

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der
Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien

Leitung: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Michael Hess Dip. ECPVS

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Leitung: Univ. Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek Dip. ECBHM

**Auswertung der im Zuge des 'Klauen-Q-Wohl' -Projektes (ZAR)
erhobenen Klauenpflegedaten in österreichischen
Milchviehherden im Hinblick auf Dermatitis Digitalis**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von
Jan Paschinger

Wien, im September 2021

Betreuer:

A. Univ. Prof. Dr. Johann KOFLER, Dip. ECBHM

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Veterinärmedizinische Universität Wien

Dr. Alexandra HUND, Dip. ECBHM

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Veterinärmedizinische Universität Wien

Dr. Christa EGGER-DANNER

ZuchtData Austria

Dr. Hermann SCHWARZENBACHER

ZuchtData Austria

PD. Dr. Birgit FÜRST-WALTL

Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Fragestellung	1
1.1	Einleitung	1
1.2	Fragestellungen	2
2	Literaturübersicht	3
2.1	Lahmheiten bei Milchrindern - Ursachen und Risikofaktoren	3
2.2	Dermatitis Digitalis	3
2.3	Projekt 'Klauen-Q-Wohl' (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter)	4
2.4	Funktionelle Klauenpflege	5
2.5	Elektronische Dokumentation der Klauenbefunde bei der Klauenpflege	6
2.6	Kennzahlen zur Klauengesundheit, Benchmarking	7
3.	Material und Methoden	9
3.1	Datensatz	9
3.2	Datenvalidierung	9
3.3	Gruppierung der Daten	10
3.4	Statistische Auswertung	11
3.5	Verwendete Parameter und Zeiträume	11
3.6	Lokalisation der Dermatitis Digitalis-assoziierten Klauenhorndefekte	12
3.7	Identifikation der einzelnen Kuh-Typen (Infektionsanfälligkeit gegenüber DD)	12
3.8	Mögliche Verlaufsdarstellung der DD-Stadien bei einzelnen Tieren	13
3.9	Berechnung der DD-Prävalenzen auf Kuh- und auf Herdenebene	13
3.10	Berechnung der Prävalenzen von DD in Relation zur Betriebsgröße	14
3.11	Benchmarking der DD-Prävalenzen	14
4	Ergebnisse	16
4.1	Klinische Erscheinungsformen der Dermatitis Digitalis und ihre Lokalisationen	16
4.2	Lokalisation der Dermatitis Digitalis-assoziierten Klauenhorndefekte	19
4.3	Prävalenz der kutanen Form gesamt und abhängig von der Laktationszahl	22
4.4	Identifikation der einzelnen Kuh-Typen (Infektionsanfälligkeit gegenüber DD)	23
4.5	Mögliche Verlaufsdarstellung der DD-Stadien am Einzeltier	26
4.6	Berechnung der Prävalenzen von DD in Relation zur Betriebsgröße	26
4.7	Benchmarking der DD-Prävalenz in den Betrieben	27
5	Diskussion	30
5.1	Stadien der kutanen Form der DD und Lokalisation der Defekte	30
5.2	Lokalisation der DD-assoziierten Klauenhorndefekte	30
5.3	DD-Prävalenz auf Tier- und Herdenebene und Abhängigkeit von der Laktationszahl	31

5.4	Mögliche Verlaufsdarstellung einzelner Kühe	32
5.5	Identifikation der einzelnen Kuh-Typen zur Infektionsanfälligkeit gegenüber DD	32
5.6	Zusammenhang zwischen DD-Prävalenz und Betriebsgröße.....	33
5.7	Benchmarking.....	34
6	Zusammenfassung.....	36
7	Summary.....	38
8	Abbildungsverzeichnis	40
9	Tabellenverzeichnis	41
10	Abkürzungsverzeichnis	42
11	Literaturverzeichnis	43

1 Einleitung und Fragestellung

1.1 Einleitung

Die in dieser Arbeit verwendeten personenbezogenen Ausdrücke betreffen, soweit dies inhaltlich in Betracht kommt, gleichermaßen Frauen und Männer.

Die Gewährleistung einer möglichst optimalen Klauengesundheit stellt stets einen bedeutsamen Teil des Managements in Milchviehbetrieben dar, nicht zuletzt, da Erkrankungen der Klauen zu massiven wirtschaftlichen Schäden für den Betrieb führen können (Bruijnjs et al. 2010, Cha et al. 2011, Ózsvári 2017). Daraus resultiert auch die große Bedeutung der funktionellen Klauenpflege zur Vorbeugung eben solcher Erkrankungen (Sadiq et al. 2020). Aufgrund des stetigen Drucks zur Erhaltung der Wirtschaftlichkeit werden Milchviehbetriebe ständig vergrößert. Daher wird die funktionelle Klauenpflege immer seltener durch den Landwirt selbst durchgeführt, sondern eher durch ausgebildete professionelle Klauenpfleger übernommen (Sadiq et al. 2020, Suntinger und Lackner 2021).

Einen konstant an Bedeutung gewinnenden Aspekt der Tätigkeit des Klauenpflegers stellt die Dokumentation der Klauenbefunde dar, welche im Rahmen der funktionellen Klauenpflege stattfinden. Hierfür stehen elektronische Programme zur Verfügung, zum Beispiel das Dokumentationsprogramm 'Klauenmanager' (© 2014 SEG Informationstechnik GMBH) und zahlreiche andere Systeme bzw. auch Apps am Smartphone (Kofler 2013, Suntinger 2019). Derartige Softwareprogramme ermöglichen es dem Klauenpfleger schnell und unkompliziert neue Befunde während der Arbeit zu dokumentieren bzw. auch frühere Einträge zu Kontrollzwecken aufzurufen. Gerade deswegen sind die Datenbanken, die hiermit angelegt werden, auch von großer Bedeutung für Zuchtverbände und Tierärzte und natürlich auch für die Landwirte selbst (Kofler 2013, Sadiq et al. 2020, Suntinger und Lackner 2021).

Die über die Dokumentation der Klauenpfleger zentral erfassten Datensammlungen können zu Trendanalysen, zu Prävalenz- und Korrelationsuntersuchungen bis hin zur Berechnung flexibler Kennzahlen für einzelne Klauenläsionen herangezogen werden (Sandgren et al. 2009, Huber et al. 2021, Strauss et al. 2021). Besondere Relevanz haben diese elektronischen Dokumentationssysteme vor allem bezüglich infektiöser Erkrankungen, wie beispielsweise im Fall der Dermatitis Digitalis (DD), die heute in vielen Betrieben als vorherrschendes Lahmheitsproblem gilt (Tremblay et al. 2016, Ebert et al. 2020). Elektronisch gesammelte Daten eröffnen prinzipiell die Möglichkeit für eine Vielzahl von Auswertungen für alle Klauenerkrankungen, im Speziellen auch für DD, wie etwa die exakte Feststellung des Ist-

Zustands, also der Prävalenz zum jeweiligen Zeitpunkt (Klauenpflegevisite) im Betrieb. Dies gilt gleichermaßen auch für die DD-assozierten Defekte, welche eine DD-Sekundärinfektion bei bestehenden nicht infektiösen Klauenhorndefekten darstellen (Kofler et al. 2015). Weiters lassen sich Korrelationen oder Zusammenhänge von DD-Prävalenzen mit der Betriebsgröße oder der Anzahl der Laktationen berechnen, um etwaige Risikofaktoren zu identifizieren (Kofler et al. 2013, Tremblay et al. 2016, Ebert et al. 2020).

Auf nationaler Ebene ließe eine einheitliche Datensammlung bezüglich der Klauengesundheit auch eine Vergleichbarkeit zwischen den Betrieben anhand von sogenannten Benchmarks oder auch definierten Kennzahlen zu, wie es bereits in anderen europäischen Ländern gehandhabt wird (Sandgren et al. 2009, Nielsen 2018, Huber et al. 2021). Diese Kennzahlen müssten dann allerdings anhand eines festgelegten Maßstabes stetig aktualisiert werden, um ihre Aussagekraft weiterhin aufrecht zu erhalten (Egger-Danner et al. 2021).

1.2 Fragestellungen

Das Ziel dieser Diplomarbeit war die Auswertung von bereits dokumentierten Klauenpflegedaten aus dem Projekt 'Klauen-Q-Wohl' (<https://zar.at/Projekte/Klauen-Q-Wohl.html>) mit dem speziellen Fokus auf Dermatitis Digitalis (Mortellaro'sche Krankheit) bei Rindern in österreichischen Milchviehbetrieben.

Folgende Fragestellungen sollten im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit beantwortet werden:

1. Wie hoch ist die Prävalenz von DD und den damit assoziierten Klauenhorndefekten bei österreichischen Milchrindern?
2. Wie groß ist der relative Anteil der Läsionen je Lokalisation (Klauenzone)?
3. Lässt sich der Verlauf der DD-Stadien von einzelnen Kühen mit Hilfe dieser vorhandenen elektronischen Klauengesundheitsdaten darstellen bzw. verfolgen?
4. Lassen sich aus einem elektronischen Datensatz die einzelnen Kuh-Typen (1 – 3) bezüglich der unterschiedlichen Anfälligkeit für eine DD-Infektion ermitteln?
5. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und der DD-Prävalenz auf Tierebene?
6. Wie ist die Verteilung der Prävalenz von DD in österreichischen Betrieben (Tier- und Herdenprävalenz) und welche Kennzahlen lassen sich daraus errechnen?
7. Kann auf Grundlage dieser vorliegenden elektronischen Klauengesundheitsdaten ein Benchmarking der Milchviehbetriebe zur Klassifizierung von Betrieben mit guter, mittlerer bzw. schlechter Klauengesundheit hinsichtlich DD erstellt werden?

2 Literaturübersicht

2.1 Lahmheiten bei Milchrindern - Ursachen und Risikofaktoren

In Folge von stetig steigendem Leistungsdruck und der vorherrschenden Beschaffenheit moderner Haltungssysteme sind insbesondere die Klauen von Milchrindern einer enormen Druckbelastung ausgesetzt, woraus vermehrt Lahmheiten und Abgänge aufgrund orthopädischer Erkrankungen resultieren (Dippel et al. 2009, Rouha-Mülleider et al. 2009, Machado et al. 2010, DeVries et al. 2015). Zu den häufigsten nicht-infektiösen Erkrankungen bei Milchkühen zählen Weiße-Linie-Defekte bzw. Weiße-Linie-Abszesse, Sohlengeschwüre, Ballenfäule, Sohlenblutungen und Doppelsohlen, wobei die Prävalenzen dieser Klauenläsionen von Betrieb zu Betrieb stark variieren können (Becker et al. 2014, Burgstaller et al. 2016, DeFrain et al. 2013). Die Prävalenz von DD auf Herdenebene lag im österreichweiten Schnitt in früheren Studien zwischen 12 % und 20 %, jeweils abhängig vom Haltungssystem (Huber 2002, Hulek et al. 2010).

Mögliche Risikofaktoren für DD stellen unter anderem Fehler bzw. Mängel in der Hygiene und in der Fütterung, die Haltungsform, die Herdengröße (Barker et al. 2009, Becker et al. 2014, Somers et al. 2005, Wells et al. 1999), die Bodenbeschaffenheit (Bergsten et al. 2015, Haufe et al. 2012, Führer et al. 2019) sowie vor allem Managementfehler und Stress dar (Sadiq et al. 2020, Kofler 2021a,b).

2.2 Dermatitis Digitalis

Dermatitis Digitalis zählt zu den häufigsten Klauenerkrankungen in Milchviehbetrieben (Becker et al. 2014, Cramer et al. 2008, Refaai et al. 2013, Ebert et al. 2020). Bei dieser Erkrankung kommt es an vorgeschädigten Hautbereichen, vor allem im Zwischenzehenspalt und über dem Weichballen zu einer lokalen Infektion v.a. mit spezifischen Spirochäten (*Treponema spp.*) sowie diversen anderen Bakterien wie *Campylobacter spp.*, *Dichelobacter nodosus* und *Fusobacterium necrophorum* (Döpfer et al. 1997, Plummer und Krull 2017). Die dadurch hervorgerufenen geschwürartigen Hautläsionen (M2: akutes Stadium, die anderen Stadien wären das Frühstadium M1 mit zunächst kleinen Läsionen, das Übergangsstadium M3 zur chronischen Form, das chronische Stadium M4 mit bereits wieder epithel-überzogenen Erosionen und das den Kreislauf schließende M4.1 Stadium) führen zu schmerzhaften Läsionen und in Folge zu Lahmheit (Kofler 1997, Plummer und Krull 2017, Kofler 2020a,b). Eine Therapie erfolgt in der Regel lokal mittels Tetrzyklinsprays oder Salizylsäure-Pasten bzw. chirurgisch bei DD-assoziierten Defekten. Als geeignete Prophylaxe gelten vor allem eine

möglichst rasche Detektion von erkrankten Tieren und Biosicherheits-Maßnahmen, um eine Einschleppung in den Betrieb bereits zu vermeiden (Kofler et al. 2015, Kofler et al. 2020a).

Da es sich hierbei um eine infektiöse Klauenerkrankung handelt, bei der im Zuge von akuten Ausbrüchen nahezu die ganze Herde erkranken kann (Refaai et al. 2013, Syring et al. 2019), ist DD sowohl aus tierärztlicher Sicht wie auch von Seiten des Betriebsmanagements von großer Bedeutung (Döpfer et al. 2012, DeLaval 2017, Ebert et al. 2020). In den letzten Jahren wurde zudem ein Anstieg der Prävalenz dieser Erkrankung weltweit beobachtet (Cramer et al. 2008, Hulek et al. 2010, Refaai et al. 2013).

Ein wichtiger Bestandteil des Managements von DD ist die Identifikation von Risikofaktoren, welche die lokale Infektion oder eine bereits klinisch manifeste Erkrankung begünstigen. Beginnend von Rasse, Fütterung, Dimension und Qualität der Lauf- und Liegeflächen, Überbelegung bis hin zur Betriebsgröße und Betriebshygiene können viele Faktoren unter gewissen Bedingungen als Wegbereiter für DD dienen (Barker et al. 2009, Becker et al. 2014, Somers et al. 2005, Wells et al. 1999). Vor allem die Stallhygiene, die Bodenbeschaffenheit und zunehmend auch Hitzestress haben großen Einfluss auf das Auftreten und den Verlauf der DD (Blowey und Sharp 1988, Cook et al. 2007, Gernand et al. 2019).

Die Beobachtung, dass es drei Typen (Typ 1 = konstant frei von DD, Typ 2 = intermittierend von DD betroffen, Typ 3 = häufig in 3 – 4 Wochen Intervallen betroffen) von Kühen im Hinblick auf die Empfänglichkeit für die DD-Infektion gibt, die auch in einer Herde gemeinsam vorkommen können (Capon et al. 2012, Biemans et al. 2019), legt nahe, dass zudem eine genetische Komponente als Risikofaktor eine wichtige Rolle spielen dürfte (Gernand et al. 2012, Onyiro et al. 2008, Schöpke et al. 2015).

2.3 Projekt 'Klauen-Q-Wohl' (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter)

Wie die Ergebnisse des 'Efficient Cow'-Projekts der ZAR, welches 2012 startete (ZAR 2014), zeigten, gingen in einem Beobachtungszeitraum von einem Jahr in etwa 30 % der Kühe mehrmals lahm (Fürst-Waltl et al. 2021, Kofler et al. 2021). Da mit dem Auftreten von Lahmheiten bzw. schmerzhaften Klauenerkrankungen eine deutliche Verminderung des Tierwohls für das betroffene Tier und erhebliche wirtschaftliche Verluste für den Landwirt resultieren, gilt es Maßnahmen zu ergreifen, um dieser Entwicklung gegenzusteuern (Bruijnijis et al. 2010, Cha et al. 2011, Dolecheck et al. 2019). Auch aus diesen Überlegungen heraus rief im Oktober 2017 die ZAR das Projekt 'Klauen-Q-Wohl' ins Leben (ZAR 2017).

Im Rahmen des Projektes 'Klauen-Q-Wohl' wurden den teilnehmenden Klauenpflegern das EDV-Programm 'Klauenmanager' (Herstellerangaben) zur Verfügung gestellt, um ihre Diagnosen für weitere statistische Auswertungen zentral zu erfassen. Dazu wurde im Rahmen des Projektes die nötige technische Infrastruktur bei der ZAR für die Datenübermittlung der teilnehmenden Klauenpfleger aus den jeweiligen Bundesländern aufgebaut. Das definierte Ziel war die Etablierung einer standardisierten und zentralen Erfassung sowie Dokumentation von Daten zur Klauengesundheit mit der Terminologie des ICAR-Klauengesundheitsatlas (Quellenangabe) als Grundlage (ZAR 2017). Damit sollte eine Verbesserung der Klauengesundheit durch die Früherkennung von Krankheiten, Bestandsproblemen oder Risikofaktoren, die Entwicklung einer längerfristigen züchterischen Strategie und zuletzt auch eine vereinfachte Dokumentation für den Landwirt und den Klauenpfleger erreicht werden (Suntinger 2019, Suntinger und Lackner 2021).

2.4 Funktionelle Klauenpflege

Die funktionelle Klauenpflege stellt einen wichtigen Bestandteil im Management von Milchviehherden dar, da durch sie eine optimale Druckverteilung und eine physiologische Gliedmaßenstellung gewährleistet wird (Carvalho et al. 2005, Sadiq et al. 2020). Die Notwendigkeit der funktionellen Klauenpflege ergibt sich aus den gegenwärtig üblichen Haltungssystemen, welche vielfach keinen bzw. nur kurze Weideaufenthalte vorsehen. In Folge unterschiedlicher Bodenbeschaffenheiten in den diversen Haltungssystemen wie beispielsweise Spaltenböden, planbefestigte Betonböden, Gussasphaltböden oder Gummiböden unterscheidet sich der Abrieb der Klauen bzw. die Druckbelastung mitunter sehr stark (Kofler 2019, Kofler 2021b).

Um eine gute Klauengesundheit im Bestand zu gewährleisten, sollten die Tiere regelmäßig alle 6 Monate bzw. besser alle 4 Monate klauengepflegt werden (Sadiq et al. 2020, Kofler et al. 2021). Bei diesen Intervallen erschließen sich dem Betrieb prinzipiell zwei Möglichkeiten der Herangehensweise. Die erste Möglichkeit ist die Durchführung als saisonale Klauenpflege, hierbei werden alle Rinder zwei- bis dreimal jährlich, beispielsweise im Frühjahr und dann im Herbst klauengepflegt, und zudem sollte man auch immer die Tiere, die trocken gestellt werden, einer Klauenpflege unterziehen. Die zweite Methode besteht darin, die funktionelle Klauenpflege der Herde entsprechend ihres Laktationszeitpunktes durchzuführen, d.h. unmittelbar beim Trockenstellen, wiederum etwa um den 40. - 60. Laktationstag und schließlich wiederum ca. am 150. Laktationstag (Kofler 2019, Sadiq et al. 2020, Kofler et al. 2021).

2.5 Elektronische Dokumentation der Klauenbefunde bei der Klauenpflege

Die Daten wurden von den teilnehmenden Klauenpflegern mittels der Software 'Klauenmanager' (SEG Informationstechnik GmbH, Bad Ischl, Österreich) elektronisch dokumentiert. Die Software ermöglicht eine einfach durchführbare Dokumentation der erhobenen Klauenbefunde und die Möglichkeit diese bereits am Ende der Klauenpflege auszuwerten. Dieses Programm ermöglicht es auch die einzelnen Diagnosen und Befunde eines Tieres, welches über seine Ohrmarke im System eindeutig identifizierbar ist, bereits während der Klauenpflege mittels eines Touch-Bedienfeldes zu erfassen (Kofler et al. 2013).

Vereinfacht formuliert läuft dieser Vorgang wie folgt ab:

Schritt 1: der entsprechende Betrieb wird im Programm ausgewählt.

Schritt 2: das jeweilige Tier wird im Programm aufgerufen. Der aktuelle Tierbestand des zu pflegenden Betriebes kann z.B. kurz vor dem Besuch über die AMA-Datenbank immer aktualisiert werden.

Schritt 3: es wird eine Extremität, die laterale oder die mediale Klaue und weiters eine Klauenzone darin ausgewählt.

Schritt 4: der Klauenpfleger speichert die zutreffende Diagnose (den Befund) an der jeweiligen Klauenzone, indem er aus einer für jede Klauenzone (Kofler et al. 2011) spezifischen Liste die entsprechende Diagnose auswählt.

Die soeben angesprochene Liste umfasst im Fall der DD die Stadien M1, M2, M3 und M4 (Kofler 2020a, Kofler et al. 2021a,b), üblicherweise lokalisiert in den (Haut-)Zonen 7, 8 und 9 (Abb. 1, 2). Die DD-assoziierten Klauenhorndefekte werden in den Klauenzonen 1, 2, 3, 11, 12 und 13 für den Weiße-Linie-Defekt, in Zone 4 bzw. 14 für Sohlengeschwür, in Zone 5 bzw. 15 für das Sohlenspitzeneschwür und in Zone 6 bzw. 16 (Abb. 1, 2) für das Ballengeschwür dokumentiert (Kofler et al. 2011, Kofler et al. 2021b, Suntinger und Lackner 2021).

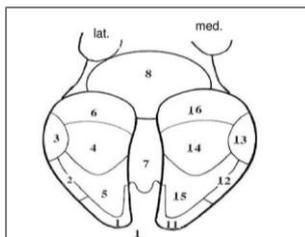


Abbildung 1: Klauenzonen in der Eingabemaske des 'Klauenmanagers' an der palmar/plantaren Seite der Klaue

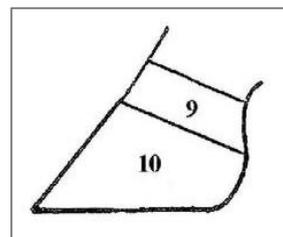


Abbildung 2: , Klauenzonen in der Eingabemaske des 'Klauenmanagers' an der lateralen/medialen Seite der Klaue

2.6 Kennzahlen zur Klauengesundheit, Benchmarking

Klauenerkrankungen bzw. Lahmheiten machen, neben Störungen der Fruchtbarkeit und der Eutergesundheit, den größten Teil der Gesundheitsprobleme bei Milchrindern aus (Cha et al. 2011, Huxley 2013), wobei aber den Klauenerkrankungen immer noch verhältnismäßig zu wenig Beachtung geschenkt wird (Martens 2016, Kofler 2021a)

Für die Bereiche Fruchtbarkeit und Eutergesundheit liegen bereits seit längerem Kennzahlen vor (Kruif et al. 2007, Egger-Danner et al. 2020). Kennzahlen zur Klauengesundheit liegen bis dato hingegen erst spärlich vor, wenn man von den empfohlenen jährlichen Lahmheitsprävalenzen absieht (EFSA 2009). Erste umfassende Arbeiten zum Thema Kennzahlen zur Klauengesundheit wurden von Schweizer Autoren unlängst publiziert (Huber et al. 2020, Huber et al. 2021, Strauss et al. 2021). Ein Benchmarking-System für die Klauengesundheit ist bislang erst in Schweden und Dänemark im Einsatz, welches mittlerweile die Klauengesundheit von mehr als 50 % aller Milchkühe aufgrund regelmäßig erfasster Klauenpflegedaten vergleicht (Sandgren et al. 2009, Nielsen 2018).

Das Ziel des Schweizer Klauengesundheitsprojektes war die Festlegung von Kennzahlen für die Klauengesundheit von Rindern basierend auf einem mehrstufigen Erarbeitungsplan. Im ersten Schritt wurde eine Literaturrecherche vorgenommen, die Ergebnisse daraus wurden als Grundlage für die Festlegung potenzieller Kennzahlen verwendet. Die herausgearbeiteten Werte wurden danach durch ein ausgewähltes Expertengremium selektiert und dann erst wurden die eigentlichen Kennzahlen festgelegt. Im letzten Schritt wurden durch Befragungen von Landwirten, Klauenpflegern und Tierärzten geeignete Grenzwerte für diese Kennzahlen festgelegt (Huber et al. 2020, Huber et al. 2021, Strauss et al. 2021).

Derartige Kennzahlen oder auch „Benchmarks“ sind bereits seit geraumer Zeit in der Industrie, im Dienstleistungssektor und in der Medizin etabliert und dienen der vergleichenden Untersuchung von Ergebnissen in Relation zu einem festgelegten Maßstab (dem „Klassenbesten“) (Kouzmin et al. 1999, Del Giorgio Solfa 2019).

Auch im Bereich der Herdengesundheit und der Überprüfung des Tierwohls bei Milchkühen (Von Keyserlingk et al. 2012, Zuliani et al. 2018, Egger-Danner et al. 2020, Warner et al. 2020) und Kälbern (Sumner et al. 2020) wird das Benchmarking bereits angewendet.

Derartige Kennzahlen orientieren sich aber stets an einem durch eine große Anzahl von Betrieben definierten Maßstab und sind daher auch empfindlich gegenüber betriebstechnischen Änderungen und Anpassungen. Aufgrund dieser Tatsache sind Benchmarks in regelmäßigen Abständen zu adaptieren, da sie ansonsten ihre Aussagekraft verlieren (Kouzmin et al. 1999, Egger-Danner et al. 2020).

Die Etablierung von Grenzwerten bzw. auch von Benchmarks für spezifische Klauenerkrankungen ermöglicht eine schnelle Identifikation von Risikobetrieben und kann zudem Aufschluss über die landesweite Situation bezüglich einzelner Aspekte der Klauengesundheit geben und dadurch auch die Wichtigkeit der Klauengesundheit für das Tierwohl verdeutlichen (ZAR 2017).

3. Material und Methoden

3.1 Datensatz

Die Datengrundlage für die vorliegende Diplomarbeit waren elektronisch übermittelte Klauenpflegedaten von 32 geschulten Klauenpflegern. Diese waren im Rahmen des Projekts 'Klauen-Q-Wohl' über das elektronische Programm 'Klauenmanager' (Herstellerangaben) von den Klauenpflegern bei den Betriebsvisiten dokumentiert und dann an die ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH (ZuchtData Austria) übermittelt worden. Der Datensatz beinhaltete Klauenbefunde aus den Jahren 2009 bis 2020 aus 527 verschiedenen Milchviehbetrieben von 29.328 Rindern.

Hierzu ist anzumerken, dass nur mit einem anonymisierten Datensatz gearbeitet wurde, welcher von der Zucht-Data Austria zur Verfügung gestellt worden war, so dass keine Rückschlüsse auf Namen der Klauenpfleger oder die Betriebsinhaber gezogen werden konnten.

Die übermittelten Datensätze stammten in erster Linie aus den Bundesländern Steiermark (53,28 %, n = 107.683) und Niederösterreich (44,74 %, n = 90.567) bzw. in deutlich geringerem Ausmaß aus Oberösterreich (1,74 %, n = 3.531) und Kärnten (0,24 %, n = 487). Zusätzlich dazu war eine Datensammlung der Jahresberichte der einzelnen Betriebe vorhanden, die ebenfalls von der ZuchtData (<https://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html>) zur Verfügung gestellt worden war.

Parallel wurde eine weitere Diplomarbeit mit denselben Datensätzen erstellt, wobei jedoch der Fokus dort auf die Gesamtheit von Klauenhorn- und Alarmerkrankungen ausgerichtet war (Knapp 2021).

3.2 Datenvalidierung

Alle am Projekt teilnehmenden Klauenpfleger verfügten über eine fundierte Ausbildung, sie hatten zumindest einen Zertifikats-Lehrgang mit 136 Lehreinheiten absolviert. Einige teilnehmende Klauenpfleger hatten auch noch einen Aufbaulehrgang (à 80 Lehreinheiten) und einige wenige sogar eine abgeschlossene Ausbildung zum Klauenpflege-Instruktor vorzuweisen.

Um die gesammelten Daten der Klauenpfleger zu validieren, wurden diese vorerst einem Plausibilitätstest unterzogen, nach den Richtlinien wie sie für solche Daten von Charfeddine et al. (2016) beschrieben worden waren, wie etwa ein Minimum an dokumentierten Diagnosen,

ein prozentualer Mindestanteil der Herde mit vorliegenden Klauenpflegedaten und die Zuordenbarkeit der Einträge zu den einzelnen Tieren per Ohrmarke, die pro Termin klauengepflegt wurden.

Eine weitere Bedingung für die Verwendung der übermittelten Daten für die geplante Auswertung war die Teilnahme der im Projekt 'Klauen-Q-Wohl' beteiligten Klauenpfleger an einem Online-Interrater-Reliability-Test. Mit einem derartigen Testsystem wird die Übereinstimmung von Ergebnissen verschiedener Probanden untereinander bzw. mit einem Gold-Standard verglichen. Dieser Test diente zur Überprüfung des Übereinstimmungsgrades bei der korrekten Diagnosestellung von 50 ausgewählten Fotos, auf welchen alle im ICAR-Atlas der Klauengesundheit (Egger-Danner et al. 2015) gelisteten Klauendiagnosen abgebildet waren.

Es wurden nur jene Klauendaten für die Auswertung berücksichtigt, die von Klauenpflegern stammten, welche bei diesem Interrater-Reliability-Test einen Cohens Kappa Wert von $\geq 0,64$ hatten, wodurch die Vergleichbarkeit der Daten zwischen verschiedenen Klauenpflegern sichergestellt wurde. Im Median erreichten alle teilnehmenden Klauenpfleger mit einem Cohens Kappa Wert von 0,82 eine fast perfekte Übereinstimmung mit dem Gold-Standard.

3.3 Gruppierung der Daten

Die vorliegenden Daten wurden je nach Berechnung bzw. je nach Fragestellung unterschiedlich gruppiert, wie im Folgenden beschrieben.

Da sich im Datensatz erfassungsbedingt keine Einträge mit der dezidierten Diagnose von DD-assoziierten Klauenhorndefekten fanden, wurden diese entsprechend aus den Einträgen mit DD-Befund in Verbindung mit Klauenhornläsionen der zugehörigen Klauenzone ermittelt. Hierzu wurden die Zonen jeweils nach ihrer Nummer wie folgt gruppiert: Weiße-Linie-Defekt (WLD) (Zonen 1, 2, 3, 11, 12, 13), Sohlengeschwür (SG) (Zonen 4, 14), Sohlenspitzeneschwür (SSG) (Zonen 5, 15) und Ballengeschwür (BG) (Zonen 6, 16).

Zur Berechnung der Relation zwischen der DD-Prävalenz auf Tierebene und der Betriebsgröße wurden alle im Datensatz vorhandenen Einträge verwendet.

Für das Modell zur Identifikation der einzelnen Kuh-Typen bezüglich ihrer Anfälligkeit für die DD-Infektion wurden zwei für verschiedene Klauenpflege-Management-Arten repräsentative Betriebe ausgewählt, von denen auch vollständige Klauenpflegedaten über mehrere Jahre hinweg vorlagen.

Für das Benchmarking der DD-Prävalenz in den Betrieben wurden sämtliche Einträge der Jahre 2011-2019 von Betrieben mit endemischer DD verwendet und gemäß der einzelnen Klassen gruppiert. Es waren zwar prinzipiell Einträge von den Jahren 2009 bis 2020 im Datensatz vorhanden, aufgrund der geringen Datenmenge in den Jahren 2009 bis 2011 wurde diese Jahre in der Auswertung nicht berücksichtigt.

3.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Statistik-Programms R[©] (Version 3.6.3, Copyright (C) 2020, The R Foundation for Statistical Computing, Neuseeland) in Verbindung mit dem Steuerprogramm RStudio[©] (Version 1.3.1093[©] 2009-2020 RStudio, PBC, Neuseeland) und den dazugehörigen Erweiterungs-Paketen [(Hadley Wickham, Romain François, Lionel Henry and Kirill Müller (2020). „dplyr“: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.0.2./ H. Wickham. „ggplot2“: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016/ Hadley Wickham (2020). „tidyr“: Tidy Messy Data. R package version 1.1.2./ Garrett Golemund, Hadley Wickham (2011). Dates and Times made easy with „lubridate“. Journal of Statistical Software, 40(3), 1-25.)]. Das Statistik-Programm R[©] wurde gewählt, weil es sich einerseits sehr gut für die Verarbeitung sehr großer Datenmengen eignet und weil es andererseits auch die Möglichkeit bietet, unkompliziert die gleichen Berechnungen beispielsweise mit einem neuen Datensatz durchführen zu können.

Die Auswertungen zur DD inklusive des Benchmarkings beinhalten als Referenzgröße die mittleren Kuhzahlen der Betriebe laut Jahresbericht der ZuchtData (<https://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html>).

Ein statistischer Zusammenhang wurde dann als signifikant gewertet, wenn der p-Wert $< 0,05$ war.

3.5 Verwendete Parameter und Zeiträume

In den vorgenommenen Berechnungen wurden größtenteils relative Häufigkeiten, Quantile, Mittelwert und Median berechnet. Eine Ausnahme hiervon bilden die Zusammenhänge von DD-Prävalenz zur Betriebsgröße und die Verlaufsdarstellung der DD-Stadien bei Einzeltieren.

Die Überprüfung auf Zusammenhänge beschränkte sich bis auf die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson lediglich auf eine graphische Darstellung, dasselbe gilt

für die Verlaufsdarstellung. Die Zeiträume der Berechnungen variierten mitunter, Grund hierfür sind die verschiedenen Kriterien für die einzelnen Untersuchungen, beispielsweise waren nicht für jedes Jahr dokumentierte 50 %-Herdenschnitte (mindestens die Hälfte der Herde wurde beim Klauenpflege-Termin klauengepflegt) vorhanden. Da diese jedoch die Grundlage einiger Auswertungen waren, konnten diese Jahre folglich nicht berücksichtigt werden. Zum besseren Verständnis ist der genaue Zeitbereich bei jeder Auswertung im Kapitel 4 angeführt.

3.6 Lokalisation der Dermatitis Digitalis-assoziierten Klauenhorndefekte

Die kutane Form der DD lässt sich prinzipiell im 'Klauenmanager' in den Klauen-Zonen 7 (Zwischenklauenbereich), 8 (Haut über dem Weichballen) und 9 (Kronsaum) dokumentieren (Kofler et al. 2011).

Da der übermittelte Datensatz 'DD-assoziierte Klauenhorndefekte' nicht als eigenständige Diagnose aufwies, wurden diese Diagnosen aus den Mortellaro-Diagnosen an entsprechenden Klauenzonen-Nummern des 'Klauenmanagers' herausgearbeitet, eine entsprechende Darstellung findet sich zu Beginn von Kapitel 2.5. Die Zuordnung erfolgte nach dem Schema wie in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Auflistung der DD-assoziierten Klauenhorndefekte und der Klauenzonen, in welche sie bei der elektronischen Dokumentation entsprechend dem Diagnoseschlüssel eingetragen wurden

Diagnose	Position im Klauenmanager
Weiß-Linie-Defekt	1, 2, 3, 11, 12, 13
Sohlengeschwür	4, 14
Sohlenspitzen-geschwür	5, 15
Ballengeschwür	6, 16

3.7 Identifikation der einzelnen Kuh-Typen (Infektionsanfälligkeit gegenüber DD)

Hierzu wurden die Datensätze von zwei Betrieben im Zeitraum vom Jahr 2018 bis 2019 ausgewertet. Dabei wurde überprüft, bei welchen Tieren, die sich im gesamten Zeitraum von zwei Jahren am Betrieb befanden, wie oft ein beliebiges Stadium (M1 – M4) von DD

dokumentiert worden war bzw. welche Rinder im selben betrieblichen Umfeld und Zeitabschnitt nie davon betroffen waren.

Diese zwei Betriebe wurden entsprechend ihrem Klauenpflege-Management ausgewählt, d.h. einmal eine Herde, die dem Datensatz zufolge nur bedarfsorientiert gepflegt wurde und im Gegensatz dazu eine andere Herde, in welcher regelmäßige Herdenschnitte durchgeführt worden waren.

Im nächsten Schritt wurden darauffolgend die relativen Anteile der einzelnen Kuh-Typen errechnet, basierend auf der Klassifikation wie in Tabelle 2 dargestellt. Diese Einteilung wurde basierend auf der Klassifizierung von Döpfer, 2012 vorgenommen.

Tabelle 2: Definition der Kuh-Typen 1, 2 und 3, welche die Infektionsanfälligkeit gegenüber DD angeben nach Döpfer, 2012 darstellen

Typ 1	Kein einziger Dermatitis Digitalis – Befund	Zeitraum 2018-2019
Typ 2	Maximal zwei positive Befunde	Zeitraum 2018-2019
Typ 3	Mehr als zwei positive Befunde	Zeitraum 2018-2019

3.8 Mögliche Verlaufsdarstellung der DD-Stadien bei einzelnen Tieren

Diese Auswertung basierte rein auf der beispielsweise Darstellung der Entwicklung der einzelnen DD-Stadien (M1, M2, M3, M4) je Gliedmaße über alle vorhandenen Klauenpflegetermine, in diesem Fall 2014 bis 2020 eines einzelnen Tieres. Da es sich hierbei lediglich um ein Beispiel handelt, welches die prinzipiellen Möglichkeiten der Auswertung der vorliegenden Datensätze aufzeigen soll, wurde zur Verbesserung der Übersichtlichkeit nur auf Befunde der Zone 7 (Zwischenklauenspalt) des Klauenmanagers zurückgegriffen. Eine Darstellung mehrerer Zonen gleichzeitig würde zu einer kaum interpretierbaren Grafik führen. Zum Zeitpunkt der Datensammlung war im Programm das DD-Stadium M4.1 noch nicht als mögliche Auswahl-Diagnose hinterlegt, daher entfällt das M4.1 Stadium in der Grafik.

3.9 Berechnung der DD-Prävalenzen auf Kuh- und auf Herdenebene

Die Prävalenz von DD (unabhängig vom DD-Stadium) in Österreich auf Tierebene über die letzten Jahre wurde aus dem Anteil der Tiere mit einem dokumentierten DD-Befund errechnet, in Relation zur gesamten Population je Prüfjahr, die sich aus den durchschnittlichen Kuhzahlen

ergaben, von welcher Klauenpflegedaten vorlagen. Die durchschnittliche Kuhzahl des Betriebs ergab sich aus der Zahl der Futtertage im jeweiligen Kontrolljahr pro Stichtag. Zur Berechnung der DD-Herdenprävalenz wurden auf Grundlage aller Betriebe (auch jener ohne DD-Infektion) die relativen Häufigkeiten der Herden mit endemischer DD je Jahr im Zeitraum von 2011 bis 2019 errechnet.

Die DD-Prävalenz je Laktation errechnet sich aus der Anzahl der an DD erkrankten Tiere in Relation zu allen Tieren der jeweiligen Laktation.

3.10 Berechnung der Prävalenzen von DD in Relation zur Betriebsgröße

Die Darstellung zum Zusammenhang vom Auftreten von DD zur Betriebsgröße sind das Ergebnis der errechneten Prävalenz je Klauenpflegetermin in Verbindung der mittleren Kuhzahl laut Jahresbericht am Betrieb zu diesem Zeitpunkt.

Aus dieser Berechnung ergibt sich ein Streudiagramm, in welchem jeder Punkt für die Prävalenz von DD bzw. die Betriebsgröße eines Betriebes für jeweils ein im Datensatz vorhandenes Prüfjahr steht.

Die angegebenen Korrelationskoeffizienten wurden nach der Methode von Pearson errechnet.

3.11 Benchmarking der DD-Prävalenzen

Zur Berechnung der Kennzahlen des Benchmarkings für die DD-Prävalenz wurden nur endemisch mit DD infizierte Betriebe herangezogen, da andernfalls die besten Klassen von DD-freien Betrieben besetzt sein würden. Daher wurden aus den Datensätzen nur solche Betriebe für die Auswertung ausgewählt, bei denen die Diagnose DD (in jedem beliebigen Stadium M1 - M4) in den Klauenpfleger-Dokumentationen überhaupt vorkam.

Als Grundlage des Benchmarkings für die DD-Prävalenz wurden nur Klauenpflegetermine von Betrieben herangezogen, bei denen mindestens 50 % der Tiere am Betrieb klauengepflegt worden waren. Dazu wurden die Datensätze aus zwei definierten Zeiträumen ausgewertet, einmal aus den Prüfjahren 2011-2019 und eine zweite Auswertung aus den Prüfjahren 2017-2019, also jener Periode, in welcher das Projekt 'Klauen-Q-Wohl' bereits angelaufen war.

Die Ergebnisse errechneten sich aus der Anzahl der erkrankten Tiere in Relation zur mittleren Kuhzahl je Betrieb und je Prüfjahr.

Die Zuordnung der Betriebe bezüglich der DD-Prävalenz erfolgte analog zur Studie von Egger-Danner et al. (2020). Die Resultate wurden darauffolgend in die Klassen der besten 10 %, der besten 25 %, der schlechtesten 25 % und der schlechtesten 10 % eingeteilt. Zusätzlich wurden noch der Median und der Durchschnittswert berechnet.

4 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Berechnungen bezüglich DD präsentiert, welche ihrerseits auf Grundlage von gesamt 347.790 Befunden, die bei 29.328 Rindern im Zeitraum von 2009-2020 durch 32 Klauenpfleger erhoben worden waren.

Je nach Berechnung wurde jedoch nicht der gesamte Datensatz herangezogen, die Datengrundlage im Detail ist jedoch bei jeder Auswertung beigefügt. Zudem sind die Ergebnisse entsprechend ihrer Fragestellung gereiht, beginnend mit eher einfachen, deskriptiven Berechnungen wie etwa den Verteilungen der kutanen Form der DD und der Verteilung der DD-assoziierten Klauenhorndefekte und endend mit spezifischen Berechnungen wie dem Benchmarking der DD-Prävalenz in österreichischen Milchviehbetrieben.

4.1 **Klinische Erscheinungsformen der Dermatitis Digitalis und ihre Lokalisationen**

Mit einem Anteil von 85,24 % (n = 14.767) überwogen die kutanen Erscheinungsformen der DD im Gegensatz zu den DD-assoziierten Klauenhorndefekten mit 14,76 % (n = 2.558) (Abb. 3).

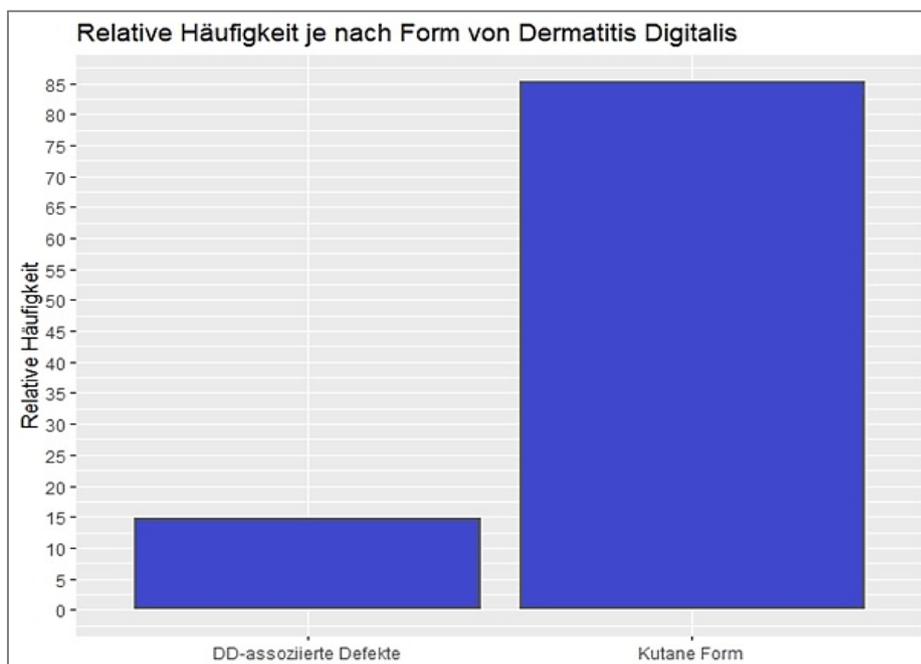


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der klinischen Erscheinungsformen der DD: DD-assoziierte Klauenhorndefekte und DD-Stadien an der Klauenhaut; n = 17.325 Befunde, Zeitraum 2009-2020

Der überwiegende Anteil der DD-Befunde wurde in der Klauenzone 8 (liegt über den Weichballen; siehe Abb. 1) mit einem relativen Anteil von 69,38 % (n = 10.245) dokumentiert, wohingegen in den Zonen 7 (29,81%, n =4.402) und 9 (0,81 %, n = 120) verhältnismäßig wenige Einträge zu verzeichnen waren (Abb. 4).

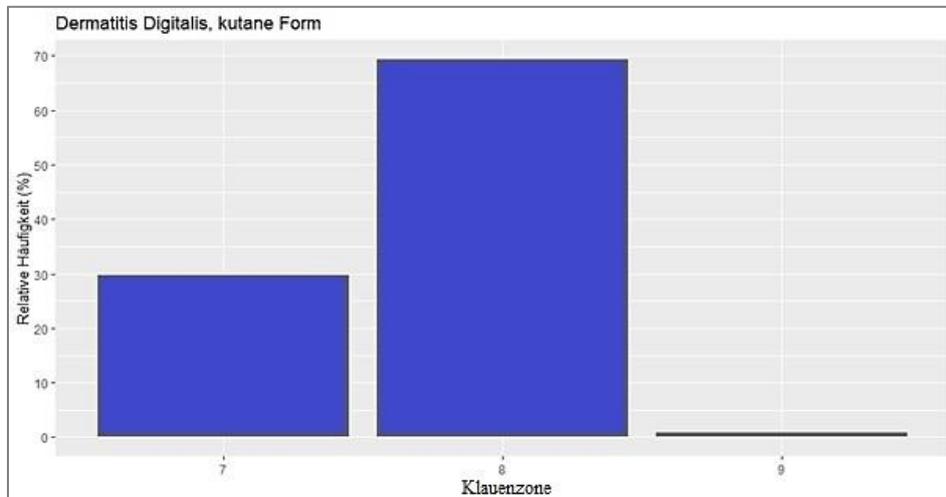


Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der DD-Befunde in den Klauenzonen 7 – 9 (für kutane Formen); n = 14.767 Befunde, Zeitraum 2009-2020

Das in Klauenzone 7 (interdigital) am häufigsten dokumentierte Stadium, war das M1-Stadium mit 51,95 % (n = 2.287), wobei die Stadien M2 (27,12 %, n = 1.194) und M4 (19,01 %, n = 837) insgesamt nur nahezu halb so oft dokumentiert worden waren. Am seltensten wurde allerdings das Stadium M3 mit lediglich 1,9 % (n = 84) in dieser Klauenzone erfasst (Abb. 5).

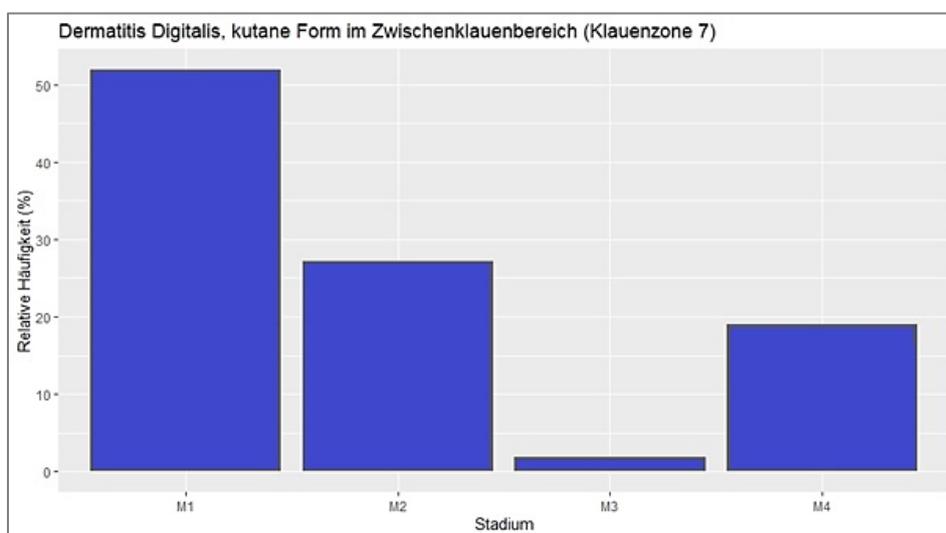


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der DD-Stadien in der Klauenzone 7; n = 4.402 Befunde, Zeitraum 2009-2020

Die Befunde der Klauenzone 8 verteilen sich bis auf das M3-Stadium (8,63 %, n= 884) annähernd ähnlich mit M1-Stadium bei 30,84 % (n = 3.160), M2-Stadium bei 25,06 % (n = 2.567) und M4-Stadium mit 35,47 % (n = 3.634) (Abb. 6).

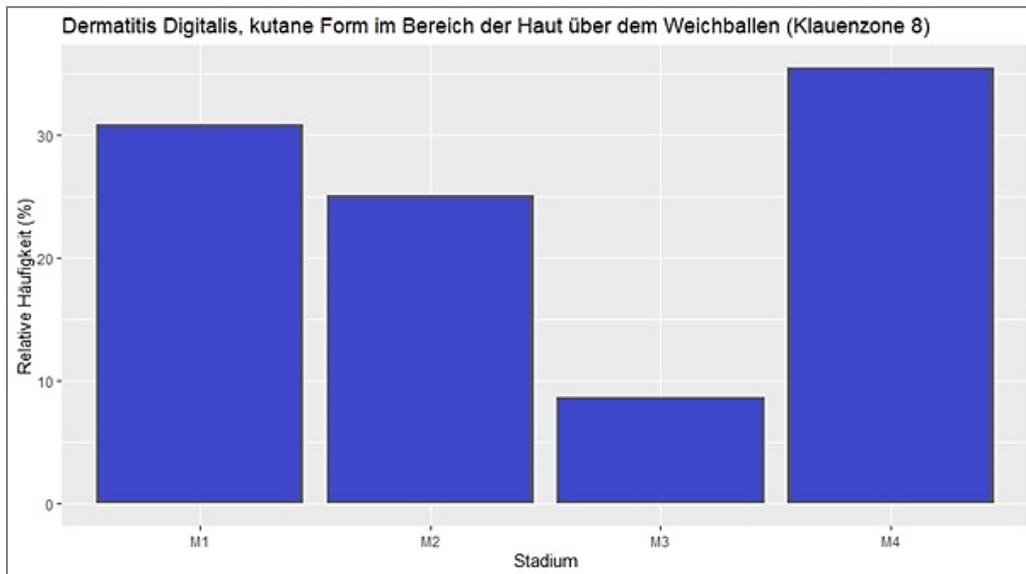


Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der DD-Stadien der DD in der Klauenzone 8 (= Haut über den Weichballen); n = 10.245 Befunde, Zeitraum 2009-2020

Das am häufigsten dokumentierte DD-Stadium in der Klauenzone 9 (Kronsaum) war das M2-Stadium mit exakt 50 % (n = 60), die Stadien M1 (30 %, n = 36), M3 (18,33 %, n = 22) und M4 (1,67 %, n = 2) wurden im Gegensatz dazu deutlich seltener registriert (Abb. 7).

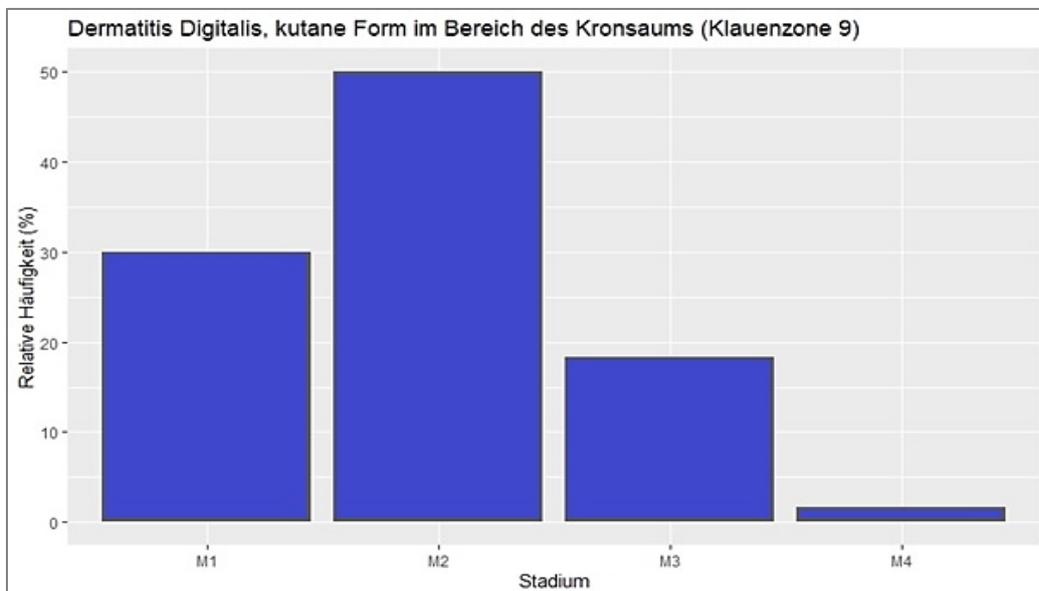


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der DD-Stadien der DD in der Klauenzone 9 (= Haut über dem Saumband = am Kronsaum); n = 120 Befunde, Zeitraum 2009-2020

4.2 Lokalisation der Dermatitis Digitalis-assozierten Klauenhorndefekte

Die Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Klauenhorndefekte aufgeschlüsselt nach den einzelnen jeweils zugrundeliegenden Klauenhorndefekten ist in Abb. 8 dargestellt. Dabei fällt auf, dass DD-assozierte Weiße-Linie-Defekte und DD-assozierte Sohlengeschwüre am häufigsten dokumentiert worden waren (Abb. 8). Von den gesamt gestellten Diagnosen an DD-assozierten Weiße-Linie-Defekten (WLD) wurden allein 37 % (n = 511) am hinteren Ende der weißen Linie an der Außenklaue (= Zone 3) und 3 0% (n = 416) an der gleichen Lokalisation der Innenklaue (= Zone 13) diagnostiziert. Im vorderen und mittleren Abschnitt (Zonen 1 und 2 bzw. 11 und 12) wurden jeweils in etwa 10 % (n = 133 an Außenklaue und n = 127 an Innenklaue) beziehungsweise 7 % (n = 99 an Außenklaue und n = 95 an Innenklaue) aller gesammelten Befunde erhoben (Abb. 9).

Die Auswertung der Befunde der DD-assozierten Sohlenspitzen-geschwüre ergab eine relative Häufigkeit der Diagnosen von 59 % an Außenklauen (n = 87) und 41 % (n = 61) an Innenklauen (Abb. 10).

DD-assozierte Sohlengeschwüre kamen mit jeweils annähernd 50 % etwa gleich oft an Außen- und Innenklauen vor (n = 423 an Außenklaue und n = 427 an Innenklaue) (Abb. 11).

DD-assozierte Ballengeschwüre wurden in 53 % (n = 107) der Fälle an Außenklauen und in 47 % (n = 93) an Innenklauen diagnostiziert (Abb. 12).

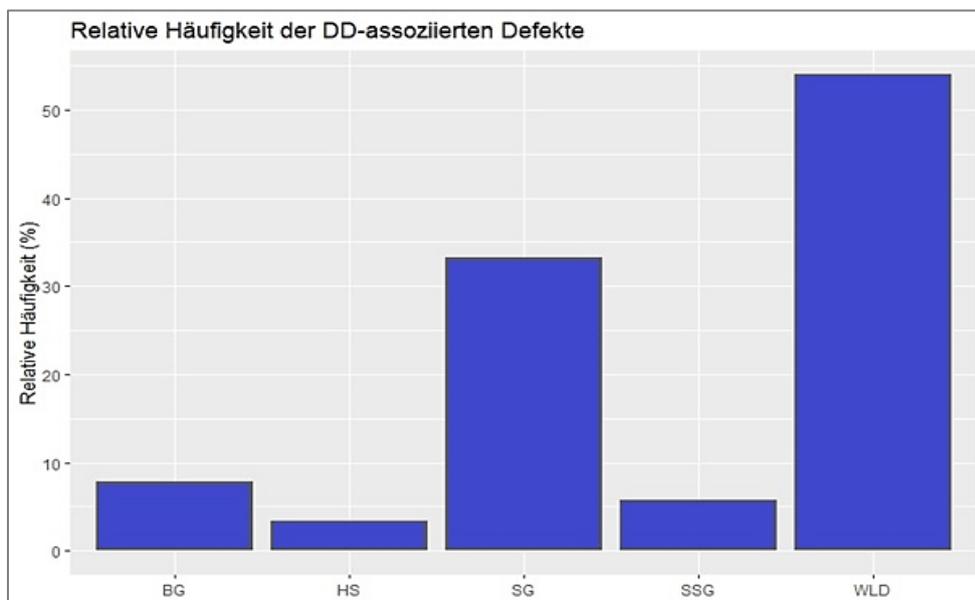


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Klauenhorndefekte aufgeschlüsselt nach einem einzelnen möglichen zugrundeliegenden Klauenhorndefekten; n = 2.558 Befunde, Zeitraum 2009-2020 (BG = Ballengeschwür, HS = axialer Hornspalt, SG = Sohlengeschwür, SSG = Sohlenspitzen-geschwür, WLD = Weißer Linie Defekt)

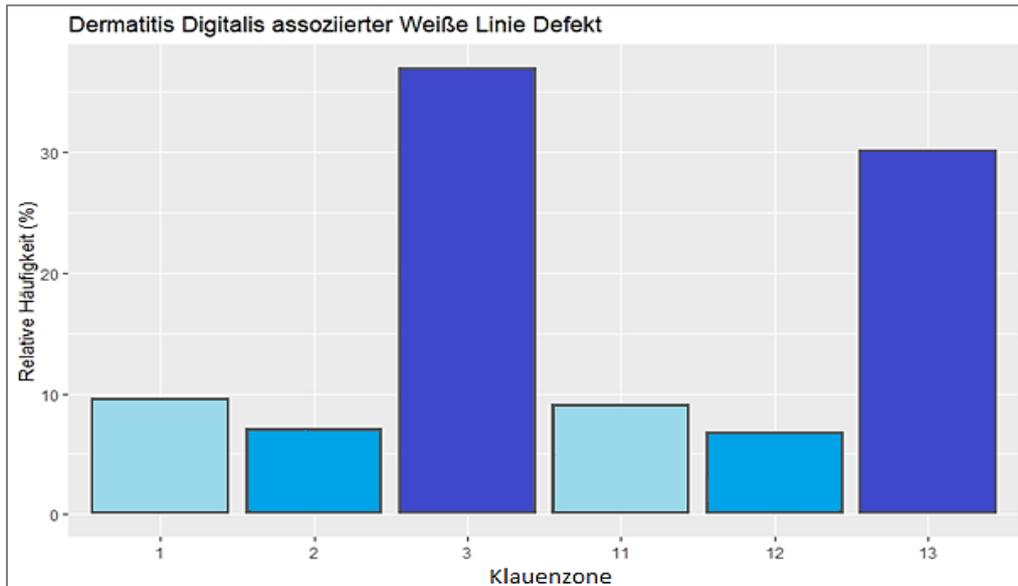


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten WLD an den Klauenzonen der Außenklauen (Zonen 1 – 3) bzw. der Innenklauen (Zonen 11 – 13); n = 1.381 Befunde, Zeitraum 2009-2020; gleiche Farben entsprechen korrespondierenden Zonen jeweils an Innen- und Außenklauen

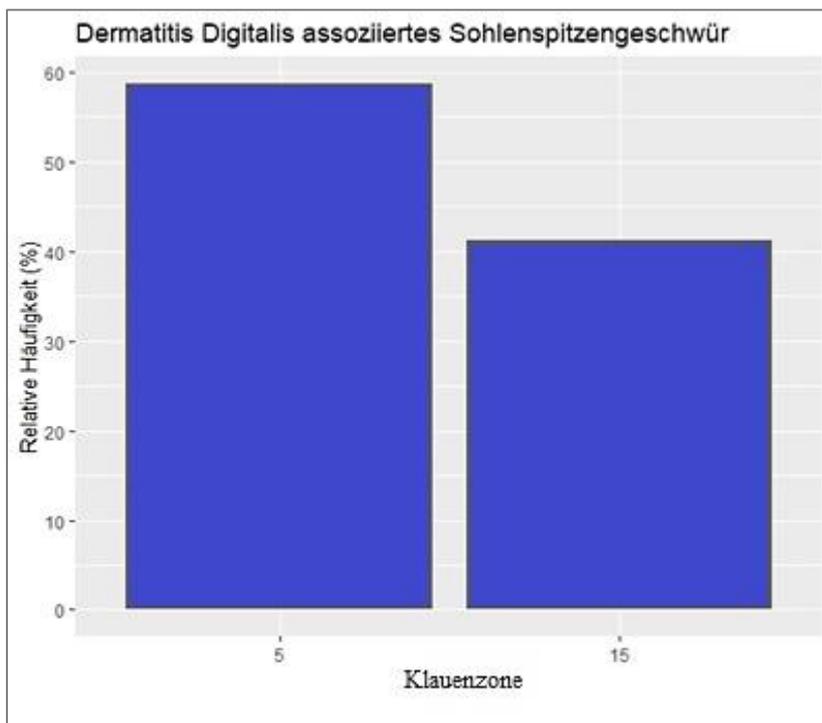


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Sohlenspitzeneschwüre an Außenklauen (Zone 5) und an Innenklauen (Zone 15); n = 148 Befunde, Zeitraum 2009-2020

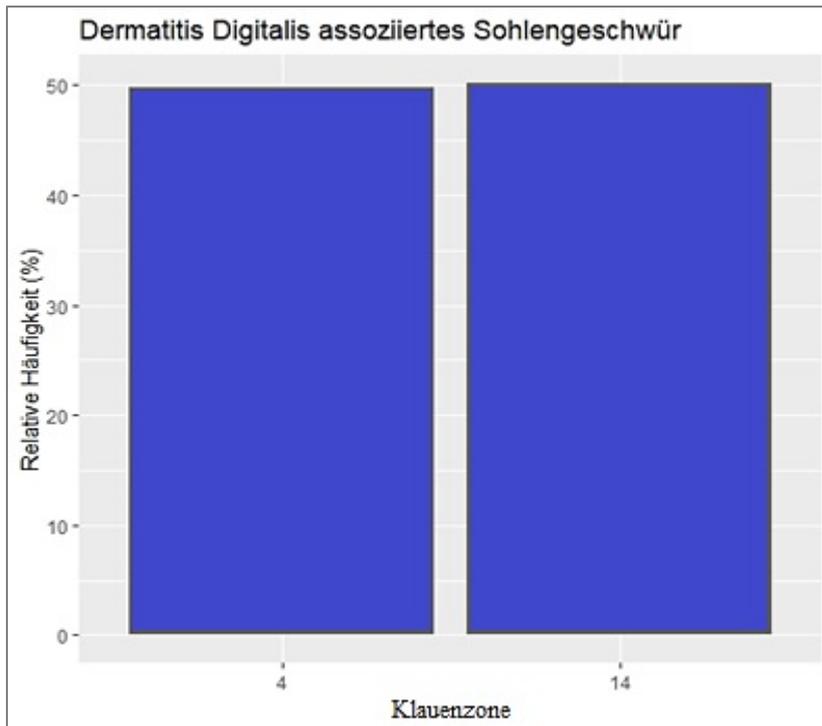


Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Sohlengeschwüre an Außenklauen (Zone 4) und an Innenklauen (Zone 14); n = 850 Befunde, Zeitraum 2009-2020

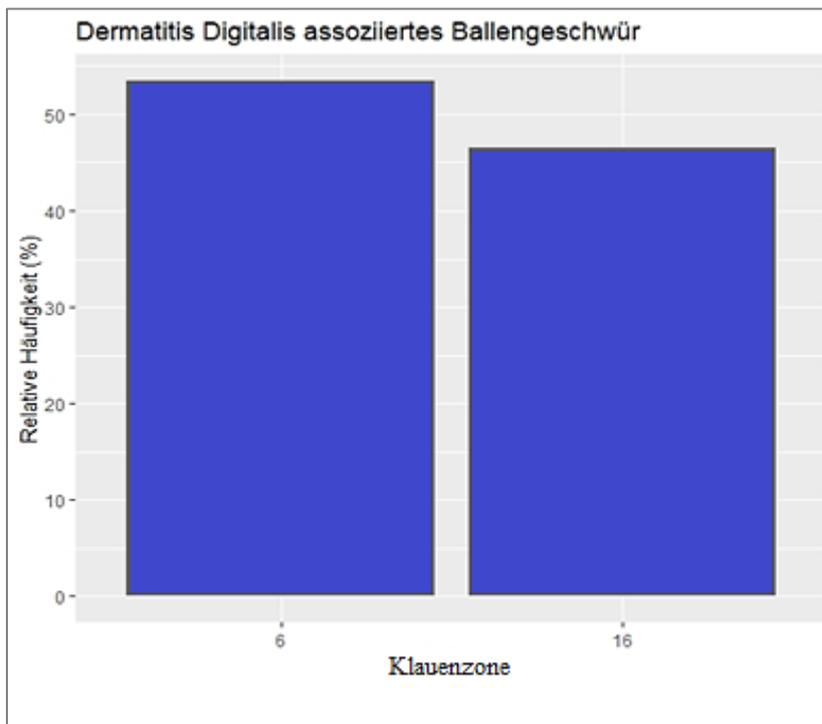


Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Ballengeschwüre an Außenklauen (Zone 6) und an Innenklauen (Zone 16); n = 200 Befunde, Zeitraum 2009-2020

4.3 Prävalenz der kutanen Form gesamt und abhängig von der Laktationszahl

Die Auswertung der Klauenpflegedaten ab dem Jahr 2012 zeigte, dass zwischen 56 % und 29,7 % der Herden von DD betroffen waren (Abb. 13) und die Prävalenz auf Tierebene zwischen 21,4 % und 35,5 % schwankte (Abb. 14). Im letzten Jahr der Auswertung 2019 lag die DD-Herdenprävalenz bei 48,9 %.

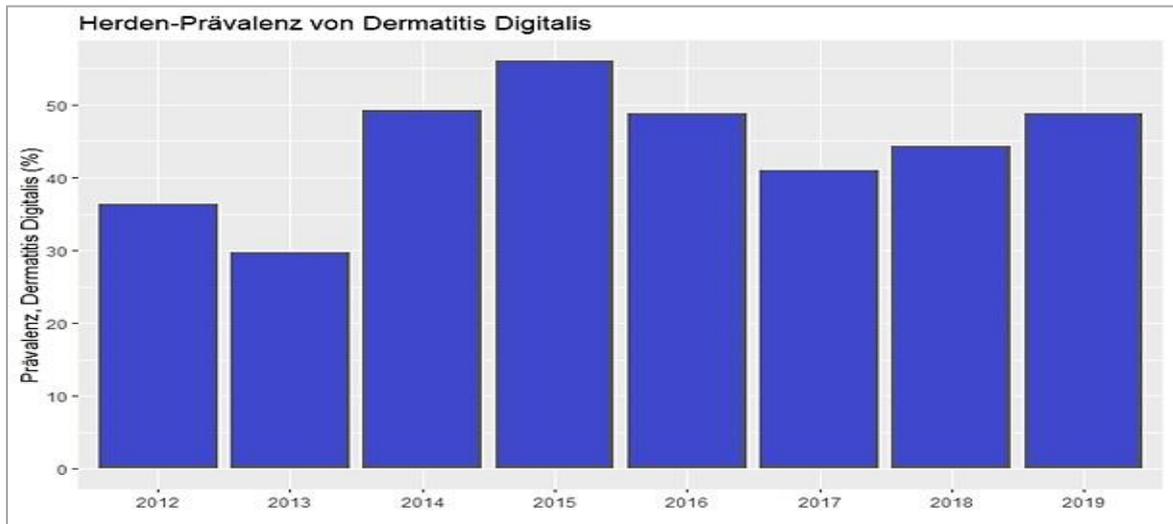


Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der DD auf Herdenebene in den Jahren 2012 bis 2019; $n = 454$ Betriebe (2012, $n = 11$; 2013 $n = 37$; 2014, $n = 73$; 2015, $n = 100$; 2016, $n = 121$; 2017, $n = 149$; 2018, $n = 350$; 2019, $n = 454$; das Jahr 2011 wurde in dieser Auswertung aufgrund der geringen Datenmenge ($n = 3$) nicht berücksichtigt

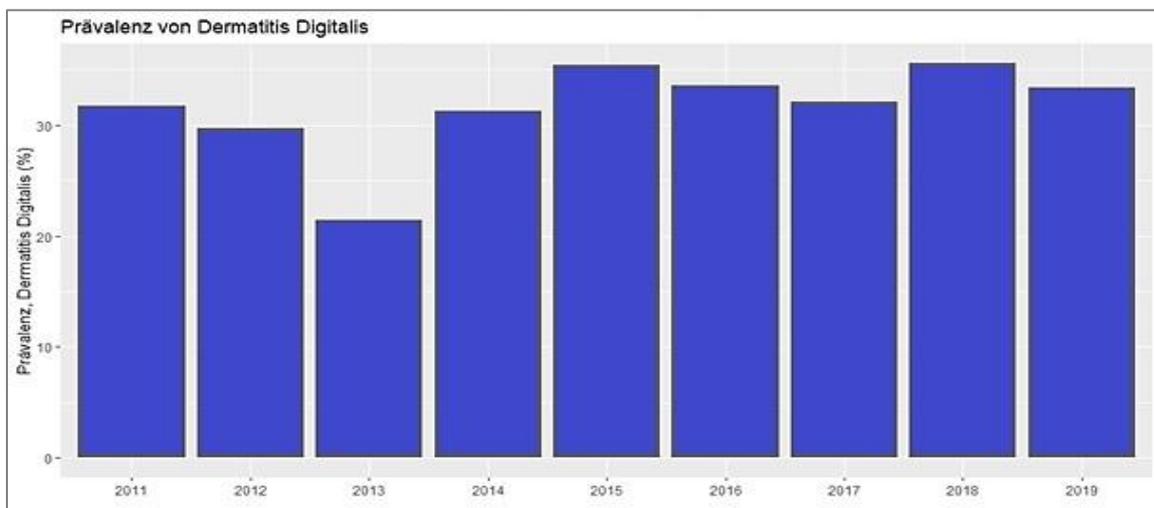


Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung der DD auf Tierebene in den Jahren 2011 bis 2019; $n = 454$ Betriebe mit $n = \dots$ Tieren.

Die Prävalenz von DD auf Tierebene zeigte mit steigender Zahl der Laktation einen stetigen Rückgang, wobei Kalbinnen (Laktation 0) mit 37,3 %, erstlaktierende Kühe mit 30,2 % und Kühe in der zweiten Laktation mit knapp 29,6 % am häufigsten betroffen waren (Abb. 15).

Der Pearson Korrelationskoeffizient zwischen DD Prävalenz und Laktationszahl lag bei -0,97 mit einem p-Wert von $< 0,001$ ($3.89 \cdot e^{-9}$).

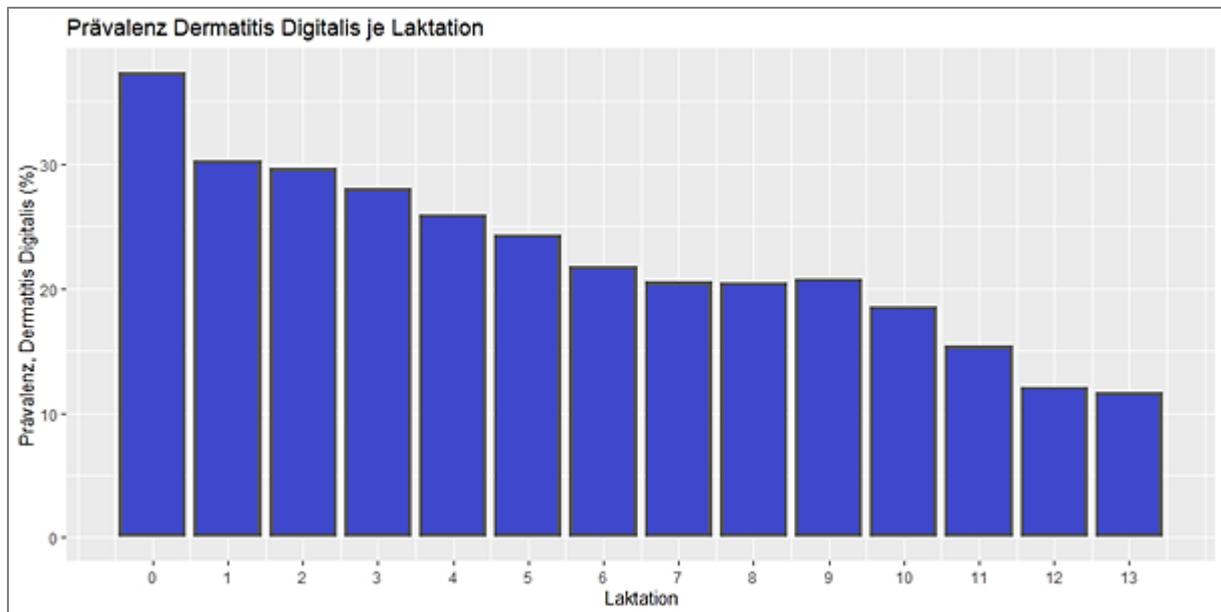


Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der DD auf Tierebene aufgeschlüsselt nach Laktationen; $n = 21.652$ Tiere; Laktation 0: Kalbin

4.4 Identifikation der einzelnen Kuh-Typen (Infektionsanfälligkeit gegenüber DD)

Die Identifikation der verschiedenen Kuh-Typen bezüglich der in der Literatur beschriebenen Infektionsanfälligkeit für DD, beispielhaft durchgeführt in einem Betrieb, in welchem aufgrund der Datengrundlage (Termine der dokumentierten Klauenbefunde) Klauenpflege nur nach Notwendigkeit vorgenommen worden war (Abb. 16 und 17), zeigte hohe relative Häufigkeiten von sowohl Typ 2- (49 %) wie auch Typ 3-Kühen (39 %), wobei letztere die größte Anfälligkeit für die DD-Infektion aufweisen.

Diesem Beispiel ist die methodisch in gleicher Weise vorgenommene Auswertung eines anderen Betriebes gegenübergestellt, in welchem regelmäßige Herdenschnitte durchgeführt worden waren (Abb. 18 und 19). In diesem zweiten Betrieb war der Anteil der Typ 3-Kühe mit

6 % relativ niedrig, wohingegen die relativen Häufigkeiten von Typ 1- und Typ 2-Kühen zwischen 45 % und 50 % lagen (Abb. 19).

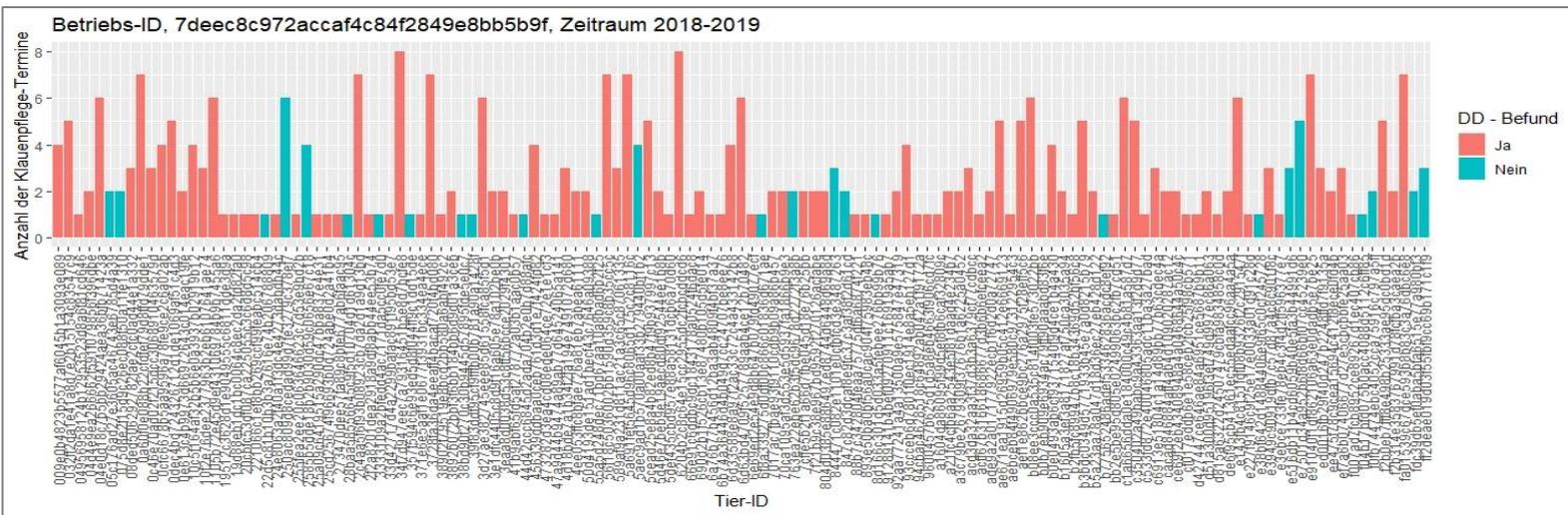


Abbildung 16: Balkendiagramm mit Darstellung aller eingetragenen DD-Befunde (ja, nein) aller Kühe des Beispielbetriebes 1 im Zeitraum 2018 - 2019 mit Auswertung hinsichtlich Identifizierung der Kuh-Typen 1, 2, 3, welche eine unterschiedliche Infektionsanfälligkeit gegenüber DD besitzen); n = 133 Tiere; die Farbe des Balkens gibt an, ob das Tier einen DD-Befund hatte oder nicht; die Höhe des Balkens gibt an wie häufig DD-Befunde beim jeweiligen Tier protokolliert worden waren

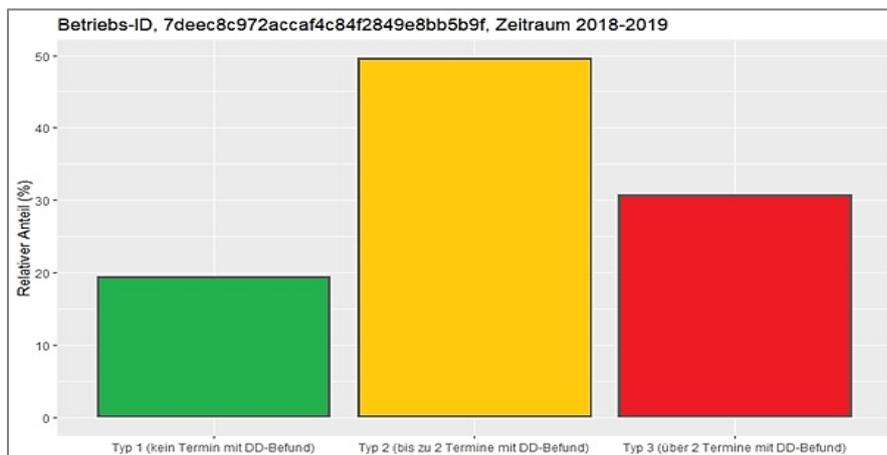


Abbildung 17: Balkendiagramm mit Häufigkeitsverteilung der DD Kuh-Typen 1, 2, 3 des Beispielbetriebes 1 im Zeitraum 2018 - 2019); n = 133 Tiere

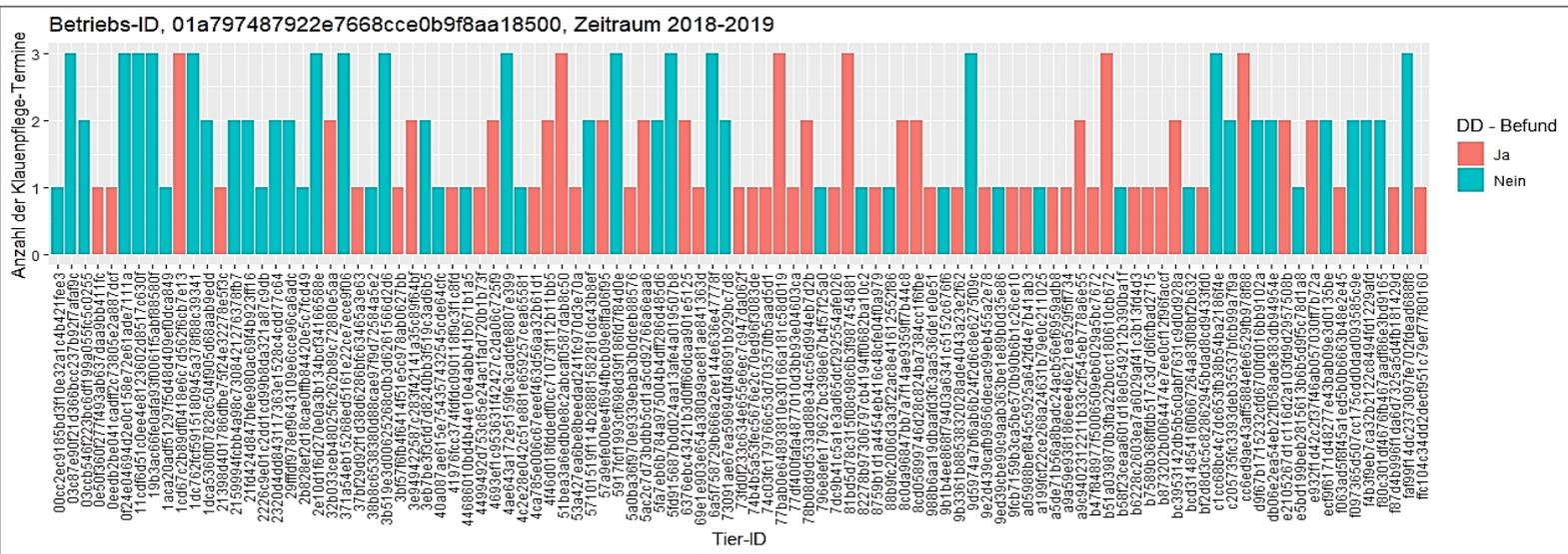


Abbildung 18: Balkendiagramm mit Darstellung aller eingetragenen DD-Befunde (ja, nein) aller Kühe des Beispielbetriebes 2 im Zeitraum 2018 - 2019 mit Auswertung hinsichtlich Identifizierung der Kuh-Typen 1, 2, 3, welche eine unterschiedliche Infektionsanfälligkeit gegenüber DD besitzen; n = 101 Tiere; die Farbe des Balkens gibt an, ob das Tier einen DD-Befund hatte oder nicht; die Höhe des Balkens gibt an wie häufig DD-Befunde beim jeweiligen Tier protokolliert worden waren

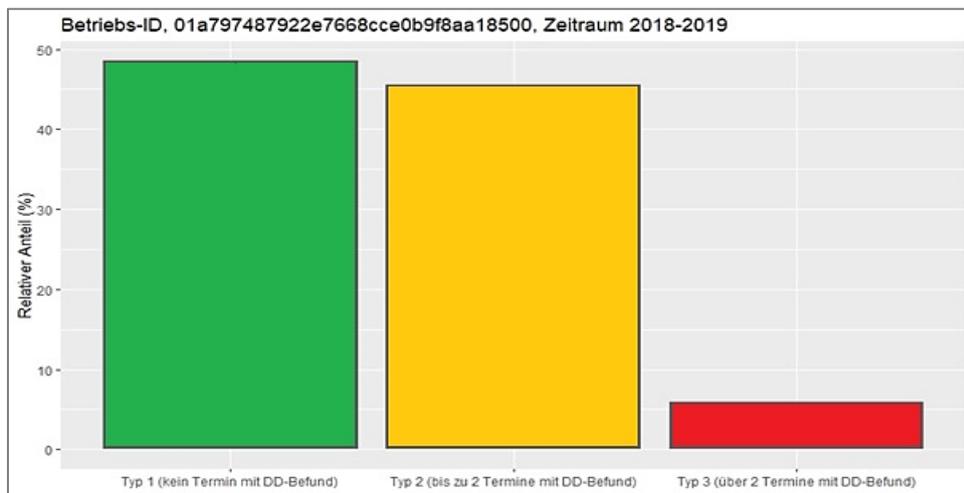


Abbildung 19: Balkendiagramm mit Häufigkeitsverteilung der DD Kuh-Typen 1, 2, 3 des Beispielbetriebes 2 im Zeitraum 2018 - 2019); n = 101 Tiere

4.5 Mögliche Verlaufsdarstellung der DD-Stadien am Einzeltier

Die Abbildung 20 stellt die Entwicklung von DD-Läsionen bezogen auf die 4 Gliedmaßen ihrem M-Stadium entsprechend über die einzelnen Klauenpflege-Termine von Oktober 2014 bis Juni 2020 bei einer einzelnen Kuh beispielhaft dar, ausgewertet anhand der verfügbaren Klauenpflegebefunde.

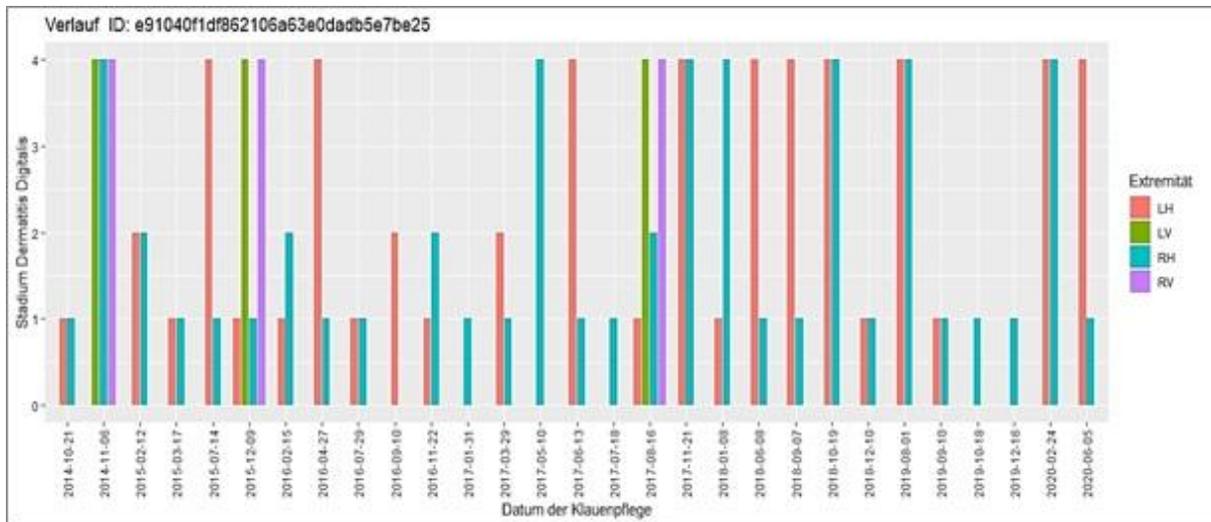


Abbildung 20: Grafische Verlaufsdarstellung der bei den einzelnen aufeinanderfolgenden Klauenpflegebesuchen dokumentierten DD-Stadien an den Klauen der vier Gliedmaßen eines einzelnen Tieres im Zeitraum 2014-2020; jede Balken-Farbe steht für eine Gliedmaße und die Höhe des Balkens stellt das entsprechende Stadium (M1, M2, M3, M4) dar

4.6 Berechnung der Prävalenzen von DD in Relation zur Betriebsgröße

Die Auswertung mit der zugrundeliegenden Fragestellung, ob die DD-Prävalenz auf Tierebene in Zusammenhang mit der Betriebsgröße steht, zeigte, dass ein solcher Zusammenhang bei den untersuchten Betrieben nur eine niedrige Korrelation (Pearson'scher Korrelationskoeffizient: 0,38) aufwies jedoch mit einer hohen Signifikanz ($p < 0,001$; $2.2 \cdot e^{-16}$) (Abb. 21).

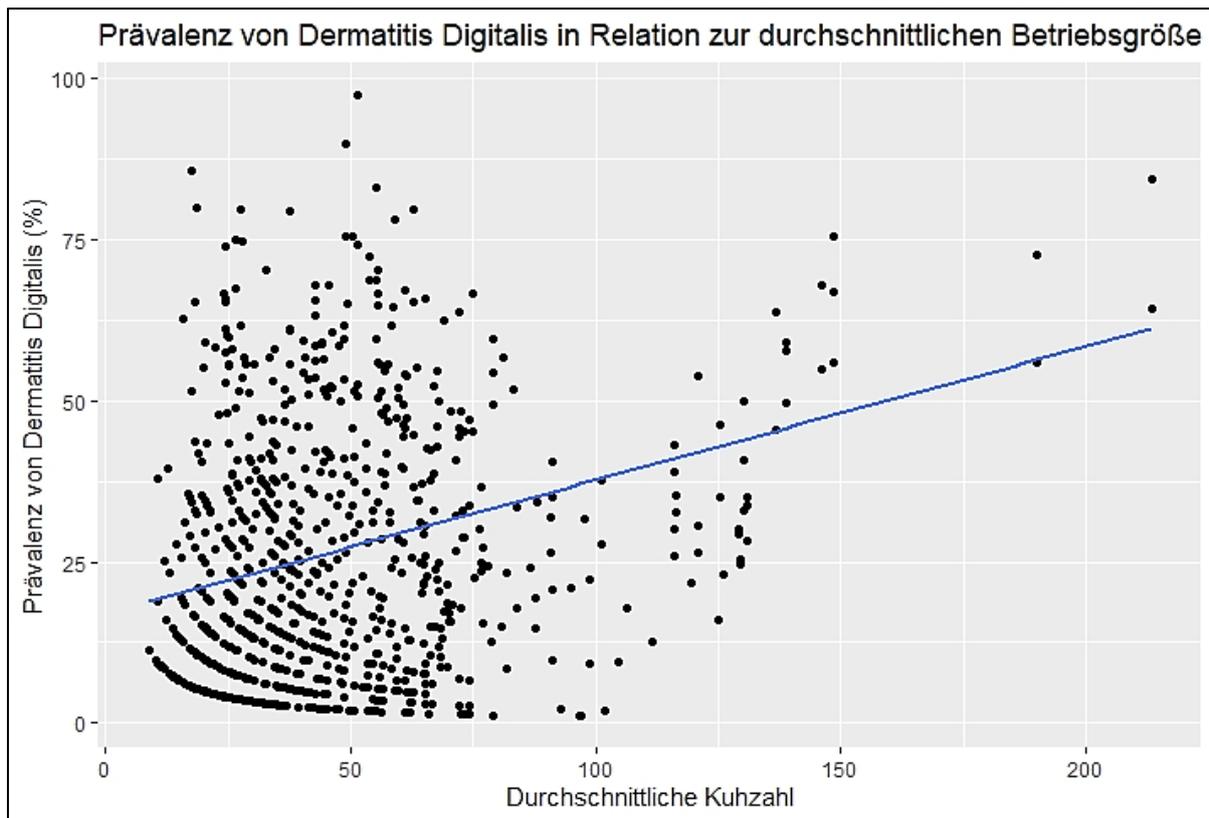


Abbildung 21: Punkte-Diagramm mit Darstellung der DD-Prävalenzen (%) in Bezug zur mittleren Kuhzahl pro Betrieb bei allen untersuchten Betrieben unabhängig von der Herdengröße; $n = 285$ Betriebe; Zeitraum 2009-2019 ein Punkt im Diagramm steht für die errechnete Prävalenz auf Tierebene eines Betriebs zu einem bestimmten Zeitpunkt im Datensatz

4.7 Benchmarking der DD-Prävalenz in den Betrieben

Unter Berücksichtigung der Auswertungen zur DD-Prävalenz und unter Einbeziehung sämtlicher M-Stadien und der DD-assoziierten Klauenhorndefekte des gesamten Zeitraums von 2010-2019 zeigte sich eine deutlich einseitige Verteilung in den ausgewerteten Betrieben (Abb. 22 und 23), wobei Betriebe mit höheren DD-Prävalenzen wesentlich häufiger zu finden waren. Die DD-Prävalenz in den besten 10 % der Betriebe lag bei $\leq 1,4$ %, der Median bei 12,72 % und der Durchschnittswert bei 19,3 %.

Die schlechtesten 10 % der Betriebe hingegen wiesen eine DD-Prävalenz von 46,7 % auf.

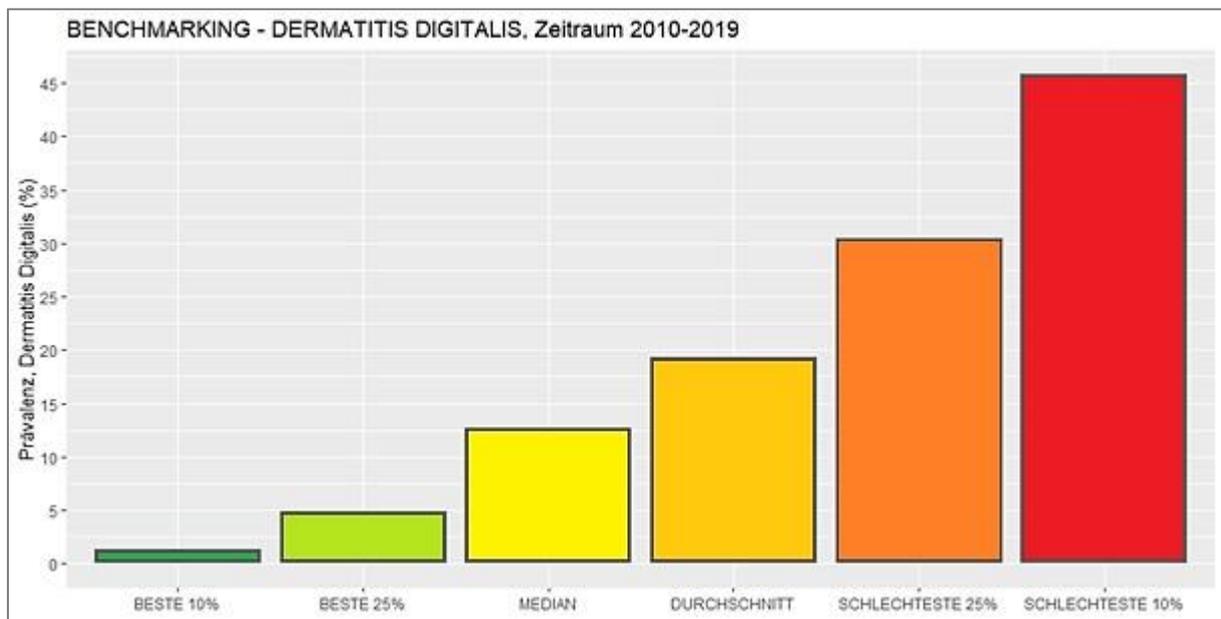


Abbildung 22: Balkendiagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe mit DD-Infektion hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2010-2019; n = 285 Betriebe.

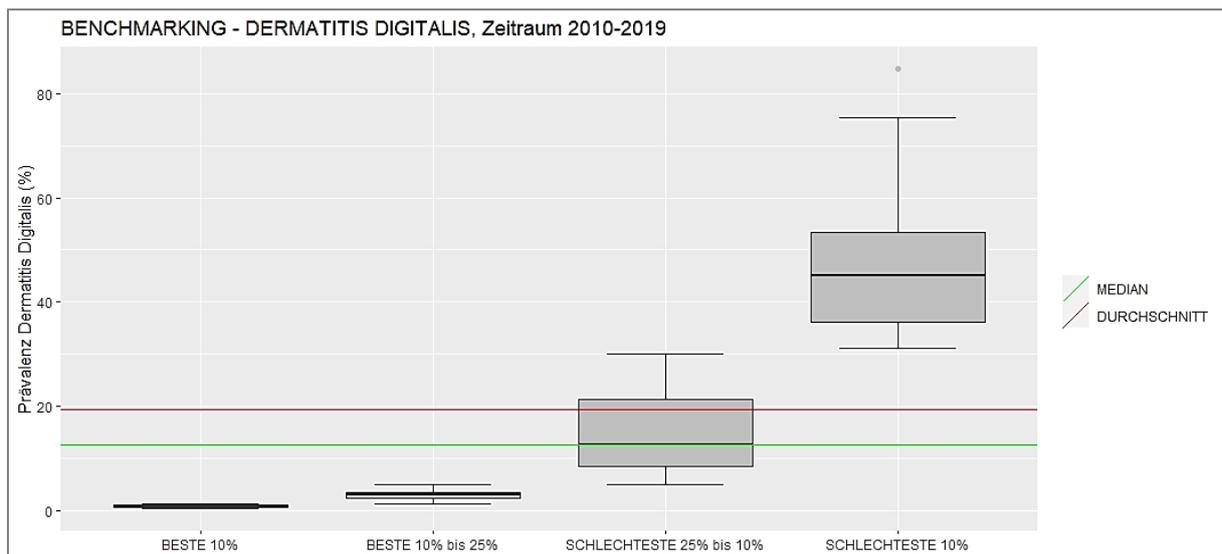


Abbildung 23: Boxplot-Diagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe mit DD-Infektion hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2010-2019; n = 285 Betriebe; zeigt die Schwankungsbreite der Prävalenz in den Betrieben innerhalb der einzelnen Klassen

Bei Einschränkung der ausgewerteten Datensätze lediglich auf die entsprechenden Einträge im Zeitraum des laufenden Projekts 'Klauen-Q-Wohl' (2017 – 2019) zeigten sich im Benchmarking der Betriebe ähnliche Ergebnisse wie in der vorherigen Auswertung der Daten des gesamten Zeitraumes 2010 – 2019 (Abb. 24 und Abb. 25).

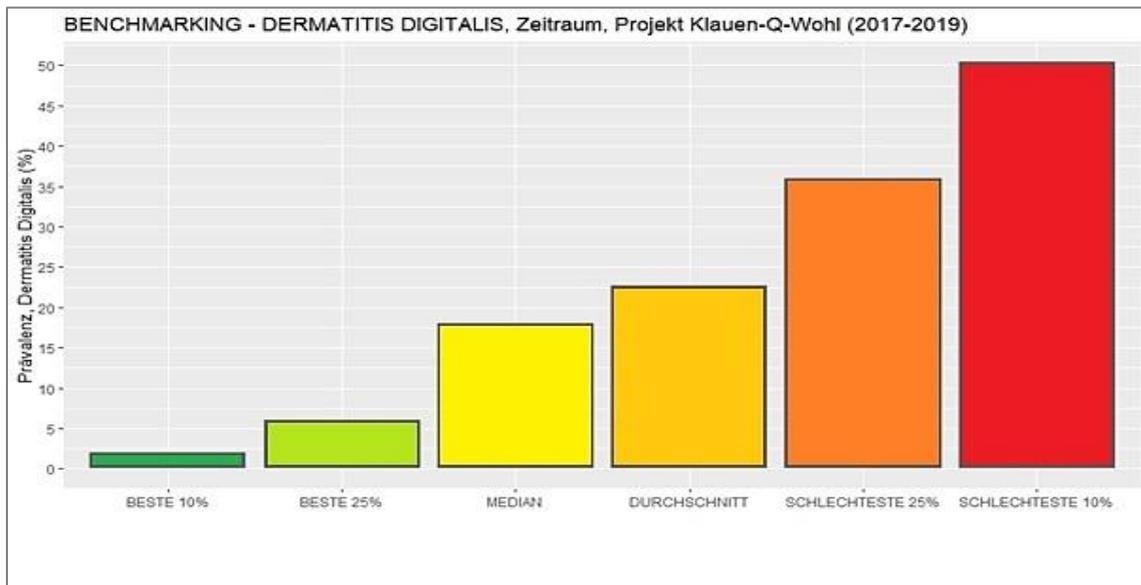


Abbildung 24: Balkendiagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe mit DD-Infektion hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2017 - 2019; n = 224 Betriebe.

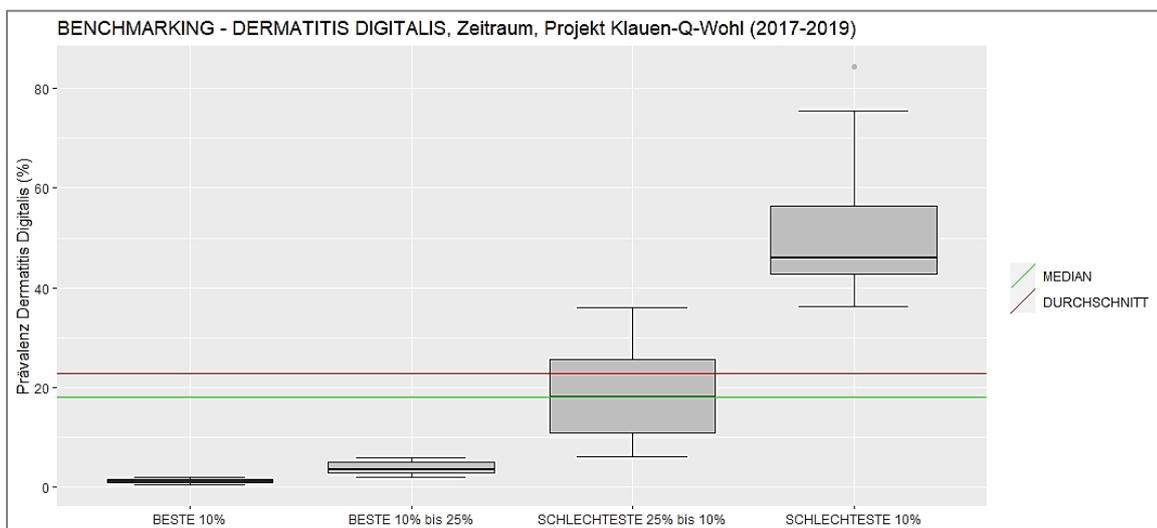


Abbildung 25: Boxplot-Diagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe mit DD-Infektion hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2017 - 2019; n = 224 Betriebe; zeigt die Schwankungsbreite der Prävalenz in den Betrieben innerhalb der einzelnen Klassen

5 Diskussion

5.1 **Stadien der kutanen Form der DD und Lokalisation der Defekte**

Mit einem relativen Anteil von 85,24 % war in der vorliegenden Untersuchung die kutane Form die häufigste Erscheinungsform von DD. Dieses Ergebnis ist eine Folge des der DD zugrundeliegenden Infektionsweges über die Epidermis, die vor allem bei unhygienischen Haltungsbedingungen und kleinsten Verletzungen der Haut eine ständige Eintrittspforte für Treponemen darstellen (Capon et al. 2012, Döpfer et al. 2012). Die DD-assoziierten Klauenhorndefekte hingegen sind Folge einer Sekundärinfektion eines bereits vorliegenden Klauenhorndefektes und treten folglich erst auf, wenn diese so tief reichen, dass die Klauenlederhaut freiliegt (Kofler et al. 2015, Kofler 2020b). Von den dokumentierten Befunden der kutanen Form der DD befanden sich 69,38% in der Klauenzone 8 (Bereich über dem Weichballen). Im Gegensatz zu den anderen zwei Zonen (7, 9) wurde hier auch das chronische Stadium M4 (35,47 %) deutlich öfter diagnostiziert, wohin entgegen in der Klauenzone 7 vorwiegend das Frühstadium (M1) (51,95 %) und in der Klauenzone 9 das akute M2 Stadium (50 %) festgestellt wurde. Eine mögliche Erklärung hierfür liegt im zyklischen Verlauf der Erkrankung (Capon et al. 2012, Döpfer et al. 2012). Die Läsionen im Bereich von Klauenzone 7 und 9 scheinen häufiger klassisch vom Stadium M4 über M4.1 (dieses ist im Datensatz leider nicht erfasst worden) in das akute M2 Stadium überzugehen, wohin die Läsionen in der Klauenzone 8 scheinbar häufiger zum chronischen M4-Stadium tendieren (Tremblay et al. 2016).

5.2 **Lokalisation der DD-assoziierten Klauenhorndefekte**

Die bezüglich der DD-assoziierten Klauenhorndefekte durchgeführten Auswertungen zeigten ein häufigeres Auftreten des DD-assoziierten Weiße-Linie-Defekts, des Sohlenspitzeneschwürs, des Sohlen- und des Ballengeschwürs an den Außenklauen, wie bereits auch in der Fachliteratur bei den nicht von einer DD-Sekundärinfektion betroffenen Pendants beschrieben (Murray et al. 1996, Becker et al. 2014, Kofler 2017). Der Grund hierfür liegt in der Druckverteilung des Körpergewichts des Rindes, die vor allem bei den Hinterbeinen signifikant höher an den Außenklauen ist (Van der Tol et al. 2002, Kofler 2021a,b).

Der DD-assoziierte Weiße-Linie-Defekt war im Zuge der in der vorliegenden Studie erfolgten Auswertungen vor allem im hinteren Bereich der weißen Linie der Außenklaue beobachtet worden, was sich mit den Resultaten anderer Autoren deckt (Murray et al. 1996, Kofler et al. 2015, Newcomer und Chamorro 2016). Die vorliegenden Ergebnisse bezüglich der DD-assoziierten Klauenhorndefekte sollten jedoch mit einer gewissen Vorsicht bewertet werden,

da sie ja, wie bereits vorab erläutert, aufgrund fehlender spezifischer Einträge, nachträglich aus dem Datensatz heraus berechnet wurden.

5.3 DD-Prävalenz auf Tier- und Herdenebene und Abhängigkeit von der Laktationszahl

Die Tatsache, dass die errechneten Gesamt-Prävalenzen der DD auf Tierebene je Jahr höher ausfallen als die im Benchmarking angeführten Durchschnittswerte, ist eine Folge der unterschiedlichen Einschlusskriterien bzw. Referenzgrößen. In dieser Berechnung wurden sämtliche Einträge und alle dokumentierten Kühe als Referenzgröße herangezogen, wohingegen beim Benchmarking ausschließlich 50 % Herdenschnitte und die mittlere Zahl der Tiere am Betrieb als Relationsgröße verwendet wurde. Die Herdenprävalenz von DD bewegte sich den Berechnungen zu Folge zwischen 29,7 % und 56 % in den ausgewerteten Jahren. Mit einer Schwankungsbreite von 21,4 % bis 35,5 % auf Tierebene fällt die DD-Prävalenz allerdings deutlich höher aus als vor einigen Jahren als sie je nach Haltungssystem noch zwischen 12 % und 20 % schwankte (Huber 2002). Eine mögliche Ursache hierfür stellen die größer werdenden Betriebsstrukturen bei gleichzeitig stetig wenig werdender Anzahl von Betrieben dar. Die DD-Prävalenz auf Tierebene liegt damit auch nahe 29,1 %, dem Wert der in Schweizer Milchviehbetrieben 2014 berichtet wurde (Becker et al. 2014).

Die errechneten Prävalenzen je nach Laktationszahl zeigen, dass vor allem Kalbinnen und Kühe, die sich in der ersten und zweiten Laktation befinden, von DD betroffen sind. Für diese genannten Tiergruppen lagen die Prävalenzen zwischen 37 % und knapp 30 %, wohingegen die DD-Prävalenzen von Kühen ab der Laktation 7+ bei 20 % und noch deutlich darunter lagen. Ähnliche Beobachtungen wurden auch von zahlreichen anderen Autoren berichtet und diese altersabhängige Infektionsanfälligkeit wird mit der Erlangung einer gewissen Immunität bei älteren Kühen erklärt (Kofler 1997, Capion et al. 2012, Refaai et al. 2013, Gomez et al. 2014). Diese von zahlreichen Autoren beschriebene Beobachtung, dass Kühe mit höherer Laktationszahl seltener an DD erkranken, könnte unter Berücksichtigung neuer Forschungserkenntnisse jedoch auch damit zusammenhängen, dass Kühe, die gegenüber DD eine höhere Infektionsanfälligkeit zeigen (die Typ 3-Kühe) früher aus der Herde abgehen als Typ 2- bzw. Typ 1-Kühe (Capion et al. 2012, Biemans et al. 2019).

5.4 Mögliche Verlaufsdarstellung einzelner Kühe

Die detaillierte Erfassung der Klauenbefunde bei Durchführung von regelmäßigen Herdenschnitten im 6- bzw. 4-Monate-Intervall ermöglicht, wie im vorliegenden Beispiel anhand der DD dargestellt, durchaus eine Verlaufsdarstellung von spezifischen Erkrankungen einzelner Tiere über nahezu ihre gesamte Lebensdauer im Betrieb. Dies würde prinzipiell auch ermöglichen vermehrt anfällige oder schlecht genesende Tiere zu identifizieren.

Jedoch gilt zu beachten, dass sowohl nicht dokumentierte Befunde, beispielsweise Nachsorge durch den Landwirt selbst, als auch unregelmäßige Intervalle der Klauenpflege eine gewisse Schwierigkeit in der Interpretation solcher Darstellungen aufgrund der daraus resultierenden Ungenauigkeit der Darstellung verursachen können.

5.5 Identifikation der einzelnen Kuh-Typen zur Infektionsanfälligkeit gegenüber DD

Die Auswertungen zweier Betriebe mit jeweils unterschiedlicher Herangehensweise an die Klauenpflege weisen beträchtliche Unterschiede in der relativen Häufigkeit der einzelnen Kuh-Typen auf. So machten die Typen 2 und 3 beim Betrieb, in welchem die Klauenpflege nur nach Notwendigkeit durchgeführt wurde, insgesamt ca. 80 % der Herde aus, wobei beim Vergleichsbetrieb, in welchem regelmäßige Herdenschnitte im Intervall von etwa 6 Monaten stattfanden, diese zwei Gruppen lediglich ungefähr 5 % umfassten. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Rolle der Typ 3-Kühe als Indikator für das Klauenpflegemanagement am Betrieb, da bei gegebener regelmäßiger Klauenpflege diese Gruppe möglichst gering in ihrer Anzahl sein sollte (Döpfer, 2012).

Im Zusammenhang mit dieser Auswertung gilt es zu berücksichtigen, dass die Definition der einzelnen Kuh-Typen eine gewisse statistische Ungenauigkeit mit sich bringt. Das kann damit erklärt werden, dass sich fehlende Einträge und nicht dokumentierte DD-Befunde beachtlich auf die relative Verteilung der einzelnen Typen auswirken können, da beispielsweise ein fehlender Eintrag mit DD-Befund dazu führen kann, dass ein Tier in der Berechnung statt als Typ 3 als Typ 2 angesehen wird. Eine weitere eindeutige Limitation dieser vorliegenden Auswertung ist leider auch dadurch begründet, dass DD-Stadien bei den klauengepflegten Tieren ja bestenfalls zwei- bis viermal jährlich dokumentiert worden waren, eben bei der Klauenpflege, und nicht häufiger. Eine exakte Identifizierung der drei genannten Kuh-Typen bezüglich ihrer unterschiedlichen Anfälligkeit gegenüber DD würde eine Klauenkontrolle, z.B.

im Melkstand oder am Fressgitter, im 2-Wochen-Intervall über einen Zeitraum von etwa 3 - 4 Monaten erfordern (Tremblay et al. 2016, DeLaval 2017, Kofler 2020a).

Trotzdem kann die oben gezeigte Auswertung ausschließlich anhand der regelmäßig bei der Klauenpflege protokollierten DD-Befunde über einen längeren Zeitraum (> 1,5 Jahre) hinweg eine Hilfestellung in der Identifizierung der Kuh-Typen 1 – 3 bieten. Die Kenntnis der Kuh-Typen ist nämlich entscheidend für die zielgerichtete Behandlung bzw. Prophylaxe der DD da die Typ 3-Kühe als Indikatoren für den gesamten Betrieb dienen, da ihre Anzahl die Effektivität des Managements von DD innerhalb der Herde widerspiegelt. (Döpfer et al. 1997, Tremblay et al. 2016, Kofler 2020a, Kofler et al. 2020a).

5.6 Zusammenhang zwischen DD-Prävalenz und Betriebsgröße

In der Auswertung unter Berücksichtigung aller Betriebe ließ sich lediglich ein schwacher, aber statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der DD-Prävalenz auf Tierebene und der Betriebsgröße feststellen, allerdings hatten nur 9 Betriebe mehr als 100 Kühe. Hingegen wurde die Betriebsgröße, allerdings mit deutlich größeren Herden als in vorliegender Studie, bereits in anderen Untersuchungen als möglicher Risikofaktor klassifiziert (Barker et al. 2009, Somers et al. 2005, Wells et al. 1999). Diese angeführten Arbeiten wurden in den Niederlanden, England und den Vereinigten Staaten durchgeführt, und somit in Ländern, die im Vergleich zu Österreich im Schnitt deutlich größere Betriebsstrukturen aufweisen. Ursächlich hierfür sind vermutlich die Aufrechterhaltung der Betriebshygiene und das Management von Zukäufen, was mit steigender Größe des Betriebs sich stetig aufwendiger gestaltet. Zu den vorliegenden Ergebnissen ist zudem anzumerken, dass die verwendete Methode andere mit der Betriebsgröße vermengte Faktoren nicht berücksichtigte, weshalb man dieses Ergebnis mit Vorsicht bewertet werden sollte.

5.7 Benchmarking

Betrachtet man zunächst die berechneten mittleren Prävalenzen auf Tierebene, so zeigen diese mit in etwa 19,3 % (2010-2019) und 22,7 % (Projekt 'Klauen-Q-Wohl') ähnliche Werte wie in einer vorangegangenen Arbeit (Brandt et al. 2011). Damit entspricht die in der vorliegenden Studie errechnete mittlere DD-Prävalenz auf Tierebene in etwa dem erarbeiteten kritischen Grenzwert von 20 %, der in der Schweiz unlängst für DD festgelegt wurde (Huber et al. 2021). Erreicht ein Betrieb in der Schweiz diesen Grenzwert von 20 %, dann hat dies einen Besuch des dortigen Rindergesundheitsdienstes zur Folge, um die Ursachen für die hohe Prävalenz abzuklären (Huber et al. 2021). Es muss allerdings erwähnt werden, dass die im Zuge dieser Arbeit errechneten Grenzwerte bzw. Quantile ausschließlich auf den berechneten Prävalenzen und den gewählten Klassen beruhen, im Gegensatz zu Studien aus der Schweiz, denen eine umfangreiche Literaturrecherche und eine Selektion durch einen Verbund von Experten voranging, die dann letztlich zur Festlegung des Grenzwertes führte (Huber et al. 2021, Strauss et al. 2021).

Die errechneten Quantile in Verbindung mit dem Median und Durchschnittswert spiegeln sehr gut die aktuelle Situation bezüglich DD in Österreich wider bzw. geben zudem Aufschluss über den unterschiedlichen Erfolg, mit der DD innerhalb der Betriebe behandelt wird (Ebert et al. 2020). Zusätzlich dazu können sie als Leitlinie für Landwirte herangezogen werden, um diesen ihre aktuelle Situation und eventuell etwaigen Verbesserungsbedarf aufzuzeigen.

Wenn auch nur geringe Unterschiede in den Benchmarking-Ergebnissen zwischen den zwei gewählten Zeitperioden bestehen, so zeigt diese zeitlich abgestufte Auswertung doch deutlich, dass sich diese Benchmarks aufgrund der elektronisch erfassten Datensätze ohne große Umstände in einem beliebig gewählten Zeitraum errechnen und immer wieder dynamisch aktualisieren lassen wie dies ja auch bei vielen anderen Benchmark-Bewertungen üblich ist (Kouzmin et al. 1999, Nielsen 2018, Egger-Danner et al. 2020, Warner et al. 2020).

Die mittlerweile in vielen Ländern und auch in Österreich etablierte computergestützte Erhebung von Klauengesundheitsdaten im Rahmen der regelmäßigen Klauenpflegevisiten in den Milchviehbetrieben eröffnet prinzipiell auch eine Vielzahl weiterer Nutzungs- oder Anpassungsoptionen, wie beispielsweise eine Implementierung von Prävalenzberechnungen direkt in das Programm, welches benutzt wird, um die Daten bei der Klauenpflege zu erfassen (DeFrain et al. 2013, Kofler und Pesenhofer 2015, Suntinger und Lackner 2021). Derartige dynamische Systeme würden die Möglichkeit schaffen, bereits früh auf negative Tendenzen reagieren zu können, und zwar nicht nur im Hinblick auf DD (Suntinger und Lackner 2021).

Das Benchmarking der Klauengesundheit mittels Quantile bedarf jedoch einer stetigen Aktualisierung und eventuellen Anpassung an zusätzliche Parameter wie Betriebsgröße, Milchleistung und Rasse (Egger-Danner et al. 2020) und eine Erweiterung im Sinne eines Benchmarkings des Tierwohls und von Risikofaktoren für Lahmheiten (Von Keyserlingk et al. 2012, Zuliani et al. 2018), um auch aufzeigen zu können, was die „Klassenbesten“ anders machen als die Betriebe mit schlechterer Klauengesundheit.

Die vorgesehene Implementierung des Benchmarkings der Klauengesundheit im Rinder-Daten-Verbund (RDV), welche schon bald erfolgt, wird somit nun auch die Vergleichbarkeit der Klauengesundheit aller im RDV erfassten Milchviehherden gewährleisten.

6 Zusammenfassung

Die Dermatitis Digitalis (DD) stellt aufgrund der stets größer werdenden Betriebsstrukturen mehr denn je eine der bedeutendsten infektiösen Klauenerkrankungen bei Rindern dar und kann in weiterer Folge für erhebliche wirtschaftliche Verluste in betroffenen Betrieben sorgen.

Das Ziel dieser vorliegenden Arbeit war es, aus dem im Rahmen des Projektes „Klauen-Q-Wohl“ zentral gesammelten Datensatz elektronisch dokumentierter Klauenpflegebefunde von Klauenpflegern, vorwiegend aus der Steiermark, Niederösterreich und Oberösterreich, ein Bild über die aktuelle Situation auf Herden- und Tierebene bezüglich DD zu erlangen, eventuelle Risikofaktoren zu identifizieren und vor allem ein sogenanntes Benchmarking, also Kennzahlen zur Prävalenz dieser Erkrankung, zu erarbeiten. Die Datensätze zu Klauenbefunden aus den Jahren 2009 – 2020 waren anonymisiert von der ZAR (Zentrale...) zur Verfügung gestellt worden. Die Daten waren nach vorgegebenen Richtlinien validiert worden und wurden mit Hilfe des Statistik-Programms R[©] ausgewertet.

Die Auswertung der Klauenpflegedaten zeigte, dass ab dem Jahr 2011 ein kontinuierlicher Anstieg der Herdenprävalenz an DD zu verzeichnen war, im Jahr 2019 lag die DD-Herdenprävalenz bei 48,9 %. Die Berechnungen zu den DD-Prävalenzen auf Tierebene in den einzelnen untersuchten Jahren zeigten mit 21,4 % bis 35,5 % je nach Jahr, einen deutlichen Anstieg dieser Erkrankung innerhalb der letzten 10 Jahre. Die DD-Prävalenz zeigte bezüglich der Laktationszahl signifikante Korrelationen, mit Anzahl der Laktationen nahm die DD-Prävalenz ab. Für einzelne Tiere wurden auch beispielhaft die Entwicklung der DD-Stadien anhand der dokumentierten Klauenpflegedaten ausgewertet, und für zwei Beispielherden wurde anhand der dokumentierten Klauenpflegedaten eine Klassifizierung in die Kuh-Typen 1, 2 bzw. 3, welche eine unterschiedliche genetisch bedingte Anfälligkeit für diese Erkrankung aufweisen, vorgenommen. Hierbei bestätigte sich auch die Verwendung die Anzahl der Typ 3 Tiere als Indikator für das Klauenpflege-Management im Betrieb, da diese Gruppe beim Betrieb der regelmäßige Herdenschnitte durchführt deutlich geringer vertreten war als bei der Vergleichs-Herde.

Die Ergebnisse des Benchmarkings in Bezug auf die DD-Prävalenz in den untersuchten Betrieben zeigen, dass es zwischen endemisch mit DD infizierten Herden deutliche Unterschiede hinsichtlich der Prävalenzen gibt. So wiesen die Betriebe in der Klasse der besten 10 % eine Prävalenz auf Tierebene von 1,4 % auf, wohingegen die schlechtesten 10 % der Betriebe eine Prävalenz von ca. mindestens 46,7 % zeigten. Für ein effizientes Benchmarking ist allerdings eine ständige, d.h. jährliche Aktualisierung der Kennzahlen notwendig, einerseits

um die Entwicklung der Betriebe, hier im Speziellen bezüglich der DD, beobachten zu können und andererseits, um die Aussagekraft eben jener zu gewährleisten.

Die errechneten Kennzahlen sollen einerseits einen Überblick über die Situation in den Betrieben geben und andererseits die Möglichkeit eröffnen, dass sich diese über die „Benchmarks“ mit den übrigen vergleichen können, um auf diese Weise die Klauengesundheit in ihrem Betrieb einzuschätzen. Das Benchmarking eröffnet die Chance für Betriebe mit hohen DD-Prävalenzen auf Grundlage des praktizierten Betriebsmanagements in den „besten“ 10% der Betriebe notwendige betriebliche Verbesserungsmaßnahmen für die eigenen Herden zu implementieren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sich basierend auf den Ergebnissen dieser Arbeit das betriebliche Management der Dermatitis Digitalis in vielen österreichischen Betrieben noch deutlich zu verbessern lassen scheint. Mit der geplanten Implementierung des Benchmarkings der Klauengesundheit in Rinder-Daten-Verbund (RDV), welche in Kürze erfolgt, wird ein wichtiger Beitrag geleistet, nun auch die Klauengesundheit aller im RDV erfassten Milchviehherden vergleichen zu können, um damit die Aufmerksamkeit für diese Problematik zu steigern.

7 Summary

Digital Dermatitis (DD) is one of the most pertinent infectious diseases causing lameness in cattle. Due to the ever-enlarging size of farming operations regarding the rearing of cattle, it has become one of the most important issues in this sector leading to significant commercial losses in farms affected by this disease.

The aim of the present study was to evaluate the data collected in the framework of the Project "Klauen-Q-Wohl" regarding the prevalence of DD. The centrally collected datasets from documented findings submitted by claw trimmers originated predominantly from the provinces of Styria, Lower Austria and Upper Austria. These data were used to calculate DD prevalences describing the current situation for the single animal and the herd, to determine possible risk factors for DD as well as to evaluate a benchmarking system for the DD prevalence in endemically infected dairy herds.

Datasets including all documented claw health data from the years 2009-2020 were provided in an anonymized form by the ZAR (Zentrale...). The data were validated applying established guidelines and were analyzed using the statistics program R©.

Evaluation of the claw health data showed a continuous increase in herd prevalence for DD from the year 2012 onwards. A herd prevalence of 48.9% was assessed in the year 2019. Calculations on DD prevalence on the cow-level revealed a rather large range between 21.4 % and 35.5 %, and from there significant differences and a marked increase of DD during the last 10 years. The correlation between DD prevalence and lactation number was highly negative and significant. For single animals, the development of the various DD stages was pointed out via the documented data by claw trimmers. Furthermore, for two example herds, a classification into cow types 1, 2 and 3, which have a different genetic susceptibility for DD, was carried out on the basis of documented claw health data. This also confirmed the use of the number of type 3 animals as an indicator for hoof care management on the farm, as this group was significantly less represented in the farm that carries out regular herd cuts than in the comparison herd.

The results of benchmarking with regard to the DD prevalence in the farms examined showed, that there are notable differences in the prevalences between herds endemically infected with DD. The farms in the class of the best 10% showed a prevalence at cow level of 1.4%, whereas the worst 10% of the farms showed a prevalence of approximately 46.7%.

For an efficient benchmarking system, however, a constant and therefore annual update of the key figures is highly recommended. This allows to observe the development of diseases on the farms, here in particular with regard to DD, and also to ensure the informative value of the presented data.

The calculated key figures should on the one hand give an overview of the situation in the farms and on the other hand offer the possibility for comparison the DD prevalence of the own farm with DD prevalences of other farms via the benchmarks in order to estimate the hoof health status of the own farm.

The benchmarking system offers the opportunity for farms with high DD prevalence to implement necessary operational improvement measures for their own herds on the basis of farm management practiced in the "best" 10% of the farms.

In conclusion, based on the results of this study, the management of DD needs to be improved significantly in many Austrian dairy operations. The planned implementation of the benchmarking system for claw health in the Cattle Data Network (Rinderdatenverbund, RDV), which will take place within the next months, will provide an important contribution for comparing the claw health of all dairy herds recorded in the RDV in order to draw stronger attention to this issue.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Klauenzonen in der Eingabe-maske des 'Klauenmanagers' an der palmaren/plantaren Seite der Klaue

Abbildung 2: Klauenzonen in der Eingabemaske des 'Klauenmanagers' an der lateralen/medialen Seite der Klaue

Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der klinischen Erscheinungsformen der DD: DD-assozierte Klauenhorndefekte und DD-Stationen an der Klauenhaut

Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der DD-Befunde in den Klauenzonen 7 – 9 (für kutane Formen)

Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung der M-Stationen in der Klauenzone 7 (=Zwischenklauenbereich)

Abbildung 6: Häufigkeitsverteilung der M-Stationen in der Klauenzone 8 (= Haut über den Weichballen)

Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung der M-Stationen in der Klauenzone 9 (= Haut über dem Saumband = am Kronsaum)

Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Klauenhorndefekte aufgeschlüsselt nach einen einzelnen möglichen zugrundeliegenden Klauenhorndefekte

Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten WLD an den Klauenzonen der Außenklauen (Zonen 1 – 3) bzw, der Innenklauen (Zonen 11 – 13)

Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Sohlenspitzeneschwüre an Außenklauen (Zone 5) und an Innenklauen (Zone 15)

Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Sohlengeschwüre an Außenklauen (Zone 4) und an Innenklauen (Zone 14)

Abbildung 12: Häufigkeitsverteilung der DD-assozierten Ballengeschwüre an Außenklauen (Zone 6) und an Innenklauen (Zone 16)

Abbildung 13: Häufigkeitsverteilung der DD auf Herdenebene in den Jahren 2011 bis 2019

Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung der DD auf Tierebene in den Jahren 2011 bis 2019

Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung der DD auf Tierebene aufgeschlüsselt nach Laktationen

Abbildung 16: Balkendiagramm mit Darstellung aller eingetragenen DD-Befunde (ja, nein) aller Kühe des Beispielbetriebes 1 im Zeitraum 2018 - 2019 mit Auswertung hinsichtlich Identifizierung der Kuh-Typen 1-3

Abbildung 17: Balkendiagramm mit Häufigkeitsverteilung der Kuh-Typen 1-3 des Beispielbetriebes 1 im Zeitraum 2018 - 2019

Abbildung 18: Balkendiagramm mit Darstellung aller eingetragenen DD-Befunde (ja, nein) aller Kühe des Beispielbetriebes 2 im Zeitraum 2018 - 2019 mit Auswertung hinsichtlich Identifizierung der Kuh-Typen 1-3

Abbildung 19: Balkendiagramm mit Häufigkeitsverteilung der Kuh-Typen 1-3 des Beispielbetriebes 2 im Zeitraum 2018 - 2019

Abbildung 20: Grafische Verlaufsdarstellung der bei den einzelnen aufeinanderfolgenden Klauenpflegebesuchen dokumentierten DD-Stadien an den Klauen der vier Gliedmaßen eines einzelnen Tieres

Abbildung 21: Punkte-Diagramm mit Darstellung der DD-Prävalenzen (%) in Bezug zur mittleren Kuhzahl pro Betrieb bei allen untersuchten Betrieben unabhängig von der Herdengröße

Abbildung 22: Balkendiagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene

Abbildung 23: Boxplot-Diagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2010-2019

Abbildung 24: Balkendiagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2017 - 2019

Abbildung 25: Boxplot-Diagramm mit Benchmarking der untersuchten Betriebe hinsichtlich DD-Prävalenz auf Tierebene im Zeitraum 2017 - 2019

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der DD-assoziierten Klauenhorndefekte und der Klauenzonen, in welche sie bei der elektronischen Dokumentation eingetragen wurden

Tabelle 2: Definition der Kuh-Typen 1, 2 und 3, welche die Infektionsanfälligkeit gegenüber DD angeben

10 Abkürzungsverzeichnis

BG	Ballengeschwür
bzw.	beziehungsweise
DD	Dermatitis Digitalis
SG	Sohlengeschwür
SSG	Sohlenspitzenengeschwür
WLD	Weißer Linie Defekt
z.B.	zum Beispiel

11 Literaturverzeichnis

- Barker ZE, Amory JR, Wright JL, Mason SA, Blowey RW, Green LE. 2009. Risk factors for increased rates of sole ulcers, white line disease, and digital dermatitis in dairy cattle from twenty-seven farms in England and Wales. *Journal of Dairy Science* 92 (5):1971–1978. DOI 10.3168/jds.2008-1590.
- Becker J, Steiner A, Kohler S, Koller-Bähler A, Wüthrich M, Reist M. 2014. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: I. Prevalence. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 156 (2):71–78. DOI 10.1024/0036-7281/a000553.
- Bergsten C, Telezhenko E, Ventorp M. 2015. Influence of soft or hard floors before and after first calving on dairy heifer locomotion, claw and leg health. *Animals (Basel)* 5 (3):662–686. DOI 10.3390/ani5030378.
- Biemans F, De Jong MCM, Bijma P. 2019. Genetic parameters and genomic breeding values for digital dermatitis in Holstein Friesian dairy cattle: host susceptibility, infectivity and the basic reproduction ratio. *Genetics Selection Evolution* 51:67; <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0505-3>.
- Blowey RW, Sharp MW. 1988. Digital dermatitis in dairy cattle. *The Veterinary Record* 122 (21):505–508. DOI 10.1136/vr.122.21.505.
- Brandt S, Apprich V, Hackl V, Tober R, Danzer M, Kainzbauer C, Gabriel C, Stanek C, Kofler J. 2011. Prevalence of bovine papillomavirus and *Treponema* DNA in bovine digital dermatitis lesions. *Veterinary Microbiology* 148 (2-4):161–167. DOI 10.1016/j.vetmic.2010.08.031.
- Bruijnis MRN, Hogeveen H, Stassen EN. 2010. Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science* 93 (6):2419–2432. DOI 10.3168/jds.2009-2721.
- Burgstaller J, Raith J, Kuchling S, Mandl V, Hund A, Kofler J. 2016. Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *The Veterinary Journal* 216:81–86. DOI 10.1016/j.tvjl.2016.07.006.
- Capion N, Boye M, Ekstrøm CT, Jensen TK. 2012. Infection dynamics of digital dermatitis in first-lactation Holstein cows in an infected herd. *Journal of Dairy Science* 95:6457-6464.

- Carvalho VRC, Bucklin RA, Shearer JK, Shearer L. 2005. Effects of trimming on dairy cattle hoof weight bearing and pressure distributions during the stance phase. *Transactions of the ASAE* 48 (4):1653–1659. DOI 10.13031/2013.19166.
- Cha E, Bar D, Hertl JA, Tauer LW, Bennett G, González RN, Schukken YH, Welcome FL, Gröhn YT. 2011. The cost and management of different types of clinical mastitis in dairy cows estimated by dynamic programming. *Journal of Dairy Science* 94 (9): 4476–4487. DOI 10.3168/jds.2010-4123.
- Charfeddine N, Alsaod M, Burgstaller J, Christen A-M, De Jong G, Egger-Danner C, Fiedler A, Heringstad B, Holzhauer M, Kofler J, Malchiodi F, Miglior F, Müller KE, Nielsen P, Ruottu H, Sogstad ÅM, Steiner A, Stock FK, Thomas G. 2016. Guidelines for the validation and use of claw health data. ICAR Technical Series no. 21, 40th ICAR Biennial Session, Puerto Varas, Chile: 2016: pp. 157-162; https://www.icar.org/Documents/technical_series/ICAR-Technical-Series-no-21-Puerto-Varas/Charfeddine.pdf; (Zugriff: 25.08.2021).
- Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K. 2007. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90:1674–1682.
- Cramer G, Lissemore KD, Guard CL, Leslie KE, Kelton DF. 2008. Herd- and cow-level prevalence of foot lesions in Ontario dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 91 (10): 3888–3895. DOI 10.3168/jds.2008-1135.
- DeFrain JM, Socha MT, Tomlinson DJ. 2013. Analysis of foot health records from 17 confinement dairies. *Journal of Dairy Science* 96 (11):7329-7339.
- Del Giorgio Solfa F. 2019. Public Benchmarking - Contributions for subnational Governments and Benchmarking Design. 1st ed, National University of La Plata: Villa Elisa, Buenos Aires; pp. 2-57; https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/9797/11746_9797.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y; (Zugriff: 25.08.2021).
- DeLAVAL. 2017. Der 5-Punkte Plan zur Kontrolle der Dermatitis digitalis. <https://www.delaval.com/contentassets/2a6da954d1bf46879c197a8a79902dc3/delaval-5-punkte-plan.pdf> (Zugriff: 25.08.2021).
- DeVries M, Bokkers E, Van Reenen C, Engel B, Van Schaik G, Dijkstra T, De Boer I. 2015. Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. *Preventive Veterinary Medicine* 118 (1):80-92.

- Dippel S, Dolezal M, Brenninkmeyer C, Brinkman J, March S, Knierim U, Winckler C. 2009. Risk factors for lameness in cubicle housed Austrian Simmental dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 90:102-122.
- Dolecheck KA, Overton MW, Mark TB, Bewley JM. 2019. Use of a stochastic simulation model to estimate the cost per case of digital dermatitis, sole ulcer, and white line disease by parity group and incidence timing. *Journal of Dairy Science* 102 (1):715–730. DOI 10.3168/jds.2018-14901.
- Döpfer, D., 2012. Prevention of digital dermatitis. In: Abstracts der WienerWiederkäufer Module: Modul 5: Mortellaro und andere Hauterkrankungen der Rinderzehe, Breitenau, Austria, S. 41–42.
- Döpfer D, Holzhauser M, Van Boven M. 2012. The dynamics of digital dermatitis in populations of dairy cattle: model-based estimates of transition rates and implications for control. *The Veterinary Journal* 193:648-653.
- Döpfer D, Koopmans A, Meijer FA, Szakall I, Schukken YH, Klee W, Bosma RB, Cornelisse JL, Van Asten AJ, Ter Huurne AA. 1997. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and *Campylobacter faecalis*. *Veterinary Record* 140:620-623.
- Ebert F, Černá A, Klötzer P, Wagner R, Schären M, Ullrich E, Starke A. 2020. Untersuchung und Bewertung der Haupteinflussfaktoren auf die Entstehung von infektiösen Klauenerkrankungen des Dermatitis Digitalis-Komplexes. *Leipziger Blaue Hefte: 10. Leipziger Tierärztekongress–Tagungsband* 3:311-313.
- Egger-Danner,C, Suntinger M, Fiedler A, Kofler J. 2021. Kennzahlen zur Klauengesundheit in Österreich. In: Ländliches Fortbildungsinstitut LFI (Hrsg.): *Klauengesundheit im Griff – mit System und Voraussicht: Ein Leitfaden für die Praxis*. S. 66-69.
- Egger-Danner C, Köck A, Fuchs K, Grassauer B, Fuerst-Waltl B, Obritzhauser W. 2020. Use of benchmarking to monitor and analyze effects of herd size and herd milk yield on cattle health and welfare in Austrian dairy farms. *Journal of Dairy Science* 103 (8):7598–7610. DOI 10.3168/jds.2019-16745.

European Food Safety Authority, <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1142>

- Führer G, Majoroš Osová A, Vogl C, Kofler J. 2019. Prevalence of thin soles in the hind limbs of dairy cows housed on fully-floored vs. partially-floored mastic asphalt areas in Austria. *The Veterinary Journal* 254:105409; <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105409>.
- Fürst-Waltl B, Egger-Danner C, Guggenbichler S, Kofler J. 2021. Auswirkung von Lahmheit auf Fruchtbarkeitsmerkmale bei Fleckvieh-Kühen in Österreich – Ergebnisse aus dem Efficient-Cow-Projekt. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 163(11):(*im Druck*).
- Gernand E, König S, Kipp C. 2019. Influence of on-farm measurements for heat stress indicators on dairy cow productivity, female fertility, and health. *Journal of Dairy Science* 102:6660–6671; <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16011>.
- Gernand E, Rehbein P, Borstel UU von, König S. 2012. Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. *Journal of Dairy Science* 95 (4):2144–2156. DOI 10.3168/jds.2011-4812.
- Gomez A, Anklam KS, Cook NB, Rieman J, Dunbar KA, Cooley KE, Socha MT, Döpfer D. 2014. Immune response against *Treponema* spp. and ELISA detection of digital dermatitis. *Journal of Dairy Science* 97:4864–4875.
- Haufe HC, Gygax L, Wechsler B, Stauffacher M, Friedli K. 2012. Influence of floor surface and access to pasture on claw health in dairy cows kept in cubicle housing systems. *Preventive Veterinary Medicine* 105 (1-2): 85–92. DOI 10.1016/j.prevetmed.2012.01.016.
- Holzhauser M, Hardenberg C, Bartels C, Frankena K. 2006. Herd- and cow-level prevalence of digital dermatitis in the Netherlands and associated risk factors. *Journal of Dairy Science* 89 (2):580–588. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72121-X.
- Huber, J. 2002. Klauenerkrankungen bei Milchkühen in verschiedenen Haltungsformen im Vergleich Anbindehaltung und Laufstallhaltung. Dissertation Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Huber S, Bernhard J, Syring C, Steiner A. 2021. Erarbeitung von Kennzahlen und Grenzwerten zur Klauengesundheit beim Schweizer Rindvieh. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 163 (2):139–152. DOI 10.17236/sat00285.
- Huber S, Welham Ruiters M, Syring C, Steiner A. 2020. Verbesserung der Klauengesundheit beim Rind in der Schweiz. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 162 (5):285–292. DOI 10.17236/sat00257.

- Hulek M, Sommerfeld-Stur I, Kofler J. 2010. Prevalence of digital dermatitis in first lactation cows assessed at breeding cattle auctions. *The Veterinary Journal* 183 (2):161–165. DOI 10.1016/j.tvjl.2008.11.001.
- Huxley JN. 2013. Impact of lameness and claw lesions in cows on health and production. *Livestock Science* 156 (1-3):64–70. DOI 10.1016/j.livsci.2013.06.012.
- Knapp M. 2021. Auswertung von Klauenpflagedaten aus dem Projekt KLAUEN-Q-WOHL – Klauenerkrankungen (ohne Dermatitis digitalis) in österreichischen Milchviehherden. Diplomarbeit Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Kofler J. 2013. Computerised claw trimming database programs as the basis for monitoring hoof health in dairy herds. *The Veterinary Journal* 198 (2):358–361. DOI 10.1016/j.tvjl.2013.06.009.
- Kofler J. 2019. Funktionelle Klauenpflege beim Rind. In: Litzke L-F, Rau B. (Hrsg.): *Der Huf*. 7. Aufl., Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart, Stuttgart, S. 388-422.
- Kofler J. 2020a. Die Mortellaro-Krankheit im Griff – dank systematischer Prophylaxe und Therapie. *Klauentierpraxis* 28 (3):89-97.
- Kofler J. 2020b. Das "Neue" Gesicht der Mortellaro-Krankheit - Rinder leiden bis zu 12 Monate und länger an DD-assoziierten Klauenhornläsionen. *Klauentierpraxis* 28 (4):145-157.
- Kofler J. 2021a. Klauengesundheit im Griff –mit System und Konsequenz. *News4Vets* 10 (1):56-65.
- Kofler J. 2021b. Vergleich verschiedener Bodenarten im Hinblick auf die Klauengesundheit beim Milchrind unter besonderer Berücksichtigung von Gußasphaltpöden. WEB-Konferenz Abstracts - Bautagung Raumberg-Gumpenstein, 19. Mai 2021.
- Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaas T, Cramer G, Bell NJ, Müller KE, Christen A-M, Thomas G, Heringstad B, Stock KF, Holzhauser M, Nieto JM, Egger-Danner C, Döpfer D. 2020a. ICAR Claw Health Atlas – Appendix 1 - Digital Dermatitis Stages (M-stages). Online-Publikation: <https://www.icar.org/Documents/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-1-DD-stages-M-stages.pdf> (Zugriff: 25.08.2021).

- Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaas T, Cramer G, Bell NJ, Müller KE, Christen A-M, Thomas G, Heringstad B, Stock KF, Holzhauser M, Nieto JM, Egger-Danner C, Döpfer D. 2020b. ICAR Claw Health Atlas – Appendix 2 - Digital Dermatitis-associated Claw Horn Lesions. Online-Publikation: <https://www.icar.org/Documents/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-2-DD-associated-Claw-Horn-Lesions.pdf> (Zugriff: 25.08.2021).
- Kofler J, Fürst-Waltl B, Dourakas M, Steininger F, Egger-Danner C. 2021. Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung bei Milchkühen in Österreich – Ergebnisse aus dem Efficient-Cow-Projekt. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 163(2):123–138.
- Kofler J, Glonegger-Reichert J, Dietrich J, Sykora S, Tichy A, Brandt S. 2015. A simple surgical treatment for bovine digital dermatitis-associated white line lesions and sole ulcers. *The Veterinary Journal* 204:229–231.
- Kofler J. 2017. Pathogenesis and treatment of toe lesions in cattle including "nonhealing" toe lesions. *The Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice* 33 (2):301–328. DOI 10.1016/j.cvfa.2017.02.005.
- Kofler J, Pesenhofer R, Landl G, Sommerfeld-Stur I, Peham C. 2013. Langzeitkontrolle der Klauengesundheit von Milchkühen in 15 Herden mithilfe des Klauenmanagers und digitaler Kennzahlen. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Großtiere / Nutztiere* 41 (01):31–44. DOI 10.1055/s-0038-1623146.
- Kouzmin A, Löffler E, Klages, H, Korac-Kakabadse N. 1999. Benchmarking and performance measurement in public sectors: to-wards learning for agency effectiveness. *International Journal Public Sector Management* 12(2):121-144. <https://doi.org/10.1108/09513559910263462>.
- Kruif A De, Mansfeld R, Hoedemaker M, Hrsg. 2007. *Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind*. 2. Aufl. Stuttgart: Enke, 291.
- Machado VS, Caixeta LS, McArt JA, Bicalho RC. 2010. The effect of claw horn disruption lesions and body condition score at dry-off on survivability, reproductive performance, and milk production in the subsequent lactation. *Journal of Dairy Science* 93(9):4071-4078.
- Malchiodi F, Jamrozik J, Christen A-M, Fleming A, Kistemaker GJ, Richardson C, Daniel V, Kelton DF, Schenkel FS, Miglior F. 2020. Symposium review: Multiple-trait single-step genomic evaluation for hoof health. *Journal of Dairy Science* 103(6):5346-5353.

- Martens H. 2016. Leistung und Gesundheit von Milchkühen: Bedeutung von Genetik (Ursache) und Management (Wirkung). Ein Beitrag zur Diskussion. Tierärztliche Praxis Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere 44 (4):253–258. DOI 10.15653/TPG-160312.
- Murray RD, Downham DY, Clarkson MJ, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Russell WB, Sutherst JE, Ward WR. 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. The Veterinary Record 138 (24):586–591. DOI 10.1136/vr.138.24.586.
- Newcomer BW, Chamorro MF. 2016. Distribution of lameness lesions in beef cattle: A retrospective analysis of 745 cases. The Canadian Veterinary Journal 57 (4):401–406.
- Nielsen LAH. 2018. Collection and use of data in the Danish dairy herds - an option for the dairies. SEGES herd management system (DMS), SEGES 2018; https://mejeritekniskselskab.dk/sites/default/files/dms/Seminarprogrammer/lars_arne_hjort_nielsen_industry40_collection_and_use_of_data.pdf (Zugriff: 25.08.2021).
- Onyiro OM, Andrews LJ, Brotherstone S. 2008. Genetic parameters for digital dermatitis and correlations with locomotion, production, fertility traits, and longevity in Holstein-Friesian dairy cows. Journal of Dairy Science 91 (10):4037–4046. DOI 10.3168/jds.2008-1190.
- Ózsvári L. 2017. Economic cost of lameness in dairy cattle herds. Journal of Dairy Veterinary Animal Research 6 (2):283–289.
- Plummer PJ, Krull A. 2017. Clinical perspectives of digital dermatitis in dairy and beef cattle. The Veterinary Clinics of North America Food Animal Practice 33:165–181.
- Refaai W, Van Aert M, Abd El-Aal AM, Behery AE, Opsomer G. 2013. Infectious diseases causing lameness in cattle with a main emphasis on digital dermatitis (Mortellaro disease). Livestock Science 156 (1-3):53–63. DOI 10.1016/j.livsci.2013.06.004.
- Rinderzucht Austria. 22.04.2021. <https://zar.at/Projekte/Klauen-Q-Wohl.html> (Zugriff 22.08.2021).
- Rodríguez-Lainz A, Hird DW, Carpenter TE, Read DH. 1996. Case-control study of papillomatous digital dermatitis in Southern California dairy farms. Preventive Veterinary Medicine 28 (2):117–131. DOI 10.1016/0167-5877(96)01024-0.
- Rouha-Mülleder C, Iben C, Wagner E, Laaha G, Troxler J, Waiblinger S. 2009. Relative importance of factors influencing the prevalence of lameness in Austrian cubicle loose housed dairy cows. Preventive Veterinary Medicine 92:123–133.

- Sadiq MB, Ramanoon SZ, Mansor R, Syed-Hussain SS, Shaik Mossadeq WM. 2020. Claw trimming as a lameness management practice and the association with welfare and production in dairy cows. *Animals* 10:1515; <https://doi.org/10.3390/ani10091515>.
- Sandgren CH, Lindberg A, Keelin LJ. 2009. Using a national dairy database to identify herds with poor welfare. *Animal Welfare* 18:523-532.
- Schöpke K, Gomez A, Dunbar KA, Swalve HH, Döpfer D. 2015. Investigating the genetic background of bovine digital dermatitis using improved definitions of clinical status. *Journal of Dairy Science* 98 (11):8164–8174. DOI 10.3168/jds.2015-9485.
- Somers JGCJ, Frankena K, Noordhuizen-Stassen EN, Metz JHM. 2005. Risk factors for digital dermatitis in dairy cows kept in cubicle houses in The Netherlands. *Preventive Veterinary Medicine* 71 (1-2):11–21. DOI 10.1016/j.prevetmed.2005.05.002.
- Strauss G, Stucki D, Jury A, Locher I, Syring C, Ruiters M, Steiner A. 2021. Evaluation eines Ausbildungskonzeptes für Klauenpfleger zur Durchführung eines schweizweiten Klauengesundheitsmonitorings für Rinder. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 163(3):189-201.
- Sumner CL, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. 2020. How benchmarking promotes farmer and veterinarian cooperation to improve calf welfare. *Journal of Dairy Science* 103(1):702-713.
- Süntinger M, Lackner G. 2021. Dokumentation der Klauenbefunde – mit Daten wird die Klauengesundheit messbar. In: Ländliches Fortbildungsinstitut LFI (Hrsg.): *Klauengesundheit im Griff – mit System und Voraussicht: Ein Leitfaden für die Praxis*, S. 40-46.
- Süntinger M. 2019. Klauen-Q-Wohl – Klauenpflege dokumentieren. *Fleckvieh Austria Magazin* 6:6-7.
- Syring C, Berchtold B, Alsaod M, Meylan M. 2019. Akuter Ausbruch von Lahmheit infolge entzündlicher Klauenhauterkrankungen in einem Mastbetrieb. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 161 (10):689–696. DOI 10.17236/sat00231.
- Tremblay M, Bennett T, Döpfer D. 2016. The DD Check App for prevention and control of digital dermatitis in dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 132:1–13.

- Van der Tol P, Metz J, Noordhuizen-Stassen EN, Back W, Braam CR, Weijs WA. 2002. The pressure distribution under the bovine claw during square standing on a flat substrate. *Journal of Dairy Science* 85 (6):1476–1481. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(02)74216-1.
- Von Keyserlingk MA, Barrientos A, Ito K, Galo E, Weary DM. 2012. Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95(12):7399-7408.
- Warner D, Vasseur E, Villettaz Robichaud M, Adam S, Pellerin D, Lefebvre DM, Lacroix R. 2020. Development of a benchmarking tool for dairy herd management using routinely collected herd records. *Animals (Basel)* 10(9):1689.
- Wells S, Garber L, Wagner B. 1999. Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 38 (1):11–24. DOI 10.1016/S0167-5877(98)00132-9.
- ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter). 2014. Efficient Cow - Analyse und Optimierung der Produktionseffizienz und der Umweltwirkung in der österreichischen Rinderwirtschaft, 2014. <https://www.zar.at/Projekte/Efficient-Cow.html> (Zugriff: 25.08.2021).
- ZAR. Klauen-Q-Wohl 2017. <https://zar.at/Projekte/Klauen-Q-Wohl.html/> (Zugriff 25.08.2021).
- Zuliani A, Mair M, Kraševc M, Lora I, Brscic M, Cozzi G, Leeb C, Zupan M, Winckler C, Bovolenta S. 2018. A survey of selected animal-based measures of dairy cattle welfare in the Eastern Alps: Toward context-based thresholds. *Journal of Dairy Science* 101(2):1428-1436.