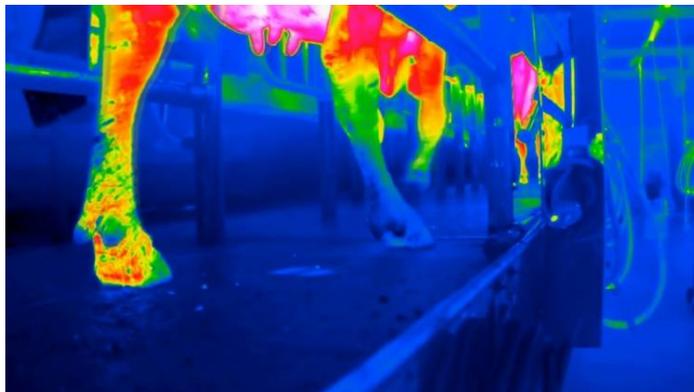


Ein neuartiger Ansatz zur Diagnose von Gliedmaßen-Erkrankungen bei Milchkühen

Zdeněk Havlíček et al.



Brünn 2021

Zdeněk Havlíček¹, Petr Řezáč¹, Ivana Novotná¹, Lucie Langová¹, Petra Němcová¹,
Oldřich Žďárský², Pavel Michalička², Václav Straka³, Pavel Zítek³

1) Mendel-Universität in Brunn

2) ŽIVA zemědělská obchodní, a.s. Klášterec nad Orlicí

3) "TMV SS" spol. s r.o.

Die vorliegende Veröffentlichung basiert auf den Resultaten des PRV-Projekts des Ministeriums der Tschechischen Republik mit der Nummer 17/005/1611a/453/000114 „Inovace způsobů diagnostiky onemocnění končetin dojníc“.

Gegner:

MVDr. Soňa Šlosárková, Ph.D. – Veterinärmedizinisches Forschungsinstitut

Ing. Zdenka Majzlíková – Tschechische Zuchtinspektion

© Mendel-Universität in Brunn, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ISBN: 978-80-7509-791-0

Contents

1. Ziel der Methodik	4
2. Beschreibung der Methodik	5
3. Vergleich der Neuheit von Verfahren	29
4. Beschreibung der Anwendung der Methodik.....	32
5. Wirtschaftliche Aspekte.....	38
6. Quellenangaben	40
7. Bisherige Forschung und theoretische Rahmenbedingungen	43
8. Gegner	46
9. Hingabe.....	47

1. Ziel der Methodik

Die vorliegende Methodik verfolgt das Hauptziel, Richtlinien für die Früherkennung von Klauenerkrankungen bei Milchkühen mithilfe der Infrarot-Thermografie bereitzustellen. Die hier präsentierten Informationen dienen der Erleichterung der Nutzung der Wärmebilddiagnostik als Instrument zur Identifizierung von Veränderungen in der Gesundheit der Gliedmaßen, bevor sich die klinischen Symptome einer Klauenerkrankung vollständig manifestieren, insbesondere bei Lahmheit bei Milchkühen. Dies ist für eine effektive und effiziente Behandlung von Milchkühen von entscheidender Bedeutung.

Die zweite Phase der Methodik befasst sich mit der Desinfektion der Gliedmaßen von Milchkühen, welche von essenzieller Bedeutung für die Prävention von Krankheiten ist. Das Hauptziel besteht in der Entwicklung einer Lösung, welche Landwirte bei der Evaluierung der Effektivität der Desinfektion unterstützt, insbesondere in den Wintermonaten, wenn Desinfektionsmittel aufgrund niedriger Temperaturen eine verminderte Wirksamkeit aufweisen. Obgleich ein Verbot oder erhebliche Beschränkungen von Formalin aus rechtlichen Gründen bevorstehen, findet dieses Mittel in zahlreichen landwirtschaftlichen Betrieben weiterhin Verwendung. Die Effektivität kommerzieller Desinfektionsmittel ist von einer Vielzahl von Einflussfaktoren abhängig, welche durch die Landwirte zu berücksichtigen sind. Eine unsachgemäße Anwendung dieser Desinfektionsmittel kann zur Entwicklung einer Resistenz gegen Krankheitserreger sowie zu einer Reduktion der Gesamteffizienz führen.

2. Beschreibung der Methodik

Der moderne Ansatz der Präzisionslandwirtschaft in der Viehzucht basiert auf der kontinuierlichen Überwachung einzelner Faktoren, welche die Produktion, die Lebenserscheinungen sowie den Gesundheitszustand der Tiere beeinflussen. Die Gesellschaft von heute zeigt ein vielfältiges Interesse an der Lebensmittelsicherheit und -qualität sowie an nachhaltigen landwirtschaftlichen Grundsätzen. Des Weiteren lässt sich ein steigendes Interesse an der Gesundheit von Nutztieren sowie an der Gewährleistung ihres Wohlbefindens bei vertretbaren Auswirkungen der Tierproduktion auf die Umwelt beobachten. Aus den genannten Gründen lässt sich ein wachsender Bedarf an der Überwachung einer Vielzahl variabler Indikatoren ableiten, welche den Gesundheitszustand und die Vitalfunktionen von Tieren charakterisieren.

In der Vergangenheit basierten Entscheidungen in der Tierhaltung primär auf den Beobachtungen, dem Urteilsvermögen und der Erfahrung des Landwirts. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Landwirt jedes Tier durch die tägliche, individuelle Betreuung genau kannte. Dennoch erweist sich das oben genannte Maß an persönlicher Betreuung in der aktuellen Realität moderner Bauernhöfe, in denen typischerweise Hunderte von Tieren oder Gruppen von mehr als 50 Tieren untergebracht sind, als unpraktisch.

Die Beurteilung der Gliedmaßengesundheit von Tieren erfordert die Berücksichtigung des Fortbewegungswerts als entscheidenden Indikator für Lahmheit bei Kühen. Die Einstufung der Lahmheit erfolgt anhand einer fünfstufigen Skala, wobei die Stufe 1 eine gesunde Kuh und die Stufe 5 eine Kuh ohne Gewicht auf den Gliedmaßen kennzeichnet (Šlosárková, 2016). Die in Tabelle 1 dargestellten Merkmale der Fortbewegungs-Score-Skala sowie die Rückenhaltung von Milchkühen dienen als Grundlage für die nachfolgenden

Ausführungen. Die Darstellung der Rückenlinie beim Gehen und Stehen findet sich in Anhang Nr. 4. In Anlehnung an Hulsen (2011) kann ein Fortbewegungs-Score von 1 als Indikator für einen guten Gesundheitszustand gewertet werden, während ein Wert von 2 eine Überwachung erforderlich macht. Bei einem Fortbewegungswert von 3 ist eine umgehende Hufkorrektur indiziert, bei einem Wert von 4 ist das gleiche Vorgehen erforderlich. Ein Fortbewegungswert von 5 impliziert eine hochgradige Lahmheit, welche eine intensive Pflege sowie eine professionelle Klauenbehandlung erforderlich macht. Bei einem Fortbewegungswert von 3 oder höher ist die Durchführung von Korrekturmaßnahmen unerlässlich (Sprecher et al., 1997).

Tabelle 1: Bewertung des Fortbewegungswerts (Quelle: Die Studien von Sprecher et al. (1997), Flower and Weary (2006), Haskell et al. (2006), und Rajkondawar et al. (2006))

Punktzahl		Schilderung	Rückenhaltung	
			Stand	Weggehen
1	normales Gehen	<ul style="list-style-type: none"> - Normales Gehen - Keine Anzeichen von Lahmheit 		
2	etwas lahm	<ul style="list-style-type: none"> - Der Gang bleibt normal - Steht mit gerader Rückenhaltung - Eine gewölbte Rückenhaltung beim Gehen - Keine Anzeichen einer Kopfneigung beim Gehen 		
3	mäßig lahm	<ul style="list-style-type: none"> - Eine gewölbte Rückenhaltung ist sowohl beim Stehen als auch beim Gehen erkennbar 		

		<ul style="list-style-type: none"> - Keine Anzeichen von Kopfbeugung beim Gehen, Kurzschritten mit einer oder mehreren Gliedmaßen 		
4	lahm	<ul style="list-style-type: none"> - Eine gewölbte Rückenhaltung ist immer erkennbar - Der Gang lässt sich am besten als einen bewussten Schritt nach dem anderen beschreiben - In den meisten Fällen ist der Kopf nach unten geneigt 		
5	stark lahm	<ul style="list-style-type: none"> - Die Kuh leidet an einer Lahmheit in einem oder mehreren Beinen - Unfähigkeit oder extreme Abneigung, ein oder mehrere ihrer Gliedmaßen/Füße zu belasten - Die Krümmung des Rückens macht sich beim Stehen und Gehen bemerkbar - Der Kopf ist beim Gehen nach unten geneigt 		

Bei einer ersten Betrachtung scheint die Bewertung des Fortbewegungswerts ein relativ einfacher Prozess zu sein. Dennoch ist der Prozess zeitintensiv und mühsam, da der Gutachter häufig Tiere identifiziert, die erst dann eine Bewegung ausführen, wenn die Gruppe bereits mit der

Bewegung begonnen hat. Bei diesen Tieren manifestieren sich die deutlichsten Anzeichen in Form von Beschwerden in den Gliedmaßen, welche sich in einem langsamen Gang mit gewölbtem Rücken und dem Versuch äußern, die betroffene Gliedmaße zu entlasten. Es ist nicht ungewöhnlich, dass Züchter dieser Erkrankung nicht bewusst sind, wenn das Tier keine deutlichen Anzeichen von Gliederschmerzen zeigt. Für eine erfolgreiche Behandlung ist es jedoch essenziell, Tiere zu identifizieren, bei denen die Lahmheit noch nicht vollständig entwickelt ist, bei denen die Krankheit erst am Anfang steht und noch keine motorischen Abweichungen verursacht hat, oder bei denen sie noch nicht wahrgenommen wird.

In der heutigen Zeit steht eine Vielzahl automatisierter Tierüberwachungssysteme zur Verfügung, die kontinuierlich oder regelmäßig mit unterschiedlichen Frequenzen arbeiten, ohne dass eine direkte Beteiligung des Bedieners erforderlich ist. Diese auf den Prinzipien der "Industrie 4.0" basierende Lösung wurde auch auf die Diagnose von Erkrankungen des Bewegungsapparates von Milchkühen angewendet. Dabei wurde das stationäre Thermografiesystem der TMV SS, Ltd. eingesetzt.

Ein neuartiges, hochwirksames Diagnosetool für Erkrankungen der Gliedmaßen wurde entwickelt, welches vollautomatisch und nicht-invasiv arbeitet. Das System ist in der Lage, Daten zu sammeln, ohne dass die zu bewertenden Tiere in ihrer Bewegung eingeschränkt werden müssen. Zudem ist es in der Lage, unabhängig von menschlichen Eingaben zu arbeiten. Die thermografische Messung wird automatisch initiiert, sobald die Kühe nach dem Auslesen ihrer RFID-Kennung (Radio Frequency Identification) vor der Kamera vorbeikommen. Die Online-Messung erfolgt in einer Weise, dass die Bewegung der Tiere nicht behindert wird und sie weder mit Unannehmlichkeiten noch mit Stress verbunden ist. Das technische Tool soll

zeitraubende Aufgaben für Züchter ersetzen und die tägliche, oft mehrfache, automatische Überwachung einzelner Tiere erleichtern. Durch den Einsatz von Respondern, die mit dieser Aufgabe beauftragt sind, wird die Identifizierung von Milchkühen im Melkstand oder in den Futterboxen erleichtert.

Der Auswertalgorithmus ist in der Lage, die inhärente Variabilität der Messwerte einzelner Tiere zu berücksichtigen, wie sie bei allen lebenden Organismen zu beobachten ist. Dementsprechend werden bei der Auswertung überwachter Variablen Gruppen-, individuelle und zeitliche Unterschiede berücksichtigt. Dies ist notwendig, da ein Vergleich einzelner Werte mit dem oft als stabil angesehenen Bevölkerungsdurchschnitt nicht ausreicht. Dies ist auf die inhärente Komplexität und Variabilität der Daten zurückzuführen. Um Evaluationsprozesse erfolgreich zu etablieren, müssen drei Bedingungen erfüllt sein.

- Es ist von essentieller Bedeutung, die individuellen Faktoren der Tiere kontinuierlich zu überwachen. Derartige Kontrollen können mittels Wärmebildkameras durchgeführt werden, welche an jedem Eingang zum Melkstand installiert und für tägliche Kontrollen genutzt werden sollten.
- Der Prozess der Analyse und Interpretation von Daten:
 - Es ist von essentieller Bedeutung, dass das Resultat, welches auf eine Veränderung des Gesundheitszustandes der Gliedmaßen hinweist, dem Züchter innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung steht. Jede Verzögerung kann schwerwiegende Konsequenzen für das Wohlergehen des Tieres haben.
 - Der Inhalt des Ausdrucks gibt Auskunft über die Trennschleusen und die unmittelbare Behandlung einzelner Tiere, wobei sich die

Folge einer Änderung des Gesundheitszustandes des Tieres manifestiert. Derartige Erkrankungen manifestieren sich in Form von Dermatitis, Nekrobazillose oder Hufentzündung. Vor dem Auftreten von Schmerzen gehen diesen Symptomen einer lokalisierten Entzündung voraus, welche sich in erhöhter Temperatur, Rötung, Schwellung und Funktionsbeeinträchtigung äußern. Eine frühzeitige Diagnose des veränderten Gesundheitszustandes erlaubt eine wirksame Intervention in der präklinischen Phase sowie die Bewältigung der gesamten Situation ohne Auswirkungen auf die Produktivität. Des Weiteren ermöglicht dieser Ansatz eine kostengünstige Behandlung sowie eine umfassende Prävention der Erkrankung. Ein derartiges System stellt folglich eine der primären Präventivmaßnahmen bei der täglichen Behandlung von Gliedmaßenerkrankungen dar, welche in vielen landwirtschaftlichen Betrieben ein erhebliches Problem darstellen. Dabei liegen die Prävalenzraten in vielen Fällen über zehn Prozent und erreichen in einigen Fällen bis zu mehreren zehn Prozent.

- Die effiziente Implementierung des gesamten thermografischen Systems zur Beurteilung der Gliedmaßengesundheit erfordert einen multidisziplinären biologisch-technischen Ansatz, der die automatisierte Erfassung definierter Daten und deren anschließende Online-Auswertung umfasst.
 - Die durch die Messung gewonnenen Daten werden zur späteren Bezugnahme gespeichert
 - Die Diagnose von Gliedmaßenerkrankungen, die mit einer lokal erhöhten Temperatur einhergehen, stellt einen wesentlichen Aspekt der tierärztlichen Tätigkeit dar. Darüber hinaus bietet die Messung der Temperatur an den betroffenen Gliedmaßen die Möglichkeit, die

Wirksamkeit einer individuellen Krankheitsbehandlung zu beurteilen.

Die Implementierung automatisierter Mess- und Bewertungsprozesse birgt das Potenzial, den Gesamtprozess signifikant zu optimieren und eine effektivere Reaktion auf potenzielle Unstimmigkeiten zu ermöglichen.

Die wesentlichen Vorteile eines automatisierten Thermografiesystems lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- **Einheitlichkeit der Bewertung**, einschließlich der Festlegung von Zustandsgrenzwerten
- Im Falle einer durch eine autorisierte Fachkraft durchgeführten Thermodiagnostik ist es unerlässlich, sich auf deren Fachkenntnis und Fähigkeit zur routinemäßigen Kontrolle sowohl der Kamera als auch der Auswertung der erstellten Thermogramme (Messprotokolle) zu verlassen. Im Gegensatz dazu verwendet das automatisierte System einen konsistenten Algorithmus, der die Festlegung mehrstufiger Schwellenwerte ermöglicht. Dies erlaubt die Erstellung von Berichten, welche eine Zusammenfassung der vorherrschenden Temperaturwerte sowie einen Vergleich der Messwerte zwischen einzelnen Herden und Betrieben umfassen.
- Häufigkeit der Messungen bis zu mehrmals täglich
- Das automatisierte System nimmt eine Messung jedes einzelnen Tieres vor, welches einen definierten Korridor passiert, beispielsweise den Zugang zum Melkstand. In der Praxis bedeutet dies, dass bei einer Ausstattung beider Eingänge zum Melkstand mit Kameras eine wiederholte Messung

jedes Stücks Vieh am Tag erfolgt. Dies erlaubt die anfängliche Erkennung von Abweichungen im Gesundheitszustand sowie eine anschließende Überprüfung derselben. Zudem kann auf diese Weise die Überwachung der Krankheitsdynamik oder die Beurteilung der Behandlungswirksamkeit erleichtert werden. Des Weiteren ermöglicht die automatisierte Datenverarbeitung die unkomplizierte Generierung von Trends sowie die Durchführung erweiterter Analysen der Krankheitsätiologie.

- Der Service ist **zeiteffizient** gestaltet
- Aus der Perspektive des Bedieners erfordert das automatisierte System im Falle einer Kontamination, beispielsweise durch Exkreme, lediglich eine Reinigung des Kamerasystems mit Wasser. Das Resultat des Viehzuchtspezialisten präsentiert sich in Form einer tabellarischen Darstellung der Tiere, wobei jede Spezies gemäß ihres zugewiesenen Temperaturwerts klassifiziert wird. Sofern eine tiefere Analyse der Daten durch den autorisierten Betreiber, in der Regel ein Viehzuchtspezialist, gewünscht ist, kann dieser über einen längeren Zeitraum auf die Daten einzelner Datensätze zugreifen.
- **Die Fähigkeit zur Regulierung von Auswahlelementen**
- Die vollautomatisierte und in Echtzeit erfolgende Auswertung des Überwachungssystems erlaubt die automatische Aussonderung verdächtiger Tiere über das Selektionstor. In der Konsequenz erlaubt das Überwachungssystem dem Viehzüchter bzw. Tierarzt eine Überprüfung der Überwachungsergebnisse.
- **Datenarchivierung** und Auswertung langfristiger Trends
 - Der Fokus liegt nicht allein auf der Überwachung des aktuellen Zustandes, sondern ebenso auf der Implementierung präventiver

Maßnahmen zur Verhinderung des Krankheitsausbruchs. Dies bedingt eine präzise und unmissverständliche Forderung nach einer retrospektiven, langfristigen und detaillierten Analyse der durchgeführten Messungen bzw. nach der Suche nach Zusammenhängen mit äußeren Einflüssen. In der Praxis erweist sich ein solches Unterfangen jedoch als anspruchsvoll, insbesondere wenn lediglich einfache Messungen durch einen autorisierten Mitarbeiter durchgeführt werden. Für einen Viehzuchtspezialisten ist es wenig praktikabel, Hunderte von Thermogrammen in regelmäßigen Abständen zu analysieren, sie bestimmten Tieren zuzuordnen und sie zur späteren Analyse manuell in das System einzugeben. Diese Funktionalität wird durch das System genutzt.

- Aus **finanzieller Perspektive** erweist sich dieser Ansatz als vorteilhafter im Vergleich zu einer Strategie, „die auf manuellen Messungen basiert“
 - Ein Vergleich der primären Investitionskosten zwischen einem automatisierten System und einer tragbaren Wärmebildkamera der Mittelklasse zeigt, dass das automatisierte System eine finanziell anspruchsvollere Lösung darstellt. Diese scheinbare Diskrepanz erweist sich bei näherer Betrachtung jedoch als gegenläufig. Um ein vollständiges Bild der finanziellen Auswirkungen zu erhalten, ist es erforderlich, variable Kosten wie die Schulung des Bedieners, den Zeitaufwand für die Messung und insbesondere den Bewertungsprozess zu berücksichtigen.
 - Um die verantwortungsvolle Durchführung des oben genannten Prozesses sicherzustellen, ist der Einsatz einer tragbaren Wärmebildkamera erforderlich. In der Konsequenz muss der autorisierte Arbeitnehmer jede Woche eine beträchtliche Anzahl

von Stunden arbeiten, was erhebliche Auswirkungen auf die wirtschaftliche Bilanz der Arbeitskosten haben wird. Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass sich die Effizienz der Einzelerfassung aufgrund der deutlich geringeren Messfrequenz im Vergleich zu einem vollautomatischen System möglicherweise verringert. Zudem kann die Fähigkeit von Messungen, aussagekräftige Informationen zu vermitteln, beeinträchtigt sein, wenn sie von mehreren Mitarbeitern ausgewertet werden.

Eine Bewertung der Wirksamkeit einer automatisierten und einer "portablen" Lösung sowohl aus finanzieller als auch aus leistungstechnischer Sicht führt zu dem eindeutigen Ergebnis, dass beide Kriterien für die automatisierte Lösung sprechen. Bei der Spracherkennung zeigt sich die automatisierte Lösung von Beginn an als überlegen. Aus wirtschaftlicher Perspektive wird sie jedoch innerhalb weniger Monate zunehmend vorteilhafter, wobei der Vorteil mit der Zeit aufgrund des Fehlens variabler Kosten wächst.

Es sei darauf verwiesen, dass es sich um ein automatisiertes System handelt, welches als komplette Einheit zu betrachten ist. Die erbrachte Leistung wird mittels einer generierten Auswertung des Temperatur-Scores sowie der Entwicklung spezifischer Temperaturindikatoren gemeldet. Eine Lösung, die eine manuelle Auswertung von Thermogrammen durch einen Bediener oder Viehzuchtspezialisten erfordert oder die eine effektive Methode zur Erkennung einer übermäßigen Temperaturentwicklung an einer Gliedmaße darstellt, kann nicht als automatisiertes System kategorisiert werden.

Huferkrankungen mit der Manifestation einer lokal erhöhten Temperatur

Šlosárková und Fleischer (2009) postulieren, dass die Prävalenz von Lahmheit bei Kühen in der Tschechischen Republik 50 % erreichen könnte. Es wird angenommen, dass 85–90 % dieser Fälle auf Erkrankungen des Hufes und der umgebenden Haut zurückzuführen sind.

Die Einteilung der verschiedenen Huferkrankungen kann anhand des Kriteriums der Infektiösität erfolgen. Zu den infektiösen Erkrankungen zählen interdigitale Dermatitis und digitale Dermatitis, während zu den nichtinfektiösen Erkrankungen das Sohlengeschwür und die White-Line-Krankheit gehören. Jede Klauenerkrankung hat unmittelbare Auswirkungen auf die Leistung der Kuh (Charfeddine & Pérez-Cabal, 2017). Die Empfindlichkeit der Läsion wird in erster Linie durch die Qualität des Hufhorns bestimmt, welche ihrerseits von einer Vielzahl interner und externer Faktoren beeinflusst wird. Dazu zählen unter anderem die Hygiene, die Ernährung, hormonelle Veränderungen während der Kalbung und Laktation, das Tieralter sowie die genetische Veranlagung (Novotná et al., 2019). In den meisten Fällen handelt es sich um entzündliche Erkrankungen, die mit einer lokal erhöhten Temperatur einhergehen.

Digitale Dermatitis = Entzündung der Hufhaut = Erdbeerkrankheit = Himbeere

Die digitale Dermatitis stellt die häufigste, hochinfektiöse und entzündliche Erkrankung der Hufhaut von Rindern dar. Die Erkrankung wurde ursprünglich von Cheli und Mortellaro im Jahre 1974 beschrieben und wird seitdem in der wissenschaftlichen Literatur als Mortellaro-Krankheit bezeichnet. Dies

resultiert in Entzündungen und Schädigungen der Haut. Im Verlauf der Erkrankung kommt es zu einer zunehmenden Erosion der Läsion, begleitet von einer Ausdehnung des betroffenen Bereichs (Peterse, 1992). Es gibt zunehmend Belege dafür, dass digitale Dermatitis mit anderen Gliedmaßenläsionen wie interdigitaler Dermatitis assoziiert sein kann, was die Diagnose zu einer Herausforderung macht (Watson, 1999). Die Erkrankung manifestiert sich vorwiegend an der Haut der Fersen oder der Herzkranzgefäße. Die Erkrankung wird in erster Linie durch *Treponema*-Bakterien verursacht, welche von Tieren mit einer verminderten Immunität sowie von Individuen mit mechanisch geschädigter Haut auf den Menschen übertragen werden. Die Wahrscheinlichkeit einer Erkrankung ist bei Tieren, die unter unhygienischen Bedingungen oder bei hoher Luftfeuchtigkeit gezüchtet werden, signifikant erhöht.

Die als "Digitale Dermatitis" bezeichnete Erkrankung führt bei Kühen zu Lahmheit und gilt als schmerzhafte Beeinträchtigung des Wohlbefindens. Die resultierende Bewegungseinschränkung und die daraus resultierende Reduzierung der Futteraufnahme führen zu einer Reduktion der Milchproduktion. Die Erkrankung kann bei einzelnen Tieren sowie in Herden über längere Zeiträume persistieren, wobei diesbezüglich Zeiträume von bis zu mehreren Monaten zu verzeichnen sind (Peterse, 1992; Bečvář, 2000).

Die Läsion entwickelt sich in einem beschleunigten Tempo und weist innerhalb einer bestimmten Phase eine relativ kurze Lebensdauer auf. Die akute Form der Erkrankung ist durch die Entwicklung kleinerer entzündlicher Läsionen von etwa der Größe eines Stecknadelkopfes (M1) gekennzeichnet, die sich anschließend auf einen Durchmesser von bis zu 4 cm vergrößern (Phase M2). In dieser Phase kann das Erscheinungsbild mit dem einer Erdbeere verglichen werden. Dabei weisen Ablagerungen mit einem Durchmesser von

bis zu 4 cm rote Granulationen und Exsudate auf, welche die Haare auf der betroffenen Haut verkleben (Šterc, 2010). Im Rahmen der chronischen Form kommt es zur Bildung von harten Wucherungen, wobei die zuvor beobachtete Blutung jedoch zum Stillstand kommt (Šterc, 2006). Die initialen Symptome einer Dermatitis manifestieren sich in Form von Lahmheit. Das Ziel besteht in der Entlastung der betroffenen Gliedmaßen, was zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Mobilität beim Betreten des Hufes führen kann. Die Erkrankung manifestiert sich vorwiegend an den Beckengliedern.

Stadien der Krankheit:

M0 – gesundes Glied (evaluiertes Temperaturfeld unverändert)

M1 – bei Läsionen kleiner als 2 cm besteht das Risiko einer Progression zum Stadium M2

M2 – akute Phase, rote Oberfläche, sehr schmerzhaft

M3 – weniger schmerzhafte, schwarze Wunde im Heilungsprozess

M4 – Es besteht die Möglichkeit, dass die Phase M2 unzureichend behandelt wurde. Es manifestiert sich eine chronische Phase, die in eine offene Form übergeht. Das betroffene Gewebe zeigt eine Hypertrophie der Haut, die in die M2-Phase zurückkehren kann. Des Weiteren lassen sich Hyperkeratose, Proliferation sowie die Bildung einer Haarwarze beobachten. Es besteht die Möglichkeit, dass die *Treponemen* unter dem Schorf überdauern und dass es beim Aufreißen des Schorfs zu einer Kontamination der Umgebung kommt.

M4.1 – neue, schmerzhafte Läsionen mit einer Größe von bis zu 2 cm sind eine Folge einer erfolglosen Behandlung

Es wurde festgestellt, dass bei einer beträchtlichen Anzahl von Kühen ein anhaltender Übergang zwischen der M0- und der M1-Phase besteht, was einen erheblichen Risikofaktor darstellt. Aufgrund dessen ist eine schnelle Rückkehr in die M2-Phase möglich. Eine behandelte M3-Läsion kann sich in eine M2- oder M4-Läsion verwandeln. Das gravierendste Szenario für einen landwirtschaftlichen Betrieb stellt der permanente Übergang von Läsionen in den Stadien M4.1 und M2 dar, da eine Infektion anderer Tiere durch deren Bewegung in den Korridoren nicht ausgeschlossen werden kann. Es muss konstatiert werden, dass ein gewisser Anteil der Tiere unweigerlich von einem bestimmten Stadium der DD betroffen sein wird.

Interdigitale Dermatitis = Entzündung der Haut zwischen den Krallen

Die Interdigitale Dermatitis wird als vergleichsweise oberflächliche Infektion klassifiziert, weshalb sie möglicherweise nicht am Zustand gesunder Milchkühe erkennbar ist (Cruz et al., 2005). Die Erkrankung manifestiert sich am häufigsten in Verbindung mit nassem Wetter und unhygienischen Zuständen in den Ställen. Ein Mangel an Vitamin A und Zink kann ebenfalls zur Entstehung der Krankheit beitragen (Šterc, 2006). Die Erkrankung kann sich zudem negativ auf den allgemeinen Gesundheitszustand des Tieres auswirken. Des Weiteren ist eine Erhöhung der Körpertemperatur zu verzeichnen, welche bis zu 40 °C ansteigen kann. Dieser Zustand ist begleitet von einer Zunahme der Herz- und Atemfrequenz. Des Weiteren ist eine Verringerung der Futteraufnahme zu beobachten. Es wurde beobachtet, dass das Tier die meiste Zeit in liegender Position verbringt. Des Weiteren ist eine Reduktion der Milchleistung zu beobachten. Wie von Hulsen (2011) dargelegt, manifestiert sich die Infektion zunächst zwischen den Hufen und breitet sich von dort bis zur Ferse aus, wo sie zur Bildung kleiner Risse und Grate führt.

Als ätiologische Erreger werden Bakterien, insbesondere *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum* und *Prevotella* spp. (Bennett et al., 2009) diskutiert.

Interdigitalphlegmone (Nekrobazillose)

Der Begriff "Nekrobazillose" bezeichnet eine akute oder subakute nekrotisierende Entzündung der Haut. Die Kuh zeigt Lahmheit und Fieber. Des Weiteren ist eine Reduktion des Appetits sowie eine signifikante Verringerung der Milchproduktion zu beobachten. Des Weiteren ist ein riechender Ausfluss festzustellen. Bei Fortschreiten der Erkrankung besteht lediglich die Möglichkeit der Amputation der betroffenen Krallen oder der Schlachtung des Tieres (Alban et al., 1995).

Die Ätiologie dieser Krankheit wird auf das Vorhandensein von *Fusobacterium necrophorum* (Novák et al., 2003), *Porphyromonas levii* und *Prevotella intermedia* zurückgeführt. Das anaerobe Bakterium *Fusobacterium necrophorum*, vormals als *Sphaerophorus necrophorum* bezeichnet, wird seit langem als zentraler Akteur bei der Pathogenese der Krankheit angesehen. Allerdings wurden auch andere Bakterien, darunter *Porphyromonas levii* und *Prevotella*, als beitragende Faktoren identifiziert (Van Meter, 2017). Bennett et al. (2009) konnten nachweisen, dass *Dichelobacter nodosus* und *F. necrophorum* häufig gleichzeitig vorkommen. Der Präsenz von *D. nodosus* und *F. necrophorum* auf der Hufoberfläche definiert den Ort als Ursprung der Erkrankung. Eine Ausbreitung an andere Standorte sowie eine Infektion anderer Wirte ist ebenfalls denkbar. Die unebene und betretbare Stalloberfläche stellt einen mitverantwortlichen Faktor für das vermehrte Auftreten von Nekrobazillose dar. Es konnte nachgewiesen werden, dass sich das Horn- und Hautgewebe bei Vorliegen entsprechender Verletzungen verändert (vgl. Novák

et al., 2003). Dennoch kann eine Beteiligung verschiedener Faktoren an der Ätiologie dieser Krankheit nicht ausgeschlossen werden.

Rusterholz-Ulkus (spezifisch-traumatische Entzündung der Hufdermis, Sohle)

Das Ulkus bezeichnet eine pathologische Veränderung der Dermis, welche sich im Bereich der Ferse manifestiert. Das Ulkus befindet sich im Bereich des Fußes, der in die Ferse übergeht. Die höchste Prävalenz findet sich an den äußeren Fingern der Beckengliedmaßen (Hofirek, 2009). Rusterholz-Geschwüre manifestieren sich gehäuft an der Außenkralle der Beckengliedmaße (Alsaad et al., 2015), während sie an den Vordergliedmaßen eine geringere Prävalenz aufweisen. Eine genetische Disposition zu diesen Erkrankungen ist mit einer hohen Leistungsfähigkeit sowie Stoffwechselstörungen assoziiert. Des Weiteren können auch ungeeignete Wohnbedingungen zur Entstehung der Krankheit beitragen (Hofirek, 2009).

Die Erkrankung manifestiert sich in vier Stadien (Hofirek, 2009; Šterc, 2010), wobei das erste Stadium als verborgen bezeichnet wird. Es ist gekennzeichnet durch eine Hypertrophie der digitalen Beugesehne, jedoch ohne klinische Symptome. Das zweite Stadium wird als nicht-offenes Stadium bezeichnet. Im dritten Stadium, dem sogenannten einfachen offenen Stadium, kommt es zu einer Eiterbildung, während das vierte Stadium als kompliziertes offenes Stadium bezeichnet wird und zusätzlich nekrotische Veränderungen aufweist. Im offenen, komplizierten Stadium manifestieren sich eitrig und nekrotische Entzündungen der Dermis oder der Finger. Das Auftreten von Lahmheiten bei Milchkühen ist abhängig vom jeweiligen Stadium der Erkrankung.

Des Weiteren wiesen Herden, die Fußgeschwüre aufwiesen, auch Blutungen und eine abnormale Hufform auf, die mit der Krankheit einhergingen (Manske et al., 2002a). Ein Geschwür kann mit Hufrehe einhergehen und wird am häufigsten in Betrieben mit rutschigen Böden und unebenen Oberflächen beobachtet (Hulsen, 2011). Im Vergleich zu gesunden Kühen wiesen Milchkühe mit Sohlengeschwüren ruckartige Kopfbewegungen, verkürzte Schritte sowie eine ungleichmäßige Gewichtsverteilung zwischen den Gliedmaßen auf (Flower & Weary, 2006).

Weißlinienkrankheit

Die weiße Linie erlaubt eine gewisse Flexibilität und Beweglichkeit des Hufs. Die verminderte Qualität und Härte des Hufhorns resultieren in einer erhöhten Anfälligkeit für Schäden und Gefäßerkrankungen (Warnick et al., 2001). Die Läsion manifestiert sich im Bereich der weißen Linie. Farbveränderungen des Horns oder die Bildung einer mit Verunreinigungen gefüllten Läsion sind mögliche Folgeerscheinungen (Šterc, 2006). Die Ätiologie dieser Erkrankung ist in einer Fehlbelastung der Hufe zu verorten. Des Weiteren kann eine Störung der Blutversorgung der Hufwand aufgrund einer Hufrehe als Ursache in Betracht gezogen werden (Holland, 2006). Diese Erkrankung manifestiert sich vornehmlich bei älteren Kühen und zeichnet sich durch ihr charakteristisches Erscheinungsbild aus. Diese Erkrankung manifestiert sich in den seitlichen Krallen der Beckenglieder (Warnick et al., 2001).

Die Bildung einer sich verbreiternden weißen Linie kann zur Entstehung einer Doppelwand führen. Bei einer Beteiligung der Dermis kommt es in vielen Fällen zur Bildung einer Infektion und Eiter innerhalb der resultierenden Doppelwand (Kováč, 2001).

Bestimmung der bakteriziden Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln für Rinderfußbäder

Die Effektivität von Desinfektionsmitteln wird anhand der sogenannten USKVBL-Methodik evaluiert, welche seit dem 1. November 2018 nach einer jährlichen Überarbeitung Anwendung findet. Die Methodik basiert auf der Norm ČSN EN 1656, welche einen qualitativen Test unter Verwendung einer Suspension zur Bestimmung der bakteriziden Wirkung chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika beschreibt, die in der Veterinärmedizin zum Einsatz gelangen. Des Weiteren findet dieser Standard Unterstützung im Tschechischen Arzneibuch. Im Rahmen des Tests werden Referenzstandards von Bakterienstämmen verwendet, welche von der Tschechischen Sammlung von Mikroorganismen in Form von Gelatinescheiben oder lyophilisierten Proben bereitgestellt werden:

Enterococcus hirae CCM 4533

Proteus hauseri CCM 7011

Pseudomonas aeruginosa CCM 7930

Staphylococcus aureus CCM 2022

Die Herstellung des Kulturmediums erfolgt im Labor unter Verwendung von dehydrierten Medien für den Test. Zur Evaluierung der bakteriziden und desinfizierenden Potenz veterinärmedizinischer Präparate und Arzneimittel findet folgendes Nährmedium Anwendung: Im Rahmen der Untersuchung findet dabei der Einsatz von Trypton-Soja-Agar (TSA) statt. Die Herstellung der Nährmedien erfolgt durch Destillation oder Umkehrosmose dehydrierter Basen und physiologischer Lösungen. Im Anschluss wird die Probe mit dem resultierenden Wasser verdünnt. Im Falle einer Probenverdünnung wird

ausschließlich steriles Wasser verwendet. Sofern in den Registrierungs- oder Zulassungsunterlagen keine anderslautenden Angaben gemacht werden, erfolgt die nachfolgende Verdünnung der Primärsuspension mit einer sterilen physiologischen Lösung, deren pH-Wert im Bereich von 6,9 bis 7,1 liegt. Als Verdünnungsmittel findet Tryptophan-NaCl Anwendung. Die Auswahl eines adäquaten Neutralisators ist von der jeweiligen Zusammensetzung des Desinfektionsmittels abhängig. Im Rahmen des vorliegenden Prozesses können Polysorbat und Natriumthiosulfat als potenzielle Neutralisationsmittel zum Einsatz gelangen.

Im Rahmen der Vorbereitung der Bakteriensuspension für den Test wird empfohlen, die Lösung auf einen Wert von $1,5 \times 10^8 - 5 \times 10^8$ KBE/ml zu bringen (die optische Dichte liegt in der Regel bei etwa 0,5 McFarland). Die auf einem Schrägagar gehaltene Kultur wird mit einer Blutagar-Nährlösung beimpft und für einen Zeitraum von 24 Stunden bei einer Temperatur von 37 °C inkubiert. Im Anschluss wird eine Suspension in einer Salzlösung hergestellt und auf den erforderlichen optischen Dichtewert verdünnt. Im Anschluss wird die Bakteriensuspension der zu testenden Probe des Desinfektionsmittels zugesetzt. Im Anschluss erfolgt eine Inkubation der Mischung bei der angegebenen Temperatur. Nach Ablauf der vorgegebenen Einwirkzeit wird ein Teil der Mischung entnommen und die bakterizide Wirkung der geprüften Substanz umgehend mit einem geeigneten Neutralisationsmittel neutralisiert. Die Anzahl der überlebenden Bakterien in jeder Probe wird durch TSA-Inokulation bestimmt. Eine bakterizide Wirkung des Präparats wird angenommen, sofern die festgelegte Anzahl koloniebildender Einheiten (KBE) um mindestens 5 log-Stufen reduziert wurde, sofern keine gegenteiligen Gründe oder Genehmigungen vorliegen.

Überwachung der Wirksamkeit der Desinfektion

Die Überprüfung der Wirksamkeit eines Desinfektionsmittels erfolgt idealerweise in zwei Phasen. Zunächst wird das Mittel in einer Laborumgebung evaluiert, anschließend folgt eine Prüfung unter kontrollierten Feldbedingungen. In der Praxis erfolgt die Verifizierung jedoch häufig ausschließlich unter Laborbedingungen.

In Kooperation mit dem Institut für staatliche Kontrolle von biologischen und medizinischen Veterinärprodukten (ÚSKVBL) wurden Desinfektionstests gemäß den in ČSN EN 1656 (665208) definierten Standards durchgeführt. Die vorliegende Norm beschreibt einen quantitativen Suspensionstest zur Bestimmung der bakteriziden Wirksamkeit chemischer Desinfektionsmittel und Antiseptika, die in der Veterinärmedizin zum Einsatz gelangen. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen wurden die Techniken der Verdünnungsneutralisation und Membranfiltration angewendet.

In beiden Methoden erfolgt die Zugabe einer Probe des Testprodukts in eine Testsuspension, welche Bakterien enthält. Im Anschluss erfolgt die Neutralisation der Desinfektion. Sollte sich kein optimaler Neutralisator für die Neutralisationsmethode finden lassen, kann die Membranfiltration als sinnvolle Alternative in Betracht gezogen werden. Aufgrund des mit diesem Ansatz verbundenen Zeitaufwands wurde letztendlich die zweite Methode präferiert. Zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Desinfektionsmittelkonzentrationen auf die in der Norm aufgeführten Bakterien wurden In-vitro-Tests bei bestimmten Temperaturen (5, 10 und 20 °C) durchgeführt. Im Anschluss wurden die im Labor gewonnenen Ergebnisse in einer Feldstudie validiert, welche sich in ihrer Methodik an den In-vitro-Tests orientierte. Im Rahmen der Untersuchungen wurde die Wirkung verschiedener Desinfektionsmittel auf ausgewählte Bakterien analysiert, um den aktiven

chemischen Wirkstoff zu identifizieren, der für die beobachtete Wirkung auf einzelne Bakterien verantwortlich ist.

In Kooperation mit dem ausgewählten Betrieb wurden Abstriche von lahmen Milchkühen mittels Probenahmekits für anaerobe Mikroorganismen (AMIES) oder AMIES-Probenahmemediumtupfern gewonnen. Im Anschluss wurden die Feldproben auf einem Standard-Wachstumsmedium sowie einem selektiven Medium kultiviert, um die Gesamtzahl der Bakterien sowie einzelner Bakterienkolonien zu bestimmen und zu identifizieren. Die Identifizierung der Mikroorganismen erfolgte mittels der MALDI-TOF-Methode, welche sich durch eine hohe Genauigkeit, die Eignung für ein breites Spektrum von Mikroorganismen sowie eine signifikante Zeitersparnis im Vergleich zu konventionellen Verfahren auszeichnet.

Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Feldproben mit den ursprünglichen Labortestergebnissen zu gewährleisten, wurden für alle untersuchten Desinfektionsmittel identische Temperaturen angewendet. Die Temperatur der Umgebung wurde zum Zeitpunkt der Datenerfassung während der Badevorgänge auf der Rinderfarm aufgezeichnet. Des Weiteren wurde das verwendete Desinfektionsmittel inklusive seiner Konzentration festgestellt.

Im Rahmen der Laboruntersuchung wurden fünf Desinfektionsmittel mit unterschiedlichen Wirkstoffen bzw. Wirkstoffkombinationen ausgewählt. Als Wirkstoffe in den Desinfektionsmitteln konnten Jod, quartäre Ammoniumverbindungen (QAV), Formaldehyd, organische Säuren in Kombination mit anderen Wirkstoffen, Zinksulfat und Kupfersulfat identifiziert werden. Die Desinfektionsmittel wurden bei einer Temperatur von 20 °C, 10 °C sowie anschließend bei 5 °C getestet. Die Wirksamkeit einiger Desinfektionsmittel konnte lediglich für *Pseudomonas aeruginosa* mit hinreichender Zuverlässigkeit nachgewiesen werden (vgl. Tabelle 2). Daher

wurde empfohlen, das Produkt Feldtests bei Temperaturen von 10 °C und 5 °C zu unterziehen, um repräsentative Ergebnisse für die in landwirtschaftlichen Desinfektionsbädern, insbesondere in den Wintermonaten, herrschenden Temperaturen zu erhalten.

Die Resultate von Laborversuchen demonstrieren, dass die Kombination organischer Säuren mit einem weiteren Wirkstoff bei niedrigen Temperaturen gegen eine Vielzahl ausgewählter Bakterien keine hinlängliche Wirksamkeit aufweist. Die in Tabelle 2 dargestellten Ergebnisse veranschaulichen die Wirksamkeit von Präparaten, die eine Kombination organischer Säuren mit anderen Wirkstoffen enthalten. Zudem wird ersichtlich, dass diese Präparate auch bei niedrigeren Temperaturen eine hinlängliche Wirksamkeit aufweisen. Bei einer Temperatur von 20 °C wiesen sowohl Kupfersulfat als auch Zinksulfat, deren Ergebnisse nicht in Tabelle 2 enthalten sind, keine Wirkung auf. Dennoch kann deren Einsatz zur Verbesserung der Hufhornqualität empfohlen werden, während eine Desinfektion mit diesen Mitteln nicht zu empfehlen ist. Es konnte festgestellt werden, dass die Wirksamkeit von Jodpräparaten bei niedrigeren Temperaturen abnimmt, wobei eine Reduktion der Anzahl der Mikroorganismen um drei Logarithmen beobachtet wurde. Ein vergleichbares Resultat wurde bei Formaldehyd beobachtet, wobei die Effektivität dieses Präparats bei niedrigeren Temperaturen abnahm.

Tabelle 2: Die Ergebnisse der Wirksamkeitsprüfung des Desinfektionsmittels werden hier dargestellt

Kupfersulfat 5 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Feldversuch (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10¹	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵
<i>Proteus hauseri</i>	10⁰	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Formaldehyd 2 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Feldversuch (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	10³>x<10⁵	10³>x<10⁵	10³>x<10⁵
<i>Proteus hauseri</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
QAC 0,5 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Feldversuch (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	10 ⁰	0	>10 ⁵ nach 60 Milchkühen
<i>Proteus hauseri</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Jod 0,5 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Feldversuch (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	10 ³ >x<10 ⁵ nach 60 Milchkühen
<i>Proteus hauseri</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Enterococcus hirae</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁸
Organische Säuren 1 %	20 °C (CPM)	10 °C (CPM)	5 °C (CPM)	Feldversuch (10 °C)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	>10 ³	>10 ³	>10 ³
<i>Proteus hauseri</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵
<i>Enterococcus hirae</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵
<i>Staphylococcus aureus</i>	>10 ³	>10 ³	>10 ³	>10 ⁵

Notiz. Reduzierung des CPM von 10⁸ Min. um 5 Protokolle = wirksame Desinfektion = blau gefärbt, CPM-Reduktion von 10⁸ Min. um 3 auf 4,9 Log = verringerte Effizienz =

ausgegraut, CPM-Reduktion von 10^8 um weniger als 3 Logs = unwirksame Desinfektion = keine Verfärbung

Die überwiegende Mehrheit der untersuchten Desinfektionsmittel wies eine in-vitro-Wirksamkeit auf. Aufgrund der spezifischen Bedingungen auf dem Bauernhof, einschließlich der Abmessungen des Fußbades, war es nicht möglich, alle Formulierungen in der Feldtestphase zu verwenden. Die Proben wurden unmittelbar aus dem Fußbad im Feld entnommen. Im Anschluss an jede Kuhgruppe erfolgte eine Entnahme von Proben der Desinfektionslösung. Die Resultate des Feldversuchs wichen von den Resultaten der Laboranalysen ab. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen. Die Darstellung verschiedener Mikroorganismen sowie einer Reihe hygienischer Faktoren im Kontext der Aufrechterhaltung der Sauberkeit von Desinfektionsmitteln in Klauenbädern, der Sauberkeit von Gliedmaßen, der Temperatur von Desinfektionsmitteln sowie der Dauer der desinfizierenden Wirkung auf Gliedmaßen von Milchkühen variiert zwischen den einzelnen Betrieben. Daher kann kein universelles Verfahren entwickelt werden, das auf alle Betriebe anwendbar ist.

3. Vergleich der Neuheit von Verfahren

Die Methodik stellt ein System zur Diagnose von Erkrankungen der Gliedmaßen von Rindern sowie zur Überwachung von Temperaturänderungen in den Hufen während des Krankheitsverlaufs und ihrer Behandlung dar. Das System ist automatisiert und dient der Überwachung der Symptome von Milchkühen mittels thermografischen Scannens. Dadurch soll die arbeitsintensive und zeitaufwändige Beurteilung des Fortbewegungswerts ersetzt werden. Im Gegensatz zu den gängigen Methoden zur Auswertung des Fortbewegungsscores stellt der sogenannte Temperaturscore, der bei jedem Passieren der Milchkuh an der Kamera autonom überwacht wird, einen bedenkenswerten Indikator dar. Das System ist in der Lage, entzündliche Veränderungen im distalen Teil der Extremität zu diagnostizieren, die sich unter anderem durch einen lokalen Temperaturanstieg äußern. Zu den Erkrankungen, deren Diagnose mittels des Systems möglich ist, gehören Hufdermatitis, bestimmte Stadien der Dermatitis, Nekrobazillose, Rusterholz-Ulkus sowie Hufrehe.

Die zuvor erwähnten Veränderungen werden anhand thermischer Phänomene evaluiert. Diesbezüglich kann eine erhöhte Temperatur der betroffenen Extremität festgestellt werden, bevor klinische Anzeichen und Lahmheit evident werden. Diese Beobachtung kann durch den Züchter gemacht werden. Die frühzeitige Erkennung der Krankheit bei überwachten Personen erlaubt eine Reduktion der Dauer und der Kosten der nachfolgenden Behandlung. Eine frühzeitige Diagnose ermöglicht die Prävention von Nebenwirkungen, welche durch Erkrankungen des Bewegungsapparates bei Milchkühen hervorgerufen werden. Zu diesen zählen Lahmheit, eine verminderte Futteraufnahme, eine verringerte Produktivität, eine höhere Disposition zu Erkrankungen der Milchdrüse sowie des Stoffwechsels. In der

Konsequenz ergibt sich ein höherer Bedarf an individueller Behandlung von Milchkühen, der mit der Behandlung selbst einhergeht.

Das TMVSS-Veterinärsystem umfasst eine Thermografiekamera sowie eine im sichtbaren Bereich arbeitende Kamera, welche beide fest im Durchgangskorridor installiert sind. Des Weiteren umfasst das System eine Steuereinheit sowie Erweiterungsmodule zur Kommunikation mit dem Betriebssystem. Letztere dienen beispielsweise der Identifizierung einzelner Komponenten oder der Steuerung der Selektionsschleuse. Das Thermografiesystem ist in einem vollständig wasserdichten Gehäuse untergebracht, welches sowohl mechanisch vor sämtlichen äußeren Einflüssen als auch generell vor mechanischen Schäden geschützt ist, die durch die überwachten Personen verursacht werden könnten. Alle übrigen Komponenten des Veterinärüberwachungssystems TMVSS wurden nach identischen Spezifikationen konzipiert. Die Auswertung der Temperaturen einzelner Gliedmaße sowie der Verteilung der scheinbaren Temperaturfelder auf die angegebenen Gliedmaße erfolgt automatisch. Im Anschluss erfolgt die Speicherung der Messungen im internen Speicher des Steuergeräts, woraufhin ein automatisierter Vergleich mit den Trendwerten früherer Messungen erfolgt. Das System ist vollständig automatisiert, sodass der Bediener keine weiteren Datenanalysen durchführen muss, beispielsweise das manuelle Durchsuchen von Thermogrammen oder das Auswerten von Temperaturen. Die Software-Schnittstelle ist in zwei unterschiedliche Abschnitte unterteilt, nämlich einen Betriebs-/Bedienerarbeitsplatz und einen Diagnosearbeitsplatz.

Das System ermöglicht dem Züchter eine kontinuierliche Überwachung von Veränderungen im Temperaturfeld der Gliedmaßen. Dies erlaubt eine präzise Beobachtung von Krankheitsveränderungen, sowohl vor dem Ausbruch der Krankheit, während der Behandlungsperiode als auch nach der Genesung

der Milchkühe. Ein weiterer bemerkenswerter Vorteil besteht in der Möglichkeit, den Gesundheitszustand der Gliedmaßen von Milchkühen zu überwachen. Dies stellt aus gesundheitlicher Sicht eine entscheidende Datenquelle für die Tierzucht dar. Dies umfasst nicht nur die Dokumentation einzelner Gliedmaßenerkrankungen, sondern auch die Dauer und Wirksamkeit der Behandlung selbst.

Aus Perspektive der Evaluierung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln kann die Temperaturerhöhung an den Gliedmaßen von Milchkühen als Indikator für den Desinfektionserfolg herangezogen werden, da sie den Gesundheitszustand der Gliedmaßen widerspiegelt. Auf Basis der Auswertung des Temperaturwertes der Gliedmaßen wird eine Empfehlung ausgesprochen, wonach der Veterinärdienst mithilfe von AMIES-Probenahmekits Proben aus den Wunden der behandelten Tiere entnimmt. Im Anschluss erfolgt eine Kultivierung der Proben in einem mikrobiologischen Labor. Dabei werden die Proben sowohl auf einem Standard-Wachstumsmedium als auch auf einem selektiven Medium angezchtet. Die Identifizierung erfolgt schließlich mittels MALDI-TOF-Methode.

4. Beschreibung der Anwendung der Methodik

Die im Durchgang zum Melkstand installierte Kamerakomponente des Systems wurde mit einer RFID-Identifizierung versehen. Im Gegensatz dazu wurde die Kamera so programmiert, dass sie jedem Einzelnen beim Durchqueren des Korridors automatisch folgt (vgl. Abb. 1). Während der Passage erfolgt eine Messung, deren aufgezeichnete Daten von der Steuereinheit verarbeitet werden. Auf Basis dieser Daten wird der entsprechende Abschnitt der Aufzeichnung zur Temperaturmessung und Auswertung von Temperaturfeldern selektiert. Im Anschluss erfolgt eine weitere Segmentierung der resultierenden Messbilder. Im Anschluss erfolgt eine Segmentierung, durch welche die Hinterbeine identifiziert und die gewünschten Teile der Gliedmaßen berechnet werden (vgl. Abb. 2).



Abbildung 1 Kamerasystem zur Temperaturüberwachung

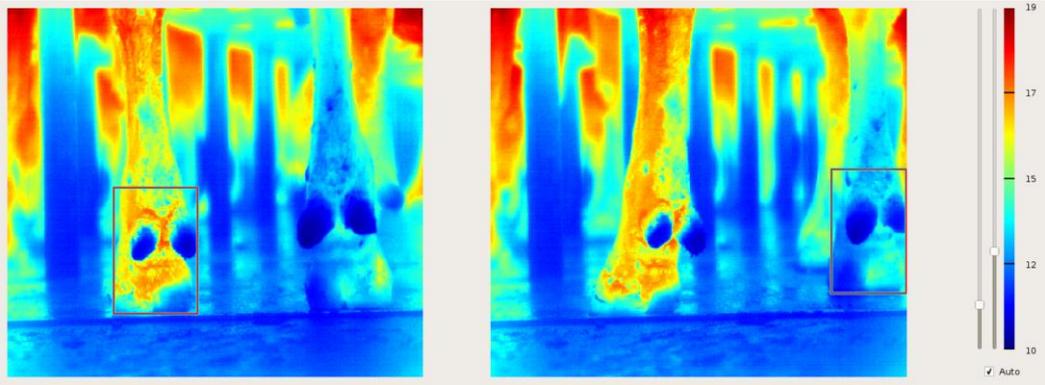


Abbildung 2: Thermogramm einer Milchkuh mit Krankheitssymptomen, wobei an der linken Extremität eine Temperaturveränderung erkennbar ist

Die resultierenden Daten werden in der internen Datenbank des Steuergeräts gespeichert und anschließend zur Präsentation für den Benutzer verarbeitet. Dem Bediener wird eine automatisch generierte Übersicht über Personen mit verdächtigem Verhalten präsentiert, welche in tabellarischer Form mit einem markierten Temperatur-Score-Index dargestellt wird (vgl. Abb. 3). Eine Sortierung der Daten kann entweder nach dem Temperaturwert oder der Dynamik der Symptomentwicklung erfolgen.

Sofern der Bediener eine detailliertere Bewertung eines bestimmten Stücks wünscht, besteht die Möglichkeit, ein einzelnes Element in der Tabelle zu markieren. Dies ermöglicht den Zugriff auf die Thermogramme des Artikels inklusive der relevanten Bewertungsparameter (vgl. Abb. 4).

Der gesamte Prozess der Bewertung ist vollständig automatisiert, sodass keine manuelle Überprüfung oder Bewertung einzelner Datensätze erforderlich ist. Dies stellt eine relativ zeitaufwändige Tätigkeit dar, die durch die Automatisierung vermieden wird. Die Rolle des Betreibers beschränkt sich folglich auf die Bereitstellung eines Überblicks über die Daten. Die Tätigkeit

des Betreibers ist dadurch charakterisiert, dass er nicht mit anderen Aufgaben belastet wird. Seine grundlegende Voraussetzung ist eine automatisch verarbeitete und generierte Übersicht über die Personen inklusive der erreichten Temperaturwerte.

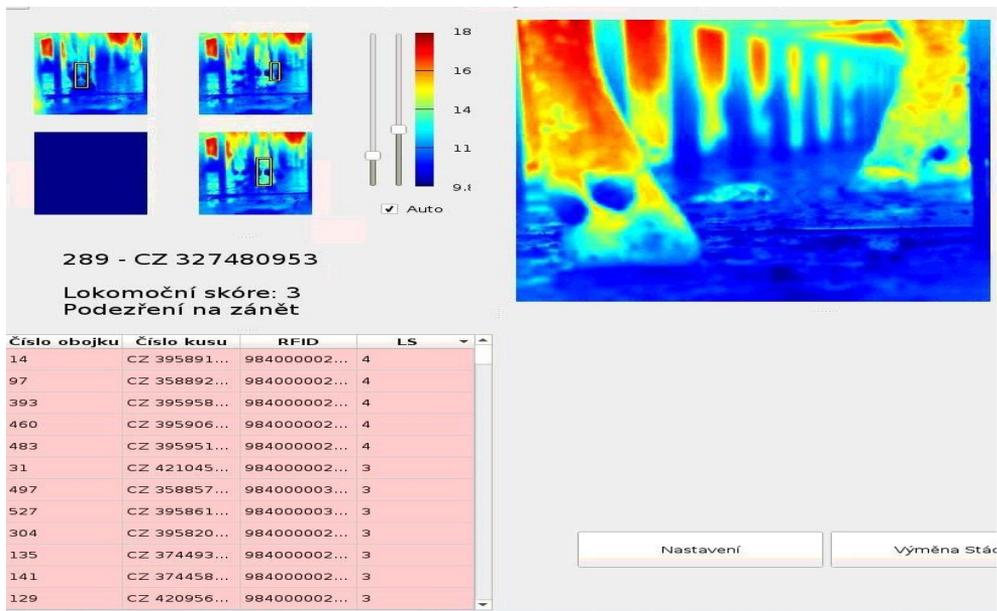


Abbildung 3: Zusammensetzung der Milchkühe mit erhöhten Temperaturwerten (zur Untersuchung vorgesehen)

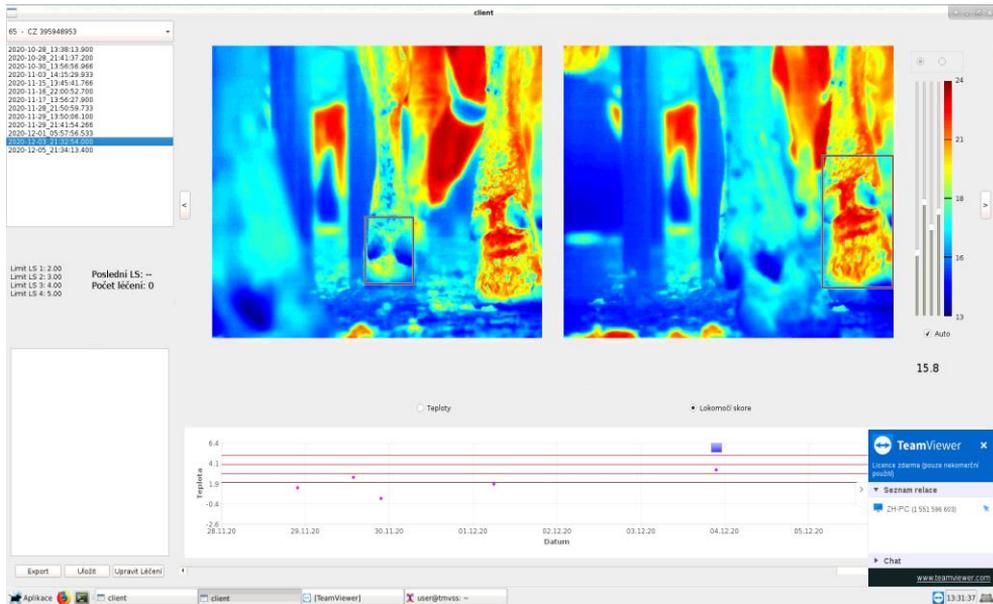


Abbildung 4 zeigt die Bewertung der Temperaturwerte einzelner Personen im Zeitverlauf

Empfohlene Schritte aufgrund der Methodik:

- **Der Grundstein für die Aufrechterhaltung einer optimalen Gesundheit der Gliedmaßen ist die tägliche Überwachung**
 - Die **bisherigen Ergebnisse** deuten darauf hin, dass der Fortbewegungsscore einen Mangel an Möglichkeiten, ein hohes Maß an Arbeitsintensität sowie erhebliche Herausforderungen im Zusammenhang mit der Registrierung und Datenverarbeitung in großen Herden offenbart
 - Der hier vorgestellte **innovative Ansatz** basiert auf der Auswertung des Temperatur-Scores, welche mithilfe eines automatisierten Thermografiesystems durchgeführt wurde

➤ **Eine Bewertung des Krankheitsverlaufs und des Gesundheitszustands von Milchkühen nach der Behandlung**

- **Bisher bestand der Ansatz darin** - jeden Patienten individuell zu behandeln und die Krankheitsmanifestationen zu überwachen
- Der **innovative** Ansatz - basiert auf der Überwachung von Temperaturänderungen in den Gliedmaßen aller Tiere, wodurch eine Erfassung von Tieren in der präklinischen Phase der Krankheit ermöglicht wird.

➤ **Bewertung der Wirksamkeit der Desinfektion**

- **Bisher** wurde die Wirksamkeit der Desinfektion auf anekdotischer Basis bewertet
- **Der innovative Ansatz** wird zur Überwachung der Wirksamkeit der Desinfektion in einem bestimmten Betrieb empfohlen. Diese Tatsache ist darauf zurückzuführen, dass landwirtschaftliche Betriebe in Bezug auf ihre Umgebung, die vorhandenen Mikroorganismenstämme, die Möglichkeit von Resistenzen sowie die örtlichen Gegebenheiten eine hohe Heterogenität aufweisen. Dies macht die Etablierung einer einheitlichen, universellen Methodik unmöglich. Die Effektivität der Desinfektionsmaßnahme muss unter Berücksichtigung der variablen Einflussfaktoren evaluiert werden. Dazu zählen beispielsweise die Temperatur der Lösungen, das Risiko einer Beeinträchtigung durch Kontamination sowie weitere Faktoren. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse kann ein System präventiver

Maßnahmen für ausgewählte Gliedmaßenkrankungen
konzipiert werden.

5. Wirtschaftliche Aspekte

Die ökonomische Evaluierung basiert auf einer Untersuchung der spezifischen Zuchtbedingungen von 550 Milchkühen. Als Grundlage für die Überwachung diente der bisher verwendete Lokomotionsscore, der bei einer Lahmheitsprävalenz von 18,7 % ermittelt wurde. Diese Situation ist vielen Züchtern in der Praxis vertraut. Es ist zu konstatieren, dass die Prävalenz von Lahmheiten in der Praxis häufig deutlich höher ist.

Im Rahmen der Behandlung sowie vorbeugender Maßnahmen zur Erhaltung der Gesundheit von Milchkühen erfolgte eine kontinuierliche Überwachung der finanziellen Auswirkungen auf die behandelten Herden. Die finanziellen Aufwendungen wurden unter Zuhilfenahme eines Kostenrechners in Geldeinheiten quantifiziert. Hierbei wurden die mit der Behandlung und Prävention von Gliedmaßenkrankungen einhergehenden Kosten sowie die Auswirkungen auf die Produktivität und die Reproduktionsindikatoren berücksichtigt. Für die Behandlung von Milchkühen mit Klauenerkrankungen wurde seitens des Unternehmens ein Budget von 5.632,42 CZK pro Jahr bereitgestellt. Die Kosten für präventive Maßnahmen beliefen sich auf 525,11 CZK, während die Behandlungskosten 5.107,31 CZK betragen.

Die aktuelle Prävalenz von Lahmheit bei Milchkühen wird auf 3,4 % geschätzt. Die Implementierung der zuvor genannten Verfahren sowie die allgemeine Managementstrategie des Betriebs resultierten in einer Reduktion der Prävalenz von Lahmheit bei Milchkühen um 81,81 %. Infolgedessen können jährliche Einsparungen in Höhe von 4.171.000 CZK bei der Behandlung von Gliedmaßenkrankungen erzielt werden.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Daten zu den wirtschaftlichen Kosten in Abhängigkeit von der individuellen Methodik des jeweiligen Nutzers Schwankungen unterliegen können. Die genannten Kosten basieren in erster Linie auf der aktuellen und erreichten Prävalenz von Lahmheit bei Milchkühen.

6. Quellenangaben

ALBAN, L., L.G. LAWSON a J.F. AGGER, 1995: Foul in the foot (interdigital necrobacillosis) in Danish dairy cows — frequency and possible risk factors. *Preventive Veterinary Medicine*: 24(2), 73-82. DOI: 10.1016/0167-5877(95)00473-A. ISSN 01675877.

ALSAAOD, M., C. SYRING, J. DIETRICH, M.G. DOHERR, T. GUJAN a A. STEINER, 2014: A field trial of infrared thermography as a non-invasive diagnostic tool for early detection of digital dermatitis in dairy cows. *The Veterinary Journal*: 199(2), 281-285. DOI: 10.1016/j.tvjl.2013.11.028. ISSN 10900233

BEČVÁŘ O., 2000: Výskyt a zkušenosti s léčbou dermatitis digitalis u dojnic. *Veterinářství*, 50, 4, 140–142.

BENNETT, Grant, Jon HICKFORD, Richard SEDCOLE a Huitong ZHOU, 2009: *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum* and the epidemiology of footrot. *Anaerobe*: 15(4), 173-176. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2009.02.002. ISSN 10759964.

CRUZ, C. E. F., C. A. PESCADOR, Y. NAKAJIMA a D. DRIEMEIER, 2005: Immunopathological investigations on bovine digital epidermitis. *Veterinary Record*: 157(26), 834-840. DOI: 10.1136/vr.157.26.834. ISSN 0042-4900.

FLOWER F. C. a WEARY D. M., 2006: Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of dairy science*, 89, 1, 139-146.

HASKELL M. J., RENNIE L. J., BOWELL V. A., BELL M. J. a LAWRENCE A. B., 2006: Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of dairy science*, 89, 11, 4259-4266.

HOFÍREK B., 2009: *Nemoci skotu*. Brno: Noviko. ISBN 978-80-86542-19-5.

HULSEN J., 2011: *Cow signals: jak rozumět řeči krav: praktický průvodce pro chovatele dojnic*. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-44-1.

CHARFEDDINE, N. a M.A. PÉREZ-CABAL, 2017: Effect of claw disorders on milk production, fertility, and longevity, and their economic impact in Spanish

Holstein cows. *Journal of Dairy Science*: 100(1), 653-665. DOI: 10.3168/jds.2016-11434. ISSN 00220302.

CHELI, R. and MORTELLARO, C., 1974, October: La dermatite digitale del bovino. In *Proceedings of the 8th International Conference on Diseases of Cattle*. Piacenza, Milan, Italy (pp. 208-213).

KOVÁČ G., 2001: *Choroby hovädzieho dobytka*. Prešov: M & M. ISBN 80-88950-14-7.

MANSKE, Thomas, Jan HULTGREN a Christer BERGSTEN, 2002b: Topical treatment of digital dermatitis associated with severe heel-horn erosion in a Swedish dairy herd. *Preventive Veterinary Medicine*: 53(3), 215-231. DOI: 10.1016/S0167-5877(01)00268-9. ISSN 01675877

NOVÁK, P., M. ŠOCH, S. ŠLÉGEROVÁ a J. ODEHNAL, 2003: Vliv zoohygienických podmínek prostředí chovu na zdravotní stav končetin dojnic. In: ŠÍŠKA, B., D. IGAZ a M. MUCHA. *Bioklimatologické dny*. Ráčková dolina.

NOVOTNÁ, Ivana, Lucie LANGOVÁ a Zdeněk HAVLÍČEK. Risk Factors and Detection of Lameness Using Infrared Thermography in Dairy Cows – A Review. *Annals of Animal Science*: 19(3), 563-578. DOI: 10.2478/aoas-2019-0008. ISSN 2300-8733.

PETERSE, D. J., 1992: Foot lameness. In *Bovine Medicine*. Ed A. H. Andrews. Oxford, Blackwell. pp 353-364.

RAJKONDAWAR P. G., LIU M., DYER R. M., NEERCHAL N. K., TASCH U., LEFCOURT A. M. a VARNER M. A., 2006: Comparison of models to identify lame cows based on gait and lesion scores, and limb movement variables. *Journal of dairy science*, 89, 11, 4267-4275.

SPRECHER, D.J., D.E. HOSTETLER a J.B. KANEENE, 1997: A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*: 47(6), 1179-1187. DOI: 10.1016/S0093-691X(97)00098-8. ISSN 0093691X.

ŠLOSÁRKOVÁ S., FLEISCHER P, 2009: Kulhání jako stádový problém a péče o paznehty. In: Nemoci skotu. Hofírek B., Dvořák R., Němeček L., Doležel R., Pospíšil Z. et al. Noviko a.s., Brno, 1149.

ŠLOSÁRKOVÁ S., 2016: Onemocnění končetin – příčiny, léčba a prevence [online]. 6. Praha 2: Profi Press, [cit. 2019-02-09]. ISSN 0027–8068. Dostupné z: https://www.vri.cz/userfiles/file/Zdravi_zvirat/NasChov2016-Priloha-Jak_na_zdrave_koncetiny.pdf.

ŠTERC J., 2006: Onemocnění paznehtů skotu. *Náš chov*, 9, 84–86.

ŠTERC J., 2010: Management zdraví pohybového aparátu v chovech skotu. *Veterinářství*, 60, 5, 294–299.

VAN METRE, David C., 2017: Pathogenesis and Treatment of Bovine Foot Rot. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*: 33(2), 183-194. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.02.003. ISSN 07490720.

WARNICK, L.D., D. JANSSEN, C.L. GUARD a Y.T. GRÖHN, 2001: The Effect of Lameness on Milk Production in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*: 84(9), 1988-1997. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74642-5. ISSN 00220302.

WATSON, C., 1999: Lameness in cattle—Lesions and diseases of the skin—Part 1. *UK Vet*, 1999, 4: 51-60.

7. Bisherige Forschung und theoretische Rahmenbedingungen

DOSTÁL, P.; HAVLÍČEK, Z.; KRATOCHVÍLOVÁ, L.; 2018. Use of acoustic emission for testing resistance of hooves. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 66(1), 29-33. ISSN 1211-8516. Dostupné z: <https://doi.org/10.11118/actaun201866010029>

HAVLÍČEK, Z., LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; NĚMCOVÁ, P.; ZEMANOVÁ, M.; CHRÁST, V.; 2020. Digitální dermatitida skotu. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2020*. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 20-21. ISBN 978-80-7403-240-0.

HAVLÍČEK, Z.; NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; STRAKA, V.; ZÍTEK, P.; ŽĎÁRSKÝ, O.; MICHALIČKA, P., 2020. Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc. *Náš chov*. 80(7), 56-58. ISSN 0027-8068. Dostupné z: <https://digi.profiipress.cz/katalog/detail/nas-chov>

HAVLÍČEK, Z.; ŘEZÁČ, P.; NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; STRAKA, V.; ZÍTEK, P.; ŽĎÁRSKÝ, O.; MICHALIČKA, P.; 2020. Inovační způsob diagnostiky onemocnění končetin dojníc. *Zemědělský zpravodaj*. 26-29. Dostupné z: https://www.zscr.cz/media/upload/zpravodaj/1608711002_zemedelsky-zpravodaj-5-20.pdf.

LANGOVÁ, L.; MACHÁČEK, M.; NOVOTNÁ, I.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Výskyt dermatitis digitalis a dermatitis interdigitalis u dojeného skotu v průběhu roku. In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2019*. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 32-33. ISBN 978-80-7403-226-4.

LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; HAVLÍČEK, Z.; MACHÁČEK, M.; 2019. Occurrence of dermatitis digitalis and dermatitis interdigitalis in dairy cows throughout the year. In: *Proceedings of the XIXth International Congress of the International Society for Animal Hygiene: "Animal Hygiene as a Fundament of One Health and Welfare improving biosecurity, environment and food quality"*. Vratislav: International Society for Animal Hygiene, s. 38-39. ISBN 0-000-00000-0.

LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; NĚMCOVÁ, P.; MACHÁČEK, M.; HAVLÍČEK, Z.; ZEMANOVÁ, M.; CHRÁST, V.; 2020. Impact of Nutrients on the Hoof Health in Cattle. *Animals*. 10(10), 1824. ISSN 2076-2615. Dostupné z:

<https://doi.org/10.3390/ani10101824>.

NĚMCOVÁ, P.; HAVLÍČEK, Z.; LANGOVÁ, L.; NOVOTNÁ, I.; 2020. Výskyt a nákladovost onemocnění končetin dojníc v průběhu roku. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2020. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 63-64. ISBN 978-80-7403-240-0.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2018. Hodnocení lokomočního skóre dojníc a vliv kulhání dojníc na mléčnou produkci. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2018. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 66-68. ISBN 978-80-7403-205-9.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Risk Factors and Detection of Lameness Using Infrared Thermography in Dairy Cows - A Review. *Annals of Animal Science*. 19(3), 563-578. ISSN 1642-3402. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0008>.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Risk Factors and Detection of Lameness Using Infrared Thermography in Dairy Cows - A Review. *Annals of Animal Science*. 19(3), 563-578. ISSN 1642-3402. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0008>.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Side preference of dairy cows in the entrance milking parlor. In: Proceedings of the XIXth International Congress of the International Society for Animal Hygiene: "Animal Hygiene as a Fundament of One Health and Welfare improving biosecurity, environment and food quality". Vratislav: International Society for Animal Hygiene, s. 37-38. ISBN 0-000-00000-0.

NOVOTNÁ, I.; LANGOVÁ, L.; HAVLÍČEK, Z.; 2019. Preferují dojnice jednu stranu při vstupu do dojírny?. In: Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2019. Praha-Uhřetěves: Výzkumný ústav živočišné výroby v.v.i., s. 61-63. ISBN 978-80-7403-226-4.

8. Gegner

MVDr. Soňa Šlosárková, Ph.D. – Veterinärforschungsinstitut

Ing. Zdenka Majzlíková – Tschechische Zuchtinspektion

9. Hingabe

Die vorliegende Veröffentlichung basiert auf den Erkenntnissen des PRV-Projekts des Ministeriums der Tschechischen Republik, welches unter dem Titel "Inovace způsobů diagnostiky onemocnění končetin dojníc" läuft. Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit dem Projektträger ŽIVA zemědělská obchodní a.s., der Mendel-Universität in Brunn, welche als Bürge des Projekts fungierte, sowie TMV SS Ltd. durchgeführt.

Titel: Ein neuartiger Ansatz zur Diagnose von Gliedmaßen-Erkrankungen bei Milchkühen

Autoren: Zdeněk Havlíček et al.

Veröffentlicht: Mendel-Universität in Brunn

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Gedruckt: Verlagszentrum der Mendel-Universität in Brunn,

Zemědělská 1, 613 00 Brno

Ausgabe: Erste, 2021

Anzahl der Seiten: 40

Ausgabe: 50 Stk

ISBN: 978-80-7509-791-0