



**Hochschule Weihenstephan – Triesdorf, Abteilung Triesdorf**

**Fakultät Landwirtschaft**

Studiengang Landwirtschaft

(Fachgebiet Tierische Erzeugung)

## **BACHELORARBEIT**

# **Einfluss einer Klauenwaschanlage auf die Bewegungsnote von an Dermatitis digitalis erkrankten Kühen**

eingereicht von:	Franziska Rühl
Betreuer:	Prof. Dr. Leonhard Durst
Zweitkorrektor:	Philipp Kreß
Tag der Abgabe:	10.07.2015



# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Diagrammverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>VI</b>
<b>1 Einführung und Problemstellung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht.....</b>	<b>3</b>
2.1 Rinderklaue.....	3
2.1.1 Aufbau einer Klaue.....	3
2.1.2 Klauenmechanismus.....	6
2.2 Klauenerkrankungen.....	7
2.2.1 Nicht-infektiöse Klauenerkrankungen.....	8
2.2.2 Infektiöse Klauenerkrankungen.....	11
2.3 Möglichkeiten zur Verbesserung der Klauengesundheit.....	16
2.3.1 Funktionelle Klauenpflege.....	16
2.3.2 Liegeboxenmanagement.....	20
2.3.3 Laufflächengestaltung.....	22
2.3.4 Anlagen zur Reinigung von Klauen.....	25
2.3.5 Fütterung zur Verbesserung/Stärkung der Klauengesundheit.....	30
2.4 Ökonomische Bedeutung von Klauenproblemen.....	32
2.5 Möglichkeiten der Lahmheitsbeurteilung.....	36
2.6 Behandlungsmöglichkeiten von Dermatitis digitalis.....	39
2.6.1 Klauenbäder.....	39
2.6.2 Mittel zur direkten, kutanen Applikation.....	41
2.7 Rechtsgrundlage.....	43
2.7.1 Lokale Behandlung bei Dermatitis digitalis.....	43
2.7.2 Antibiotika.....	43
2.7.3 Kupfersulfat und Formalin.....	43
2.7.4 Biozid-Produkte.....	44

2.7.5	Peressigsäure.....	44
<b>3</b>	<b>Material und Methode.....</b>	<b>45</b>
3.1	Betriebsdaten.....	45
3.2	Klauenwaschanlage.....	47
3.3	MK:N Klauenhygiene.....	49
3.4	Locomotion Scoring.....	51
3.5	Datenauswertung.....	52
<b>4</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>54</b>
4.1	Auswertung Scoring.....	54
4.2	Statistische Auswertung.....	59
<b>5</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>61</b>
5.1	Betriebsdaten.....	61
5.2	Klauenpflege.....	63
5.3	Klauenwaschanlage.....	64
5.4	Beurteilungssystem.....	66
5.5	Interpretation der Ergebnisse.....	68
<b>6</b>	<b>Schlussfolgerung.....</b>	<b>71</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>72</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>74</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>84</b>

## Tabellenverzeichnis

---

<i>Tabelle 1: Kosten, die durch Lahmheit verursacht werden.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabelle 2: Quellenzusammenfassung finanzielle Verluste in Folge von Lahmheit.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 3: Locomotion Scoring nach Sprecher et al. (1997).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabelle 4: Eingesetzte Chemikalien in Klauenbädern.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 5: Herdensteckbrief.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabelle 6: Statistische Auswertung P1 - P4.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabelle 7: Statistische Auswertung P1, P2 + P3, P4.....</i>	<i>60</i>

## Abbildungsverzeichnis

---

<i>Abbildung 1: Anatomischer Aufbau einer Rinderklaue (TOUSSAINT RAVEN, 1998).....</i>	<i>3</i>
<i>Abbildung 2: Segmente der Fußungsfläche der Klaue (LISCHER et al., 2000).....</i>	<i>4</i>
<i>Abbildung 3: Lederhaut und Unterhaut in der Klaue (LISCHER et al., 2000).....</i>	<i>5</i>
<i>Abbildung 4: Klauenmechanismus (KÜMPER, 2000).....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 5: DD-Läsion (Quelle: FIEDLER 2014).....</i>	<i>15</i>
<i>Abbildung 6: Klauenwaschanlage des Versuchsbetriebs.....</i>	<i>48</i>

## Diagrammverzeichnis

---

<i>Diagramm 1: Durchschnittlicher Scoringverlauf.....</i>	<i>55</i>
<i>Diagramm 2: Veränderung des Locomotion Scores mit und ohne Klauenpflege.....</i>	<i>57</i>
<i>Diagramm 3: Relative Häufigkeitsverteilung der Scoringwerte.....</i>	<i>58</i>

## Abkürzungsverzeichnis

---

DD	Dermatitis digitalis
KWA	Klauenwaschanlage
SPG	Sohlenspitzen-geschwür
WLD	White Line Disease

# 1 Einführung und Problemstellung

---

9,3 % aller Kühe gingen 2014 wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen in deutschen Betrieben ab. Sie stehen somit nach Unfruchtbarkeit, Euterkrankheiten und geringer Leistung als Abgangsursache in Deutschland an vierter Stelle (*LKV BAYERN, 2015*). Dieses Thema wird deshalb vor allem im Hinblick auf die laufenden Diskussionen um Tierwohl und Tierschutz immer bedeutender, vor allem, da Klauenerkrankungen oft mit Lahmheit und starken Schmerzen einhergehen (*LEACH et al., 2010*).

Da Klauenerkrankungen multifaktoriell bedingt sein können, übt die Hygiene im Stall einen großen Einfluss vor allem auf infektiöse Krankheiten wie z.B. *Dermatitis digitalis* aus (*DLG – Ausschuss Klauenpflege und Klauenhygiene, 2008*). Diese können dazu noch übertragbar sein und verbreiten sich so leicht im Bestand (*MÜLLER, 2010*). Dadurch kann es zu weiteren Problemen in der Herde kommen, die nicht direkt den Klauenproblemen zuordenbar sind, aber trotzdem durch diese bedingt werden. So stehen fußkranke Kühe zunächst länger, da bereits das Ablegen für sie schmerzhaft ist. Somit trocknen die Klauen auch schlechter ab und wirken sich negativ auf die Klauengesundheit aus. Daraufhin liegen sie aber auch länger in den Boxen, da sie Probleme beim Aufstehen haben. Als Folge dessen kann sich zunächst die Futteraufnahme durch verminderte Bewegung reduzieren. Das bedeutet im Weiteren eine Einschmelzung von Körpergewicht und verringerte Milchleistung. Diese wird zusätzlich durch Schmerzen von den Klauen und damit nicht voll ausschöpfbaren Leistungspotential verstärkt. Des Weiteren kann sich die Fruchtbarkeit im Betrieb durch die geringere Brunstaktivität verschlechtern. Auch unter dem Aspekt des Tierwohls ist es deshalb nötig, diesen „Kreislauf“ zu unterbrechen und die Gesundheit der Klauen zu verbessern.

Allerdings ist es schwierig, die richtige Wahl für die eigene Herde zu treffen, da verschiedene Klauenerkrankungen auftreten, die mit unterschiedlichen Methoden behandelt und geheilt werden können.

Die nachfolgende Arbeit beschäftigt sich deshalb mit einer Möglichkeit, die hygienischen Bedingungen im Stall zu verbessern. Das soll sich positiv auf die Klauengesundheit auswirken. Bei einem Versuch wurde deshalb getestet, welchen Einfluss eine Klauenwaschanlage auf die Bewegungsnote von an *Dermatitis digitalis* erkrankten Kühen hat.

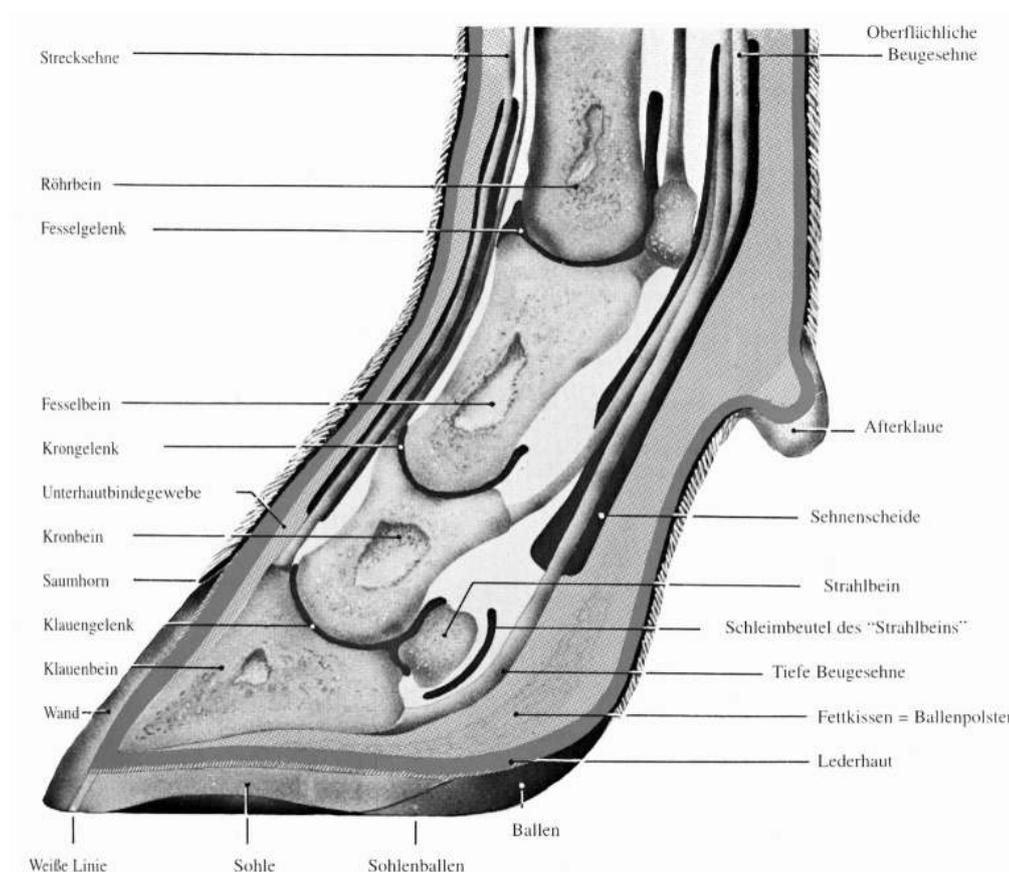
# 2 Literaturübersicht

## 2.1 Rinderklaue

### Aufbau einer Klaue

#### Skelett einer Rinderzehe

Das Skelett der Rinderzehe ist wie auf Abbildung 1 zu sehen, von unten nach oben betrachtet folgendermaßen aufgebaut: In der Klaue befindet sich das Klauenbein. Anschließend folgen das Kron- und das Fesselbein. Über dem Fesselbein befindet sich das Röhrbein. Diese Knochen sind alle über die jeweiligen Gelenke miteinander verbunden. Klauen-, Kron-, und Fesselbein liegen an jedem Fuß doppelt vor, da Kühe Paarhufer sind (FIEDLER et al., 2000).



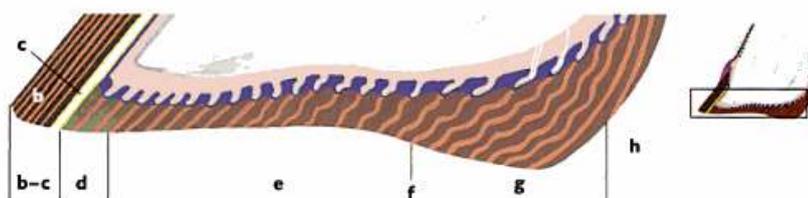
**Abbildung 1:** Anatomischer Aufbau einer Rinderklaue (TOUSSAINT RAVEN, 1998)

## Äußerer Aufbau einer Klaue

Kühe sind Paarhufer, das bedeutet, dass zwei Klauen je Fuß für das Tragen des Körpergewichts zuständig sind. Die zwei Klauen bestehen jeweils aus der 3. und 4. Zehe. Die Afterklauen, die stark zurückgebildet sind, haben keinerlei tragende Funktion mehr und bestehen aus der 2. und 5. Zehe. Der Bereich zwischen den zwei tragenden Klauen wird als Zwischenklauenspalt bezeichnet. Dieser liegt in der Längsachse, also axial, des Unterfußes und reicht bis zum Fesselgelenk (TOUSSAINT RAVEN, 1998).

Der härteste Teil der Klaue ist die Klauenwand. Diese wächst von oben am Kronrand nach unten, dem Tragrand, wo sich die Klaue abnutzt. Die Wand besteht aus Blättchenhorn. Als Kronrand wird der Übergang vom Hornschuh in den behaarten Teil des Fußes bezeichnet (FIEDLER *et al.*, 2000). Die Unterseite der Klaue besteht aus der Sohle und dem Ballenhorn, die weniger hart sind als die Wand und aus Röhrenchorn bestehen. Das Sohlensegment reicht dabei soweit, wie im Inneren die *Subcutis* am Klauenbein fehlt. In der Sohle stehen die Röhrenchellen parallel nebeneinander, wodurch eine ausreichende Stabilität hervorgerufen wird (LISCHER *et al.*, 2000).

Im hinteren Teil der Klaue ist das Ballenhorn. Dieser Teil ist weicher als das Sohlenhorn, da hier die Röhrenchellen wellenförmig verlaufen, wodurch die nötige Elastizität und das Abfederungsvermögen entstehen kann (siehe Abbildung 2). Der Übergang zwischen Sohle und Wand heißt weiße Linie. Sie stellt die Verbindung zwischen Röhrenchorn- und Blättchenhorn dar. Ihr ist deshalb bei der Klauenpflege besondere Beachtung zu schenken, da sie anfällig für Horndefekte ist (LISCHER *et al.*, 2000).



Die verschiedenen Segmente an der Fußungsfläche der Klaue.

b-c Tragrand der Hornwand; b Kronhorn; c Weiße Linie; d Sohlensegment; e-h Ballensegment; e vorderer flacher Teil des Ballens; f Übergangsbereich des flachen Ballenteils in den Ballenwulst; g Ballenwulst; h Horn des oberen Ballenteils.

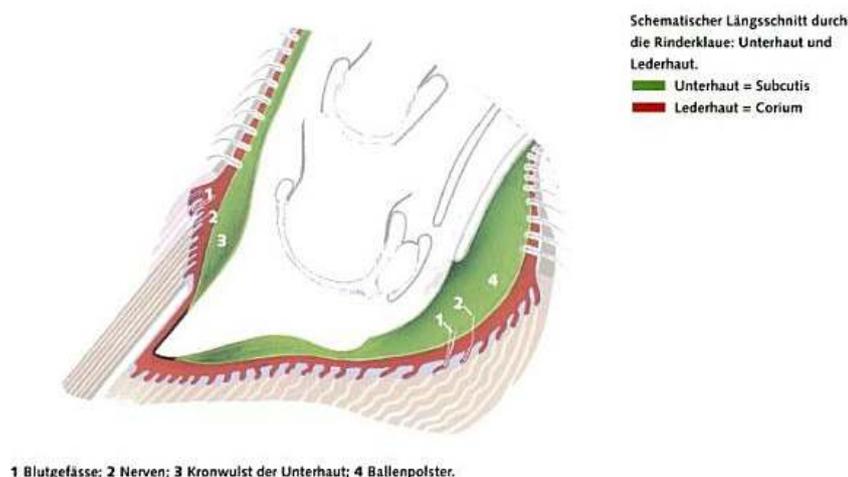
**Abbildung 2:** Segmente der Fußungsfläche der Klaue (LISCHER *et al.*, 2000)

## Aufbau der Klauenhaut

Die Klauenhaut besteht aus drei Schichten. Von außen nach innen betrachtet sind es die Oberhaut (*Epidermis*), die Lederhaut (*Corium*), das sogenannte Leben und die Unterhaut (*Subcutis*) (FIEDLER et al., 2000). Diese Schichten umgeben das Klauenbein.

Abbildung 3 zeigt, dass die Lederhaut und die Unterhaut wie zwei Zahnräder ineinander greifen. Aus diesem Grund bestimmt die Lederhaut die Art der Hornbildung in der *Epidermis*. In der Oberhaut sind keine Blutgefäße oder Nerven enthalten. Sie besteht aber dennoch aus lebenden Zellen (TOUSSAINT RAVEN, 1998). Ebenfalls wird aus Abbildung 3 ersichtlich, dass an der Klauenspitze die *Subcutis* fehlt, sodass hier eine direkte Verbindung der Lederhaut mit dem Klauenbein besteht. Diese Tatsache ist entscheidend für den Bewegungsmechanismus eines Rindes. Hierauf wird in Kapitel 2.1.2 noch genauer eingegangen.

Das Unterhautbindegewebe am Klauenbein dient dazu, eine Verschiebung der Haut am festen Knochen zu gewährleisten. Im Ballenbereich ist die *Subcutis* mit viel Fett durchzogen und an dieser Stelle am mächtigsten, sodass sich ein Ballenpolster bildet. Dieses hat eine stoßdämpfende Funktion und schützt den Ansatzpunkt der tiefen Beugesehne. Da die gesamte Körperlast über das Klauenbein und durch das Leben, also die Lederhaut, auf die Tragwand übertragen wird, ist dieser Bereich sehr leicht zu verletzen und wird durch Fehlbelastung gestört (TOUSSAINT RAVEN, 1998).

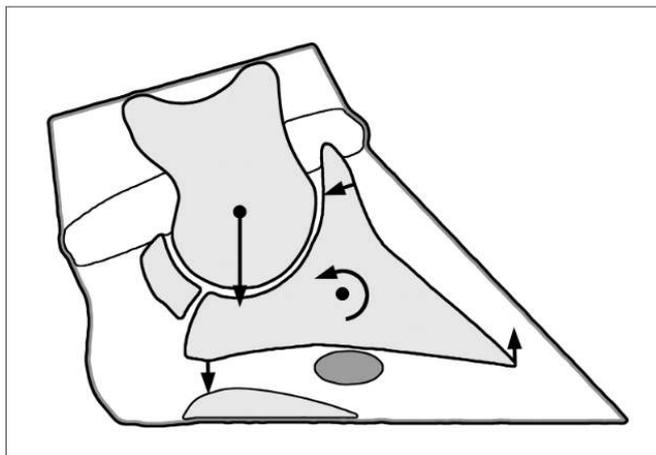


**Abbildung 3:** Lederhaut und Unterhaut in der Klaue (LISCHER et al., 2000)

## **■** Klauenmechanismus

Unter dem Begriff Klauenmechanismus wird die reversible Formveränderung der Hornkapsel und der in ihr eingeschlossenen Strukturen während der Be- und Entlastung verstanden (FISCHERLEITNER, 1974).

Durch die fehlende *Subcutis* im Bereich der Klauenspitze entsteht eine Zugbelastung auf die Lederhaut, da das Klauenbein dadurch direkt in der Hornkapsel aufgehängt ist. Die obere Klauenplatte sinkt nach unten und axial ein, wodurch es zu einem Auseinanderweichen der Trachten kommt. Die entstehende Druckbelastung im Ballenbereich wird durch das Ballenpolster abgefangen. Abbildung 4 stellt den Bewegungsablauf in der Klaue schematisch dar (KÜMPER, 2000).



**Abbildung 4: Klauenmechanismus (KÜMPER, 2000)**

GÜNTHER (1991) beschreibt zusätzlich, dass durch die entstehende Druckbelastung beim Gehen, die Venen im Unterhautpolster entleert werden. Aus diesem Grund ist ausreichend Bewegung für die Durchblutung der Klaue wichtig, da dadurch eine Art Pumpmechanismus des Blutes gefördert wird.

## 2.2 Klauenerkrankungen

Grundsätzlich können Klauenerkrankungen dahingehend unterschieden werden ob sie infektiös sind oder nicht. Bei nicht-infektiösen Krankheiten handelt es sich um Krankheiten, die nicht auf bakteriellen Einfluss zurückzuführen und nicht übertragbar sind. Mögliche Risikofaktoren für das Entstehen von nicht-infektiösen Klauenerkrankungen sind z.B. fehlende, zu seltene oder nicht fachgerecht ausgeführte Klauenpflege oder zu lange Steh- und Wartezeiten, z.B. aufgrund mangelnden Liegeboxenkomforts und aus diesem Grund zu kurzen Liegezeiten. Weitere Ursachen können Überbelegung im Stall, hoher Hornabrieb auf rauen Laufflächen und unterschiedliche ernährungsbedingte Faktoren sein. Dazu zählt die Pansenazidose, welche zu Klauenrehe führen kann (MÜLLER, 2010).

Ist eine Klauenerkrankung hingegen infektiös, wird sie durch Keime also Krankheitserreger bzw. Pathogene hervorgerufen und kann durch deren Anhaften übertragbar sein (MÜLLER, 2010). Zu den Pathogenen zählen Stoffe oder Organismen wie z.B. Bakterien, Parasiten, Pilze oder Viren, die in anderen Organismen gesundheitsschädigende Abläufe verursachen (HAHN et al., 2009). Als Hauptursache für die Entstehung von infektiösen Klauenkrankheiten wird mangelnde Stallhygiene genannt. Durch verschmutzte, feuchte Lauf- und Liegeflächen werden Horn und Hornhaut aufgeweicht und bieten eine Eintrittspforte für Krankheitserreger (DLG – Ausschuss Klauenpflege und Klauenhygiene, 2008).

Im folgenden Text werden die häufigsten infektiösen und nicht-infektiösen Klauenerkrankungen dargestellt.

## ■ Nicht-infektiöse Klauenerkrankungen

### **Rusterholz'sches Sohlengeschwür (*Pododermatitis circumscripta*)**

Das Rusterholz'sche Sohlengeschwür ist eine typische Klauenerkrankung der Anbindehaltung. Das Geschwür kann zum einen als Folgeerkrankung einer Klauenrehe entstehen, häufiger aber durch mechanische Ursachen. Zum Beispiel wird durch das Erweichen des Klauenhorns, in Folge von zu hoher Feuchtigkeit und Einwirkung von Gülle, die Bildung eines Geschwürs begünstigt. Des Weiteren zählen eine mangelnde Pflege und das daraus resultierende starke Klauenwachstum zu den mechanischen Ursachen. Da der vordere Bereich der Klaue schneller wächst als der Hintere, verändern sich der Winkel und die Klauenstellung. Aufgrund dessen verlagert sich die Belastung der Klaue vom vorderen Bereich auf den Ballen. Hauptsächlich tritt das Geschwür an den mehr belasteten, also an den hinteren Außenklauen auf. Genauer gesagt am Ansatzpunkt der tiefen Beugesehne (*Tuberculum flexorium*). Durch die verlagerte Belastung wird die Lederhaut an dieser Stelle schlechter durchblutet, was eine Bildung von minderwertigem Horn zur Folge hat. Daraufhin kann es zum Verlust des Hornzusammenhangs kommen. Bakterien und Schmutz können leichter eindringen, sodass eine Entzündung entsteht. Bei dem sichtbaren Geschwür handelt es sich um entzündete und hervorgetretene Lederhaut (FIEDLER et al., 2004).

## **Sohlenwandgeschwür, White-Line-Diseas**

*(Pododermatitis septica circumscripta abaxialis)*

Eine systemische Ursache für die Entstehung eines Sohlenwandgeschwürs kann ebenfalls eine Folgeerkrankung durch Klauenrehe sein. Eine Erweichung des Klauenhorns, durch Feuchtigkeit bzw. Gülle im Bereich der weißen Linie, kann eine mechanische Ursache für die Entstehung einer White-Line-Diseas (WLD) sein. Auch kann das Geschwür durch einen permanenten Dehnungsreiz der weißen Linie entstehen. Dieser Fall tritt verstärkt in Laufställen auf. Zur Vorbeuge dieses Geschwürs ist besonders darauf zu achten, dass bei der Klauenpflege allen Defekten auf der weißen Linie nachgegangen wird. Oft handelt es sich dabei um schwarze Streifen, die relativ harmlos aussehen. Allerdings kann das Geschwür die komplette Wand unterhöhlen und die betroffene Lederhaut entzündet sein (*FIEDLER et al., 2004*).

## **Sohlenspitzen­geschwür (SPG)**

Die Hauptursache für die Entstehung eines Sohlenspitzen­geschwürs (SPG) liegt meist in einer falschen Klauenpflege. Hierbei wird das Horn entweder zu kurz oder zu dünn geschnitten. Ein zu starker Abrieb auf sehr rauen Böden kann ebenfalls die Entstehung eines SPG's fördern. Die Gefahr besteht bei einem SPG darin, dass die direkt unter der Lederhaut liegende Klauenspitze rasch angegriffen werden kann. Eine wichtige Rolle bei der Entstehung von SPG spielt Klauenrehe, da minderwertiges Horn schneller abgenutzt wird als gesundes Horn (*FIEDLER et al., 2004*).

### **Tylom, Limax (*Hyperplasia interdigitalis*)**

Bei einem Tylom, auch bekannt als Limax, handelt es sich um eine derbe Zubildung der Lederhaut im Zwischenklauenspalt, die zuerst wenig schmerzhaft ist. Ein Tylom entsteht durch einen häufigen Dehnungsreiz des Zwischenklauenspalts. Dies führt zu einer übermäßig starken Verdickung und Verhornung an dieser Stelle. Durch eine Entzündung, kann ein Tylom auch eine Lahmheit hervorrufen. Am häufigsten tritt diese Krankheit an den Hintergliedmaßen auf. (FIEDLER *et al.*, 2004).

Ursache für die Entstehung eines Tyloms kann eine falsche funktionelle Klauenpflege sein. Dabei würde die Klaue abfallend zum Zwischenklauenspalt geschnitten werden, sodass sowohl die Innen- als auch die Außenklaue beim Laufen zur Mitte hin kippen würden. Des Weiteren kann eine Entstehung daher kommen, dass die Hohlkehlung nicht nur im hinteren Drittel der Klaue, sondern über die komplette Länge der Klaue durchgeführt wird. Das würde wieder ein Kippen zur Mitte zur Folge haben. Eine dritte Fehlbehandlung kann erfolgen, wenn die höhere Klaue nicht an die niedrigere Klaue angepasst wird. Besonders betroffen sind hierbei Tiere in Ställen mit glatten Böden, da dort eine höhere Rutschgefahr vorliegt und die Klauen dadurch gespreizt werden können. Durch falsche Schnitte bei der Klauenpflege kann eine künstliche Spreizklaue entstehen, wodurch der Zwischenklauenspalt bei jedem Schritt ebenfalls gereizt wird. Somit wird die Haut zwischen den Zehen ständig überdehnt und es kann zu einer chronischen Entzündung kommen. Soweit durch das Tylom keine Einschränkungen für die Kuh ausgeht, ist eine Behandlung durch funktionelle Klauenpflege ausreichend. Eine Entfernung des Tyloms kann nur durch den Tierarzt per Amputation erfolgen (FIEDLER *et al.*, 2004).

### **Ballenhornfäule (*Dermatitis ungulae*)**

Ballenhornfäule wird durch einen bakteriellen Befall der Haut am Zehen-Endorgan verursacht. Bakterien wie zum Beispiel *Bacteroides nodosus*, *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum*, *Campylobacter* und *Treponema species* vermehren sich im Ballenbereich, dadurch entstehen Enzyme, die das Ballenhorn zerstören und angreifen. Außerdem kann das Horn ein zerklüftetes Erscheinungsbild, durch übermäßiges Wachstum aufweisen. V-förmige, tiefe Taschen bilden sich am Ballen, in denen sich Bakterien zusätzlich besser vermehren können und einen faulig-süßlichen Geruch hervorrufen. An der Erkrankung sind meist mehrere Erreger beteiligt. Des Weiteren kann Ballenhornfäule als alleinige Erkrankung oder als Begleiterkrankung von *Dermatitis digitalis* oder Klauenfäule auftreten (*FIEDLER et al., 2000*).

Die erste Behandlung und Gegenmaßnahme bei Ballenhornfäule ist die funktionelle Klauenpflege, mit der der Ballen entlastet und somit Abstand zum feuchten Untergrund gewonnen wird. Danach werden die V-förmigen Taschen und das zerklüftete Horn entfernt, damit den Bakterien die Vermehrung erschwert wird. In schlimmen Fällen kann nach *FIEDLER u. MAIER (2004)* zur Entlastung auf die gesündere Klaue ein Klotz geklebt werden. Das Sauberhalten von Lauf-, Liege- und Standflächen ist die wichtigste Maßnahme, um Ballenhornfäule in einem Bestand vorzubeugen. Die Feuchtigkeit auf den Lauf- und Liegeflächen, aber auch die Luftfeuchtigkeit im Stall muss stetig kontrolliert werden. Hierzu können Hilfsmittel, wie automatische Spaltenschieber eingesetzt werden. Auf planbefestigten Böden muss der Schieber öfter laufen, um Probleme zu vermeiden.

### **Klauenfäule (*Dermatitis interdigitalis*)**

Klauenfäule entsteht durch einen bakteriellen Befall der Zehenhaut. Es wirken verschiedene Erreger zusammen, diese sind *Dichelobacter nodosus*, *Fusobacterium necrophorum*, *Campylobacter* und *Treponema species*. Diese Erkrankung tritt vor allem dann auf, wenn Klauen ständig feucht sind, oder das Immunsystem der Tiere geschwächt ist, z. B. nach dem Abkalben oder bei plötzlichem Futterwechsel. Dringen die Erreger in die Zwischenklauenhaut ein, können sie dort starken Schaden anrichten. Die Zwischenklauenhaut entzündet sich, und es kann zum Absterben des Gewebes kommen (*FIEDLER et al., 2000*).

Bei einem Befall mit Klauenfäule muss der Zwischenklauenspalt trocken gerieben werden und anschließend mit einem dafür geeigneten, antibiotischen Therapeutikum behandelt werden. Danach sollte sich die Schwellung innerhalb weniger Tage zurückbilden. Während der regelmäßigen Klauenpflege sollte der Zwischenklauenspalt stets kontrolliert werden, um einen Befall so früh wie möglich zu erkennen. Das Sauberhalten von Lauf-, Liege- und Standflächen ist auch hier eine der wichtigsten Maßnahmen, um Klauenfäule in einem Bestand vorzubeugen (*FIEDLER et al., 2000*).

### **Zwischenklauen-Phlegmone (*Phlegmona interdigitalis*)**

Zwischenklauen-Phlegmone ist die diffuse, eitrige Entzündung des Unterhautbindegewebes im Zwischenklauenspalt. Auslösende Erreger sind vor allem *Dichelobacter nodosus* und *Fusobacterium necrophorum*, sowie *Porphyromonas levii*, die sich in luftdichten Hohlräumen oder unter der Körperoberfläche unter Luftabschluss vermehren. Der Befall mit diesen Keimen wird begünstigt durch hohe Umgebungstemperaturen, hohe Luftfeuchtigkeit, Erweichung des Zwischenklauenspaltes durch Kot und Urin und kleine Verletzungen der Zwischenklauenhaut. Durch Keime wie z.B. *Arcanobacterium pyogenes* kommt es zur Eiterbildung. Die häufigsten Symptome dieser Krankheit sind Fieber, Fressunlust, Milchrückgang und Lahmheit, sowie ein geschwollener, geröteter Zwischenklauenspalt, käsiger Belag auf den Rissen der Haut und strenger Geruch. Oft ist nur eine Gliedmaße betroffen. Klauenfäule kann die Vorerkrankung von Zwischenklauen-Phlegmonen sein (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

Die Klaue sollte bei der Behandlung sorgfältig gereinigt werden. Das oberflächliche, abgestorbene Gewebe wird entfernt, danach wird die Stelle mit einem geeigneten Spray behandelt. Häufig ist eine antibiotische Behandlung durch den Tierarzt notwendig, da in fortgeschrittenen Stadien durch die Erkrankung eine Blutvergiftung oder Entzündung des Herzens ausgelöst werden kann. Die Lauf- und Standplätze sollen häufig gereinigt werden, damit sie trocken und sauber sind. Auch die Liegeboxen sollen sauber, trocken und auch bequem sein, da im Liegen die Klauen abtrocknen und der Keimdruck verringert wird (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

***Dermatitis digitalis (DD)*** (Mortellaro'sche Krankheit „Erdbeerkrankheit“)

*Dermatitis digitalis* ist eine multifaktorielle Erkrankung mit infektiöser Komponente. Typisch ist die Lokalisation entlang des Kronsaums in der behaarten Haut. Die Läsionen können aber auch in der Ballenregion, in der Fesselbeuge, oder auch auf der Vorderseite der Zehe und rund um die Afterklauen auftreten. Ausgelöst wird die Erkrankung durch Spirochaeten. Außerdem sind *Porphyromonas spp.*, *Prevotella bivia*, *Fusobacterium necrophorum*,  $\alpha$ -hämolyisierende Streptokokken, *E. coli* und Staphylokokken auf den Hautveränderungen zu finden. Diese Erreger unterstützen sich in ihrer Wirkung. Besonders anfällig für die Erkrankung sind Kühe mit aufgeweichter Haut durch Gülle oder vorgeschädigter Haut durch andere Keime und schlechter körpereigener Abwehr (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

Durch unzureichende Lauf- und Liegeflächenhygiene, schlechtes Stallklima, unpassende Fütterung, viel Tierzukauf, häufiges Umstallen, mangelnde Klauenpflege, Stress und mangelndem Kuhkomfort, wird der Ausbruch von *Dermatitis digitalis* ebenfalls unterstützt (KREHER, 2010).

Tiere, die an DD erkrankt sind, weisen unterschiedliche Lahmheitsgrade auf. Es gibt Kühe mit unveränderter Gangnote (schmerzunempfindliches Stadium), es tauchen aber auch deutlich lahme Kühe auf (PEDERSEN, 2015).

Es gibt zwei Formen der Mortellaro'schen Krankheit, der erosive Fall und die papillomatöse Form. Bei der erosiven Form handelt es sich um eine rundlich, manchmal auch unregelmäßige unbehaarte Stelle, die oft hochgradig schmerzhaft und mit einer gelblich-schmierigen Schicht bedeckt ist. Darunter ist die Läsion oft stark gerötet, wie auf Abbildung 5 erkennbar ist. Die Oberfläche gleicht der einer Erdbeere und ist kraterförmig von einer kleinen Hautwulst umgeben. In diesem Bereich sprießen oft lange, borstenartige Haare (FIEDLER u. MAIERL, 2004).



**Abbildung 5: DD-Läsion (Quelle: FIEDLER 2014)**

Liegt die papillomatöse Form vor, so wachsen warzenartige Fortsätze aus der Hautläsion heraus. Sie weist ähnliche mikroskopische Eigenschaften wie der erosive Fall auf (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

Bei DD erkrankten Tieren wird die betroffene Stelle, nachdem die funktionelle Klauenpflege erfolgt ist, gut trocken gereinigt und mit einer vom Tierarzt verordneten, antibiotikahaltigen Arznei behandelt. Dazu wird das Spray zweimal innerhalb von ca. 30 Sekunden appliziert. Bei stärker betroffenen Tieren sollte die Behandlung an zwei oder drei aufeinanderfolgenden Tagen nochmals wiederholt werden (NOVARTIS, 2012).

Um *Dermatitis digitalis* vorzubeugen, muss der allgemeine Gesundheitszustand der Herde und die Haltungsumwelt stets in Ordnung gehalten werden, indem die Aufnahme von Endo- und Mykotoxinen vermindert und die Luftfeuchtigkeit niedrig gehalten wird. Lauf- und Liegeflächen sollen täglich gereinigt, die Aufstallungsform (Liegeboxenart, Laufflächengröße/-böden) optimiert und der Herde angepasst werden. Der tägliche Umgang und die Herdenzusammensetzung sollen jedem Einzeltier Stressfreiheit garantieren. Das Tierwohl sollte immer gewährleistet sein, um Stresssituationen zu vermeiden und somit das Immunsystem der Tiere aufrecht zu erhalten (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

## 2.3 Möglichkeiten zur Verbesserung der Klauengesundheit

Da unterschiedliche Klauenerkrankungen unterschiedliche Ursachen haben und auch multifaktoriell bedingt sein können, wird in diesem Teil der Arbeit auf die Möglichkeiten zur Verbesserung der Klauengesundheit näher eingegangen.

### Funktionelle Klauenpflege

Eine wichtige Voraussetzung für gesunde Klauen ist die richtige funktionelle Klauenpflege am Tier. Aus diesem Grund wird im folgenden Abschnitt die Vorgehensweise der funktionellen Klauenpflege nach *TOUSSAINT RAVEN* aus dem Jahr (1998) beschrieben.

*TOUSSAINT RAVEN (1998)* definiert die funktionelle Klauenpflege als das Zu- und Beschneiden der Klauen mit dem Ziel, diese so gut wie möglich funktionieren zu lassen. Dabei steht die Funktion des Unterfußes im Mittelpunkt der Arbeit. Die Vorgehensweise bei der Klauenpflege ist in verschiedene Schritte eingeteilt.

- Bevor mit der funktionellen Klauenpflege begonnen wird, sollte die zu behandelnde Kuh beim Laufen auf Lahmheit kontrolliert und die Klauen im Stehen beurteilt werden, ob Abweichungen von der Norm auffallen. Erst dann wird mit dem funktionellen Beschneiden der Klaue begonnen (*TOUSSAINT RAVEN, 1998*). Nach *KÜMPER (2010)* sollen Größen-, Symmetrie-, Form- und Stellungsunterschiede zwischen den Klauen am stehenden Tier beurteilt und in der Bewegung auf Schonhaltung und Belastungsunterschiede geachtet werden.
- Bei der funktionellen Klauenpflege sollte zuerst die Länge der Klaue angepasst werden. Um besser einschätzen zu können, wie stark die Klaue gekürzt werden soll, wird vorher die aufgehobene Klaue betrachtet. Ein gutes Maß für die Länge einer Klaue sind 7,5 cm. Zu deren korrekten Bestimmung kann eine Klauenschablone behilflich sein (*KÜMPER, 2010*). Dieses Maß entscheidet über die Winkelung und

damit über die Belastungsverteilung der Klaue. Deshalb ist sie ein entscheidendes Merkmal für die richtige Funktion des Unterfußes. Beim Beschneiden der Länge sollte zuerst mit der größeren, also der mehr belasteten Klaue begonnen werden, um eine Angleichung der Klauenpaare zu ermöglichen.

- Anschließend wird die Dicke der Sohle bearbeitet. Diese sollte an einem gesunden Horn im vorderen Bereich der Klaue zwischen 5 mm und 7 mm betragen. Da das Horn der Sohle besonders für den Schutz des Lebens in der Klaue verantwortlich ist, sollte sie nicht zu dünn geschnitten werden. Weil sich Kühe in modernen Milchviehbetrieben meistens in einem Laufstall befinden, ist die Dicke noch entscheidender. Grund dafür sind unterschiedlich harte und raue Böden, die für einen mehr oder weniger großen Abrieb der Klaue durch Fortbewegung im Stall sorgen und die Sohle dadurch zusätzlich belasten. Bei abnormalen Formen der Klauen ist besondere Vorsicht geboten. Mit vermehrter Abweichung von einer normalen Klauenform ist es schwieriger, die richtige Form wieder herzustellen. Des Weiteren muss bei deformierten Klauen immer bedacht werden, dass sich mit großer Wahrscheinlichkeit die Form des Innenlebens der Klaue verändert hat. Aus diesen Gründen muss sich bei verformten Klauen langsam an eine normale Klauenform herangetastet werden, um das Leben nicht zu gefährden.
- Im nächsten Schritt der Klauenpflege am gesunden Horn, muss die Höhe der Klauenpaare angeglichen werden. Die Höhe der Klauen kann am besten verglichen werden, wenn sich der Kronrand etwa auf gleicher Höhe befindet. Das kann dadurch erreicht werden, dass die Dorsalwände nebeneinander auf die Hand gelegt werden. Dann sollte die Sohle möglichst eine Fläche bilden und eine ebene Tragfläche ergeben. Dabei kann es vor allem in Laufställen vorkommen, dass die Innenklaue im Ballenbereich nicht beschnitten werden muss, wenn die optimale Dicke bereits besteht. Beachtet werden sollte bei diesem Schritt, dass die Dicke wichtiger ist als die Höhe einer Klaue.

- Zuletzt wird eine Hohlkehlung vorgenommen. Hierbei wird im hinteren Drittel der Klaue, also im Bereich des Ballenhorns an der axialen Wand eine Kehlung vorgenommen. Diese Kehlung dient dazu, den Gegendruck des Bodens im Ansatzpunkt der tiefen Beugesehne, der typischen Stelle der Sohlenläsion, zu verringern.
- Fällt bei der Klauenpflege ein Horndefekt auf, wird dieser erst nach Abschluss der oben genannten Arbeiten behandelt. Dabei kann es sich um Erkrankungen oder Quetschungen der Lederhaut handeln, die durch Entlastung der betroffenen Stelle abheilen soll. Des Weiteren muss die weiße Linie kontrolliert werden, um ein gesundes Hornwachstum zu gewährleisten. Loses Horn muss entfernt werden, um Schmutzeinlagerungen zu verhindern, die zu einer Entzündung führen können. Vor allem aber sollte bei einem Horndefekt darauf geachtet werden, dass die betroffene Klaue entlastet wird, um eine schnellere Abheilung zu ermöglichen (*FIEDLER et al., 2004; NÜSKE, 2000; TOUSSAINT RAVEN, 1998*).

Kurz kann die funktionelle Klauenpflege dadurch in sechs Schritten zusammengefasst werden:

1. Beurteilung der Klaue am laufenden Tier
2. Länge der Klaue anpassen
3. Dicke der Sohle anpassen
4. Höhe der Außen- und Innenklaue anpassen
5. Hohlkehlung anbringen
6. Horndefekte behandeln, falls vorhanden

## **Behandlung von Geschwüren**

Wichtig bei allen Geschwüren ist eine möglichst frühzeitige Therapie. Um eine Diagnose zu erstellen, muss zunächst das funktionelle Beschneiden der Klaue durchgeführt werden. Bei der Behandlung ist vor allem darauf zu achten, ob es sich bei dem Geschwür um lebendes Gewebe handelt. Es darf weder ausgebrannt, noch amputiert werden. Die richtige Vorgehensweise ist das Entfernen des losen Hornes unter Schonung der Lederhaut. Dadurch wird der ständige Reiz bzw. Druck von der Lederhaut genommen. Anschließend muss ein Klotz auf der gesunden Klaue angebracht, und ein Verband angelegt werden, bis die freiliegende Lederhaut wieder überhornt ist. Die beste Prophylaxe, um Geschwüre zu vermeiden, ist die korrekte funktionelle Klauenpflege, damit die Funktion der Klaue nicht eingeschränkt wird (TOUSSAINT RAVEN, 1998).

## ■ Liegeboxenmanagement

Ein weiterer Faktor zur Verbesserung der Klauengesundheit ist das Liegeboxenmanagement. Kühe liegen unter normalen Umständen täglich etwa 12 bis 14 Stunden in den Liegeboxen (FREGONESI *et al.*, 2007). Dadurch findet ein intensiveres Wiederkauen statt, was durch die höhere Speichelproduktion einer Pansenazidose und dadurch Stoffwechselproblemen vorbeugt. Ein weiterer Vorteil des Liegens ist, dass sich Klauen besser erholen und abtrocknen können. Auch die Gelenke und die oft gereizte Lederhaut werden im Liegen deutlich entlastet (SPANN *et al.*, 2008).

Grundsätzlich kann zwischen Hoch- und Tiefboxen unterschieden werden. Anforderungen, die an beide Bauarten gestellt werden, sind die Möglichkeit für ein artgerechtes Abliegen, Liegen und Aufstehen der Kühe und der Schutz vor Verdrängungen und Verletzungen. Dazu sollte die Box möglichst trittsicher, sauber und trocken gestaltet sein (SPANN *et al.*, 2008).

Die Liegeboxenabmessungen sollten immer individuell an die eigene Herde angepasst sein. Dazu gibt es Formeln für die richtige Liegelänge und Liegebreite. Die Maße sollten am größten Tier der Herde ausgerichtet sein (JUNGBLUTH *et al.*, 2005).

$$\text{Liegelänge} = 1,11 \times \text{schräge Rumpflänge [cm]} + 20 \text{ [cm]}$$

$$\text{Liegebreite} = 0,85 \times \text{Widerristhöhe [cm]}$$

Mit den oben genannten Formeln kann die optimale Boxengröße für eine Herde berechnet werden. Grundsätzlich gilt, dass die Liegefläche von Boxen für Fleckviehkühe 125 cm – 140 cm breit und mindestens 175 cm – 185 cm lang sein sollen. Die Gesamtlänge mit Kopfkästen für gegenständige Boxen liegt zwischen 240 cm -260 cm. Bei Tiefboxen müssen Zuschläge für die Streuschwelle mitberechnet werden Hochboxen benötigen einen weichen Liegebelag und sollten ein leichtes

Gefälle zum Laufgang haben, damit Flüssigkeiten besser ablaufen können. Als Einstreu bieten sich bei Hochboxen Materialien wie Stroh bzw. Strohmehl, Sägemehl, Hobelspäne oder Kalk an. Bei Stroh ist nur mykotoxinfreies Material zu verwenden. In Tiefboxen können Stroh-Kalkmatten angelegt werden bzw. mit Kompost oder separierter Gülle eine weiche Liegefläche geschaffen werden  
(JUNGBLUTH *et al.*, 2005).

Für die richtige Funktion einer Liegebox gibt es verschiedene Steuerungselemente. Der Nackenriegel bestand früher häufig aus starren Rohren, wohingegen heutzutage flexible Lösungen bevorzugt werden, die in einer Höhe von 110 cm – 115 cm angebracht werden sollen. Hier beginnt der Ablegevorgang und der Riegel bildet ebenso eine Begrenzung für die stehende Kuh, um zu verhindern, dass Kot und Harn in der Box abgesetzt wird. Die Bugschwelle bildet den Übergang zwischen Liegefläche und Kopfkasten und sollte bei Hochboxen ca. 10cm und bei Tiefboxen ca. 20 cm hoch sein. Sie sorgt dafür, dass Kühe nicht in den Kopfkasten rutschen und somit ausreichend Platz für den Kopfschwung beim Aufstehen bleibt. Die Trennbügel zwischen den Boxen richten die Kuh aus und sollten am besten keine Stützen im hinteren Bereich aufweisen, um die Kühe nicht einzuschränken und das Verletzungsrisiko zu minimieren  
(JUNGBLUTH *et al.*, 2005).

Vor allem die Liegeboxenpflege übt einen großen Einfluss auf die Liegezeit aus. ABRIEL (2007) hat dazu einen Versuch bei einer Milchviehherde durchgeführt. Bei einer gut gepflegten Tiefbox mit einer stabilen Stroh-Mist-Matratze (15 cm – 20 cm) betrug die Liegezeit dabei 13,3 h/d. Im Vergleich dazu lagen Kühe bei schlecht gepflegten Tiefboxen mit bereits teilweise sichtbarem Betonboden nur noch 10,9 Stunden täglich. Dieser Versuch zeigt, dass die Liegeboxenpflege einen deutlichen Einfluss auf die Liegezeit und somit auf die Klauengesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere hat.

## Laufflächengestaltung

Einen großen Einfluss auf die Gesundheit der Klauen haben die Laufflächen in den Milchviehställen. Grundsätzlich wird zwischen perforierten und planbefestigten Böden unterschieden. Anforderungen, die an beide Bauarten gestellt sind, sind hohe Trittsicherheit, Oberflächen mit ausreichendem Klauenabrieb, keine scharfen Kanten oder Grade und hohe Sauberkeit. Diese Punkte sind besonders wichtig, da durch den Laufgang die unterschiedlichen Funktionsbereiche der Kühe wie Liegen, Fressen und Tränkbereich verbunden werden. Bei Spaltenböden sollte die Spaltenweite zwischen 3,0 cm und 3,5 cm und die Auftrittsfläche mindestens 8 cm betragen, um eine ausreichende Auftrittsfläche ebenso wie eine größtmögliche Hygiene sicherzustellen (KTBL, 2009).

Da sich die Bodenbeläge im Laufe der Zeit verändern, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, diese zu sanieren. Hierzu können zu glatte und dadurch rutschige Spaltenböden durch Aufrauen wieder rutschsicher gestaltet und somit ein sicheres Auftreten und Laufen der Kühe gewährleistet werden. Dies erfolgt beispielsweise durch Einfräsen von Rillen in glatte Oberflächen oder durch Einsatz von Zitronen- oder Phosphorsäure. Zu rauer Gussasphalt hingegen kann durch langsam rotierende Schleifscheiben geglättet werden, um einen zu starken Abrieb der Klauen zu verhindern (HAIDN, 2010).

Da Kühe Weichbodengänger sind, bieten Gummibeläge auf den Laufflächen eine gute Alternative für die Laufwege, um einen möglichst natürlichen Gang zu ermöglichen. Einer der wichtigsten Indikatoren für die Hygiene im Laufstall ist die Feuchtigkeit im Laufbereich. Häufiger auftretende Klauenkrankheiten in der Herde wie Ballenhornfäule, Klauenfäule oder Mortellaro weisen auf eine unzureichende Hygiene und damit oft einhergehende, zu hohe Feuchtigkeit hin. Da Kühe ca. 10 – 12 Stunden täglich stehen und gehen, ist die Sauberkeit auf den Laufflächen deshalb besonders wichtig (FIEDLER, 2010).

Um planbefestigte Böden von Kot und Urin zu befreien und damit für eine schnelle Abtrocknung der Lauffläche zu sorgen, können automatische Schieberanlagen installiert werden. Bei Spaltenböden ist die Kotmenge bereits durch die Schlitze reduziert, da hier der Kot durchgetreten wird und sowohl Harn als auch Wasser besser ablaufen kann. Allerdings können zusätzliche manuelle Entmistungstechniken eingesetzt werden, um eine noch bessere Hygiene zu erreichen. Hierfür gibt es sowohl Roboter, die die Arbeit je nach Programmierung durchführen, als auch durch Mitarbeiter gesteuerte Maschinen (*FIEDLER, 2010*).

Die Funktionsweise einiger solcher Roboter wird im folgenden Abschnitt erläutert.

### **Spaltenroboter RS420**

Die Firma *DeLaval* bietet derzeit den akkubetriebenen Spaltenreinigungsroboter *DeLaval Spaltenroboter RS420* an. Die Vorteile dieser Entmistungstechnik liegen darin, dass kaum zusätzlicher täglicher Arbeitsaufwand anfällt und dadurch auch bei Arbeitsspitzen die Laufgänge mehrmals täglich und vollautomatisch durch die eingebaute Gummilippe am Schieber gereinigt werden. Die Wegstrecken werden einmalig über Transponder gespeichert, die beliebig in den Spaltenboden eingesetzt werden. Ein zweites Navigationselement befindet sich in den Seitenklappen des Schiebers, die die Position des Roboters ermitteln. Dadurch können auch komplexere Laufgänge mit Stichkanälen oder Wartehöfen zu gewünschten Zeiten gereinigt werden. Die Arbeitsbreite kann je nach Bedarf des Landwirts zwischen 130 cm und 190 cm gewählt werden (*DELAVAL, 2015*).

## **Lely Discovery**

Ein ähnliches Produkt wird von der Firma *Lely* angeboten. Der *Lely Discovery* ist ebenfalls akkubetrieben und kehrt nach jeder gefahrenen Strecke zu seiner Ladestation zurück. Der Schieber ist hierbei mit einer Kunststofflippe ausgestattet. Die gewünschten Strecken können individuell über eine Fernbedienung eingespeichert werden. Dieser Reinigungsroboter ist im Vergleich zum *RS420* deutlich kleiner und unterscheidet sich in seiner Navigation. Diese funktioniert beim *Discovery* über Ultraschallsensoren, die sich an der Wand orientieren und den Roboter so in einem bestimmten Abstand entlang der Wand fahren lassen. Die Schieberbreite beträgt hierbei laut Herstellerangaben 88 cm. Als Neuerung wird der *Discovery 90 SW* angeboten. Er bietet zusätzlich eine Wassersprühfunktion an, um Kotkrusten besser entfernen zu können. Dazu wird an einer zweiten Station Wasser automatisch aufgefüllt und während der Fahrt vor dem Schieber versprüht (*LELY, 2015*).

Weitere Entmistungsmöglichkeiten werden über manuell betätigte Maschinen geboten. Diese gibt es in unterschiedlichsten Ausführungen zum Beispiel als Aufsitzgerät, geschoben mit Elektromotor oder als einfachen Handschieber.

## Anlagen zur Reinigung von Klauen

Bei den Klauenwaschanlagen kann zwischen stationären und mobilen Anlagen unterschieden werden. Der Grundgedanke, der hinter den Maschinen steht, ist in den meisten Fällen allerdings gleich. Durch die Reinigung der Klauen und gegebenenfalls zusätzlicher Desinfektion soll der Keimdruck, der durch hohe Feuchtigkeit und Gülle verursacht wird, reduziert werden. Somit soll eine Ausbreitung von infektiösen Krankheiten wie *Dermatitis digitalis* eingeschränkt und die Infektionsrate deutlich gesenkt werden.

Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Überblick über die Funktion von einigen Klauenwaschanlagen, die in Deutschland vertrieben werden.

### 2.3.4.1 Stationäre Anlagen

#### **MK:N Klauenwaschanlage**

Hierbei handelt es sich um ein Produkt der Firma *MK:Nutztierhygiene Michael Keller GmbH*. Die Anlage wird mit Wasser betrieben und ist zweiteilig aufgebaut. Im ersten Schritt laufen die Kühe auf einem Gitterrost, unter dem sich der Wasservorrat zum Spülen der Klaue befindet. In diesem Becken sammeln sich das genutzte Wasser und der abgewaschene Schmutz wieder an. Nach Filtration und Reinigung des Wassers wird es wieder verwendet. Ein Schwimmer sorgt dafür, dass verloren gegangenes Wasser automatisch aufgefüllt wird. Durch sechs mittig eingebaute Waschdüsen werden die Klauen von hinten und von vorne gereinigt, wobei jede Klaue zweimal in diesem Bereich auftreten soll (*MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015*).

Im zweiten Teil, der Desinfektion, befinden sich je nach Ausführung zwei bis acht Vernebelungsdüsen, die das Desinfektionsmittel auf die Klauen auftragen. Da durch das Auftreten auf den zweiten Rost die Klauen gespreizt werden, benetzt der Sprühnebel dabei sowohl den Klauenballen als auch den Klauenzwischenpalt. Die Dosierung des Desinfektionsmittels kann je nach Infektionsrate und Bedarf manuell eingestellt

werden. Aktiviert werden die zwei Bereiche separat durch Lichtschranken am Ein- und Ausgang der Waschanlage. Das dient vorrangig dazu, Desinfektionsmittel einzusparen. Vom Hersteller wird empfohlen, die Anlage vor dem Melkstand zu installieren, da hier vergleichsweise saubere Bedingungen herrschen und dadurch das Mittel genügend Zeit zum Einwirken hat. Zusätzlich erleichtert es die direkte Kontrolle der Klauen durch den Melker (*MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015*).

### **HoofCleaner Klauenwaschanlage**

Dieses Produkt wird von der Firma *Aqua-Cleaner* vertrieben. Es handelt sich dabei um eine Waschanlage, die aus zwei voneinander getrennten Rinnen besteht, wobei die Laufflächen aus Lochblechen gebildet werden, durch das Wasser und Schmutz ablaufen können. Sowohl beim Eintritt als auch in der Mitte der Anlage befindet sich auf jeder Seite eine Spüldüse. Bei diesem Produkt wird das Brauchwasser nicht wieder aufgefangen, sondern die Klauen werden immer mit frischem und sauberem Wasser gereinigt, um eine Übertragung von Infektionen auszuschließen. Über eine Dosiereinheit kann hierbei dem Spülwasser eine Seife oder ein Desinfektionsmittel beigefügt werden (*AQUA-CLEANER, 2015*).

### **Vink Klauenwaschanlage**

Diese Klauenwaschanlage wird von der Firma *Vink-Elst B.V.* produziert und vertrieben. Das System besteht aus zwei nebeneinander liegenden Edelstahlrinnen, die eine gummierte Lauffläche besitzen. Der Start des kraftvollen Spülvorgangs erfolgt durch einen Ultraschallsensor wobei sich jeweils zwei Düsen am Eintritt und vier Düsen im Laufbereich der Anlage befinden. Die Sprühstärke kann manuell verstellt werden. Das verbrauchte Wasser wird durch ein Sieb gefiltert und im Vorratsbecken gesammelt. Durch eine rotierende Bürste wird anfallender Schmutz abgeleitet und gleichzeitig das Sieb gereinigt. Zusatzmittel können bis zu 5 % im Spülwasser zu dosiert werden.

Vom Hersteller wird eine Nutzungsempfehlung in präventiven Fällen von einer, und kurativ zwischen drei und sieben Anwendungen je Woche gegeben. Der Wasserverlust beträgt ca. 0,5 Liter pro Kuh wobei der Vorratsbehälter automatisch nachgefüllt wird (VINK, 2013).

### **SprayCare Box**

Bei der SprayCare Box handelt es sich um eine Pflegebox der Firma *DeLaval*. Es findet hierbei eine tierindividuelle Applikation von Lösungen statt. Dazu wird jede Kuh über einen Sensor erkannt und in der Box durch Schließen der Tore fixiert. Aus diesem Grund ist diese Box eher für einen Melkroboterstall geeignet. Anschließend startet der entsprechend programmierte Reinigungs- und Sprühvorgang. In dieser Anlage sind vier Arbeitsschritte anwendbar. Erstens ist der Einbau einer Zitzensprüheinrichtung möglich, um nach dem Melken eine Dippmittellösung aufzutragen. Als zweiten Schritt werden die hinteren Klauen mit einem Wasserstrahl gereinigt, wobei sowohl die Vorder- und Rückseite der Klaue als auch der Klauenzwischenraum gesäubert werden. Anschließend wird die eingestellte Menge des Pflegemittels aufgesprüht. Die Firma *DeLaval* vertreibt hierzu das Klauenpflegemittel *DeLaval hoofcare DA*. Als letzten Schritt kann der Rücken bei Bedarf wahlweise mit Fliegenschutzmittel oder Wasser zum Kühlen besprüht werden. Die einzelnen Schritte können für jedes Tier je nach Bedarf unterlassen oder angewendet werden, allein die Reihenfolge ist aus hygienischen Gründen vorgegeben (DELAVAL, 2015).

## **Huf- und Klauenreiniger**

Dieses Produkt wird von der Firma *Huf & Klaue Vertriebsgesellschaft* angeboten. Die Reinigung findet hierbei ohne Wasser durch gegenläufig rotierende Bürsten statt, die sich unter einem Gitterrost befinden. Die Höhe der Borsten über dem Gitterrost beträgt je nach Einstellung zwischen 1 cm und 4 cm. Durch eine Pumpe kann ein flüssiges Pflegemittel in jede zweite Bürste befördert werden. In diesen befinden sich mehrere Bohrungen. Durch die Rotation der Bürsten entsteht dann ein Sprühnebel, der die Klaue benetzen soll. Gestartet wird die Anlage entweder manuell oder über eine Lichtschranke. Der anfallende Schmutz wird von einem integrierten Kratzboden aufgenommen und wahlweise mittels einer Förderschnecke abtransportiert. Im Milchviehbetrieb wird die Installation im Austrieb des Melkstandes empfohlen, um die Klauen zweimal täglich zu reinigen (*HUF & KLAUE, 2015*).

### **2.3.4.2 Mobile Anlagen**

#### **Bovibooster Klauenmanagement**

Von dieser Firma werden zwei mobile Anlagen vertrieben. Die automatische Klauenwaschanlage Bovibooster kann im Boden von Melkrobotern der Firmen *Lely, DeLaval, GEA und Fullwood* oder in einem Separationsgang integriert werden. Die Klaue wird dabei von hinten über eine Düse mit 8 bis 10 bar Wasserdruck nach jeder Melkzeit gewaschen. Die Desinfektion findet nach Standardeinstellung jeden zweiten Tag statt wobei das Intervall problemlos verstellt werden kann. Die Dosierung von Pflegemitteln zwischen 2 ml und 8 ml ist ebenfalls möglich (*BOVIBOOSTER, 2015*).

Das zweite Produkt der Firma ist Bovicart. Hierbei handelt es sich um ein Fass mit einem Volumen von 120 Litern, das auf einem Wagen mit Rollen montiert und mit einer Pumpe und einem 50 m langem Schlauch mit Sprühlanze ausgestattet ist. Es kann dabei ein Arbeitsdruck von max. 8 bar erzeugt werden. Dieses System ist für die manuelle Anwendung im Melkstand oder von im Fressgitter fixierten Kühen gedacht. Im Fass können beliebige Reinigungs- und Desinfektionsmittel dem Wasser beigemischt werden (*BOVIBOOSTER, 2015*).

### **Vink Klauensprühmatte**

Die Firma *Vink* vertreibt zusätzlich eine Klauensprühmatte, die an beliebiger Stelle im Stall ausgebracht werden kann und lediglich einen Wasseranschluss benötigt. Die dreiteilige Gummimatte besteht aus einer Unter- einer Sprüh- und einer Deckmatte. Um die Matte vor wegrutschen zu sichern, werden Bodendübel eingesetzt und eine Abschlussmatte angebracht. Die Maße einer Matte betragen 80 cm x 40 cm, sodass vier Matten hintereinander angebracht werden, um eine Länge von 160 cm zu erreichen und zu gewährleisten, dass jede Klaue mindestens zweimal auf die Matte tritt. Jede Einheit besitzt acht Sprühdüsen, die durch ein Ventil verschlossen werden. Betritt die Kuh eine Düse wird das Ventil durch das Gewicht geöffnet und das Wasser spritzt von unten kraftvoll gegen die Klaue. Die Flüssigkeit fließt über die Matte seitlich ab. Durch eine Dosierpumpe kann zusätzlich eine Flüssigkeit bzw. Pflegemittel zudosiert werden. Die Sprühmatte kann bei Frost nicht betrieben werden und wird dann durch einen mitgelieferten Dummy ersetzt (*VINK, 2013*).

### **Claw Clean System**

Die niederländische *Firma JOZ BV* entwickelte ein automatisches Klauenreinigungs- und desinfektionssystem. Es besteht aus einer zentralen Steuerungseinheit, ein bis zwei halbrunden Sprüheinheiten, einer Dosierpumpe und einem Sensor. Die halbrunde Sprüheinheit ist 60 cm breit, 40 cm lang und 21 cm hoch und wird in der Regel mittig auf dem Boden hinter dem Ausgang des Melkroboters oder im Rücktrieb des Melkstandes angebracht. Der oben im Gang angebrachte Sensor steuert die Sprüheinheit und löst die Reinigung aus. Die Steuerungseinheit wird an die Wasser- und Stromleitung angeschlossen, die einstellbare Dosierpumpe sorgt dabei für die Dosierung des Zusatzmittels. Empfohlen wird der Einsatz nach jedem Melkvorgang (*JOZ BV, 2012*).

## ■ Fütterung zur Verbesserung/Stärkung der Klauengesundheit

In diesem Abschnitt wird auf die Parameter der Fütterung eingegangen, die auf die Klauengesundheit einwirken.

In Bezug auf die Klauengesundheit von Milchvieh ist bei der Fütterung vor allem auf den Rohfasergehalt und die Energiedichte des Futters zu achten. Anzustreben ist ein Rohfasergehalt zwischen 22 % und 25 % in der Trockenmasse. Vor allem Klauenrehe und deren Folgekrankheiten entstehen durch Acidose und sind dadurch stark von der Fütterung abhängig (MÜLLER, 2010). Problematisch sind ebenfalls die Stoffwechselbelastungen, die durch eine Acidose entstehen können.

Neben dem Grundfutter sind verschiedene Nährstoffe für das Hornwachstum und die Hornhärte besonders wichtig. So sind die Aminosäuren Cystein, Histidin und Methionin für die Produktion von qualitativem Horn mitverantwortlich (EKFALCK, 1990). Eine mangelnde Calciumverfügbarkeit beschränkt das Hornwachstum und hat somit einen Einfluss auf die Hornqualität und Hornquantität (MÜLLING, 2009).

Zink und Kupfer beeinflussen die Keratinisierung, also die Umwandlung von lebenden Hautzellen in Hornzellen. Hierbei ist zu beachten, dass ein Antagonismus zwischen den beiden Stoffen besteht und deshalb eine Kupfermangelerscheinung trotz optimaler Versorgung entstehen kann (KIRCHGESSNER, 2014). In einer Studie von MOORE *et al.* (1989) wurden Kühen mehrere Jahre lang 200 mg Zink pro Tag zusätzlich separat zugeteilt. In der Versuchsgruppe trat daraufhin weniger Fäulnis, weniger Hornbruch und *Interdigital dermatitis* sowie weniger Lahmheit auf als in der 0-Gruppe. Kupfer sorgt für die chemische Bindung der Keratinfäden, wodurch das Horn härter und dadurch widerstandsfähiger wird. Die Grundversorgung liegt bei 1 mg Zink/kg Körpermasse des Tieres (KREHER, 2010). Selen kann dazu beitragen, die Verbindung der Keratinfäden zu schützen und aufrecht zu erhalten. Aus diesem Grund führt ein Selenmangel dazu, dass das Horn weich und instabil wird (MÜLLING, 2009)

Des Weiteren sind Vitamine für ein gesundes Hornwachstum notwendig. Mitentscheidend für die Hornproduktion ist beispielsweise Biotin (Vitamin H). Es hat Einfluss auf die Qualität des Zwischenzellkitts der Hornzellen und bedingt dadurch deren Elastizität und Widerstandsfähigkeit (GASTEINER, 2005). Aus diesem Grund ist Biotin essentiell für die Bildung und den Zusammenhalt von Haut, Haar und Klauen von Tieren (MAYNARD *et al.*, 1979). Im Pansen wird Biotin normalerweise in ausreichender Menge durch zellulosespaltende Bakterien produziert. Durch acidotische Verhältnisse und dadurch abgesenkten Pansen pH-Wert, wird die Biotinproduktion allerdings vermindert. Hierbei spielt wieder die Rohfaserversorgung eine große Rolle. Ein Biotinmangel führt zu verminderter Hornqualität, also weicherem Horn und begünstigt das Auftreten von Klauenkrankheiten wie Hornspalten, losen Klauenwänden und Ballenfäule (GASTEINER, 2005). FITZGERALD *et al.* (2000) haben auf 20 Betrieben in einem Langzeitversuch über 13 Monate den Einfluss von Biotin auf den Locomotion Score einer Milchviehherden getestet. Auf zehn Betrieben wurden dazu täglich 20 mg Biotin/Kuh zugefüttert. Im Vergleich zur 0-Gruppe performten diese Herden besser im Locomotion Score. Auch in anderen Versuchen (MIDLA *et al.*, 1998), (LISCHER *et al.*, 2002) wurde ein positiver Einfluss von Biotin auf die Klauengesundheit nachgewiesen.

## 2.4 Ökonomische Bedeutung von Klauenproblemen

"Bei einer Herdenleistung von 10.000 kg/Kuh/Jahr und einer Krankheitshäufigkeit von 40 % ergeben sich Kosten durch Klauenerkrankungen von 1,4 Cent/kg Milch. Bei einer Bestandsgröße von 150 Kühen sind das mehr als 20.000 Euro. Dafür kann man sich viel Prophylaxe kaufen und den Tieren viel Leid ersparen" (MAHLKOW-NERGE, 2012).

Aufgrund von Klauenproblemen können auf den Landwirt hohe finanzielle Verluste zukommen. Die Gesamtkosten setzen sich aus unterschiedlichen Punkten zusammen, die in Tabelle 1 mit Angaben von MÜLLING *et al.*, (2012) dargestellt sind. Es handelt sich dabei um direkte und indirekte Kosten, die durch Lahmheit entstehen.

**Tabelle 1: Kosten, die durch Lahmheit verursacht werden**

<b>Direkte Kosten</b>	
Behandlungskosten durch Tierarzt	60 €
Arzneimittelkosten	30 €
Aufgewendete Arbeitszeit	240 €
Sinkende Milchleistung	50 €
Verworfenem Hemmstoffmilch	25 €
<b>Indirekte Kosten</b>	
Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit/Zwischenkalbezeit	205 €
Sekundärerkrankungen, Abgänge	240 €
<b>Summe</b>	<b>850 €</b>

(Quelle: MÜLLING *et al.*, 2012)

Die Summe aus direkten und indirekten Kosten bilden die Verluste, die durch Lahmheit verursacht werden 850 € (MÜLLING *et al.*, 2012).

*BRUJINIS et al., (2010)* haben die Gesamtkosten für dieselben Faktoren auf einem Beispielbetrieb mit 65 Kühen berechnet. Sie haben einen Verlust von 3.919 €/Jahr ermittelt. Bricht die Krankheit *Dermatitis digitalis* in einer Herde aus, ist nicht nur mit Problemen in Bezug auf die Tiergesundheit zu rechnen, sondern auch mit ökonomischem Schaden, der 128 €/Kuh/Laktation betragen kann (*GUARD*).

In Tabelle 2 sind unterschiedliche Quellen aus der Literatur zusammengefasst, die sich mit den entstehenden Verlusten in der Milchviehhaltung durch Klauenerkrankungen auseinandergesetzt haben.

**Tabelle 2: Quellenzusammenfassung finanzielle Verluste in Folge von Lahmheit**

	Verlustmenge	Autor
<b>Milchleistungsverlust</b>	710 kg Milch/Laktation	<i>COULON et al. (1996)</i>
	360 kg Milch/Laktation	<i>GREEN et al. (2002)</i>
<b>Verlust durch Lahmheit</b>	300 €/Tier und Jahr	<i>GREENOUGH et al. (1997)</i>
	330 €/Tier und Jahr	<i>JANSSEN</i>
<b>Verlust durch DD</b>	95 €/Tier und Jahr	<i>CHA et al. (2010)</i>
	125 €/Tier und Jahr	<i>HUNGER</i>
	128 €/Tier und Jahr	<i>GUARD</i>

*COULON et al. (1996)* und *GREEN et al. (2002)* beschäftigten sich mit dem Milchverlust durch Klauenerkrankungen. *COULON et al. (1996)* verglichen dabei die Laktationskurven von lahmen mit den Kurven von gesunden Kühen. Sie stellten dabei heraus, dass Lahmheit am häufigsten in den ersten Laktationsmonaten und damit in der Hochleistungsphase auftritt. Diese Tatsache verschlimmert den Milchverlust zusätzlich, wodurch sich ein Milchleistungsverlust von 710 kg Milch/Laktation ergeben hat.

*GREEN et al. (2002)* stellten einen Milchverlust für eine 305-Tage Laktation in einer Milchviehherde mit 6500 kg Milch und 70 % lahmen Kühen fest. Der ermittelte Wert liegt bei 360 kg Milch/Laktation.

Durchschnittliche Verluste für eine Lahmheit geben *GREENOUGH et al. (1997)* mit 300 € und *JANSSEN* mit 330 €/Tier/Jahr an. Hierbei wird von einer Lahmheit ohne Einfluss von Geschwüren ausgegangen.

Die Verluste für DD wurden von *CHA et al. (2010)* ermittelt und betragen 95 €/Kuh/Jahr. Der größte Kostenpunkt wird dabei dem Behandlungsaufwand, mit 42 % der Kosten zugeschrieben. *HUNGER* gibt die Kosten für eine DD-Erkrankung mit 125 €/Tier/Jahr an.

*GUARD* berechnet die Gesamtkosten für eine DD-Erkrankung in einer Herde mit 35 Tieren und kommt auf einen Verlust von 128 €/Kuh/Jahr.

## 2.5 Möglichkeiten der Lahmheitsbeurteilung

Um Lahmheiten beurteilen zu können, sollte dieser Begriff zuerst definiert werden. *FÜRLI (2011)* definiert Lahmheit als Unvermögen der funktionsgerechten Benutzung einer oder mehrerer Gliedmaßen. Es ist die Bezeichnung für ein Symptom, nicht für eine Krankheit. Des Weiteren wird unterschieden in Stützbein-, Hangbein-, und gemischte Lahmheit. Das Individuum wird nach dem Schweregrad von 0-5 beurteilt, auf Herdenebene kann der Lahmheitsscore nach Sprecher angewendet werden (*MÜLLER, 2011*).

Damit der Schweregrad einer Lahmheit festgestellt werden kann, wurde eine Vielzahl von Bewertungsgrundlagen entwickelt. Diese Grundlagen können in drei verschiedene Gruppen eingeteilt werden. Es gibt Methoden der visuellen Lahmheitsbeurteilung, Methoden, bei denen die Gliedmaßenstellung und Gliedmaßenwinkelung berücksichtigt werden, z.B. bei *BOETTCHER et al. (1998)*, *GOMEZ et al. (2003)*, *HOLZHAUER et al. (2004)*, *HUTJENS (2004)* und computergestützte Methoden, z.B. von *SCOTT (1988)*, *RAJKONDAWAR et al. (2006)*, *BAHR et al. (2008)*, *CHAPINAL et al. (2008)*, *KOFLER et al. (2011)*.

Die meisten visuellen Beurteilungssysteme beruhen auf der Fortbewegungsweise einer Kuh (*ORGEL, 2010*). Die Notengebung erfolgt subjektiv und ist daher stark vom Beobachter abhängig. Darum kommt es häufig zu einer unterschiedlichen Ausprägung der Notenergebnisse. Die Bewertung sollte deshalb nach Möglichkeit immer von der gleichen Person, zur gleichen Tageszeit und am selben Ort durchgeführt werden. Als geeigneter Ort kann hier der Ausgang des Melkstandes zu Melkzeiten genannt werden, da die Kühe in Kleingruppen, meist flott und zielstrebig, nacheinander, die gleiche Strecke auf planem Untergrund passieren. Eine visuelle Beurteilung ist meist so simpel aufgebaut, dass sie auch von weniger geübten Personen, nach kurzer Einarbeitungszeit, durchgeführt werden kann und sich somit gut für die praktische Anwendung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb eignet (*FIEDLER, 2003*).

*MANSON u. LEAVER* erstellten (1988) eines der ersten Beurteilungsschemata, das in neun Bewegungsnoten unterteilt ist, dabei können auch halbe Noten vergeben werden. Die Notenskala reicht von 1-5, wobei 1 die beste Note ist. Die Note 5 ist nach dieser Methode der schlechteste zu vergebende Wert. Eine 1 wird vergeben, wenn eine Kuh absolut frei von Lahmheit ist.

*MANSON u. LEAVER* berücksichtigten bei ihrer Notengebung die Regelmäßigkeit des Ganges, Verhaltensstörungen, Schwierigkeiten beim Wenden, Aufstehen und Gehen und Ab- und Adduktion, d.h. wird die Bewegung vermehrt von der Körperachse weg bzw. zur Körperachse hin ausgeführt.

Ein Jahr später entwickelten *COLLICK et al. (1989)* die „Clinical Effect Note“. Sie entsteht durch die Erfassung der verminderten Belastung erkrankter Gliedmaßen, anhand einer Lahmheitsskala von 1-4. Zudem erfolgt eine Klauenuntersuchung, bei der Läsionen erfasst werden. Den Läsionen werden Strukturnoten zugeteilt. Außerdem wird die Anzahl der Tage erfasst, an denen die Kuh mit den Läsionen behaftet ist. Das System von *COLLICK et al. (1989)* hat sich nicht als praxistauglich erwiesen, da es mit großem Zeitaufwand verbunden ist. In kurzer Zeit kann nur eine kleine Tierzahl bewertet werden, was das Bewerten von größeren Herden erschwert. Deshalb orientierten sich *WELLS et al. (1993)* an der Neun-Punkte-Skala von *MANSON u. LEAVER (1988)* und verwendeten sie in vereinfachter Form für ihre Studien. Sie entwickelten daraus ein Fünf-Punkte-System, das das Ausmaß der Gangabnormalität untersucht.

Ein weiteres, bis heute gültiges System wurde von *SPRECHER et al. (1997)* etabliert, das in Anlehnung an das Schema von *MANSON u. LEAVER (1988)* erstellt wurde (*ORGEL, 2010*). Dabei werden die zu bewertenden Kühe in fünf definierte Lahmheitsgrade eingeteilt.

Anders als bei *MANSON u. LEAVER* wird bei der Lahmheitsbeurteilung nach *SPRECHER et al. (1997)* die Krümmung des Rückens im Stehen und Gehen berücksichtigt. Dies ist eine sinnvolle Ergänzung des Beurteilungssystems nach *MANSON u. LEAVER*, denn Kühe mit Problemen am Fundament, zeigen auch Rückenkrümmungen. Diese können am besten zu Fresszeiten erfasst werden, da ein großer Teil der Herde aufgereiht im Fressgitter steht und dieselbe Körperhaltung annimmt. Diese fünf Lahmheitsgrad werden in Tabelle 3 dargestellt.

**Tabelle 3: Locomotion Scoring nach Sprecher et al. (1997)**

Note	Klinische Beschreibung	Beurteilungskriterien
1	<b>Normal</b>	Rücken ist im Stehen und beim Laufen ungekrümmt. Kuh tritt normal auf.
2	<b>leicht lahm</b>	Rücken ist im Stehen ungekrümmt, beim Gehen jedoch gekrümmt, Gang ist leicht abnormal.
3	<b>mäßig lahm</b>	Rücken ist im Stehen und beim Laufen gekrümmt. Kuh macht mit einem oder mehreren Beinen kürzere Schritte.
4	<b>lahm</b>	Rücken ist im Stehen und beim Laufen gekrümmt. Kuh tritt auf einem oder mehreren Beinen nur noch teilweise auf.
5	<b>stark lahm</b>	Rücken ist gekrümmt. Kuh belastet ein Bein nicht mehr. Kuh steht nicht mehr oder nur noch unter großen Schwierigkeiten auf.

## 2.6 Behandlungsmöglichkeiten von *Dermatitis digitalis*

Um eine rasche Gesundung von *Dermatitis digitalis* zu erreichen, besteht eine wirkungsvolle Therapie aus einer lokalen chemotherapeutischen Behandlung. Dazu gehören eine Klauenwäsche, das Scheren der Haare im Ballenbereich eine Abtrocknung der Haut und das Auftragen antiseptischer Substanzen (NUSS u. STEINER, 2004).

Erfolge beim Einzeltier wurden durch die kontrollierte Behandlung mit trockenen Verbänden, antiseptischen Wirkstoffen und regelmäßigen Nachbehandlungen erzielt. Methoden, wie das chirurgische Abtrennen des betroffenen Gewebes, Entfernen des Gewebes durch Brennen, Ätzen oder Vereisen, kommen grundsätzlich nicht in Betracht. Ohne Betäubung fügen sie dem Tier unnötige Schmerzen zu. Außerdem sind eine schlechte Erfolgsquote und lange Nachbehandlungszeiten Gründe für die Ablehnung dieser Behandlungsmöglichkeiten (READ u. WALKER; SHEARER et al., 1998). Empfohlen werden Klauenbäder (NUSS u. STEINER, 2004), deren Anwendung im folgenden Kapitel näher erläutert wird.

### Klauenbäder

Zur Behandlung von DD werden in größeren Milchviehbetrieben immer häufiger Klauenbäder eingesetzt. Bevor ein Klauenbad zum Einsatz kommt, sollten die übrigen Faktoren, die auf die Klauengesundheit einwirken (siehe [Kapitel 2.3](#)), überprüft werden, ansonsten bleibt auch ein Klauenbad wirkungslos. Auf dem Markt für Klauenbäder sind unterschiedliche Substanzen mit verschiedenen Wirkstoffen erhältlich, deshalb muss beim Einsatz das Arzneimittelgesetz und Umweltschutzmaßnahmen beachtet werden (FIEDLER u. MAIERL, 2004). In Tabelle 4 sind einige dieser Mittel mit deren Wirkung, Vor- und Nachteilen und einem Hinweis zur Anwendung aufgelistet.

**Tabelle 4: Eingesetzte Chemikalien in Klauenbädern**

Chemikalie	Wirkung	Anwendung	Vorteile	Nachteile
<b>Formalin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornaustrocknung</li> <li>• keimabtötend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verdünnte Lösung 3-5 %</li> <li>• nur im Therapienotstand zugelassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Resistenzen</li> <li>• gute Abbaubarkeit in der Gülle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wirkungslos ab &lt; 10 °C</li> <li>• krebserregend</li> <li>• Hornschädigung</li> <li>• Wartezeit (7 Tage Milch, 28 Tage essbares Gewebe)</li> </ul>
<b>Kupfersulfat/Zinksulfat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornentfettung- und Austrocknung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verdünnte Lösung 3-5 %</li> <li>• nur im Therapienotstand zugelassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Resistenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• korrosive Wirkung</li> <li>• Entsorgungsprobleme</li> </ul>
<b>Peressigsäure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornaustrocknung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 %ige Peressigsäure bzw. 1,5-2 %ige Lösungsansätze</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verätzungsgefahr,</li> <li>• rasche Zersetzung</li> </ul>
<b>Industriell gefertigte Klauenbad-Lösungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keimverdünnung</li> <li>• Haut- und Hornpflege</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosierung abhängig von Präparat</li> <li>• zugelassen als Reinigungs- und Pflegemittel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenside 90 % biologisch abbaubar</li> <li>• org. Säuren und Kräutereextrakte 100 %ige Abbaubarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kupfer-Chelat-Verbindungen</li> <li>• Entsorgungsproblem</li> </ul>
<b>Antibiotika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach Präparat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nur im Therapienotstand mit Erregernachweis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wartezeit</li> <li>• Resistenzentwicklung</li> </ul>
<b>Geschäumte Tenside</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schmutzlösend</li> <li>• desinfizierend</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor dem Melken</li> <li>• Einwirkzeit 5 Minuten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontamination unter den Tieren minimieren</li> </ul>	

(Quelle: FIEDLER, MAIERL, 2004)

### **Chlortetracyclinhaltiges Spray**

Bei dem chlortetracyclinhaltigem Spray handelt es sich um ein Tierarzneimittel mit dem antibiotischen Wirkstoff Chlortetracyclin. Damit sollen traumatische oder chirurgische Oberflächenwunden und Wunden, die mit chlortetracyclinempfindlichen Erregern kontaminiert sind, behandelt werden. Das Produkt kann als Teil der Behandlung von äußerlichen Haut- und Klaueninfektionen eingesetzt werden. Insbesondere wird vom Hersteller ein Einsatz gegen *Dermatitis interdigitalis* (Panaritium und Moderhinke) und *Dermatitis digitalis*, die durch chlortetracyclinempfindliche Erreger entstehen, empfohlen (NOVARTIS, 2012). SHEARER et al. (1998) beschreiben die gezielte Behandlung mit antibiotikahaltigem Spray als die Effektivste.

Die Wirkung von Chlortetracyclin erfolgt bakteriostatisch. Das heißt, dass das Mittel durch eine Proteinsynthesehemmung der bakteriellen Zellen wirkt. Insbesondere werden dabei die Zellteilung und die Bildung der Zellwand eingeschränkt. Dabei bindet sich Chlortetracyclin an die Rezeptoren des bakteriellen Ribosoms, sodass die Bildung des Messenger-RNA-Ribosomkomplexes gestört wird (NOVARTIS, 2012).

Vorgesehen ist das Spray für die Anwendung auf der Haut. Dafür soll der Behälter vor dem Sprühen gründlich geschüttelt werden und anschließend aus einer Entfernung von 15-20 cm die zu behandelnde Stelle etwa 3 Sekunden besprüht werden. Bei *Dermatitis digitalis* wird zu einer zweiten Anwendung nach 30 Sekunden geraten. Diese Behandlung sollte dann an insgesamt drei aufeinanderfolgenden Tagen einmal bis zweimal täglich stattfinden. Bei Bedarf sollte diese Therapie innerhalb von 1-3 Tagen nochmals wiederholt werden. Da das Produkt weder auf Fleisch, noch auf Milch eine Wartezeit hat, kann der antibiotische Einsatz auch bei laktierenden Kühen ermöglicht werden (NOVARTIS, 2012).

## **Biozid-Produkte**

Biozid-Produkte bestehen aus einem oder mehreren Wirkstoffen und Zubereitungen, die für die biologische oder chemische Zerstörung von Schadorganismen verantwortlich sind (SEIMETZ *et al.*, 2007).

Beispielsweise wird von der Firma *Eimermacher* zur Behandlung von *Dermatitis digitalis* ein Biozid angeboten, das Glutaral und Benzalkoniumchlorid enthält. Dabei handelt es sich um ein registriertes Biozid zur Anwendung an Klauen bei Rindern, Schweinen, Schafen und Ziegen, das den Infektionsdruck an der Klaue minimieren soll. Es wirkt desinfizierend, indem es die Feuchtigkeit des Klauenhorns reguliert und die Widerstandskraft von Ballenhorn und Ballenhaut stärkt. Die Stoffe dringen bis in die Feinstrukturen der Klaue ein und hemmen dort das Wachstum spezifischer Fäulniserreger durch einen Schutz- und Feuchtigkeitsfilm. Die Selbstheilung durch den Körper soll damit unterstützt werden. Es gibt keine Wartezeit auf essbare Gewebe und Milch (EIMERMACHER, 2014).

Von der Firma *MK:Nutztierhygiene* wird ebenfalls ein Biozid vertrieben, das zum Einsatz in der Klauenwaschanlage empfohlen wird. Es besteht aus Wasserstoffperoxid in Bindung mit Silberionen. Wasserstoffperoxid wirkt dabei zytotoxisch. Es besitzt die Fähigkeit, Zellen und Gewebe zu schädigen (CHEMIE.DE, 2015).

## 2.7 Rechtsgrundlage

### ■■■■ Lokale Behandlung bei Dermatitis digitalis

Zur lokalen Behandlung von *Dermatitis digitalis* sind chlortetracyclin- und oxytetracyclinhaltige Sprays, sowie ceftiofur- und cefquinonhaltige Injektionsarzneimittel zur parenteralen Behandlung beim Rind zugelassen (KLEIMINGER, 2012).

### ■■■■ Antibiotika

Der Einsatz von Medikamenten bei landwirtschaftlichen Nutztieren ist für Tierärzte, sowie für Tierhalter durch strenge gesetzliche Vorschriften geregelt. Die 16. Novelle des Arzneimittelgesetzes ist am 1. April 2014 in Kraft getreten und verfolgt das Ziel, den Antibiotikaeinsatz in der Nutztierhaltung zu verringern. Laut Gesetz müssen alle durchgeführten Antibiotika-Behandlungen bei öffentlichen Stellen gemeldet werden. Dies gilt gemäß dem Beschluss vom 13.06.2014 lediglich für Mastbetriebe, die halbjährig durchschnittlich mehr als 250 Schweine, 20 Rinder, 1.000 Puten oder 10.000 Masthühner halten. Das Antibiotika-Minimierungskonzept, Kernstück der 16. Gesetzesnovelle, ermöglicht den Behörden die Häufigkeit des Antibiotikaeinsatzes zu überwachen und zu beurteilen. Bei erhöhtem Verbrauch müssen Tierhalter und Hoftierärzte bestimmte Maßnahmen ergreifen, z.B. einen schriftlichen Reduktionsplan erstellen. Dies ist wichtig, da antibiotikaresistente Bakterien Therapieschwierigkeiten in der Veterinär-, und auch in der Humanmedizin verursachen können. Somit kann es zu einer steigenden Mortalität und Morbidität kommen (ROESICKE u. PLANER, 2014).

### ■■■■ Kupfersulfat und Formalin

Bei lebensmittelliefernden Tieren dürfen in der EU laut Arzneimittelgesetz nur geprüfte Fertigarzneimittel verwendet werden. Diese Arzneimittel werden in Bezug auf ihre Wirksamkeit und Wartezeit streng geprüft. Formalin und Kupfersulfat werden als

Rohstoffe gekauft und dürfen somit vom Tierarzt nur bei Therapienotstand, also wenn keine anderen Behandlungsmaßnahmen anschlagen, verschrieben werden. Nach dem Gebrauch von diesen Rohstoffen in einem Bestand, muss eine gesetzlich festgelegte Wartezeit von sieben Tagen auf Milch und 28 Tagen auf essbares Gewebe eingehalten werden. Außerdem muss die Anwendung dokumentiert werden (FIEDLER, 2014). Bei einem fehlerhaften Einsatz von Rohstoffen wie Formalin und Kupfersulfat drohen rechtliche Konsequenzen, sowie Strafen im Rahmen der Cross Compliance bis hin zur Sperrung (FIEDLER, 2014).

### Biozid-Produkte

Biozid-Produkte werden aus einem oder mehreren Wirkstoffen hergestellt. Sie wirken biologisch oder chemisch auf für Nutztiere schädliche Organismen ein. Sie bekämpfen diese durch Zerstörung oder Abschreckung (SCHATTAUER, 2012).

Solche Produkte müssen einer Produktart des Anhangs V der Biozid-Richtlinie (RL 98/8/EG) zuordenbar sein. Hier sind die Produktarten mit den jeweils erlaubten Wirkstoffen gelistet. Des Weiteren müssen Biozid-Produkte durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zugelassen und mit einer BAuA-Nummer gekennzeichnet sein. Diese Produkte sind also ausschließlich zugelassene und registrierte Fertigprodukte und keine Rohstoffe (KLEIMINGER, 2012).

#### 2.7.5 Peressigsäure

Die Anwendung von Peressigsäure ist nach dem Arzneimittelgesetz verboten, da es sich hier ebenfalls um einen Rohstoff handelt. Wie bei Kupfersulfat und Formalin, gelten im Therapienotstand gesonderte Regelungen. Ein weiteres Problem beim Einsatz von Peressigsäure sind starke Verätzungen, die an Rinderklauen schon durch leichte Überdosierungen verursacht werden (MAIER *et. al*, 2013).

# 3 Material und Methode

---

## 3.1 Betriebsdaten

Der Versuch zur Auswirkung einer Klauenwaschanlage auf den Locomotion Score einer Milchviehherde, die an *Dermatitis digitalis* befallen ist, wurde auf einem mittelfränkischen Betrieb durchgeführt. Die Jungviehaufzucht des Betriebes befindet sich in einem separaten Tretmiststall des Landwirts. Vor der ersten Kalbung kommen die Jungtiere in den Trockensteherbereich, der mit Spaltenboden und Hochboxen ausgestattet ist. Die Spalten wurden mit einer Fräsmaschine sowohl bei den Trockenstehern, als auch bei den melkenden Kühen aufgeraut und sind dadurch rutschsicherer. Nach dem Abkalben kommen die Jungtiere dann zu der melkenden Herde, wo ebenfalls Hochboxen vorhanden sind. Für die rund 80 – 90 melkenden Kühe stehen insgesamt 105 Liegeboxen und 86 Fressplätze zur Verfügung. Da der Stall verlängert wurde, gibt es im „alten“ Bereich 69 Liegeboxen mit einer Liegefläche von je 1,70 m x 1,10 m. Der Nackenriegel, ein starres Metallrohr, befindet sich in einer Höhe von 105 cm. Die Abtrennungen zwischen den Boxen bestehen ebenfalls aus Metallrohren, die im hinteren und vorderen Bereich im Boden verankert sind. Dazwischen wird ein elastisches Band gespannt, um die Kühe beim Liegen seitlich zu begrenzen. Im „neuen“ Bereich betragen die Maße der 36 Liegeboxen 1,70 m x 1,20 m und der Nackenriegel befindet sich in einer Höhe von 1,15 m. Die seitliche Begrenzung bilden Rohre, die allerdings nur noch im Kopfbereich eine Verbindung zum Boden haben. Alle Boxen wurden 2004 mit Gummimatten ausgestattet.

Für eine Verbesserung der Hygiene auf den Laufflächen ist ein Spaltenroboter der Firma *DeLaval* installiert, der mehrmals täglich den Spaltenboden säubert. Die Spaltenweite im Betrieb beträgt 4,0 cm und die Auftrittsfläche 12,0 cm.

Die Eckdaten aus dem LKV-Bericht des Jahres 2013 sind in Tabelle 5 aufgelistet.

**Tabelle 5: Herdensteckbrief**

Rasse	Fleckvieh
Durchschnittliche Kuhzahl	94
Herdendurchschnittsalter in Jahren	4,6
Durchschnittliche Laktationszahl	2,5
Durchschnittliche Zwischenkalbezeit in Tagen	402
Durchschnittliches Erstkalbealter in Monaten	28,8

*(Quelle: LKV-Jahresbericht, 2013)*

Die Klauenpflege der gesamten Herde wird von einem externen Klauenpfleger durchgeführt. Für Bedarfsfälle steht auf dem Betrieb zusätzlich ein Kippstand zur Verfügung, in dem lahrende Kühe vom Betriebsleiter behandelt werden können.

## 3.2 Klauenwaschanlage

Die Klauenwaschanlage, die für den Versuch verwendet worden ist, ist das Produkt der Firma *MK:Nutztierhygiene Michael Keller GmbH*. Der Aufbau und die Funktion sind bereits im Kapitel 2.3.4 ausführlich beschrieben und werden hier nochmals kurz zusammengefasst.

Die für den Versuch verwendete Maschine wird mit Wasser betrieben und ist zweiteilig aufgebaut. Im ersten Bereich werden die Klauen durch sechs mittig eingebaute Waschdüsen von hinten und von vorne mit Wasser, das unter Druck steht, gereinigt. Die Lauffläche besteht aus einem Gitterrost. Dieser Bereich ist so lang, dass jede Klaue zweimal auftreten soll. Im zweiten Teil, der Desinfektion, befinden sich zwei Vernebelungsdüsen, die das Desinfektionsmittel auf die Klauen applizieren. Durch das Auftreten auf den Rost wird die Klaue gespreizt, sodass der Sprühnebel sowohl den Klauenballen als auch den Klauenzwischenspalt benetzt. Die Dosierung des Desinfektionsmittels kann je nach Infektionsrate und Bedarf manuell eingestellt werden. Aktiviert werden die zwei Bereiche separat durch Lichtschranken am Ein- und Ausgang der Waschanlage. Vom Hersteller wird empfohlen, die Anlage vor dem Melkstand zu installieren, da hier vergleichsweise saubere Bedingungen herrschen und dadurch das Mittel genügend Zeit zum Einwirken hat. Zusätzlich erleichtert es die direkte Kontrolle der Klauen durch den Melker (*MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015*).

## **Installation**

Die Klauenwaschanlage wurde auf dem Betrieb am 09.07.2013 im Austrieb des Melkstandes installiert. Hierfür wurde der Austrieb ein wenig verbreitert, um genügend Platz zu schaffen. Die Elektronik ist seitlich in der Anlage untergebracht. Geschützt wird der Bereich zusätzlich durch Metallplatten, die seitlich eingehängt werden. Der Kanister mit dem Desinfektionsmittel ist ebenfalls dort zentral an der Pumpeinheit untergebracht.

Um die Tiere an die neue Maschine zu gewöhnen, wurde diese am ersten Tag nicht mit Wasser betrieben, sondern ohne Spülvorgang durchlaufen lassen. Da die Tiere zu Beginn sehr schreckhaft und verängstigt waren, wurde in die Maschine Stroh eingelegt und begonnen, die Klauen mit dem Wasser zu spülen, um die Kühe an die Geräusche zu gewöhnen. Nach weiteren drei Tagen, am 13.07.2013 konnte der Betrieb ohne Stroh aufgenommen werden. Die Desinfektion wurde am 19.07.2013 gestartet. Nach etwa einer Woche Eingewöhnungszeit hatten die Tiere weit weniger Angst und durchliefen die Anlage meist problemlos. Abbildung 6 zeigt die eingebaute KWA.



**Abbildung 6:** Klauenwaschanlage des Versuchsbetriebs

### 3.3 MK:N Klauenhygiene

Bei MK:N Klauenhygiene handelt es sich um das Desinfektionsmittel, das während des Versuchs eingesetzt wurde. Es ist ebenfalls ein Vertriebsprodukt der Firma MK:N. Der Wirkstoff des Mittels ist Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) in Lösung. Laut Firmenangaben oxidiert das Biozid, sobald es auf Keime, Pilze und Bakterien trifft und „verbrennt“ diese dadurch. Resistenzen sind bisher nicht bekannt und die Anwendung soll in der vorgeschriebenen Dosierung nicht schmerzhaft für das Tier sein.

(MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015). Das Biozid hat die Registernummer N-47157 und ist bei BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) gelistet.

Der Wirkstoff des verwendeten Mittels ist Wasserstoffperoxid. Dieser Wirkstoff ist farblos, fast geruchlos und gut mit Wasser mischbar, wodurch eine saure Lösung entsteht. Des Weiteren ist Wasserstoffperoxid sehr reaktionsfähig und hat eine stark oxidierende Wirkung. Der Stoff selbst brennt nicht, kann aber mit brennbaren Stoffen reagieren, sodass ohne eine weitere Zündquelle eine Entzündung entstehen kann. Bei zu hohen Temperaturen oder durch Katalysatoren zersetzt sich Wasserstoffperoxid zu Wasser und Sauerstoff. Laut *GESTIS-Stoffdatenbank* ist bei Versuchen eine gute Resorbierbarkeit des Stoffes durch die Haut abgeleitet worden. Bei starker Verdünnung des Mittels unter 3 % darf die Lösung dem Abwasser zugeführt werden (*GESTIS-STOFFDATENBANK, 2001*). Auch bei dem Produkt der Firma MK:N ist ein Eintrag in die Gülle, der automatisch durch das Auftragen auf die Klaue entsteht unbedenklich, da das Mittel biologisch abbaubar ist. Somit soll es auch keine Störung von Biogasanlagen verursachen.

Wasserstoffperoxid wirkt zytotoxisch. Das bedeutet, dass das Mittel die Fähigkeit besitzt, Zellen und Gewebe zu schädigen. Besonders gegen prokaryotische Kleinstlebewesen wirkt es durch seine starke Toxizität desinfizierend.

Hochkonzentrierte Lösungen von Wasserstoffperoxid können sich spontan unter Explosion zersetzen und sind daher im Handel maximal als 35 %ige Lösung in Wasser frei erhältlich (*CHEMIE.DE, 2015; SCHULTE, 2015*).

Auffällig bei der Anwendung des Produkts ist, dass das Mittel bei Kontakt mit Kot weiß schäumt und auch bei nur geringem Hautkontakt diese weiß erscheinen lässt. Dabei handelt es sich um Sauerstoffbläschen, die durch das sich zersetzende Wasserstoffperoxid unter der Haut entstehen und nach relativ kurzer Zeit wieder verschwinden (*GESTIS-Stoffdatenbank, 2001*).

### 3.4 Locomotion Scoring

Das Gangbild der gesamten Kuhherde wurde anhand des Locomotion Scores nach *SPRECHER et al. (1997)* bewertet (siehe Tabelle 3). Der Versuchszeitraum belief sich dabei vom 05.04.2013 bis zum 01.11.2013. Das erste Scoring wurde am 05.04.2013 durchgeführt. Danach erfolgte die Bewertung zuerst im zweiwöchigen Rhythmus. Ab dem 24.05.2013 wurde das Scoring wöchentlich durchgeführt. Am 31.05.2013 fand eine Klauenpflege in der Herde statt, bei der allerdings nur 44 von 85 Tieren geschnitten wurden. Aus diesem Grund fand sowohl am 30.05.2013 als auch am 1.06.2013 ein Scoring der kompletten Herde statt, um den Einfluss der Klauenpflege auf die Bewegungsnote zu berücksichtigen. Anschließend wurden bis einschließlich 01.11.2013 wöchentlich die Bewegungsnoten der Tiere betrachtet. Insgesamt wurde die Herde dadurch über sieben Monate hinweg 29 Mal bewertet. Zwölf der Scorings fanden dabei vor der Installation der Klauenwaschanlage statt.

Um den Arbeitsaufwand möglichst gering zu halten, fand die Lahmheitsbewertung zu den Melkzeiten statt. Sie wurde immer von derselben Person, die sich zum Bewerten am Ausgang des Melkstandes befand, durchgeführt. So kann sichergestellt sein, dass bei dieser subjektiven Bewertungsmethode keine abweichenden Ergebnisse durch unterschiedlich bewertende Personen auftreten.

### 3.5 Datenauswertung

Zur Auswertung der Daten wurden die Scoringwerte jeder Kuh zunächst erfasst. Im ersten Teil der Arbeit wurde der durchschnittliche Verlauf der Bewegungsnoten über den gesamten Versuchszeitraum hinweg betrachtet. Dazu wurde für jeden Scoringtag der Mittelwert aus den gescorten Tieren gebildet. Diese 29 Mittelwerte können somit graphisch dargestellt werden (siehe Diagramm 1).

Im zweiten Teil der Arbeit ist die Auswirkung der Klauenpflege auf die Herde untersucht worden. Diese fand am 31.05.2013 statt, wobei 44 von 85 Tieren eine funktionelle Klauenbehandlung erhalten haben. Daraus ergeben sich für diesen Abschnitt zwei Vergleichsgruppen, die der behandelten und die der unbehandelten Tiere. Es wird dabei vor allem die differenzierte Auswirkung des Locomotion Scores der beiden Gruppen nach der Klauenpflege näher betrachtet. Ebenso der unterschiedliche Verlauf durch den Einfluss der Klauenwaschanlage.

Beim Versuchsaufbau gab es drei markante Zeitpunkte. Die Klauenpflege am 31.05.2013, den Einbau der Klauenwaschanlage am 09.07.2013 und den Beginn des Einsatzes des Desinfektionsmittels am 19.07.2013. Aus diesem Grund wurden zunächst vier Perioden gebildet, die dann varianzanalytisch ausgewertet wurden.

Periode 1 (P1): vor der Klauenpflege

Periode 2 (P2): nach der Klauenpflege, vor Einbau der Klauenwaschanlage

Periode 3 (P3): nach Einbau der Klauenwaschanlage, vor Mitteleinsatz

Periode 4 (P4): nach Mitteleinsatz

Im Folgenden werden diese Zeiträume mit P1, P2, P3 und P4 abgekürzt.

## Einfaktorielle Varianzanalyse

Die Durchführung der statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS (*Statistical Analysis Software*). Hierfür wurden zunächst die Daten und Auswertungen mit Microsoft Excel (Microsoft Office 2002) erfasst und vorbereitet. Es wurde überprüft, ob sich die Perioden signifikant voneinander unterscheiden (*EFSA, 2011*).

Bei der statistischen Auswertung wurde folgendes Modell zugrunde gelegt:

$$y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Dabei bedeutet:

$y_{ij}$  = Beobachtungswert am Tier j in der Stufe i des Versuchsfaktors

$\mu$  = Gesamtmittelwert

$a_i$  = Einfluss des Versuchsfaktors in der Stufe i

$e_{ij}$  = zufällige Abweichung des Tieres j bei der Stufe i des Versuchsfaktors

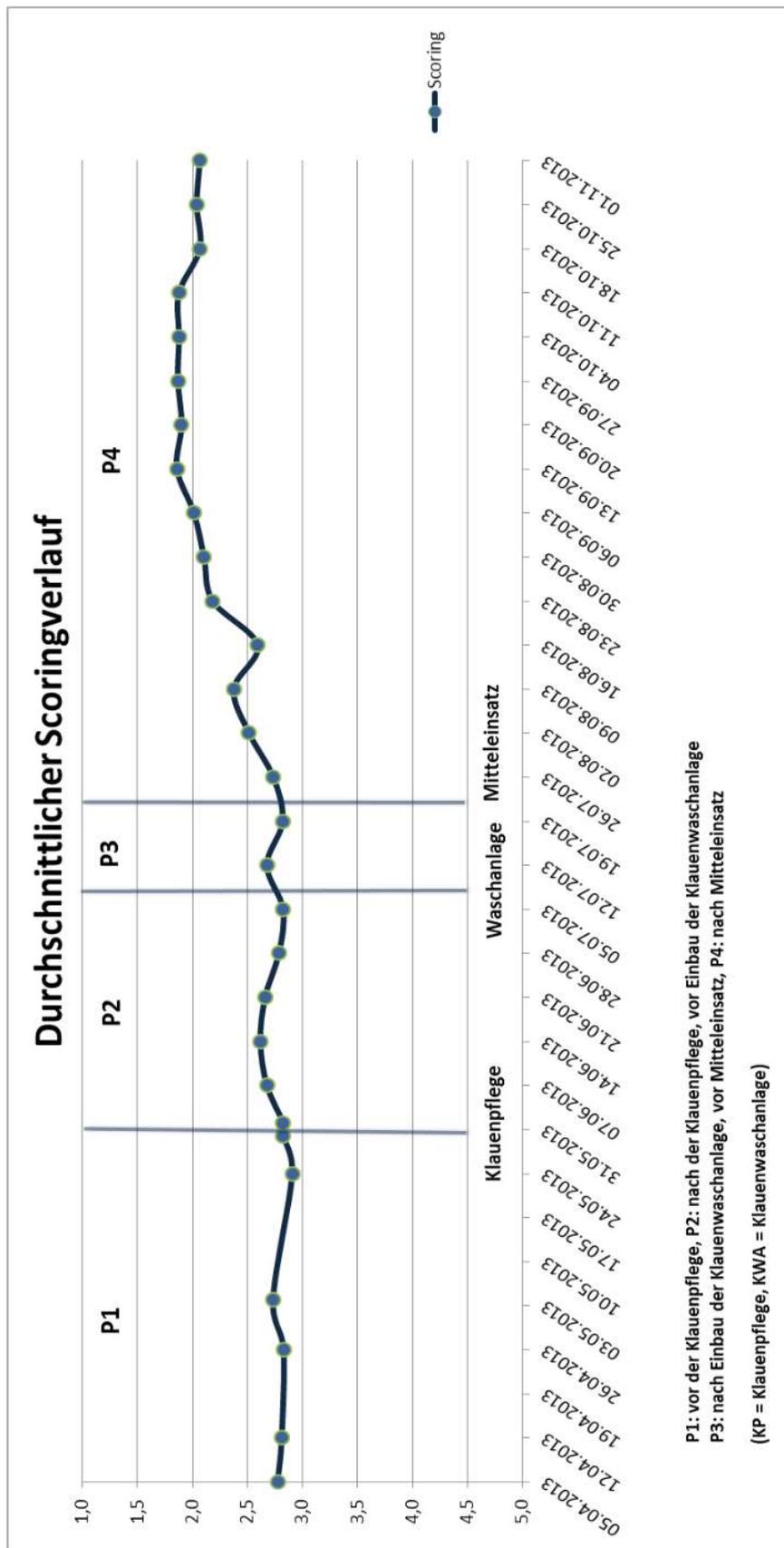
Bei Wiederkäuerversuchen wird eine Signifikanz von  $P < 0,1$  angenommen.

# 4 Ergebnisse

---

## 4.1 Auswertung Scoring

In Diagramm 1 wird die durchschnittliche Veränderung der Gangnoten, anhand eines Kurvenverlaufes dargestellt. Die Punkte auf der Linie markieren die Tage, an denen die Scoring's stattgefunden haben. Des Weiteren sind die drei ausschlaggebenden Zeitpunkte, die Klauenpflege, der Einbau der Waschanlage und der Beginn des Mitteleinsatzes im Diagramm eingetragen. Beim ersten Scoring am 05.04.2013 wurde ein durchschnittlicher Wert der Herde von 2,8 ermittelt. Anschließend sank der Wert bis zum 24.05.2013 auf den schlechtesten Stand von 2,9 ab. Nach der Klauenpflege verbesserte sich das Gangbild bis zum 14.06.2013, wobei hier nur ein Teil der Tiere eine funktionelle Klauenpflege bekommen haben. Danach fiel die Gangnote wieder auf 2,8 ab. Ab dem Zeitpunkt des Einbaus der Klauenwaschanlage zeigt sich im Verlauf eine Verbesserung der Bewegungsnote. Nach drei Wochen macht dieser einen Knick abwärts, erholt sich danach aber wieder. Ab dem 19.07.2015 wurde dann das Desinfektionsmittel in der Klauenwaschanlage eingesetzt und die Scoringwerte verbesserten sich nochmals, sodass der beste Stand am 13.09.2013 mit einem Wert von 1,9 erreicht wurde. Dieser Wert hielt sich über mehrere Wochen konstant. Zum Ende des Versuchs hin, fiel die Gangnote wieder leicht ab, sodass der Versuch mit einem Scoringwert von 2,1 endet.



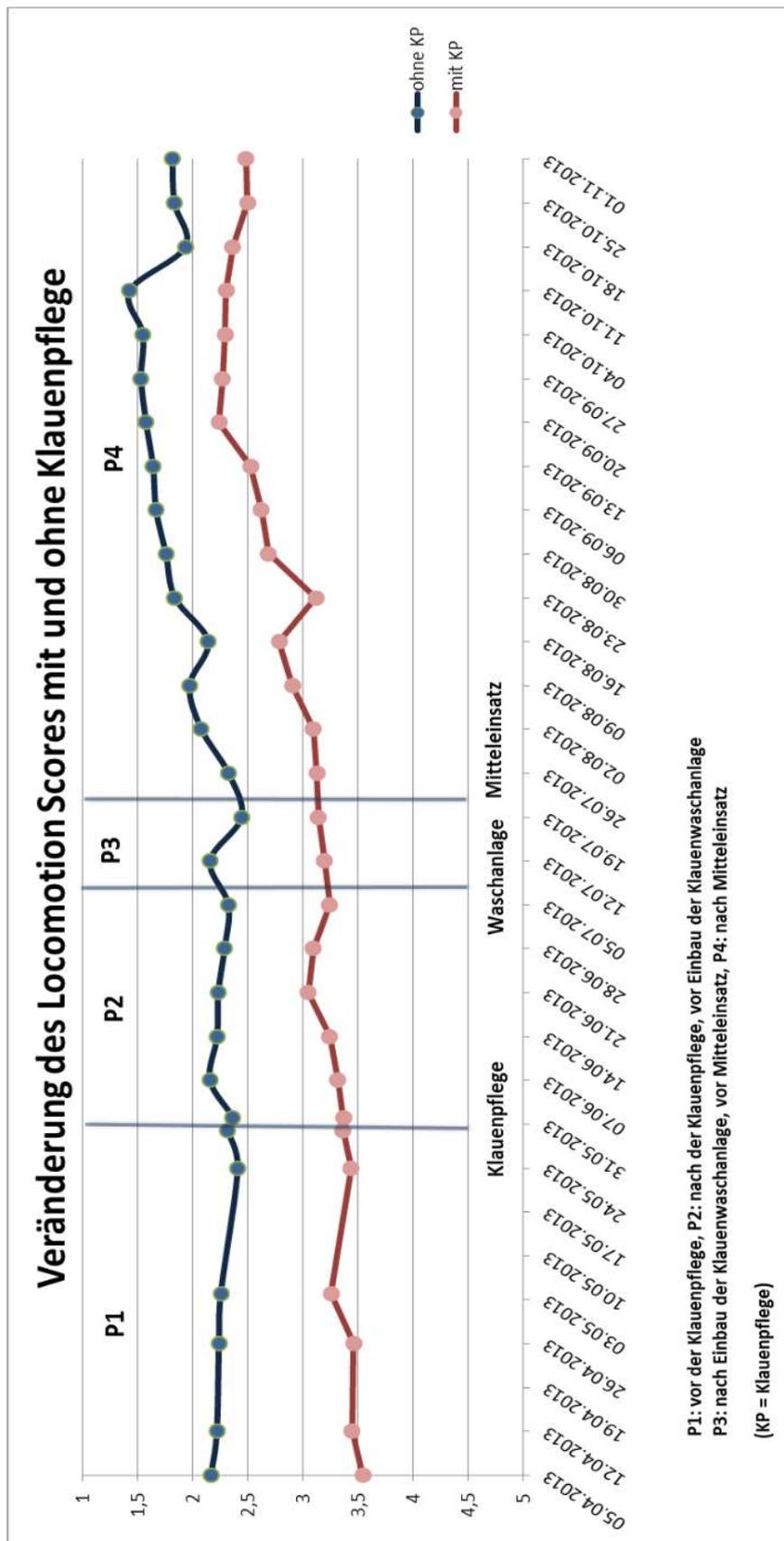
**Diagramm 1:** Durchschnittlicher Scoringverlauf

Diagramm 2 zeigt die Veränderung des Locomotion Scores in Abhängigkeit davon, ob die Kühe eine Klauenpflege erhalten hatten oder nicht. Die blaue Linie stellt dabei den Verlauf der Tiere dar, die keine Klauenpflege hatten, die rote Linie den Verlauf der Tiere mit Klauenpflege. Ob eine Kuh Klauenpflege erhalten hat oder nicht hing vom subjektiven Eindruck des Lahmheitsgrades am Tag der Klauenpflege ab. Es wurden also die Tiere behandelt, die besonders schlecht liefen.

Die zwei Gruppen beginnen das Scoring deshalb mit deutlich voneinander abweichenden Gangnoten. Der Scoringwert verhielt sich bei den unbehandelten Tieren bis zum 31.05.2013, dem Tag der Klauenpflege, und auch darüber hinaus bis zum Einbau der Klauenwaschanlage am 09.07.2013 relativ konstant zwischen 2,2 und 2,4.

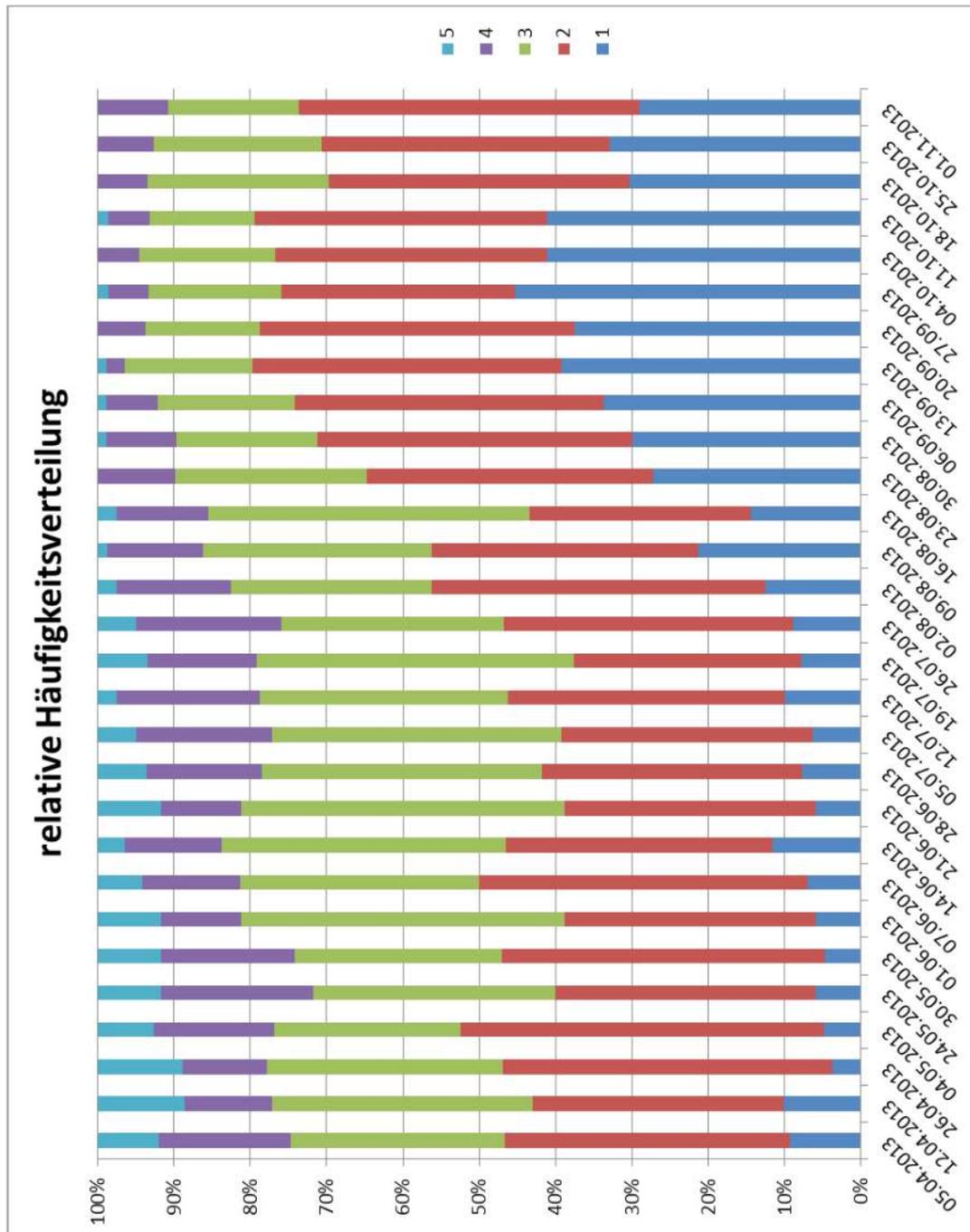
Die behandelten Tiere starteten in den Versuch mit einem Wert von 3,5, der sich bis zur Klauenpflege ebenfalls kaum verändert. Nach der funktionellen Behandlung steigt der Scoringwert zwischenzeitlich auf 3,0 an, bevor er wieder leicht fällt. Nach dem Einbau der Klauenwaschanlage und mit Beginn des Mitteleinsatzes steigt der Scoringwert wieder an, sodass am 20.09.2013 der beste Wert von 2,2 in der behandelten Gruppe erreicht wird. Anschließend fällt die Bewegungsnote auf einen Endstand von 2,5 ab.

Auch der Wert der unbehandelten Tiere steigt nach dem Einbau der Klauenwaschanlage und der Desinfektion bis zum 11.10.2013. Beim Versuchsende betrug der Scoringwert in dieser Gruppe 1,8.



**Diagramm 2:** Veränderung des Locomotion Scores mit und ohne Klauenpflege

Im Diagramm 3 sind die relativen Häufigkeiten der Scoringwerte graphisch dargestellt. Es ist die Verteilung, wie oft, welche Note an einem Scoringtag vergeben wurde. Hier ist besonders auffällig, dass zu Beginn des Öfteren die Noten 4 + 5 vergeben wurden (> 20 %), wohingegen diese zusammen zum Ende des Versuchs nur etwa 10 % ausmachen.



**Diagramm 3:** Relative Häufigkeitsverteilung der Scoringwerte

## 4.2 Statistische Auswertung

In Tabelle 6 sind die statistischen Auswertungen der vier Perioden P1 – P4 dargestellt. Hierzu wurden die Mittelwerte der gesamten Herde in den einzelnen Perioden gebildet und die Standardabweichung für die jeweilige Zeitspanne berechnet. Zusätzlich wird die Anzahl der aufgenommenen Werte in den einzelnen Perioden angegeben.

**Tabelle 6: Statistische Auswertung P1 - P4**

Periode	P1	P2	P3	P4
Mittelwert	2,81 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,23 <sup>b</sup>
Anzahl der Werte	487	500	157	1078
Standardabweichung	1,07	0,99	0,99	0,98

Die Hochbuchstaben „a“ und „b“ an den Mittelwerten in der Tabelle stellen dar, ob durch einen Versuchsfaktor wie z.B. Klauenpflege, Einsatz der KWA oder durch den Mitteleinsatz ein signifikanter Einfluss auf die Bewegungsnote nachgewiesen werden kann. Hierzu wurde ein Signifikanzniveau von 10 % angenommen.

Der gleiche Hochbuchstabe „a“ bei P1, P2 und P3 bedeutet, dass in diesen Perioden die angewendeten Faktoren keinen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere hatten. Es gab also keinen deutlichen Unterschied zwischen Beginn des Versuchs und Klauenpflege, zwischen Klauenpflege und Einsatz der Klauenwaschanlage und zwischen Einsatz der KWA bis zum Mitteleinsatz. In der Periode 4 (P4) steht der Hochbuchstabe „b“. Er stellt dar, dass durch den Einsatz des Desinfektionsmittels ein signifikanter Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere stattgefunden hat. Die Leistung in dieser Gruppe ist somit deutlich besser als in den anderen Gruppen.

In Tabelle 7 sind die gleichen Werte dargestellt wie in Tabelle 6. Hierbei wurde allerdings P2 und P3 zusammengefasst. Also der Zeitraum nach der Klauenpflege bis zum Mitteleinsatz. Somit wird der direkte Unterschied deutlich, der durch den Einsatz des Desinfektionsmittels entstanden ist.

**Tabelle 7: Statistische Auswertung P1, P2 + P3, P4**

<b>Periode</b>	<b>P1</b>	<b>P2 + P3</b>	<b>P4</b>
<b>Mittelwert</b>	2,81 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	2,23 <sup>b</sup>
<b>Anzahl der Werte</b>	487	657	1078
<b>Standardabweichung</b>	1,07	0,99	0,98

Hierbei ist das Ergebnis wieder ähnlich. Die Versuchsfaktoren in P1 und P2 + P3 hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere. Deshalb werden diese Zeiträume mit „a“ gekennzeichnet. Der Mitteleinsatz in P4 hatte einen Einfluss und ist deshalb mit „b“ gekennzeichnet.

# 5 Diskussion

---

## 5.1 Betriebsdaten

### Liegeboxenmanagement

In Bezug auf die Klauengesundheit ist bei den Betriebsdaten zunächst auf die Gestaltung des Stallgebäudes einzugehen. Hierbei ist zum Liegebereich zu sagen, dass die Anzahl der 105 Hochboxen für die ca. 90 melkenden Kühe ausreichend ist. Gute Boxenmaße für Fleckviehkühe liegen zwischen 175 cm – 185 cm Länge und 125 cm – 1,40 cm Breite (*JUNGBLUTH et al., 2005*). Allerdings sind die Boxen im alten Bereich des Stalles mit 1,70 m x 1,10 m zu kurz und zu deutlich zu schmal. Auch der Nackenriegel ist mit 105 cm zu tief angebracht und stört die Tiere beim Aufstehen. Hier sollte eine Höhe von 110 cm – 115 cm erreicht werden (*JUNGBLUTH et al., 2005*). Diese Höhe ist im neuen Bereich des Stalls vorhanden. Allerdings sind auch dort die Boxen mit 1,70 cm x 1,20 cm zu kurz und zu schmal. Alle Liegeflächen wurden 2004 mit Gummimatten ausgestattet, die über die letzten Jahre verhärtet sind.

Diese Faktoren führen auf dem Betrieb dazu, dass die Kühe vermehrt stehen und weniger als die unter normalen Umständen zu erreichenden 12 bis 14 Stunden täglich liegen (*FREGONESI et al., 2007*). Dadurch können sich die Klauen nicht so gut erholen und trocknen schlechter ab. Auch die Gelenke und die oft gereizte Lederhaut werden mehr belastet und wirken sich so negativ auf die Klauengesundheit aus (*SPANN et al., 2008*). Zusätzlich hat die Pflege der Boxen einen Einfluss auf die Liegezeit (*ABRIEL, 2007*). Hierzu werden die Buchten mit Kalk eingestreut, wodurch diese trittsicherer und trockener werden. Trotzdem gibt es in diesem Punkt noch Verbesserungspotential, um den Kuhkomfort in den Liegeboxen zu steigern und damit die Klauengesundheit zu verbessern.

## **Laufflächengestaltung**

Die Laufflächen im Stall bestehen aus Spaltenböden. Diese wurden vor einigen Jahren durch Fräsrillen saniert, sodass keine zu starke Rutschgefahr für die Tiere besteht. Die Spaltenweite sollte zwischen 3,0 cm und 3,5 cm und die Auftrittsfläche 8,0 cm betragen, um eine ausreichende Auftrittsfläche ebenso wie eine größtmögliche Hygiene zu erreichen (KTBL, 2009). Im Versuchsbetrieb beträgt die Auftrittsfläche 12,0 cm und ist somit relativ groß. Die Spaltenweite ist mit 4,0 cm zu groß. Dadurch könnten vor allem die Klauenspitzen in die Schlitze geraten und dort Verletzungen verursachen.

Um die Hygiene auf den Laufflächen zu verbessern, ist ein Spaltenroboter der Firma *DeLaval* eingebaut worden. Deshalb sind diese auf dem Betrieb relativ sauber und trocken. Das ist wichtig, da *Dermatitis digitalis* eine multifaktorielle Erkrankung ist und Kühe für DD besonders anfällig sind, wenn die Klauenhaut durch Gülle aufgeweicht ist (FIEDLER u. MAIERL, 2004).

Für den bestehenden Stall sind die Möglichkeiten für saubere und rutschfeste Böden gut ausgenutzt.

## 5.2 Klauenpflege

Die Klauenpflege der gesamten Herde wird von einem externen Klauenpfleger durchgeführt. Auf dem Betrieb steht zusätzlich ein Kippstand für lahrende Kühe zur Verfügung, die dort vom Betriebsleiter behandelt werden können. Zu der Zeit des Versuchs fand etwa 2x jährlich eine funktionelle Klauenpflege der Herde statt. Empfohlen wird, die Klauenpflege alle 5 – 6 Monate durchzuführen, um DD vorzubeugen (SPANN *et al.*, 2008). War zwischenzeitlich größerer Bedarf zur Pflege notwendig, fand ein zusätzlicher Termin statt, bei dem die lahrenden Kühe selektiert werden. Dieser Fall trat auch während des Versuchs auf. Im Vordergrund der Klauenpflege steht, die Klauen wieder so gut wie möglich funktionieren zu lassen (TOUSSAINT RAVEN, 1998) und eine bestehende Lahmheit zu verbessern. Allerdings hat die Arbeit nicht nur Auswirkungen auf akute Geschwüre sondern beugt auch *Dermatitis digitalis* vor. Durch die richtige Winkelung der Klaue vergrößert sich die Trachtenhöhe. Dadurch befindet sich der sensible Bereich an dem sich Keime anhaften weiter vom Boden entfernt und verschmutzt dadurch nicht so stark. Ebenso können die Läsionen am Einzeltier beispielsweise mit einem antibiotikahaltigem Spray punktuell behandelt werden. SHEARER *et al.* (1998) beschreiben die gezielte Behandlung von *Dermatitis digitalis* mit antibiotikahaltigem Spray als die Effektivste. Hierbei wird des Öfteren chlortetracyclinhaltiges Spray eingesetzt. Dieses wirkt bakteriostatisch und hemmt dadurch die Proteinsynthese von bakteriellen Zellen. Es schränkt vor allem die Zellteilung und die Bildung der Zellwand ein (NOVARTIS, 2012).

### 5.3 Klauenwaschanlage

Vom Hersteller lautet die Empfehlung, die Anlage vor dem Melkbereich zu installieren. Grund hierfür ist, dass das Desinfektionsmittel auf der Klaue dann in einem sauberen Bereich trocknen kann. Dadurch soll die Wirkung vergleichsweise besser sein, da sonst die Kühe direkt nach dem Waschen und Desinfizieren in den Laufbereich gelangen. Hierbei laufen die Kühe dann in der Regel durch mehr Kot und Schmutz, sodass das Mittel nicht mehr die Möglichkeit hat, ausreichend zu trocknen (MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015). Die Waschanlage auf dem Versuchsbetrieb wurde im Austrieb des Melkstandes eingebaut, da sich bautechnisch keine andere Möglichkeit ergeben hat. Allerdings wird hierbei der Spaltenboden durch einen Entmistungsroboter gereinigt. Somit ist der Laufgang relativ sauber und trocken und dieser Kompromiss in Ordnung, da das Mittel trotzdem gut abtrocknen kann.

Problematischer ist der schmale Laufgang hinter der Anlage, da sich dort zusätzlich der Fressbereich befindet. Er hat eine Breite von 2,8 m. Empfohlen wird bei einem Neubau derzeit eine Breite von 3,5 m – 4,0 m für Lauf-Fressgänge (LAVES, TIERSCHUTZDIENST, 2007). Sobald eine Kuh in dem Fressgitter vor der Anlage steht, müssen andere Kühe direkt beim Austreten stark um die Kurve laufen. Hierbei staut es sich des Öfteren an, da zu wenig Platz ist. Gelöst werden kann dieses Problem, wenn die ersten drei Fressgitter während der Melkzeit abgesperrt werden.

Die Elektronik und die Desinfektionslösung sind seitlich hinter einem einfach zu öffnenden Deckel untergebracht. Dort sind die Teile gut vor Schmutz und Wasser geschützt.

Da die Anlage auf dem Versuchsbetrieb in den bestehenden Stall integriert wurde, war es auch nicht möglich, diese ebenerdig einzubauen. Die Kühe müssen deshalb nun immer eine etwa 20 cm hohe Stufe beim Ein- und Austreten überwinden. Bei einem Neubau wäre es deshalb sinnvoller, einen ebenerdigen Gang zu bilden. Dadurch wäre die Eingewöhnung für einige Tiere leichter. Besonders für lahmende Kühe stellt die Anlage durch die hohe Stufe eine zusätzlich Hürde dar, die sie überwinden müssen.

Der Spülvorgang erscheint durch den Druck des Wassers vor allem zu Beginn auch für die Mitarbeiter sehr laut. Nach einer kurzen Zeit der Eingewöhnung gehört es aber automatisch zu den alltäglichen Stallgeräuschen dazu. Daher war es auch nicht verwunderlich, dass die Kühe am Anfang Angst vor der Anlage hatten. Um die Geräusche etwas einzudämmen und die Kühe an das Durchgehen durch das Spülwasser zu gewöhnen, wurde, wie in [Kapitel 3.2](#) beschrieben, Stroh eingelegt. Das hat zusätzlich den Vorteil, dass den Tieren der weiche Untergrund bekannter ist und sie nicht direkt auf dem Gitterrost laufen mussten. Nach vier Tagen wurde die Anlage ohne Stroh betrieben.

Durch den Einbau der Klauenwaschanlage soll die Krankheit *Dermatitis digitalis* eingedämmt und verbessert werden. Bei DD handelt es sich um eine infektiöse Erkrankung. Sie wird durch Keime also Krankheitserreger bzw. Pathogene hervorgerufen und kann durch deren Anhaften auf andere Kühe übertragen werden ([MÜLLER, 2010](#)). Der Waschvorgang der Anlage sorgt zunächst dafür, dass die Klauen gereinigt werden und das Einweichen der Klauenhaut durch Gülle eingeschränkt wird. Dadurch haften sich weniger Keime an und das Eindringen in die Klaue wird für sie erschwert ([SPANN et al., 2008](#)). Zusätzlich findet eine separate Desinfektion mit einem Biozid statt. Der Wirkstoff hierbei ist Wasserstoffperoxid in Lösung. ([MK:NUTZTIERHYGIENE, 2015](#)). Wasserstoffperoxid ist zytotoxisch. Es besitzt die Fähigkeit, Zellen und Gewebe zu schädigen und wirkt durch seine Toxizität besonders gegen prokaryotische Kleinstlebewesen desinfizierend ([CHEMIE.DE, 2015](#); [SCHULTE, 2015](#)).

## 5.4 Beurteilungssystem

Aufgrund des visuellen Bewertungsschemas, sind die Ergebnisse von der Tagesform der bewertenden Person und vom Gesamteindruck der Herde abhängig. Um die subjektive Bewertung zu umgehen, könnte ein computergestütztes Scoring durchgeführt werden (SCOTT, 1988; BAHN et al. 2008). Bei der Aufnahme der Gangnoten ist besonders aufgefallen, dass Kühe des Öfteren ein Gangbild aufwiesen, das weder der darunter- noch der darüberliegenden Note zugeteilt werden konnte. Hierbei liegt es im Ermessen der bewertenden Person, ob das Gangbild der besseren oder der schlechteren Note zugeordnet wird. Eine hilfreiche Methode wäre deshalb, weitere Einteilungsschritte zuzulassen, sodass einer Kuh bei Bedarf z.B. der Wert 3,5 zugeteilt werden kann. Allerdings wären dann wieder mehrere Unterteilungsschritte notwendig, die das Scoring beschwerlicher machen würden. Eine weitere Lösung des Problems, das vor allem aufgrund der kurzen Zeitspanne bei der Beurteilung auftritt, besteht darin, die betreffenden Kühe zu einem anderen Zeitpunkt nochmals zu betrachten. Damit kann eine genaue Aussage über das Gangbild getroffen und so ein genauer Scoringwert zugeteilt werden. Allerdings würde sich dann der Zeitaufwand für die Arbeit wieder deutlich vergrößern.

Gerade bei diesem Versuch war die Erfassung der Daten nicht ganz einfach. Der Betrieb melkt mit einem Doppel- 10er- Fischgrätenmelkstand. Somit verlassen immer zehn Tiere gleichzeitig den Melkstand. Diese müssen dann innerhalb von kurzer Zeit erfasst und gescort werden. Vor allem aber der Zeitraum der Installation der Klauenwaschanlage stellte ein größeres Problem bei der Datenerfassung dar. Die Tiere kannten die Anlage nicht und waren deshalb zu Beginn sehr verängstigt. Die Reihenfolge, in der die Tiere den Melkstand verlassen, wurde vorher über die Tiererkennung im Melkstand erfasst. Da einige Tiere die Anlage zuerst gar nicht betreten, wurden diese wiederum von nachfolgenden Kühen überholt und es änderte sich während des Austriebs die Reihenfolge der Kühe, was eine große Aufmerksamkeit des Beurteilers erforderte.

Ein weiteres Problem ergab sich dann auf dem Laufgang. Die Kühe wollten die Waschanlage nach dem Betreten so schnell wie möglich durchqueren und sind deshalb zu schnell aus der Anlage herausgetreten und entfernten sich danach sehr zügig. Das erschwerte in diesem Zeitraum die Bewertung. Allerdings erübrigte sich dieses Problem nach einer kurzen Eingewöhnungszeit, sodass die Bewertung wieder genauer erfolgen konnte. Die Lösung hierzu wäre, die betreffenden Kühe nochmals zu scoren.

Eine weitere Fehlerquelle bei der visuellen Bewertung tritt ebenfalls dann auf, wenn nicht nur DD, sondern auch andere Klauenerkrankungen, wie z.B. Sohlengeschwüre oder WLD im Bestand auftreten. Diese sind auch stark schmerzhaft und haben gleichermaßen einen negativen Einfluss auf die Bewegungsnote.

Für diese Arbeit kann gesagt werden, dass die Tiere grundsätzlich zu gut gescort wurden, da die Werte nicht zum Gangbild der gesamten Herde gepasst haben. Der Fehler ist vor allem auf die fehlende Übung und die subjektive Bewertung der ausführenden Person zu Beginn des Versuchs zurückzuführen. Allerdings hat sich dieser Fehler über den gesamten Zeitraum des Versuchs durchgezogen, sodass der relative Verlauf der Bewegungsnoten trotzdem seine Richtigkeit hat.

## 5.5 Interpretation der Ergebnisse

### Periode 1

Die Herde hat zu Beginn des Versuchs (P1) einen Scoringwert von 2,8. Im Zeitraum P1 vom 05.04.2013 bis zum 31.05.2013 sind die Werte der gesamten Herde zunächst relativ konstant, fallen aber kurz vor der Klauenpflege leicht ab. Das liegt daran, dass die Klauenpflege kurz bevor stand und vermehrt lahrende Kühe in der Herde waren.

### Periode 2

Nach der Klauenpflege am 31.05.2013 verbessert sich das Gangbild der gesamten Herde langsam auf 2,6 (siehe Diagramm 1). Grund hierfür sind die Auswirkungen der behandelten Tiere, was aus Diagramm 2 ersichtlich wird. Die Lahmheit dieser Gruppe verbessert sich von 3,4 auf einen Wert von 3,0. Hierbei ist wieder zu beachten, dass neben DD auch Geschwüre behandelt wurden, die Auswirkung auf die Lahmheit haben. Die unbehandelten Tiere hingegen befinden sich in einem konstant schwankenden Bereich zwischen 2,4 und 2,2. Allerdings fällt der Wert der gesamten Herde bis zum Einbau der Klauenwaschanlage am 09.07.2013 wieder leicht auf 2,8 ab.

*NUDING et al. (2014)* haben einen Versuch durchgeführt, bei dem die Auswirkung der Klauenpflege auf den Locomotino Score untersucht wurde. Hierbei verschlechterte sich der Wert nach der Klauenpflege zunächst, bevor sich die Tiere wieder erholten und sich ein besserer Wert einstellte als vor der Klauenpflege. Zurückzuführen ist das auf eine Entlastungshaltung der behandelten Klauen unmittelbar nach der Pflege.

### Periode 3

In der dritten Periode des Versuchs, nach Einbau der Waschanlage, am 12.07.2013 und 19.07.2013, verändert sich der Schnitt der Herde kaum. Allerdings ist dieser Zeitraum durch die zwei Scorings relativ kurz. Es ist deshalb auch nicht aussagekräftig, ob eine Veränderung nur durch Einsatz der Klauenwaschanlage aber ohne Desinfektionsmittel stattgefunden hat.

#### **Periode 4**

Ab dem 19.07.2013 wurde dann das Desinfektionsmittel eingesetzt, sodass sich der längste Zeitraum P4 vom 26.07.2013 bis zum 01.11.2013 ergibt. Der Schnitt der gesamten Herde verbessert sich hierbei von 2,7 auf den besten Wert der gesamten Auswertung von 1,9 am 13.09.2013. Diese Verbesserung der Lahmheit ist auf das eingesetzte Mittel zurückzuführen, das einen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere hatte. Allerdings sollte bei dieser starken Verbesserung wieder bedacht werden, dass die Kühe durch die zu gute Bewertung tatsächlich einen schlechteren Ausgangswert gehabt haben müssen. Somit hatten sie auch ein deutlich größeres Verbesserungspotenzial. Ebenso spielt in diesem Zeitraum die subjektive Bewertung nochmals eine große Rolle, da die Erwartungen der bewertenden Person an eine Verbesserung durch die Klauenwaschanlage sehr hoch waren. Somit ist auch nicht auszuschließen, ob einzelnen Kühen bei einer gewissen Unsicherheit zwischen zwei Scoringwerten, der bessere Wert zugeteilt wurde. Falls dieser Fehler wirklich aufgetreten ist, erfolgte er nicht bewusst. Dieser Punkt sollte aber bei der deutlichen Verbesserung des Gangbilds mit bedacht werden.

Nachdem der Wert von 1,9 über fünf Wochen konstant gehalten wurde, fiel er zum Ende des Versuchs auf 2,1 ab. Das kann aber daran liegen, dass die letzte Klauenpflege, vor allem für die unbehandelten Tiere schon länger zurück lag.

Die statistische Auswertung dieses Versuchs hat ergeben, dass sich die Perioden P1, P2 und P3 nicht signifikant voneinander unterscheiden. Die Versuchsfaktoren (Klauenpflege und Einsatz der Klauenwaschanlage) hatten also keinen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnoten der Kühe. Zum einen liegt es daran, dass bei der Klauenpflege nur ein Teil der Herde behandelt wurde und sich diese Auswirkung im Mittel der gesamten Herde deshalb nicht so stark niederschlägt. Zum anderen ging der Zeitraum P3 nach Einbau der Waschanlage ohne den Mitteleinsatz nur über zwei Scorings. Es war deshalb nicht zu erwarten, eine Auswirkung alleine durch die Klauenwaschanlage zu erreichen.

Einzig P4 weist einen signifikanten Einfluss auf. Das lässt darauf schließen, dass das in der Klauenwaschanlage eingesetzte Mittel einen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere hat. Das Ergebnis war also deutlich besser als in den anderen Perioden. Ebenfalls trägt sehr wahrscheinlich auch die Reinigung der Klauen durch die KWA zur Verbesserung der Scoringwerte bei und begünstigt diese positiv.

## 6 Schlussfolgerung

---

Laut den Versuchsergebnissen dieser Arbeit hat sich die Bewegungsnote der an *Dermatitis digitalis* erkrankten Kühe durch die Klauenwachsenanlage verbessert. Auch aus statistischer Sicht hat sich ein signifikanter Einfluss durch den Einsatz des Desinfektionsmittels in der Kombination mit der Klauenwaschanlage herausgestellt.

Allerdings wäre es für die Verallgemeinerung dieser Aussage notwendig, diesen Versuch auf mehreren Betrieben durchzuführen. Dadurch könnten mehr Daten ausgewertet und das Ergebnis untermauert werden. Auch handelt es sich bei Klauenerkrankungen um multifaktorielle Erkrankungen und es haben zusätzliche Einflüsse wie Futterumstellung oder Temperaturen eine Auswirkung auf die Lahmheit von Tieren.

Gerade der Fehler, der beim Scoring der Herde aufgetreten ist, müsste ebenfalls beachtet werden, da die Tiere durchschnittlich zu gut bewertet wurden. Das lag am subjektiven Eindruck der bewertenden Person und wirkt sich auf die gesamten Ergebnisse aus.

Durch diese Arbeit kann ausgesagt werden, dass die Klauenwaschanlage auf dem Betrieb eine Verbesserung der Bewegungsnote der Herde erbracht hat. Allerdings sind die Ergebnisse trotzdem kritisch zu betrachten.

# 7 Zusammenfassung

---

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss einer Klauenwaschanlage auf die Bewegungsnote von an *Dermatitis digitalis* erkrankten Kühen festzustellen. Ausschlaggebend für das Thema ist, dass Klauenleiden heutzutage immer bedeutender werden und einen negativen Einfluss auf die Tiere auswirken. Mit dem Versuch soll eine Möglichkeit dargestellt werden, die Hygiene im Stall zu verbessern, um *Dermatitis digitalis* einzuschränken.

Für die Untersuchung des Themas wurde auf einem mittelfränkischen Betrieb dessen Fleckviehherde mit rund 90 Kühen untersucht. Der Versuchszeitraum erstreckte sich dabei vom 05.04.2013 bis zum 01.11.2013. Um die Bewegungsnoten der Tiere aufzunehmen, wurde der Locomotion Score nach *SPRECHER et al. (1997)* an insgesamt 29 Terminen bewertet. Dazu werden die Bewegungsnoten zwischen 1 (normales Gangbild) und 5 (stark Lahm) vergeben. Für den Versuch wurde am 09.07.2013 eine Klauenwaschanlage der Firma *MK:Nutztierhygiene Michael Keller GmbH* im Austrieb des Melkstandes installiert. Bei dem verwendeten Desinfektionsmittel, das durch Vernebelungsdüsen auf die Klauen appliziert wird, handelt es sich um das Biozid *MK:N Klauenhygiene*, das ebenfalls ein Produkt der Firma *MK:Nutztierhygiene* ist.

Zunächst wurde die Veränderung des Gangbilds der gesamten Herde betrachtet. Sowohl zu Beginn als auch unmittelbar vor dem Einbau der Klauenwaschanlage lag der durchschnittliche Scoringwert bei 2,8. Der beste Wert des Versuchs lag bei 1,9 und am Versuchsende wurde ein Wert von 2,1 erreicht.

Des Weiteren fand am 31.05.2013 bei einem Teil der Herde eine Klauenpflege statt, sodass der Verlauf der Bewegungsgruppe der behandelten und unbehandelten Tiere ebenfalls verglichen wurde. Hierbei hat sich durch die Waschanlage die Bewegungsnote der unbehandelten Tiere von 2,3 auf einen Bestwert von 1,4 und die der behandelten Kühe von 3,1 auf einen Bestwert von 2,2 verbessert.

Durch die Installation der Klauenwaschanlage und vor allem durch den Einsatz der Desinfektionsmittels hat sich der Locomotion Score der an *Dermatitis digitalis* erkrankten Herde verbessert. Das Mittel hatte dabei einen signifikanten Einfluss auf die Bewegungsnote der Tiere. Allerdings fand bei der subjektiven Bewertung des Gangbilds ein Bewertungsfehler statt, da alle Tiere über den gesamten Zeitraum zu gut bewertet wurden. Es konnte somit zwar eine Verbesserung des Gangbildes durch die Waschanlage festgestellt werden, allerdings sind die absoluten Scoringwerte kritisch zu betrachten.

## 8 Literaturverzeichnis

---

**Abriel, M. 2007:**

*Einfluss des Pflegezustandes von Liegeboxen auf das Liegeverhalten bei Milchkühen.*  
Grub: LfL, 2007.

**Aqua-Cleaner. 2015:**

[Online] 2015. [Zitat vom: 14. März 2015.] <http://hoofcleaner.com./hoofcleaner>

**Bahr, C., et al. 2008:**

*Automatic detection of lameness in Dairy cattle-Image features related to lameness.*  
2008.

**Boettcher, P.J.; J.C., Dekkers und S.J., Warnick L. D. und Wells. 1998:**

*Genetic analysis of clinical lameness in dairy cattle.* 1998.

**Bovibooster. 2015:**

[Online] 2015. [Zitat vom: 28. März 2015.]  
<http://klauenmanagement.de/produkte/automatische-klauenspruehanlage-bovibooster/>

**Brujinis, M., Hogeveen, H. und Stassen, E.N. 2010:**

Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a stochastic simulation model. s.l. : J Dairy Sci 93, 2010.

**Cha, E, et al. 2010:**

The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming . s.l. : Prev Vet Med 97, 2010, S. 1-8.

**Chapinal, N. und De Pastille, A.M. und Rushen J. 2008:**

*Auomated detection of lameness in dairy through measures of weight distribution.* 2008.

**Chemie.de 2015:**

[Online] 16. Juni 2015. [Zitat vom: 2015. Juni 16.]

<http://www.chemie.de/lexikon/Wasserstoffperoxid.html>

**Collick, D.W. und Ward, W.R. und Dobson, H. 1989:**

*Associations between typs of lameness and fertility.* 1989.

**Coulon, FB, Lescourrent, F und Fonty, A. 1996:**

Effect of foot lesion on milk production by dairy cows. *J Dairy Sci* 79, 44-49. 1996.

**DeLaval. 2015:**

[Online] 2015. [Zitat vom: 12. März 2015.] <http://www.delaval.de>.

[www.delaval.de](http://www.delaval.de). [Online] 2015. [Zitat vom: 14. März 2015.] <http://www.delaval.de>.

**Eimermacher. 2014:**

Die häufigsten Fragen rund um einü Klauen-Sprint. [www.eimue.de/media/faq-eim-klauen-sprint\\_1.pdf](http://www.eimue.de/media/faq-eim-klauen-sprint_1.pdf). [Online] 2014. [Zitat vom: 9. Dezember 2014.]

—. 2014. eimü Klauen-Sprint-Flyer. [www.eimue.de/media/eim-klauen-sprint-flyer.pdf](http://www.eimue.de/media/eim-klauen-sprint-flyer.pdf).

[Online] 2014. [Zitat vom: 9. Dezember 2014.]

**Ekfalck, A. 1990:**

Amino acids different layers of the matrix of the normal equine hoof. Possible importance of the amino acid pattern for research on laminitis. *J Vet Med* 37. 1990, 37, S. 1 - 8.

**Fiedler, A. 2014:**

*Klauenhygiene, DeLaval im Gespräch mit Praktikern und Experten.* [Befragte Person]

Rainer Höfler. 2014.

**Fiedler, A und Maierl, J. 2004:**

*Management der Klauengesundheit beim Rind.* 2004.

**Fiedler, A. und Maierl, J. und Nuss, K. 2004:**

*Erkrankungen der Klauen und Zehen des Rindes.* 2004.

**Fiedler, A. 2003:**

[www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=56&theme=Printer](http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=56&theme=Printer).

[Online] 2. Juli 2003. [Zitat vom: 14. Dezember 2014.]

**Fiedler, Andrea. 2010:**

Klauengesundheit bei Rindern. [Online] 2010. [Zitat vom: 11. März 2015.]

[http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p\\_38553.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_38553.pdf).

**Fiedler, Andrea, Nüske, Stefan und Maierl, Johann. 2000:**

*Funktionelle Klauenpflege beim Rind.* s.l. : Verlags Union Agrar, 2000.

**Fitzgerald, T., Norton, B.W. und Elliot, R. 2000:**

The Influence of Long-Term Supplementation with Biotin on the Prevention of Lameness in Pasture Fed Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* Februar 2000, S. 338-344.

**Fregonesi, J.A. und Tucker, C.B., Weary, D.M. 2007:**

Overstocking reduces lying time in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 2007, S. 90: 3349-3354.

**Fürll, Manfred. 2011:**

[www.qucosa.de](http://www.qucosa.de). [Online] 2011. [Zitat vom: 11. 12 2014.]

[http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/8977/Oktober%20abstract%20Anne%20finalversion%20to\\_print.pdf#page=102](http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/8977/Oktober%20abstract%20Anne%20finalversion%20to_print.pdf#page=102).

**Gasteiner, J. 2005:**

Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen. *Stallbau im Rahmen der neuen Bundestierhaltungsverordnung - Tiergesundheit - Stallklima und Emissionen*. Irdning : s.n., 2005, S. 57 - 62.

**GESTIS-Stoffdatenbank. 2001:**

GESTIS Stoffdatenbank. *IFA: Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. [Online] 03. 09 2001. [Zitat vom: 05. 03 2015.]  
[http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis\\_de/000000.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$vid=gestisde:sdbdeu\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/000000.xml?f=templates$fn=default.htm$vid=gestisde:sdbdeu$3.0)

**Gomez, F und F.J.C.M., Deboer H. und Van Eerdenburg. 2003:**

*Relationship between mild lameness and expression of oestrus in dairy cattle*. 2003.

**Green, LE, et al. 2002:**

The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows . s.l. : J Dairy Sci 85, 2002.

**Greenough, PR, et al. 1997:**

Basic concepts of bovine lameness in cattle 3rd edition. Philadelphia : WB Saunders, 1997, S. 3-13.

**Günther, M. 1991:**

*Klauenkrankheiten*. Jena : G. Fischer Verlag, 5. Auflage, 1991.

**H., Hutjens. 2004:**

Hoof health and feeding relationships. *www. livestock trail. illinois.edu/diarynet/paperDisplay.cfm?ContentID=6689*>. [Online] 2004.

**Hahn, Helmut, et al. 2009:**

*Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie. 6. Auflage.* Heidelberg : Springer Verlag, 2009.

**Haidn, Bernhard. 2010:**

www.lfl.bayern.de. [Online] März 2010. [Zitat vom: 12. März 2015.]

[http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p\\_38553.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/p_38553.pdf).

**Holzhauser, M, H., Middelesch und K., Bartels C.J.M. und Frankena. 2004:**

*Evaluation of a dutch claw health scoring system in dairy cattle.* 2004.

**Huf & Klaue. 2015:**

Huf & Klaue Vertriebsgesellschaft mbH. [Online] 2015. [Zitat vom: 28. März 2015.]

<http://www.hufundklauenreiniger.de>.

**JOZ BV. 2012:**

[Online] 2012. [Zitat vom: 28. März 2015.] <http://www.joz.nl/de/claw-clean-system>.

**Jungbluth, T., Büscher, W. und Krause, M. 2005:**

*Technik der Tierhaltung.* Hohenheim : Eugen Ulmer GmbH & Co., 2005.

**Kirchgeßner. 2014:**

*Tierernährung.* Frankfurt am Main : DLG Verlag, 2014.

**Kleiminger, E. 2012:**

*Klauenbäder unter rechtlichen Aspekten.* 2012.

**Kofler, J., et al. 2011:**

*Messung der Bewegung lahheitsfreier Kühe mittels Accelerometer im Schritt und Vergleich der Beschleunigungswerte nach Kleben eines Klotzes.* 2011.

**Kreher, Michael. 2010:**

<http://www.tierarzt-ee.de>. [Online] 13. August 2010. [Zitat vom: 16. Juni 2015.]

<http://www.tierarzt-ee.de/files/seiteninhalt/klauenerkrankungen.pdf>.

**KTBL. 2009:**

*Faustzahlen für die Landwirtschaft 14. Auflage.* [Hrsg.] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL). Darmstadt : s.n., 2009.

**Kümper, H. 2000:**

*Die Klauen tragen die Milch: Entstehungsweise, Therapie und Prophylaxe von Gliedmaßenkrankungen bei Kühen.* 2000.

**Kümper, H. 2010:**

[Online] 13. August 2010. [Zitat vom: 16. Juni 2015.] [http://www.tierarzt-](http://www.tierarzt-ee.de/files/seiteninhalt/funktionelle_klauenpflege.pdf)

[ee.de/files/seiteninhalt/funktionelle\\_klauenpflege.pdf](http://www.tierarzt-ee.de/files/seiteninhalt/funktionelle_klauenpflege.pdf).

**LAVES, Tierschutzdienst. 2007:**

[Online] Mai 2007. [Zitat vom: 01. Juli 2015.] [https://www.lwk-](https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/226/article/23732.html)

[niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/226/article/23732.html](https://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/1/nav/226/article/23732.html).

**Lely. 2015:**

[Online] 2015. [Zitat vom: 12. März 2015.] <http://www.lely.com>.

**Lischer, CH. J., et al. 2002:**

Effect of Therapeutic Dietary Biotin on the Healing of Uncomplicated Sole Ulcers in Dairy Cattle – a Double Blinded Controlled Study. *The Veterinary Journal*. 2002, 163, S. 51-60.

**Lischer, Christoph, Geyer, Hans und Ossent, Pete. 2000:**

*Handbuch zur Pflege und Behandlung der Klauen beim Rind.* Berlin : Parey Verlag , 2000.

**LKV Bayern. 2015:**

[Online] 17. März 2015. [Zitat vom: 16. Juni 2015.]

[http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp\\_au.pdf](http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/mlp_au.pdf).

**Mahlkow-Nerge. 2012:**

Höchstädter Klauenpflege. [Online] 2012. [Zitat vom: 16. 12 2014.]

<http://www.klauenpflege.de/kosten,10.php>.

**Maier, S., et al. 2013:**

*Einsatz einer Klauenwaschanlage unter Beurteilung der Reinigungswirkung, des Tierverhaltens und der Wasserqualität.* 2013.

**Manson, F. J. und Leaver, J.D. 1988:**

*The influence of concentrate amount on locomotion score and clinical lameness in dairy cattle.* 1988.

**Maynard, L, et al. 1979:**

*Animal Nutrition.* 7. NY : Mc Graw-Hill Book C., 1979.

**Midla, L.T., et al. 1998:**

Supplemental dietary biotin for prevention of lesions associated with aseptic subclinical laminitis (pododermatitis aseptica diffusa) in primiparous cows. *Am. J. Vet. Res.* 1998, 59 (6), S. 733-738.

**MK:Nutztierhygiene. 2015:**

MK:Nutztierhygiene. [Online] 2015. [Zitat vom: 02. 03 2015.] <http://mkn-kl.de>.

**Moore, C.L., et al. 1989:**

*Zinc methionine supplementation for dairy cows.* 82, 1989, Trans Illinois Acad Sci, S. 99 - 108.

**Müller, K. 2011:**

Hygienemaßnahmen im Stall-damit die Klauen gesund bleiben. 18. Oktober 2011.

**Müller, P. 2010:**

*Leitfaden Klauenkrankheiten*. s.l. : DLG-Ausschuss Klauenpflege- und hygiene, 2010.

**Mülling, CH. 2009:**

Nutritional Influences on Horn Quality and Hoof Health. 2009, 21, S. 283 - 291.

**Mülling, Christoph und Hagen, Jenny. 2012:**

*Klauenerkrankungen beim Rind*. 2012.

**Novartis. 2012**

Fachinformation Novartis.

[www.ah.novartis.de/platform/content/element/3349/CYCLOSPRAYStandMrz2012.pdf](http://www.ah.novartis.de/platform/content/element/3349/CYCLOSPRAYStandMrz2012.pdf).

[Online] März 2012. [Zitat vom: 9. Dezember 2014.]

**Nuding, Linda, Luber, Barbara und Franziska, Rühl. 2014:**

Einfluss zweier Behandlungsmöglichkeiten auf die Bewegungsnote von an Dermatitis digitalis erkrankten Kühen. 2014.

**Nüske, S. 2000:**

*Funktionelle Klauenpflege beim Rind*. München : BLV Verlagsgesellschaft mbH, 2000.

**Nuss, K. und Steiner, A. 2004:**

*Spezielle Diagnostik und Therapie*. In: *Erkrankungen der Klaue*. Stuttgart : Schattauer, 2004.

**Orgel, C. 2010:**

*Regelmäßige Beurteilung von Lahmheit bei Milchkühen und die Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung, die Fruchtbarkeit und den Gesundheitsstatus in verschiedenen Milchviehbetrieben*. 2010.

**Pedersen, S. 2015:**

[Online] 28. Mai 2015. [Zitat vom: 16. Juni 2015.]

<http://www.vetsonline.com/media/926/8e1093fcf1ef82d03984240af0aad.pdf>.

**Rajkondawar, P.G., et al. 2006:**

*Comparison of models to identify lame cows based on gait and lesion scores, and limb movement variables.* 2006.

**Read, D. und Walker, R. 1998:**

*Papillomatous digital dermatitis in california dairy cattle: clinical and gross pathologic findings.* 1998.

**Roesicke, E. und Planer, J. 2014:**

www.aid.de. [Online] 19. 06 2014. [Zitat vom: 16. 12 2014.]

<http://www.aid.de/landwirtschaft/tiergesundheit.php>.

**Schulte, Ralf. 2015:**

[Online] 2015. [Zitat vom: 16. Juni 2015.]

**Scott, G.B. 1988:**

*Lameness and pregnancy in Friesian dairy cows.* 1988.

**Seimetz, H.J. und Kop, H. 2007:**

*Merkblatt zu Biozid-Produkten.* 2007.

**Sherarer, J.K. und Elliot, J.B. 1998:**

*Papillomatous digital dermatitis: Treatment and control strategies- Part 1.* 1998.

**Spann, B., et al. 2008:**

Spalten- und Liegeboxenpflege in der Milchviehhaltung. [Hrsg.] LfL. Grub : s.n., 2008.

**Sprecher, D.J. und Hostetler, D.E. und Kaneene, J.B. 1997:**

*A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance.* 1997.

**EFSA. 2011:**

*Technical Guidance Tolerance and efficacy studies in target animals.* [Hrsg.] 2002-2010:  
Deutsch 6.1.7601 SAS Institute Inc. Cary NC USA. 2011, EFSA Journal 9 (5), 2175.

**Toussaint Raven, E. 1998:**

*Klauenpflege beim Rind.* Universität Utrecht, Niederlande : Uithof, 1998.

**Laven, R. A. und Logue, D. N. 2006:**

*Treatment strategies for digital dermatitis for the UK.* s.l. : The Veterinary Journal, 2006,  
The Veterinary Journal.

**Vink. 2013:**

[Online] 2013. [Zitat vom: 28. März 2015.] <http://www.klauenwaschanlage.de/>.

—. 2013. [Online] Mai 2013. [Zitat vom: 28. März 2015.] [http://www.vinkelst.nl/klauen\\_spruhmatte.html](http://www.vinkelst.nl/klauen_spruhmatte.html).

**Wells, S.J., Trent, A.M. und Marsh, W.E. und Robinson, R.A. 1993:**

*Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds.* 1993.

**Whitehead, C. 1988:**

*Biotin in der Tierernährung.* Grenzach-Wyhlen : Hoffman-La Roche, 1988.

**Witte, W. 2014:**

*Keime und Antibiotika/ Resistenzen aus der Tierhaltung und ihre Folgen für die menschliche Gesundheit.* Wernigerode : Robert Koch Institut, 2014



## 9 Anhang

---

## Erklärung

Verfasser/in (Name, Vorname):

---

Betreuer/in (Name, Vorname):

---

Thema der Arbeit:

---

---

---

---

Ich erkläre hiermit, dass ich die Arbeit gemäß § 35 Abs. 7 RaPO (Rahmenprüfungsordnung für die Fachhochschulen in Bayern) selbstständig verfasst, noch nicht anderweitig zu Prüfungszwecken vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Ort	Datum	Unterschrift Verfasser

## Erklärung bzgl. der Zugänglichkeit von Diplom-/Bachelor-/Masterarbeiten

Verfasser/in (Name, Vorname): \_\_\_\_\_

Betreuer/in (Name, Vorname): \_\_\_\_\_

Thema der Arbeit: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Ich bin damit einverstanden, dass die von mir angefertigte Arbeit mit o.g. Titel innerhalb des Bibliothekssystems der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf aufgestellt und damit einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Die Arbeit darf im Bibliothekskatalog der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (und zugeordneten Verbundkatalogen) nachgewiesen werden und steht allen Nutzern der Bibliothek entsprechend den jeweils gültigen Nutzungsmodalitäten der Hochschulbibliothek der HSWT zur Verfügung. Ich bin mir auch darüber im Klaren, dass die Arbeit damit von Dritten ohne mein Wissen kopiert werden kann. Die Veröffentlichung der Arbeit habe ich mit meinem Betreuer und falls zutreffend, mit der Firma/Institution abgesprochen, die eine Mitbetreuung übernommen hatte.

	Ja
	Ja, nach Ablauf einer Sperrfrist von _____ Jahren
	Nein

Ort	Datum	Unterschrift Verfasser

**Fachgebiet:**

**Umweltsicherung**

- Abfall
- Boden
- Wasser
- Analytik, Mikrobiologie
- Ökologie & Naturschutz
- Umwelttechnik, EDV
- Verwaltung, Recht, Wirtschaft
- Umweltmanagement
- Erneuerbare Energien

**Landwirtschaft**

- Pflanzliche Erzeugung
- Tierische Erzeugung
- Agrarökonomie
- Landtechnik
- Erneuerbare Energien
- Agrarökologie
- Vieh und Fleisch

- Ernährung und Versorgungsmanagement**
- Lebensmittelmanagement**

**Master:**

- Energiemanagement und Energietechnik
- MBA Agrarmanagement
- MBA Regionalmanagement

Als Betreuer bin ich mit der Aufnahme in das Bibliothekssystem der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf einverstanden.

Ort	Datum	Unterschrift Betreuer