:
EIN VERGLEICH VERSCHIEDENER SANIERUNGSSTRATEGIEN

Präsentation meiner Doktorarbeit

Alinta Kraft

Bern, 30. Januar 2019

A photograph of a flock of sheep in a green field. In the center, a large sheep is seen from behind, its thick, light-brown woolly back filling much of the frame. To its left and right are several smaller, white lambs. One lamb on the left is looking towards the camera, another in the center is looking directly at the viewer, and one on the right has its mouth open as if bleating. The foreground is filled with vibrant green grass. A semi-transparent dark grey rectangular box with a white border is centered over the image, containing the text 'HINTERGRUND UND FRAGESTELLUNG' in white, uppercase, sans-serif font.

HINTERGRUND UND FRAGESTELLUNG

WAS IST MODERHINKE?

Moderhinke ist die weltweit bedeutendste infektiöse Klauenerkrankung beim Schaf (Allworth MB. Challenges in ovine footrot control. *Small Rumin Res.* 2017;118(1):110–3.)

Symptome:

- exsudative Entzündung der Haut im Zwischenklauenspalt, Verlust von Hornsubstanz, Ausschühen
- charakteristischer Geruch
- Schmerzhafter Prozess

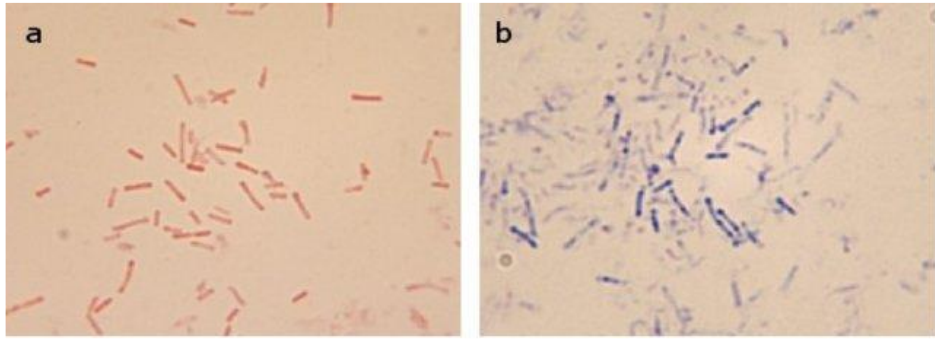
→ Lahmheiten!



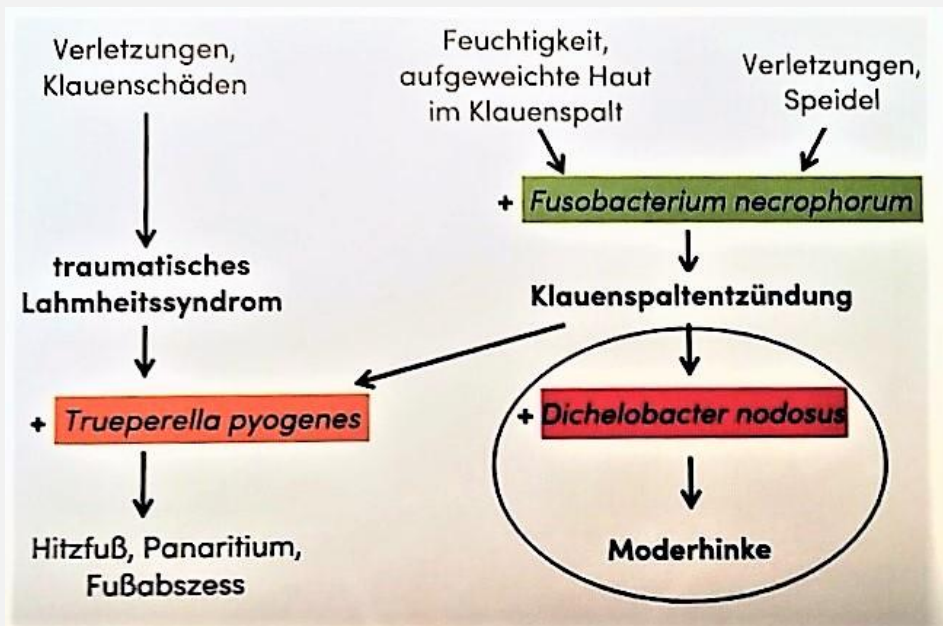
<https://veterinaryrecord.bmj.com/content/179/9/225>



<https://www.fwi.co.uk/livestock/health-welfare/foot-health/sheep-farmer-abolishes-footrot-year-vaccination>



K. Enlund, Fotröta hos får: *Dichelobacter nodosus* överlevnad i jord, SLU, 2010



H. Strobel, Klauenpflege Schaf und Ziege, 3. erweiterte Auflage 2018

WAS IST DIE URSACHE?

Spezifischer Erreger: *Dichelobacter nodosus*

- gram-negatives, obligat anaerobes Stäbchen
- Zerstört Zusammenhalt von Klauenhorn und Lederhaut
- Tenazität in der Umwelt ist gering (wenige Tage bis 2 Wochen), im Klauenhorn mehrere Jahre
- Bevorzugt feucht-warmes Klima ($> 8^{\circ}\text{C}$)
- Sekundärerreger *Fusobacterium necrophorum*
- betriebsspezifische Schmutzkeime oder Eitererreger können das Krankheitsbild unterschiedlich gestalten
- Inkubationszeit ca. 14 Tage
- Klinisches Krankheitsbild nur, wenn Hautdefekt, synergistische Keime, *D.nodosus* und feuchte Witterungsbedingungen

D. NODOSUS

→ 9 Serogruppen mit 18 Serotypen in Australien, 21 in den USA und 17 in England

→ Deutschland: 4-6 Stämme gleichzeitig in betroffenen Betrieben identifiziert

BENIGNE

aprB2: kodiert für thermolabile Proteasen



Klauenspaltentzündungen

VIRULENTE

aprV2: kodiert für thermostabile Proteasen



„Moderhinke“

= interdigitale Entzündungen, die nicht auf den Klauenspalt beschränkt bleiben, sondern unbehandelt einen progressiven Verlauf zeigen und zur Trennung von Lederhaut und Hornschuh führen

MODERHINKE SCORES NACH BGK



Score 0



Score 1



Score 2



Score 3



Score 4



Score 5

Score	Beschreibung
0	Normale, gesunde Klauen
1	Feuchte, gerötete Haut und Haarverlust im Zwischenklauenspalt
2	Entzündete Haut und geschädigtes Horn der inneren Klauenwand
3	Ablösung der inneren Klauenwand im Zwischenklauenspalt und Gewebeeränderungen unterhalb der inneren Wand und des Sohlenhorns
4	Loslösung dehnt sich über die Sohle bis zur äußeren Wand aus, Gewebe ist stark geschädigt
5	Ausgedehnte Gewebeschädigung unterhalb des Horns, Horn bis zur Klauenspitze abgelöst



MODERHINKE DIAGNOSTIK

- Klinik: Unterscheidung der Anfangsstadien gutartig/virulent nicht möglich
- Kultur: schwierig. keine Routinediagnostik
- Serotypisierung: Zuordnung der Stämme ist inkonsistent
- Klauentupfer-PCR ermöglicht Nachweis und Unterscheidung *aprB2* und *aprV2*

FOLGEN VON MODERHINKE IM BETRIEB

TIERWOHL & IMAGE



<https://www.schafzucht-online.de/Moderhinke-Zeitnahe-Eingreifen-noetig,QUIEPTQ2OTM1NTAmTUIEPTQ4MA.html>



FINANZIELLE BELASTUNG

- Erhöhte Arbeitskosten
- Behandlungskosten
- Verluste in der Fleisch-, Milch- und Wollproduktion
- Reduzierte Möglichkeiten für den Lebendtierversuch



BELASTUNG FÜR DEN SCHÄFER

- Physisch und psychisch



http://www.ofm.ch/milchschaft/pflege_klaue.htm

THERAPIEANSÄTZE: ELIMINIERUNG ODER KONTROLLE?

Keulung infizierter Herden

Vatn S, Hektoen L, Høyland B, Reiersen A, Kampen AH, Jørgensen HJ. Elimination of severe footrot from the Norwegian sheep population – A progress report. *Small Rumin Res.* 2012;106(1):11–3.

Antimikrobielle Herdenbehandlung

Forbes AB, Strobel H, Stamphøj I. Field studies on the elimination of footrot in sheep through whole flock treatments with gamithromycin. *Vet Rec.* 2014;174(6):146.1-146.

Herdenimmunsisierung Footvax® & Selektive Einzeltierbehandlung

Strobel H, Stauch S. Metaphylaktische Behandlung von Moderhinke bei Schafen mit Florfenicol. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr.* 2014;211–215.

Herdenbehandlung mit Klauenbädern (Zinksulfat, Kupfersulfat, Formalin)

Greber D, Bearth G, Lüchinger R, Schüpbach-Regula G, Steiner A. Elimination of virulent strains (*aprV2*) of *Dichelobacter nodosus* from feet of 28 Swiss sheep flocks: A proof of concept study. *Vet J.* 2016;216:25–32.

Einsatz spezifischer Vakzinen

Dhungyel O, Schiller N, Epplenton J, Lehmann D, Nilon P, Ewers A et al. Outbreak-specific monovalent/bivalent vaccination to control and eradicate virulent ovine footrot. *Vaccine.* 2013;31(13):1701–6.

Genomische Selektion resistenter Tiere

Footrot gene marker test, NZ

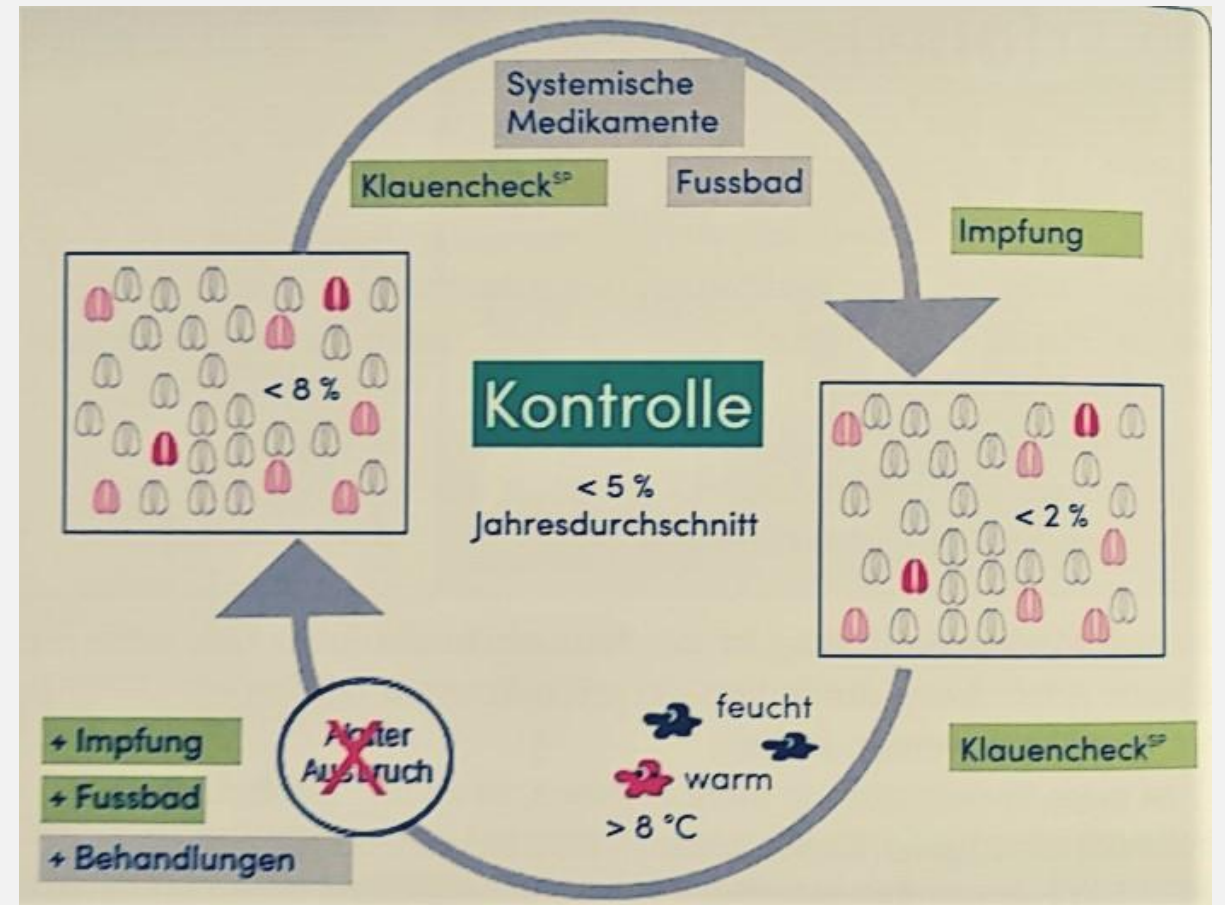


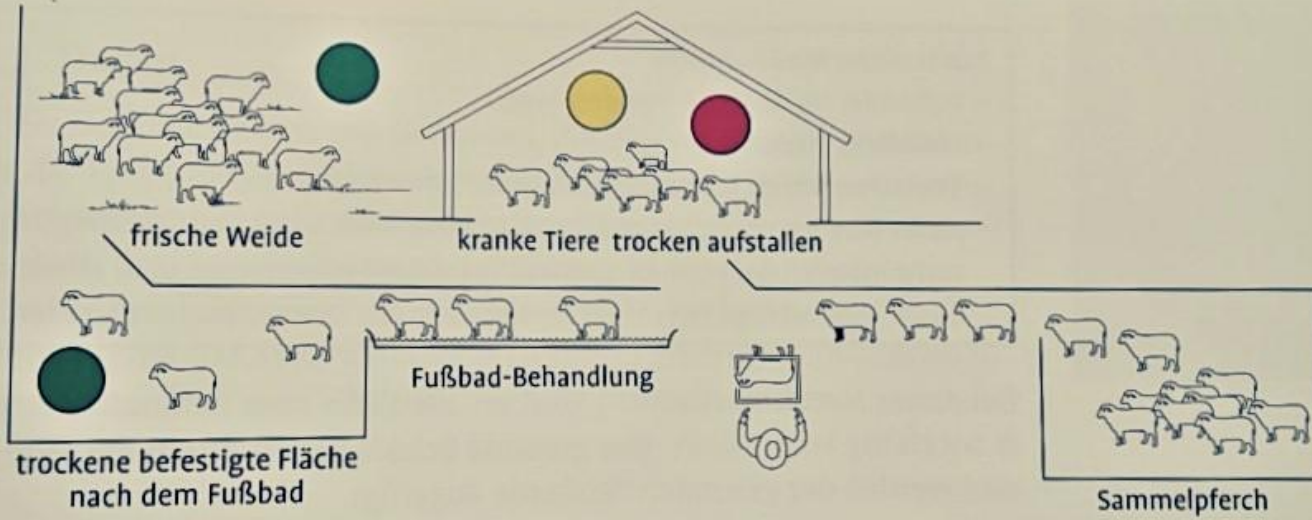
SELEKTIVE EINZELTIERBEHANDLUNG & HERDENIMMUNISIERUNG

→ Ziel: kurzfristig Kontrolle, langfristig Freiheit

- Einzeltierbehandlung mit LA-OTC, Florfenicol, Erythromycin und Nachkontrolle
- Separation kranker Tiere
- regelmäßige Klauenbäder
- Klauenkontrolle bei allen Tieren bei ersten Anzeichen
- Herdenimmunsierung mit Footvax® vor Risikoperioden

→ Vor allem Herden, die Reinfektionen auf der Sommerweide etc. nicht ausschließen können





SELEKTIVE EINZELTIERBEHANDLUNG & HERDENIMMUNISIERUNG

Aus: H.Strobel, Klauenpflege Schaf und Ziege, 3. erweiterte Auflage 2018





ANTIMIKROBIELLE HERDENBEHANDLUNG

→ Ziel: zeitnahe Elimination des Erregers

- Injektionsbehandlung der gesamten Herde mit Gamithromycin (früher Erythromycin)
- nach 3 Wochen: Erfolgskontrolle und Pflegeschnitt
- nicht geheilte Tiere werden weiterhin separiert gehalten und ein zweites Mal behandelt (Erfahrung: max 10% der Herde)
- „non-responder“ müssen die Herde verlassen (meist ~1%)

→ Vor allem gedacht für Herden, die gute Biosecurity-Maßnahmen einhalten können

Fotos: H. Strobel. Links Score 5 am Tag der Sanierung. Rechts gleiche Klaue 21 Tage später.

FRAGESTELLUNG

SIND ANTIMIKROBIELL BEHANDELTE HERDEN NICHT NUR SYMPTOMFREI SONDERN AUCH IN DER PCR MODERHINKE-NEGATIV?

WELCHEN STATUS HABEN LANGJÄHRIG FREIE HERDEN UND HERDEN, DIE „TRADITIONELL“ MIT HILFE VON KLAUENBÄDERN UND EINZELTIERBEHANDLUNG FREI WURDEN?

WELCHE VORTEILE HAT EIN AUF DEM PCR-ERGEBNIS STATT AUF KLINISCHEN SYMPTOMEN BERUHENDES MODERHINKE-SANIERUNGSKONZEPT?

A photograph of a flock of sheep in a green field. The sheep are of various breeds, with some having thick, curly wool. The text 'MATERIAL UND METHODEN' is overlaid in a white box with a black border across the middle of the image.

MATERIAL UND METHODEN

STUDIEN- TEILNEHMER

897 Merinolandschafe aus 30 Herden (Herdengröße Ø 650 Schafe)



Gruppe A: seit mindestens 10 Jahren klinisch frei, keine Impfungen



Gruppe B: seit mindestens 2 Jahren klinisch frei

Behandlungskonzept davor: Selektive Einzeltierbehandlung und Herdenimmunsierung



Gruppe C: mindestens 3 Risikoperioden ohne klinische Symptome von Moderhinke überstanden

Behandlungskonzept davor: Antimikrobielle Herdenbehandlung

PROBENSAMMLUNG

- Mai und Juni 2018
- Doppelblindstudie
- Jeweils 30 4-Fußtupferproben pro Betrieb:
- Spezifität der PCR ist 98 %, Sensitivität ist 90 %
- Risikobasierte Beprobung erhöht die Spezifität auf 100 % und die Sensitivität auf 95.8 %

(Greber D, Locher I, Kuhnert P, Butty M-A, Holdener K, Frey J et al. Pooling of interdigital swab samples for PCR detection of virulent *Dichelobacter nodosus*. *J Vet Diagn Invest.* 2018;30(2):205–10.)

RISIKOBASIERTE AUSWAHL DER ZU BEPROBENDEN TIERE

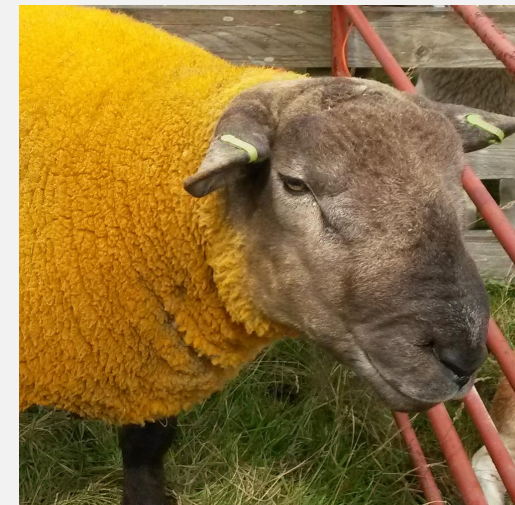
HOHES RISIKO

- Klinisch lahme Schafe
- Kürzlich erworbene Schafe
- Tiere mit Kontakt zu anderen Herden
- Tiere, die auf Auktionen und Märkten waren



MODERATES RISIKO

- Böcke
- Schafe mit schlechter Klauengesundheit
- Schafe mit schlechter Klauenhornqualität



PROBENSAMMLUNG



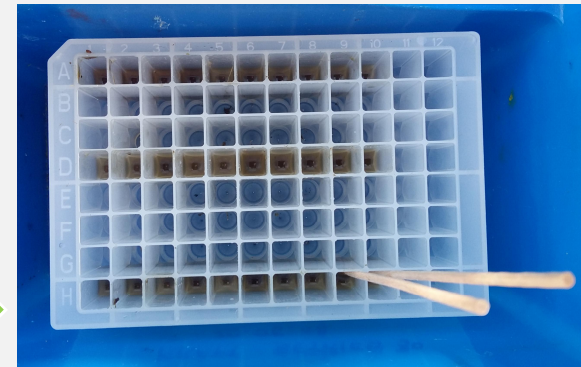
Ohrmarkennummer und Geschlecht
notiert



Schmutz entfernen und
Moderhinkescoreing



Entnahme der 4 Fuß-
Tupferproben



Tupfer im Lysispuffer 1min,
Aufbewahrung bis zur
Probenverarbeitung im Labor dunkel
und bei 4°C

PROBENVERARBEITUNG

- Jeweils zehn 4Fuß-Proben wurden gepoolt (nach Greber et al. Pooling of interdigital swab samples for PCR detection of virulent *Dichelobacter nodosus*. *J Vet Diagn Invest.* 2018;30(2):205–10.)
- Als Positivkontrolle wurde VetMAX™ Xeno™ Internal Positive Control IPC DNA zugegeben
- DNA-Extraktion mithilfe eines halbautomatischen Extraktionsroboters (KingFisher™ Duo Prime, Thermo Fisher Scientific)
- Aufbewahrung der gereinigten DNA-Proben bei -20°C bis zur PCR Analyse
- Konkurrierende real-time PCR nach dem Protokoll von Stäuble et al. (Stäuble A, Steiner A, Frey J, Kuhnert P. Simultaneous detection and discrimination of virulent and benign *Dichelobacter nodosus* in sheep of flocks affected by foot rot and in clinically healthy flocks by competitive real-time PCR. *J Clin Microbiol.* 2014;52(4):1228–31.)
 - Nachweis von *aprB2* von benignen *D.nodosus*
 - Nachweis von *aprV2* von virulenten *D.nodosus*
- Einzelproben-Nachuntersuchung: wenn Poolprobe *aprV2*-positiv war oder IPC ein unklares Ergebnis zeigte



ERGEBNISSE

MODERHINKE SCORES

- Score 0: 890 Schafe
- Score 1: 7 Schafe aus 3 unterschiedlichen Herden



Betrieb	Tiere	Geschlecht	Score
7	07	w	1
	21	w	1
	25	w	1
9	01	m	1
	02	m	1
15	07	w	1
	22	w	1

PCR-ERGEBNISSE GRUPPE B



Group	Farm Number	Herd size	Footrot free since	Pool 1-10		Pool 11-20		Pool 21-30	
				aprV2	aprB2	aprV2	aprB2	aprV2	aprB2
B	01	800	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	02	2800	2016	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	03	800	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	05	750	2010	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	12	850	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	16	550	2013	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	17	600	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	18	600	2012	neg.	pos. ct27	neg.	pos. ct29	neg.	pos. ct32
B	24	120	2013	pos. ct35	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	25	100	2016	neg.	pos. ct35	neg.	pos. ct24	neg.	pos. ct26

PCR-ERGEBNISSE GRUPPE C



Group	Farm Number	Herd size	Footrot free since	Pool 1-10		Pool 11-20		Pool 21-30	
				aprV2	aprB2	aprV2	aprB2	aprV2	aprB2
C ₁	04	70	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C _{1/2}	07	850	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₂	08	650	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₁	09	1100	2015	pos. ct22	pos. ct23	neg.	pos. ct24	neg.	pos. ct24
C ₁	10	150	2011	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₁	11	900	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₁	15	800	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₂	19	450	2011	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₁	22	250	2017	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
C ₁	23	400	2017	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.

1= gamithromycin used in the sanitation process

2= erythromycin used



Group	Farm number	Flock size	Footrot free since	Pool 1-10		Pool 11-20		Pool 21-30	
				aprV2	aprB2	aprV2	aprB2	aprV2	aprB2
A	6	700	before 2008	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	13	400		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	14	1000		neg.	pos. ct36	neg.	pos. ct26	neg.	pos. ct30
	20	800		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	21	250		neg.	pos. ct22	neg.	pos. ct27	neg.	pos. ct27
	26	950		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	27	750		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	28	150		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	29	650		neg.	pos. ct24	neg.	pos. ct30	neg.	pos. ct28
	30	250		neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
B	1	800	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	2	2800	2016	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	3	800	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	5	750	2010	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	12	850	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	16	550	2013	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	17	600	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	18	600	2012	neg.	pos. ct27	neg.	pos. ct29	neg.	pos. ct32
	24	120	2013	pos. ct35	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
25	100	2016	neg.	pos. ct35	neg.	pos. ct24	neg.	pos. ct26	
C	4	70	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	7	850	2015	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	8	650	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	9	1100	2015	pos. ct22	pos. ct23	neg.	pos. ct24	neg.	pos. ct24
	10	150	2011	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	11	900	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	15	800	2014	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	19	450	2011	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
	22	250	2017	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
23	400	2017	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	

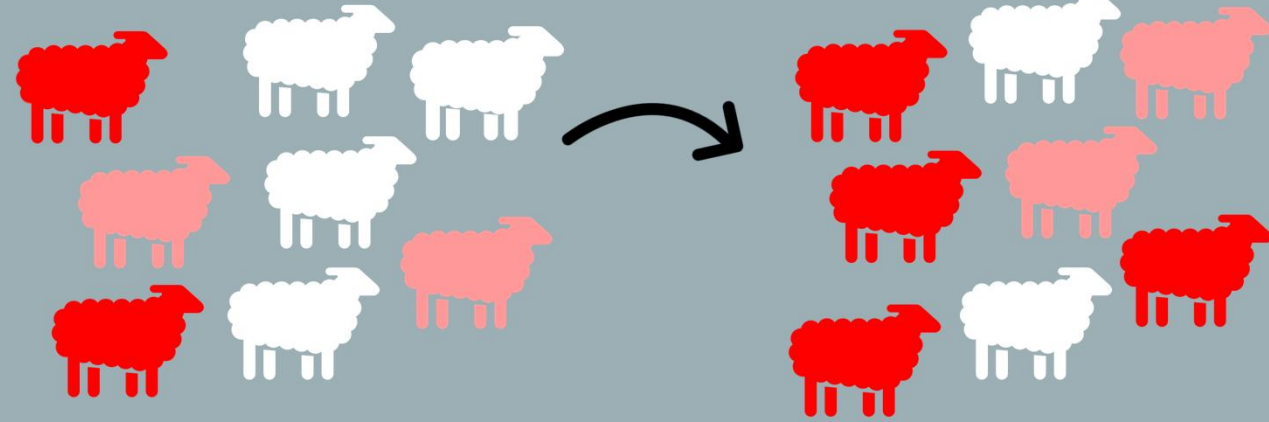
EINZELPROBEN DER 2
VIRULENT POSITIVEN
POOLS

Farm number	Sample number	Sex	Footrot score	aprV2	aprB2
9	9/01	male	1	pos. ct19	neg.
	9/02	male	1	pos. ct28	neg.
	9/03	male	0	pos. ct20	pos. ct26
	9/04	female	0	pos. ct29	pos. ct26
	9/05	female	0	neg.	pos. ct24
	9/06	female	0	pos. ct38	pos. ct27
	9/07	female	0	neg.	pos. ct24
	9/08	female	0	pos. ct36	pos. ct26
	9/09	female	0	neg.	pos. ct26
	9/10	female	0	neg.	pos. ct24
24	24/01	male	0	pos. ct36	neg.
	24/02	female	0	neg.	neg.
	24/03	female	0	neg.	neg.
	24/04	female	0	neg.	neg.
	24/05	female	0	neg.	neg.
	24/06	female	0	neg.	neg.
	24/07	female	0	neg.	neg.
	24/08	female	0	neg.	neg.
	24/09	female	0	neg.	neg.
	24/10	female	0	neg.	neg.

Zeitpunkt der Beprobung

Nachforschung

Betrieb 9

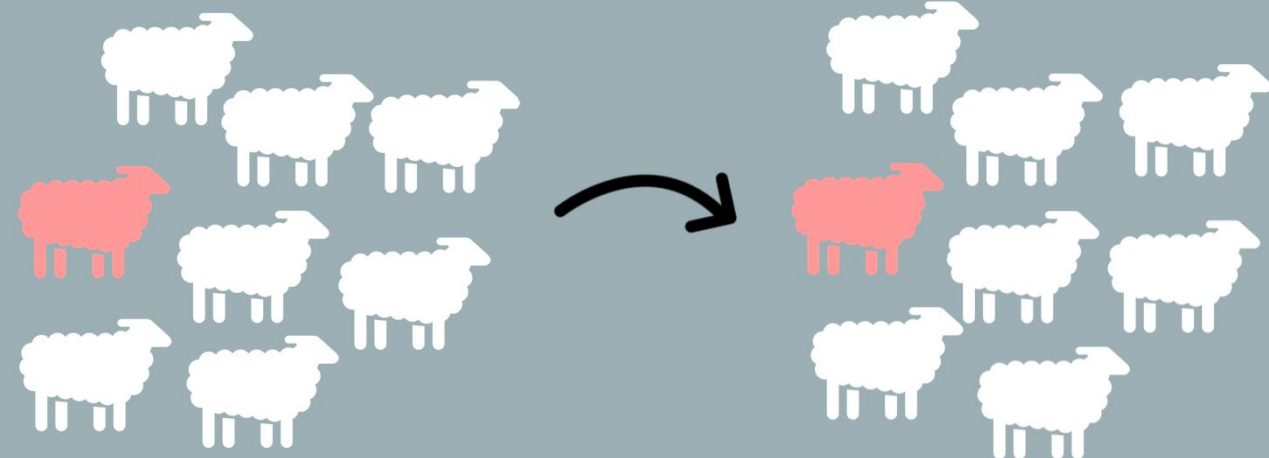


Nachforschung auf den virulent positiven Betrieben...

Betrieb 9: Moderhinke-Reinfektion resultierte in einem Ausbruch!

Betrieb 24: positiver Bock hatte auch bei erneutem Besuch keinerlei klinische Symptome, Rest der Herde ebenfalls nicht

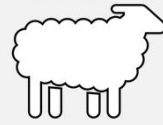
Betrieb 24



= klinische Moderhinke



= PCR-positiv für *aprV2*



= klinisch gesund und PCR-frei

MAIN FINDINGS

- 28 von 30 Herden waren sowohl klinisch als auch PCR-frei von Moderhinke
 - 2 Herden waren PCR-positiv: in beiden waren es Böcke, die aus anderen Betrieben zugekauft wurden
- ALLE Behandlungsstrategien führten zur erfolgreichen Elimination von virulentem D. nodosus
- Antimikrobielle Herdenbehandlungen sind daher genauso wie Klauenbäder geeignet, in PCR-basierten Sanierungsprogrammen eingesetzt zu werden
 - Real-time PCR ist sensitiver als die klinische Untersuchung

Farm number	Sample number	Sex	Footrot score	aprV2	aprB2
9	9/01	male	1	pos. ct19	neg.
	9/02	male	1	pos. ct28	neg.
	9/03	male	0	pos. ct20	pos. ct26
	9/04	female	0	pos. ct29	pos. ct26
	9/05	female	0	neg.	pos. ct24
	9/06	female	0	pos. ct38	pos. ct27
	9/07	female	0	neg.	pos. ct24
	9/08	female	0	pos. ct36	pos. ct26
	9/09	female	0	neg.	pos. ct26
	9/10	female	0	neg.	pos. ct24
24	24/01	male	0	pos. ct36	neg.
	24/02	female	0	neg.	neg.
	24/03	female	0	neg.	neg.
	24/04	female	0	neg.	neg.
	24/05	female	0	neg.	neg.
	24/06	female	0	neg.	neg.
	24/07	female	0	neg.	neg.
	24/08	female	0	neg.	neg.
	24/09	female	0	neg.	neg.
	24/10	female	0	neg.	neg.

Betrieb 9



ANWENDBARKEIT DES MODERHINKE-PCR-TESTS

- sensitiver als klinisches Scoring (vorliegende Studie), ebenfalls belegt von Locher et al. (Longitudinal *Dichelobacter nodosus* status in 9 sheep flocks free from clinical footrot. *Small Rumin Res.* 2015;132:128–32.) und Vatn et al. (Elimination of severe footrot from the Norwegian sheep population – A progress report. *Small Rumin Res.* 2012;106(1):11–3.)
- sensitiver als Kultur und Gelatinase Test nach Best et al. (Assessment of a rtPCR for the detection of virulent and benign *Dichelobacter nodosus*, the causative agent of ovine footrot, in Australia. *BMC Vet Res.* 2018. <https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-018-1575-0> (accessed 25 Okt 2018).)
- PCR-Ergebnisse stimmten mit Vorkommen der virulenten Stämme überein (einschließlich subklinischer Trägertiere), Bsp. Betrieb 9
- Betrieb 24: Tier 1 nur eine geringe Menge Erreger-DNA auf (ct 35), und wurde unmittelbar behandelt
- Praktischer Nutzen: Abklärung bereits von Anfangsstadien von Zwischenklauenentzündungen

GRENZEN DES PCR-TESTS

- Für andere Tierarten (z.B. Alpiner Steinbock) oder Populationen (z.B. schwedische Schafpopulation) stimmt die Einteilung nach gutartig und virulent nicht mit der Klinik überein
- Als gutartig definierte Stämme verursachten progressive Verläufe der Klauenentzündungen mit „underrunning“ des Klauenhorns
- Überlegung: anderer genetische Hintergrund, sind unsere Schafe „resistenter“ gegen den benignen *D. nodosus*?

Quellen:

Frosth S. *Dichelobacter nodosus* and footrot in Swedish sheep. Doctoral Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 2016.
<http://pub.epsilon.slu.se/13845/> (accessed 20 Okt 2018)

Wimmershoff et al. Outbreak of severe foot rot associated with benign *Dichelobacter nodosus* in an Alpine ibex colony in the Swiss Prealps. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2015;157(5):277–84.

IST ANTIMIKROBIELLE HERDENSANIERUNG EINE MÖGLICHKEIT?

- + Schnelle Lösung des vielseitigen Betriebs-Problems Moderhinke
- + Hochwirksame Medikamente sind verfügbar (EU)



<https://farmvet supplies.com/product/zactran-150mgml-50ml-pom-v/>



- WHO: Makrolide sind „critically important antimicrobials for human medicine“
- Keine nachhaltige Lösung



Fotos: Heinz Strobel. Links Score 5 am Tag der Sanierung. Rechts gleiche Klaue 21 Tage später.

IST ANTIMIKROBIELLE HERDENSANIERUNG EINE MÖGLICHKEIT?

+ Schnelle Lösung des von der Bevölkerung thematisierten Tierwohl-Problems Moderhinke

+ Hochwirksame Medikamente sind verfügbar (EU)



strenge Biosicherheitsmaßnahmen, Kontakt zu anderen Herden (auch indirekt über Transportfahrzeuge etc.) meiden



Landwirt selbst muss motiviert sein, frei zu bleiben



„non-responders“ müssen die Herde verlassen



<https://farmvetsupplies.com/product/zactran-150mgml-50ml-pom-v/>

WHO: Makrolide sind „critically important antimicrobials for human medicine“

Keine nachhaltige Lösung



Ständiges Monitoring der freien Herde



Quarantänemaßnahmen für Zukauftiere

IST ANTIMIKROBIELLE HERDENSANIERUNG EINE MÖGLICHKEIT?

- ❖ genaue Betriebsanalyse und Prüfung der Risiken zur Reinfektion
- ❖ keine Lösung für alle Betriebe!
- ❖ Vertretbar nur, wenn eine hohe Chance auf fortbestehende Moderhinkefreiheit besteht!
- ❖ Falls dies nicht zutrifft: selektive Einzeltierbehandlung/Kontrolle ist vorzuziehen!

ZUKUNFTSAUSSICHTEN



<https://farmvetsupplies.com/product/zactran-150mgml-50ml-pom-v/>

Wirksamkeit ?
Zulassung ?



Schwermetalle: Entsorgung ?
Formalin: Gesundheitsrisiko!
(Angestellte?)



Freie Herden bleiben immer anfällig für Reinfektionen!

ZUKUNFTSAUSSICHTEN

Praktische Weiterentwicklung des Moderhinke-PCR-Tests als Schnelltest in Australien Best et al. The development and deployment of a field-based loop mediated isothermal amplification assay for virulent *Dichelobacter nodosus* detection on Australian sheep. *PLOS ONE*. 2018;13(9):e0204310.



Entwicklung „outbreak-specific vaccines“ wie in Nepal Dhungyel O, Schiller N, Eppleston J, Lehmann D, Nilon P, Ewers A et al. Outbreak-specific monovalent/bivalent vaccination to control and eradicate virulent ovine footrot. *Vaccine*. 2013;31(13):1701–6.

Zertifizieren von moderhinkfreien Herden anhand der regelmäßigen risikobasierten Herdenbeprobung – erfolgreich in Dänemark Stamphøj I. Eradicating footrot with gamithromycin and the pcr test. *Small Rumin Res*. 2012(106):1-2.



Zucht auf Moderhinkeresistenz – in Neuseeland schon länger, jetzt auch neues Projekt in Hannover im Hinblick auf deutsche Schafrassen

BESONDERER DANK

Prof. Kuhnert und Prof. Steiner

Heinz Strobel

Isabelle Brodard

Allen beteiligten Landwirten

Andrew Forbes

Dieter Spengler und Holger Axt

Institut für Veterinär bakteriologie

Klinik für Wiederkäuer

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen



DISKUSSION