

Universität für Bodenkultur

Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Nutztierwissenschaften

**Longitudinale Untersuchung zur Entwicklung von Gangnoten bei
Milchkühen**

**Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieurin**

eingereicht von:
Elisabeth Alten

Betreuer:
Univ. Prof. Dr. Christoph Winckler

Wien, März 2009

Inhaltsverzeichnis

<u>I. ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	- 3 -
<u>II. TABELLENVERZEICHNIS</u>	- 4 -
<u>1. EINLEITUNG</u>	- 5 -
<u>2. LITERATURÜBERSICHT</u>	- 7 -
2.1 LAHMHEITEN BEIM RIND	- 7 -
2.1.1 URSACHEN	- 8 -
2.1.2 AUSWIRKUNGEN	- 12 -
2.1.3 AUFTRETEN UND ENTWICKLUNG IN DEN LETZTEN JAHREN	- 13 -
2.2 ERKENNEN VON LAHMHEITEN	- 14 -
2.2.1 GANGBESCHREIBUNG	- 15 -
2.2.2 GANGBEURTEILUNGSSYSTEME	- 16 -
2.2.3 TECHNISCHE ERKENNUNGSSYSTEME	- 18 -
2.3 LIEGEVERHALTEN	- 23 -
2.3.1 PARAMETER DES LIEGEVERHALTENS	- 23 -
2.3.2 EINFLUSS VON LAHMHEITEN AUF DAS LIEGEVERHALTEN	- 24 -
<u>3. TIERE, MATERIAL UND METHODEN</u>	- 26 -
3.1 BETRIEB/TIERE	- 26 -
3.2 GANGBEURTEILUNG	- 27 -
3.3 VIDEOANALYSE	- 28 -
3.4 ERFASSUNG DES LIEGEVERHALTENS MITTELS DATENLOGGERN	- 30 -
3.5 STATISTISCHE AUSWERTUNG	- 31 -
<u>4. ERGEBNISSE</u>	- 32 -
4.1 GANGNOTEN	- 32 -
4.1.1 EINTEILUNG IN 2 KATEGORIEN	- 33 -
4.1.2 EINTEILUNG IN 3 KATEGORIEN	- 34 -
4.1.3 EINZELNE NOTEN:	- 35 -
4.2 VIDEOANALYSE	- 38 -
4.3 LIEGEZEITEN	- 41 -
<u>5. DISKUSSION</u>	- 42 -
5.1 ENTWICKLUNG DER GANGNOTEN	- 42 -
5.2 VIDEOANALYSE	- 44 -
5.3 LIEGEZEITEN	- 46 -
<u>6. SCHLUSSFOLGERUNGEN</u>	- 48 -
<u>7. ZUSAMMENFASSUNG</u>	- 49 -

8. ABSTRACT **- 50 -**

9. LITERATURVERZEICHNIS **- 51 -**

I. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: ADR Daten 2000 bis 2006 über die Hauptabgangsursachen von Milchkühen.

Abbildung 2: Analyse der beim Gehen entstehenden Abdrücke; die Klauen werden wie folgt bezeichnet: F=vorne, R=hinten, L=links, R=rechts (aus: Telezhenko und Bergsten, 2005)

Abbildung 3: Grundriss des Milchviehbetriebes

Abbildung 4: Gangnotenverteilung an den einzelnen Erhebungsterminen

Abbildung 5: Verlauf der Gangnoten der 14 zunächst als lahm eingestuften Kühe.

Abbildung 6: Verlauf der Gangnote der 59 zunächst als gesund eingestuften Kühe.

Abbildung 7: Verlauf der Gangnoten der 9 zunächst als geringgradig lahm (Note 3) eingestuften Kühe.

Abbildung 8: Verlauf der Gangnoten der 5 zunächst als hochgradig lahm (Note 4) eingestuften Kühe.

Abbildung 9: Verlauf der Gangnoten der 5 Tiere, die zunächst mit der Note 1 beurteilt wurden.

Abbildung 10: Gangbeurteilung der Tiere, die am 1. Erhebungstag mit der Note 2 eingestuft worden waren, über die jeweiligen Erhebungstermine

Abbildung 11: Verlauf der Gangnoten der 54 Tiere, die am 1. Erhebungstag mit der Note 2 beurteilt wurden.

II. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gait-Scoring-System nach Winckler und Willen (2001)

Tabelle 2: Lahmheitsprävalenz an den einzelnen Erhebungsterminen

Tabelle 3: Mittelwert, Median, Minimum und Maximum der Kriterien der Videoanalyse für Tiere, die bei der vorhergehenden Beurteilung besser (Gruppe A), gleich (Gruppe B) oder schlechter (Gruppe C) eingestuft worden waren.

Tabelle 4: Mittelwert, Median, Minimum und Maximum der Kriterien der Videoanalyse für Tiere, die bei der nachfolgenden Beurteilung besser (Gruppe D), gleich (Gruppe E) oder schlechter (Gruppe F) eingestuft worden waren.

Tabelle 5: Mittelwert, Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich der Liegezeit, Anzahl und Dauer der Liegeperioden.

Tabelle 6: LS Means der untersuchten Parameter für die Klassifizierungen nicht lahm und lahm.

1. Einleitung

Neben Mastitis und Unfruchtbarkeit stellen Lahmheiten die Hauptabgangsursachen der Tiere im Bereich der Milchkuhhaltung dar (Junge, 1997). Es handelt sich dabei um schmerzhafte Erkrankungen des Bewegungsapparates, die das Tier in seinem Wohlbefinden stören. Außerdem kommt es durch Lahmheiten zu wirtschaftlichen Einbußen des Betriebes. Lahme Kühe verursachen zusätzliche Kosten wie z.B. Tierarztkosten und Medikamentenkosten (Ward, 2001). Zudem reduziert sich der Gewinn, da die Milchleistung zurück geht oder gegebenenfalls auf Grund Medikamentengaben nicht mehr verkauft werden darf (Blowey, 1995, Green et al. 2002).

Durch die rechtzeitige und adäquate Behandlung können Lahmheiten verhindert oder aber in ihrem Ausmaß reduziert werden. Somit kann das Wohlbefinden der Tiere gesteigert und die wirtschaftlichen Einbußen minimiert werden. Daher gibt es inzwischen zahlreiche Bestrebungen Lahmheiten rechtzeitig und genau erkennen zu können.

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass sowohl die Prävalenz als auch die Inzidenz an Lahmheiten in den letzten Jahrzehnten deutlich gestiegen ist (Clarkson et al. 1996). Dies hängt zum einen mit der Änderung der Haltungssysteme, zum anderen mit einer stärkeren Leistungsorientierung zusammen. In modernen Kuhställen werden die Kühe überwiegend in Laufställen gehalten. Auf Grund einer vermehrten Bewegung in diesem Haltungssystem und einem damit verbundenem schlechteren Hygienestatus kann es häufiger zu Lahmheiten kommen als in Anbindeställen. In diesen können die Tiere den ganzen Tag nur an ein und derselben Stelle stehen und/oder liegen. Gegebenenfalls werden die Liege- und Standflächen mit mechanischen Hilfsmitteln wie dem Kuhtrainer sauber gehalten (Wells et al., 1993).

Die starke Leistungsorientierung spiegelt sich in einer zunehmenden Mechanisierung wieder, wodurch der Landwirt weniger Zeit bei seinen Tieren verbringt. Hierdurch fallen ihm Lahmheiten seltener auf, als bei regelmäßiger Beobachtung seiner Tiere.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte wurden verschiedenste Methoden entwickelt, um Lahmheiten früher und möglichst präzise erkennen zu können. Diese basieren entweder auf der Betrachtung der Tiere während des Gehens und einer damit verbundenen subjektiven Einschätzung durch den Beobachter mit Hilfe von Gangbeurteilungssystemen (Manson und Leaver, 1989). Alternativ stützen sie sich auf technische Erkennungssysteme wie z.B. die Ermittlung der Bodenauflagekräfte (Scott, 1989), die kinematische Ganganalysen (Flower et al., 2005) oder die Untersuchungen der Gewichtsverteilungen (Neveux et al. 2006), die möglichst selbstständig und objektiv Ergebnisse liefern können.

In der folgenden Arbeit soll anhand einer Reihe von Erhebungen (7 Termine), untersucht werden, wie sich die Gangnoten von Milchkühen über eine Zeitspanne von 12 Wochen entwickelt und ob sich etwas bezüglich der Lokomotionsfähigkeit der Tiere ändert. Dazu wurde eine Herde Fleckviehkühen alle 2 Wochen bezüglich ihrer Gangnoten beurteilt.

Ein besonderes Augenmerk wird auf Tiere gelegt, die mit einer Gangnote 2 benotet wurden, und somit einen „unebenen“ Gang zeigten. An diesen soll herausgearbeitet werden, ob diese Note (2) ein Indikator für eine bevorstehende Lahmheit darstellen kann.

Zusätzlich wird untersucht, ob die Liegezeiten von Milchkühen durch Lahmheiten beeinflusst werden.

2. Literaturübersicht

Im Folgenden werden zunächst die Ursachen und die Einflussfaktoren auf die Ursachen von Lahmheiten bei Milchkühen dargestellt. Im weiteren werden die Auswirkungen von Lahmheiten auf das Tier selber und auf den Betrieb herausgearbeitet, sowie das Auftreten und die Entwicklung des Krankheitsbildes in den letzten Jahre beleuchtet werden.

2.1 Lahmheiten beim Rind

Unter Lahmheit versteht man Veränderungen des Gangbildes, die durch schmerzhafte Erkrankungen des Bewegungsapparates verursacht werden. Sie können in geringgradige, mittelgradige bis hochgradige Lahmheiten unterteilt werden.

Neben Mastitis und Fertilitätsproblemen ist Lahmheit die Abgangsursache Nummer drei bei Milchkühen (Junge, 1997). Zwischen den Jahren 2000 und 2006 lag die Anzahl der Abgänge wegen Klauenerkrankungen bei rund 9% in Deutschland (ADR Daten, 2000-2006). Das Lebensministerium Österreich (Hulek, 2005 (a)) veröffentlicht einen Wert von ca. 20% für Klauenerkrankungen als Abgangsursache bei Milchkühen.

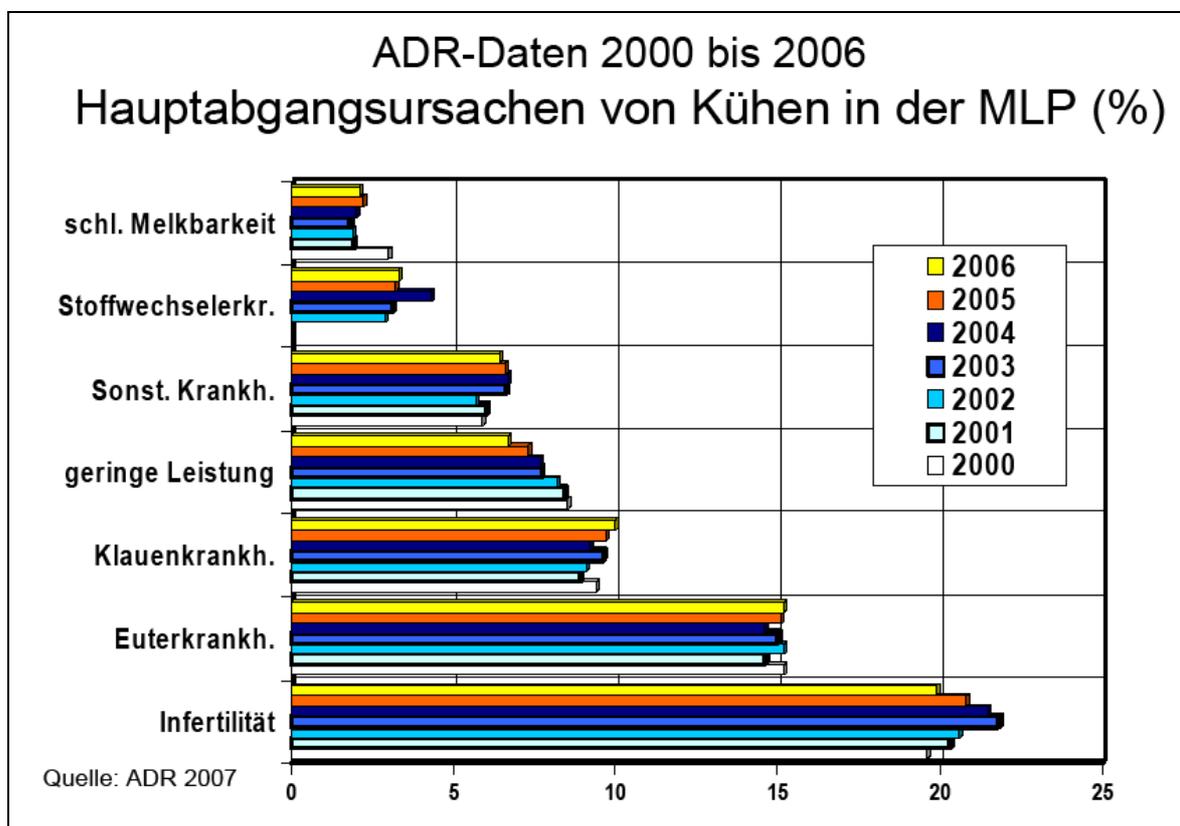


Abbildung 1: ADR Daten 2000 bis 2006 über die Hauptabgangsursachen von Milchkühen.

2.1.1 Ursachen

Die Ursachen für Lahmheiten bei Milchkühen sind multifaktoriell und von verschiedenen Einflussfaktoren abhängig (Blowey, 1995, Junge, 1997, Georg, 2001). Die Hauptursache für Lahmheiten liegen in pathologischen Veränderungen an der Klaue oder schmerzhaften Erkrankungen des restlichen Bewegungsapparates, wie z.B. der Gelenke oder Knochen, wodurch Schmerzen entstehen, welche sich in einer Lahmheit äußern können.

Diese Ursachen können unter anderem durch folgende Einflussfaktoren ausgelöst werden: die Klauengesundheit, die auch die Klauenpflege einschließt, das Haltungssystem, die Körperkonstitution, das Verhalten, welches auch durch die Herdengröße beeinflusst wird, die Zucht, die Laktationszahl, die Saison, die Einstellung und das Wissen des Landwirtes (Alban, 1995, Georg, 2001, Haskell et al., 2006, Junge, 1997, Ward, 2001)

Klauengesundheit

Die Klauengesundheit nimmt als Ursache für Lahmheiten eine relativ große Rolle ein. So zeigten Kossaibati und Esslemont (1999), dass bei einer Betrachtung der Gliedmaßen, die Hauptursachen im Zehenendorgan (Klauen) zu finden sind, während Funktionsstörungen des Beines seltener Lahmheiten begründen. Für Deutschland werden als häufigste Erkrankungen an der Klaue Ballenhornfäule, Bluterguss im Sohlenhorn, Rusterholz'sche Sohlengeschwür, Limax und Zwischenklauennekrose beschrieben (Junge, 1997).

Nach Junge (1997) wiesen nur 46,8% der untersuchten Tiere keine Veränderungen (Läsionen) an den Klauen auf. Veränderungen an den Klauen lösen nicht immer direkt Lahmheit aus, sie sind aber häufig die Vorboten. Ebenfalls stellte Junge (1997) fest, dass an der Hinterklaue deutlich häufiger Läsionen auftreten als an der Vorderklaue. Dies zeigten auch Pastell et al. (2008) bezüglich Lahmheiten, in deren Untersuchung Lahmheiten lediglich an der Hinterhand auftraten. Eine überwiegende Anzahl an Lahmheiten an den Hintergliedmaßen wiesen auch Neveux et al. (2006) sowie Manske et al. (2002) nach. Die Ursache hierfür liegt vermutlich in der Anatomie der Hintergliedmaße. Bei dieser wird auf Grund des Winkels im Sprunggelenk das Gewicht nicht senkrecht wie in der Vordergliedmaße auf die Klaue übertragen, sondern leicht schräg (Junge, 1997). Ähnliches beschreibt auch Ward (2001) bezüglich der Trachtenhöhe, die er als einen möglichen Einflussfaktoren auf die Ursache für Lahmheiten ansieht. Ist die Trachte zu hoch oder zu flach, so kommt es zu Überbelastungen der Bänder und Sehnen und somit im weiteren zu Lahmheiten.

Ähnliche Auswirkungen kann die Klauenlänge auf die Gesundheit des Bewegungsapparates haben. Ist eine Klaue zu lang, so wird das Tier an einem natürlichen Fuß gehindert, so dass es zu einer Fehlbelastung der Gliedmaßen kommt und Gelenkerkrankungen entstehen können (Ward, 2001 und Fiedler et al., 2004). Rutherford et al. (2008) haben ebenfalls gezeigt, dass Kühe mit zu langen Klauen häufiger Lahmheiten aufweisen.

So zeigte sich in Untersuchungen, dass die richtige Klauenpflege von besonderer Bedeutung ist (Manson und Leaver, 1989 und Espejo und Endres, 2007). Jedoch nicht nur zu lange, auch zu kurze Klauen können einen negativen Einfluss auf die Lokomotionsfähigkeit haben. Auf Grund zu kurz geschnittener Klauen kann die

sensible Sohle mit dem Boden in Kontakt kommen, wodurch schmerzhafte Druckstellen und Läsionen entstehen (Webster, 2002, aus Willen, 2004).

Bewirtschaftungsweise

Eine Untersuchung die einen Vergleich zwischen den Bewirtschaftungsweisen konventionell und biologisch zog, konnte zeigen, dass in Biobetrieben die Anzahl von Lahmheiten erheblich geringer ist als auf konventionell geführten Betrieben (Rutherford et al. 2008). Dies kann man vermutlich mit den dadurch verbundenen strengeren Erzeugervorschriften und den daraus resultierenden teilweise besseren Umweltbedingungen erklären.

Boden

Ebenfalls einen großen Einfluss auf die Klauengesundheit hat das Haltungssystem (Georg, 2001, Haskell et al., 2006, Espejo, 2006, Ward, 2001, Singh, 1994). Hierbei spielt der Boden eine besondere Rolle. Schmutzige und nasse Böden können zu einer Aufweichung des Klauenhorns führen und können somit den Weg für Erreger ebnen, wodurch Lahmheiten hervorgerufen werden können (Groth 1985, aus Georg 2001).

Daher ist die Hygiene und Kontrolle und gegebenenfalls die Pflege nicht außer acht zu lassen.

Distl und Schmid (1993) haben gezeigt, dass das Klauenbad, durch das die Tiere nach dem Melken gehen, einen positiven Einfluss auf die Klauengesundheit hat. Ähnliches konnten auch Georg et al. (2001) zeigen, als sie den Effekt einer Klauenwanne, die mit Strohpellets gefüllt war und im Bereich des Fressplatzes im Boden installiert war, untersuchten. Dabei konnten sie zeigen, dass durch diese die Klauen der Hintergliedmaßen härter wurden. Dies hängt damit zusammen, dass die Kühe durch den Stand in der Klauenwanne die Klaue für eine gewisse Zeit trocken stellen konnten, da es sich bei dieser Klauenwanne um eine mit trockenem Material befüllte Wanne handelt.

Aber auch die Beschaffenheit des Bodens hat einen Einfluss auf die Klauengesundheit und schlussendlich auch auf die Lokomotionsfähigkeit (Telezhenko und Bergsten, 2005, Faull et al., 1996).

Rutschfeste Böden können ebenfalls einen Einfluss auf die Klauengesundheit haben. Auf rauen Böden fühlen die Tiere sich mitunter sicherer, wodurch sie möglicherweise animiert werden sich schneller zu bewegen. Somit kann es dabei eher zu Klauenspreizungen kommen die dann unter Umständen Verletzungen nach sich ziehen, wodurch an diesen Stellen Entzündungen entstehen können (Junge, 1997).

Auf rutschigeren Böden wie zum Beispiel auf Spalten treten im Vergleich dazu meist weniger Lahmheiten auf. Dies kann eventuell damit zusammenhängen, dass die Tiere auf diesen vorsichtiger gehen, und durch die Spalten Urin und Kot abfließen kann, so dass die Kühe nicht permanent darin stehen müssen und der Boden trockener und sauberer ist (Junge, 1997). Anhand einer Untersuchung mit einem Läsionenindex, in den die jeweiligen Verletzungen an den Gliedmaßen eingeflossen sind, zeigte Jung (1997), dass Tiere in Anbindehaltung auf Spaltenböden, gefolgt von eingestreuten Anbindeställen bessere Werte hatten, als jene Tiere, die in Laufställen mit Spaltenböden oder mit planbefestigten Laufgängen gehalten wurden.

Singh et al. (1994) haben gezeigt, dass bei der Umstellung auf Tiefstreu die Anzahl an Läsionen zurückging. Dies begründen sie mit einem weicheren und trockeneren Boden. Auf diesem halten sich die Kühe dann nicht nur zum Liegen auf, wie in Liegeboxen, sondern auch zum Stehen.

Liegeboxen

Ebenfalls ist für die Entstehung von Lahmheiten die Beschaffenheit von Liegeboxen von großer Bedeutung. (Ward, 2001, Faull, 1996, Colam-Ainsworth et al., 1989)

So können zu harte Liegeboxen dazu führen, dass die Tiere sich ungern hinlegen und somit längere Stehzeiten haben (Fayed, 1997). Demzufolge kann es zu einer Überbelastung der Klaue kommen, wodurch Lahmheiten entstehen können. Zum anderen kann es wegen zu harter oder schlecht eingestreuter Liegeboxen zu Verletzungen während des Liegens kommen, welche in Folge ebenfalls zu Schmerzen beim Gehen führen können. (Junge, 1997, Fayed, 1997, Ward, 2001) Daher sind die Einstreumenge und der Zustand der Einstreu von großer Bedeutung. Colam-Ainsworth et al (1989) haben gezeigt, dass bei einer optimalen Einstreumenge keinerlei neue Erkrankungen auftraten. Ähnliches beschreiben auch Faull et al. (1996), denn diese setzen schlecht gepflegte eingestreuete Liegeboxen fast gleich mit Liegeboxen, die nur einen Betonboden aufweisen. Außerdem kommt es bei nicht ausreichend weichen Liegeboxen teilweise zu kurzen Lahmheiten direkt nach dem Aufstehen, die aber wenn die Tiere sich ein wenig bewegen wieder vergehen (Faull et al., 1996). Rutherford et al. (2008) haben in ihrer Untersuchung gezeigt, dass in Tiefstreuställen deutlich weniger Lahmheiten auftreten als in Liegeboxenlaufställen.

Die Ausgestaltung der Liegeboxen beeinflusst ebenfalls das Auftreten von Lahmheiten. Zu hohe Bugbretter und Kotkanten erhöhen das Auftreten von Lahmheiten, ebenso wie der Einsatz von restriktiv eingesetzten Nackenriegeln (Ward, 2001 und Bernardi, 2008). Die Weite einer Liegebox hat jedoch keinerlei Einfluss auf die Gesundheit der Kühe. (Faull et al., 1996, Espejo und Enders, 2007)

Die Anzahl an Liegeboxen, genauso wie die von Fressplätzen hat ebenso einen Einfluss auf die Gesundheit des Bewegungsapparates der Tiere. Sind zu wenige vorhanden, so kommt es zu aggressivem Verhalten der Kühe und die Rang niederen, welche häufig die bereits verletzen sind, bekommen nicht mehr ausreichend zu fressen und können sich nicht in dem Maße beim Liegen erholen wie sie es bräuchten. Außerdem sehen manche Autoren die Liegebox als eine Art Rückzugsgebiet für lahme Tiere an, in dem sie nicht belästigt werden (Potter und Broom, 1990).

Weidehaltung

Haskell et al. (2001) und auch Hernandez et al. (2007) haben einen besonders positiven Einfluss von Weidehaltung auf die Lokomotionsfähigkeit gefunden. So haben Tiere auf der Weide eine durchschnittliche Gangnote von 2, in einem möglichem Notenspektrum von 1-5, und Tiere im Laufstall eine oberhalb von 3 (Hernandez et al., 2007). Da es sich dabei um einen natürlichen Boden und ein großes Platzangebot handelt, können sich die Tiere dort ohne Einschränkungen niederlegen, liegen und „bequem“ aufstehen. Zusätzlich sind dort wenige

Fäkalkeime vorhanden. Dies ist ein weiterer wichtiger Punkt bei der Betrachtung von Lahmheiten.

Clackson und Ward (1991) zeigten außerdem, dass bei Weidehaltung die Treibwege einen großen Einfluss auf die Lokomotionsfähigkeit der Kühe haben. So zeigte sich in ihrer Untersuchung, dass die Kühe dort, wo die Wege in einem schlechten Zustand waren, häufiger lahm wurden.

Geburt

Häufig treten Lahmheiten in engem zeitlichem Zusammenhang mit dem Kalben auf. Im peripartalen Abschnitt findet eine Umstellung des Stoffwechsels statt, da die Milchproduktion beginnt. (Blowey, 1995) Auch zu energiereiche Fütterung, auf Grund von hohen Krafftutergaben während des Anfütterns kurz vor der Geburt wirkt sich mitunter negativ auf die Klauengesundheit aus, denn durch diese können Klauenrehe entstehen (Hulek, 2005b).

Vor allem bei Färsen kann diese Umstellung zu vermehrtem Auftreten von Lahmheiten führen. Dabei wird häufig die Umgebung gewechselt, da sie in die milchgebende Herde integriert werden. Hierbei müssen sich die jungen Tiere an ein neues Haltungssystem gewöhnen, was in der Umstellungsphase zu Problemen führen kann. Dort gibt es dann teilweise die Probleme, dass die jungen Kühe noch nicht an das neue Haltungssystem gewohnt sind. Besonders junge Tiere in Liegeboxenlaufställen liegen nicht in den vorgesehenen Liegeboxen ab, sondern auf den Gängen (Colam-Ainsworth, 1989). Die Rastlosigkeit dieser Kühe führt dazu, dass sie weniger Zeit des Tages liegen, wodurch es zur Überanstrengung der Klaue kommen kann (Blowey, 1995).

Alban (1995) zeigte, dass Kühe ab der vierten Abkalbung noch häufiger zu Lahmheiten neigen. Dies begründet sie bereits mit „Abnutzungserscheinungen“.

Dem gegenüber stehen jedoch Untersuchungen von Espejo et al. (2006), Haskell et al. (2006) und Wells et al. (1993), bei denen sich zeigte, dass die Tiere während der ersten Laktation die geringste Prävalenz aufwiesen, wohingegen sie mit zunehmender Laktationszahl anstieg. Ward (2001) führt an, dass Kühe, die während der ersten Laktation bereits eine Lahmheit aufweisen, in den folgenden Laktationen eher dazu tendieren erneut lahm zu werden.

Herde/soziale Struktur

Ein weiterer Einfluss auf die Ursache von Lahmheiten kann von der Größe und der sozialen Struktur der Herde herrühren. So haben Groehn et al. (1992, aus: Alban, 1995) gezeigt, dass bei Herden zwischen 50 und 99 Tieren die höchste Lahmheitsfrequenz vorlag. In ihrer eigenen Untersuchung konnte Alban (1995) zeigen, dass mit der Größe der Herde ebenfalls die Lahmheitsanfälligkeit ansteigt; Dies wurde durch die damit verbundene zunehmende Mechanisierung erklärt. Je größer ein Betrieb ist, desto mehr Arbeit wird maschinell verrichtet. Hierdurch hält sich der Landwirt seltener bei den Tieren auf, so dass seltener eine Begutachtung der Tiere stattfindet.

Potter und Broom (1990) beschreiben den Aspekt der sozialen Struktur einer Herde. Sie weisen darauf hin, dass eine häufige Neuordnung der sozialen Strukturen, die durch Einbringen von Jungtieren stattfindet, einen wesentlichen Einfluss auf die Prävalenz der Herde nimmt. Unruhe, selteneres Ablegen sowie Streitereien stellen hierbei die Ursache für Verletzungen dar.

Qualifizierung des Betreuungspersonales und der Umgang mit den Tieren

Bei all diesen beschriebenen Ursachen und Auswirkungen, darf man jedoch den Landwirt nicht außer acht lassen. Von seiner landwirtschaftlichen Ausbildung kann unter anderem die Prävalenz seines Betriebes abhängen. Die betrieblichen Zukunftsperspektiven und –pläne, sowie sein Umgang mit den Tieren können sich auf die Häufigkeit von Lahmheiten auswirken (Clackson und Ward, 1991, Mill und Ward, 1994, Alban, 1995).

Es hat sich gezeigt, dass auf Betrieben von Landwirten mit einem hohen Bildungsstand und Fachwissen im Bereich der Viehwirtschaft eine geringere Prävalenz in den Herden auftrat als auf Betrieben, wo das Fachwissen nicht so fundiert war. Die Ursache hierfür liegt in der rechtzeitigen Erkennung und Behandlung der Symptome oder Krankheiten, die in Teilen sogar eine Lahmheit vorbeugen kann (Mill und Ward, 1994).

Ähnliches zeigt sich auch in Bezug auf die Zukunftsorientierung des Betriebsleiters. So hat Alban (1995) Landwirte befragt, wo sie sich in fünf Jahren sehen. Hierbei hat sich herausgestellt, dass jene, bei denen die Zukunft noch unklar war, eine hohe Prävalenz aufwiesen, während Betriebe, deren Planung über diesen Zeitraum hinaus ging, eine niedrigere Prävalenz aufwiesen.

Zudem hat der Umgang mit den Tieren einen Einfluss auf die Gesundheit. Clarkson und Ward (1991) haben gezeigt, dass bei Kühen auf Betrieben mit ungedulden Treibern sowie Hilfsmitteln wie z.B. Traktor oder Hund deutlich häufiger Lahmheiten auftreten. Dies hängt damit zusammen, dass getriebene Kühe nicht mehr ihr Tempo bestimmen können und meist aus Platzmangel keine Möglichkeit haben, genau zu schauen, wohin sie treten bzw. den idealen Weg auswählen können. Außerdem kommt es besonders dort, wo der Kuhweg mit dem Traktor befahren wird, zu Fahrinnen, die für die Tiere nicht angenehm sind und zu prädisponierende Faktoren für Lahmheiten gehören (Ward, 2001).

2.1.2 Auswirkungen

Lahmheiten im Bereich der Milchviehwirtschaft haben zum einen Auswirkung auf die wirtschaftliche Seite des Betriebes, aber zum anderen haben sie auch einen großen Einfluss auf das Wohlbefinden des betroffenen Tieres.

Wirtschaftlich

Die wirtschaftlichen Auswirkungen von Lahmheiten beruhen auf mehreren Aspekten.

Auf Grund der Schmerzen beim Gehen reduzieren erkrankte Tiere ihre Steh- und Gehzeiten. Hierdurch kommt es zu einer Reduktion der Futtermenge. Dies hat für das Tier zwar den positiven Effekt, dass es weniger Gewicht zu tragen hat und somit die Gliedmaßen entlastet werden, jedoch wird dadurch die Energieaufnahme reduziert und es kommt zu einer Reduktion der Milchmenge, was zu wirtschaftlichen Einbußen des Betriebes führt (Pastell und Kujala, 2007, Blowey, 1995).

Green et al. (2002) haben den Einfluss von Lahmheit auf die Milchmenge untersucht, und sie haben gezeigt, dass die Milchmenge schon 4 Monate, bevor eine Lahmheit zu erkennen war, reduziert war und auch noch für weitere 5 Monate

nach der Erkennung reduziert blieb. Sie berichteten von einer durchschnittlichen Milchreduktion in einer 305 Tage Laktation von 360 kg. Ähnliches zeigten auch Warnick et al. (2007).

Eine weitere Auswirkung von Lahmheiten ist reduzierte Fruchtbarkeit. So berichteten Collick et al. (1989), dass lahme Kühe um 14 Tage später aufnehmen als gesunde Tiere und Tiere mit Sohlengeschwüren sogar 40 Tage später (Ward, 2001).

Zu diesen indirekten Kosten kommen zusätzlich noch direkte Kosten, die durch Behandlung, Medikamente und Arbeitsaufwand entstehen (Blowey, 1995, Ward, 2001). Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass aufgrund der Medikamentengabe und der damit verbundenen Wartezeit Milch nicht in den Verkauf gelangen darf.

Hulek (2005) schätzt die durchschnittlichen Kosten auf Grund von Lahmheit für eine Kuh in einem Jahr auf € 350.

Animal Welfare

Unter dem Wohlbefinden bei Tieren, und hier im Besonderen dem von Milchkühen, versteht man die Ausgeglichenheit zwischen dem physischen und psychischen Gleichgewicht und nicht bloß die Abwesenheit von Schmerzen, Leiden und Schäden. Es setzt voraus, dass sich ein Tier aktiv mit der Umwelt auseinandersetzen kann und sich artgerecht verhalten kann. Die Bewertung des Wohlbefindens ist nicht klar definiert und messbar, sondern sie erfolgt meist subjektiv nach dem empfinden des Menschen (Beusker, 2007).

Bei Lahmheiten handelt es sich um eine schmerzhaftes Erkrankung des Bewegungsapparates. Es kommt somit zu einer mehr oder weniger starken Beeinträchtigung des Wohlbefindens der betroffenen Tiere. Häufig werden Lahmheiten als das wichtigste „welfare“ Problem bei Milchkühen beschrieben, da die Tiere nicht nur Schmerzen haben, sondern auf Grund dieser Schmerzen ihr Verhalten beeinträchtigt wird, so dass sie sich nicht mehr arttypisch verhalten können (March et al., 2005).

Durch die Schmerzen, die durch Bewegung meist verstärkt werden, kommt es zu einem Schonverhalten der Tiere. In mehreren Studien wurde gezeigt, dass lahme Tiere später in den Melkstand kommen (Hassall et al. 1993, Singh et al. 1993, Fayed, 1997). In Folge dessen kommen diese auch später zu den Fressplätzen. Die Tiere sind somit in ihrem „normalen“ Verhalten behindert. Phillips (2002) führt zudem an, dass das Wohlbefinden der erkrankten Tiere dadurch gestört wird, dass diese Kühe auf Grund des Schmerzes langsamer gehen und somit oft vom Personal mehr getrieben werden als andere wenn es z.B. von der Weide zum Melkstand geht.

Pastell und Kujala (2007) haben in ihrer Untersuchung auch gezeigt, dass lahme Tiere im Melkstand unruhiger stehen, da sie immer wieder versuchen, das erkrankte Bein zu entlasten. Diese Tiere sind auf Dauer einem höherem Stresslevel ausgesetzt (Blowey, 1995).

2.1.3 Auftreten und Entwicklung in den letzten Jahren

Um das Auftreten von Lahmheiten zu vergleichen und besser aufzeigen zu können werden hierfür meist die Inzidenz oder die Prävalenz bestimmt.

Dabei ergibt sich allerdings bezüglich der Vergleichbarkeit der Werte das Problem, dass teilweise unterschiedliche Herangehensweisen zur Datensammlung gegeben sind. So werden zum einen unterschiedliche Beurteilungsschemata eingesetzt und zum anderen die Ergebnisse gar nicht direkt am Betrieb erhoben werden, sondern z.B. „nur“ Klauenbefunddaten die der Tierarzt angibt ausgewertet. In anderen Fällen werden sowohl die vom Betriebsleiter als auch die vom Tierarzt aufgenommenen Fälle von Lahmheiten einbezogen.

Unter Inzidenz versteht man die Anzahl an neuen Erkrankungen in einem bestimmten Zeitraum in einer definierten Gruppe. In diesem Fall ist es die Anzahl der neuen Lahmheiten in einem Untersuchungszeitraum. Die Prävalenz hingegen gibt die absolute Zahl der erkrankten Tiere einer Untersuchungsgruppe zu einem bestimmten Zeitpunkt an.

Clarkson et al. (1996) beschreiben aus der Literatur heraus eine Zunahme der Inzidenz von Lahmheiten in den letzten 30 Jahren. So haben 1960 Leech et al. eine Inzidenz von 3,88% ermittelt, Eddy und Scott (1980) haben 20 Jahre später bereits eine von 4,72% angegeben, wobei es dabei eine Varianz von 0-30% gab. Russel et al. (1982) gaben eine Inzidenz von 5,5% an. Whitaker et al. (1983) gaben sogar eine Inzidenz von 25% an. Hierbei sind sowohl die Behandlungen vom Landwirt als auch vom Tierarzt einbezogen worden. Durchschnittlich lag auch hier die Inzidenz der durch den Tierarzt aufgenommenen Fälle bei 6,3%. Esslemont und Spencer (1993) beschrieben eine jährliche Inzidenz von 35,6%. (aus: Clarkson et al. 1996) In ihrer eigenen Studie fanden sie eine Inzidenz von 54,6% für England. Ward et al. (2001) geben eine Inzidenz von 55% an.

Bezüglich der Prävalenz gaben Ward et al. (2001) einen Wert von bis zu 20% an. Ähnliche Ergebnisse bekamen auch Espejo et al. (2006) bei einer Untersuchung in einem Laufstall heraus. Dort fanden sie eine durchschnittliche Prävalenz von 24,6%.

2.2 Erkennen von Lahmheiten

Ein wesentliches Problem bei der Thematik Lahmheit ist, dass sie häufig erst von den Landwirten erkannt wird, wenn bereits eine deutliche Entlastung einer Gliedmaße zu sehen ist. Mill und Ward (1993) erfragten in einer Untersuchung, ab wann ein Landwirt Lahmheiten erkennt. Dort gaben 13 von 15 Befragten an, dass sie es erst beim deutlichen Lahmen sehen. Lediglich einer konnte lahme Kühe erkennen, bevor sie deutlich das Bein entlasteten. Dieser Landwirt hatte auch die geringste Prävalenz für Lahmheiten auf seinem Betrieb. Ähnliches zeigten auch Whay et al. (2003). Hierbei wurden durch den Landwirt lediglich 25% der lahmen Tiere erkannt. Auch Rutherford et al. (2008) zeigten, dass Landwirte die Prävalenz auf ihrem Betrieb unterschätzen. So haben Landwirte bei einer Befragung angegeben eine Lahmheit von durchschnittlich 7,4% am Betrieb zu haben, wobei sich am gleichen Tag aufgrund einer durch Experten durchgeführten Lahmheitsbeurteilung eine Prävalenz von 16,4% ergab. Dies ist ein Indiz dafür, dass Lahmheiten meist sehr schlecht und teilweise auch erst recht spät erkannt werden, wodurch die Behandlungsdauer lang und die Kosten hoch werden.

Lahmheiten werden meistens durch Beobachtungen der Tiere erfasst (Bicalho et al., 2007). Daher ist es wichtig, dass man mit dem Gang und den Gliedmaßen der Tiere vertraut ist. So können bereits frühzeitig kleine Veränderungen in der

Bewegung erkannt und eine Behandlung eingeleitet werden. Im Folgenden werden nun die wichtigsten Parameter dargestellt, an denen man ein erkranktes Tier erkennen kann.

2.2.1 Gangbeschreibung

Gangbeschreibungen bei Milchkühen stellen eine Möglichkeit dar Abweichungen im Gangbild von der Norm feststellen zu können. Anhand dieser kann man die meist schmerzhaften Veränderungen bezüglich der Lokomotionsfähigkeit feststellen.

Den Gang von Kühen kann man mit Hilfe von mehreren Parametern beschreiben und analysieren. Im Folgenden werden nun die Attribute: Rhythmus, Schrittlänge, Schrittweite, Übertreten, Kopfbewegung, Rücken, Füßen der Gliedmaßen und Beweglichkeit der Gelenke genauer beschrieben.

Idealerweise sollte eine Kuh eine gute Vorwärtsbewegung aufweisen. Dazu sollte die Schrittlänge der Größe des Tieres angemessen sein. Außerdem sollte es sich um einen klaren Vier-Takt handeln (Flower und Weary, 2006). Ist dieser Rhythmus in Richtung Drei-Takt gestört, so liegt wahrscheinlich eine Lahmheit vor.

Die Schrittlänge (stride length) beschreibt, wie weit eine Kuh mit jeweils einem Bein tritt (Telezhenko und Bergsten, 2005). Diese sollte bei allen vier Beinen gleich lang sein. Nach dem Melken verlängert sich die Schrittlänge von gesunden Kühen (Flower et al. 2006). Ist eine Gliedmaße erkrankt, so kommt es zur Verkürzung bei dem betroffenen Bein.

Die Schrittweite (step length), ergibt sich aus dem Abstand zwischen der rechten und der linken Hinter- bzw. Vorderklaue (Telezhenko und Bergsten, 2005). Im Normalfall richtet diese sich nach dem Fundament des jeweiligen Tieres.

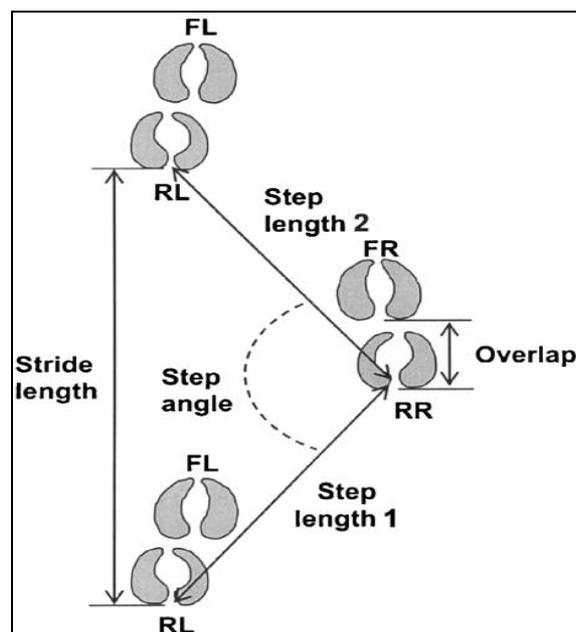


Abbildung 2: Analyse der beim Gehen entstehenden Abdrücke; die Klauen werden wie folgt bezeichnet: F=vorne, R=hinten, L=links, R=rechts (aus: Telezhenko und Bergsten, 2005)

Nicht außer Acht zu lassen ist das Übertreten, oft auch als „overlap“ oder „Tracking-up“ bezeichnet. Hierbei sollte die Hinterhand mindestens in die Spur der

gleichseitigen Vorderhand treten. Je weiter hinten die Hinterhand hinter der Vorderhand auftritt, desto schlechter ist dieses zu bewerten. (Telezhenko et al. 2005, Espejo et al. 2006, Flower and Weary, 2006, Song et al. 2008) Flower et al. (2006) haben gezeigt, dass sich das Tracking-up nach dem Melken leicht verbessert.

Die Kopfbewegung einer gesunden Kuh ist gleichmäßig und eben, sprich im gesunden Zustand sollte sich dieser während der Bewegung nur minimal heben und senken. Lahmt ein Tier auf einer Gliedmaße, so wird die Kopfbewegung unregelmäßig und bei Belastung der erkrankten Gliedmaße deutlicher sichtbar (Flower und Weary, 2006)

Für Sprecher et al (1997) aber auch für Flower und Weary (2006) ist die Rückenlinie von großer Bedeutung für die Gangbeschreibung und Beurteilung von Milchkühen. Bei einer gesunden Kuh ist der Rücken gerade, wohingegen eine lahme Kuh ihren Rücken aufwölbt. Amory et al. (2006) nutzen in ihrer Untersuchung die Rückenlinie alleine, um eine Kuh als lahm einzustufen. Sie stellten jedoch fest, dass man dieses Kriterium nicht als einzigen Indikator heranziehen kann. Es gibt sowohl lahme Tiere, die den Rücken nicht aufwölben, als auch gesunde Tiere die es trotzdem tun.

Das Fußes der Gliedmaßen sollte möglichst gerade in Bewegungsrichtung sein (Espejo, 2006). Etwaige Abweichungen in Form von Rotationen können auf Entlastungen hindeuten. Außerdem können ständige Fehlstellungen Vorboten für spätere Lahmheiten sein. Durch abnormes auftreten mit der Klaue kann es zu Fehlbelastungen kommen, wodurch Gewebe in der Klaue oder Gelenke in der Gliedmaße beschädigt werden können.

Auch die Beweglichkeit der Gelenke ist ein Aspekt, der den Gang einer Milchkuh ausmacht. So sollten sich die Gelenke ausreichend biegen und strecken lassen. Ist dies nicht der Fall, so gehen die Tiere meist steif (Flower und Weary, 2007). Diese Beweglichkeit bezieht sich besonders auf das Sprunggelenk. Hier sind Versteifungen häufig vorzufinden. In diesem Fall kann ein Tracking-up nicht mehr stattfinden, da durch diese Steife auch die Schrittlänge verkürzt wird.

2.2.2 Gangbeurteilungssysteme

In den letzten 20 Jahren wurden unterschiedliche Bewertungssysteme (=Gait Scoring Systeme) entwickelt, die die Lokomotionsfähigkeit und das Gangbild von Kühen beurteilen (Manson und Leaver, 1989, Wells et al. 1993, Sprecher et al. 1997, Whay, 1997, Winckler und Willen, 2001). Diese sollen helfen, anhand der jeweils vorgegebenen Parameter möglichst schnell und einfach einen Eindruck über den Gesundheitszustand der Tiere bezüglich des Bewegungsapparates auf einem Betrieb zu bekommen und diese dann zwischen verschiedenen Betrieben vergleichen zu können. Es handelt sich dabei um rein subjektive Beobachtungen und nicht um diagnostische Maßnahmen.

Für diese Methoden werden in den im Folgenden beschriebenen Systemen numerische Bewertungen in Form von Noten vorgenommen, wobei die Punkte meist in ganzen Notenschritten oder in Halbschritten vergeben werden.

Für diese Beurteilung sollte die Kuh auf geraden ebenen Flächen entlang gehen und nicht getrieben werden. Der Beobachter betrachtet das Tier dabei aus einem gewissen Abstand von der Seite und hinten (Manson und Leaver, 1989, Sprecher et al. 1997, Whay et al., 1997, Winckler und Willen, 2001).

Viele der heute eingesetzten Systeme zur Gangbeurteilung gehen auf das von Manson und Leaver (1988) zurück. Es handelt sich dabei um eine subjektive Methode zur Beurteilung der Bewegungsfähigkeit bei Kühen. Dazu werden die Tiere beobachtet, während sie auf einer geraden ebenen Fläche gehen. Der Gang der Tiere wird dann anhand einer neunstufigen Skala von 0 (normaler Gang) bis 5 (hochgradig lahm) in halben Schritten beurteilt. Bei diesem System werden auch das Gehen in der Wendung sowie das Aufstehen einbezogen.

Tiere mit einer Note von 3 oder höher werden als lahm klassifiziert. Manson (1988) fand eine Wiederholbarkeit von 0,89 innerhalb eines Beobachters und eine von 0,84 zwischen zwei Beobachtern (Manson und Leaver, 1989, Ward, 1998).

1993 veröffentlichten Wells et al. ein etwas einfacheres System. Dieses umfasst nur noch ganze Noten. Somit gab es nur noch fünf zu vergebende Noten (von 0 bis 4). Außerdem betrachteten Wells et al. nur den Gang auf der Geraden. Nach diesem System sind Tiere ab einer Note von zwei als lahm einzustufen.

Der Spearman Korrelationskoeffizient zwischen zwei Beobachtern betrug 0,68. Zudem fanden sie eine Übereinstimmung zwischen den beiden Beobachtern von 92,7% im Sommer und eine von 91,3% im Frühling bei je einem Kappa Koeffizienten von 0,6 (Ward, 1998).

Whay et al. (1997) modifizierten ein 1992 von Kestin et al. für Hühner entwickeltes System. Es handelt sich dabei um einen Lahmheitsscore bei dem Noten von 1 bis 6 vergeben werden. In diesem System werden die Tiere nicht nur beim Weggehen vom Beobachter beurteilt, sondern auch von der Seite, um das Übertreten der Hinterklauen (Tracking-up) und die Kopfbewegung beurteilen zu können. Bei einem Vergleich zwischen Manson und Leaver und dem ihrem System fanden Whay et al. (1997) heraus, dass die Systeme eine hohe Korrelation aufweisen (0,94) und sich eher in der Abstufung der Definitionen von Lahmheit differenzieren (Whay et al., 1997, Ward 1998).

Sprecher et al. (1997) entwickelten ein 5-stufiges Lahmheits-Scoring-System, bei dem sie zum einen die Körperhaltung, besonders die Rückenlinie im Stand und im Gehen, und zum anderen den Gang der Tiere beurteilen. Auch hier ist, wie schon bei Manson und Leaver, die „Grenze“ für lahm bei einem Score von 3. Dieser kann schon erreicht werden, wenn das Tier im Stand eine aufgezoogene Rückenlinie aufweist (Sprecher, 1997). Allerdings liegt bereits bei einer Note von 2 eine „milde Lahmheit“ vor (Sprecher et al., 1997, Ward, 1998).

Espejo et al. (2006) fanden bei Betrachtung von zwei Beobachtern eine Übereinstimmung von 86,6%. Die häufigsten Abweichungen bestanden in einer Notenstufe (30% aller Abweichungen). In lediglich 2% der Betrachtungen lagen die Beobachter um zwei Noten auseinander. Zudem ermittelten sie einen Kappa-Koeffizienten von 0,77.

Winckler und Willen (2001) variierten die Systeme von Sprecher et al. (1997) und Whay (1997). Mit einem 5-stufigen Gangbeurteilungssystem können die Kühe im Durchschnitt innerhalb einer Minute auf festem Untergrund (Spaltenboden, Betonboden etc.) beurteilt werden.

Wie bei den bereits beschriebenen Systemen sind Kühe ab einer Note von 3 als lahm anzusehen. In diesem System wird bereits der verkürzte Schritt mit einer Gliedmaße mit 3 bewertet, bei der Entlastung einer Gliedmaße wird die Note 4

vergeben. Bei Unvermögen oder extremem Widerstreben muss die Note 5 vergeben werden (March et al. 2005).

Für dieses System wurde eine Vergleichbarkeit der Noten zwischen drei Beobachtern von 68% ermittelt (Winckler und Willen, 2001).

2.2.3 Technische Erkennungssysteme

Lange Zeit waren die oben beschriebenen Gait Scoring Systeme weit verbreitet und die einzige Möglichkeit, Lahmheiten auf einem Betrieb zu erkennen. Dabei handelt es sich jedoch um sehr zeitintensive Methoden. Ein weiteres Problem stellt die Subjektivität der einzelnen Beurteiler dar.

Auf Grund von immer größer werdenden Betrieben und einer späten Erkennung von Lahmheiten (Wells et al., 1993, zitiert in Neveux et al., 2006) wurde der Ruf nach objektiven automatischen Erkennungssystemen immer lauter.

So wurden im Laufe der letzten Jahre verschiedene Methoden entwickelt, die automatisch und objektiv Lahmheiten bei Milchkühen erkennen sollen. Die gängigsten davon werden nun im Weiteren vorgestellt.

Bodenauflagekraft/Gewichtsverteilungen

Schon Ende der 80er Jahre hat sich Scott (1989) mit der Gewichtsverteilung auf die einzelnen Beine bei Kühen beschäftigt. Dazu hat er die vertikale und horizontale Kraft gemessen, die beim Gang eines Tieres auf die auf dem Boden liegende Messplatten übertragen wird. Zu dieser Zeit, als Scott seinen Versuch durchführte, lagen bereits Daten von Webber und Clark (1981, aus Scott, 1989) und Scott (1986, 1987, aus Scott, 1989) als Druck-Zeit-Daten von Kühen vor. Aus diesen Daten geht hervor, dass es eher Unterschiede zwischen den Vorder- und Hinterbeinen gibt, als zwischen den contralateralen Beinen. Ebenfalls war bekannt, dass Tiere schmerzende Gliedmaßen entlasten und somit mehr Druck auf die gesunden Beine übertragen wird.

Scott (1989) untersuchte die Tiere zunächst auf Klauenveränderungen und erfasste anschließend die Druckverteilung beim Gehen über Messplatten. Dabei sind die Tiere in diesem Versuch alle frei gelaufen und nicht wie in der vorherigen Untersuchung geführt worden. Gemessen wurde dabei der vertikale (MVF) und der horizontale Druck. Den horizontalen Druck unterteilte er in „decelerative Force“ (MDF) (Abbremsung) und „accelerative Force“ (MAF) (Beschleunigung). Als Ergebnis ist dabei herausgekommen, dass der vertikale Druck verglichen mit dem contralateralen Bein meistens reduziert ist. Bezüglich des horizontalen Drucks hat Scott festgestellt, dass der MDF und MAF bei einer gesunden Kuh ungefähr in der gleichen Größe verläuft, wohingegen bei einer lahmen Kuh es zu Unterschieden zwischen den beiden Größen kommt. Insgesamt wurde bei lahmen Tieren auch die Druckbelastung auf die „gesunden Beine“ verändert, wodurch er darauf schließen konnte, dass Kühe dadurch das schmerzende Bein mehr entlasten wollen. (Scott, 1989)

Auch Rajkondawar et al. (2002) und Tasch et al. (2004) (aus Rajkondawar et al. 2006) haben ähnlich wie schon Scott (1989) eine Messung der Gewichtsverteilung auf Kuhbeine durchgeführt. Diese basierte auf der Messung der Bodenauflagekraft

(ground reaction force = GRF) eines jeden Beines einer Kuh. Dieses System wird „reaction force detection“ genannt, was im Folgenden mit RFD abgekürzt wird.

Bei diesem System geht die Kuh über zwei parallel verlaufende Bodenmessplatte durch einen vorgeschriebenen Gang. Es wird für die Vorder- und Hinterbeine individuell die vertikale Druckbelastung auf die Platten gemessen. Über diese Werte werden dann limb movement variables (LMV) bestimmt.

Das Fußes der Kühe wird unterteilt in eine gewichtstragende Phase (Stand) und eine nicht-gewichtstragende Phase (Schwung). Während der Standphase wird horizontaler und vertikaler Druck auf die Messplatten übertragen (GRF). Bei einer Lahmheit wird die maximale Druckbelastung nicht mehr erreicht, da das Tier die kranke Gliedmaße entlastet.

In einer Vergleichsstudie zwischen Gang- und Läsionsbeurteilung und dem GRF, wobei hier aus Einsparungsgründen nur die vertikale Druckbelastung gemessen wurde, hat sich gezeigt, dass über 5 LMV-Messungen Lahmheiten objektiv angezeigt werden können. Die Kosten für ein solches System sind jedoch sehr hoch. (Rajkondawar et al., 2006)

Tasch und Rajkondawar (2004) haben das RFD System um eine Software erweitert, die in der Lage ist, Daten von mehreren Kühen zu verarbeiten, die gleichzeitig über die Messplatten gehen. So werden die Kühe beim Eintreten sofort an individuellen Nummern erkannt und anhand der gezählten Erkennungen erfasst das System direkt, wie viele Kühe über die Sensoren gehen. Anhand von induktiver Separation werden die ermittelten Daten zu einzelnen Datensätzen umgeschrieben. Für jedes Tier liegt ein eigener Datensatz vor.

Ein Vorteil des RFD Systems ist, dass die Tiere dort frei und ungeleitet gehen können und nicht gebremst werden müssen. Es entstehen keine Wartezeiten, da keine Begrenzung der Anzahl notwendig ist. (Tasch und Rajkondawar, 2004)

Neveux et al. (2006) untersuchten die Gewichtsverteilung stehender gesunder Kühe auf die einzelnen Beine. Im Rahmen dieser Studie haben sie zum einen die Verteilung auf einem als angenehm angenommenen Gummiboden gemessen und zum anderen die Gewichtsumverteilung bei „unbequemen“ Boden. Die Messung auf dem Gummiboden diente der Kontrolle und wurde bei jedem Modell durchgeführt. Bei einem Modell stellten sie mit Steinen einen unbequemen Boden dar. Die Steine wurden dabei entweder unter dem rechten Vorderbein oder dem rechten Hinterbein platziert. Im nächsten Modell wurden die Steine durch Schraubenköpfe ersetzt und alles andere gleich gehalten. Im letzten Modell wurden ebenfalls Schraubenköpfe verwendet, jedoch wurden sie unter beide Vorderbeine oder unter beide Hinterbeine gelegt.

Bei den ersten beiden Modellen zeigte, dass die Kühe das Gewicht der Klaue, die auf der unbequemen Fläche steht, reduzieren und mehr Gewicht auf das contralaterale Bein übertragen. Anhand der Kontrolle im ersten und letzten Modell wurde bestätigt, dass mehr Gewicht von den Vorderbeinen als von den Hinterbeinen aufgenommen wird.

Bei der Manipulation des Bodens bei beiden Vorderklauen hat sich gezeigt, dass hier das Gewicht um 1,2% verringert wird. Wurden beide Hinterklauen auf unbequemen Boden gestellt, so kam es zu keiner signifikanten Veränderung.

Somit kann man darauf schließen, dass Kühe in der Lage sind ihr Gewicht minimal von beiden Vorderklauen auf die Hinterklauen zu geben, jedoch nicht in der Lage sind, beide Hinterklauen durch eine Gewichtsverlagerung auf die Vorderklauen zu

entlasten. Dies ist für Neveux et al. (2006) eine Ursache für vermehrte Lahmheiten in den Hinterklauen.

Anhand dieser Studie kann man darauf schließen, dass Kühe im Fall einer Lahmheit mehr Gewicht mit dem gegenüberliegenden Bein aufnehmen. Sind entweder beide Vorder- oder beide Hinterbeine betroffen, so kann man weniger eine Gewichtsverlagerung sehen, als das sie sich eher ständig bewegen (Neveux et al. 2006).

Weitere Untersuchungen bezüglich der Lahmheitserkennung anhand der Gewichtsverteilung bei Milchkühen führten Pastell et al. (2008 a), Pastell und Kujala (2007) und Pastell et al. (2008 b) in unterschiedlichen Ansätzen durch. Zunächst wurden Messungen im Melkroboter durchgeführt; in einem weiteren Schritt wurde die Datenauswertung erweitert und auch Daten während des Gehens erhoben.

Die Basis der Gewichtsmessungen im Melkroboter sind vier Messplatten, welche am Boden des Melkroboters installiert wurden, und somit jeweils das Gewicht und seine Verteilung bzw. die Umverteilung eines Beines messen konnten. Aufgezeichnet wurden zum einen das Gewicht, welches über das Bein auf die jeweilige Messplatte übertragen wurde und zum anderen Tritte und Gewichtsverlagerungen. Gemessen wurde jeweils während des Melkvorgangs. Danach wurden für jede Messung jeweils der Mittelwert, die Standardabweichung und die Anzahl der Tritte pro Bein berechnet. Diese Werte wurden dann mit den vorherigen Daten verglichen. Sobald eine Kuh auf parallelen Beinen ein konstantes Gewicht aufwies, was um mindestens 20% abwich wurde Warnung abgegeben.

Zur Analyse wurden nur die Daten herangezogen, bei denen die Kuh korrekt auf allen Messplatten gestanden hat. Dies kann anhand des jeweils pro Messung bestimmten Gesamtgewichts des jeweiligen Tieres bestimmt werden.

Es hat sich bei genauerer Betrachtung der Daten gezeigt, dass Tiere, die ein Bein entlasten, mehr Gewicht auf das gegenüberliegende Bein übertragen, wohingegen gesunde Tiere ihr Gewicht recht gleichmäßig auf alle vier Beine verteilen. Außerdem nehmen die Tritte und Gewichtsverlagerungen bei lahmen Tieren zu. Es wurde festgestellt, dass es zu vielen falschen Alarmen kommt. (Pastell et al. 2008 a) Daher haben sich Pastell und Kujala (2007) weiter mit diesem System beschäftigt und es weiter ausgebaut.

In einer neuen Untersuchung, die sie 2004 durchführten, ließen sie das Messsystem mit den 4 Balance-Messplatten gleich. Jedoch wurden zusätzlich alle Tiere einmal pro Woche nach Sprecher et al. (1997) gescorert und im Falle einer Gangnote von höher als 2 zusätzlich auf klinische Veränderungen an den Klauen untersucht. Außerdem wurden Tiere, die einer Risikogruppe angehörten (Erstkalbende, 2 bis 5 Monate in Milch und Tiere, die Symptome zeigten) ebenfalls alle drei Wochen auf klinische Veränderungen untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass in dieser Untersuchung ausschließlich Hinterhandlahmheiten auftraten.

Die Klassifikation von lahm oder gesund wurde getroffen anhand der Ergebnisse des Gait Scorings und der klinischen Untersuchung. Als gesund zählten alle Tiere, die einen Score von 1 oder 2 aufweisen konnten und keine klinischen Veränderungen zeigten. Lahm sind alle Tiere, die entweder einen Score von mindestens 3 hatten oder klinische Veränderungen zeigten.

Wie auch schon im ersten Versuch wurden hier das durchschnittliche Gewicht jedes Beines, die Standardabweichung für jedes Bein und das Gesamtgewicht der jeweiligen Tiere bestimmt. Zusätzlich wurde die Anzahl und Frequenz von Tritten

(=Kicks, das Bein wird angehoben, und somit geht das Gewicht auf unter 5kg) und Gewichtsverlagerungen/Pendeln (=Stepps, das Gewicht liegt zwischen 5kg und 20kg bei einem Bein) separat betrachtet.

Um beide betroffenen Beine in einem Modell auswerten zu können, wurde ein Beingewichtsverhältnis bestimmt. Dieses gibt den Quotienten aus dem leichteren zum schwereren Hinterbein an (=LWR).

Die wichtigste Erneuerung bei dieser Untersuchung war jedoch der Einsatz eines probabilistischen neuronalen Netzwerkes (PNN). Dieses übernimmt nach einer Lernphase die Deklaration von gesund und lahm, wobei es ständig dazu lernt und sich somit immer weiter verbessert. Mit dem PNN konnten bis zu 100% der lahmen Tiere als lahm erkannt werden; lediglich 1,1% der eigentlich gesunden Tiere wurden fälschlicherweise als lahm deklariert.

Weitere Erkenntnisse dieser Untersuchung waren, dass gesunde Tiere ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen links und rechts aufweisen und nur wenig treten bzw. pendeln.

Wird ein Tier lahm, so nimmt mit zunehmendem Schmerz (zunehmender Lahmheit) die Druckbelastung auf dem erkrankten Bein ab und die Tritt-Pendel-Frequenz nimmt zu. Dieses Ergebnis wurde auch in der weiteren Untersuchung bestätigt. Dort zeigte sich, dass eine gesunde Kuh ihr Gewicht zu ungefähr 25% auf die einzelnen Beine verteilt. Wird dieses Tier lahm, so kommt es zu einer Reduktion des Gewichts auf der erkrankten Gliedmaße so dass teilweise weniger als 15% von dieser getragen wird (Pastell et al 2008 b). Ferner wird in diesem Fall mehr Gewicht von der gegenüberliegenden Gliedmaße aufgenommen. Um die Balance zu halten wird auch die Gliedmaße der gleichen Seite stärker belastet.

Zusätzlich hat sich gezeigt, dass eine Kuh im Falle einer Lahmheit ihr Körpergewicht insgesamt reduziert und bei Genesung auch wieder zunimmt. Der LWR wird bei Lahmheit kleiner und die Tritt-Frequenz wird höher je kränker ein Bein ist. (Pastell und Kujala 2007)

Da es bei dem vorher beschriebenen System mit dem 4-Balance-System im Melkroboter häufig zu dem Problem kommt, dass Tiere nicht richtig auf den Platten stehen, haben Pastell et al. (2008b) eine Methode untersucht, bei der die Tiere über eine Matte gehen, die im Boden angebracht ist und den dynamischen Druck misst. Diese Matte hat den Vorteil, dass sie überall angebracht werden kann. Jedoch kann sie nur messen, wenn die Tiere in Bewegung sind und nicht im Stand.

Für diese Untersuchung wurden die Tiere wieder nach Sprecher et al. (1997) gangbeurteilt und dabei gefilmt, im Melkroboter mit dem 4-Balance-System (Messplatten am Boden im Melkroboter) und auf den Matten während des Gehens gemessen. Zusätzlich standen Daten aus vorherigen Messungen zur Verfügung.

Für die Analyse während des Gehens wurden zwei Matten installiert, die die jeweilige Seite (links oder rechts) gemessen haben. Ging ein Tier über diese Matten, so wurde jeder Schritt aufgezeichnet. Zur Auswertung der Daten wurden diese so aufgearbeitet, dass es jeweils Daten für rechts und links sowie vorne und hinten gab. Die Trennung von Vorder- und Hinterbein wurde anhand von Zeitpunkten gesetzt. So gingen sie davon aus, dass das Vorderbein den Boden verlässt, bevor das Hinterbein aufsetzt.

Anhand der Ergebnisse hat sich gezeigt, dass lahme Tiere nicht ganz so viel Druck auf das kranke Bein übertragen, aber dafür das Bein länger am Boden halten. So zeigt sich dieses Verhalten anhand von asymmetrischen Kurven im Druck-Zeit-Diagramm, wohingegen es bei gesunden Kühen symmetrisch verläuft.

Es handelt sich hierbei um ein recht vielversprechendes System, welches besonders in der Kombination mit dem 4-Balance-Messsystem erfolgversprechend eingesetzt werden kann. (Pastell et al. 2008 b)

Vision techniques

Die ersten, die sich mit kinematischen Ganganalysen bei Kühen beschäftigten, waren Flower et al. (2005). Dabei handelt es sich um videounterstützte Erkennung von Gangmustern bei Kühen. Hierzu wurden die Kühe nach dem Melken durch einen Gang geleitet, in dem sie nach einer Gewöhnungsphase an sieben Tage jeweils nach dem Melken gefilmt wurden. Die Tiere wurden den Tag vor der ersten Aufzeichnung an jedem Bein mit einem reflektierenden Marker in Höhe des Metakarpal- bzw. Metatarsalgelenk versehen, der von allen Winkeln aus zu sehen war. Die Kamera war so positioniert, dass stets die Tiere von der linken lateralen Seite her aufgezeichnet wurden. Von jeder Kuh wurden pro Bein zwei aufeinanderfolgende Schritte aufgezeichnet.

Ein Beobachter definierte hinterher anhand der Videos den Beginn der Standphase, d.h. den Zeitpunkt, an dem die Klaue soeben den Boden berührt, sowie den Beginn der Schwungphase (HO), also den Zeitpunkt, an dem die Klaue den Boden gerade nicht mehr berührt. Aus diesen Daten wurden die Schrittlänge, die maximale Schritthöhe, die Schrittdauer, die Standphasendauer, die Schwungphasendauer und die Hufgeschwindigkeit, die sich aus dem Quotienten der Schrittlänge und der Schrittdauer ergibt.

Die Tiere wurden zusätzlich anhand von Untersuchungen in drei Gruppen eingeteilt: gesund, Sohlengeschwür und Sohlenläsionen (Blutungen im Sohlenhorn). Anhand der Ergebnisse kamen sie zu dem Schluss, dass Tiere mit Sohlengeschwüren verglichen mit gesunden Tieren kürzere Schritte machen und die Hufe in der Schwungphase nicht ganz so weit hoch gehoben wurden. Des Weiteren war die Schrittdauer verlängert, die Klauen blieben länger am Boden und die Hufgeschwindigkeit war reduziert. Zwischen den gesunden und denen mit Läsionen kam es jedoch zu keinen ersichtlichen Unterschieden.

Es hat sich gezeigt, dass die Dauer der Schwungphase gleich ist, jedoch als Anteil an der Schrittdauer ist sie bei den Tieren mit Sohlengeschwüren verkürzt. Dies konnten sie auch anhand der Zwei- und Dreibeinstützen zeigen. So verweilen Kühe mit Sohlengeschwüren doppelt so lange in der Dreibeinstütze wie gesunde Tiere. Dies erklärten sie damit, dass Tiere mit Schmerzen so lange wie möglich auf drei Beinen stehen, um die schmerzende Gliedmaße zu entlasten.

Anhand der Klauenbewegungsanalyse hat dieser Versuch gezeigt, dass die Vorder- und Hinterklauen unterschiedliche Kurven beschreiben. So kommt es bei der Vorderklaue zu einer doppelten Erhöhung, wohingegen die Hinterklaue einen parabelähnlichen Weg beschreibt.

Insgesamt kamen Flower et al. (2005) zu dem Ergebnis, dass die kinematische Ganganalyse eine gute Methode ist, um Kühe mit Sohlengeschwüren identifizieren zu können. Für weitere Erkrankungen muss das System weiter untersucht und modifiziert werden (Flower et al., 2005).

Song et al. (2008) haben ebenfalls versucht, im Bereich der visuellen Technik eine Alternative zur zeitintensiven und subjektiven Lahmheitsbestimmung durch Gait Scoring Systeme zu finden. So kamen sie zu einer bildgestützten Methode für die Analyse der Schrittweite, insbesondere des Tracking-ups.

Dazu wurden zunächst die Kühe in einem Gang gefilmt. Nach Bildbearbeitung und das Darüberlegen von Kontrastquadraten konnten die X- und Y-Koordinaten abgelesen und aufgezeichnet werden. Die Hufmittelpunkte wurden separiert und ihrem Ort zugeschrieben (links vorne, links hinten, rechts vorne, rechts hinten).

Im nächsten Schritt wurde zunächst in links und rechts unterschieden (Y-Wert), mit einem Grenzwert verglichen und dann wurden die horizontalen Werte (X-Werte) jeder Körperseite verglichen und die Vorder- und Hinterklauen benannt. Durch diese Daten hat man dann die Lokation und die Orientierung der jeweiligen Hufe und kann sie in ein Koordinaten System übertragen.

Für die folgende Trackway-Kalkulation ist jedoch nur der X-Wert relevant, da man den Übertritt in Schrittrichtung (Tracking-up) ermitteln möchte und nicht die Höhe.

Bei einem Vergleich zwischen dieser bildgestützten und der manuellen Analyse der Trackways fanden sie eine Korrelation von 94,83%. Ebenfalls konnten sie Zusammenhänge zwischen Gangnote aus Gait Scoring Systemen und der durchschnittlichen Schrittlänge finden. So hat sich gezeigt, dass je besser die Gangnote ist, desto besser ist das „Tracking-up“ (Song et al., 2008).

2.3 Liegeverhalten

In der Literatur wird häufig ein Zusammenhang zwischen Lahmheiten und Liegeverhalten beschrieben. Im Folgenden werden nun Parameter des Liegeverhaltens erklärt und erläutert, welchen Einfluss Lahmheiten auf das Liegeverhalten haben.

2.3.1 Parameter des Liegeverhaltens

Das Liegeverhalten wird beeinflusst durch die Gestaltung des Stalls, die Tageszeit, die zur Verfügung stehende Liegefläche, den Laktationsstand, den Östrus und den Gesundheitszustand der Tiere (Wierenga und Hopster, 1990, aus: Singh et al., 1994).

Singh et al. (1993) haben gezeigt, dass gesunde Kühe auf eingestreuten freien Liegeflächen (durchschnittlich 9,6 Stunden) länger liegen als in dünn eingestreuten Liegeboxen (durchschnittlich 6,8 Stunden). Dies hing zum einen damit zusammen, dass die Liegefläche dicker eingestreut war, zum anderen damit, dass die Tiere auf der Liegefläche frei liegen konnten und nicht beschränkt wurden, wie es in Liegeboxen üblich ist. Ebenfalls zeigte sich dort, dass Kühe, die nur Nachts den Zutritt zu Tiefstreuliegeflächen hatten und tagsüber nur Liegeboxen zur Verfügung hatten, die Liegezeit am Tag verkürzt haben und in der Nacht dafür länger gelegen haben. Auch Faull et al. (1996) berichten davon, dass schlecht eingestreute Liegeboxen zu unkomfortablem Liegen führen.

Hernandez-Mendo et al. (2007) kamen zu dem Ergebnis, dass Kühe teilweise auf der Weide kürzer lagen als im Stall. Dies kann aber mit der Qualität der Weide zusammen gehangen haben, so dass die Tiere lieber fraßen als sich hinzulegen.

Fregonesi et al. (2007 b) haben eine Untersuchung bezüglich des Liegeverhaltens auf trockenem bzw. nassem Einstreu durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass Kühe eine trockene Unterlage zum Liegen bevorzugen. So lagen Kühe auf einer

feuchten Unterlage deutlich kürzer, als auf einer trockenen Unterlage. Konnten sie frei wählen, nutzten sie deutlich häufiger trockene Liegeboxen.

Die Elastizität und die Plastizität haben ebenfalls einen Einfluss auf das Liegeverhalten von Kühen. So liegen Kühe auf elastischen Böden lieber ab, da sich diese an ihre Bedürfnisse bzw. den Körper anpassen können. Ebenfalls beeinflusst die Elastizität des Bodens den Aufstehvorgang. Ist dieser für das Tier unangenehm, so kommt es zu weniger Liegeperioden am Tag, die jedoch länger andauern. Zudem hat sich gezeigt, dass Milchkühe auf härteren Böden pro Liegeperiode kürzer liegen, aber dafür sich insgesamt häufiger niederlegen. (Cook et al. 2004 und 2007)

Tucker und Weary (2004) zeigten in ihrem Versuch mit unterschiedlichen Einstreumengen, dass sich die Kühe in den weicheren Liegeboxen länger hinlegten und auch die Liegeperioden zunahmen, als in härteren.

In einer weiteren Untersuchung zeigten Tucker et al. (2004), dass Kühe sich in engeren Liegeboxen tendenziell weniger lang hinlegen als in weiteren Liegeboxen. Auf die Anzahl der Liegeperioden hatte die Weite jedoch keinen Einfluss.

Kühe liegen in der Nacht mehr als am Tag. Während des Liegens in den Nachtperioden kommt es außerdem zu besonders intensivem Wiederkauen. Der Tag ist bestimmt durch Aktivität. So gehen die Kühe in der Früh und am Nachmittag zum Melken. Danach bewegen sie sich zum Fressen. Tagsüber gibt es Zeitpunkte, an denen die meisten Tiere erneut liegen. Dies hängt auch von der allgemeinen Aktivität am Betrieb ab. So wird die Liegezeit am Tag z.B. von Tieren gestört, die im Östrus sind, da diese unruhiger sind und diese Unruhe auf die Herde übertragen können (Singh et al. 1994). Ähnliches gilt auch für Jungtiere, da diese ungern liegen. Colam-Ainsworth et al. (1989) haben während ihrer Untersuchung junge Kühe beobachtet, die außerhalb der Liegeboxen oder halb in und halb außerhalb der Boxen lagen. Diese Tiere lernten über eine gewisse Zeit, in den Liegeboxen zu liegen. (Potter und Broom, 1990, Ward, 2001)

Ebenso beeinflusst das Platzangebot die Parameter des Liegens. Stehen zu wenige Liegeboxen zur Verfügung, so treten vermehrt Verdrängungen und Platzkämpfe auf (Potter und Broom, 1990). Bei einer Überbelegung der Liegeboxen verringert sich die Liegezeit deutlich. Zudem war zu beobachten, dass bei einer Überbelegung sich einige Kühe nach dem Melken gleich hinlegten und erst später fraßen (Fregonesi et al. 2007a).

2.3.2 Einfluss von Lahmheiten auf das Liegeverhalten

Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass lahme Tiere ihre Liegezeiten ausdehnen. Dies lässt sich damit erklären, dass sie die erkrankte Gliedmaße entlasten. (Hassall et al., 1993, Fayed, 1997, Ward, 2001)

Singh et al. (1993) haben in ihrer Untersuchung gezeigt, dass lahme Kühe zwar tagsüber länger lagen, aber über 24 Stunden die Liegezeit der einer gesunden Kuh entsprach. Cook et al. (2004) haben gezeigt, dass gesunde und erkrankte Tiere auf Sandböden ungefähr gleich lang lagen. Entgegen anderen Untersuchungen ermittelten sie jedoch auf Gummimatten eine Verkürzung der Liegezeit bei lahmen Tieren. Dies führten sie auf den harten Untergrund zurück, der sich nicht so gut wie z.B. Sand oder Stroh anpasst und somit zu weiterem

Druck auf die bereits vorhanden Verletzung im Bereich der Gliedmaße oder der Klauen führen kann (Cook et al., 2007).

Singh et al. (1993) konnten zeigen, dass erkrankte Tiere abnormale Liege- bzw. Sitzpositionen aufwiesen, was auf Schmerzen und Unbehagen beim Liegen hindeutete. Durch das Hinlegen auf ihre gesunde Seite versuchten die Tiere zusätzlich das erkrankte Bein zu schonen. Es wurde ebenfalls beobachtet, dass schmerzende Gliedmaßen weggestreckt wurden oder höher abgelegt wurde. Die Tiere wirkten bemüht, schmerzfrei zu liegen.

Erkrankte Kühe legten sich eher in die Nähe von Türen oder Wänden, wo sie möglichst wenig gestört wurden, auch wenn es dort deutlich kälter war. (Singh et al. 1993) Juarez et al. (2003) konnten zeigen, dass lahme Tiere ihre Wege aus dem Melkstand heraus relativ kurz hielten.

In ihrer Untersuchung im Sommer auf der Weide haben Hassall et al. (1993) gezeigt, dass Tiere mit Schmerzen im Bewegungsapparat sich nach dem Melken deutlich häufiger hinlegten und häufiger den ganzen Tag mehr oder weniger im Liegen fraßen und eher nur zum trinken und stehen aufgestanden sind.

3. Tiere, Material und Methoden

3.1 Betrieb/Tiere

Der Untersuchungsbetrieb wurde auf Grund seiner Bereitschaft an dieser Untersuchung teilzunehmen, ausgewählt. Es handelt sich dabei um einen Betrieb aus Niederösterreich.

Die untersuchte Milchkuhherde von rund 80 Tieren wurde in einem Liegeboxenlaufstall mit einem Laufhof gehalten (Abbildung 3). Im Hauptstall (1), in den die Tiere auch nach dem Melken kamen, befanden sich der Futtertisch, ein Teil der Liegeboxen und die Tränken. Von diesem Stallteil aus gelangten die Kühe hinaus in den unüberdachten Laufhof, der auch gleichzeitig als Sammelplatz vor dem Melkenstand genutzt wurde. Von hier bestand Zugang zu einem weiteren Liegeboxenstalltrakt (2). Bei diesem weiteren Trakt des Hofes handelte es sich um einen Liegeboxenlaufstall, bei dem lediglich die Liegeboxen überdacht waren und der in der Mitte gelegene Laufgang der Witterung ausgesetzt war. Die Laufgänge und der Laufhof waren überall planbefestigt. Die Liegeboxen waren wandständig und eingestreut.

Beide Laufgänge, sowohl im Hauptstall (1) als auch der erweiterte Stalltrakt (2), wurden maschinell von einem Schieber gereinigt. Der Laufhof wurde maschinell mit dem Traktor abgezogen.

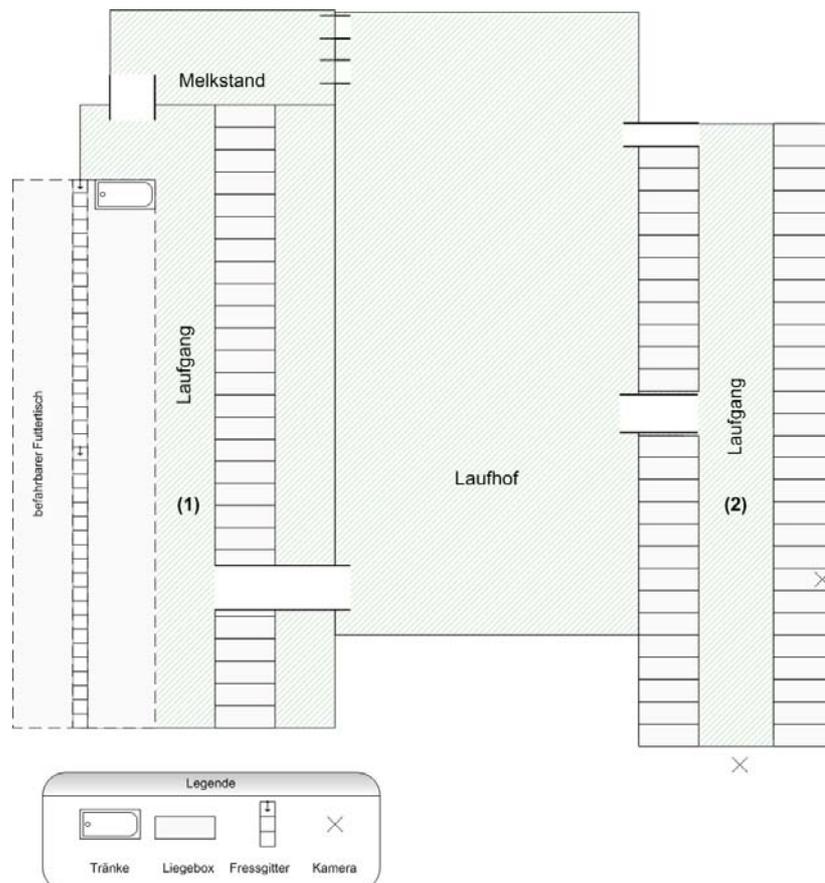


Abbildung 3: Grundriss des Milchviehbetriebes

Da auf diesem Betrieb alle Milchkühe gemeinsam gehalten wurden, wurden in meine Untersuchung alle Tiere der Milchkuhherde des Betriebes unabhängig von

Alter, Laktation, Tagen in Milch und Trächtigkeit einbezogen. Der Großteil dieser Herde gehörte zur Rasse Fleckvieh, teilweise war Holstein Friesen eingekreuzt.

3.2 Gangbeurteilung

Der eigentlichen Untersuchung am Betrieb ging eine Schulung auf das angewandte fünfstufige Bewertungssystem von Winckler und Willen (2001) (Tabelle 1) voraus. Dazu wurden etliche Gangvideos von mir beurteilt, mit Experteneinstufungen verglichen und mit erfahrenen Beurteilern besprochen.

Gangnote	Bedeutung	Kriterien
1	normaler Gang	Gang unbeeinträchtigt, leichtfüßiges Gehen
2	unebener Gang	klammer Gang, vorsichtiges Fußten
3	mittelgradig lahm	verkürzter Schritt mit einer Gliedmaße (auch wenn Taktfehler eben erst zu sehen)
4	lahm	verkürzter Schritt mit mehreren Gliedmaßen oder deutliche Entlastung einer Gliedmaße
5	hochgradig lahm	zusätzliches Unvermögen oder extremes Widerstreben wenn eine oder mehrere Gliedmaßen belastet werden

Tabelle 1: Gait-Scoring-System nach Winckler und Willen (2001)

Bei dem eingesetztem Gait-Scoring-System handelte es sich um ein numerisches, ganzzahliges Bewertungsschema, bei dem die Noten von 1 (=gesund) bis 5 (=hochgradig lahm) vergeben wurden. Hierbei gelten Tiere mit den Noten 1 und 2 als gesund, und Einstufungen mit 3 und höher beschreiben Lahmheiten unterschiedlichen Schweregrades. Note 1 ist charakterisiert durch ein leichtfüßiges, lockeres Fußten und schließt ein deutliches Übertreten mit ein. Dies ist fast nur bei jungen Tieren oder auf der Weide zu beobachten. Sobald ein Taktfehler durch das verkürzte Treten mit einer Gliedmaße gerade erst zu sehen ist, ist eine Note von 3 zu geben und das Tier somit als lahm einzustufen.

Beurteilt werden darf bei diesem System nur, wenn die Kuh geradeaus im Schritt geht und nicht läuft. Ebenso darf während der Biegung beim Wenden nicht beurteilt werden und ebenfalls nicht, wenn das Tier gerade erst aufgestanden ist. Die Vorgabe bezüglich der Bodenverhältnisse heißen hierbei: fester Untergrund. Der Beurteiler hält sich leicht schräg hinter dem zu beobachtendem Tier auf, so dass er es sowohl von hinten als auch von der Seite sehen kann. Eine Betrachtung von vorne findet nicht statt.

Zwischen Mai und Juli 2008 fanden die Erhebungen am Betrieb statt. Dazu wurden alle zwei Wochen (zu insgesamt sieben Terminen) alle Tiere der Milchkuherde bezüglich ihres Gangbildes beurteilt. Die Erhebungen wurden stets an einem Tag, morgens nach dem Melken bis zum frühen Nachmittag, bis alle Tiere beurteilt waren, abgewickelt. Identifiziert wurden die Tiere anhand ihrer individuellen Ohrmarkennummer und bereits im Gang beurteilte Tiere wurden mit Hilfe von Viehstiften markiert.

Die Beurteilungen wurden immer durch die gleichen beiden Beobachterinnen durchgeführt. Während der Beurteilung ging eine der beiden Beobachterinnen hinter dem jeweiligen Tier her und hielt es in Bewegung, während die andere weiter hinten stehen blieb, um es nicht zu irritieren oder gegebenenfalls zu stoppen. Beide gaben zunächst unabhängig von einander eine Beurteilung ab. Unterschieden sich diese Beurteilungen, so wurde erneut geschaut und sich auf eine Note geeinigt, denn pro Tier wurde nur eine Note aufgenommen.

So weit wie möglich fand die Beurteilung im Liegeboxenbereich hinter dem Laufhof statt, da dort ausreichend Platz vorhanden war, so dass die Kühe ungestört geradeaus laufen konnten. Tiere, die lagen, wurden aufgetrieben und bekamen Zeit sich einzulaufen. Die Reihenfolge wurde jeweils zufällig nach Verfügbarkeit gewählt.

3.3 Videoanalyse

Um die Tiere mit einer Gangnote von 2 („unebener Gang“) genauer beurteilen zu können, liefen während der Gangbeurteilung zwei Videokameras mit. Die eine war am Ende des Laufganges im Außenbereich bei den Liegeboxen außerhalb der Reichweite der Tiere auf einem Stativ installiert (Abbildung 1). Durch diese wurden die Tiere jeweils von vorne und von hinten gefilmt. Eine zweite Kamera war in einer Liegebox auf dem Nackenholm mit einer Schraubklemme befestigt und nahm die Tiere in einem kleineren Ausschnitt von der Seite auf (Abbildung 1). Zur Identifizierung der Tiere auf den Videos wurden die Ohrmarkennummern laut angesagt. Da die Gangbeurteilung zu geringeren Anteilen auch in anderen Stallbereichen erfolgte, konnten nicht alle Kühe auf Video erfasst werden.

Für die Auswertung der Aufnahmen wurden die Videos mit Hilfe der Panasonic Software (Motion DV Studio 5.3 LE for DV), die zur Kamera gehörte, in kleine Videosequenzen (jeweils eine Kuh) geschnitten. Hierzu wurden nur solche Ausschnitte gewählt, auf denen die Kuh wenigstens ein paar Schritte, möglichst alleine, im Schritt und geradeaus gehend zu sehen ist.

Für diese Videoanalyse wurden die Videos von jenen Kühen ausgewählt, die am jeweiligen Beurteilungstermin eine Gangnote von 2 hatten.

Zur Beurteilung wurden, wenn möglich jeweils die Videos von dem jeweiligen Tier, sowohl von der Seite als auch von hinten betrachtet und die Kriterien: Rückenlinie, Kopfbewegung, Tracking-up, Gelenkbeweglichkeit, Klauenstellung, Geschwindigkeit, Schrittbreite vorne und Schrittbreite hinten, jeweils mit Hilfe einer Visuellen Analog Skala (VAS), in Anlehnung an die Arbeit von Flower und Weary (2006), subjektiv bewertet (Abbildung 3). Im Anschluss daran wurden die Skalen ausgemessen und in ein Excel (Microsoft Office) Arbeitsblatt eingegeben. Danach wurde geschaut welche Noten die jeweiligen Kühe am Beurteilungstermin davor und danach hatten. Anhand dieser Noten wurden sie zu Gruppen nach „Noten vorher“ und „Noten nachher“ zusammengefasst. Bei den Tieren die in einer Gruppe für mehrere Termine aufschienen wurden die Mittelwerte für jedes Kriterium bestimmt.

Im Weiteren wurden dann für jede Gruppe einzeln der Mittelwert und der Median für jedes Kriterium berechnet so wie die jeweiligen Minimal und Maximal Werte bestimmt.

Rückenlinie	gerade	aufgebogen	
Kopfbewegung	ständig und gleichmäßig	betonend	
Tracking-up	tritt ein	tritt ran	kommt nicht bis ran
Gelenkbeweglichkeit	normale Biegung	steif	
Klauenstellung	innen	gerade	außen
Geschwindigkeit	normal	langsam	
Schrittbreite vorne	eng	weit	
Schrittbreite hinten	eng	weit	

Abbildung 4: Auswertungsbogen für die Videoanalyse

3.4 Erfassung des Liegeverhaltens mittels Datenloggern

Das Liegeverhalten von 21 zufällig ausgewählten Kühen wurde über eine Spanne von fünf Tagen, bzw. bei drei Tieren von vier Tagen, mit Hilfe von Datenloggern (Tinytag TGPR-0704 Re-Ed) ermittelt.

Bei diesen Datenloggern handelt es sich um Liegelogger, die die Lage des Beines mit Hilfe von Neigungssensoren (kritischer Winkel 45°) messen. Die Logger wurden jeweils einzeln mit Hilfe eines Verbindungskabels und dem dazugehörigen Programm Gemini Logger Manager (GLM, Version 2.8) vor dem Anbringen programmiert. Dabei wurden sie so eingestellt, dass alle 30 sec. die Lage des Beines ermittelt wurde. Für Stehen wurde der Wert 0 und für Liegen der Wert 2500 aufgezeichnet. Es wurde eingestellt, dass sie um 21 Uhr des Folgetages mit den Messungen begannen und die Aufzeichnungen beendeten, wenn auf dem Speicher die 16000 Messplätze belegt waren. So ergab sich eine Aufzeichnungsdauer von ca. fünf Tagen. Die Logger waren alle individuell gekennzeichnet, so dass man jedem Tier einen Logger zuordnen konnte.

Die Logger wurden am ersten Erhebungstag beim abendlichen Melken im Melkstand an zufällig ausgewählten Tieren an einem der beiden Hinterbeinen befestigt. Dazu wurde der jeweilige Logger in eine gepolsterte Schutztasche gegeben und diese flach an der Außenseite des Hinterbeines unterhalb des Sprunggelenkes am Metatarsus angebracht. Zum weiteren Schutz des Beines und zur Vermeidung von Druckstellen wurde die Stelle vorher noch mit Vaseline behandelt. Die Tasche wurde anschließend mit einer elastischen selbstklebenden Bandage zusätzlich fixiert.

Nach Abschluss der Aufzeichnungen wurden die Logger abgenommen und festgehalten, an welchem Tier welcher Logger angebracht war. Bei drei Kühen wurden die Logger schon einen Abend zuvor durch die Landwirtin abgenommen, da die Kühe Schwellungen an den Beinen mit Loggern aufwiesen und diese nicht mehr richtig belasteten.

Zur Auswertung wurden die Datenlogger mit Hilfe des Programms Gemini Logger Manager (GLM, Version 2.8) ausgelesen. Die Daten wurden dann mit Hilfe von Excel (Microsoft Office) weiter verarbeitet. Hierzu wurden zunächst die Werte mit Hilfe eines Makros korrigiert. Dabei wurden alle Werte, die nicht genau 0 oder 2500 mV waren, auf die entsprechenden Werte gerundet. Im folgenden Schritt wurden die Werte auf 0= Liegen und 1= Stehen umgeschrieben. Als nächstes wurden bei diesen Werten alle nicht plausiblen Werte, wie kurzzeitiges Stehen oder Liegen, angepasst. Diese Werte können entstehen, wenn die Kuh sich beispielsweise im Euterbereich leckt und dabei ihr Bein anhebt und somit das Bein in eine andere Haltung kommt. Abschließend wurden die Ergebnisse mit Hilfe eines Makros ausgezählt und die Übergänge ausgezählt. Hieraus ergab sich die Periodendauer pro Liegevorgang. Multipliziert man diese dann mit 30 und dividiert dieses durch 60, so erhält man die Liegezeit in Minuten pro Liegeperiode.

$$\frac{\text{Periodendauer} \times 30}{60} = \text{Liegezeit pro Liegeperiode}$$

Formel 1: Berechnung der Liegezeit pro Liegeperiode in Minuten

Für die weitere Analyse wurden zusätzlich die Liegezeit pro Tag in Stunden, die Anzahl der Liegeperioden pro Tag und die durchschnittliche Periodendauer in Minuten berechnet. Außerdem wurden für diese drei Werte jeweils die Varianzkoeffizienten berechnet.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung dieser Arbeit ist zweigeteilt. So wurden die Ergebnisse der Lahmheitsbeurteilung rein deskriptiv beschrieben und die Ergebnisse mit Hilfe von Graphen dargestellt. Die Ergebnisse der Liegelogger wurden mit Hilfe des Statistikprogramms SAS(9.1) berechnet.

Die Gangnoten wurden rein deskriptiv beurteilt. Dabei werden die durch Beobachtung gewonnenen Ergebnisse beschrieben.

In die deskriptive Darstellung der Gangnotenentwicklung flossen die Noten von 73 Tieren an insgesamt sieben Beobachtungstagen ein. Bei drei Tieren liegen die Gangnoten von nur sechs Tagen vor, da zwei von ihnen vor Abschluss der Erhebungen abgegangen sind und eine an einem Beobachtungstag nicht auffindbar war. Tiere, bei denen mehr als eine Gangnote fehlte, weil sie erst später auf den Betrieb gekommen sind oder früher ausgeschieden sind, finden in dieser Arbeit keine Berücksichtigung mehr.

Für die Analyse wurden die Tiere nach ihren Gangnoten am ersten Beurteilungstag sortiert und gereiht. Von diesem Wert ausgehend wurde dann die weitere Entwicklung betrachtet.

Hierzu wurden die Noten in unterschiedliche Notenstufen zusammengefasst. Zunächst wurde nur zwischen nicht lahm (Noten 1 und 2) und lahm (Noten 3, 4 und 5) unterschieden. In einem weiteren Schritt wurden drei Kategorien gebildet: nicht lahm (Noten 1 und 2), geringgradig lahm (Note 3) und hochgradig lahm (Noten 4 und 5). Im letzten Schritt wurden alle Gangnoten einzeln betrachtet.

Die Daten der Liegelogger wurden mit Hilfe einer Varianzanalyse (proc glm in SAS) analysiert. Als Signifikanzgrenze wurde für alle Merkmale ein p-Wert von 0,05 gewählt.

Mit der Prozedur „glm“ wurde geprüft in wie weit die Gangnote, die Laktation und die Tage in Milch einen Einfluss auf die durchschnittliche Liegezeit, die durchschnittliche Anzahl der Liegeperioden, die durchschnittliche Dauer der Liegeperioden, und die Varianzkoeffizienten dieser Parameter hatten. Wechselwirkungen wurden aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht berücksichtigt.

Mit Ausnahme des Einflussfaktors Gangnote wurden nicht signifikante Effekte aus dem Modell entfernt.

4. Ergebnisse

4.1 Gangnoten

Betrachtet man die Gangnotenverteilung an den einzelnen Erhebungsterminen (Abbildung 4), so kann man sehen, dass die Anzahl der Tiere mit der Note 2 im Verlauf der Erhebungen deutlich zurückging. Zeitgleich kam es zu einem deutlichen Anstieg bei der Note 3 und einer geringeren Zunahme bei den Tieren mit der Note 4. Am letzten Untersuchungstag kam es zwar wieder zu einer leichten Verbesserung der Gangnoten, jedoch wurde das Niveau der ersten Erhebungen nicht mehr erreicht. Außerdem fällt auf, dass ab dem 4. Untersuchungstag auch die Note 5 vergeben wurde.

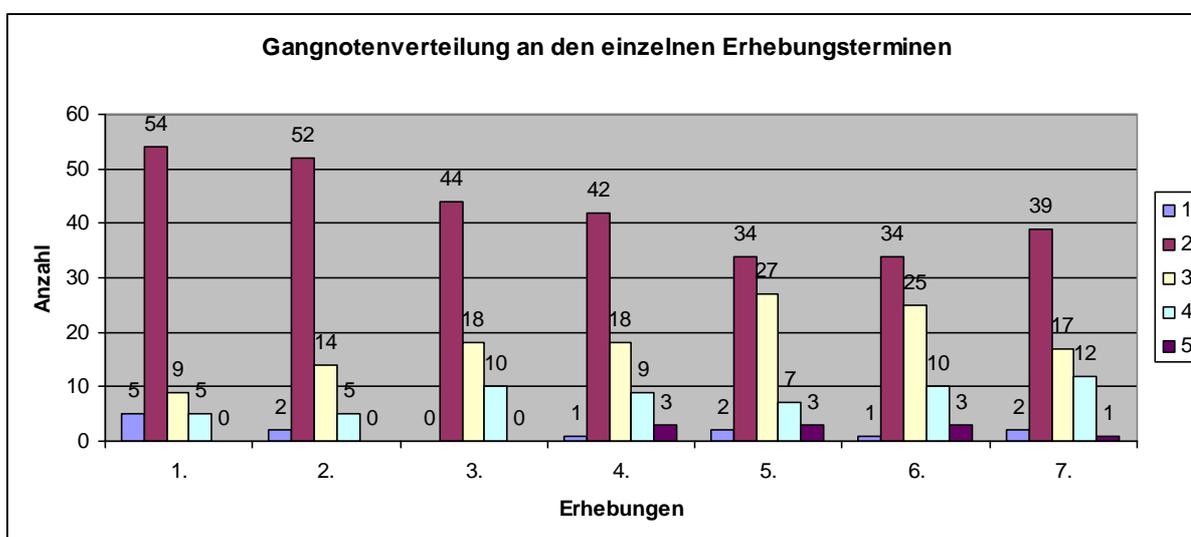


Abbildung 4: Gangnotenverteilung an den einzelnen Erhebungsterminen

Diese Verschlechterung wurde auch bei den Berechnungen der Lahmheitsprävalenzen für die einzelnen Erhebungstermine deutlich (Tabelle 2). Vom 1. bis zum 6. Erhebungstag kam es zu einer Zunahme der Lahmheitsprävalenz von 19,2% auf 52,1%. Am letzten Tag war diese wieder um etwa 10% gesunken.

Erhebung	1	2	3	4	5	6	7
Prävalenz in %	19,2	26,0	38,9	41,1	50,7	52,1	42,3

Tabelle 2: Lahmheitsprävalenz an den einzelnen Erhebungsterminen

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse anhand von unterschiedlichen Klassenbildungen dargestellt.

4.1.1 Einteilung in 2 Kategorien

Bei dieser Analyseform erfolgte die Klassifizierung der Tiere in nicht lahm (Notenstufen 1 und 2) sowie lahm (Notenstufen 3, 4 und 5).

Am 1. Untersuchungstag wurden von den insgesamt 73 untersuchten Kühen 14 als lahm eingestuft (Abbildung 5). Am nächsten Untersuchungstermin verbesserten sich fünf dieser Tiere, so dass diese dann als nicht lahm zu beurteilen waren. Eine weitere Kuh konnte am 3. Erhebungstag ebenfalls der Kategorie „nicht lahm“ zugeordnet werden. Von da an nahm die Anzahl aus der Gruppe der zunächst lahmen Tiere, die sich verbesserten, wieder ab. So reduzierte sich die Zahl der nicht mehr lahmen Kühe zunächst von sechs auf zwei. Zum letzten Termin verbesserte sich kein Tier aus dieser Gruppe.

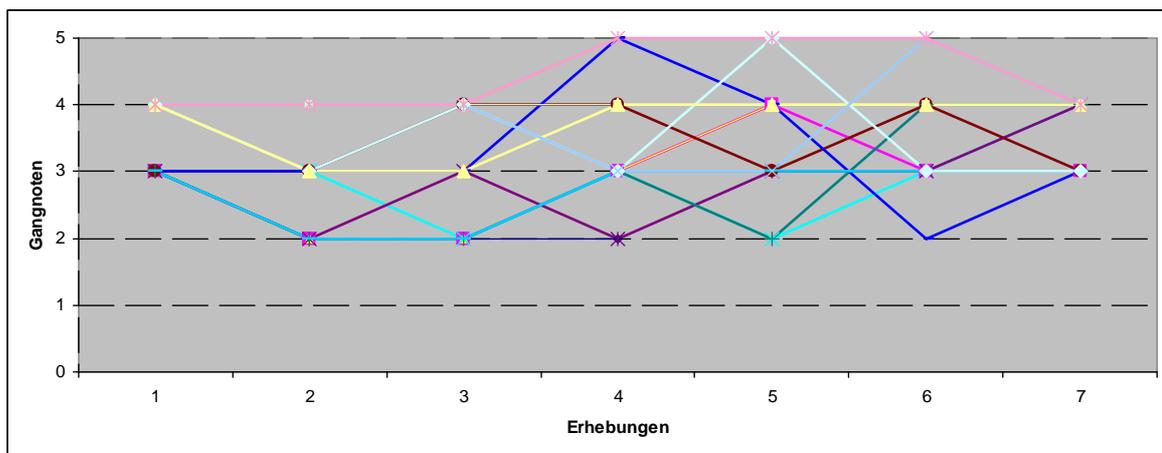


Abbildung 5: Verlauf der Gangnoten der 14 zunächst als lahm eingestuften Kühe.

In der Gruppe der nicht-lahmen (gesunden) Kühe befanden sich am 1. Untersuchungstag 59 Kühe (Abbildung 6). Dies war die größte Gruppe. Im Laufe des Untersuchungszeitraumes verschlechterten sich ebenfalls Tiere aus dieser Gruppe. Die Anzahl der Kühe, die im Laufe der Erhebungen als lahm beurteilt wurden, stieg an. So waren es zunächst am 2. Termin 10 Tiere; diese Zahl stieg auf bis zu 25 Tiere am 5. und 6. Erhebungstermin an. Am letzten Erhebungstag waren es dann wieder weniger ursprünglich nicht lahme Tiere (16), die noch im negativen Bereich eingestuft wurden.

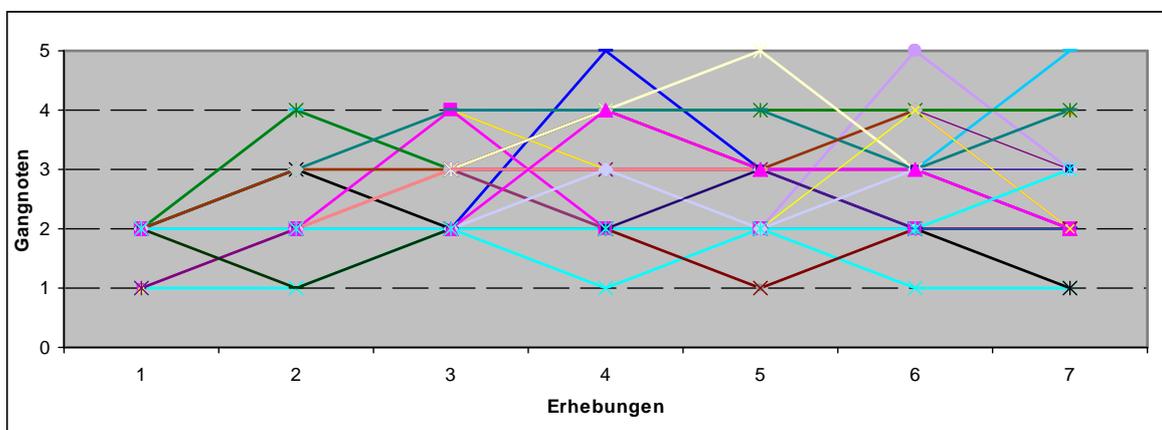


Abbildung 6: Verlauf der Gangnote der 59 zunächst als gesund eingestuften Kühe.

4.1.2 Einteilung in 3 Kategorien

Für diese Auswertung wurden die erhobenen Daten in drei Gruppen unterteilt. Zum einen in die Gruppe der nicht lahmen Tiere, welche die Noten 1 und 2 beinhaltet, zum anderen die Gruppe der geringgrad lahmen Kühe, welche mit der Note 3 beurteilt wurden, und in die Gruppe der hochgradig lahmen Kühe, welche die Notenstufen 4 und 5 umfasst.

Betrachtet man zunächst die Tiere, die am 1. Erhebungstag als nicht-lahm eingestuft wurden, so fällt auf, dass es zunächst zu einer großen Zunahme der Anzahl an Tieren kam, die als geringgradig lahm beurteilt wurden. Diese Gruppe stieg von acht Tieren am 2. Erhebungstag auf 22 Stück am 5. Erhebungstag an. Bis zum letzten Untersuchungstag reduzierte sich diese Anzahl an Tieren wieder auf 11 Kühe.

Ebenfalls sieht man, dass ab dem 4. Untersuchungstermin die gesamte Notenspanne von 1 bis 5 ausgeschöpft wurde. So nahm auch die Zahl der hochgradig-lahmen Kühe im Laufe der Untersuchung zunächst bis zum 4. Untersuchungstag zu (sieben Kühe). Danach kam es zu einem kurzzeitigen rapiden Abfall auf drei Tiere. Danach nahm die Zahl der hochgradig-lahmen Kühe, die zu Beginn der Untersuchung positiv eingestuft worden waren, wieder zu. Insgesamt 18 Tiere wiesen über den ganzen Untersuchungszeitraum konstant einen unauffälligen Gang auf.

In die Gruppe der geringgrad-lahmen Kühe wurden zu Beginn der Untersuchung neun Kühe eingestuft (Abbildung 7). Zunächst kam es bei einigen Tieren zu einer Verbesserung in den gesunden Bereich. Vier Tiere davon konnten diese Verbesserung über zwei Termine halten. Es gab jedoch keine Kuh, die sich bis zum Ende der Untersuchung „konstant“ verbessern konnte. So nahm die Zahl der positiven Tiere ab dem 4. Termin langsam wieder ab, bis zum letzten Termin, an dem es in dieser Gruppe keine positiv beurteilten Kühe mehr gab.

Ebenfalls gab es kein Tier, welches über die gesamte Dauer konstant als geringgradig beurteilt werden konnte. Bis zum Ende nahm die Zahl (vier Stück) der hochgradig-lahmen Kühe aus der Gruppe der zunächst als geringgradig-lahm eingestuften Tiere zu.

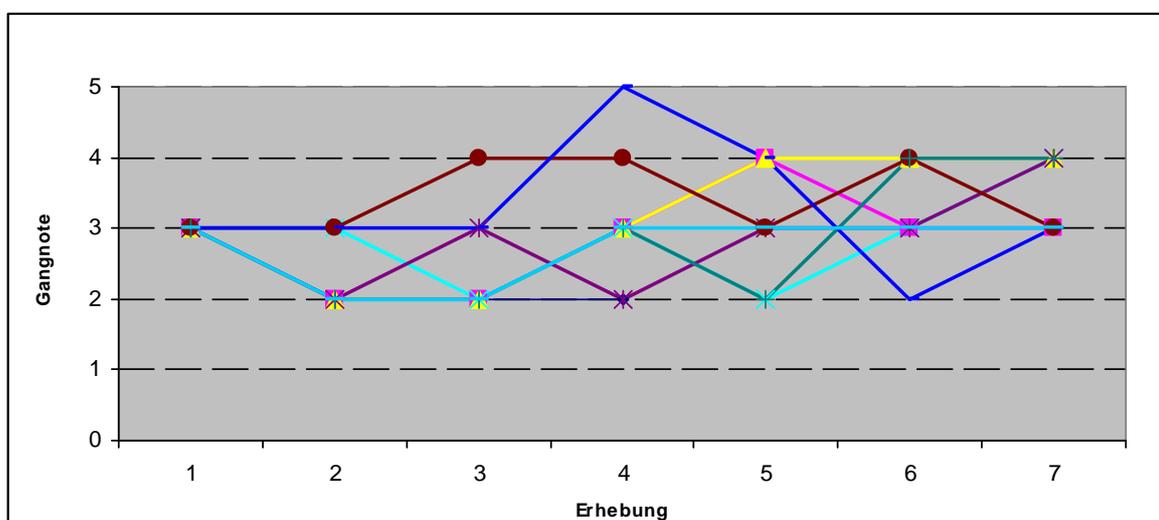


Abbildung 7: Verlauf der Gangnoten der 9 zunächst als geringgradig lahm (Note 3) eingestuften Kühe.

Am 1. Erhebungstag wurden fünf Kühe als hochgradig-lahm eingestuft (Abbildung 8). Auffällig ist, dass über die gesamte Untersuchungsperiode keine Kuh mit den Noten 1 oder 2 beurteilt wurde (nicht lahm).

Drei Tiere dieser Gruppe verbesserten sich zwischenzeitlich auf die Note 3. Aber nur eine konnte am Ende der Untersuchungszeit diese auch noch halten.

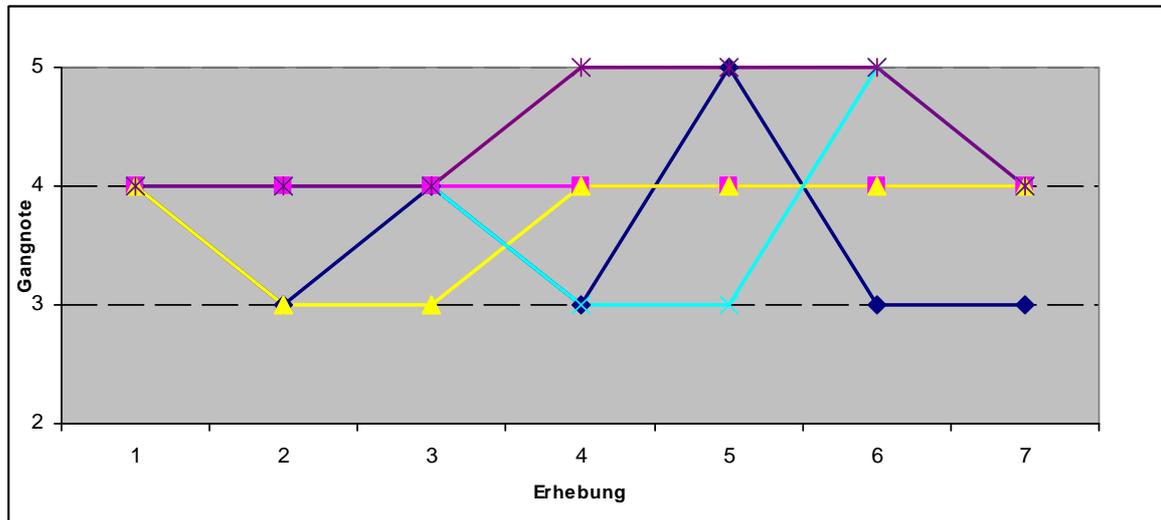


Abbildung 8: Verlauf der Gangnoten der 5 zunächst als hochgradig lahm (Note 4) eingestuften Kühe.

4.1.3 Einzelne Noten:

Beim ersten Untersuchungstermin wurden fünf Kühe mit der Note 1 beurteilt (Abbildung 9). Über den gesamten Untersuchungszeitraum konnte kein Tier diese Note konstant halten.

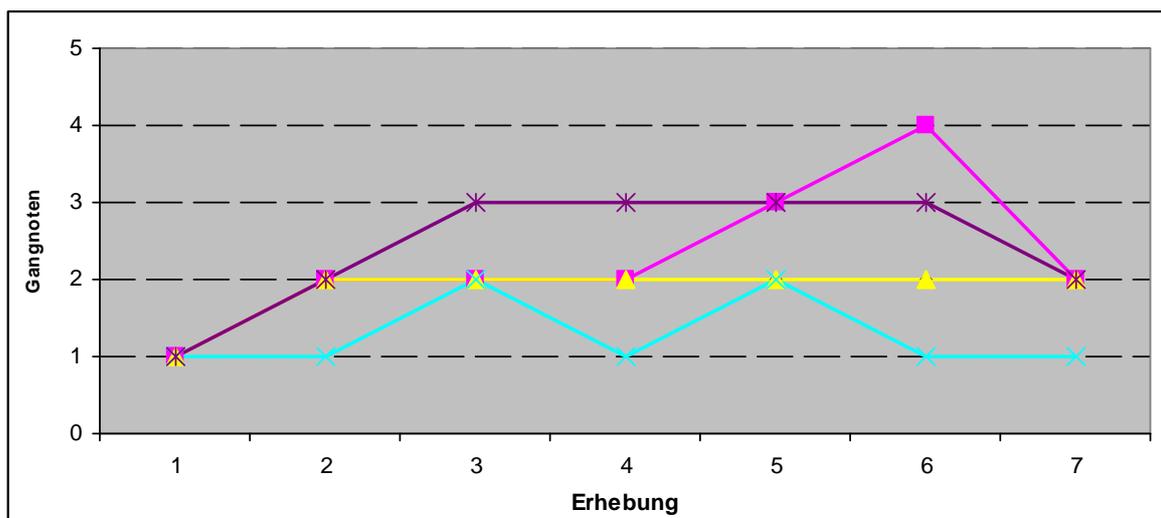


Abbildung 9: Verlauf der Gangnoten der 5 Tiere, die zunächst mit der Note 1 beurteilt wurden.

Eine Kuh pendelte während der sieben Erhebungstermine zwischen den Noten 1 und 2. Zwei weitere Tiere verschlechterten sich um eine Note und hielten diese (Note 2) bis zum Ende.

Eine Kuh verschlechterte sich langsam bis auf die Note 3. Diese hielt diese Note dann auch über drei weitere Untersuchungstermine und verbesserte sich am Ende wieder auf die Note 2.

Bei einer Kuh kam es zwischenzeitlich zu einer Verschlechterung auf zunächst eine 3 und an dem nachfolgenden Termin auf eine 4. Jedoch verbesserte sich diese am letzten Termin wieder um zwei Noten auf eine 2.

Die meisten Tiere (54) wurden am 1. Erhebungstag mit der Note 2 bewertet (Abbildung 10 und 11). In diesem Bereich kam es über die ganze Untersuchungszeit zu der breitesten Streuung. Hauptsächlich wurden Noten zwischen 2 und 4 vergeben. Mit Abnahme der Tiere, die mit einem unebenen Gang (Note 2) beurteilt wurden, kam es zu einer deutlichen Zunahme der Tiere mit Note 3.

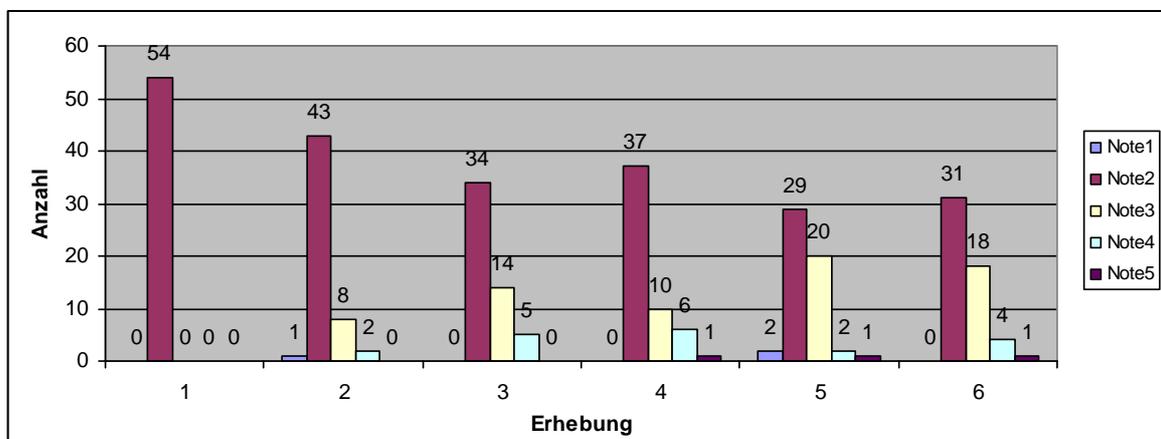


Abbildung 10: Gangbeurteilung der Tiere, die am 1. Erhebungstag mit der Note 2 eingestuft worden waren, über die jeweiligen Erhebungstermine

Die Note 1 wurde in dieser Gruppe dreimal und die Note 5 viermal vergeben. Diese Noten wurden beim jeweiligen Tier nur an einem Termin vergeben.

Bei den Kühen mit der Note 5 fällt zudem auf, dass zwei Kühe vorher mit der Note 2 beurteilt worden waren und die beiden anderen vorher eine 3 bzw. eine 4 hatten.

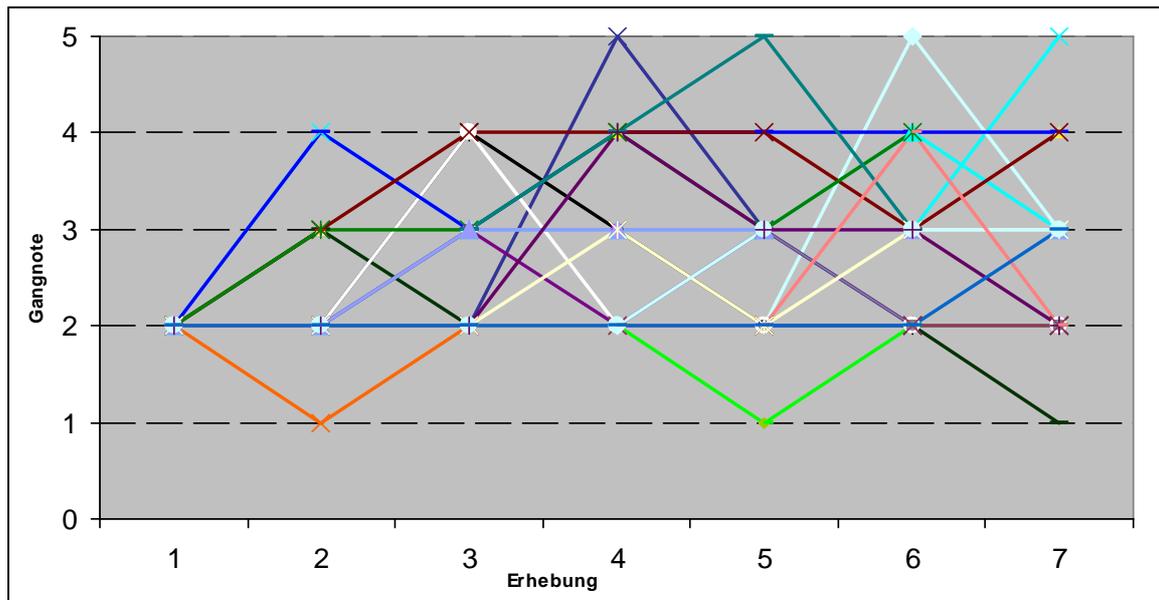


Abbildung 11: Verlauf der Gangnoten der 54 Tiere, die am 1. Erhebungstag mit der Note 2 beurteilt wurden.

14 Tiere aus dieser Gruppe wiesen über die ganze Zeit hin konstant einen „unebenen“ Gang auf (Note 2). Drei Kühe, die zunächst mit 2 beurteilt worden waren, konnten diese Note danach an keinem Erhebungstag mehr erzielen. Nach dem zweiten Termin kamen noch sechs weitere Kühe hinzu, die sich verschlechterten und sich nicht mehr verbessern konnten. Somit wurden neun Tiere aus dieser Gruppe im Laufe der Untersuchung lahm und blieben es auch. In 13 Fällen wurde für einen Termin die Note 3 vergeben, und am Folgetermin wieder eine 2. Zu einer Verschlechterung um zwei Notenstufen kam es bei sieben Tieren, wobei zwei davon am nächsten Termin schon wieder mit einer 2 benotet wurden.

Mit der Note 3 wurden beim 1. Erhebungstermin neun Kühe beurteilt (Abbildung 7). Über die Zeit der Untersuchung kam es in dieser Gruppe hauptsächlich zu einer Streuung zwischen den Noten 2 und 4, wobei auch einmal die Note 5 vergeben wurde. Die Note 1 wurde hier nicht vergeben.

Fünf Kühe konnten sich für zwei Termine auf eine 2 verbessern. Bei zwei Tieren kam es zu einer Schwankung zwischen den Noten 2 und 3. Eine Verschlechterung des Gangs trat ab dem 3. Erhebungstag auf. Zu diesem Zeitpunkt wurde eine Kuh mit der Note 4 beurteilt. Am darauf folgenden Termin hielt dieses Tier die Note 4 und eine zusätzliche Kuh mit der Note 5 kam hinzu. Diese beiden Kühe verbesserten sich bei der nächsten Erhebung (5. Termin) jeweils um eine Notenstufe, jedoch kamen an diesem Tag zwei neue Tieren mit der Note 4 dazu, wovon eine bis zum Ende der Untersuchung dann auf diesem Niveau blieb.

Die am 3. Termin mit 5 beurteilte Kuh konnte sich wieder auf eine 2 verbessern, fiel jedoch am letzten Tag wieder auf eine 3 ab.

Während der 6. Erhebung wurden drei Tiere mit der Note 4 beurteilt, wobei eine davon vorher auf 2 eingestuft worden war. Die zweite hatte vorher schon eine 4 und die dritte war am 3. und 4. Termin schon mit 4 bewertet worden.

Am letzten Erhebungstag gab es die meisten Tiere mit der Note 4 in der Gruppe der zunächst mit 3 benoteten Tiere. Vier Tiere wurden zu diesem Zeitpunkt mit der Note 4 bewertet. Zwei davon pendelten vorher zwischen den Noten 2 und 3 und

die beiden anderen waren vorher schon mindestens einmal mit der Note 4 beurteilt worden.

Die schlechteste bei der 1. Erhebung vergebene Gangnote war die Note 4 (Abbildung 8). Die fünf Kühe, die in diese Gruppe eingestuft wurden, konnten sich im Laufe der gesamten Untersuchung nicht auf die Noten 1 oder 2 verbessern. Eine Kuh blieb über den gesamten Zeitraum konstant auf dieser Note stehen. Bei zwei Tieren kam es zunächst zu einer Verbesserung um eine Notenstufe. Jedoch konnte nur eine Kuh diese auch für einen weiteren Termin halten, bevor sie wieder konstant mit 4 bewertet wurde. Der Gang des anderen Tiers pendelte zunächst zwischen den Noten 3 und 4, wurde jedoch am 5. Termin mit der Note 5 beurteilt. An den beiden darauffolgenden Erhebungsterminen erfolgte dann allerdings wieder die Einstufung als geringgradig lahm (Note 3). Eine andere Kuh verbesserte sich zunächst an zwei Untersuchungstagen auf die Note 3, verschlechterte sich aber danach auf eine 5 und erholte sich bis zum letzten Termin, so dass sie mit der Note 4 beurteilt werden konnte. Lediglich eine Kuh in diesem Notenbereich konnte keine Verbesserung oder Konstanz über die gesamte Untersuchungsspanne aufweisen. Diese blieb zunächst konstant über drei Erhebungstage auf ihrer Ausgangsnote 4, wurde danach drei Mal mit der Note 5 bewertet und kam danach wieder zu ihrem Ausgangspunkt, der Notenstufe 4, zurück.

4.2 Videoanalyse

Die Daten aus der Videoanalyse wurden auf zwei unterschiedliche Weisen ausgewertet. Zunächst wurden die Tiere im Hinblick auf die Note, die sie am vorangegangenen Erhebungstermin erhalten hatten eingeteilt. Dabei wurden die Tiere die eine bessere Note (1) hatten als eine Gruppe (A), die Tiere die die gleiche Note hatten zu einer weiteren Gruppe (B) und jeden Tiere die eine schlechtere Note als 2 hatten in eine dritte Gruppe (C) zusammengefasst (Tabelle 3). Ebenso wurden die Tiere nach ihren Noten am nachfolgenden Erhebungstermin in Gruppen nach dem gleichen Prinzip eingeteilt (D, E, F, Tabelle 4).

Die Auswertung der Videosequenzen mit Hilfe der visuellen analogen Skalen bezüglich unterschiedlicher Kriterien zeigte, dass es zu sehr großen Spannbreiten zwischen den Minimal- und Maximalwerten bei den Tieren kam, die im folgenden die gleiche Entwicklung bezüglich ihrer Gangnoten gezeigt haben.

Die Mittelwerte der jeweiligen Gruppen lagen sowohl bei der Einteilung nach den „Noten vorher“ als auch nach den „Noten nachher“ meist relativ nah beieinander (z.B. die Mittelwerte bei der „Rückenlinie“ in Tabelle 3: 2 mal 5 Punkte und einmal 6 Punkte). Bei vielen Kriterien kam es dabei nur zu Abweichungen zwischen den verschiedenen Gruppen innerhalb des jeweiligen Merkmals die kleiner als 6 Punkte waren.

Bezüglich des Merkmals „Tracking-up“ zeigte sich, dass bei der Sortierung nach Noten vorher, die Tiere aus den Gruppen B und C identische Mittelwerte aufwiesen. Die Tiere aus Gruppe A zeigten hier durchschnittlich einen leicht schlechteres „Tracking-up“, als die beiden anderen Gruppen. Im Gegensatz dazu

zeigten jene Tiere aus Gruppe D ein deutlich besseres „Tracking-up“ (47) als die beiden anderen Gruppen (Gruppe E: 62 und Gruppe F: 60, Tabelle 4).

Zu den größten Spannbreiten zwischen dem Minimum (min) und Maximum (max) innerhalb einer Gruppe kam es in der Gruppe C, bezüglich der Kriterien „Tracking-up“ (min: 6 und max: 93) und „Gelenkbeweglichkeit“ (min: 8 und max: 96).

Zu kleinen Spannbreiten (≤ 10 Punkte) kam es bei dem Kriterium „Rückenlinie“ in fast allen Gruppen (außer in der Gruppe C). In der Gruppe der Tiere, deren Noten sich veränderten, gab es nur kleine Unterschiede zwischen dem Minimum- und Maximumwert für das Merkmal „Kopfbewegung“. Ebenfalls kleine Spannbreiten wiesen die Eigenschaften „Klauenstellung“ und „Geschwindigkeit“ in der Gruppe F auf. Zudem lag auch in der Gruppe C nur ein kleiner Unterschied zwischen dem Minimum (1) und Maximum (9) bezüglich der „Geschwindigkeit“ vor. Der Median war bei den meisten Kriterien in fast allen Gruppen sehr ähnlich dem jeweiligen Mittelwert.

Gruppe	Rückenlinie	Kopfbewegung	Tracking up	Gelenkbeweglichkeit	Klauenstellung	Geschwindigkeit	Schrittbreite vorne	Schrittbreite hinten
	0=sehr gut	0=sehr gut	0=sehr gut	0=sehr gut	50=normal	0=normal	50=normal	50=normal
A Anzahl: 4 Tiere	Mittelwert	5	65	37	58	7	25	25
	Median	6	68	14	55	5	24	19
	Minimum	3	53	14	55	2	1	1
	Maximum	7	71	82	67	16	50	61
B Anzahl: 35 Tiere	Mittelwert	5	60	31	55	8	21	27
	Median	5	63	29	53	5	19	19
	Minimum	3	30	12	48	2	5	5
	Maximum	8	85	57	68	38	55	70
C Anzahl: 18 Tiere	Mittelwert	6	60	41	56	11	22	29
	Median	5	61	42	51	5	20	24
	Minimum	2	6	8	48	1	2	7
	Maximum	21	93	96	93	65	78	73

Tabelle 3: Mittelwert, Median, Minimum und Maximum der Kriterien der Videoanalyse für Tiere, die bei der vorhergehenden Beurteilung besser (Gruppe A), gleich (Gruppe B) oder schlechter (Gruppe C) eingestuft worden waren.

Gruppe	Rückenlinie	Kopfbewegung	Tracking up	Gelenkbeweglichkeit	Klauenstellung	Geschwindigkeit	Schrittbreite vorne	Schrittbreite hinten
	0=sehr gut	0=sehr gut	0=sehr gut	0=sehr gut	50=normal	0=normal	50=normal	50=normal
D Anzahl: 3 Tiere	Mittelwert	4	47	38	57	4	22	27
	Median	4	46	40	58	4	27	25
	Minimum	4	34	29	55	3	7	13
	Maximum	5	61	46	59	5	31	42
E Anzahl: 30 Tiere	Mittelwert	5	62	35	55	8	22	28
	Median	5	65	38	54	5	21	24
	Minimum	2	25	5	48	2	2	5
	Maximum	11	81	70	69	27	51	81
F Anzahl: 13 Tiere	Mittelwert	5	60	36	53	5	19	31
	Median	4	65	32	51	4	12	22
	Minimum	3	6	8	49	1	2	7
	Maximum	8	85	66	64	9	46	68

Tabelle 4: Mittelwert, Median, Minimum und Maximum der Kriterien der Videoanalyse für Tiere, die bei der nachfolgenden Beurteilung besser (Gruppe D), gleich (Gruppe E) oder schlechter (Gruppe F) eingestuft worden waren.

4.3 Liegezeiten

Durchschnittlich lagen die Tiere in diesem Versuch 11,8 Stunden an Tag mit 11 Liegeperioden, wobei eine Liegeperiode im Durchschnitt 69 Minuten dauerte (Tabelle 5). Dabei fiel auf, dass es zwischen den Tieren eine große Spanne zwischen den Werten gab. So kam es bei der Liegezeit zwischen dem Minimum und Maximum zu einer Differenz von rund 6 Stunden kam. Die Anzahl der Liegeperioden schwankten zwischen 7 und 18, wobei die Dauer der Liegeperioden zwischen dem Minimal- und Maximalwert um rund 74min (1h 15min) variierte.

	Liegezeit in h	Anzahl der Liegeperioden	Dauer der Liegeperioden in min
Mittelwert	11,8	11	69
Min	9,5	7	42
Max	15,7	18	116

Tabelle 5: Mittelwert, Minimalwert (Min) und Maximalwert (Max) bezüglich der Liegezeit, Anzahl und Dauer der Liegeperioden.

Parameter	LS MEANS	
	nicht lahm	lahm
Liegezeit	11,6	12,6
Anzahl Liegeperioden	10,7	11,8
Dauer Liegeperioden	67,7	74,5
Varianzkoeffizient Liegezeit	9,3	9,5
Varianzkoeffizient Anzahl Liegeperioden	16,7	16,0
Varianzkoeffizient Dauer Liegeperioden	16,5	10,5

Tabelle 6: LS Means der untersuchten Parameter für die Klassifizierungen nicht lahm und lahm.

Bei der Varianzanalyse zeigte sich, dass die Klassifizierung in „lahm“ und „nicht lahm“ keinen Einfluss auf die untersuchten Parameter (Liegezeit, Anzahl der Liegeperioden, Dauer der Liegeperioden, Varianzkoeffizient der Liegezeit, Varianzkoeffizient der Anzahl an Liegeperioden und die Varianzkoeffizient der Liegeperiodendauer) hatte. Dies spiegelten auch die jeweiligen LS Means wieder. Einen signifikanten Einfluss hatten die Tage in Milch (DIM) auf die Liegezeit ($p=0,042$). So lagen die Tiere, die schon länger in Milch waren, länger. Die Laktationszahl beeinflusste die Varianz der Liegeperiodendauer ($p=0,035$). Mit zunehmender Laktation stieg die Varianz der Liegedauer an.

5. Diskussion

5.1 Entwicklung der Gangnoten

Wie die Ergebnisse der Gangnoten zeigen, kann man keine klaren und eindeutigen Richtungen in der Entwicklung der Noten sehen. Die Lahmheitsprävalenz steigt über den Untersuchungszeitraum deutlich an (von 19% am 1. Erhebungstag auf 52% am vorletzten Erhebungstag). Jedoch entwickeln sich die Gangnoten für jedes Tier über die ganze Spanne sehr individuell. Lediglich neun Tiere wurden während des Untersuchungszeitraums dauerhaft lahm.

Die Zunahme der Prävalenz kann auch mit der Jahreszeit zusammenhängen. Rutherford et al. (2008) zeigten, dass im Frühjahr (März bis Juni) mehr Lahmheiten auftraten, als im Herbst (September und Oktober). In dieser Studie waren allerdings nur Betriebe, die die Tiere auch auf die Weide gelassen haben enthalten. Mögliche Ursachen dafür sind, dass die Tiere nach dem Winter aktiver werden und sich mehr bewegen, besonders, wenn sie dann auf die Weide kommen, wo sie sich frei bewegen können. Dabei können dann Verletzungen entstehen, die wiederum Lahmheiten nach sich ziehen.

Ein weiterer Grund für die Zunahme der Lahmheitsprävalenz kann mit der, während der Beobachtungen subjektiv wahrgenommenen Verschlechterungen der Liegeflächen zusammenhängen. So viel auf, dass die Qualität der Liegeboxen im Laufe der Zeit immer schlechter wurde, was sich in verminderter Einstreumenge äußerte. Dies kann dazu führen, dass die Tiere entweder kürzer liegen, da es „unbequem“ ist und zu Schmerzen während des Liegens führen kann, oder aber es besteht die Möglichkeit, dass die Tiere auf Grund der harten Liegeflächen sich verletzen und es somit zu einer Verschlechterung des Gangbildes kommt.

Eine zunehmend strengere Beurteilung durch die beiden Beobachterinnen ist mehr oder weniger auszuschließen, da die Noten jeweils unabhängig voneinander vergeben wurden und bei Meinungsverschiedenheiten stets erneut geschaut wurde, und sich immer wieder an dem Leitfaden orientiert wurde.

Auf Grund der nicht stets konstanten Bedingungen des Bodens kann es dazu gekommen sein, dass die Tiere teilweise zwischen unterschiedlichen Noten an den unterschiedlichen Erhebungstagen schwankten, oder aber ein großer Teil an nur einem Termin eine schlechtere Note hatte. So zeigten Flower und Weary (2006), dass der Gang vom Boden beeinflusst wird. Wie auch Telezhenko und Bergsten (2005) sahen sie, dass Kühe auf rutschigeren Böden eine schlechtere Gangnote aufweisen. Dies kann z.B. damit zusammenhängen, dass die Tiere auf rutschigen Böden vorsichtiger gehen, um nicht auszurutschen (Hernandez-Mendo et al., 2007). Am ehesten wird dadurch vermutlich die Gangnote 1 betroffen sein, da die Tiere nicht mehr so locker gehen und somit „nur noch“ mit einem unebenen Gang beurteilt werden. Daher ist davon auszugehen, dass dadurch in dieser Untersuchung nur sehr wenige Tiere mit einer Gangnote 1 zu sehen waren und hauptsächlich die Note 2 vergeben wurde. Es hatte aber vermutlich keinen Einfluss auf die Tiere die als „lahm“ eingestuft wurden. Nach Flower und Weary (2006) ist ein abgeschobener Boden rutschiger bzw. wirkt zumindest auf die Tiere als sei er rutschiger, wodurch es zu einem vorsichtigerem/verhaltenerem Gang kommen kann.

Auffallend ist, dass kein am 1. Erhebungstag als lahm eingestuftes Tier sich über den gesamten Untersuchungszeitraum in den „nicht- lahmen“ Bereich verbessern konnte. Dies kann damit zusammenhängen, dass bei diesen Tieren bereits chronische Erkrankungen vorlagen. So war bei einem Tier aus dieser Gruppe eine Klaue an einer Hintergliedmaße amputiert. Dadurch war der Gang des Tieres so beeinflusst/behindert, dass es dauerhaft auf die gleiche Art und Weise ging und stets als lahm benotet wurde. Bei allen anderen Tieren wurden jedoch die Ursachen der Lahmheit nie erhoben.

Für die relativ hohe Lahmheitsprävalenz an dem untersuchten Betrieb gibt es verschiedene mögliche Ursachen. Zum einen handelte es sich bei dem untersuchten Betrieb um einen Hochleistungsbetrieb. Espejo et al. (2006) und Green et al. (2002) zeigten, dass hohe Milchleistungen zu Lahmheiten führen können. Sie begründeten dies damit, dass diese Tiere unter anderem länger stehen müssen um ausreichend Futter aufnehmen zu können, um ihren Energiehaushalt zu decken.

Hassall et al. (1993) und auch Chesterton et al. (1998) beschreiben zudem, dass lahme Tiere erst später in den Melkstand kommen. Somit kommen diese Tiere auch erst als letzte hinaus und bekommen daher eher nur noch die „Reste“ an Futter die übrig sind (Juarez et al. 2003).

Zum anderen gab es an diesem Betrieb weniger Futterplätze als Tiere. Somit konnten dort immer wieder Verdrängungen und Kämpfe um die vorhandenen Futterplätze beobachtet werden. Diese wurden jedoch in dieser Erhebung nicht berücksichtigt. Es ist jedoch bekannt, dass eine geringere Anzahl an Futterplätzen als Tiere in einem Zusammenhang mit entstandenen Lahmheiten stehen kann (Potter und Broom, 1990).

Ähnliches Verhalten war auch bei den Liegeboxen im Hauptstall zu beobachten. Dort war nur Platz für einen kleinen Teil der Herde. Wie aber Juarez et al. (2003) zeigten, halten erkrankte Tiere ihre Wege relativ kurz, um die erkrankte Gliedmaße zu entlasten. Daher versuchten diese, sich im Hauptstall hinzulegen. Dort konnten allerdings auch Verdrängungen aus den Liegeboxen beobachtet werden. Somit konnten die erkrankten Tiere eventuell nicht ausreichend liegen, um die Erkrankung auszukurieren. Bereits erkrankte Tiere, die sich in den hinteren Liegeboxenbereich legten, entfernten sich dadurch weit von Futter und Wasser. Um diese langen Wege zu vermeiden reduzierten sie ihre Futter- und Wasseraufnahme.

Über die Klauenpflege sind in dieser Untersuchung keine Daten bekannt. Es wurde jedoch vom Landwirten ausgesagt, dass sie bei Bedarf durchgeführt wird. Aus der Untersuchung von Whay (2002) ist bekannt, dass Lahmheiten vom Betreuungspersonal meist erst recht spät erkannt werden. Dies führt dazu, dass die Tiere häufig erst behandelt werden, wenn sie kaum noch gehen können und die Lahmheiten somit länger brauchen um abzuheilen. Dies könnte eventuell eine Ursache dafür sein, dass sich kein Tier aus dem „erkrankten“ Bereich in den „gesunden“ verbessern konnte.

Bei den Tieren, die zunächst als gesund eingestuft wurden, kann man keine eindeutigen Entwicklungen feststellen. So gibt es 14 Tiere, die konstant über die gesamte Untersuchungszeit mit einer Note von 2 bewertet wurden, und weitere sechs Kühe, die zwischen den Noten 1 und 2 schwankten. Rund 27% der untersuchten Tiere bleiben somit konstant im positiven Notenbereich. Daraus kann man ableiten, dass die Note 2, die den „unebenen“ Gang beschreibt, nicht

unbedingt eine Vorstufe für eine Verschlechterung des Gangbildes ist, sondern eher als die Standardnote für ein normales Gangbild einer Milchkuh in Laufställen mit planbefestigten Böden und eingestreuten Liegeflächen ohne Weide, wie es an dem Untersuchungsbetrieb war, zu bewerten ist.

Dass manche Tiere aus diesem Bereich sich zunächst auf eine Note von 4 oder gar 5 verschlechterten und dann auch wieder besser wurden, kann man unter anderem mit Erkrankungen der Klauenlederhaut erklären. Diese produziert zunächst Eiter oder Wundsekret, wodurch ein schmerzhafter Druck entsteht. Das Sekret sucht sich dann einen Weg nach außen, so dass es ablaufen kann. Dadurch kommt es zu einer Verminderung des Drucks, wodurch der Schmerz wieder nachlässt und die Tiere somit wieder besser gehen können. (Hulek, 2005b)

Während der gesamten Untersuchungszeit wurde die Note 1 nur sehr selten vergeben. Da stellt sich die Frage, ob Kühe in einem Laufstall unter diesen Haltungsbedingungen überhaupt noch wirklich gesund und unbeeinflusst gehen können, so dass die Note 1 noch vergeben werden kann. Es scheint hier, als sei die Note 1 lediglich ein Sonderfall und die Note 2 eher der Normalfall. Im Bezug auf diese beiden Noten zeigte Willen (2004), dass genau in diesem Bereich die meisten Abweichungen zwischen den von ihr untersuchten drei Beobachtern auftraten.

Wie man auch aus den Ergebnissen nach der Einteilung in den „animal welfare Score“ sehen kann, würde es in diesem Haltungssystem vermutlich reichen, wenn man nur diese drei Kategorien verwenden würde. Mit diesem System werden im Grunde genommen alle Entwicklungen ausreichend dargestellt. Sowohl die Note 1 als auch die Note 5 sind während der gesamten Erhebungszeit nur relativ selten vergeben worden und wenn dann meist auch nur für jeweils einen Termin.

Es ist jedoch auch zu bedenken, dass die meisten Systeme zur Gangbeurteilung für Tiere der Rasse Holstein entwickelt wurden; dies trifft auch auf das hier angewandte zu (Winckler und Willen, 2001). Bei dieser Rasse handelt es sich im Gegensatz zu der untersuchten Rasse in dieser Arbeit (Fleckvieh) um eine reine Milchviehrasse, die vom Typ her feingliedriger ist als das Fleckvieh. Außerdem handelt es sich beim Fleckvieh um eine meist etwas ruhigere Rasse, die teilweise, auch auf Grund ihres Gewichtes beim Gehen behäbiger wirken als die „feineren“ Holsteiner, wodurch es für das Fleckvieh evtl. schwerer ist die Gangnote 1 zu bekommen.

5.2 Videoanalyse

Anhand der in der vorliegenden Arbeit ausgewählten Kriterien des Gangs für die Videoanalyse ließen sich keine klaren Aussagen bezüglich der späteren Entwicklung der Gangnote treffen kann. Lediglich bezüglich des „Tracking-up“ kann man evtl. Prognosen für eine spätere Gangnote treffen. Es konnte gezeigt werden, dass Tiere mit einem guten Wert im „Tracking-up“ bei der nachfolgenden Untersuchung gute Chancen auf eine bessere Note haben. Dies kann man vielleicht damit erklären, dass diese Tiere sehr „locker“ und „geschmeidig“ gingen und somit noch mit der Hinterhand weit nach vorne greifen konnten.

Dass bei den restlichen Kriterien keine eindeutigen Entwicklungen zu erkennen waren, kann damit zusammenhängen, dass es sich bei den ausgewerteten Videos um eine relativ kleine Stichprobe handelte. Vielleicht würden sich bei einer größeren Anzahl von Videos klarere Entwicklungen abzeichnen, und somit Extremwerte bei manchen Kriterien nicht mehr so ins Gewicht fallen, wie z.B. hier bei der Kategorie „Gelenkbeweglichkeit“ bei den Tieren die vorher mit einer 1 benotet worden sind. In dieser Gruppe lagen die Videos von nur 4 Tieren vor und der Minimal- und Maximalwert lagen um knapp 60 Punkte auseinander. Auch wenn es sich bei diesen beiden Werten um Ausreißer handelt, so können die anderen beiden Werte diese nicht mehr ausgleichen.

Außerdem ist zu bedenken, dass die Videos, anders als bei Flower et al. (2005) oder auch Song et al. (2008) mehr oder weniger frei im Stall aufgezeichnet wurden und die Tiere mit keinerlei Hilfsmitteln gelenkt bzw. gesteuert wurden, sondern in einem ca. 2 m breiten Laufgang getrieben wurden. Die Bewertung war erschwert, da sich manche Tiere umdrehten oder keine gerade Strecke gingen.

Am 1. Erhebungstag war zudem nur eine Kamera montiert, wodurch es nur Videos gab, auf denen die Tiere ausschließlich von vorne und hinten, nicht aber von der Seite zu sehen waren. Von anderen Tagen gab es von manchen Tieren nur Videos von vorne oder von der Seite, da die anderen unbrauchbar waren. Dies erschwerte besonders die Bewertung des Kriteriums „Tracking-up“ deutlich. Ein weiteres Problem lag darin, dass die Tiere an der seitlichen Kamera zu nah vorbei gingen, so dass z.B. die „Rückenlinie“ auf diesen nicht zu erkennen war.

Für weitere Studien wäre es sinnvoll, wenn man für Videobeobachtungen genormte Strecken hätte, die die Tiere durchlaufen und eventuell mit einem Anreiz versehen sind, so dass die Tiere freiwillig und ruhig durch den Aufzeichnungssektor gehen.

Schon bei der Auswertung der Videos zeigte sich das Problem, dass die Tiere häufig sehr schlecht zu sehen waren oder nur wenige aufeinanderfolgende Schritte hintereinander geradeaus gingen.

Das Kriterium „Geschwindigkeit“ wurde auf Grund von Schreckreaktionen der Tiere gegenüber der Kamera oder auch Neugier auf die Kamera, die am Ende des Ganges bzw. in einer Liegebox aufgebaut war, beeinflusst. Außerdem handelte es sich bei dem Laufgang um eine Sackgasse wodurch für die Tiere kein Anreiz gegeben war, selbstständig diesen Gang auf und ab zu gehen. So war es erforderlich, die Tiere in die eine Richtung zu treiben, während sie in die andere Richtung wegtrabten oder galoppierten.

Flower und Weary (2006) kamen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass das Kriterium der „Gelenkbeweglichkeit“ sehr schwer zu bewerten ist. Für dieses Kriterium gibt es keine klaren Vorgaben hinsichtlich der optimalen Ausprägung. Die Einstufung erfolgt daher überwiegend subjektiv. Ähnliches zeigte sich auch in der vorliegenden Untersuchung bei den Kriterien „Geschwindigkeit“ und „Schrittbreite“. Diese wurden ebenfalls nach eigener Einschätzung ohne klare Vorgabe des Optimums bewertet.

Die Kriterien „Kopfbewegung“ und „Rückenlinie“ erhielten während der Bewertung sehr niedrige Werte, die hauptsächlich unter 10 Punkten lagen und im Mittelwert sogar mehr über 6 Punkten hatten. Da diese aber nach Flower und Weary (2006) und auch nach Sprecher et al. (1997) als Kriterien für Lahmheit angesehen werden, und hier „nur“ Kühe mit „unebenem Gang“ untersucht wurden, ist dieses Ergebnis nicht verwunderlich. Sie sind eher eine Bestätigung dafür, dass die Kühe auf den bewerteten Videos tatsächlich einen Gang mit der Note 2 zeigten. Die nur geringen Schwankungen zwischen den Minimal und Maximal Werten lassen

darauf schließen, dass diese Kriterien für den „Ist-Zustand“ und nicht für die Zukunft heranzuziehen sind

5.3 Liegezeiten

Die Liegezeiten der untersuchten Tiere lagen im Durchschnitt mit 11,8 Stunden im Bereich der Werte, die auch schon andere Autoren angegeben haben (Cook, 2004, Kottik, 2007). Die für Liegezeiten angegebenen Werte variieren aber in der Literatur erheblich.

Im Vergleich zu Fregonesi et al. (2007 (b)), die untersucht haben wie lange Kühe in trockenen (8,8 h) bzw. nassen Liegeboxen (13,8 h) liegen, liegen die hier festgestellten Liegezeiten genau dazwischen. Über den Zustand der Liegeboxen kann hier keine Aussage getroffen werden, da dieser nie erhoben wurde.

In einer weiteren Studie untersuchten Fregonesi et al. (2007a) den Effekt von Überbelegung der Liegeboxen in einem Stall. Bei einer 100%igen Belegung ergab sich eine Liegezeit von rund 13 Stunden. Dieser liegt eine gute Stunde über dem hier erhobenen Wert. Bei einer Überbelegung von 150% ergab sich bei Fregonesi et al. (2007 (a)) eine Liegezeit von knapp 11 Stunden. Die von mir erhobenen 11,8 Stunden liegen somit zwischen den Werten von diesen für eine Überbelegung mit 120% bzw. 133%. An dem hier untersuchten Betrieb lag keine direkte Überbelegung vor. Jedoch war zu beobachten, dass die Liegeboxen im Hauptstall häufiger genutzt wurden als die im erweiterten Stallteil, die aber weiter vom Futter, Wasser und Melkstand entfernt waren. Dies könnte man vielleicht als eine Art partielle Überbelegung ansehen. So konnten hin und wieder im Hauptstall, während des Beurteilens, Verdrängungen aus Liegeboxen beobachtet werden, wodurch die Tiere möglicherweise insgesamt nur geringere Liegezeiten erzielen konnten.

Im Vergleich zu Hassall et al. (1993), die die Liegezeit von gesunden (5,3 h) und lahmen (7,1 h) Kühen auf der Weide untersuchten, lagen die Tiere in dieser Untersuchung erheblich länger. Zudem zeigten Hassall et al (1993) als auch Walker et al. (2008), dass lahme Tiere signifikant länger liegen, als gesunde Tiere. Dies widerspricht den hier erhobenen Ergebnissen ebenso wie denen von Singh et al. (1993). Das kann damit zusammenhängen, dass die Gruppe der lahmen Kühe (vier Tiere) in dieser Untersuchung im Vergleich zu den gesunden Tieren (17) sehr klein war. Singh et al. (1993) zeigten in ihrer Studie, dass Kühe, egal ob gesund oder lahm, in Liegeboxen kürzer liegen als auf freien eingestreuten Liegeflächen.

Auch bezüglich der Anzahl der Liegeperioden (11) pro Tag entsprechen die hier erhobenen Ergebnisse den gängigen Mittelwerten. So geben sowohl Singh et al. (1994) als auch Drissler et al. (2005) Liegeperioden zwischen 10 und 11 Stück pro Tag an. Gleiches gilt auch für die durchschnittliche Liegezeit pro Liegeperiode. Diese liegt mit 70 min ebenfalls vollkommen in dem Bereich den auch andere Autoren ermittelt haben (Cook et al. 2004, Drissler et al. 2005).

Das Ergebnis, dass höher laktierende Tiere einen größeren Variationskoeffizienten bezüglich der Liegezeiten aufwiesen, kann man damit erklären, dass diese Tiere älter sind und für manche das Stehen schwierig ist und sie bevorzugt liegen. Für andere ist das Liegen nicht angenehm oder der

Abliegevorgang schmerzhaft, so dass sie vorrangig stehen bleiben und das Liegen vermeiden.

Die Zunahme der Liegezeit mit steigenden Tagen in Milch kann damit zusammenhängen, dass sich die Tiere zum einen, wenn sie noch jung sind allmählich an das Haltungssystem gewöhnt haben und ruhiger geworden sind und zum anderen die Tiere nicht mehr ganz so viel Futter aufnehmen müssen, da die Laktation schon weiter fortgeschritten ist und somit nicht mehr ganz so viel Energie benötigt wird, wodurch die Fresszeit verkürzt und die Liegezeit zunehmen kann.

Ein Problem bei der durchgeführten Untersuchung war, dass das der Datensatz sehr unbalanciert war. So wurden die Logger hauptsächlich bei Tieren angebracht, die nicht lahm waren (17 Stück) und nur bei vier Kühen die als lahm eingestuft waren. Außerdem liegen lediglich die Daten von fünf Tagen vor und keinerlei Wiederholungen.

6. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen bisher nicht den Schluss zu, dass anhand einer Abstufung der Gangnote im Bereich, der noch nicht als 'lahm' einzustufen ist ('unebener Gang'), eine Aussage über die weitere Entwicklung des Gangbildes getroffen werden kann.

Fast über die gesamte Untersuchungszeit verschlechterte sich die Lahmheitssituation im Untersuchungsbetrieb (Anstieg der Lahmheitsprävalenz von 20 auf bis zu 50%). Die Ursachen dafür waren nicht Gegenstand dieser Arbeit und bedürften einer eigenen Untersuchung.

Es wurde gezeigt, dass Tiere, die zunächst als lahm eingestuft wurden, über die Zeit der Untersuchung nicht dauerhaft als nicht lahm beurteilt wurden. Sieben Kühe (77%) aus der Gruppe derer, die am 1. Erhebungstag mit der Note 3 (geringgradig lahm) bewerteten Tiere konnten sich kurzzeitig verbessern.

In der größten Gruppe (Gangnote 2 – unebener Gang) fanden die unterschiedlichsten Entwicklungen statt. So blieb die Gangnote bei $\frac{1}{4}$ der Tiere (14 Stück), die zu Beginn in diese Gruppe eingestuft worden waren, über den gesamten Untersuchungszeitraum konstant. Bei neun Tieren verschlechterte sich das Gangbild innerhalb der ersten drei Termine so, dass sie nicht wieder als 'nicht lahm' eingestuft wurden.

Die Frage, ob die Tiere mit der Gangnote 2 sich zum positiven oder negativen entwickeln oder konstant bleiben, kann daher nicht eindeutig beantwortet werden. Diese Note kann weder als Anzeichen für eine bevorstehende Lahmheit noch als „Sicherheit“ für langfristige Gesundheit betrachtet werden.

Auch die Ergebnisse der Videoanalyse deuten darauf hin, dass Tiere, die mit der Gangnote 2 beurteilt wurden, nicht sinnvoll weiter eingeteilt werden können. Lediglich das Kriterium „Tracking-up“ lässt bei guten Werten (47 Punkten) vorsichtige Prognosen über eine Verbesserung des Gangbildes in der Zukunft zu.

Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen, ergaben die Ergebnisse der Liegezeiten der hier untersuchten Tiere keinen Einfluss des Vorliegens einer klinischen Lahmheit auf das Liegeverhalten. Auf Grund der kleinen Untersuchungsgruppe und der sehr unbalancierten Werte sind diese Ergebnisse jedoch mit Vorsicht zu betrachten. Es wäre sinnvoll diesen Versuchsteil erneut mit einer größeren Gruppe und mehreren Wiederholungen durchzuführen.

7. Zusammenfassung

Lahmheiten stellen einen bedeutenden Erkrankungskomplex bei Milchkühen dar. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, wie sich der Gang von Tieren entwickelt, wenn er als 'uneben' eingestuft wird, und ob diese Note ein Anzeichen für eine spätere Verschlechterung ist. Dafür wurde eine Herde mit rund 73 Fleckvieh-Kühen über einen Zeitraum von 12 Wochen insgesamt sieben Mal mit einem 5-stufigen Gangbeurteilungssystem eingestuft. Zusätzlich wurde zu Beginn der Erhebungen mit Hilfe von Liegesensoren und Datenloggern die Liegezeit von 21 zufällig ausgewählten Kühen über eine Zeitspanne von fünf Tagen aufgezeichnet. Außerdem wurden ab dem dritten Erhebungstermin Videoaufnahmen des Gangs von möglichst vielen Tieren angefertigt, um im Weiteren den Gang der Tiere mit einer Gangnote von 2 ('unebener Gang') noch genauer untersuchen zu können.

Die Gangnoten wurden deskriptiv ausgewertet und beschrieben. Dazu wurden sie nach der Gangnote am 1. Erhebungstag in Gruppen unterteilt. Die Parameter des Liegeverhaltens wurden varianzanalytisch ausgewertet. Die Auswertung der Videos erfolgte mit Hilfe einer visuell analogen Skala für die Kriterien Rückenlinie, Kopfbewegung, Tracking-up, Gelenkbeweglichkeit, Schrittbreite vorne und hinten sowie Klauenstellung.

Die Lahmheitsprävalenz stieg während des Untersuchungszeitraums von 19% auf bis zu 52% an. Hinsichtlich der Entwicklung der individuellen Gangnoten, insbesondere bei Tieren, deren Gang als 'uneben' eingestuft wurde, war keine gerichtete Entwicklung zu erkennen. Etwa ein Viertel der Tiere, die am ersten Erhebungstag mit einem 'unebenen Gang' (Gangnote 2) beurteilt worden waren, erhielten konstant diese Gangnote; neun Tiere aus dieser Gruppe (16%) wurden im Laufe der Zeit lahm. Kühe, die zu Beginn der Untersuchung als „lahm“ eingestuft worden waren, wurden im gesamten Zeitraum nicht wieder als 'nicht lahm' beurteilt.

Das Liegeverhalten wurde durch das Vorliegen einer klinischen Lahmheit nicht beeinflusst. Es konnte lediglich gezeigt werden, dass die Liegezeit mit zunehmenden Tagen in Milch (DIM) signifikant anstieg und der Variationskoeffizient der Liegedauer mit zunehmender Laktationszahl größer wurde.

Die Videoanalyse ergab, dass gutes „Tracking-up“ bei Vorliegen der Gangnote 2 ein möglicher Indikator für eine Verbesserung der Gangnote in der Zukunft ist. Alle anderen Kriterien wie z.B. die „Kopfbewegung“ oder „Gelenkbeweglichkeit“ hatten keinen offensichtlichen Effekt auf die spätere Gangnote.

8. Abstract

Lameness is one of the most serious health and welfare problems in dairy cattle. It was the aim of the present study to investigate how the gait of cows with an 'uneven' gait further develops and especially if such a gait score can be used as a predictor of lameness at a later stage.

For this purpose, a herd of 73 Fleckvieh cows was gait scored seven times during a 12 week period using a 5-point scale. Additionally, at the start of the investigations lying behaviour was recorded for five continuous days in 21 randomly selected cows using position sensors and miniaturized data loggers. Starting with the 3rd assessment, the gait of as much as possible animals was videotaped for further analysis.

The development of gait scores was descriptively analysed only using the scores the animals had been allocated at the first visit. Lying behaviour was analysed by means of analysis of variance. For gait analysis from video clips, a visual analog scale was used with regard to the parameters back arch, head bob, Tracking-up, joint flexion, step width as well as claw posture.

During the study, lameness prevalence increased from 19% to up to 52%. There was no clear pattern regarding the development of individual gait scores. This was especially the case for animals whose gait had been judged 'uneven'. About 25% of the cows which had been allocated a gait score of 2 ('uneven gait') did not change gait. Nine animals (16%) became lame. Cows, which were lame at the beginning of the study were never regarded 'not lame' during the study period.

Lying behaviour was not significantly affected by lameness. There was only an increase in lying time with days in milk and the coefficient of variation of lying time increased with the number of lactations.

Video analysis revealed, that pronounced „tracking-up” in animals with a gait score of 2 ('uneven gait') may be regarded an indicator for improved gait scores at later stages. All other criteria which had been taken into account such as 'head bob' or 'joint flexion' did not have an effect on the gait score that was allocated at later assessments.

9. Literaturverzeichnis

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter: ADR Daten 2007.
Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V., Bonn
- Alban, L., 1995: Lameness in Danish dairy cows: frequency and possible risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* **22**, 213-225
- Amory J.R., Kloosterman, P., Barker, Z.E., Wright J.L., Blowey, R.W., Green, L.E., 2006: Risk factors for reduced locomotion in dairy cattle on nineteen farms in the Netherlands. *Journal of Dairy Science*, **89** (5), 1509–1515
- Bernardi, F., 2008: Influence of neck rail position on behaviour, locomotion and cleanliness in dairy cattle. Diplomarbeit, BOKU Wien
- Beusker, N., 2007: Welfare of Dairy Cows: Lameness in Cattle – A Literature Review. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- Bicalho, R.C., Cheong, S.H., Cramer, G., Guard C.L., 2007: Association between a visual and an automated locomotion score in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, **90** (7), 3294–3300, doi:10.3168/jds.2007-0076
- Blowey, R.W., 1998: Welfare aspects of foot lameness in cattle. *The Irish Veterinary Journal*, 51, 203-207
- Chesterton R.N., Sauter-Louis C.M., Pfeiffer D.U., 1998: A longitudinal field study of the relationship between the occurrence of lameness and herd dominance related behavioural factors in New Zealand dairy cows. *Proc. 20th World Buiatric Congress I*; S. 85-90
- Clackson D.A., Ward, W.R., 1991: Farm tracks, stockman's herding and lameness in dairy cattle. *The Veterinary Record*, **129**, 511-512
- Clarkson, M.J., Downham, D.Y., Faull, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Murray, R.D., Russel W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R., 1996: Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *The Veterinary Journal*, **138**, 563-567
- Colam-Ainsworth, P., Lunn, G.A., Thomas, R.C., Eddy, R.G., 1989: Behaviour of cows in cubicles and its possible relationship with laminitis in replacement dairy heifers. *The Veterinary Record*, **125**, 573-575
- Cook, N.B., Bennett, T.B., Nordlund, K.V., 2004: Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. *Journal of Dairy Science*, **87** (9), 2912–2922
- Cook, N.B., Nordlund, K.V., 2007: The influence of the environment on dairy cow behaviour, claw health and Lameness dynamics. *The Veterinary Journal* (2007), doi:10.1016/j.tvjl.2007.09.016

- Distl, O., Schmid, D., 1993: Systematische Kontrolle der Klauengesundheit bei Kühen in ganzjähriger Laufstallhaltung. *Tierärztliche Praxis*, **21**, 27-35
- Drissler, M., Gaworski, M., Tucker, C.B., Weary, D.M., 2005: Freestall maintenance: Effects on lying behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **88** (7):2381–2387
- Espejo, L.A., Endres, M.I., Salfer J.A., 2006: Prevalence of lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, **89** (8), 3052-3058
- Espejo L.A., Endres, M.I., 2007: Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, **90** (1), 306-314
- Fayed, R.H., 1997: Effect of housing systems on behaviour and lameness in dairy cows. *Veterinary Medical Journal Giza*, **45** (1), 101-110
- Faull, W.B., Hughes, J.W., Clarkson, M.J., Downham, D.Y., Mason, F.J., Merritt, J.B., Murray R.D., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R., 1996: Epidemiology of lameness in dairy cattle: the influence of cubicles and indoor and outdoor walking surfaces. *The Veterinary Journal*, **137**, 130-136
- Fiedler, A., Maierl, J., Nuss, K., 2004: Erkrankungen der Klaue und Zehen des Rindes. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 44
- Fregonesi, J.A., Tucker, C.B., Weary, D.M., 2007 (a): Overstocking Reduces Lying Time in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, **90** (7), 3349–3354, doi:10.3168/jds.2006-794
- Fregonesi, J.A., Veira, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., Weary, D.M., 2007 (b): Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **90** (12), 5468-5472, doi:10.3168/jds.2007-0494
- Flower, F.C., Sanderson, D.J., Weary, D.M., 2005: Hoof pathologies influence kinematic measure of dairy cow gait. *Journal of Dairy Science*, **88** (6), 3166-3173
- Flower, F.C., Weary, D.M., 2006: Effect of hoof pathologies on subjective assessments of dairy cow gait. *Journal of Dairy Science*, **89** (1), 139-146
- Georg, H., Meyer W., Distl, O., Bockisch, F.-J., 2001: Auswirkungen unterschiedlich gestalteter Laufflächen auf die Klauengesundheit von Milchkühen. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Hohenheim, 6.-7. März 2007
- Green, L.E., Hedges, V.J., Schukken Y.H., Blowey, R.W., Packington, A.J., 2002: The Impact of Clinical Lameness on the Milk Yield of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, **85** (9), 2250–2256

- Haskell, M.J., Rennie, J.L., Bowell, V.A., Bell M.J., Lawrence, A.B., 2006: Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg injury in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **89** (11), 4259-4266
- Hassall, S.A., Ward, W.R., Murray, R.D., 1993: Effects of lameness on the behaviour of cows during the summer. *The Veterinary Record*, **132**, 578-580
- Hernandez-Mendo, O., von Keyserlingk, M.A.G., Veira, D.M., Weary, D.M., 2007: Effects of pasture on lameness in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **90** (3), 1209-1214
- Hulek, M., 2005 (a): Lahmheit: Schmerzen und wirtschaftlicher Verlust. *Bauernjournal West*, (<http://www.landnet.at/article/articleview/38483/1/4998#>)
- Hulek, M., 2005 (b): Klauengesundheit und Klauenpflege. Leopold Stocker Verlag, Graz, S. 18-26
- Junge, W., 1997: Einflussfaktoren auf die Klauengesundheit von Milchkühen. *Züchtungskunde*, **69** (2), 122-129
- Juarez, S.T., Robinson P.H., DePeters, E.J., Price, E.O., 2003: Impact of lameness of behavior and productivity of lactating Holstein cows. *Applied Animal Behaviour Science* 2003, doi:10.1016/S0168 1591(03)00107-2
- Kossaibati, M.A. und Esslemont, R.J., 1999: The incidence of lameness in a group of dairy herds in England. *Proceedings of British Society for Animal Science*, p.221, <http://www.bsas.org.uk/downloads/annlproc/Pdf99/221.pdf>, besucht am 12.12.2008
- Kottik, D., 2007: Einfluss des Fütterungsregimes auf das Verhalten von Milchkühen. Diplomarbeit, BOKU Wien
- March, S., Brinkmann, J., Winckler, C., 2005: Lahmheiten bei Milchvieh – Bedeutung, Erkennung, Ursachen, Einflussmöglichkeiten. aus: *Tagungsbeiträge der 1. Internationalen Bioland – Milchviehtagung*, Loccum
- Manson, F.J., Leaver, J.D., 1988: The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Animal Production*, **47**, 185-190
- Mill, J.M., Ward, W.R., 1994: Lameness in dairy cows and farmers' knowledge, training and awareness. *The Veterinary Record*, **134**, 162-164
- Neveux, S., Weary, D.M., Rushen, J., von Keyserlingk, M.A.G., de Passille, A.M., 2006: Hoof discomfort changes how dairy cattle distribute their body weight. *Journal of Dairy Science*, **89** (7), 2503-2509

- Pastell, M., Hautala, M., Poikalainen, V., Praks, J., Veermäe, I., Kujala, M., Ahokas, J., 2008 (a): Automatic observation of cow leg health using load sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, **62**, 48-53
- Pastell M., Kujala M., 2007: A probabilistic neural network model for lameness detection, *Journal of Dairy Science*, **90** (5), 2283-2292
- Pastell, M., Kujala, M., Aisla, A.-M., Hautala, M., Poikalainen, V., Praks, J., Veermäe, I., Ahokas, J., 2008: Detecting cow's lameness using force sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, **64**, 34-38
- Phillips, C., 2002: *Cattle behaviour and welfare*. 2. Aufl., Blackwell Science Ltd, S. 12-14
- Potter, M.J. und Broom, D.M., 1990: Behaviour and welfare aspects of cattle lameness in relation to building design. *Proceedings of the VIth International Symposium of Diseases of the Ruminant Digest*, pp. 80-84
- Rajkondawar, P.G., Liu, M., Dyer, R.M., Neerchal, N.K., Tasch, U., Lefcourt, A.M., Erez, B., Varner, M.A., 2006: Comparison of models to identify lame cows based on gait and lesion scores, and limb movement variables. *Journal of Dairy Science*, **89** (11), 4267-4275
- Rutherford, K.M.D., Langford, F.M., Jack, M.C., Sherwood, L., Lawrence, A.B., Haskell M.J., (2008): Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. *The Veterinary Journal*, doi:10.1016/j.tvjl.2008.03.015
- Scott, G.B., 1989: Changes in limb loading with lameness for a number of Friesian cattle. *British Veterinary Journal*, **145** (1), 28-38
- Singh S.S., Ward, W.R., Lautenbach, K., Murray, R.D., 1993: Behaviour of lame and normal dairy cows in cubicles and in a straw yard. *The Veterinary Record*, **133**, 204-208
- Singh S.S., Ward, W.R., Hughes, J.W., Lautenbach, K., Murray, R.D., 1994: Behaviour of dairy cows in a straw yard in relation to lameness. *The Veterinary Record*, **135**, 251-253
- Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B., Berckmans, D.; 2008: Automatic detection of lameness in dairy cattle—Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Computers and Electronics in Agriculture*, **64**, 39-44
- Sprecher, D.J., Hostetler, D.E., Kaneene, J.B., 1997: A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, **47**, 1179–1187
- Tasch, U., Rajkondawar, P.G., 2004: The development of a SoftSeparator™ for a lameness diagnostic system. *Computers and Electronics in Agriculture*, **44**, 239-245

- Telezhenko, E., Bergsten, C., 2005: Influence of floor type on the locomotion of dairy cows. *Animal Behaviour Science*, **93**, 183-197
- Tucker, C.B., Weary, D.M., 2004: Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *Journal of Dairy Science*, **87** (9), 2889-2895
- Tucker, C.B., Weary, D.M., Fraser, D., 2004: Free-Stall dimensions: effects on preference and stall usage. *Journal of Dairy Science* **87** (5), 1208–1216
- Walker, S.L., Smith, R.F., Routly, J.E., Jones, D.N., Morris, D.J., Dobson, H., 2008: Lameness, Activity Time-Budgets, and Estrus Expression in Dairy Cattle. *Journal Dairy Science*, **91** (12), 4552–4559, doi:10.3168/jds.2008-1048
- Ward, W. R., 1998: Standardisation of gait analysis in cattle Workshop report. 10th International Symposium on Lameness in Ruminants
- Ward, W. R., 2001: Lameness in dairy cattle. *Irish Veterinary Journal*, **54** (3), 129-139
- Warnick, L.D., Janssen, D., Guard, C.L., Gröhn, Y.T., 2001: The effect of lameness on milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **84** (9), 1988-1997
- Wells, S. J., Trent, A. M., Marsh, W. E., Robinson, R. A., 1993: Prevalence and severity of lameness in lactating dairy cows in a sample of Minnesota and Wisconsin herds. *American Veterinary Medical Association*, Vol. **202**, No 1
- Willen, S., 2004: Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung – methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem. Dissertation, Fachbereich Vet. med., Tierärztliche Hochschule Hannover
- Winckler, C., Willen, S., 2001: The reliability and repeatability of a lameness scoring system for use as an indicator of welfare in dairy cattle. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Science Supplementum*, **30**, 103–107
- Whay, H. R., Waterman, A. E., Webster, A. J. F. 1997: Associations between locomotion, claw lesions and nociceptive thresholds in dairy heifers during the peripartum period. *The Veterinarian Journal*, **154**, 155–161