

Aus dem Klinischen Department für Nutztiere und Sicherheit von Lebensmittelsystemen
Veterinärmedizinische Universität Wien

Leitung: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Martin Wagner, Dipl.ECVPH

Klinisches Zentrum für Wiederkäuer- und Kamelidenmedizin

Leiter: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Thomas Wittek, Dipl.ECBHM

**Benchmarking der Klauengesundheit mittels einer Klauengesundheitskennzahl
für Einzeltier und Herde mit den Klauenpflagedaten aus dem Projekt „Klauen-Q-Wohl“**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Patrick Raimund Berger

Wien, im April 2024

Betreuer:

Ao.Univ. Prof. Dr.med.vet. Johann Kofler, Dipl.ECBHM

Klinisches Zentrum für Wiederkäuer- und Kamelidenmedizin

Veterinärmedizinische Universität Wien

Gutachterin:

Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Birgit Fürst-Waltl

Institut für Nutztierwissenschaften

Universität für Bodenkultur Wien

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Patrick Berger, dass für diese Studie keine anderen als die erwähnten Hilfsmittel und Literaturstellen einbezogen wurden, die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt wurden. Die zur Beurteilung vorgelegte Diplomarbeit wurde eigenständig von mir verfasst und wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Danksagung

Ich möchte mich bei Dr. Christa Egger-Danner, ZuchtData (Leitung Rinderzucht AUSTRIA Innovation / Team Forschung; ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien) bedanken für die Zur-Verfügung-Stellung der Daten für diese Diplomarbeit und für die große Unterstützung bei der Erstellung dieser Studie.

Außerdem möchte ich mich bei Priv. Doz. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Birgit Fürst-Waltl (Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur Wien) für die schnelle Hilfe bei der Überprüfung der Statistik, sowie für die Überprüfung dieser Arbeit bedanken.

Vor allem aber möchte ich mich bei Ao.Univ. Prof. Dr.med.vet. Johann Kofler, Dipl.ECBHM (Klinisches Zentrum für Wiederkäuer- und Kamelidenmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien), für die großartige Zusammenarbeit sowie Betreuung bei dieser Arbeit bedanken.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	1
1. Abstract	2
2. Einleitung und Fragestellung	3
2.1. Einleitung	3
2.4. Fragestellung	7
2.5. Hypothesen	7
3. Material und Methode	8
3.1. Bereitstellung der Daten	8
3.2. Berechnung der Klauengesundheitskennzahl für die Einzelkuh und die Herde unabhängig von der Rasse	10
3.3. Berechnung der Klauengesundheitskennzahl für die Einzelkuh bezogen auf die Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss	12
3.4. Benchmarking der Klauengesundheit der Herden mittels FCS	13
3.5. Benchmarking der Klauengesundheit bei den Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss mittels Inzidenzen der Klauenläsionen und mittels CCS	13
3.6. Statistische Auswertungen	14
4. Ergebnisse	15
4.1. Benchmarking der Inzidenzen der Klauenläsionen aller Kühe unabhängig von der Rasse	15
4.2. Benchmarking der Klauengesundheit der Kühe aller ausgewerteten Herden mittels FCS	16
4.3. Benchmarking der Inzidenzen der Klauenläsionen bei Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss	18
4.4. Benchmarking der Klauengesundheit mittels CCS bei den Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss	20
4.5. Ergebnisse der statistischen Auswertungen	21
5. Diskussion	22
6. Literaturverzeichnis	29
7. Abbildungsverzeichnis	35
8. Tabellenverzeichnis	36
9. Abkürzungsverzeichnis	38

1. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Studie war es ein Benchmarking der Klauengesundheit von 508 Milchviehherden anhand zweier numerischer Klauengesundheitskennzahlen, dem Cow-Claw-Score (CCS) und dem Farm-Claw-Score (FCS) zu erstellen. Der CCS und FCS wurden aus den diagnostizierten Klauenläsionen und ihren Schweregraden (1, 2, 3) mittels geometrisch gewichteten Scorings berechnet. Als Basis dafür dienten anonymisiert von der ZuchtData übermittelte Klauendaten von 17.642 Kühen aus 508 österreichischen Milchviehbetrieben, welche im Jahr 2020 von 31 professionellen Klauenpflegern elektronisch dokumentiert, worden waren. Die Klassifizierung der FCS der 508 Betriebe erfolgte in fünf Quantile (Q), nämlich Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90, dabei wurde der FCS sowohl als Median als auch als Mittelwert berechnet. Zudem erfolgte ein Benchmarking der Klauengesundheit mit den Inzidenzen der Klauenläsionen sowie mit den CCS-Werten der einzelnen Kühe hinsichtlich der drei Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss.

Bei Kalkulation des FCS als Median wiesen die Betriebe, welche im Quantil 50 und darunter lagen, einen FCS von 20,0 auf, was eine sehr gute Klauengesundheit bedeutet. Die Betriebe des Q90 zeigten hingegen einen FCS (Median) von 67,5. Wurde der FCS als Mittelwert berechnet, so betrug der FCS (Mittelwert) 36,3 für die Betriebe inklusive Q50 und die Betriebe des Q90 wiesen hierbei einen FCS von 98,8 auf. Die höchsten FCS-Betriebswerte lagen bei 337 bzw. 330,1.

Sowohl bei Auswertung der Inzidenzen der 14 berücksichtigten Klauenläsionen als auch bei Verwendung der CCS-Werte zeigte sich, dass Fleckvieh- und knapp dahinter Holstein-Kühe eine signifikant ($p < 0,0001$) schlechtere Klauengesundheit aufwiesen als Brown Swiss-Kühe. Die Kalkulation der Klauengesundheitskennzahlen CCS und FCS und ihre Verwendung als primäre Kennzahlen ermöglichten im Benchmarking-System einen raschen Überblick über den aktuellen Status der Klauengesundheit eines einzelnen Rindes sowie einer Herde. Zusätzlich kann auf detailliertere Informationen zur Klauengesundheit des einzelnen Tieres und der Herde schnell zugegriffen werden, indem man in den jeweiligen elektronischen Dokumentationssystemen die Diagnoselisten mit den angezeigten Prävalenzen, vor allem jener die mit Lahmheit einhergehen, aufruft.

1. Abstract

The aim of this study was to establish a benchmark for claw health of 508 dairy farms by utilizing two numerical claw health scores: the Cow Claw Score (CCS) and the Farm Claw Score (FCS). These CCS and FCS values were determined based on diagnosed claw lesions and their severity scores (1, 2, 3) using geometrically weighted scoring. The anonymized claw health data from 17,642 cows from 508 Austrian dairy farms, provided by ZuchtData, were analyzed. The data were recorded electronically by 31 professional hoof trimmers during hoof trimming visits in 2020.

The FCS of the 508 dairy farms were classified into five quantiles (Q10, Q25, Q50, Q75 and Q90), with the FCS calculated as both the median and the mean. Additionally, claw health was benchmarked considering three different breeds with the incidence of claw lesions and the CCS values of Fleckvieh, Holstein and Brown Swiss cows.

When the FCS was calculated as the median, dairy farms in the 50th quantile and below had an FCS of 20.0, indicating very good claw health. However, Q90 farms showed an FCS (median) of 67.5. When the FCS was calculated as a mean value, farm in the 50th quantile had a mean FCS of 36.3, while Q90 farms had a FCS (mean) of 98.8. The highest FCS values were 337 and 330.1, respectively.

When evaluating the incidences of the 14 claw lesions considered and using the CCS values, it was evident that Simmental cows, followed closely by Holstein cows, had significantly poorer claw health ($p < 0.0001$) compared to Brown Swiss cows.

The calculation of the claw health values CCS and FCS and their use as primary indicators enabled a quick overview of the current status of an individual cow and a dairy herd in a claw health benchmarking system. In addition, more detailed information on the claw health of the individual animal and the dairy herd can be quickly accessed by calling up the diagnosis lists with the displayed prevalences, especially those associated with lameness, in the respective electronic documentation systems.

2. Einleitung und Fragestellung

2.1. Einleitung

Schmerzhafte Klauenerkrankungen und daraus resultierende Lahmheiten bei Milchkühen stellen durch ihre hohe Inzidenzrate eine wichtige Ursache für vermindertes Tierwohl dar und gehen zudem mit enormen wirtschaftlichen Verlusten einher (1, 2, 3). Die Ursachen für Lahmheit bei Milchkühen finden sich zu ca. 80-90% im Bereich der Klauen bzw. Zehen (4, 5). Diese gehen oft mit verminderter Fresslust, Gewichtsverlust, Fruchtbarkeitsstörungen, Milchleistungs-rückgang und einer erhöhten Remontierungsrate einher (6), so gehen in Österreich im Mittel 7,4% der Milchrinder vorzeitig wegen Lahmheit aus dem Betrieb ab (7). Dadurch kommt es zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten für die Landwirte (6, 8). Im Mittel wurde ein Verlust von ca. 450 Euro pro lahme Kuh und Jahr berechnet (3), wobei etwa 32 % der gesamten Kosten auf subklinische Klauenerkrankungen zurückzuführen waren (8).

Besonderes Augenmerk sollte auch auf die Klauengesundheit von trächtigen Färsen gelegt werden. Eine Langzeitstudie wies nach, dass trächtige Färsen, welche bereits vor der 1. Abkalbung Klauenerkrankungen zeigten, ein bis zu 27-mal höheres Risiko für das Auftreten von Lahmheiten in der Erstlaktation hatten, im Vergleich zu Färsen ohne Klauenerkrankungen vor der 1. Geburt (9). Diese Situation trägt dazu bei, dass Milchkühe bereits in der 1. Laktation aus dem Betrieb abgehen können, was in Österreich bei 4,2% der Milchkühe zutrifft (7). Krankheitsbedingte Abgänge von Milchkühen vor der 3. bzw. der 4. Laktation können die Investitionskosten für die Aufzucht der Färsen, die im Mittel mit 2.345 Euro pro Tier beziffert werden (10), nicht ausgleichen.

Klauenerkrankungen lassen sich hinsichtlich ihrer Ätiologie in drei Kategorien einteilen. Man unterscheidet einerseits nicht-infektiöse (druckbedingte) Klauenhornerkrankungen, welche durch mechanische und/oder traumatische und metabolische Ursachen bedingt sind sowie andererseits infektiöse Klauenerkrankungen, welche zwar Faktorenerkrankungen darstellen, aber immer durch bestimmte Bakterien ausgelöst werden (2, 11, 12). Des Weiteren differenziert man hauptsächlich genetisch bedingte Klauendeformationen wie Roll-, Scheren- und asymmetrische (ungleiche) Klauen (13, 14). Alle diese Klauenerkrankungen und Klauenläsionen sind im ICAR-Atlas der Klauengesundheit und den beiden dazugehörigen Appendices aufgelistet und definiert (15, 16, 17).

Für das Auftreten von Klauenerkrankungen und von Lahmheit wurden in zahlreichen Studien sowohl tier-, umwelt- als auch managementbezogene Risikofaktoren wie Rasse, Body-Condition-Score (BCS), Sauberkeit der Tiere, Häufigkeit der Klauenpflege, Dimensionen und Qualität der Liege- und Laufflächen, Überbelegung etc. identifiziert (11, 18, 19). Auch der Zusammenhang zwischen subakuter Pansenazidose (SARA) und dem Auftreten von Klauenrehe-assoziierten Klauen-hornerkrankungen und Lahmheit spielt eine ätiologische Rolle (2, 11, 20). Über Prävalenzen einzelner Klauenerkrankungen bei Milchkühen wurde von zahlreichen Autoren aus verschiedenen Ländern berichtet, die höchsten Prävalenzen bzw. Inzidenzen zeigten dabei Weiße-Linie-Erkrankungen, Sohlenblutungen, Sohlengeschwüre, Ballenhornfäule und Dermatitis digitalis (21, 22, 23, 24, 25).

In mehreren Ländern, darunter auch Österreich, werden Klauenläsionen seit vielen Jahren bei jeder Klauenpflegevisite mittels elektronischer Dokumentationssysteme durch professionelle Klauenpfleger protokolliert (1, 23, 25, 26, 27). In Österreich wird das elektronische Dokumentationsprogramm 'Klauenmanager' (SEG Informationstechnik GmbH, Bad Ischl, Österreich) von vielen professionellen Klauenpflegern seit über 10 Jahren verwendet (26, 28, 29). Es ermöglicht die Dokumentation von Klauenläsionen an je 10 Zonen pro Klaue jeweils in drei Schweregraden. Am Ende jeder Herdenpflege kann mit Hilfe dieses Programmes eine Auflistung der Prävalenzen der dokumentierten Klauenläsionen per Knopfdruck vorgenommen werden (26, 29, 30).

Seit dem Jahr 2021 ist in Österreich die Dokumentation der Klauenbefunde auch mit dem Smartphone mit Hilfe der Klauenprofi®-App möglich (<https://www.rinderzucht.at/app/klauenprofi.html>) (31). Diese App wird aktuell technisch aufgerüstet und soll demnächst auch für professionelle Klauenpfleger eine in der Anschaffung einfache und sehr günstige Alternative zum 'Klauenmanager'-Dokumentationssystem sein. Die Dokumentation mit der Klauenprofi®-App und dem 'Klauenmanager'-System ermöglichen es, dass die erhobenen Klauenläsionen zentral im Rinderdatenverbund (RDV: <https://www.rdv-gmbh.net/>) erfasst werden, und in der Zusammenschau mit anderen Informationen zum Tier dem jeweiligen Betrieb zur Verfügung stehen (30).

Neben der Darstellung der Prävalenzen der Klauenläsionen ermöglicht die Software des 'Klauenmanager'-Programmes auch eine Kalkulation von numerischen Kennzahlen, welche die Klauengesundheit des Einzeltieres als Claw-Cow-Score (CCS) und jene einer Herde als Farm-Claw-Score (FCS = Medianwert aller CCS einer Herde) beschreiben (26). Der Cow-

Claw-Score (CCS) ist definiert als Summe aller geometrisch gewichteten Klauenscores der zehn Zonen an den acht Hauptklauen eines Rindes. Der Farm-Claw-Score (FCS) ist definiert als der Median aller CCS aller bei der Klauenpflege dokumentierten Tiere einer Herde (26, 30).

Für die Erstellung der numerischen Klauengesundheitskennzahlen (CCS, FCS) (26, 28, 30) waren die dokumentierten Klauenläsionen und ihre jeweils zugeordneten drei (gering-, mittel-, hochgradig) Schweregrade einer geometrischen Gewichtung unterzogen worden, um die unterschiedliche Schmerzhaftigkeit und die unterschiedliche Auswirkung dieser Klauenläsionen auf das Tierwohl zu berücksichtigen, angelehnt an Empfehlungen aus der Literatur (32, 33). Nach Etablierung der international harmonisierten Terminologie der Klauenläsionen im ICAR-Klauengesundheits-atlas und seinen zwei Appendices (15, 16, 17) wurden daher unlängst gewisse Modifikationen bei diesen geometrisch gewichteten Scores vorgenommen (20). Je höher die Klauengesundheitskennzahl (CCS) einer Kuh, desto schlechter ist ihre Klauengesundheit, und je höher der FCS, desto schlechter ist die Klauengesundheit aller Tiere einer Herde (26, 29, 30).

Benchmarking ist definiert als systematischer und kontinuierlicher Vergleich von Produkten, Dienstleistungen sowie Prozessen und Methoden mehrerer Unternehmen, um die Leistungslücke zum sog. Klassenbesten (Unternehmen, die Prozesse, Methoden etc. hervorragend beherrschen) systematisch zu schließen. Der Zweck des Benchmarkings ist es, zu analysieren, welche Unterschiede zwischen Unternehmen oder Betrieben bestehen, warum diese Unterschiede vorliegen und welche Verbesserungsmöglichkeiten es gibt (34). Benchmarking hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einer wichtigen Methode für die Qualitätssicherung und zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in Unternehmen entwickelt (35, 36). Durch den Vergleich der Klassenbesten mit anderen Betrieben können auf diese Weise eventuelle Schwachstellen im Management, in der Produktion, im Vertrieb, im Gesundheitswesen etc. aufgezeigt, optimiert und verbessert werden (34, 35, 36, 37).

In der letzten Dekade hat sich Benchmarking weltweit auch zu einem wichtigen Tool zur Bewertung von Tierwohlindikatoren und des Managements in Milchviehherden entwickelt (19, 38, 39, 40, 41, 42). In Schweden war bereits 2009 ein Benchmarking-System zur Identifizierung von Betrieben mit schlechten Tierwohlstandards implementiert worden, wobei auch Lahmheit ein wichtiger Parameter war (27). In der jüngsten Vergangenheit wurde ein Benchmarking-System der Klauengesundheit in der Schweiz und in Österreich etabliert, gespeist mit Klauengesundheitsdaten, welche von professionellen Klauenpflegern regelmäßig elektronisch

dokumentiert und von nationalen Organisationen zentral erfasst und ausgewertet worden waren (23, 24, 43). In diesen genannten Studien waren Prävalenzen und Inzidenzen verschiedener Klauenläsionen (23, 24, 43) als auch Lahmheitsinzidenzen (24) als Parameter für das Benchmarking der Klauengesundheit bei Milchviehkühen verwendet worden, ohne dabei Unterschiede zwischen den einzelnen Milchviehrassen oder Haltungssystemen zu berücksichtigen.

Die Verwendung einer einzigen Zahl, welche die Klauengesundheit einer Einzelkuh und einer Herde widerspiegelt, war bislang in der zugänglichen Literatur noch nicht für das Benchmarking der Klauengesundheit von Milchkühen beschrieben worden. Daher war es naheliegend ein Benchmarking der Klauengesundheit zu entwickeln, welches mit den Klauengesundheitskennzahlen Cow-Claw-Score (CCS) und Farm-Claw-Score (FCS) sowohl für das Einzeltier als auch für die Herde arbeitet, anstelle von Prävalenzen und Inzidenzen von Klauenläsionen.

2.4. Fragestellung

Die Fragestellungen für die vorliegende Diplomarbeit lauteten daher:

- Ist eine Klassifizierung der Farm-Claw-Score (FCS) - Werte in Quantilen geeignet, um ein Benchmarking der Klauengesundheit von Milchviehherden vorzunehmen?
- Lassen sich Unterschiede bezüglich der Klauengesundheit, jeweils gemessen mittels der Cow-Claw-Scores (CCS) der Kühe, zwischen den drei in Österreich am häufigsten vertretenen Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss feststellen, und welche Rasse weist die bessere Klauengesundheit auf?

2.5. Hypothesen

Folgende Hypothesen wurden formuliert:

Hypothese 1: Ein Benchmarking der Klauengesundheit von Milchviehherden mit Hilfe einer numerischen Klauengesundheitskennzahl (FCS) für die gesamte Herde lässt sich mit Hilfe von gut dokumentierten Klauenpflegedaten vornehmen.

Hypothese 2: Das Benchmarking der Klauengesundheit unter Verwendung einer numerischen Klauengesundheitskennzahl für das Einzeltier (CCS) ist gut geeignet, um Unterschiede in der Klauengesundheit der drei in Österreich am häufigsten vertretenen Milchviehrassen darzustellen.

3. Material und Methode

3.1. Bereitstellung der Daten

Die anonymisierten und validierten Datensätze mit den dokumentierten Klauenläsionen, gemäß der im ICAR-Atlas der Klauengesundheit und dessen beiden Appendices beschriebenen Terminologie (15, 16, 17), von 17.838 Kühen von 512 Milchviehbetrieben, welche im Jahr 2020 von 31 Klauenpflegern im Rahmen des Projektes „Klauen-Q-Wohl“ erhoben worden waren, wurden von der ZuchtData (ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Vienna, Austria) für diese Auswertung zur Verfügung gestellt. Dieselben Datensätze waren z.T. für inzwischen publizierte Auswertungen herangezogen worden, wobei darin andere Fragestellungen bearbeitet worden waren (24, 44).

Die übermittelten und anonymisierten Rohdaten wurden mit Hilfe des Programms 'Microsoft Excel' 2020 (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) zur weiteren Bearbeitung in Excel-Tabellen nach Betrieben sortiert und übersichtlich zusammengestellt. Von den ursprünglich 512 Betrieben wurden vier Betriebe von der Analyse ausgeschlossen, da deren Daten zahlreiche Dokumentationen von der Klauen-Profi®-App enthielten, in welcher die drei Schweregrade in der Dokumentation bei den einzelnen Klauenläsionen nicht differenziert werden.

In den verbleibenden 508 Betrieben waren 198.002 Klauenbefunde von insgesamt 17.642 Kühen unterschiedlicher Rassen dokumentiert worden. Diese Daten wurden, wie im nachfolgenden Bildausschnitt (Abb. 1) ersichtlich aus einer 'Microsoft Excel' Datei dargestellt, nach Betrieb (anonymisiert), Tier (anonymisiert), Rasse, Datum der jeweiligen Klauenpflege, Art der Läsion, Lokalisation der Läsion in einer der Klauenzonen (Zone 1 – 10 an Außenklauen, Zone 11 – 20 an Innenklauen; (26); Abb. 2) im Programm 'Klauenmanager', Schweregrad der Erkrankung (1, 2, 3) und Position an der jeweiligen Klaue aufgelistet. Die anonymisierte Betriebs-ID, die anonymisierte Kuh-ID sowie die Klauenbefunde für jede Kuh wurden in eine Excel-Tabelle übertragen, nach Betrieben sortiert sowie auf Plausibilität geprüft.

LFBIS_ANONYM	TIER_ANONYM	RASSE	DATUM	DIAG	LOKATION	GRD_ERKR	TOUCHPOS
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	ad7ca3a09123699602869d5851be787c	01	20.12.2020	SB	VRI	1	14
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	ad7ca3a09123699602869d5851be787c	01	20.12.2020	WLD	HRA	1	3

Abb. 1: Ausschnitt aus dem übermittelten Excel-Datensatz mit der anonymisierten LFBIS-Nummer des jeweiligen Betriebes, der anonymisierten Tiernummer (TIER-ANONYM), der Rasse (codiert mit 01 für Fleckvieh), dem Datum der Dokumentation durch den Klauenpfleger sowie den Klauenbefunden (DIAG) einer einzelnen Kuh: bei dieser waren vorne rechts innen (VRI) eine Sohlenblutung (SB) Schweregrad 1 (GRD_ERKR) an der Klauenzone 14 (TOUCHPOS) und hinten rechts außen ein weiße-Linie-Defekt (WLD) Schweregrad 1 an der Klauenzone 3 dokumentiert worden.

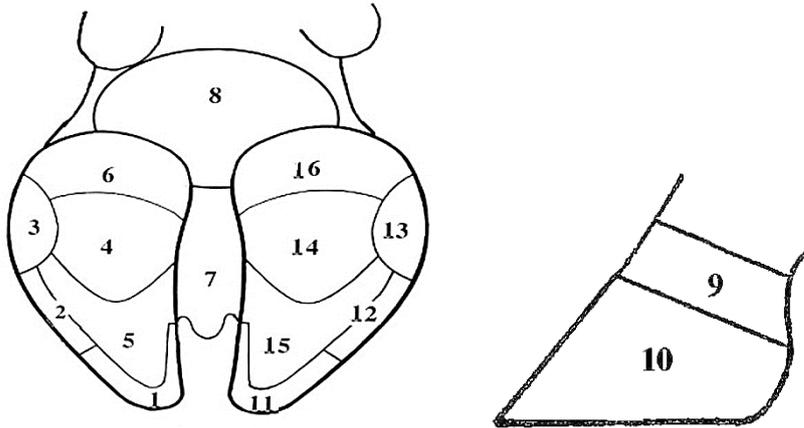


Abb. 2: Klauenpaar-Schema (Sohlenansicht und Seitenansicht) einer beliebigen Gliedmaße mit den zehn Klauenzonen pro Klaue (1 – 10: laterale Klaue; 11 – 20: mediale Klaue) in der Maske des 'Klauenmanagers'.

Die Kriterien für die Einbeziehung dieser zentral von der ZuchtData erhobenen Klauengesundheitsdaten für die vorliegende Auswertung wurden in einer bereits publizierten Studie im Detail angeführt (24) und waren folgende:

- Ausschließlich Klauenbefunde von Kühen österreichischer Milchviehherden aus dem Jahr 2020, welche von am Klauen-Q-Wohl-Projekt beteiligten und gut ausgebildeten Klauenpflegern dokumentiert worden waren, wobei diese Klauenpfleger bei einem Interobserver-Reliabilitätstest gewichtete Cohens Kappa-Werte von $\geq 0,61$ erreicht hatten;
- ausschließlich Daten von Milchviehherden, in denen mindestens 50 % der Kühe und mehr, bezogen auf die mittlere Kuhzahl pro Betrieb, bei den Klauenpflegebesuchen (im Mittel 2 Besuche pro Jahr) gepflegt worden waren;
- ausschließlich Klauenbefunde, welche die Prüfungen auf Plausibilität der Tier-ID, Plausibilität des Erfassungsdatums und der Läsionen-Codes bestanden hatten;
- Klauenbefunde von Kühen aus Milchviehherden, die ausschließlich mit dem Dokumentationssystem 'Klauenmanager' erfasst worden waren, da hierbei in der Regel drei Schweregrade pro Klauenläsion unterschieden wurden (Tab. 1). Daten aus der Klauen-Profi®-App fanden keine Berücksichtigung, da diese nicht in drei Schweregrade differenziert waren;
- die Datensätze mussten gemäß publizierten Richtlinien (45) zudem Dokumentationen von Rindern ohne Klauenläsionen sowie mindestens fünf verschiedene Klauenläsionen pro Betrieb enthalten.

3.2. Berechnung der Klauengesundheitskennzahlen für die Einzelkuh (CCS) und für die Herde (FCS) unabhängig von der Rasse

Die Klauengesundheit wurde in vorliegender Studie in einem ersten Schritt mittels Berechnung der Inzidenzen der einzelnen Klauenläsionen beschrieben. Die Inzidenz der Klauenläsionen wurde als Prozentsatz der Rinder mit mindestens einer dokumentierten Klauenläsion pro mittlerer Kuhzahl pro Jahr und Futtertagen am Betrieb für das Jahr 2020 definiert.

$$\text{Inzidenz Klauenläsionen} = \frac{\text{Neue Beobachtung einer spezifischen Klauenläsion innerhalb von 365 Tagen}}{\text{Mittlere Gesamtzahl der Kühe in der Herde innerhalb von 365 Tagen}}$$

Da Klauenpflegebesuche in diesen Betrieben im Mittel zweimal pro Jahr stattfanden, wurde jede Klauenläsion bei diesen Besuchen als neue Läsion gezählt (45). Die Inzidenz der Klauenläsionen wurde in einem ersten Schritt der Auswertung für alle Kühe der 508 Betriebe unabhängig von der Rasse berechnet. Für die Berechnung der Inzidenz an DD waren nur endemisch infizierte Betriebe (n: 286) herangezogen worden.

In einem zweiten Schritt wurde für diese Studie die Klauengesundheit der Kühe mittels numerisch berechneter Kennzahlen, dem Cow-Claw-Score (CCS) und dem Farm-Claw-Score (FCS) bewertet. Der CCS ist definiert als Summe aller geometrisch gewichteten Scores der zehn Zonen an den acht Hauptklauen eines Rindes. Der FCS ist definiert als der Median aller CCS aller bei der Klauenpflege dokumentierten Tiere einer Herde (26, 30). Der FCS kann alternativ auch als Mittelwert berechnet werden (46).

Diese Klauengesundheitskennzahlen (CCS, FCS) lassen sich auch unabhängig vom 'Klauenmanager'-Programm unter Verwendung der publizierten geometrisch gewichteten Scores für alle nach dem ICAR-Schlüssel gelisteten Klauenläsionen (Klauenläsionen) und deren dokumentierten Schweregraden (Tab. 1) mit Hilfe von Excel-Tabellen berechnen (20). Mit Hilfe der aufbereiteten Excel-Tabellen mit allen Kühen in den einzelnen Betrieben wurden die für die dokumentierten Klauenläsionen mit dem angegebenen Schweregrad zutreffenden geometrischen Scores (Tab. 1) in die Excel-Tabelle eingefügt und summiert, so dass für jede Kuh ein CCS-Wert resultierte (Abb. 3). Waren bei einer Kuh Dokumentationen mehrerer Klauenpflegebesuche im Jahr 2020 vorhanden, so wurden die pro Besuch erhobenen CCS-Werte pro Kuh addiert und durch die Anzahl der Besuche dividiert.

In Tabelle 1 sind alle im 'Klauenmanager'-Dokumentationsprogramm enthaltenen Klauenläsionen, deren Codes, die verwendeten Schweregrade sowie die aus den Klauenläsionen und den Schweregraden berechneten und geometrisch gewichteten Scores aufgelistet.

Tab. 1: Auflistung der im 'Klauenmanager'-Dokumentationsprogramm enthaltenen Klauenläsionen mit den dazugehörigen Codes, den drei Schweregraden (1, 2, 3) geordnet nach Klauenhornläsionen, infektiösen Klauenerkrankungen und Klauendeformationen und den jeweils dazu festgelegten geometrisch gewichteten Scores (20).

Klauenläsionen im Klauenmanager-Programm	Code	Schweregrad	Geometrischer Score im 'Klauenmanager'
<i>Klauenhornläsionen</i>			
Ballenhornfäule	BF	1	2
		2	4
		3	16
Ballengeschwür	BG	1	32
		2	64
		3	128
Doppelte Sohle	DS	1	4
		2	8
		3	32
Dünne Sohle	DUN	2	24
Hornspalt (axial, dorsal, abaxial)	HS (HSA)	1	8
		2	16
		3	64
Konkave Vorderwand	KV	1	5
		2	10
		3	20
Limax	LI	1	8
		2	16
		3	64
Sohlenblutung-umschrieben/diffus	SB	1	4
		2	8
		3	16
Sohlengeschwür	SG	1	32
		2	64
		3	128
Sohlenspitzenengeschwür	SSG	1	32
		2	64
		3	128
Sohlenspitzennekrose	SSN	3	128
Ungleiche Klauen	UK	1	0
Weißer-Linie-Defekt	WLD	1	4
Weißer-Linie-Abszess	WLA	2	64
Weißer-Linie-Abszess	WLA	3	128
<i>Infektiöse Klauenerkrankungen</i>			
Zwischenklauenphlegmone	ZP	1	64
		2	96
		3	128
Dermatitis Digitalis M1	DD-M1	1	16
Dermatitis Digitalis M2	DD-M2	3	64
Dermatitis Digitalis M3	DD-M3	1	16
Dermatitis Digitalis M4	DD-M4	1	8
Dermatitis Digitalis M4.1	DD-M4.1	2	32
DD-assoziertes Ballengeschwür	DD-BG	3	128
DD-assozierte Hornklüftung	DD-HK	3	128
DD-assoziierter Hornspalt	DD-HS	3	128
DD-assozierte Limax	DD-LI	3	128
DD-assoziertes Sohlengeschwür	DD-SG	3	128
DD-assoziertes Sohlenspitzenengeschwür	DD-SSG	3	128
DD-assozierte Sohlenspitzennekrose	DD-SSN	3	128
DD-assoziierter Weisse-Linie-Abszess	DD-WLA	3	128
Klauenfäule (Dermatitis interdigitalis)	ID	1	8
Schwellung Kronsaum und Ballen	SKB	1	16
		2	32
		3	64
<i>Klauendeformationen</i>			
Rollklaue	RO	1	4
Scherenklaue	SCH	1	0
Ungleiche (asymmetrische) Klaue	UK	1	0

LFBIS_ANONYM	TIER_ANONYM	RASSE	DATUM	DIAG	LOKATION	GRD_ERKR	TOUCHPOS	geometrischer Score	CCS
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	a980d82a0442ec1cca9bc6a57e446ec9	01	16.06.2020	K0	HL	0	0		
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	a980d82a0442ec1cca9bc6a57e446ec9	01	16.06.2020	K0	VL	0	0		
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	a980d82a0442ec1cca9bc6a57e446ec9	01	16.06.2020	K0	VR	0	0		
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	a980d82a0442ec1cca9bc6a57e446ec9	01	16.06.2020	SB	HRA	2	4	8	
aae314726f61ae9f6d6853124960cbc5	a980d82a0442ec1cca9bc6a57e446ec9	01	16.06.2020	KV	HRA	2	10	10	18

Abb. 3: Ausschnitt aus dem übermittelten Datensatz (rotgelb unterlegt) mit der anonymisierten LFBIS-Nummer des einzelnen Betriebes, der anonymisierten Tiernummer (TIER-ANONYM), der Rasse (codiert mit 01 für Fleckvieh), dem Datum der Dokumentation durch den Klauenpfleger sowie den Klauenbefunden (DIAG) einer einzelnen Kuh: bei ihr waren drei Klauenpaare (HL, VL, VR) als befundlos (K0) bewertet sowie an der Klaue HRA (hinten rechts außen) an der Position 4 (TOUCHPOS) eine Sohlenblutung (SB) Schweregrad 2 (GRD-ERKR) und an der Position 10 eine konkave Vorderwand (KV) Schweregrad 2 dokumentiert worden. Im Ausschnitt der Excel-Datei (rechts angefügt) sind die zutreffenden geometrischen Scores eingetragen: für SB Schweregrad 2 ein Wert von 8 und für KV Schweregrad 2 ein Wert von 10. Die Summe daraus ergibt für diese Kuh einen CCS von 18.

Die Klauengesundheitskennzahl pro Herde (n: 508) wurde sowohl durch Ermittlung des Medianwertes aller CCS-Werte der Kühe einer Herde (FCS-Median) (26, 29, 30) sowie zudem durch Kalkulation des Mittelwertes der CCS-Werte der Kühe einer Herde (FCS-Mittelwert) berechnet (46).

3.3. Berechnung der Klauengesundheitskennzahl (CCS) für die Einzelkuh bezogen auf die Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss

In den übermittelten, anonymisierten Datensätzen waren auch Informationen zur Rasse der Milchkühe enthalten (Abb. 1, 2). Die Kategorisierung der hierfür ausgewählten Kühe erfolgte nach den in Österreich vertretenen Hauptrassen (Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss), unabhängig von der betrieblichen Herkunft. Bei dieser rassebezogenen Auswertung wurden die Daten jener Kühe aus den 508 Betrieben ausgeschlossen, welche nicht eine dieser drei genannten Rassen angehörten. Für die rassespezifische Auswertung der Klauenbefunde verblieben dadurch insgesamt 17.099 Kühe. Die Kühe dieser drei Rassen waren folgendermaßen verteilt: 12.566 Fleckvieh-Kühe aus 402 Betrieben, 2.704 Holstein-Kühe aus 52 Betrieben und 1.829 Brown Swiss-Kühe aus 54 Betrieben.

In einer ersten Auswertung wurde für die Kühe dieser drei Hauptrassen die Inzidenz der Klauenläsionen bezogen auf die jeweilige Rasse, ohne Berücksichtigung des Herkunftsbetriebes, berechnet, in gleicher Weise wie oben für alle Kühe aus den 508 Betrieben beschrieben. In einer zweiten Auswertung wurden die bereits zuvor für jede Kuh errechneten CCS-Werte nun nach Rassen (Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss) sortiert, auch hierbei ohne Berücksichtigung des Herkunftsbetriebes, und für weitere Auswertungen bereitgestellt.

3.4. Benchmarking der Klauengesundheit der Herden mittels FCS

Für das Benchmarking der Klauengesundheit der 508 ausgewerteten Herden wurden ihre berechneten Farm-Claw-Scores (FCS) in Quantilen von 10 % (Q10), 25 % (Q25), 50 % (Q50 = Median), 75 % (Q75) und 90 % (Q90) klassifiziert sowie das Minimum und das Maximum angegeben. Die genannten Quantile sind wie folgt definiert: Das 10 % Quantil beschreibt die 10 % der Betriebe mit dem niedrigsten CCS, was bedeutet, dass 90 % der Betriebe einen höheren CCS haben, als er für das 10 % Quantil berechnet wurde. Die restlichen Quantile Q25, Q50, Q75 und Q90 können wie für das 10 % Quantil beschrieben mit den jeweils angepassten Prozentangaben definiert werden. Das 50 % Quantil beschreibt den Median, welcher den Datensatz genau in der Hälfte teilt, was bedeutet, dass 50 % der Werte kleiner bzw. gleich und 50 % der Werte größer bzw. gleich dem berechneten Wert sind (47).

Der FCS wurde zudem auch als Mittelwert aus den CCS-Werten der Kühe einer Herde (FCS-Mittelwert) berechnet (46). Nachdem die FCS für alle Betriebe berechnet worden waren, wurden anschließend die FCS-Werte der Betriebe mit Hilfe der 'Microsoft Excel' Funktion (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90 eingeteilt.

3.5. Benchmarking der Klauengesundheit bei den Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss mittels Inzidenzen der Klauenläsionen und mittels CCS

In Anlehnung an die Berechnung der Inzidenzen für die 508 Betriebe erfolgte auch die Berechnung der Inzidenzen für Kühe der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss sowie darauf aufbauend ein Benchmarking unter Verwendung der Inzidenzen der einzelnen Klauenläsionen.

Des Weiteren erfolgte ein Benchmarking auf Rassenebene (Fleckvieh, Holstein, Brown Swiss) mit Hilfe der für jede Kuh berechneten CCS-Werte. Mit Hilfe der 'Microsoft Excel' Funktion (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) wurde in einem ersten Schritt der Median aller CCS-Werte für jede Rasse bestimmt und damit ein Vergleich der Klauengesundheit der drei Rassen vorgenommen. In einem zweiten Schritt wurden die CCS-Werte der Kühe der drei Rassen in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75, Q90 und die Maximalwerte klassifiziert.

3.6. Statistische Auswertungen

Die Auswertung hinsichtlich möglicher Unterschiede in der Klauengesundheit unter Verwendung der CCS-Werte der Kühe bei den drei untersuchten Rassen (Fleckvieh, Holstein, Brown Swiss) erfolgte mittels Chi-Quadrat-Test bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$.

Dazu wurden die 17.099 Kühe (12.566 Fleckvieh, 2.704 Holstein und 1.829 Brown Swiss) in die Klassen „Klauengesundheit gut“ (CCS = 0-20) und „Klauengesundheit schlecht“ (CCS > 20) eingeteilt.

Für die zusätzlich durchgeführten paarweisen Vergleiche zwischen den Rassen wurde die Bonferroni-Holm-Methode als Korrektur für multiples Testen angewandt ($\alpha_m = 0,05$).

4. Ergebnisse

Für das Benchmarking der Klauengesundheit mit Hilfe von numerischen Kennzahlen (CCS, FCS) konnten insgesamt 198.002 Klauenbefunde von insgesamt 17.642 Kühen unterschiedlicher Rassen aus 508 Milchviehherden, erhoben im Jahr 2020, ausgewertet werden. Diese Kühe stammten aus 376 Laufställen (74,0 %) und aus 132 Betrieben mit Anbindehaltung (25,9 %), in denen die Kühe mindestens 90 Tage Auslauf hatten. Die mittlere Herdengröße betrug 34,9 Kühe (Min: 25; Max: 163). Die mittlere 305-Tage-Milchproduktion betrug bei den 12.566 Fleckvieh-Kühen 8469,4 kg (SD: 1521,5; Median: 8462,5), bei den 2.704 Holstein-Kühen 9865,2 kg (SD: 2094,8; Median: 9996,4) und bei den 1.829 Brown Swiss-Kühen 8328,2 kg (SD: 1972,2; median: 8094,0).

4.1. Benchmarking der Inzidenzen der Klauenläsionen aller Kühe unabhängig von der Rasse

Die Inzidenzen der Klauenläsionen von den ausgewerteten Kühen aus den 508 Herden, unabhängig von der Rasse, aber unter Berücksichtigung aller drei Schweregrade, sind in Tabelle 2 aufgelistet. Dabei zeigte sich eine große Streuung der verschiedenen Klauenläsionen zwischen den einzelnen Herden. Bei der Berechnung der Inzidenz an DD waren nur endemisch infizierte Betriebe (n: 286) berücksichtigt worden.

Tab. 2: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von Kühen aus 508 österreichischen Milchviehbetrieben im Jahr 2020 mit Klassifizierung der Herden in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90; SD: Standardabweichung. Die Abkürzungen der Klauenläsionen sind in Tab. 1 erklärt.

Klauenläsionen	MW	SD	Q10	Q25	Q50 = Median	Q75	Q90
WLD	56,8	30,4	14,6	31,9	58,1	82,3	97,0
SB	29,6	27,4	0,0	7,6	23,1	45,0	67,2
DS	18,8	23,0	0,0	4,7	11,7	23,4	43,5
KV	18,1	18,5	0,0	0,0	4,7	17,3	32,7
KG (alle Geschwüre)	13,6	11,5	0,0	4,9	11,3	20,3	29,9
HS	2,6	4,5	0,0	0,0	0,0	4,2	8,5
HSA	1,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1
DUN	0,7	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BF	48,0	39,2	7,8	12,8	40,2	87,3	98,2
DD ¹	33,2	25,9	5,4	9,5	25,4	52,2	75,7
ZP	0,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
SKB	1,9	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
Limax	5,0	7,3	0,0	0,0	2,4	7,5	13,4
Rollklaue	8,3	4,5	0,0	0,0	2,9	9,6	25,9

¹nur endemisch infizierte Betriebe berücksichtigt (n: 286)

Die höchsten mittleren Inzidenzen wurden bei WLD (56,8 %), Ballenhornfäule (48,0 %), DD (33,2 %), Sohlenblutungen (29,6 %), Doppelsohlen (18,8 %), konkaver Vorderwand (18,1 %) und bei Geschwüren (13,6 %; alle Lokalisationen zusammengefasst) festgestellt. Beim Benchmarking der Klauengesundheit dieser 508 Betriebe im Jahr 2020 zeigte sich, dass bei Kühen der Betriebe des Q10, welche die Klasse mit Betrieben mit der besten Klauengesundheit darstellt, zahlreiche Klauenläsionen, darunter Klauengeschwüre, SB, DS, KV, ZP, SKB, Limax überhaupt nicht dokumentiert waren, und auch nur 5,4 % der Kühe DD bzw. 14,6 % der Kühe WLD aufwiesen (Tab. 2).

4.2. Benchmarking der Klauengesundheit der Kühe aller ausgewerteten Herden mittels FCS

Die berechneten FCS-Werte der einzelnen 508 Milchviehbetriebe zeigten eine große Varianz und reichten von einem Minimum von 0 bis zu einem Maximum von 337. Die weitere Klassifizierung war in Quantilen erfolgt und diese verteilten sich bei Berechnung des FCS als Medianwert wie folgt: Q10 (FCS = 0), Q25 (FCS = 0 - 8), Q50 (FCS = 0 – 20,0), Q75 (FCS = 0 – 38,0) und Q90 (FCS = 0 – 67,5).

Ein Zehntel der 508 Milchviehbetriebe wies somit einen FCS von 0 auf, 25 % der Betriebe hatten einen FCS von 0 bis 8 und 50 % der Betriebe (Q50 = Median) einen FCS-Wert von 0 bis 20,0. 75 % der Betriebe hatten einen FCS im Bereich von 0 bis 38,0 und 90 % der Betriebe hatten einen FCS von 0 bis 67,5. Die schlechtesten 10 % der Betriebe hinsichtlich der Klauengesundheit wiesen einen FCS von $\geq 67,5$ bis zu einem Maximum von 337 auf (Tab. 3). Bei Kalkulation des FCS als Mittelwert zeigten die Milchviehbetriebe des Quantils 10 einen FCS-Mittelwert von 9,8, Betriebe bis zum Quantil 25 einen FCS-Mittelwert von 19,9, Betriebe bis zum Quantil 50 einen FCS-Mittelwert von 36,3 und Betriebe des Quantils 90 einen FCS-Mittelwert von 98,8. Der Maximalwert betrug hierbei 330,1 (Tab. 3).

Tab.3: Ergebnisse der Berechnung der Quantile (Q10, Q25, Q50, Q75 und Q90) sowie des Minimal- und des Maximal-Wertes der jeweiligen FCS-Werte (diese berechnet als sowohl als Medianwert als auch als Mittelwert) aller Betriebe.

FCS	Min	Max	Q10	Q25	Q50 = Median	Q75	Q90
Median	0	337	0	8,0	20,0	38,0	67,5
Mittelwert	0	330,1	9,8	19,9	36,3	61,9	98,8

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen einen Vergleich der Klauengesundheit der Kühe in den 508 Milchviehbetrieben einmal berechnet mit dem FCS als Median (Abb. 4) und in einer zweiten Version mit dem FCS berechnet als Mittelwert (Abb. 5). Legt man den Grenzwert einer guten

Klauengesundheit mit dem Wert 20 fest, was bei Auswertung dieser 508 Milchviehbetriebe dem Medianwert entspricht, so fallen bei Kalkulation des FCS als Median die Betriebe bis zum Quantil 50 darunter, während bei Berechnung des FCS als Mittelwert nur die Betriebe bis ca. zum Quantil 25 (mit FCS: 19,9) darunterfallen.

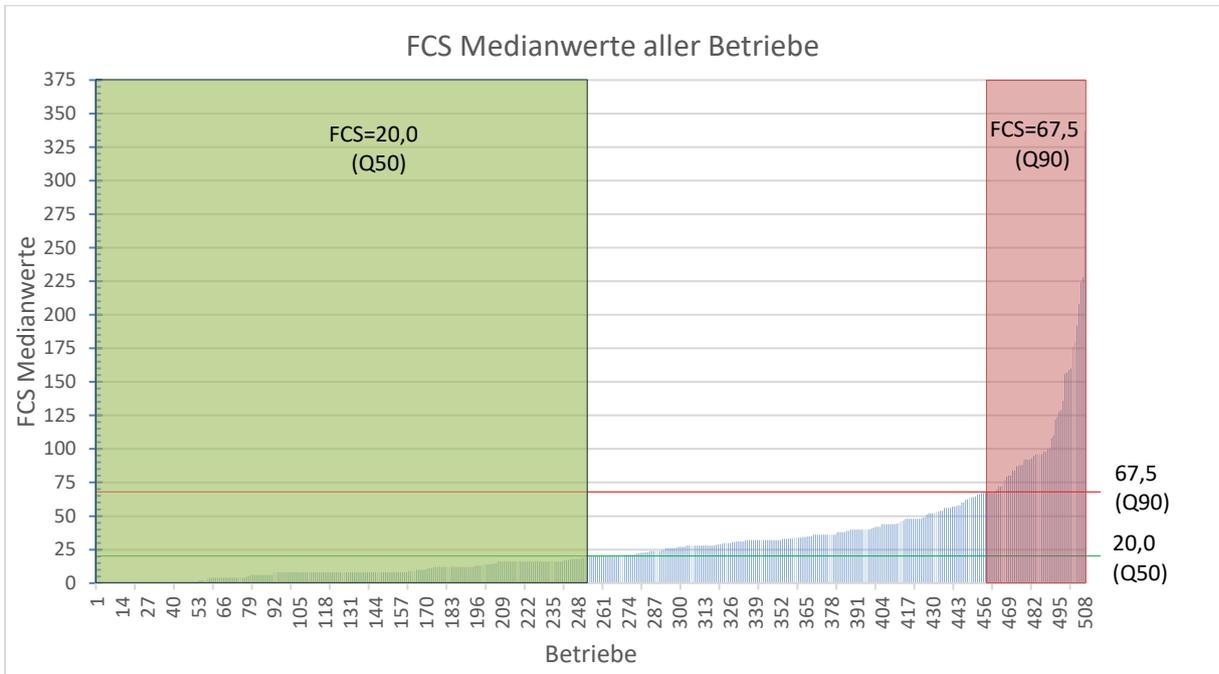


Abb. 4: Diagramm mit der Verteilung der FCS-Medianwerte der 508 Betriebe. Die Betriebe bis zum Quantil 50 (FCS-Median: 20) sind grün markiert, die Betriebe des Quantils 90 sind rot markiert.

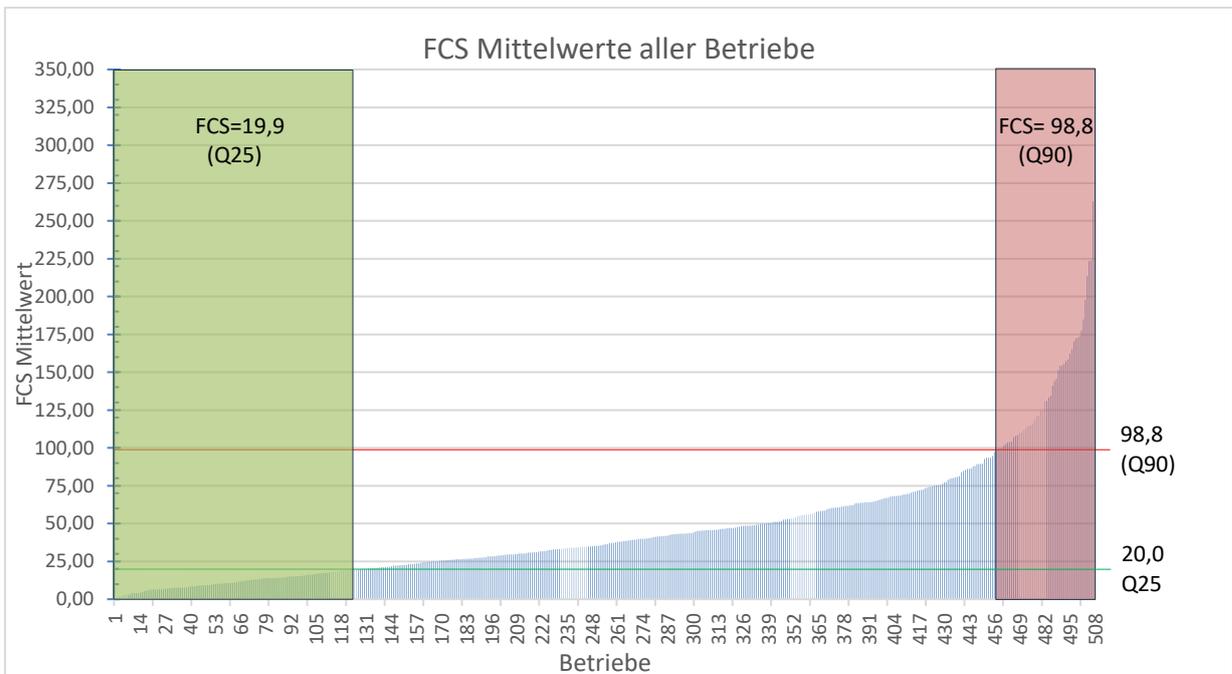


Abb. 5: Diagramm mit der Verteilung der FCS-Mittelwerte der 508 Betriebe. Die Betriebe bis zum Quantil 25 sind grün markiert (FCS-Mittelwert: 19,9), die Betriebe des Quantils 90 sind rot markiert.

4.3. Benchmarking der Inzidenzen der Klauenläsionen bei Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss

Für das Benchmarking der Inzidenzen der Klauenläsionen sowie auch der CCS-Werte bezogen auf die drei Hauptrassen in Österreich konnten aus dem Gesamtdatensatz 17.099 Kühe herangezogen werden: 12.566 Kühe der Rasse Fleckvieh (73,5 %), 2.704 Kühe der Rasse Holstein (15,8 %) und 1.829 Brown Swiss-Kühe (10,7 %).

Die Inzidenzen der Klauenläsionen sowie die Klassifizierung in Quantile bei Fleckvieh-, Holstein- und Brown-Swiss-Kühen sind in den Tabellen 4 – 6 dargestellt. Fleckviehkühe zeigten deutlich höhere Inzidenzen an WLD, SB, DS, BF und Rollklauen im Vergleich zu den anderen beiden Rassen. Bei Holstein Kühen war hingegen die Inzidenz von DD deutlich höher als bei den anderen beiden Rassen. Diese Unterschiede zwischen den Rassen zeigten sich auch beim Vergleich der Quantile 10 und 25 v.a. bei WLD, Geschwüren und DD (Tab. 4 – 6).

Tab. 4: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 12.566 Fleckvieh-Kühen im Jahr 2020 nach Klassifizierung in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90; MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung. Die Abkürzungen der Klauenläsionen sind in Tab. 1 erklärt.

	MW	SD	Q10	Q25	Q50 = Median	Q75	Q90
WLD	59,2	29,2	19,1	36,2	60,0	84,1	97,0
SB	30,9	26,8	0,0	9,3	25,0	45,2	68,2
DS	19,1	23,5	0,0	4,8	11,7	23,4	45,0
KV	10,8	15,4	0,0	0,0	4,6	16,1	31,1
KG (alle Geschwüre)	12,4	11,0	0,0	4,1	9,7	18,2	28,7
HS	2,4	4,3	0,0	0,0	0,0	3,9	7,0
HSA	1,2	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6
DUN	0,7	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BF	48,3	38,4	4,8	13,2	40,7	84,6	98,8
DD	30,2	21,7	5,4	7,5	23,4	47,2	71,2
ZP	0,7	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
SKB	2,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
Limax	4,6	6,9	0,0	0,0	2,2	7,0	12,3
Rollklaue	8,9	15,0	0,0	0,0	2,5	11,0	30,5

Tab. 5: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 2.704 Holstein-Kühen im Jahr 2020 nach Klassifizierung in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90; MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung. Die Abkürzungen der Klauenläsionen sind in Tab. 1 erklärt.

	MW	SD	Q10	Q25	Q50 = Median	Q75	Q90
WLD	36,6	26,5	4,4	17,0	32,5	55,7	76,8
SB	20,0	19,8	0,0	2,1	17,9	30,0	44,6
DS	14,3	20,2	1,4	4,0	7,8	17,5	28,4
KV	7,0	11,8	1,9	5,2	10,2	23,4	41,1
KG (alle Geschwüre)	12,8	9,6	1,7	5,8	10,8	19,4	25,5
HS	2,8	4,3	0,0	0,0	0,0	3,8	8,1
HSA	1,2	2,2	0,0	0,0	0,0	1,5	5,0
DUN	1,0	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
BF	35,4	35,9	4,5	12,8	24,7	58,7	88,0
DD	35,6	29,3	5,3	8,4	28,2	59,7	74,3
ZP	0,5	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
SKB	1,4	4,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,2
Limax	7,1	8,6	0,0	0,0	4,8	10,2	16,9
Rollklaue	7,1	9,9	0,0	0,0	3,2	7,5	21,5

Tab. 6: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 1.829 Brown Swiss-Kühen im Jahr 2020 nach Klassifizierung in die Quantile Q10, Q25, Q50 (Median), Q75 und Q90; MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung. Die Abkürzungen der Klauenläsionen sind in Tab. 1 erklärt.

	MW	SD	Q10	Q25	Q50 = Median	Q75	Q90
WLD	32,3	19,2	5,9	20,9	31,0	42,7	55,7
SB	13,5	14,5	0,0	2,8	10,0	17,5	35,5
DS	11,3	12,9	0,0	4,2	8,4	16,3	21,1
KV	9,5	10,3	1,5	4,9	14,2	23,17	33,8
KG (alle Geschwüre)	12,3	9,2	0,0	4,7	11,1	20,9	24,1
HS	2,6	3,5	0,0	0,0	0,7	4,1	8,7
HSA	1,6	2,9	0,0	0,0	0,0	2,5	5,1
DUN	0,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BF	28,8	29,4	3,5	4,9	20,4	40,7	71,1
DD	24,2	21,6	3,3	5,4	23,3	35,7	54,6
ZP	0,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
SKB	0,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9
Limax	2,3	3,5	0,0	0,0	0,0	4,6	6,6
Rollklaue	6,0	8,9	0,0	0,0	3,8	9,2	13,3

Ein graphischer Vergleich der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen bei den Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss im Jahr 2020 ist in Abbildung 6 dargestellt.

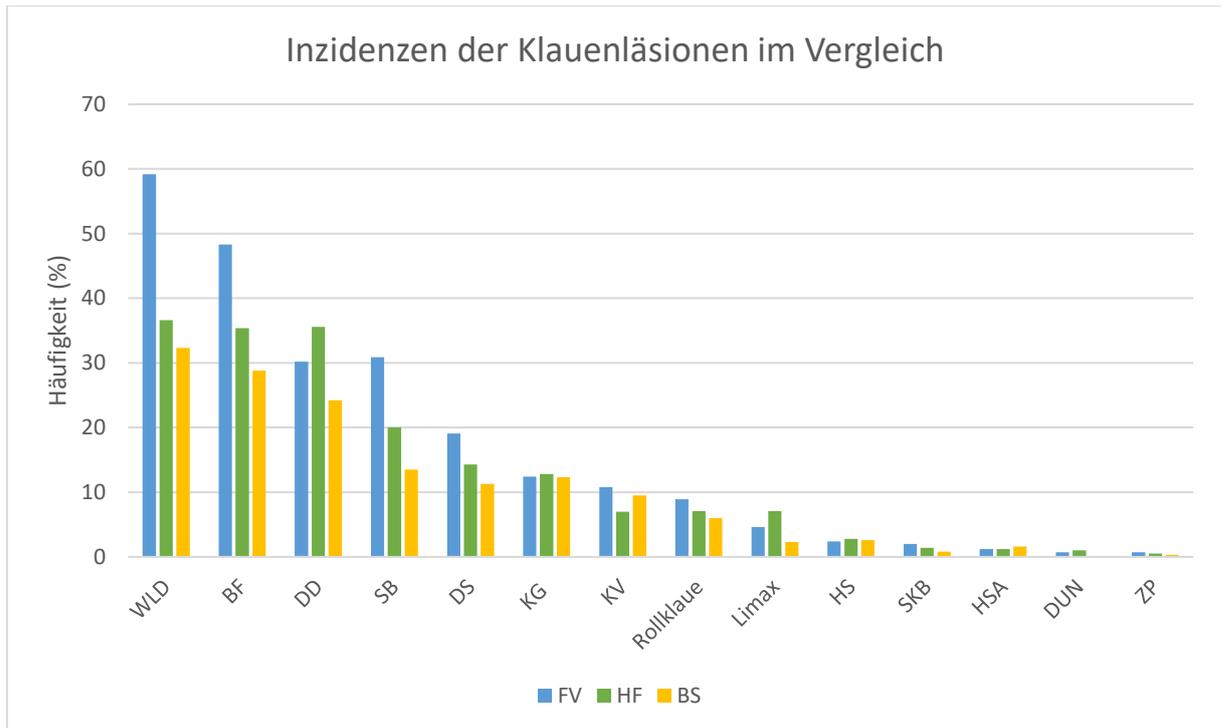


Abb. 6: Balkendiagramm mit Vergleich der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen bei den drei Rassen Fleckvieh (FV), Holstein (HF) und Brown Swiss (BS).

4.4. Benchmarking der Klauengesundheit mittels CCS bei den Kühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss

Das Benchmarking der Klauengesundheit der Kühe der drei untersuchten Rassen mittels der CCS-Werte unter Verwendung der Quantile Q10, Q25, Q50, Q75 und Q90 zeigte deutliche Unterschiede zwischen den Rassen. Die Quantile der drei Rassen teilten sich in Q10 mit einem CCS = 0, in Q25 mit einem CCS = 0-5, in Q50 mit einem CCS = 0-21,3, in Q75 mit einem CCS = 0-64 und in Q90 mit einem CCS = 0 bis ≥ 136 . Das Maximum lag bei einem CCS von 976. Im Quantil 10 waren 29,5 % der Brown Swiss-Kühe, 23,3 % der Holstein-Kühe und nur 15,3 % der Fleckvieh-Kühe, und im Quantil 25 waren 38,7 % der Brown Swiss-Kühe vertreten, jedoch nur 29,1 % der Holstein-Kühe und 21,8 % der Fleckvieh-Kühe. Im Quantil 50 (= Median mit einem CCS-Wert von $\leq 21,3$) fanden sich 60,3 % der Brown Swiss-Kühe, wohingegen in dieser Kategorie nur 48,5 % der Fleckvieh- und 49,3 % der Holstein-Kühe vertreten waren (Abb. 7).

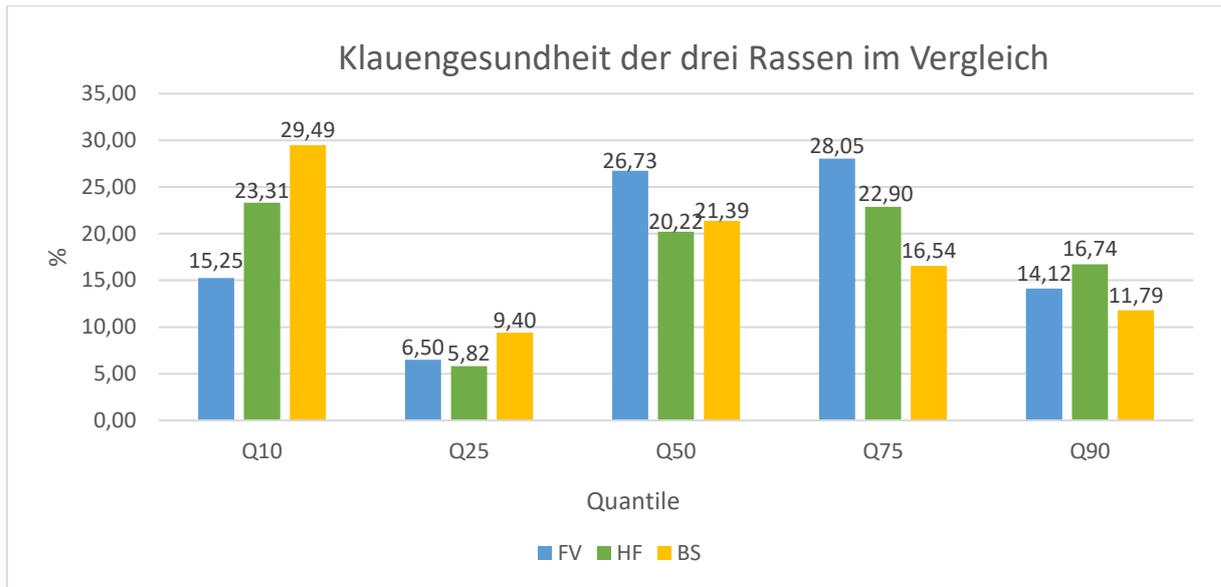


Abb. 7: Balkendiagramm mit dem Benchmarking der Klauengesundheit mittels der CCS-Werte bei den Kühen der Rassen Fleckvieh (FV), Holstein (HF) und Brown Swiss (BS) in den definierten Klauengesundheitsklassen (Quantile Q10, Q25, Q50, Q75, Q90).

4.5. Ergebnisse des Chi-Quadrat-Tests für Rassenvergleiche

Beim Vergleich der relativen Anteile der Kühe der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss in den Klassen CCS bis 20 und CCS > 20 konnten signifikante Unterschiede festgestellt werden ($p < 0.0001$). Die zusätzlich durchgeführten paarweisen Vergleiche mit der angeschlossenen Bonferroni-Holm Korrektur (Tab. 7) ergaben, dass sowohl Fleckvieh als auch Holstein im Vergleich zu Brown Swiss einen signifikant höheren Prozentsatz an Kühen in der Klasse CCS > 20 aufwiesen (51,83% und 50,11% vs. 38,93%), Fleckvieh und Holstein unterschieden sich jedoch hinsichtlich der CCS-Werte nicht signifikant ($p = 0,4974$).

Tab. 7: Anzahl Kühe der Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss (relativer Anteil innerhalb Rasse in %) in den Klassen CCS bis 20 und CCS > 20 sowie χ^2 und zugehöriger p -Wert in Klammer für die globale Hypothese. Unterschiedliche Hochbuchstaben bei den Rassen bedeuten signifikante Differenzen nach Bonferroni-Holm Korrektur ($\alpha_m = 0,05$).

Rasse	CCS bis 20 (Anteil Tiere in %)	CCS >20 (Anteil Tiere in %)	N	χ^2 (p – Wert)
Fleckvieh ^a	6.053 (48,17)	6.678 (51,83)	12.566	
Holstein ^a	1.322 (48,89)	1.825 (51,11)	2.704	
Brown Swiss ^b	1.117 (61,07)	798 (38,93)	1.829	
				98,6 (< 0,0001)

5. Diskussion

Während Benchmarking bereits seit etlichen Jahren in zunehmendem Maße als Methode der Bewertung des Managements und von Tierwohlindikatoren in Milchviehherden (19, 27, 38, 40, 41, 42) und in der Kälberaufzucht (39, 48, 49) angewendet wird, finden sich in der Literatur nur wenige Studien, die ein Benchmarking zum Herdenvergleich von Prävalenzen/Inzidenzen von Lahmheit (19, 24, 27) sowie zum Herdenvergleich von Prävalenzen/Inzidenzen von Klauenläsionen (23, 24, 43) einsetzen. Das Benchmarking-System bietet dabei den Vorteil, aus einer großen Anzahl von Milchviehherden eine Klassifizierung mittels Quantile vornehmen zu können, beginnend mit den Klassenbesten, den Betrieben im Quantil 10 % über die Quantile 25 %, 50 % (Median), 75 % bis hin zu den am schlechtesten bewerteten Betrieben im Quantil 90 % (34, 35, 36). Im Benchmarking-System fungieren die Klassenbesten (Q10, Q25) als Vorbilder, welche den anderen Betrieben zeigen, wie niedrig die Prävalenz/Inzidenz ausgewählter Gesundheitsparameter bei gutem Management sein kann (24, 39, 48). Im Gegensatz zum flexiblen Benchmarking-System, in welchem sich z.B. bei jährlicher Neuberechnung der ausgewählten Parameter auch deren Prävalenz/Inzidenz im Quantil 10 %, und selbstverständlich auch in den anderen Quantilen, nach unten oder nach oben verändern kann, steht die Festlegung von fixen Grenzwerten für aus ethischen und wirtschaftlichen Aspekten maximal tolerierbaren Prävalenzen an Lahmheit (43, 50) und an verschiedenen Klauenläsionen (43). Dabei ist vor allem bei den Prävalenzen an Klauenerkrankungen die Festlegung von fixen Grenzwerten schwer zu argumentieren (24).

Grundlage für ein Benchmarking der Klauengesundheit sind regelmäßig, z.B. bei jeder Klauenpflege in den Betrieben, erhobene Daten, welche von professionellen Klauenpflegern fortlaufend elektronisch dokumentiert und von nationalen Organisationen zentral erfasst und ausgewertet werden (23, 24, 43). Diese Basis wurde in Österreich mit dem „Klauen-Q-Wohl“ Projekt im Jahr 2017 (51) geschaffen, so dass seitdem von professionellen Klauenpflegern, welche mit elektronischen Dokumentations-systemen ausgerüstet sind, regelmäßig Daten an den Rinderdatenverbund (RDV) übermittelt, dort bearbeitet und seit März 2022 auch in den Herdenmanager des RDV (<https://www.rdv-gmbh.net/>) eingespeist werden. Landwirte, welche RDV-Mitglieder sind, haben über ihren Online-Zugang zum Herdenmanager des RDV somit die Möglichkeit die Klauengesundheits-daten ihrer Herde mit jener vieler anderer Milchviehbetriebe auf Basis von errechneten Inzidenzen von Lahmheit und Klauenläsionen zu vergleichen (24, 31).

Für die Datenanalyse in vorliegender Studie, wie auch für die vorausgegangene Benchmarking Studie zur Klauengesundheit (24), waren ausschließlich Daten jener 31 Klauenpfleger inkludiert worden, welche im Rahmen eines absolvierten Interobserver-Zuverlässigkeitstestes einen gewichteten Cohens-Kappa-Wert $\geq 0,61$ erreicht hatten. Dies bedeutet eine erhebliche bis nahezu perfekte Übereinstimmung (52), und dieser Cohens-Kappa-Wert von $\geq 0,61$ wurde auch von anderen Autoren als Mindest-anforderung für die Nutzung von Klauengesundheitsdaten gewählt (23). Darüber hinaus waren in der vorliegenden Bewertung alle drei Schweregrade von Klauenläsionen, einschließlich Score 1, berücksichtigt worden, um die geometrisch gewichteten Scores uneingeschränkt berechnen zu können (20).

Für den Vergleich der Klauengesundheit zwischen aufeinanderfolgenden Klauenpflege-Herdenschnitten im selben Milchviehbetrieb oder auch zwischen verschiedenen Milchvieh-herden wurden bislang fast ausschließlich die Prävalenzen der verschiedenen Klauenläsionen verwendet (11, 19, 21, 24, 25, 53). Eine solche Auflistung der einzelnen Prävalenzen der Klauenläsionen stand professionellen Klauenpflegern, welche das Dokumentationssystem 'Klauenmanager' nutzen - sowie ihren Kunden den Landwirten und den kooperierenden Hoftierärzten-, schon bislang zur Verfügung. Eine weitere Option für einen wie oben beschriebenen Vergleich der Klauengesundheit ist die Verwendung geometrisch gewichteter Klauengesundheitskennzahlen in Form des Cow-Claw-Score (CCS) für das Einzeltier und des Farm-Claw-Score (FCS) für die Herde, welche aus den dokumentierten Klauenläsionen und ihren jeweiligen Schweregraden berechnet werden können (26, 28, 29).

Hintergrund für das geometrische gewichtete Scoring von Klauenläsionen und ihren drei Schweregraden ist die bekannte und mehrfach beschriebene Tatsache, dass nicht jede der im ICAR-Atlas der Klauengesundheit und den beiden Appendices (15, 16, 17) aufgelisteten Klauenläsionen und nicht alle DD-Stadien mit Schmerzen, d.h. mit Lahmheit, assoziiert sind (30, 54, 55, 56, 57), und daher mitunter sehr unterschiedliche Auswirkungen auf das Tierwohl haben können. Die ersten wissenschaftlichen Beschreibungen des geometrisch gewichteten Scorings der verschiedenen Klauenläsionen wurden bereits vor über 20 Jahren publiziert, damals allerdings ohne Einsatz eines elektronischen Programmes (32, 33). Im elektronischen Dokumentationsprogramm 'Klauenmanager' kann eine integrierte Software den CCS für die einzelne Kuh und den FCS als Median - aber auch als Mittelwert- für alle Kühe nach einem durchgeführten Herdenklauenschnitt automatisch berechnen (26, 29, 30, 58). Auch ohne diese Software ist es mit Hilfe einer einfachen Excel-Datei möglich, für jedes Rind aus den dokumentierten Klauenläsionen und ihren Schweregraden unter Verwendung der unlängst

publizierten gewichteten geometrischen Scores für die Klauenläsionen nach der ICAR-Terminologie den CCS zu berechnen (20). Diese gewichteten geometrischen Scores für die Klauenläsionen wurden mit Schweizer Forschern aus Bern abgestimmt, welche das elektronische Dokumentationsprogramm 'Klaue' von dsp Agrosoft (dsp Agrosoft, Ketzin, Deutschland) für die Erfassung von Befunden bei der Klauenpflege verwenden (46). Auf diese Weise können in Zukunft Auswertungen der Klauengesundheit von Milchviehherden auch transnational besser verglichen werden.

Mit Hilfe einer einzigen Zahl, der sogenannten Klauengesundheitskennzahl einer Kuh bzw. eines Betriebes, lässt sich sowohl für Tierärzte, Klauenpfleger als auch für Landwirte ein rascher Überblick über die Klauengesundheit von einzelnen Kühen und von Betrieben gewinnen sowie ein rascher Vergleich der Klauengesundheit einer einzelnen Kuh und einer Herde, z.B. an aufeinanderfolgenden Klauenpflegevisiten, vornehmen (20, 30). Je höher der CCS einer Kuh, desto schlechter ist ihre Klauengesundheit, und je höher der FCS, desto schlechter ist die Klauengesundheit aller klauengepflegten Tiere einer Herde (26, 28, 29). Des Weiteren stellt die Verwendung des CCS möglicherweise eine sensitivere Methode dar, um die in einer Herde durchgeführten Therapie- oder Managementmaßnahmen hinsichtlich ihrer positiven Auswirkung auf die Klauengesundheit zu überprüfen (20, 29, 58) anstelle der ausschließlichen Verwendung der Prävalenzen von bis zu 14 verschiedenen Klauenläsionen.

In einer vorausgegangenen Auswertung war erstmalig ein Benchmarking der Klauengesundheit in 512 österreichischen Milchviehbetrieben anhand der Inzidenzen von Lahmheit und Klauenläsionen aus dem Jahr 2020 unter Verwendung von nahezu identen Datensätzen vorgenommen worden, jedoch ohne Unterscheidung der Rassen (24). In dieser aktuellen Studie ging es darum, einerseits nachzuweisen, dass ein Benchmarking der Klauengesundheit auch mittels einer einzigen Klauengesundheitskennzahl (FCS) für jeden der ausgewerteten 508 Milchviehbetriebe vorgenommen werden kann, und andererseits darum, Unterschiede hinsichtlich der Klauengesundheit zwischen den drei in Österreich am häufigsten vertretenen Milchviehrassen (7) aufzuzeigen. Die Ergebnisse des Benchmarkings der ausgewerteten 508 Milchviehbetriebe mit Hilfe des FCS lassen sich folgendermaßen interpretieren: Der FCS (Median) lag bei einem Wert von ≤ 20 , im Vergleich betrug der maximale FCS-Wert 337. Dies bedeutet, dass 50 % der analysierten Milchviehbetriebe einen FCS (Median) von ≤ 20 aufwiesen, was aufgrund früherer Betriebsvergleiche der Klauengesundheit als sehr gut eingestuft werden kann (26, 29, 30, 59).

Wurde hingegen der FCS als Mittelwert über die ausgewerteten 508 Betriebe berechnet, wie von (46) beschrieben, dann ergab sich ein FCS (Mittelwert) von $\leq 36,3$ sowie ein maximaler Wert des FCS (Mittelwert) von 330,1. Daraus lässt sich ableiten, dass bei Berechnung des FCS als Mittelwert nur noch etwa die Betriebe in den Quantilen bis 25 % in den Bereich von ≤ 20 fallen. Welche Methode der Berechnung des FCS, ob Median oder Mittelwert, nun besser geeignet ist, um die Klassifizierung im Benchmarking der Klauen-gesundheit vorzunehmen, ist vorrangig abhängig von der Verteilung der Werte, d.h. ob eine symmetrische oder eine links- oder rechtsschiefe Verteilung (60) der FCS-Werte in den untersuchten Herden vorliegt. Weist eine Stichprobe zahlreiche Ausreißer auf, dann ist der Median im Vorteil, da er weniger empfindlich gegen Ausreißer ist. Der Mittelwert hingegen reagiert aufgrund der höheren Präzision sensitiver gegen Ausreißer als der Median. Der Mittelwert hat somit eine hohe Effizienz und eine geringe Robustheit, der Median eine geringe Effizienz jedoch eine hohe Robustheit. Im Allgemeinen wird bei einer (rechts-)schiefer Verteilung, welche bei den FCS-Werten in vorliegender Studie eindeutig vorlag, der Median bevorzugt, da dieser zu einer realistischeren Interpretation der vorliegenden Verteilung führt. Bei einer rechtsschiefer Verteilung der Werte ist der Mittelwert in der Regel deutlich größer als der Median (60, 61, 62). Dies kam in vorliegender Studie auch klar zum Ausdruck.

Als Betriebe mit eindeutig schlechter Klauengesundheit sind jene Betriebe zu werten, welche bei Verwendung des FCS als Median im Quantil 90 % liegen, bzw. jene Betriebe, welche bei Verwendung des FCS als Mittelwert in den Quantilen 70 % und höher liegen. In einer vergleichbaren Auswertung von ca. 1000 Milchviehbetrieben in der Schweiz wurde ein Betriebswert der Klauengesundheit von 30,9, berechnet als Mittelwert, als Grenzwert definiert zwischen dem Toleranzbereich und den Betrieben im Quantil 90 %. In Betrieben über dem Grenzwert mit schlechter Klauengesundheit sollten schnellstmöglich Maßnahmen unter Einbeziehung des Hoftierarztes und des Tiergesundheitsdienstes ergriffen werden, um mittelfristig, etwa über den Zeitraum von ca. 12 Monaten, die Klauengesundheit signifikant zu verbessern (23, 43, 46). Als Zielwert im Benchmarking der Milchviehbetriebe wurde von den Schweizer Forschern das Quantil 10 % genannt (46).

In einer unlängst publizierten Studie war bereits angeregt worden, das Benchmarking der Klauengesundheit zu spezifizieren und die Klauengesundheitsdaten prinzipiell nur von Kühen aus Betrieben mit gleicher Rasse, gleichen Aufstellungsbedingungen (Laufstall-, Anbindehaltung) und ähnlicher Milchleistung untereinander zu vergleichen (24). In vorliegender Studie erfolgte daher auch ein rassespezifisches Benchmarking der

Klauengesundheit, trotz stark unterschiedlicher Größenordnungen bei den berücksichtigten drei Rinderrassen. Da Fleckvieh in Österreich die am stärksten verbreitete Rinderrasse darstellt (7), war sie auch mit der größten Anzahl von Kühen (n: 12.566) in der Auswertung vertreten, ihnen standen nur 2.704 Holstein- und 1.829 Brown Swiss-Kühe gegenüber. Diese Ausgangsdatenlage hatte deshalb möglicherweise einen Effekt auf die Ergebnisse der vorliegenden Studie, war aber von den Autoren nicht beeinflussbar. Fleckvieh-Kühe zeigten insgesamt, und knapp gefolgt von Holstein-Kühen, eine schlechtere Klauengesundheit als Brown Swiss-Kühe. Fleckvieh-Kühe wiesen im Vergleich zu den anderen beiden Rassen höhere Inzidenzen an Weiße-Linie-Erkrankungen, Sohlenblutungen, Doppel-sohlen, Ballenhornfäule und Rollklauen auf. Bei Holstein-Kühen war hingegen die Inzidenz von DD deutlich höher als bei den anderen beiden Rassen. Diese Unterschiede zwischen den Rassen waren auch beim Vergleich der Quantile 10 und 25 v.a. bei WLD, Geschwüren und bei DD offensichtlich. Auch die Bewertung der Klauengesundheit der Kühe dieser drei Rassen mittels der CCS-Werte zeigte ein eindeutiges und gleichlautendes Ergebnis, so waren 60,1 % der Brown Swiss-Kühe im Quantil 50 vertreten, wohingegen sich in dieser Kategorie nur 48,2 % der Fleckvieh- und 48,9 % der Holstein-Kühe befanden. Die statistische Auswertung ergab, dass Brown Swiss-Kühe im Jahr 2020 eine signifikant ($p < 0,0001$) bessere Klauengesundheit aufwiesen als Kühe der Rassen Fleckvieh und Holstein. Zwischen den Rassen Fleckvieh und Holstein ließ sich trotz der etwas besser erscheinenden Ergebnisse der Holstein-Kühe bezüglich der Verteilung in den Quantilen und auch bei den Inzidenzen der Klauenläsionen kein signifikanter Unterschied der Klauengesundheit, berechnet nach den CCS-Werten, feststellen. Ähnliche Ergebnisse mit der niedrigsten Inzidenzrate an Klauenläsionen bei Brown Swiss-Kühen wurden unlängst in einer Auswertung der Klauengesundheit über einen Zeitraum von 10 Jahren in 526 österreichischen Milchviehbetrieben berichtet (44). Die Ergebnisse aus dieser genannten Studie, welche die Klauengesundheit bei den drei Rassen Fleckvieh, Holstein und Brown Swiss über 10 Jahre betrachtete, könnte als stichhaltiges Argument angeführt werden, dass Brown Swiss-Kühe generell eine bessere Klauengesundheit aufweisen, auch wenn ihre Gesamtpopulation in Österreich signifikant geringer ist (7). Auch andere Studien berichteten, dass Brown Swiss-Kühe im Vergleich zu Fleckvieh- und Holstein-Kühen deutlich geringere Prävalenzen von Klauenläsionen und Lahmheiten zeigten (18, 23). In einer jüngst publizierten Studie aus der Schweiz zeigten Holstein-Kühe ein deutlich höheres Risiko an DD zu erkranken als andere Rassen, allerdings wiesen Holstein-Kühe im Vergleich zu anderen Rassen ein geringeres Risiko auf, weiße-Linie-Erkrankungen zu entwickeln (22). Auch in vorliegender Studie wiesen Holstein-Kühe eine deutlich niedrigere Inzidenz von 36,6 % bei WLD auf im

Vergleich zu 59,2 % bei Fleckvieh-Kühen, wohingegen bei Holstein-Kühen auch die höchste Inzidenz an DD festgestellt wurde.

Die Fragestellungen der Diplomarbeit und die zugrunde gelegten Hypothesen konnten eindeutig und positiv beantwortet und bestätigt werden. Erstens zeigten die Ergebnisse, dass die Klassifizierung der Farm-Claw-Scores (FCS) in Quantilen gut geeignet ist, um ein Benchmarking der Klauengesundheit einer großen Anzahl von Milchviehherden vorzunehmen. Zweitens konnten unter Verwendung der Cow-Claw-Scores (CCS) der Kühe signifikante Unterschiede bezüglich der Klauengesundheit zwischen den Rassen Fleckvieh und Holstein gegenüber Brown Swiss festgestellt werden.

Die Implementierung und verbreitete Anwendung von Benchmarking-Systemen durch Landwirte und die betreuenden Hoftierärzte konnte beispielsweise die Motivation von Landwirten für ein verbessertes Kälbermanagement steigern und führte andererseits auch zu einer verbesserten Kooperation zwischen Tierärzten und Landwirten, was wiederum in einer Verbesserung des Tierwohls bei Kälbern und der Kälbergesundheit selbst resultierte (39, 48, 49). Ähnliche Effekte lassen sich ebenfalls erwarten, wenn alle beteiligten Akteure wie Tierärzte, Klauenpfleger und Landwirte die bereits bestehende Infrastruktur des Benchmarkings der Klauengesundheit in verstärktem Ausmaß nutzen würden.

Die Ergebnisse dieser Studie lassen den Schluss zu, dass die Berechnung der CCS- und FCS-Werte und ihre Verwendung als primäre Kennzahlen in einem Benchmarking-System der Klauengesundheit gut geeignet sind, einen raschen Überblick über den aktuellen Status und die Entwicklung der Klauengesundheit eines einzelnen Rindes und einer Milchviehherde über einen definierten Zeitraum zu gewinnen. Zudem ist es jedoch für den bestandsbetreuenden Tierarzt, den Klauenpfleger aber auch für den Landwirt selbst notwendig, sich zusätzlich noch detailliertere Informationen zur Klauengesundheit des einzelnen Tieres und der Milchviehherde zu beschaffen, indem man in den jeweiligen Dokumentationssystemen, welche von professionellen Klauenpflegern heute verwendet werden, die Diagnoselisten mit den angezeigten Prävalenzen der Klauenläsionen, vor allem jener, welche immer mit Schmerzen einhergehen, aufruft, um festzustellen, welche Klauenläsionen nun definitiv das Tierwohl beeinträchtigen.

6. Literaturverzeichnis

1. Charfeddine N, Pérez-Cabal MA. Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity and their economic impact in Spanish Holstein cows. *J Dairy Sci* 2017;100:653–665. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11434>.
2. Machado VS, Caixeta LS, McArt JAA, Bicalho RC. 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, *J Dairy Sci* 2010;93(9):4071-4078. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3177>.
3. Ózsvári L. Economic cost of lameness in dairy cattle herds. *J Dairy Vet Anim Res* 2017;6(2):00176. DOI: 10.15406/jdvar.2017.06.00176.
4. Fenster LL, Ruchti LL, Credille BC. Retrospective evaluation of the causes and distribution of lameness in beef and dairy cattle evaluated by ambulatory and in-house clinical services at a North American veterinary teaching hospital. *J Am Vet Med Assoc* 2023;261(7):989-994; doi: 10.2460/javma.22.11.0506.
5. Murray RD, Downham DY, Clarkson MJ, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Russell WB, Sutherst JE, Ward WR. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *Vet Rec* 1996;138(24):586-591. doi: 10.1136/vr.138.24.586.
6. Cha E, Hertl JA, Bar D, Gröhn YT. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev Vet Med* 2010;97(1):1-8. doi: 10.1016/j.prevetmed.2010.07.011.
7. Rinderzucht Austria Jahresbericht 2022; <https://www.rinderzucht.at/downloads/jahresberichte.html> (Letzter Zugriff: 20.02.2024).
8. Bruijnis MR, Hogeveen H, Stassen EN. Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *J Dairy Sci*. 2010 Jun;93(6):2419-32. doi: 10.3168/jds.2009-2721.
9. Drendel TR, Hoffman P, Socha M., Tomlinson DJ, Ward T (2005). Effects of feeding zinc, manganese, and copper amino acid complexes and cobalt glucoheptonate to dairy replacement heifers on claw disorders. *The Professional Animal Scientist* 21;217-224. doi: 10.15232/S1080-7446(15)31206-7.

10. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) - Jahresbericht 2014, 85354 Freising-Weihenstephan, Online-Publikation: <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/startseite/dateien/lfl-jahresbericht-2014.pdf> (Letzter Zugriff: 20.02.2024).
11. Foditsch C, Oikonomou G, Machado VS, Bicalho ML, Ganda EK, Lima SF, Rossi R, Ribeiro BL, Kussler A, Bicalho RC. Lameness prevalence and risk factors in large dairy farms in upstate New York - model development for the prediction of claw horn disruption lesions. *PLoS One* 2016;11(1): e0146718. doi: 10.1371/journal.pone.0146718.
12. Refaai W, Van Aert M, Abd El-Aal AM, Behery AE, Opsomer G. Infectious diseases causing lameness in cattle with a main emphasis on digital dermatitis (Mortellaro disease). *Livestock Sci* 2013;156(1–3):53-63. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.06.004>.
13. Ødegård C, Svendsen M, Heringstad B. Genetic analyses of claw health in Norwegian Red cows. *J Dairy Sci* 2013;96(11):7274-7283. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6509>.
14. Van Amstel SR. Corkscrew Claw. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* 2017;33(2):351-364. doi: 10.1016/j.cvfa.2017.02.010.
15. Egger-Danner C, Nielsen P, Fiedler A, Müller KE, Fjeldaas T, Döpfer D, Daniel V, Bergsten C, Cramer G, Christen A-M et al. ICAR Claw Health Atlas; ICAR Online-Publication; ICAR: Rome, Italy, 2015; pp. 3–9. Available online: https://www.icar.org/ICAR_Claw_Health_Atlas.pdf (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
16. Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaas T, Cramer G, Bell NJ, Müller KE, Christen A-M, Thomas G et al. ICAR Claw Health Atlas—Appendix 1—Digital Dermatitis Stages (M-Stages); ICAR Online-Publication; ICAR: Rome, Italy, 2020; pp. 1–38. <https://www.icar.org/Documents/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-1-DD-stages-M-stages.pdf> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
17. Kofler J, Fiedler A, Charfeddine N, Capion N, Fjeldaas T, Cramer G, Bell NJ, Müller KE, Christen A-M, Thomas G et al. ICAR Claw Health Atlas—Appendix 2—Digital Dermatitis-associated Claw Horn Lesions; ICAR Online-Publication; ICAR: Rome, Italy, 2020; pp. 1–28. <https://www.icar.org/Documents/ICAR-Claw-Health-Atlas-Appendix-2-DD-associated-Claw-Horn-Lesions.pdf> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).

18. Becker J, Steiner A, Kohler S, Koller-Bähler A, Wüthrich M, Reist M. Lameness and foot lesions in Swiss dairy cows: II. Risk factors. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2014;156(2):79-89. doi: 10.1024/0036-7281/a000554.
19. Von Keyserlingk MAG, Barrientos A, Ito K, Galo E, Weary DM. Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 2012;95:7399–7408. doi: 10.3168/jds.2012-5807.
20. Kofler J and Hoefler M, Hartinger T, Castillo-Lopez E, Huber J, Tichy A, Reisinger N, Zebeli Q. Effects of high concentrate-induced subacute ruminal acidosis severity on claw health in first-lactation Holstein cows. *Animals* 2023;13(8):1418. doi: 10.3390/ani13081418.
21. DeFrain JM, Socha MT, Tomlinson DJ. Analysis of foot health records from 17 confinement dairies. *J Dairy Sci* 2013;96:7329–7339. doi: 10.3168/jds.2012-6017.
22. Fürmann A, Syring C, Becker J, Sarbach A, Weber J, Welham Ruiters M, Steiner A. Prevalence of painful lesions of the digits and risk factors associated with digital dermatitis, ulcers and white line disease on Swiss cattle farms. *Animals* 2024;14:153; <https://doi.org/10.3390/ani14010153>.
23. Jury A, Syring C, Becker J, Locher I, Strauss G, Ruiters M, Steiner A. Prävalenz von Klauenveränderungen in Schweizer Rindviehbetrieben. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2021;163:779–790. doi: 10.17236/sat00327.
24. Kofler J, Suntinger M, Mayerhofer M, Linke K, Maurer L, Hund A, Fiedler A, Duda J, Egger-Danner C. Benchmarking based on regularly recorded claw health data of Austrian dairy cattle for implementation in the Cattle Data Network (RDV). *Animals* 2022;12(7):808. doi: 10.3390/ani12070808.
25. Wenz JR, Giebel SK. Retrospective evaluation of health event data recording on 50 dairies using Dairy Comp 305. *J Dairy Sci* 2012;95(8):4699-706. doi: 10.3168/jds.2011-5312.
26. Kofler J, Hangl A, Pesenhofer R, Landl G. Evaluation of claw health in heifers in seven dairy farms using a digital claw trimming protocol and claw data analysis system. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 2011;124(7-8):272-81
27. Sandgren CH, Lindberg A, Keelin LJ. Using a national dairy database to identify herds with poor welfare. *Anim Welfare* 2009;18:523–532.

28. Kofler J. Computerised claw trimming database programs as the basis for monitoring hoof health in dairy herds. *Vet J* 2013;198(2):358-361. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.06.009.
29. Burgstaller J, Raith J, Kuchling S, Mandl V, Hund A, Kofler J. Claw health and prevalence of lameness in cows from compost bedded and cubicle freestall dairy barns in Austria. *Vet J* 2016;216:81-86. doi: 10.1016/j.tvjl.2016.07.006.
30. Kofler J, Pesenhofer R, Landl G, Sommerfeld-Stur I, Peham C. Langzeitkontrolle der Klauengesundheit von Milchkühen in 15 Herden mithilfe des 'Klauenmanagers' und digitaler Kennzahlen. *Tierärztliche Praxis Ausgabe Großtiere/Nutztiere* 2013;41:31-44. 10.1055/s-0038-1623146.
31. Suntinger M, Lackner G. Dokumentation der Klauenpflegebefunde – Mit Daten wird Klauengesundheit messbar. In: LFI-Ländliches Fortbildungsinstitut (Hrsg): *Klauengesundheit im Griff – mit System und Voraussicht - Ein Leitfaden für die Praxis.*; Online-Publikation 2021; <https://www.lko.at/tiergesundheit-klauengesundheit-im-griff-mit-system-und-voraussicht+2400+3492182> (Letzter Zugriff: 20.02.2024).
32. Leach KA, Logue DN, Randall JM, Kempson SA. Claw lesions in dairy cattle: methods or assessment of sole and white line lesions. *Vet J* 1998;155:91-102.
33. Huber J, Stanek C, Troxler J. Effects of regular claw trimming in different housing systems. In: *Proceedings 13th International Symposium on Lameness in Ruminants, Maribor, Slovenia, February 11-15, 2004*; pp. 116–117.
34. Wübbenhorst K. Benchmarking - Definition: Was ist "Benchmarking"? Online-Publikation *Gabler Wirtschaftslexikon* 2018; <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/benchmarking-29988/version-253582> (Letzter Zugriff: 20.02.2024).
35. Camp RC. *Benchmarking: The search for industry best practices that lead to superior performance.* Productivity Press, New York: 1989.
36. Barber E. Benchmarking the management of projects: a review of current thinking. *International Journal of Project Management* 2004; 22(4):301–7. doi: 10.1016/j.ijproman.2003.08.001.
37. Ettorchi-Tardy A, Levif M, Michel P. Benchmarking - A method for continuous quality improvement in health. *Healthcare Policy* 2012;7:e101–e119.
38. Egger-Danner C, Koeck A, Fuchs K, Grassauer B, Fuerst-Waltl B, Obritzhauser W. Use of benchmarking to monitor and analyze effects of herd size and herd milk yield on cattle health

- and welfare in Austrian dairy farms. *J Dairy Sci* 2020;103:7598–7610. doi: 10.3168/jds.2019-16745.
39. Sumner CL, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. How benchmarking motivates farmers to improve dairy calf management. *J Dairy Sci* 2018;101(4):3323-3333. doi: 10.3168/jds.2017-13596.
40. Pouloupoulou I, Zanon T, Alrhoun M, Katzenberger K, Holighaus L, Gauly M. Development of a benchmarking tool to assess the welfare of dairy cattle on small-scale farms. *J Dairy Sci* 2023;106(9):6464-6475. doi: 10.3168/jds.2022-22592.
41. Warner D, Vasseur E, Villettaz Robichaud M, Adam S, Pellerin D, Lefebvre DM, Lacroix R. Development of a benchmarking tool for dairy herd management using routinely collected herd records. *Animals* 2020;10:1689. doi: 10.3390/ani10091689.
42. Zuliani A, Mair M, Kraševc M, Lora I, Brscic M, Cozzi G, Leeb C, Zupan M, Winckler C, Bovolenta S. A survey of selected animal-based measures of dairy cattle welfare in the Eastern Alps: toward context-based thresholds. *J Dairy Sci* 2018;101:1428–1436. doi: 10.3168/jds.2017-13257.
43. Huber S, Bernhard J, Syring C, Steiner A. Erarbeitung von Kennzahlen und Grenzwerten zur Klauengesundheit beim Schweizer Rindvieh. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2021;163:139–152.
44. Kofler J, Egger-Danner C, Fuerst-Waltl B, Knapp Ms, Paschinger J, Suntinger M, Schwarzenbacher H. Incidences of claw lesions in Austrian dairy herds in relation to lactation number, lactation month, housing system and breed. *Wien Tierarztl Monat – Vet Med Austria* 2024;111:Doc1. DOI:10.5680/wtm000028.
45. ICAR. ICAR Guidelines: Section 7 - Functional traits in dairy cattle. 2022. Online-Publication available from: <https://www.icar.org/Guidelines/07-Bovine-Functional-Traits.pdf> (Letzter Zugriff: 20.02.2024).
46. Steiner A. Update zum Schweizer Klauengesundheitsprojekt. Proceedings des Dreiländertreffens Klauenpflege 2023, Landquart, Schweiz, 14.-15. September 2023; 159-168.
47. Mazur, I., and Moshenko, K. (2021). Business/technical mathematics. BCcampus. <https://opentextbc.ca/businesstechnicalmath/> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
48. Dachrodt L, Bartel A, Arndt H, Kellermann LM, Stock A, Volkmann M, Boeker AR, Birnstiel K, Do Duc P, Klawitter M, Paul P, Stoll A, Woudstra S, Knubben-Schweizer G, Müller KE, Hoedemaker M. Benchmarking calf health: Assessment tools for dairy herd health consultancy

- based on reference values from 730 German dairies with respect to seasonal, farm type, and herd size effects. *Front Vet Sci* 2022;9:990798. doi: 10.3389/fvets.2022.990798.
49. Sumner CL, Von Keyserlingk MAG, Weary DM. How benchmarking promotes farmer and veterinarian cooperation to improve calf welfare. *J Dairy Sci* 2020;103(1):702-713. doi: 10.3168/jds.2019-16338.
 50. Federation of Veterinarians of Europe. FVE position on Welfare and Dairy Cows: Lameness. https://www.fve.org/cms/wp-content/uploads/002-FVE-position-cattle-lameness_adopted.pdf. Published 2019 (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
 51. ZAR. Klauen-Q-Wohl 2017. Available online: <https://zar.at/Projekte/Klauen-Q-Wohl.html/> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
 52. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977 Mar;33(1):159-74.
 53. Oehm AW, Jensen KC, Tautenhahn A, Mueller KE, Feist M, Merle R. Factors associated with lameness in tie stall housed dairy cows in south Germany. *Front Vet Sci* 2020;7:601640. doi: 10.3389/fvets.2020.601640.
 54. Jewell MT, Cameron M, McKenna SL, Cockram MS, Sanchez J, Keefe GP. Relationships between type of hoof lesion and behavioral signs of lameness in Holstein cows housed in Canadian tiestall facilities. *J Dairy Sci* 2021;104(1):937-946; doi: 10.3168/jds.2019-17296.
 55. Sogstad AM, Fjeldaas T, Osteras O. Locomotion score and claw disorders in Norwegian dairy cows, assessed by claw trimmers. *Livestock Sci* 2012;144:157–162.
 56. Tadich N, Flor E, Green L. Associations between hoof lesions and locomotion score in 1098 unsound dairy cows. *Vet J*. 2010 Apr;184(1):60-5. doi: 10.1016/j.tvjl.2009.01.005.
 57. Zahid UN, Randhawa SS, Hussain SA, Randhawa SS, Mahajan V, Dua K. Claw lesions causing clinical lameness in lactating Holstein Friesian crossbred cows. *Vet Med Int* 2014;2014:764689. doi: 10.1155/2014/764689.
 58. Führer G, Majoroš Osová A, Vogl C, Kofler J. Prevalence of thin soles in the hind limbs of dairy cows housed on fully-floored vs. partially-floored mastic asphalt areas in Austria. *Vet J* 2019;254:105409, <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2019.105409>.

59. Keplinger J, Rinner D, Kofler J. Evaluation of claw health status of beef suckler cows in Austria using a digital claw trimming database program. *Wien Tierarztl Monat – Vet Med Austria* 2013;100:115–126.
60. Lange St, Bender R. Median oder Mittelwert? *Dtsch Med Wochenschr* 2007;132:e1–e2; DOI 10.1055/s-2007-959024.
61. Sapra RL. Understanding medical biostatistics. In: Nundy S, Kakar A, Bhutta ZA (eds): *How to practice academic medicine and publish from developing countries? A practical guide*. Springer Open Access; Springer Nature Singapore Pte Ltd., p. 95-115; <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-5248-6> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).
62. Smigierski J. Mittelwert vs. Median. Smigierski Statistische Beratung; Online-Publikation 2024; <https://www.beratung-statistik.de/statistik-infos/statistik-beratung-faqs/wann-mittelwert-wann-median/> (Letzter Zugriff: 18.03.2024).

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Rohdaten in "Microsoft Excel". Die Daten sind, wie in der obersten Zeile von links nach rechts beschrieben, nach anonymisierter Betriebsnummer, anonymisierter Tiernummer, Rasse, Datum der Klauenpflege, Art der Klauenläsion, Lokalisation, Grad der Erkrankung, Touchposition und Score.

Abbildung 2: Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Befunde einer einzelnen Kuh, welche wie in Abbildung 1 beschrieben geordnet sind.

Abbildung 3: Säulendiagramm für die Aufteilung der Medianwerte der FCS aller Betriebe. Das 50% Quantil ist grün markiert, das 90% Quantil ist rot markiert.

Abbildung 4: Säulendiagramm für die Aufteilung der Mittelwerte der FCS aller Betriebe. Das 25% Quantil ist grün markiert, das 90% Quantil ist rot markiert.

Abbildung 5: Balkendiagramm für den Vergleich der Häufigkeiten der verschiedenen Befunde von den verschiedenen Rassen.

Abbildung 6: Balkendiagramm für die Aufteilung der CCS (in Prozentangabe) der drei verschiedenen Rassen in die sechs definierten Klauengesundheitsbereiche.

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auflistung der verschiedenen Klauenpathologien mit den dazugehörigen Abkürzungen, einer Graduierung (Grad 1-Grad 3, Grad 4 Ausnahme bei DD-assoziierten Erkrankungen) und den dazugehörigen Scores (CCS).

Tabelle 2: Tab.: 3x2 Kreuztabelle mit Gegenüberstellung der Rassen Holstein (HF), Fleckvieh (FV) und Brown Swiss (BV) und der Klauengesundheit angegeben als CCS-Werte in zwei definierten Bereichen „Klauengesundheit gut“ (CCS = 0-20) und „Klauengesundheit schlecht“ (CCS = 20-976) zur Berechnung des Chi-Quadrat-Wertes. Als Orientierung wurde der Median mit einem CCS von 20 herangezogen. Das x steht hier für die jeweilige beobachtete Häufigkeit (z.B. xHF + = beobachtete Häufigkeit aller Holstein Kühe mit guter Klauengesundheit).

Tab. 3: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von Kühen aus 508 österreichischen Milchviehbetrieben im Jahr 2020 mit Klassifizierung der Herden in die Quantile Q10, Q25, Q50 (median), Q75 und Q90; SD: Standardabweichung. Die Abkürzungen der Klauenläsionen sind in Tab. 1 erklärt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Berechnung der Quantile (10%, 25%, 50%, 75% und 90%), sowie der Minimal-Wert und der Maximal-Wert der FCS-Werte aller Betriebe.

Tab. 5: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 12.566 Fleckvieh-Kühen aus 391 österreichischen Milchviehherden im Jahr 2020

Tab. 6: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 2.704 Holstein-Kühen aus 49 österreichischen Milchviehherden im Jahr 2020

Tab. 7: Auflistung des Benchmarkings der Inzidenzen der verschiedenen Klauenläsionen von 1.829 Brown Swiss-Kühen aus 52 österreichischen Milchviehherden im Jahr 2020

9. Abkürzungsverzeichnis

BF	Ballenhornfäule
BG	Ballengeschwür
CCS	Cow-Claw-Score
DD	Dermatitis Digitalis
DS	Doppelsohle
DUN	Dünne Sohle
FCS	Farm-Claw-Score
HS	Hornspalt
HSA	Hornspalt axial
ID	Dermatitis interdigitalis
K0	befundlose Klaue
KV	Konkave Vorderwand
LI	Limax
RO	Rollklaue
SB	Sohlenblutung
SCH	Scherenklaue
SD	Standardabweichung
SG	Sohlengeschwür
SKB	Schwellung an Kronsaum und am Ballen
SSG	Sohlenspitzeneschwür
SSN	Sohlenspitzennekrose
UK	Ungleiche Klauen (asymmetrische Klauen)
WLA	Weiß-Linie-Abszess
WLD	Weiß-Linie-Defekt
ZP	Zwischenklauenphlegmone