

Aus der Klinik für Wiederkäuer  
(Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer: Prof. Dr. W. Klee)  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Poly-Vinyl-Pyrrolidon (PVP) – Jodkomplexes  
zur Behandlung der Dermatitis digitalis (D.d.) und zum Bewegungsverhalten von an  
D.d. erkrankten Milchkühen

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität  
München

von  
Monika Esch  
aus Starnberg  
München 2004

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Referent: Univ.-Prof. Dr. W. Klee  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. M. Förster

Tag der Promotion: 23. Juli 2004

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abkürzungen .....	5
1. Einleitung.....	6
2. Literatur .....	7
2.1 Dermatitis digitalis damals und heute.....	7
2.1.1 Vorkommen .....	7
2.1.2 Klinisches Erscheinungsbild .....	7
2.1.3 Histologie.....	8
2.1.4 Ätiologie.....	9
2.2 Übertragung .....	13
2.3 Komplikationen .....	13
2.4 Therapie.....	14
2.4.1 Einzeltierbehandlung.....	14
2.4.2 Therapie einer Gruppe .....	16
2.4.3 Vakzination.....	17
2.5 Wirtschaftliche Aspekte.....	18
2.6 Differentialdiagnosen .....	19
2.6.1 Dermatitis interdigitalis .....	19
2.6.2 Phlegmona interdigitalis .....	19
2.6.3 Dermatitis verrucosa.....	20
2.6.4 Mud fever .....	20
2.6.5 Frostdermatitis.....	20
2.6.6 Viral bedingte Allgemeininfektionen.....	20
2.7 Bewegungsaktivität von Kühen .....	20
3. Eigene Untersuchungen .....	22
3.1 Material und Methodik.....	22
3.1.1 Überblick .....	22
3.1.2 Ort der Studien .....	22
3.1.3 Auswahl der Probanden .....	22
3.1.4 Klinische Untersuchung.....	23
3.1.5 Klauenbeurteilungsscore (nach DÖPFER 1994) .....	27
3.1.6 Flächenberechnung.....	28
3.1.7 Beurteilung der Veränderungen .....	29
3.1.8 Schmerzhaftigkeit.....	31
3.1.9 Zeitplan.....	31
3.1.10 Vorgehensweise in der Jodstudie.....	34
3.1.11 Vorgehensweise in der Jodverbandstudie .....	34
3.1.12 Vorgehensweise in der Pedometriestudie .....	35
3.1.13 Datenerfassung .....	38
3.2 Statistische Verfahren .....	39
3.3 Ergebnisse .....	40
3.3.1 Jodstudien .....	40
3.3.2 Schmerzhaftigkeit.....	44
3.3.3 Pedometriestudie.....	45
3.3.4 Futteraufnahme .....	52
3.3.5 Milchleistung und Anzahl der Gemelke .....	55
3.3.6 Überprüfung der Futter- und Milchleistungsdaten im Vergleich zu D.d.- unauffälligen Tieren.....	57
4. Diskussion .....	59
4.1 Jodstudie.....	59

4.2 Jodverbandstudie.....	60
4.3 Pedometriestudie .....	61
4.3.1 Feststellung des Behandlungserfolges.....	61
4.3.2 Pedometriewerte .....	62
4.4 Schmerzhaftigkeit .....	63
4.5 Futteraufnahme.....	63
4.6 Überprüfung der Daten .....	64
4.7 Milchleistung und Anzahl der Gemelke.....	65
5. Zusammenfassung .....	66
6. Summary .....	68
7. Literaturverzeichnis .....	70
8. Anhang .....	77
9. Lebenslauf.....	84
10. Danksagung .....	85

## Abkürzungen

B.	Bacteroides
C.	Campylobacter
D.d.	Dermatitis digitalis
DFV	Deutsches Fleckvieh
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
F.	Fusobacterium
HF	Holstein Friesian
LVG	Lehr- und Versuchsgut
P.	Prevotella
Pc.	Peptococcus
PDD	Pododermatitis Digitalis
p.i.	post infectionem
p.ins.	post inseminationem
p.p.	post partum
Sbt	Schwarzbuntes Rind
spp.	species
Stdv.	Standardabweichung
T.	Treponema
Tg.	Tage
TMR	Totale Mischration

## 1. Einleitung

In Milchviehbetrieben gibt es bei der Behandlung der Dermatitis digitalis bisher keine Alternative zur Einzeltierbehandlung mit Antibiotika enthaltenden Sprays (z.B. Chlortetracyclinspray). Diese Behandlung ist relativ effektiv. Es wird jedoch auch von Therapieversagern berichtet, so dass eine Behandlungsalternative wünschenswert wäre. Als besonders problematisch muss jedoch der häufige Einsatz von Antibiotika betrachtet werden, da neben Rückstandsproblemen und Umweltbelastung auch mit vermehrter Resistenzbildung zu rechnen ist. Für Jodkomplexe gelten diese Einschränkungen nicht. Zur Wirksamkeit von jodhaltigen Mitteln bei der Behandlung der Dermatitis digitalis (D.d.) liegen in der Literatur widersprüchliche Informationen vor.

Ziel der Studie war es, die Wirkung einer Behandlung mit Jodspray zu testen. Die Anwendung sollte für den Landwirt unproblematisch sein. Ebenso untersucht wurde der Einfluss der Krankheit auf das Bewegungsverhalten, die Milchleistung und die Futteraufnahme der Tiere.

## **2. Literatur**

### **2.1 Dermatitis digitalis damals und heute**

Von CHELI und MORTELLARO wurde 1974 erstmals über Veränderungen an Rinderklauen berichtet, die keiner anderen Klauenerkrankung, die zuvor in der Literatur beschrieben worden war, zugeordnet werden konnte.

Die Bezeichnung Dermatitis digitalis (D.d.) wurde offiziell 1978 auf dem „2nd International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit“ eingeführt.

Im deutschen Schrifttum existieren verschiedene Bezeichnungen wie Mortellaro, Mortellaro'sche Krankheit und die, durch das Erscheinungsbild der Erkrankung geprägte Bezeichnung Erdbeerkrankheit (DIECKHOFF 1993, KEHLER 1994, NATTERMANN et al. 1998). Die digitale und interdigitale Papillomatose (REBHUN et al. 1980, READ und WALKER 1994b) können ebenfalls der Dermatitis digitalis zugeordnet werden. Die papillomatöse Dermatitis digitalis („hairy footwarts“) wird von READ und WALKER (1992, 1998a) im Gegensatz zu europäischen Autoren als eigenständige Form benannt, wobei die Unterschiede nur gering sind. Beim histopathologischen Vergleich von PDD und D.d. konnte festgestellt werden, dass die beiden Formen sehr nah verwandt sind (READ und WALKER 1998b).

Von BARGAI wurde 1998 vorgeschlagen Dermatitis digitalis, interdigitale Dermatitis und Ballenhornerosionen als Digital Skin Disorders Syndrome (D.S.D.S) zusammenzufassen.

#### **2.1.1 Vorkommen**

Nach Entdeckung der Krankheit in Norditalien durch CHELI und MORTELLARO schien es, dass D.d. auf diese Region beschränkt wäre. Schon bald aber wurde von Ausbrüchen interdigitaler Papillomatose im Osten der USA berichtet (REBHUN et al. 1980). Heute ist die D.d. weltweit verbreitet. Belegt wird dies von Berichten aus den Niederlanden (CORNELISSE et al. 1981), Großbritannien (BLOWEY 1987), der ehemaligen Tschechoslowakischen Republik (ROZTOCIL et al. 1988), Deutschland (SCHRANK und GRUNER 1989), Irland (BASSET et al. 1990), Frankreich (ROUSSEAU 1992), Südafrika (VAN AMSTEL et al. 1995), Kanada (HANNA et al. 1994), Mexiko (ARGAEZ-RODRIGUEZ et al. 1997), Australien (McLENNAN und McKENZIE 1996).

#### **2.1.2 Klinisches Erscheinungsbild**

Bei der Mehrheit der Tiere tritt die Krankheit an den Hintergliedmaßen auf, meist an einer Gliedmaße (CHELI und MORTELLARO 1974, METZNER et al. 1995). An den Vordergliedmaßen wird die Krankheit gelegentlich bemerkt (CORNELISSE et al. 1981).

Betroffen ist vor allem die Haut oberhalb des Kronsaums, im Übergangsbereich zwischen der haarlosen Haut des Interdigitalspaltes und der behaarten Haut (CHELI und MORTELLARO 1986), aber auch der Interdigitalspalt (MORTELLARO 1994).

Die meisten Autoren unterscheiden makroskopisch verschiedene Erscheinungsformen der D.d. Zum einen hyperplastische, ulzerative, proliferative oder gemischte Formen der Entzündung (LEIST und RUDOLPH, 1996) oder nur ulzerative und nur proliferative Formen, wobei die proliferativen Läsionen als chronische Manifestation der akuten ulzerativen, granulomatösen Form angesehen werden (WEAVER 1994, BORGMANN et al. 1996, DÖPFER et al. 1997). HELMING u. LAMPE (1997) bezeichnen die ulzerative Form als frühes Stadium der Infektion, die granulomatöse (auch erdbeerartige) als fortgeschrittenes und die proliferative Form als ausgereiftes Stadium.

Die Hautveränderungen neigen zu Blutungen, sind schmerzhaft und von einem weißen epithelialen Saum umgeben (DIECKHOFF 1993). Neben runden Läsionen, die von einem solchen epithelialen Rand umgeben sind (CORNELISSE et al. 1981, PETERSE et al. 1982, MORTELLARO et al. 1985), berichten CORNELISSE et al. (1981) auch von unregelmäßig begrenzten Läsionen mit aufgerichteten, verklebten Haaren, denen ein solcher Saum fehlt. Im Randbereich dieser Veränderungen sind die Haare steil nach oben gerichtet und mit Exsudat verklebt (CHELI und MORTELLARO 1974). Die Veränderung selbst ist haarlos oder nur noch mit wenigen aufgerichteten Haaren bewachsen. Die Ausdehnung der Hautveränderungen kann Durchmesser von wenigen Millimetern zu Beginn der Erkrankung bis zu 10 cm erreichen (REBHUN et al. 1980, BRENTRUP u. ADAMS 1990, READ und WALKER 1994b). Der betroffene Hautbezirk ist oftmals von grau-gelblichem Detritus überdeckt, der einen eigentümlich faulig-süßlichen Geruch ausströmt, welcher aber nicht von allen Untersuchern wahrnehmbar ist (METZNER et al. 1995).

Lahmheiten werden nicht immer bei D.d.-erkrankten Tieren gefunden. In vielen Fällen zeigen die Tiere nur Unbehagen (der Fuß wird zeitweise angehoben), oder aber es wird eine ungewöhnliche Haltung bemerkt. Ernsthafte Lahmheiten werden seit einiger Zeit seltener gesehen (MORTELLARO 1994). Dies wird durch Beobachtungen bestätigt, in der betroffene Tiere gewöhnlich nicht lahm waren, aber das Gewicht von einem Fuß auf den anderen verlagerten und Unbehagen äußerten, wenn sie sich im Hof oder im Melkstand befanden (BASSETT et al. 1990).

Anders in einer Studie von MURRAY et al. (1996), in der 8645 Fälle verschiedener Klauenerkrankungen mit Lahmheit untersucht wurden - hier stand D.d. an vierter Stelle der Lahmheit verursachenden Krankheiten (8 %). Andere Studien berichten, dass während der Beobachtung einer Herde Lahmheit das hauptsächlich vorhandene Zeichen der Krankheit war, die von leicht bis schwer variierte und die Tiere auf den Klauenspitzen gingen (BLOWEY und SHARP 1988, VAN AMSTEL et al. 1995).

Die ungewöhnliche Empfindlichkeit der D.d.-Läsionen begründen BLOWEY et al. (1994a) mit der durch Erosionen verursachten Exposition der vielen Nervenendungen in der oberflächlichen Epidermis.

### **2.1.3 Histologie**

In frühen Stadien der D.d. sehen BLOWEY u. SHARP (1988) einen Verlust des oberflächlichen Keratins mit einer gleichzeitigen Verdickung des Epithels mit bis zu 100 zusätzlichen Zellen/mm durch sowohl Hyperplasie als auch Hypertrophie der epithelialen Zellen. Nach DÖPFER et al. (1997) zeigen diese Stadien der D.d. Bereiche mit ballonierender Degeneration, die mit Fibrininseln gefüllt sind. Papilläre Projektionen in Richtung Hautoberfläche enden in Mikroabszessen und

Hämorrhagien. Das Stratum corneum ist hyperplastisch und das Stratum spinosum akanthotisch. Das Stratum basale hat mehr als eine Zellschicht. Rote Blutzellen, Mikroabszesse und Fibrin sehen auch BASSET et al. (1990). Entgegen der von REBHUN et al. (1980) und BLOWEY u. SHARP (1988) beschriebenen Hyperkeratinisierung sehen BASSET et al., 1990 Keratinozyten mit pyknotischen Kernen, Verlust des oberflächlichen Keratins (BLOWEY et al. 1994a), lokalisierte Akanthose durch keratinozytische Hyperplasie (BORGSMANN et al. 1996), ballonierende Degeneration der Keratinozyten des Stratum spinosum (SCAVIA et al. 1994). Es wird angenommen, dass Spirochäten, wahrscheinlich eine Treponemen-Spezies, eine Prädisposition für keratinisierte Zellen besitzen und ein keratolytisches Toxin produzieren. Der Verlust der oberflächlichen Keratinschichten stimuliert dann die epidermale Proliferation und Hyperplasie (BLOWEY et al. 1994a, GRUND et al. 1995). LEIST u. RUDOLPH 1996 sehen allerdings die Hornschichten bei der ulzerativen D.d.-Form durch Mikroorganismen zerstört. Der totale Verlust des Stratum corneum führt dann zur Invasion von Spirochäten durch „lebende“ Schichten des Stratum spinosum. Sie nutzen den Interzellularraum und zerstören Keratinozyten. In histologischen Untersuchungen stellten NATTERMANN et al. (2000) fest, dass sich die Spirochäten besonders in den oberen Epidermisschichten befinden. Hier bilden sie mit anderen Keimen einen dichten Bakterienrasen, dringen dann in das Stratum spinosum vor und gelangen erst in tiefere Schichten, wenn diese Zellen zugrunde gehen. MOTER et al. (1998) konnte feststellen, dass *T. denticola* sich in oberflächlichen Schichten befindet und andere Treponemen ins Stratum spinosum wandern.

In typischen D.d.-Läsionen ist das Stratum corneum über die ganze Ausdehnung der Läsion komplett verloren. Plasmazellen sind gelegentlich vorhanden neben überwiegend Neutrophilen und Eosinophilen (DÖPFER et al. 1997). Eine totale Zerstörung der Epidermis beschreiben BLOWEY et al. (1994a) und LEIST und RUDOLPH (1996). Dies führt zu sekundärer Infektion der Dermis. In den Hautorganen sind Veränderungen sichtbar, die sich zuerst als Hypertrophie der Haarfollikel und Talgdrüsen darstellen, später als metaplastische Keratinisierung der Talgdrüsen vorhanden sind und bis zur totalen Zerstörung dieser Hautorgane reichen. Degenerative Prozesse an der Haarwurzel scheinen korreliert mit der Hypertrophie und Zerstörung der Epidermis, die zu verlängertem Haar und der folgenden Alopezie führt (LEIST und RUDOLPH 1996).

Im Stadium der proliferativen D.d. beschreiben READ und WALKER (1994a) parakeratotische Hyperkeratose; Abwesenheit des Stratum granulosum; Akanthose; Emigration von Neutrophilen in die äußeren dermalen Papillae und das Stratum spinosum; Abwesenheit tiefer Ulzerationen; vakuolige Degeneration der parakeratotischen Epidermis; perivaskuläre Infiltration der retikulären Dermis von Lymphozyten und Plasmazellen; Atresie der zentralen und Hypertrophie der peripheren Haarfollikel. Eine extrem proliferative Epidermis beschreiben auch DÖPFER et al. (1997) mit hyperplastischem Stratum corneum und akantholytischem Stratum spinosum. Unzählige Hornspalten sind von Hämorrhagien und Massen von Zelldetritus umgeben. Neutrophile sind mononukleären Zellen in der Epidermis zahlenmäßig überlegen, und viele Plasmazellen befinden sich in der Dermis.

#### **2.1.4 Ätiologie**

Trotz unzähliger Versuche, die Ursache der D.d. zu identifizieren, bleibt die Ätiologie bis heute unklar. Unzweifelhaft zeigt die Erkrankung einen infektiösen Charakter:

rasche Verbreitung in einer Herde nach Einstellung betriebsfremder Tiere und Beeinflussbarkeit des klinischen Bildes durch verschiedene Antibiotika (BLOWEY 1990a, KEHLER 1994, METZNER et al. 1995).

#### **2.1.4.1 Infektiöse Ursachen**

Bisher konnten keine Hinweise auf virale, mykologische oder protozoische Ursachen für D.d. gefunden werden (PETERSE et al. 1982, BASSET et al. 1990, READ et al. 1992, GUARD 1993, SCAVIA et al. 1994, BORGMANN et al. 1996).

#### **2.1.4.2 Bakteriologie**

BASSET et al. (1990) fanden keine pathogenen Bakterien im Geschabsel aus der Umgebung einer Läsion. *Dichelobacter* (früher *Bacteroides*) *nodosus*, der vor allem bei Ballenfäule (GÜNTHER 1991) auftritt, konnte in ihren Untersuchungen nicht nachgewiesen werden.

*Bacteroides capillosus* und *B. fragilis* wurden isoliert (BLOWEY u. SHARP 1988). CORNELISSE et al. (1982) fanden, dass in D.d.-Läsionen *Campylobacter* (*C.*) *faecalis* vorhanden ist. Die Rolle dieser Mikroorganismen ist nicht bekannt, aber *C. faecalis* ist in größerer Anzahl in den frühen Stadien der D.d. anwesend. Auch DÖPFER et al. (1997) fanden *C. faecalis* in größerer Anzahl bei klassischen D.d.-Läsionen in Wundabstrichen. Daneben waren 4 weitere Mikroorganismen vorhanden: lange dünne spiralige Organismen (wahrscheinlich eine *Fusobacterium*-Spezies oder ein Spirochäte), gepaarte Kokken, dicke, verzweigte Stäbchen und unregelmäßig runde Mikroorganismen (wahrscheinlich ein Pilz). *C. faecalis* könnte eine sekundärer Besiedler der erodierten Haut sein.

*Peptococcus* (*Pc.*) *asacharolyticus*, *Pc. sacharolyticus*, *Pc. anaerobius*, *Bacteroides* (*B.*) *asacharolyticus* und *B. melaninogenicus* wurden neben *Bacteroides*-, *Fusobacterium*-, *Streptococcus*- und *Clostridium* Arten bei an D.d. und Dermatitis interdigitalis erkrankten Tieren klassifiziert, wobei den Anaerobien die größte Wichtigkeit bei der Ätiologie der D.d. und Dermatitis interdigitalis zugesprochen wird (KONIAROVA et al. 1993).

NATTERMANN et al. (1998) identifizierten aus Biopaten am häufigsten *Porphyromonas levii*, daneben *Fusobacterium* (*F.*) *necrophorum*, *Prevotella* (*P.*) *denticola*, *P. oralis*, *P. bivia*, *F. nucleatum* und *P. intermedia* und weitere anaerobe und mikroaerophile Bakterien.

Sporenlose Anaerobier der Arten *Bacteroides fragilis*, *Fusobacterium nucleatum* und *Fusobacterium mortiferum* weisen nach SABO et al. (1988) darauf hin, dass es sich um eine endogene Mikroflora handelt, die unter für den Makroorganismus ungünstigen Bedingungen am Entstehen der D.d. beteiligt sein kann.

Fast alle Autoren, die bakteriologisch untersuchten, fanden Spirochäten.

BLOWEY u. SHARP berichteten schon 1988 von spirochäten-ähnlichen Organismen in Biopsieausstrichen von D.d.. READ et al. (1992) waren die ersten, die invasive Spirochäten bei interdigitaler Papillomatose beobachteten.

Eine große Anzahl Spirochäten, die in das Gewebe eindringen, und zwei spezifische Arten der Organismen waren in fixierten Ausstrichen rund um sogenannte „Löcher“ im degenerierten Epithel vorhanden (BLOWEY et al. 1994a).

BLOWEY et al. (1994b) vermuten einen Zusammenhang zwischen dem signifikant höheren Anteil an *Borrelia burgdorferi*-seropositiven Kühen und dem Auftreten von Dermatitis digitalis. Allerdings ist die Interpretation ihrer Daten problematisch, da in den untersuchten Gebieten *Ixodes ricinus* häufig anzutreffen ist, wodurch *B. burgdorferi*-Infektionen übertragen werden. Aufgrund immunoelektronenmikroskopischer Ergebnisse vermuten GRUND et al. (1995), dass es sich nicht um *B. burgdorferi* handelt, es besteht jedoch eine Antigenverwandtschaft, vermutlich ein gemeinsames Geißelantigen.

Serpens spp. Bakterien, die aus den Fäces von Kühen mit aktiven Läsionen isoliert wurden, verursachen nach Ansicht von WALLIS et al. (1997) D.d.

Obwohl BORGMANN et al. (1996) die Spirochäten nicht kultivieren konnten, vermuten sie doch aufgrund der hohen Zahl dieser Organismen eine Hauptrolle in der Ätiologie, entweder als primäres Pathogen oder als signifikante sekundäre Kontaminanten. Die Möglichkeit, dass Spirochäten (Treponemen-Arten) als Kommensalen unter natürlichen Bedingungen existieren und die Natur und Aktivitäten anderer Mikroorganismen für die Etablierung und Fortschreitung der Treponemen-Infektion ausschlaggebend sein könnten, sahen auch EDWARDS et al. (2003).

WALKER et al. (1995) fanden zwei Spirochäten-Gruppen, die aufgrund ihrer antigenetischen Charakteristika und Enzymaktivitäten am besten mit dem Genus *Treponema* vereinbar sind.

Durch vergleichende 16 rRNA-Sequenzanalyse konnten CHOI et al. (1997) alle Spirochäten dem Genus *Treponema* zuordnen. Sehr überraschend war, dass zwei der fünf gefundenen Phylotypen sehr nah verwandt waren mit oralen Treponemen, *T. denticola* und *T. vincentii*, die mit humanen periodontalen Infektionen in Zusammenhang gebracht werden. Außerdem konnte in dieser Studie klar gezeigt werden, dass es sich bei den Spirochäten in D.d.-Läsion nicht um Borrelien handelt.

NATTERMANN et al. (1998), MUMBA et al. (1999) und DEMIRKAN et al. (1999) bestätigen das Vorhandensein von *T. denticola* und *T. vincentii*. Zusätzlich zu *T. denticola* finden RIJKEMA et al. (1997) *Treponema phagedentis*.

Aus einer typischen D.d.-Läsion gelang NATTERMANN et al. (1998) die Kultivierung eines Keimes, der in die Gruppe der oralen Treponemen eingeordnet wurde und als neue Spezies *Treponema brennaborensis* beschrieben wurde. Bestätigt wurde dies durch SCHRANK et al. (1999), welche die als *Treponema brennaborensis* bezeichnete Spezies durch ihr Proteinmuster klar von allen früher beschriebenen Treponemenspezies unterscheiden konnten.

#### **2.1.4.2 Nicht infektiöse Ursachen und Risikofaktoren**

Die meisten Autoren sind sich einig, dass es sich bei der D.d. um eine multifaktorielle Krankheit handelt, auf die sowohl Haltungsformen, Stallhygiene, Fütterung, kuhspezifische Faktoren und Klauenpflege einen Einfluss haben. Das höchste Risiko für das Auftreten von D.d. besteht während des ersten Laktationsmonats (ARGÁEZ-RODRIGUEZ et al. 1997, RODRIGUEZ-LAINZ 1999).

Auch laut FRANKENA et al. (1990) und SMITS et al. (1992) haben Kühe in der ersten und zweiten Laktation ein höheres Risiko, an D.d. zu erkranken, was darauf hindeuten könnte, dass sich später eine gewisse Immunität entwickelt. Erstkalbende haben auch in diesem Stadium die höchste Prävalenz von D.d.

Auch Fleischerinder können laut einer Studie von BROWN et al. (2000) betroffen sein (Prävalenz 4%), was überraschte, da in bisherigen Studien D.d. als eine Krankheit bei Milchkühen angesehen wird.

In einer mexikanischen Studie waren mehr Tiere im Sommer und im Frühjahr als in anderen Jahreszeiten betroffen, wenn sie sich auf der Weide aufhielten und dort im Schatten zusammenstanden und dann mehr Kontakt zu mit Urin und Fäzes verschmutzter Erde hatten (ARGÀEZ-RODRIGUEZ et al. 1997).

Im Vergleich mit Farmen, die keine Erstkalbenden zukaufen, war der Zukauf Erstkalbender mit einer fast 5-fach höheren Chance für D.d. assoziiert. (HIRD et al. 1998).

Nach Beobachtungen von BRENTROP u. ADAMS (1990) konnte kein Zusammenhang zwischen D.d. und Alter, Laktationsstadium, Milchleistung oder Stallhaltung/Weidegang gefunden werden. HERNANDEZ et al. (2002) konnten zwar eine verringerte Milchleistung bei Kühen mit papillomatöser D. d. im Gegensatz zu gesunden Kühen feststellen, der Unterschied war aber nicht signifikant.

Die Inzidenz steigt in Italien merklich während des Winters und Frühjahres, was einen Zusammenhang mit feuchtem und kaltem Wetter zeigt (BRIZZI 1993). Das Fehlen passender Einstreu und übermäßige Feuchtigkeit sind mit Ausbrüchen assoziiert, ebenso sieht man Ausbrüche bei Tieren die auf Spaltenboden gehalten werden, und es wird angenommen, dass Mikrotraumen einen wichtigen prädisponierenden Faktor darstellen (BRIZZI 1993, FRANKENA et al. 1990). Irritation und Traumata des weichen Klauengewebes durch Maisstroh oder anderes raues Stroh sehen auch CHELI und MORTELLARO (1986) als wichtige Faktoren. Besonders im Zusammenhang mit feuchter Umgebung, schlechten Hygieneverhältnissen zusammen mit subklinischem Zinkmangel und Durchblutungsstörungen kommt es zum Zusammenbruch der Hautintegrität, und pathogene Bakterien können eindringen.

Allerdings tritt D.d. nicht in Neuseeland auf, wo Tiere das ganze Jahr über grasen (WEAVER 1994).

METZNER et al. (1995) sehen eine zweiwellige Auftrittshäufigkeit im Jahresverlauf, mit Inzidenzanstiegen von Januar bis März und von Juni bis August. Auch war in dieser Studie eine erhöhte Prävalenz mit einer Milchleistung von über 8000 kg im Jahresdurchschnitt korreliert, während gute Stallhygiene und Luftqualität sowie Betonböden mit Schieber in Laufställen und Liegebereiche mit Gummimatten mit niedrigen Prävalenzen korreliert waren. SCHRANK und GRUNER (1989) sehen ebenfalls Hygienemängel bei Morbiditätsraten zwischen 30-50 %, wobei in Anbindehaltung feuchtes Stroh auffiel. Mechanischen Schäden der Klauen durch schlechte Liegeplatzgestaltung und ausgewaschene Triftwege können die Entstehung der D.d. begünstigen.

Bezüglich des Bodentyps waren Kühe, die auf gefurchtem Beton gingen, mit dem höchsten Risiko behaftet, an D.d. zu erkranken, ebenso wie Spaltenböden das Risiko erhöhten (WELLS et al. 1999).

NATTERMANN et al. (2000) kommen zu dem Schluss, dass es sich bei D.d. um eine synergistische Mischinfektion von gramnegativen Anaerobiern und verschiedenen Phylotypen des Genus *Treponema* handelt, deren Verlauf von prädisponierenden Faktoren beeinflusst wird. Dabei wird der Wirkung von Endotoxinen eine entscheidende Rolle zugeschrieben.

## **2.2 Übertragung**

Verschiedene Versuche, die Krankheit auf gesunde Tier zu übertragen, zeigten unterschiedlichen Erfolg.

Experimentelle Übertragung gelang PETERSE et al. (1982) nur in 2 Fällen innerhalb vieler Versuche, die getätigt wurden, indem sie die Haut abschabten und mit einem Verband, der mit Wundmaterial getränkt war, bedeckten.

BASSET et al. (1990) inokulierten ein Homogenisat in den Übergang von Haut zu Ballenhorn der Hintergliedmaße eines 6 Monate alten Rindes und beobachteten es über 3 Wochen - es traten keine Veränderungen auf, die auf D.d. hätten hindeuten können.

Eine Übertragung proliferativer D.d. durch Geschabsel aus frischen D.d.-Läsionen gelang durch das Verimpfen von Homogenisat auf die intakte oder leicht abgeschabte Haut 4 Monate alter Kälber, aber nur, wenn sich die Hintergliedmaßen ständig in feuchtem Milieu befanden und wenig Kontakt zu Luft hatten (READ und WALKER 1998c).

## **2.3 Komplikationen**

Verschiedene Autoren konnten die Beeinträchtigung der Bildung des Ballenhorns durch D.d. beobachten (MONAGHAN et al. 1989, BLOWEY 1990a, READ et al. 1992, BRIZZI 1993, KEHLER 1994). Die dadurch entstehenden Formveränderungen des Klauenschuhs können über Fehlbelastungen zu anderen schwerwiegenden Erkrankungen führen (komplizierte Rusterholzsche Sohlengeschwüre mit Beteiligung der Beugesehnen oder des Klauensesambeins).

Von einem infektiösen, akuten und rapid progressiven Ausbruch der D.d., der nicht behandelbar war, berichtet SHELDON (1994). Die ursprüngliche D.d.-Läsion entwickelte sich innerhalb von 3 bis 6 Tagen zu „ernsthafter Fäule“. Die Läsion hatte den Ballen und die Sohle unterminiert, so dass die hinteren zwei Drittel der Sohle entfernt werden konnten und sich darunter eine nekrotische Basis zeigte. Bei der Behandlung mit Oxytetracyclin-Spray allein entwickelten sich septische Podarthritis und interdigitale Nekrobazillose. Der Autor sieht an diesem Fall, dass D.d. ein wichtiger prädisponierender Faktor für Nekrobazillose ist und die Schwere und Entwicklung von Dermatitis interdigitalis erhöht.

## 2.4 Therapie

### 2.4.1 Einzeltierbehandlung

Systemische Antibiotikagabe:

Aus einer Umfrage von GRAHAM (1994) geht hervor, dass das Ansprechen auf systemische Antibiotikagabe uneinheitlich war. Tylosin (10 mg/kg), Amoxycillin, Oxytetracyclin (5 mg/kg) und Sulphamethoxypyridazin wurden als effektiv bewertet. Parenterale Behandlung mit Procain-Penicillin (18.000 IE/kg intramuskulär zweimal täglich für 3 Tage) oder Ceftiofur (2 mg/kg für 3 Tage) war in einer kalifornischen Studie von READ und WALKER (1998a) sehr erfolgreich. Von BLOWEY und SHARP (1988) wird die systemische Antibiotika-Gabe generell als ineffektiv betrachtet, vielleicht wegen der oberflächlichen Natur der Erkrankung.

Lokale Antibiotikabehandlung:

Nach gründlicher Reinigung, Entfernung aller Schmutz- und Exsudatauflagerungen und Trocknung kann die Läsion lokal behandelt werden (CORNELISSE et al. 1981, PETERSE et al. 1982, CHELI und MORTELLARO 1986, BRIZZI 1993, GRAHAM 1994), allerdings sollte es nicht zu Blutungen kommen (CORNELISSE et al. 1981), was bei tiefem Abkratzen mit einem Klauenmesser (BLOWEY 1990a) nicht gewährleistet sein dürfte.

Gute Behandlungserfolge lassen sich mit tetracyclinhaltigen Sprays erzielen. In Betracht kommen Oxy- und Chlortetracycline, die in zwei Lagen aufgebracht werden, und zwar nach Trocknung der ersten Lage (CORNELISSE et al. 1981, PETERSE et al. 1982, CHELI und MORTELLARO 1986, BRIZZI 1993, GRAHAM 1994, HERNANDEZ et al. 1999). Das früher in den Formulierungen oft enthaltene Gentianaviolett beeinflusst das Ergebnis nicht (MORTELLARO et al. 1994) und ist in Deutschland zur Anwendung beim Rind verboten.

6 – 12 Stunden nach dieser Behandlung kann schon ein Rückgang der Lahmheit beobachtet werden. Die Abheilung erfolgt nach ca. 2-4 Tagen (CHELI und MORTELLARO 1986, BLOWEY und SHARP 1988, GUARD 1993, VAN AMSTEL et al. 1995, MUMBA et al. 1999), indem die Läsionen mit einem schorffartigen, schwarz-braunen Belag bedeckt werden (BRIZZI 1993, DÖPFER et al. 1997, SHEARER und ELLIOTT 1998).

Enttäuschende Ergebnisse fanden allerdings MERKENS et al. (1992) und WEAVER (1992) nach lokaler Antibiotikabehandlung bei proliferativ veränderten Läsionen - diese sprachen nicht oder nur sehr schlecht an. Eine geringere Wirksamkeit der Oxytetracyclinbehandlung könnte auch mit einer Antibiotikaresistenz zusammenhängen, die z.B. durch häufige Fußbäder mit Oxytetracyclin in der Vergangenheit entstanden sein könnte. Auch gab es viele Berichte von Klauenpflegern, Landwirten und praktizierenden Tierärzten, dass die Effizienz lokaler Antibiotikasprays nach längerer Anwendung abnimmt (SHEARER und HERNANDEZ 2000).

Als alternative Antibiotika werden Lincomycin und Lincomycin/Spectinomycin sowohl lokal und unter Verband als auch als Fußbäder beschrieben. In einem 30-Tage Versuch sank die Prävalenz nach 5maliger lokaler Behandlung mit Lincomycin-Spray (8 g/l) von 41 % auf 6 % (SHEARER und ELLIOTT 1998). Lincomycin HCL (1,5 g/l)

angewandt als lokale Sprühbehandlung konnte Lahmheiten, verursacht durch D.d., fast vollständig eliminieren (NOWROUZIAN und ZAREII 1998). Eine Behandlung an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit 1,5 g/l-Lincomycin brachte signifikante Verbesserungen bezüglich der Größe der Läsionen, der Schmerzhaftigkeit und Schwere der Läsion 14 Tage nach Behandlungsbeginn (BLOWEY et al. 1998).

Im Vergleich zwischen löslichem Oxytetracyclin-Pulver (10 g) und löslichem Lincomycin-Pulver (10 g), das als Paste mit darauffolgender Bandagierung appliziert wurde, konnten an den jeweils 11 behandelten Tieren kaum Unterschiede in den Behandlungserfolgen gemessen werden – sowohl histologisch als auch makroskopisch. Am Tag 14 nach Behandlung waren 20 von 22 Läsionen abgeheilt, am Tag 28 waren dies 18 von 22 Läsionen (BERRY et al. 1998).

Oxytetracyclin-Spray war nach 5 Tagen lokaler Anwendung nicht erfolgreich (WEAVER 1992).

Rückstände in Blut und Milch nach lokaler Oxytetracyclin-Behandlung konnten mittels HPLC zu keiner Zeit festgestellt werden (BRIZZI et al. 1993).

Jodbehandlung:

In einem Vergleich zwischen 1-prozentigem Jod mit erhöhtem freien Jod (100 ppm), verdicktem 1-prozentigem Jod mit erhöhtem freien Jod und einer quartären Ammoniumverbindung (angesäuert) fanden HEMLING und LAMPE (1997), dass die 1-prozentige Jodformulierung einen höheren Verbesserungsgrad bezüglich Größe der Läsionen und Schmerzreaktion zeigte als die anderen beiden Formulierungen (37,3 % im Gegensatz zu 15,2 % und 13,5 %). Obwohl der Verbesserungsgrad begrenzt war, schlossen sie aus dem Ergebnis, dass erhöhtes freies Jod eine Behandlungsmöglichkeit für papillomatöse D.d sein könnte.

In einer Studie von DREHER (1999) war nach 7-tägiger Behandlung mit einer 1-prozentigen Jodlösung keine der Läsionen geheilt, und Schmerzreaktionen waren immer noch vorhanden, die Entzündungsanzeichen hatten sich aber verringert.

Sonstige Einzeltiertherapien:

Obwohl es weniger invasive Behandlungsmöglichkeiten gibt, wird die chirurgische Exzision der Läsion noch immer durchgeführt. In einer Studie von READ und WALKER (1998a) wurde bei 4 Kühen dieser Eingriff durchgeführt und bei allen Tieren traten nach anfänglichem Erfolg nach 7 Wochen erneut Läsionen auf.

Kryochirurgie wurde von DEL BUE und MAZZOCCHI (1982) erfolgreich bei 18 von 19 Tieren angewandt, die Heilungsdauer betrug durchschnittlich 15 Tage. Vorteil dieser Behandlung sei, dass nur in den ersten Sekunden intensiver Schmerz auftrete und danach das Gewebe gefroren und somit komplett unsensibel sei, außerdem kein Verband nötig und es sei nie zu post-operativen Komplikationen gekommen. Im Gegensatz dazu hatten READ und WALKER (1998a) bei der Behandlung eines Tieres mit vereisendem Spray (Chlordifluoromethan-dimethylether) keinen Erfolg.

In einer anderen Studie wurden Oxytetracyclin-Lösung (25 mg/ml), eine kommerzielle Formulierung aus löslichem Kupfer mit einer Peroxid-Verbindung und einem kationischen Wirkstoff, eine 5-prozentige Kupfersulfat-Lösung, eine angesäuerte ionisierte Kupfer-Lösung und eine Hydrogen Peroxid-Peroxyacetic Säure-Lösung verglichen. Es zeigte sich, dass Oxytetracyclin am effektivsten

bezüglich Schmerzhaftigkeit und Läsionsgröße war (von 11 behandelten Tieren zeigte am Tag 14 noch 1 Tier Schmerzhaftigkeit und nur noch 4 Tiere hatten sichtbare Läsionen), gleich gefolgt von der kommerziellen Formulierung (hier zeigten 2 von 14 Tieren am Tag 14 Schmerzhaftigkeit und 8 Tiere sichtbare Läsionen). Alle anderen Lösungen zeigten keinen Erfolg (HERNANDEZ et al. 1999).

In einem anderen Vergleich zwischen Oxytetracyclin-Lösung und drei verschiedenen Formulierungen, die jeweils unterschiedliche Konzentrationen an löslichem Kupfer, einer Peroxid-Verbindung und einem kationischen Agens enthielten, wurde gezeigt, dass die Formulierung mit reduziertem Kupfer und Peroxid-Verbindung und erhöhtem Anteil des kationischen Agens am effektivsten war. Allerdings betrifft dies nur die Schmerzhaftigkeit. Hier lag der Anteil bei 61 % bzw. 60 % an Tag 14 und 28, gegenüber 14 % bzw. 20 % (SHEARER und HERNANDEZ 2000).

Nach einmaliger Behandlung mit Lotagen® (einem Kondensationsprodukt aus Metakresolsulfonsäure und Formaldehyd) und anschließendem Anlegen eines Klauenverbandes kam es in 82,2 % der 62 behandelten Klauen zur Ausheilung (KYLLAR et al. 1990).

Auch ätzende Chemikalien wurden getestet. So sprachen in einem Versuch mit 39 % Formaldehyd und 36 % Salzsäure alle Tiere auf die lokale Formaldehyd-Applikation an, während mit Salzsäure nur geringer Erfolg sichtbar wurde (READ und WALKER 1998a).

Säureionisierte Kupfer-Lösung und angesäuerte Natrium-Chlorid-Lösung wurden in einer Studie von BRITT et al. (1996) getestet, und die Verbesserung der Lahmheit nach Anwendung zeigte, dass diese Produkte den Schweregrad einer Läsion vermindern, nicht aber die Krankheit eliminieren konnten.

#### **2.4.2 Therapie einer Gruppe**

Antibiotische Fußbäder:

Erfolgreiche Kontrolle der D.d. kann mit Einzelpassagen durch ein Fußbad mit 5 – 6 g/Liter Oxytetracyclin oder einer Mischung aus Lincomycin und Spectinomycin mit 0,75 g/Liter erreicht werden (BLOWEY 1994b, GRAHAM 1994). Nach einwöchiger Therapie (zweimal täglich) mit Lincomycin-Fußbad (1,5 g/l) wurde eine Verbesserung der Lahmheiten festgestellt, die aber im Vergleich zu lokaler Lincomycin-Behandlung schlechter ausfiel (NOWROUZIAN und ZAREII 1998).

Eine antibiotische Kontamination der Milch könnte durch das Spritzen der Lösung an die Zitzen stattfinden. Bei einem Test der Milchproben der Tiere, die wie oben behandelt wurden, konnten jedoch keinerlei Antibiotika-Rückstände festgestellt werden. Es besteht aber die Gefahr, dass Tiere kleine Mengen der Lösung beim Durchlaufen trinken und somit Störungen der ruminalen Mikroflora und/oder antibiotische Rückstände in der Milch auftreten (BLOWEY 1994b).

Problematisch an Fußbädern ist die Abnahme der antibiotischen Aktivität durch Fäzes und Schmutzpartikel (KEULEN et al. 1992).

In einer Studie zur Untersuchung der Effektivität von Erythromycin-Fußbädern (35 mg/Liter) sah man eine signifikante Verbesserung aller gemessenen Anzeichen der D.d., außer bei der Größe der Läsion 11 Tage nach Behandlung (LAVEN und PROVEN 2000).

Nicht-antibiotische Fußbäder:

Fußbäder werden zur Kontrolle von Ausbrüchen verwendet. Ihre Effizienz wird unterschiedlich beurteilt. Die meisten Autoren kommen zu dem Schluss, dass Formalin (Formaldehyd) keine Verbesserung bringt oder den Zustand verschlimmert (BLOWEY 1990b, NUTTER und MOFFITT 1990). So konnte die üblicherweise verwendete 5 %-Lösung bei exzessivem Gebrauch zu trockener Nekrose am Kronsaum führen, und die Anzahl der neuen Fälle konnte nicht beeinflusst werden (BLOWEY und SHARP 1988). Mit einer Lösung aus 5 % Formalin und 5 % Natriumhydroxid, angewandt über 12 Wochen, 2 mal pro Woche, jeweils 15 Minuten, konnte allerdings eine deutliche Verbesserung nach der 2. Behandlung gesehen werden (YERUHAM und PERL 1998).

Nach CLARK (1990) konnte eine gute Kontrolle der Krankheit durch zweimal wöchentlich angewandte 5-prozentige Formalin-Fußbäder erreicht werden, obwohl die Krankheit nicht vollständig eliminiert wurde. Nach ROZTOCIL et al. (1988) müssen die Bäder als Standbäder mit einer Einwirkungszeit von 1 Stunde (3,5-prozentige Formalinlösung) konzipiert sein, und zusätzlich sollen die Kühe zweimal täglich ein Durchlaufbecken mit 5-prozentiger Lösung passieren.

Als Kontrollmaßnahme konnte, nach Unterdrückung offener D.d.-Läsionen mit antibiotischen Fußbädern, die nachfolgenden Anwendung von Formalin-Fußbädern gute Erfolge bringen. Es wird die Anwendung für mindestens 14 Tage empfohlen, indem eine täglich frisch angesetzte 5 %-Lösung innerhalb zwei bis drei Tagen auf 10 % erhöht wird. Diese Behandlung eliminiert immer noch nicht das Bestandsproblem. BLOWEY (2000) schlägt deshalb eine Wiederholung der Behandlung nach 4-6 Wochen vor.

Auch KEHLER (1994) empfiehlt, die erkrankten Tiere zuerst lokal mit Antibiotika zu behandeln und dann 1 mal im Monat mit 3-5 prozentigen Formalinfußbädern vorzubeugen.

Für 2,5 % bzw. 0,5 % - Kupfersulfat-Fußbäder fanden BLOWEY und SHARP (1988) und NUTTER und MOFFITT (1990), dass diese den Zustand nicht verbesserten, sondern verschlimmerten. Dagegen empfehlen SCHRANK und GRUNER (1989) 1-2 stündiges Stehen in 10-prozentiger Kupfersulfatlösung, da sich hier die mukösen Wundauflagerungen lösen würden und die desinfizierende und adstringierende Wirkung erkennbar würde.

In einer Konzentration von 20 % konnte Zinksulfatlösung die Ausbreitung kontrollieren und war auch als Therapie bei milden Formen der D.d. erfolgreich, besonders wenn vor dem Fußbad die Gliedmaßen abgesprüht wurden (NUTTER und MOFFITT 1990).

Die Größe der Becken wird mit 2,5 m x 1 m oder 3-5 m x 1 m angegeben, die Höhe des Flüssigkeitsspiegels sollte mindestens 12,5 cm bzw. 10 cm betragen (KEHLER 1994, KEULEN 1992).

### **2.4.3 Vakzination**

Es wurde versucht, die papillomatöse Form der D.d. mit einer autogenen Vakzine aus Papillomen der erkrankten Tiere zu bekämpfen. Hier wurden aber keine Rückbildungserscheinungen beobachtet. Außerdem traten Neuerkrankungen auf (REBHUN et al. 1980).

Eine stallspezifische Vakzine verwendeten NATTERMANN und JÄKEL (1994) und erzielten damit erfolversprechende Ergebnisse.

Aus Isolaten typischer D.d.-Veränderungen wurde eine bestandsspezifische Vakzine von einer pharmazeutischen Firma hergestellt und getestet. Es zeigte sich, dass die Anzahl der neuerkrankten Tiere sank, wie auch der Schweregrad der Erkrankungsverläufe (KÜHN 1996), was im Verlauf eines Ausbruchs einer infektionsbedingten Krankheit fast stets der Fall ist.

Eine bestandsspezifische Vakzine wurde in zwei Betrieben von OELKERS (1996) getestet, und die prophylaktisch und therapeutisch geimpften Tiere waren bei den Kontrolluntersuchungen bezüglich der typischen D.d.-Veränderungen signifikant weniger betroffen, auch war der Läsionsumfang signifikant kleiner. Allerdings konnte der Impfstoff die D.d. weder beseitigen noch Neuerkrankungen verhindern.

Beim Test einer regionalspezifischen Mischvakzine aus Anaerobierisolaten konnte kein Einfluss auf Auftreten und Entwicklung der D.D. festgestellt werden (SCHMITT 1997).

Nach dreimaliger Impfung mit einem *Serpens spp.* Bacterin konnte im Vergleich zur Kontrollgruppe, die lokal mit Lincomycin behandelt worden war, kein Effekt der Vakzine festgestellt werden (BERRY et al. 1999).

Bei einer viermaligen Immunisierung von 16.862 Rindern sank der Prozentsatz der erkrankten Rinder von 15,1 % auf 4,2 %. Die nach einer Immunisierung erkrankten Rinder zeigten einen milderen Verlauf (NATTERMANN 2000). Die Auswertung dieser Studie wurde allerdings über Fragebögen durchgeführt, die die zuständigen Tierärzte ausfüllten.

## **2.5 Wirtschaftliche Aspekte**

Verringerte Futteraufnahme und verminderte Milchleistung bei betroffenen Rindern beschreiben verschiedene Autoren (BRENTROP und ADAMS 1990, REBHUN et al. 1980, NUTTER und MOFFITT 1990).

REBHUN et al. (1980) beobachteten bei Tieren mit papillomatöser D.d. Gewichtsverluste und Rückgang in der Milchleistung um 20 bis 50 %. Der Gewichtsverlust stand in Zusammenhang mit der verlängerten Liegezeit und der damit verbundenen Verkürzung der Fresszeiten, was wiederum mit geringerer Brunsterkennung einherging. READ und WALKER (1994b) sahen Gewichtsverlust, Milchrückgang und eingeschränkte Reproduktionsleistung für die kalifornische Milchindustrie und schätzten die Kosten auf 1,25 Mio \$ bis 5 Mio \$ pro Jahr.

Bezüglich der Milchleistung sahen NUTTER und MOFFITT (1990) einen Rückgang bei 50 beobachteten Tieren, der von 2 Litern pro Kuh und Tag bis zum kompletten Stillstand der Milchproduktion reichte. Insgesamt schätzten sie den aufzuwendenden Betrag auf 1110 £ pro Woche, der sich aus dem Milchverlust, Tierärztkosten, Arbeitsaufwand und Zusätzen für die Fußbäder zusammensetzt.

Die Reproduktionsdaten verschlechtern sich unter der Erkrankung. So waren gesunde Tiere im Vergleich früher trächtig. Erkrankte Kühe produzierten im Durchschnitt 122 kg weniger Milch als gesunde, aber die Differenz war statistisch nicht signifikant (ARGAEZ-RODRIGUEZ et al. 1997).

Keinen Rückgang der Milchleistung fanden BASSETT et al. (1990) und BLOWEY und SHARP (1988), obwohl die von letzteren beobachteten Kühe nur einen geringen Milchertrag brachten und kleinere Änderungen schwer zu entdecken waren. Sie konnten auch keinen Konditionsverlust bei den Tieren erkennen.

## **2.6 Differentialdiagnosen**

### **2.6.1 Dermatitis interdigitalis**

Dermatitis interdigitalis (D.i.) wird als oberflächliche Entzündung der Zwischenzehenhaut ohne Ausdehnung auf das tiefere Gewebe definiert. Anfangs zeigen die Tiere keine Lahmheit. Im weiteren Verlauf kann es zu Störungen der Ballenhornproduktion kommen, die zur Spaltenbildung im Ballenhorn führen. Durch die damit verbundenen Quetschungen und Ulzerationen des Koriums sind hochgradige Lahmheiten möglich (ESPINASSE et al. 1984). Typischerweise zeigt sich im Interdigitalspalt häufig eine sehr starke seröse, übelriechende Absonderung (TOUSSAINT RAVEN 1985). Diese Art der Hautentzündung findet man meist in feuchter Umgebung und im Zusammenhang mit *Dichelobacter (Bacteroides) nodosus* und *Fusobacterium necrophorum* (ESPINASSE et al. 1984).

Eventuell könnte der Dermatitis interdigitalis und der D.d. die gleiche Ätiologie zugrunde liegen (BLOWEY 1994a), und D.d. kann oft nicht eindeutig von D.i. abgegrenzt werden (MORTELLARO 1994). WALKER et al. (1995) isolierten Spirochäten aus D.i.-Läsionen, die identische Charakteristika wie zwei Spirochätengruppen aus D.d.-Läsionen zeigten. Es wird angenommen, dass D.d. und D.i. von den gleichen Organismen verursacht werden. Ausserdem waren wiederholte Versuche, *D. nodosus* zu isolieren, nicht erfolgreich (BLOWEY und DONE 1995).

Nach DÖPFER und WILLEMEN (1998) könnten D.d. und D.i. als ein Syndrom oder eine Mischung aus beiden Krankheiten angesehen werden, da die Anwesenheit von Spirochäten pathognomisch ist und die Diagnose nur an der Lokalisation festgemacht wird. Dabei sind auch bei D.d. hyperkeratotische Stadien im Interdigitalspalt vorhanden.

### **2.6.2 Phlegmona interdigitalis**

Diese auch als Foul-in-the-foot oder interdigitale Nekrobazillose bekannte Erkrankung wird wiederholt als Differentialdiagnose zur D.d. angeführt (BLOWEY 1990a, WEAVER 1993, MORTELLARO 1994).

Bei dieser meist sporadisch auftretenden Erkrankung handelt es sich um eine akute Entzündung des Unterhautgewebes im Interdigitalspalt. Sie geht mit starker Schwellung einher, die sich vom Interdigitalspalt aus über den Kronsaum proximal ausbreiten kann. Die Tiere zeigen leichte bis hochgradige Lahmheit (ESPINASSE et al. 1994). Im Zusammenhang mit dieser Erkrankung werden *Fusobacterium necrophorum* und *Bacteroides melanogenicus* genannt (BERG und LOAN 1975).

### **2.6.3 Dermatitis verrucosa**

Diese Erkrankung wird als chronische Proliferation, anfangs feucht, später als warzen-ähnliche Veränderung beschrieben (ESPINASSE et al. 1984). Sie gilt als die proliferative Form der D.d. (MORTELLARO 1994).

### **2.6.4 Mud fever**

Mit Mud fever bezeichnet man eine große, feuchte Exsudation mit Haarverlust, die vom Ballen- bis zum Fesselbereich reichen kann. Feucht-schmutzige Umweltbedingungen werden als prädisponierende Faktoren genannt. Mit D.d. verglichen ist diese weniger umschrieben und weniger beständig bezüglich der Lokalisation (BLOWEY und SHARP 1988).

### **2.6.5 Frostdermatitis**

Hautentzündungen aufgrund von Frost zeigen offensichtlich Ähnlichkeiten mit D.d. (CHELI et al. 1980). Diese Art der Dermatitis kommt unter nassen und kalten Bedingungen vor. Es wurde eitriges Exsudat beobachtet und die Tiere erholen sich schnell, wenn sie in den Stall gebracht werden (PETERSE et al. 1982)

### **2.6.6 Viral bedingte Allgemeininfektionen**

Erosive Veränderungen im Interdigitalspalt findet man sowohl bei der Mucosal Disease (BVD/MD), Maul- und Klauenseuche und bösartigem Katarrhalfieber (ROSENBERGER 1994).

#### **Mucosal disease**

Hier können Erythreme des Kronsaumes mit oberflächlichen interdigitalen Ulzerationen an mehreren Gliedmaßen beobachtet werden.

#### **Bösartiges Katarrhalfieber**

Hier bilden sich Vesikel und Erosionen im Interdigitalspalt und im Kronsaumbereich.

#### **Maul- und Klauenseuche**

Sekundärphthen können sich an der Haut des Interdigitalspaltes, des Kronsaumes, des Flotzmauls und der Euterhaut bilden.

## **2.7 Bewegungsaktivität von Kühen**

Damit die Bewegungsaktivität von Schwarzbunten und Fleckvieh gemessen werden konnte, wurden Kalbinnen mit Pedometern aus der Sportartikelbranche ausgerüstet, die in eine eigens angefertigte Kapsel eingepasst waren. Die Ablesung der Daten erfolgte einmal täglich, wobei Daten brünstiger Tiere nicht mit einbezogen wurden, da im Östrus eine deutlich gesteigerte Aktivität zu beobachten war. Es ergab sich ein Durchschnittswert von 9660 Schritten innerhalb 24 Stunden (bei 145 Beobachtungen), ohne dass ein Rasseinfluss festgestellt werden konnte (KOCH et al. 1995).

Pedometer werden in der Regel zur Brunsterkennung eingesetzt. Zum Einsatz kommen z.B. Pedometer-Transponder mit integriertem Schrittzählwerk, die die Tiere

im Melkstand automatisch erkennen. Sie werden an der Fessel des linken Vorderbeins befestigt. In einer Studie mit 200 Kühen ergab sich eine Aktivität nicht brünstiger Tier von 50 Schritten pro Stunde, das entspricht 1200/Tag. Die Brunsterkennung konnte durch die Aktivitätsmessungen (zusätzlich zu Beobachtung und Entwicklung der Milchleistung) deutlich verbessert werden (FÜRSTENBERG et al. 1996).

Andere Pedometer zählen mechanisch und müssen manuell abgelesen werden, oder es handelt sich um speziell angefertigte elektronische Geräte, die die Daten im Melkstand übermitteln oder durch rote und grüne Lämpchen den Östrus anzeigen sollen. Sie werden an der Hintergliedmaße oder Vordergliedmaße befestigt. Im Falle einer Brunst steigt die Bewegungsaktivität um ca. 100 %. Als problematisch bei der Benutzung wurden der Verlust, die Zerstörung durch mechanische Einflüsse (z.B. Wasser oder Bruch der Hülle), die schlechte Ablesbarkeit der Geräte und der Abriss der Befestigungsbänder gesehen (HOLDSWORTH und MARKILLIE 1982, PENNINGTON et al. 1986, WILLIAMS et al. 1981).

### **3. Eigene Untersuchungen**

#### **3.1 Material und Methodik**

##### **3.1.1 Überblick**

Die Versuche wurden in drei Studien durchgeführt. Ziel einer kontrollierten Jodbehandlungsstudie (Jodstudie) war es, den Einfluss einer Behandlung mit einem PVP-Jod-Komplex auf das Erscheinungsbild von D.d.-typischen Hautläsionen zu untersuchen. Erkrankte Tiere wurden in 2 Gruppen unterteilt: die erste Gruppe wurde mit einem Jodkomplex an den Läsionen besprüht, die zweite Gruppe war als Kontrollgruppe definiert.

Die zweite Studie betraf das Bewegungsverhalten der Tiere vor und nach Abheilung der D.d. (Pedometriestudie). Ziel der zweiten Studie war die Überprüfung des Einflusses D.d.-typischer Läsionen auf das Bewegungsverhalten von Kühen, durch den Vergleich zwischen Beobachtungen vor und nach einer Therapie mit chlortetracyclinhaltigem Spray (Aureomycin®).

In einer zusätzlichen Jodstudie wurden D.d.-Veränderungen unter mit Jod getränktem Verband beobachtet (Jodverbandstudie).

##### **3.1.2 Ort der Studien**

Ort der Studien war der Milchviehbetrieb des Lehr- und Versuchsgutes (LVG) Oberschleißheim der Ludwig-Maximilians-Universität München, in dem die Kühe in Boxenlaufstalleinrichtungen gehalten werden.

Im LVG werden zweimal jährlich alle Tiere einer routinemäßigen Klauenpflege unterzogen. Die Klauenuntersuchung erfolgt in Klauenpflegeständen (WOPA-Box), in welchen nacheinander alle 4 Gliedmaßen angehoben und zur Untersuchung und funktionellen Klauenpflege (TOUSSAINT RAVEN 1985) fixiert werden.

##### **3.1.3 Auswahl der Probanden**

Während einer solchen routinemäßigen Klauenpflege wurden die Gliedmaßen von 44 Tieren begutachtet, gepflegt und die Befunde erhoben.

Unter diesen 44 Tieren hatten 15 Tiere typische Dermatitis digitalis-Läsionen (klassisches Ulkus, M2 nach DÖPFER 1994), ein Tier zeigte eine blutige, konkave Erosion, die als M1ba (tassenförmig ausgestanzt) definiert wurde. Somit betrug die Gesamtzahl der Probanden 16 Tiere.

**Tabelle 1:** Probanden für Jodstudie

Kuhnr.	Alter	Rasse	Reproduktions-Stadium
63	5 Jahre	DFV	29 Tg. p.ins. / 86 Tg. p.p.
101	5 Jahre	DFV	tragend / 104 Tg. p.ins. / 307 Tg. p.p.
105	4 Jahre	DFV	tragend / 172 Tg. p.ins. / 239 Tg. p.p.
131	3 Jahre	DFV	38 Tg. p.p.
136	3 Jahre	DFV	tragend / 231 Tg. p.ins. / 339 Tg. p.p.
139	3 Jahre	DFV	27 Tg. p.p.
143	3 Jahre	DFV	tragend / 237 Tg. p.ins. / 301 Tg. p.p.
517	4 Jahre	Sbt/HF	25 Tg. p.p.
538	4 Jahre	Sbt/HF	73 Tg. p.p.
562	3 Jahre	Sbt/HF	tragend / 60 Tg. p.ins. / 157 Tg. p.p.
571	3 Jahre	Sbt/HF	57 Tg. p.p.
589	3 Jahre	Sbt/HF	tragend / 66 Tg. p.ins. / 245 Tg. p.p.
590	3 Jahre	Sbt/HF	tragend / 140 Tg. p.ins. / 231 Tg. p.p.
601	2 Jahre	Dholst	tragend / 72 Tg. p.ins. / 129 Tg. p.p.
602	2 Jahre	Sbt/HF	6 Tage p.ins. / 117 Tg. p.p.
604	2 Jahre	Dholst	109 Tg. p.p.

Alle Tiere waren laktierend.

Entscheidend für die Auswahl der Tiere war das Vorhandensein von Dermatitis digitalis an mindestens einer Gliedmaße, weiterhin die Abwesenheit anderer Lahmheitsverursachender Klauenerkrankungen oder anderer klinisch erkennbarer Leiden, die eine sofortige Behandlung notwendig erscheinen ließen. Außerdem durften die Tiere innerhalb der letzten 3 Tage vor Versuchsbeginn bis Versuchsabschluss nicht mit Antibiotika, Antiphlogistika oder anderen Medikamenten, sowie Maßnahmen, die einen Einfluß auf den Verlauf der Dermatitis digitalis haben könnten, behandelt worden sein oder werden.

### 3.1.4 Klinische Untersuchung

Bei jeder Untersuchung wurde für jedes Tier pro Gliedmaße ein Erfassungsbogen (modifiziert nach DÖPFER (1994)) ausgefüllt (siehe Übersicht 1, Seite 29).

Die erfassten Daten werden nun im Einzelnen erläutert:

<u>Betrieb:</u>	LVG (Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim)
<u>Datum:</u>	Datum der Untersuchung
<u>Tier:</u>	Herdbuchnummer
<u>Ohrmarkennummer:</u>	LVK-Lebensnummer
<u>HR/HL/VR/VL:</u>	untersuchte Gliedmaße – hinten rechts/hinten links/vorne rechts/vorne links
<u>Lahm:</u>	klinische Lahmheit während des Treibens zum Klauenpfegestand vorhanden – ja / nein
<u>Schmerzhaft:</u>	Schmerzreaktion in Form von Abwehrbewegungen des Tieres bei Fingerdruck auf den Ballenbereich – ja / nein
<u>Dx:</u>	Diagnosen
<u>Laminitis:</u>	Klauenrehe, beurteilt anhand von Sohlenveränderungen. Die Beurteilung erfolgt an der frisch geschnittenen Klaue. Einteilung in 3 Schweregrade

	<ul style="list-style-type: none"> <li>1: geringgradige, gelbe oder rote Verfärbung der Sohle</li> <li>2: diffuse, rote Verfärbung der Sohle</li> <li>3: Blutergüsse im Sohlenhorn mit freiliegendem Korium</li> </ul>
<u>Interdigitale Phlegmone:</u>	<p>Phlegmona interdigitalis</p> <p>offen: Haut des Interdigitalspaltes ist geöffnet</p> <p>geschlossen: Haut des Interdigitalspaltes ist geschlossen</p>
<u>Dermatitis interdigitalis:</u>	<p>Einteilung in drei Schweregrade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1: leichte Dermatitis mit Hyperkeratose des Zwischenklauenspalts und/oder des palmaren/plantaren Übergangs des Interdigitalspalts zum Ballenhorn sowie Hornerosionen im axialen Ballenbereich</li> <li>2: hyperkeratotische Dermatitis und auffallende Ballenhornerosionen in Form von Fissuren und Spalten</li> <li>3: Verstärkung der unter 2 genannten Alterationen, Freilegung des Koriums, feuchtes Hautekzem mit kutaner Schwellung</li> </ul>
<u>Dermatitis digitalis:</u>	<p>Zur Beurteilung der Veränderung wurde das Beurteilungsschema von DÖPFER (1994) verwendet und in die Typen M1, M2, M3, M4 und M5 unterteilt.</p> <p>Der Buchstabe „M“ steht für Mortellaro. Die Nummerierung der Typen hat deskriptive und keine wertende Funktion.</p> <p>M1: kleine, oberflächlich gelegene Veränderungen mit roter oder rotweißer Oberfläche; Exsudation und Hyperkeratosen sind möglich. Das Epithel kann noch erhalten, aber auch geschädigt oder zerstört sein. Bezüglich der Lage der Wundoberfläche relativ zur Hautoberfläche wird folgende Unterteilung vorgenommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>M1b (board): plane Wundoberfläche, auf Epithelebene</li> <li>M1c (coin): konkave Wundoberfläche, wie Münzeindruck</li> <li>M1ba (bak): tassenförmig ausgestanzte Wundoberfläche</li> </ul> <p>M2: „klassisches Ulkus“; rote oder rotweiße, erosive Läsionen mit einem Durchmesser von mehr als 1 cm. Die Wundoberfläche zeigt Granulationsgewebe und/oder samtartiges Proliferationsgewebe.</p> <p>M3: (abheilende) Veränderungen mit schwarzem, schorfartigem Belag</p> <p>M4: Verdachtsfälle der Dermatitis digitalis und proliferative Läsionen (massiv oder filamentös), die nicht eindeutig anderen Klassen zugeordnet werden können.</p> <p>M5: makroskopisch frei von Dermatitis digitalis</p>
Haut:	nein: keine Schwellung

	Ballen:	Schwellung im Ballenbereich
	Interdig:	Schwellung im Interdigitalbereich
	lat:	Schwellung des lateralen Kronsaums
	cran:	Schwellung des kranialen Kronsaums
Farbe:		Farbe der Haut im Kronsaum und Ballenbereich
	norm:	normale Hautfarbe
	rot:	gerötet
Geruch:		Geruch im Bereich der Hautveränderungen
	keiner:	keine typische Geruchsveränderung
	DD:	typischer Dermatitis digitalis-Geruch
	ID:	typischer Dermatitis interdigitalis-Geruch
Oberfläche:		Beschreibung der Hautoberfläche mit folgenden Möglichkeiten:
	normal:	normale Hautoberfläche, keine der unten beschriebenen Alterationen
	Schorf:	festes, trockenes Material (ca. 2 mm dick) auf der Wundoberfläche
	Erosion:	Epitheldefekt mit Gewebeverlust
	Verdickung:	tiefere Schichten erfassende Hautverdickung
	Proliferation:	verändertes Epithelwachstum, filamentöse oder blattartige Oberflächenprojektionen
	Pigment:	schwarz pigmentiertes Epithel
	WES:	weißer epithelialer Saum um eine Läsion
Ballenhornwachstum:	norm:	normales Ballenhornwachstum
	vermehrt:	vermehrtes Ballenhornwachstum
	vermindert:	vermindertes Ballenhornwachstum
Haarlänge:		Länge der eine kutane Läsion umgebenden Haare
	norm:	normale Haarlänge
	verlängert:	Haare länger als normal
	ausgefallen:	Haare ausgefallen
Haarstellung:		Stellung der eine kutane Läsion umgebenden Haare
	Norm:	normale Haarstellung
	aufgestellt:	Haare gesträubt
	verklebt:	Haare mit Exsudat verklebt
Exsudat:		Exsudat, Beurteilung nach Reinigung der Wundoberfläche
		serös
		mukopurulent
		blutig
Größe:		Durchmesser der Läsion in cm, eingeteilt in Klassen:
	0 – 0,5:	Durchmesser kleiner oder gleich 0,5 cm
	> 0,5 – 2:	Durchmesser größer als 0,5 cm und kleiner oder gleich 2 cm

	> 2 – 4:	Durchmesser größer als 2 cm und kleiner oder gleich 4 cm
	> 4:	Durchmesser größer als 4 cm
		zusätzlich wird das genaue Maß der Läsion dokumentiert.
Erosion:		Erscheinungsbild der Erosionsoberfläche
	rot:	rotes Granulationsgewebe bedeckt die Oberfläche
	weiß:	weißes, festes Material bedeckt die Erosion
	konkav:	konkav-eingezogene Oberfläche
	plan:	plane Oberfläche
	prolif.-fil.:	filamentöse Proliferation auf der erodierten Oberfläche
	prolif.-fest:	massives grau-weißes Proliferationsgewebe mit rauher Oberfläche
ID-Spalt:		Veränderungen der Haut im Interdigitalspalt
	norm:	keine Veränderungen
	rauh:	geschädigtes Epithel mit rauher Oberfläche
	faltig:	blattartige, flache Epithelfalten, parallel zum Interdigitalspalt verlaufend
	warzig:	warzenartige Vorwölbung im Interdigitalspalt, Durchmesser 0,2 – 0,5 cm
	Erosion:	Erosionen im Interdigitalspalt
ID-Erosion:		Beschreibung der Erosionsoberfläche
	trocken:	trockene Oberfläche
	feucht:	feuchte Oberfläche
	grau:	graue Oberfläche
	grau-rot:	graurote Oberfläche
	rot:	rote Oberfläche
<u>Sx</u>		sonstige Beobachtungen und Befunde
<u>Hämorrhagie:</u>		Hämorrhagien im Sohlenhorn, unterteilt in 3 Schweregrade:
	1:	leichte Gelb- oder Rotfärbung der Sohle
	2:	diffuse, rote Verfärbung der Sohle
	3:	massive Blutergüsse mit freiliegendem Korium
		Die Lokalisation der Blutungen wird in die Skizze eingezeichnet
<u>Tylom (Limax):</u>		Hyperplasia interdigitalis
<u>Lose Wand / Inf. der weißen Linie:</u>		Ablösung des Wandhorns in der weißen Linie des Tragrands mit oder ohne Infektion
<u>Sohlengeschwür:</u>		Klauensohlengeschwür am typischen Druckpunkt (Rusterholz)

<u>Ballenhornerosion:</u>	Ballenhornerosionen unterschiedlicher Ausbildung, Einordnung in drei Klassen: V: v-förmige Spaltenbildung, charakteristisch für Dermatitis interdigitalis aufeinanderliegend: zwiebelschalenartige Veränderungen, charakteristisch für Dermatitis interdigitalis diffus: unregelmäßiges, diffus erodiertes Ballenhorn
<u>Line / crack:</u>	Fissuren / Linien in der Klauenwand
<u>Sohlenquetschung:</u>	deutliche, umschriebene Hämorrhagien im Sohlenhorn
<u>Therapie:</u>	ja: Chlortetracyclin-Spray (Aureomycin®) Nein: keine Therapie
<u>Doku.:</u>	Fotografische Dokumentation vorgenommen ja / nein
<u>Pedometer:</u>	Pedometer angelegt ja / nein
<u>Recheck am:</u>	nächste Untersuchung am: (Datum)
<u>Klinische Untersuchung:</u>	Untersuchung folgender Parameter: Atmung: Atemfrequenz / min Temperatur: rektale Körpertemperatur in °C Puls: Herzfrequenz / min Pansen: Anzahl der Pansenkontraktionen innerhalb 2 min Allgemeinzustand: Beurteilung anhand Verhalten und Haltung

### 3.1.5 Klauenbeurteilungsscore (nach DÖPFER 1994)

Um digitale entzündliche Erkrankungen der Klauen quantitativ klassifizieren zu können entwickelte DÖPFER (1994) ein Punktesystem. Hierbei werden die durch den Erfassungsbogen (Übersicht 1, Seite 29) erhobenen Daten in einen sogenannten Score umgesetzt. Der Score für jede Gliedmaße ergibt sich durch Addition der vergebenen Punkte. Möglich sind Werte zwischen 0 und 100.

Die Symptome werden wie folgt gewertet:

M2-Läsionen	
M2-Läsion, größenunabhängig, Schmerzprobe negativ	16 Punkte
M2-Läsion, ≤ 4 cm, Schmerzprobe positiv	32 Punkte
M2-Läsion, > 4 cm, Schmerzprobe positiv	64 Punkte
M3-Läsionen	
M3-Läsion, jede Größe	2 Punkte
M4-Läsionen	
M4-Läsion, ≤ 2 cm	1 Punkt
M4-Läsion, > 2 cm	2 Punkte

<p>           Dermatitis digitalis-Erscheinungsbild            M1-, M2-, M3- oder M4-Läsionen, Schmerzprobe negativ            M1-, M2-, M3- oder M4-Läsionen, ≤ 2 cm, Schmerzprobe positiv            M1-, M2-, M3- oder M4-Läsionen, &gt; 2 cm, Schmerzprobe positiv         </p>	<p>           4 Punkte            8 Punkte            16 Punkte         </p>
<p>           Erosionsoberfläche            weiße Dermatitis digitalis-Erosion            verschorfte Oberfläche (dunkler Belag)            D.d.-Erosion mit proliferativ-filamentöser Oberfläche            D.d.-Erosion mit proliferativ-massiver Oberfläche            konkave D.d.-Erosion            rotweiße D.d.-Erosion            rote D.d.-Erosion            Exsudation vorhanden         </p>	<p>           1 Punkt            2 Punkte            2 Punkte            2 Punkte            2 Punkte            2 Punkte            2 Punkte            4 Punkte         </p>
<p>           Hautoberfläche, Hornwachstum, Haare            Oberfläche verdickt            Proliferative Oberfläche            Weißer epithelialer Rand            Haut gerötet            Schwellung im Ballenbereich            vermehrtes Hornwachstum            Haare verlängert oder ausgefallen            Haare gestäubt         </p>	<p>           2 Punkte            2 Punkte         </p>
<p>           Zwischenklauenspalt und Dermatitis interdigitalis            Zwischenklauenspalt nicht normal            Erosionen im Zwischenklauenspalt            graurote Erosionen im Zwischenklauenspalt, ≤ 2 cm            graurote Erosionen im Zwischenklauenspalt, &gt; 2 – 4 cm            graurote Erosionen im Zwischenklauenspalt, &gt; 4 cm            rote Erosionen im Zwischenklauenspalt, ≤ 2 cm            rote Erosionen im Zwischenklauenspalt, &gt; 2 – 4 cm            rote Erosionen im Zwischenklauenspalt, &gt; 4 cm         </p>	<p>           1 Punkt            1 Punkt            3 Punkte            6 Punkte            12 Punkte            4 Punkte            8 Punkte            16 Punkte         </p>
<p>           Schmerzen:            Schmerzprobe positiv            Lahmheit         </p>	<p>           2 Punkte            4 Punkte         </p>

### 3.1.6 Flächenberechnung

Während der Untersuchungen wurde der Durchmesser der Läsion mit einem Geodreieck mit Millimeterskalierung gemessen und im Erfassungsbogen vermerkt. Da es sich meist um kreisrunde Läsionen handelte, wurde die Fläche jeder Läsion errechnet. Bei nicht kreisrunden Läsionen wurde der weiteste Durchmesser erfasst. Die hierzu verwendete Formel lautet:  $A = \pi(d/2)^2$ . Bei mehreren Läsionen an einem Bein wurde jeweils die größte Läsion in die Berechnung aufgenommen.

### 3.1.7 Beurteilung der Veränderungen

Als Definition von D.d. wurden folgende Einteilungen gewählt:

Im Jodversuch sind Läsionen der Typen M2, M4 und M1 D.d-positiv, M3 und M5 D.d.-negativ.

Für die Pedometriestudie gelten sowohl M2, M4, M1 als auch M3 als D.d.-positiv. Eine M5-Läsion wird als D.d.-negativ bewertet.

Beim Vorhandensein mehrerer Dermatitis digitalis-Veränderungen an einer Gliedmaße wurde jeweils die schwerwiegendste subjektiv ausgewählt und dokumentiert. Die Wertigkeit der Läsionen erfolgte nach folgendem Schema:

M2 ⇨ M1 ⇨ M3 ⇨ M4



### **3.1.8 Schmerzhaftigkeit**

Schmerz als ein Ausdruck der Schwere einer Läsion wurde bei allen Tieren geprüft und dokumentiert. Ob Schmerzhaftigkeit vorlag, wurde durch Palpation im Ballenbereich festgestellt. Zog ein Tier von drei Palpationen zweimal die Gliedmaße zurück, wurde dies als undeutlich schmerzhaft eingestuft. Reaktionen auf jede Palpation wurden deutlich schmerzhaft genannt. Keine oder nur eine Reaktion auf genannte Palpation galt als nicht schmerzhaft.

### **3.1.9 Zeitplan**

In Übersicht 2, Seite 32, wird der Zeitplan der Studien dargestellt.

#### **3.1.9.1 Zeitplan Jodstudie**

Die Versuchstage 0, 6, 10 und 20 wurden als Kontrolltage definiert. Die 16 Tiere wurden im Klauenpflagestand untersucht und die Befunde mit dem Erfassungsbogen nach DÖPFER (1994) erfasst.

Der Versuchstag 0 galt als erster Behandlungstag. An diesem und den darauffolgenden 4 Tagen wurden die Tiere aus der Behandlungsgruppe mit Jod besprüht, die Tiere der Kontrollgruppe in analogem Verfahren mit Leitungswasser.

Am Versuchstag 6 fand die erste Kontrolle der Gliedmaßen statt. Dieser Tag wurde als Kontrolltag festgelegt, da nach verschiedenen Autoren (BLOWEY und SHARP 1988, CHELI und MORTELLARO 1986, MUMBA et al. 1999, VAN AMSTEL et al. 1995, GUARD 1993) nach Anwendung von tetracyclinhaltigen Sprays eine Abheilung mit sichtbarer Krustenbildung nach 2-4 Tagen beginnen sollte.

Sollten am Versuchstag 10 Tiere Dermatitis digitalis-Läsionen zeigen, die nicht als M3 (in Heilung) oder M5 (keine Läsion) gewertet werden können, so galten diese als Therapieversager und wurden am Tag 10 mit Chlortetracyclin-Spray behandelt, siehe Subversuch (Pedometriestudie).

#### **3.1.9.2 Zeitplan Pedometriestudie (Subversuch)**

Die Messung der Daten zur Bewegungsaktivität begann 7 Tage vor Jod-Applikation (Versuchstag -7), damit im Fall erfolgreicher Jodtherapie diese Daten ausgewertet werden konnten.

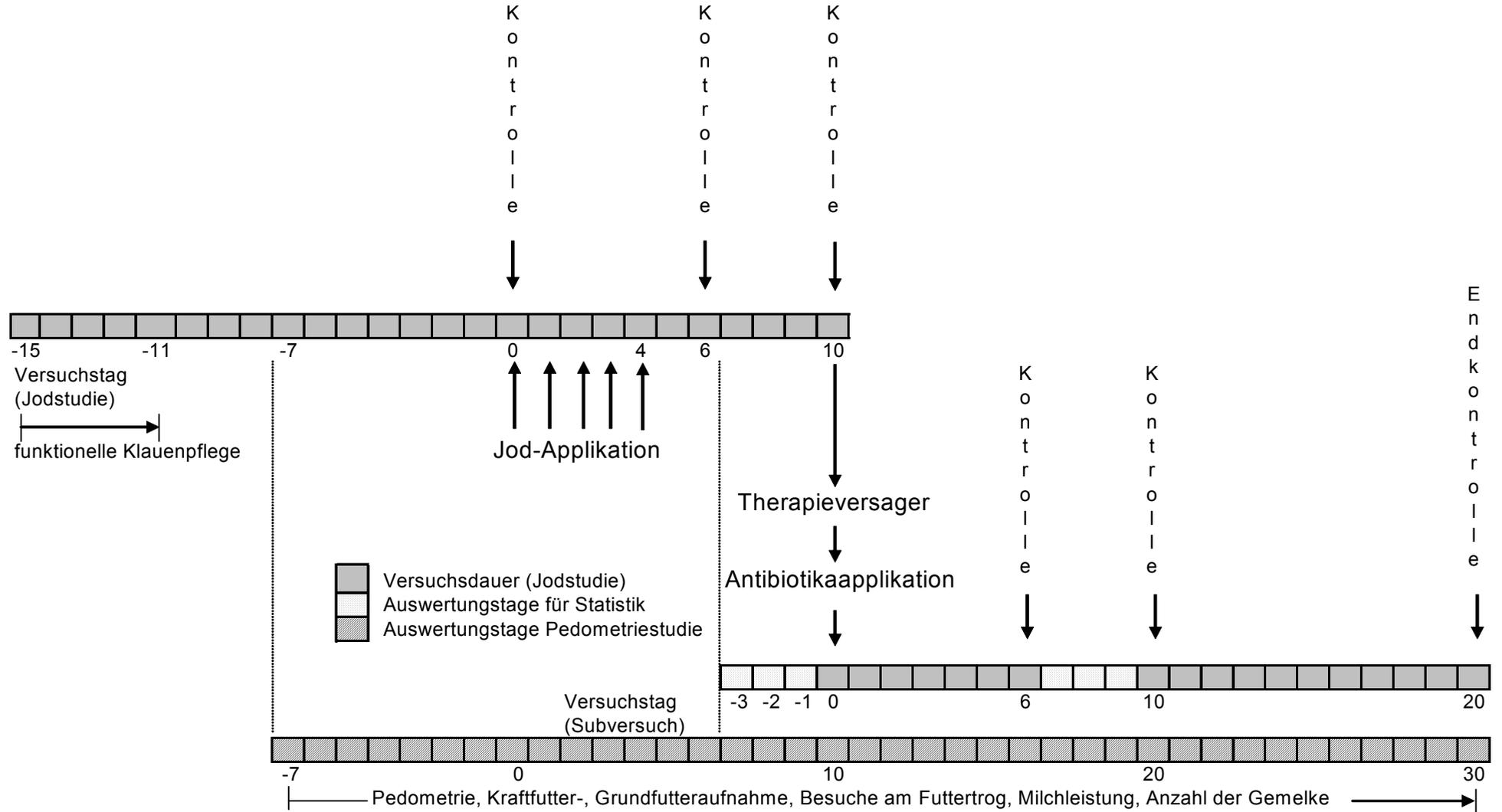
Im Subversuch wurden die Veränderungen der Läsionen nach Antibiotika-Spray untersucht, wobei der Tag der Antibiotika-Applikation als Tag 0 definiert wurde, Versuchstag 6, 10 und 20 als Kontrolltage.

Als Auswertungstage für diese Studie wurden die Versuchstage -3, -2-, -1 und 7, 8 und 9 definiert (siehe 3.1.12.5).

### **3.1.9.3 Zeitplan Jodverbandstudie**

Die Überprüfung der Läsionsveränderungen unter Verband fand 7 Tage nach Anbringung des Verbandes statt. Am 11. und 20. Tag wurde nochmals kontrolliert. Die Veränderungen wurden an allen Kontrolltagen dokumentiert.

### Übersicht 2: Zeitplan des Ablaufs der Studien



### **3.1.10 Vorgehensweise in der Jodstudie**

In der Jodstudie sollte festgestellt werden, ob es möglich ist, durch lokale Sprühbehandlung mit einem Jod-Komplex Dermatitis digitalis-Erkrankungen erfolgreich zu therapieren. Die Untersuchung gliederte sich in zwei Abschnitte: eine kontrollierte Studie und eine Studie, bei der die Applikationsform geändert wurde (Jodverbandstudie).

#### **3.1.10.1 Einteilung der Gruppen in der Jodstudie**

Am Versuchstag 0 fand die Einteilung der Tiere in 2 Gruppen statt. Die Versuchsgruppe 1 wurde als Behandlungsgruppe definiert, die Versuchsgruppe 2 als Kontrollgruppe. Die Auswahl erfolgte durch Losverfahren, indem 16 Papierzettel mit jeweils einer Tier-Nr. versehen, diese Zettel zusammengefaltet und danach aus einer Urne so lange ein Los gezogen und abwechselnd zur Gruppe 1, dann zur Gruppe 2 gelegt wurde, bis alle Lose verteilt waren.

#### **3.1.10.2 Anwendung der Jodlösung in der Jodstudie**

Zur Behandlung wurde VET-SEPT® Lösung, Konzentrat 10 % mit dem Wirkstoff Poly(1-vinyl-2-pyrrolidon)-Jod-Komplex der Firma Albrecht GmbH & Co, Aulendorf verwendet.

Die 10-prozentige Jodlösung wurde zuvor mit Leitungswasser auf 7,5 % verdünnt, da nach Angabe des Herstellers die 10-prozentige Jodlösung in diesem Drucksprüherät vermehrt schäumt und damit eine optimale Verwendung nicht möglich ist.

Appliziert wurde die Lösung mittels einem Drucksprüherät der Fa. Gloria, Wadersloh, Typ 39TE, prima 5, Inhalt 5 l. Der optimale Betriebsdruck des Gerätes, der durch eine Pumpvorrichtung manuell eingestellt wurde, lag bei 3 bar.

Ein jeweils frischer Ansatz der Lösung war laut Fa. Albrecht nicht notwendig.

Folgende Vorgehensweise wurde angewandt: beide Hintergliedmaßen wurden zuerst mittels eines Drucksprüherätes mit Wasser, nach 5 Minuten mit der 7,5-prozentigen Jodlösung besprüht. Dabei wurden der Zwischenklauenspalt und der Fesselbereich von plantar und dorsal benetzt und soweit wie möglich in den Klauenspalt hineingesprüht.

Die Tiere der Behandlungsgruppe wurden während 5 aufeinanderfolgender Tage zweimal täglich - und zwar morgens und abends – besprüht.

Mit der Kontrollgruppe wurde analog verfahren, anstelle der Jodlösung wurde aber Leitungswasser verwendet.

#### **3.1.11 Vorgehensweise in der Jodverbandstudie**

Damit eine andere Applikationsform der 7,5 % Jod-Lösung getestet werden konnte, wurden während eines Klauenpflegekurses 3 Tiere mit klassischen, erosiven D.d.-Läsionen (M2 nach DÖPFER 1994) ausgewählt. Diesen wurde nach Reinigung und

Trocknung ein mit Jod getränkter Tupfer auf die Veränderung gebracht und dieser mit einem Verband abgedeckt. Somit war die Möglichkeit der Verschmutzung weitgehend ausgeschaltet. Der Verband wurde 7 Tage später entfernt, die Läsion überprüft und dokumentiert. Weitere Kontrollen erfolgten am 11. und 20. Tag nach Anbringen des Verbandes.

### **3.1.12 Vorgehensweise in der Pedometriestudie**

In der Pedometriestudie sollte untersucht werden, ob die Bewegungsaktivität durch das Vorhandensein von Dermatitis digitalis verändert wird.

#### **3.1.12.1 Anwendung des Antibiotikums**

Zur Erreichung einer möglichst raschen Heilung wurde die lokale Antibiotikaapplikation gewählt, für die in der Literatur gute Behandlungserfolge beschrieben sind. Hierfür wurden alle Versuchstiere der Pedometriestudie im Klauenpflegestand mit chlortetracyclinhaltigem Spray (Aureomycin®, Fa. Forte Dodge, Veterinär GmbH, Würselen) behandelt. Die fixierte Gliedmaße wurde mit Leitungswasser und Bürste gewaschen und gesäubert. Nach vollständiger Säuberung wurde die zu behandelnde Stelle mit Einmalpapiertüchern getrocknet und die erste Lage des Sprays aufgetragen. Nach einer Wartezeit von 30 Sekunden wurde die zweite Lage des Sprays aufgebracht.

#### **3.1.12.2 Probandenauswahl in der Pedometriestudie**

Damit die Bewegungsaktivität der Milchkühe, die an Dermatitis digitalis erkrankt sind, erfasst werden konnte, wurden von den vorhandenen 16 Probanden 11 Tiere ausgewählt:

Bei den ausgeschlossenen Tieren handelt es sich um:

1. Tier-Nr. 63, das während der routinemäßigen Klauenpflege mit einem Kothurn versehen wurde, da an der Gliedmaße hinten rechts ein Rusterholz'sches Sohlengeschwür erkannt wurde.
2. Tier-Nr. 602, bei dem an der rechten Hintergliedmaße ein Rusterholz'sches Sohlengeschwür bestand.
3. Tier-Nr. 105 wurde am Versuchstag 2 der Jodstudie aufgrund eines Sohlenwandgeschwürs vorne rechts mit einem Kothurn versehen. Dieses Tier wurde am Versuchstag 7 der Pedometriestudie in den Anbindestall verbracht.
4. Tier-Nr. 136 wurde während der Aufzeichnung der Bewegungsaktivität (Versuchstag 0 der Jodstudie) zum Abkalben in den Anbindestall verbracht (7 Wochen vor Abkalbung).
5. Tier-Nr. 143 kam am Versuchstag 0 der Jodstudie ebenfalls in den Abkalbestall (7 Wochen vor Abkalbung).

#### **3.1.12.3 Pedometer**

Bei dem verwendeten Schrittzähler handelt es sich um den Digi walker SW-500 der Fa. Herbertz, Solingen. Dieses Gerät zählt mittels eines Hebels Auf- und Abbewegungen eines Körpers und überträgt diese auf die Anzeige. Für den Menschen konzipiert, damit zurückgelegte Distanzen erfasst werden können, wird es bei diesen am Gürtel befestigt und eine Auf- und eine Niederbewegung wird mit einer „2“ für 2 Schritte im Display angezeigt.

Das Pedometer wurde an einer Hintergliedmaße der Kuh befestigt. Entscheidend für die Auswahl der Hintergliedmaße war die Aufstellung des Melkroboters – wurde ein Tier von rechts gemolken, war der Schrittzähler an der linken Gliedmaße befestigt, fand das Melken von links statt, wurde die rechte Gliedmaße gewählt.

Zum Schutz vor Beschädigung durch Stöße oder andere Einwirkungen wurden die Bewegungsmesser in eine durch Klettverschluß verschließbare Tasche gebracht und zuvor mit Folie, die kleine Luftblasen enthielt, umwickelt. Dies sollte auch zum Schutz vor Feuchtigkeit dienen. Zur Befestigung dorsal am Metatarsus wurde ein breiter Klebeband verwendet.

#### **3.1.12.4 Zeitraum der Datenerfassung**

Die Erfassung der Bewegungsdaten der Tiere begann am Versuchstag –7. An diesem Tag wurden die Tiere, die zur Pedometrie ausgewählt worden waren, im Klauenpflegestand kontrolliert, damit gewährleistet war, dass die während der routinemäßigen Klauenpflege beobachteten Veränderungen noch vorhanden waren. Die routinemäßige Klauenpflege lag zwischen 8 und 3 Tagen zurück.

Am Versuchstag 20 des Subversuchs endete die Erfassung der Pedometerdaten. Somit ergab sich ein Beobachtungszeitraum von insgesamt 38 Tagen (siehe Übersicht 2, Seite 32).

Während der gesamten Dauer des Versuchs wurde einmal täglich zur möglichst gleichen Tageszeit die Anzeige abgelesen, dokumentiert und die Anzeige auf Null gestellt. Falls zwischen Erfassung des Vortags und dem Ablesen am nächsten Tag nicht exakt 24 Stunden vergangen waren, wurde der abgelesene Wert auf 24 Stunden umgerechnet, damit einheitliche Werte für alle Tiere vorhanden waren.

Am Tag vor einem Kontrolltag wurden die Schrittzähler abgelesen und danach entfernt, nach der Untersuchung wieder angebracht, damit falsche Anzeigen durch das Treiben in die Klauenpflegestände vermieden wurden. Dadurch ergaben sich sowohl in der Jodstudie als auch im Subversuch Fehltage am Versuchstag 0, 6, 10 und 20.

#### **3.1.12.5 Für die Auswertung gewählte Versuchstage**

Zur Feststellung, ob eine Veränderung im Bewegungsverhalten bei Kühen mit Dermatitis digitalis-Erscheinungen zu Kühen ohne Dermatitis digitalis stattfand, wurde folgender Zeitraum zur Auswertung festgelegt:

Die Behandlung mit Chlortetracyclin-Spray fand am Versuchstag 10 des Jodversuchs (dies entspricht Versuchstag 0 des Subversuchs) statt. An diesem Tag wurden die Befunde der Jodapplikation überprüft. Zu diesem Zeitpunkt wurden Dermatitis digitalis-Erscheinungen bei allen Versuchstieren gefunden. Als Zeitrahmen der Überprüfung wurden 3 Tage vor antibiotischer Behandlung gewählt (Versuchstag –3 bis –1 des Subversuchs). Die Tiere, die am Versuchstag 6 des Subversuchs keine D.d.-Läsionen zeigten, oder aber deutliche Schorfbildung aufwiesen, gingen in die Bewertung der Daten nach antibiotischer Behandlung ein. Der Zeitraum hierfür wurde mit Versuchstag 7, 8 und 9 festgesetzt (siehe Übersicht 2, Seite 32).

Aus den Werten der 3 Tage vor und 3 Tage nach Behandlung mit Antibiotika-Spray wurde für jedes Tier der Mittelwert gebildet und durch t-Test für gepaarte Stichproben ausgewertet.

Falls es an einem Tag des Beobachtungszeitraumes als gesichert angesehen werden konnte, dass ein Tier gerindert hat, wurde dieser Wert nicht in die Auswertung einbezogen. Ebenso wurde verfahren, wenn das Rind behandelt, besamt oder auf Trächtigkeit untersucht wurde.

Weiterhin wurden Auswertungen über den gesamten Beobachtungszeitraum erstellt. Hierbei wurden alle Tage (mit Ausnahme der Tage mit Besamungen, Trächtigkeitsuntersuchungen, Rindern oder Behandlungen) herangezogen und ausgewertet.

### **3.1.12.6 Futteraufnahme**

Alle Tiere im LVG sind mit einem Transponder, der mit einem Band am Hals befestigt ist, versehen. Dieser Transponder dient als Sender und ermöglicht es mittels im Stall eingebauten Empfängern, das Fressverhalten der Tiere zu überwachen. Alle Daten, die hierüber geliefert werden, sind jederzeit aus der EDV des LVG abrufbar.

#### **3.1.12.6.1 Grundfutteraufnahme und Anzahl der Besuche am Futtertrog**

Das Grundfutter nehmen die Kühe im Boxenlaufstall des LVG als Total Mixed Ration (TMR) aus Futtertrögen zu sich. In der TMR ist bereits Krafffutter für eine Milchleistung von 30 kg enthalten. Durch Öffnen einer Futterklappe können die Tiere den Trog erreichen und werden hierbei registriert. Die Menge der Futteraufnahme des Tages wird in Kilogramm und Gramm über eine Waage ermittelt.

Ebenso wird gezählt, wie oft ein Tier den Futtertrog besucht. Dies wird ebenfalls in der EDV erfasst und registriert.

Von den Probanden wurden die im Abschnitt 3.1.12.2 genannten Tiere ausgenommen. Außerdem konnte für ein Tier keine Grundfutteraufnahme und somit auch keine Anzahl der Besuche am Futtertrog erfasst werden, da sich dieses in einem vergleichbaren Stallbereich, jedoch ohne Messsysteme für Grundfutterdaten befindet.

Zur Auswertung der Grundfutterdaten und Anzahl der Besuche wurde der Mittelwert der Daten aus Subversuchstag -3, -2 und -1 für jedes Tier gebildet – dies stellt den Zeitraum vor antibiotischer Behandlung dar. Der Zeitraum nach antibiotischer Behandlung beinhaltet den Mittelwert der Subversuchstage 7, 8 und 9.

#### **3.1.12.6.2 Krafffutteraufnahme**

Die Bereitstellung von Krafffutter für die Kühe erfolgt während des Melkvorgangs am Melkroboter. Sobald ein Tier den Melkstand betreten hat, wird ihm eine zuvor für den jeweiligen Tag errechnete Menge an Krafffutter angeboten und erfasst (Kilogramm und Gramm). Die dem jeweiligen Tier zugeteilten Krafffuttermengen ergeben sich aus der Milchleistung.

Zur Auswertung der Kraftfutterdaten wurde analog der Berechnung zur Grundfutteraufnahme verfahren, d.h. es wurde der Mittelwert der Daten aus Subversuchstag -3, -2 und -1 gebildet. Der Zeitraum nach antibiotischer Behandlung beinhaltet den Mittelwert der Subversuchstage 7 und 8; der Tag 9 fehlt hier, da an diesem Tag die EDV ausfiel und keine Daten übermittelt wurden.

Von den Probanden wurden die im Abschnitt 3.1.12.2 genannten Tiere entfernt.

### **3.1.12.7 Erfassung der Milchleistung und Anzahl der Gemelke**

Wie auch schon bei der Futteraufnahme werden die Tiere im LVG auch während des Melkvorgangs im Melkroboter über die Transponder registriert und die ermolzene Milchmenge des Tages an die EDV weitergeleitet. Weiterhin erfasst wird die Anzahl der Gemelke.

Zur Auswertung der Milchleistung wurde wiederum analog der Berechnung zur Grundfutteraufnahme verfahren, d.h. es wurde der Mittelwert der Daten aus Subversuchstag -3, -2 und -1 gebildet. Der Zeitraum nach antibiotischer Behandlung beinhaltet den Mittelwert der Subversuchstage 7 und 8; der Tag 9 fehlt hier, da an diesem Tag die EDV ausfiel und keine Daten übermittelt wurden.

Von den Probanden wurden die im Abschnitt 3.1.12.2 genannten Tiere entfernt.

### **3.1.12.8 Überprüfung der Futterdaten und Milchleistungsdaten bei einer D.d.-unauffälligen Kontrollgruppe**

Zur Überprüfung der Daten zur Futteraufnahme und Milchleistung wurde eine Gruppe von Tieren ohne D.d.-Erkrankung selektiert, die sich während des Versuchszeitraums im gleichen Stallabteil aufhielten. Diese Tiere sollten Aufschluss darüber geben, ob auch nicht an D.d. erkrankte Tiere Veränderungen in der Futteraufnahme und den Besuchszahlen am Futtertrog zeigten.

Von den 29 möglichen Tieren wurden 10 anhand des Laktationsstadiums und der Abwesenheit von Erkrankungen ausgewählt. Von den 19 ausgeschlossenen Tieren waren 8 aufgrund eines Sohlengeschwürs behandelt worden, 4 Tiere hatten ein Tylom, 2 Tiere zeigten Rehe-Erscheinungen, bei je einem Tier wurde eine Doppelsohle, Peritarsitis und Pododermatitis festgestellt, bei einem Tier fehlten alle EDV-Daten und ein Tier stand seit 451 Tagen in Laktation.

Der Tag, der zum Vergleich der Versuchsgruppe mit dieser Kontrollgruppe herangezogen wurde war Versuchstag – 7.

Die Auswertungszeiträume wurden wie in Abschnitt 3.1.9 gewählt.

### **3.1.13 Datenerfassung**

Alle Daten der Pedometeranzeige wurden in ein Tabellenkalkulationsprogramm (Microsoft® Excel 2000) übertragen.

Alle bei der Klauenuntersuchung erhobenen Befunde und Diagnosen wurden ebenfalls in Microsoft® Excel 2000 übertragen. Dies geschah mittels eines numerischen Codes, der im Anhang unter Übersicht 4 ersichtlich ist. Pro Gliedmaße und Untersuchung wurde eine Zeile angelegt.

Die von der EDV am LVG zur Verfügung gestellten Daten lagen in Microsoft® Excel 2000 erstellten Dateien vor.

### **3.2 Statistische Verfahren**

Statistische Berechnungen wurden mit dem Computerprogramm SPSS V 9.0 und Sigma Plot, Jandel Corporation, Vers. 1.02 durchgeführt.

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % ( $p < 0,05$ ) wurden die Ergebnisse als statistisch signifikant bezeichnet.

Folgende statistische Verfahren wurden verwendet:

Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ -Test), Whitney-Mann-U Test, t-Test für unabhängige Stichproben, t-Test für gepaarte Stichproben, Rangsummentest nach Wilcoxon für unabhängige Stichproben und der exakte Test nach Fisher.

### **3.3 Ergebnisse**

#### **3.3.1 Jodstudien**

##### **3.3.1.1 Kontrollierte Studie**

###### **3.3.1.1.1 Prävalenzen**

###### **3.3.1.1.1.1 Prävalenz zu Beginn der Untersuchungen**

Von den 44 Tieren, die während der routinemäßigen Klauenpflege (Versuchstag –15 bis –11) am LVG untersucht wurden zeigten 23 Tiere Dermatitis-digitalis-Symptome der Typen M2, M1 oder M4. Dies entspricht 52,3 % und deckt sich mit der vermuteten Prävalenz, die zu Beginn vom leitenden Tierarzt geäußert wurde.

###### **3.3.1.1.1.2 Prävalenzen von D.d.-Läsionen der Jodgruppe und der Kontrollgruppe während der Behandlung**

In die Untersuchung zur Wirksamkeit des Jodkomplexes wurden 16 Tiere mit typischen Dermatitis digitalis-Erscheinungen einbezogen.

Die Daten zur Gliedmaße hinten rechts des Tieres 602 wurde aus der gesamten Bewertung entfernt, da dieses Tier am Versuchstag 4 aufgrund eines Sohlengeschwürs mit einem Kothurn und einem Verband versehen wurde, so dass diese Gliedmaße nicht mehr einsehbar war. Somit beziehen sich die Prozentangaben der Jodgruppe auf 15 Gliedmaßen, die der Kontrollgruppe auf 16 Gliedmaßen.

Am Versuchstag 0 fanden sich bei 93,3 % der untersuchten Gliedmaßen der Jodgruppe Dermatitis digitalis-Erscheinungen. Am 6. und 10. Versuchstag war dies bei allen Tieren der Fall (100 %). Am Versuchstag 0 und 10 hatten 87,5 %, am Versuchstag 6 hatten 93,8 % der Kontrollgruppe derartige Läsionen. Zu keinem Zeitpunkt fanden sich in Heilung befindliche Läsionen (M3).

In Abb. 1, Seite 40, sind die Prävalenzen der D.d.-Läsionen in Prozent zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten ersichtlich. Eine Tabelle mit den Werten findet sich im Anhang (Tabelle 11).

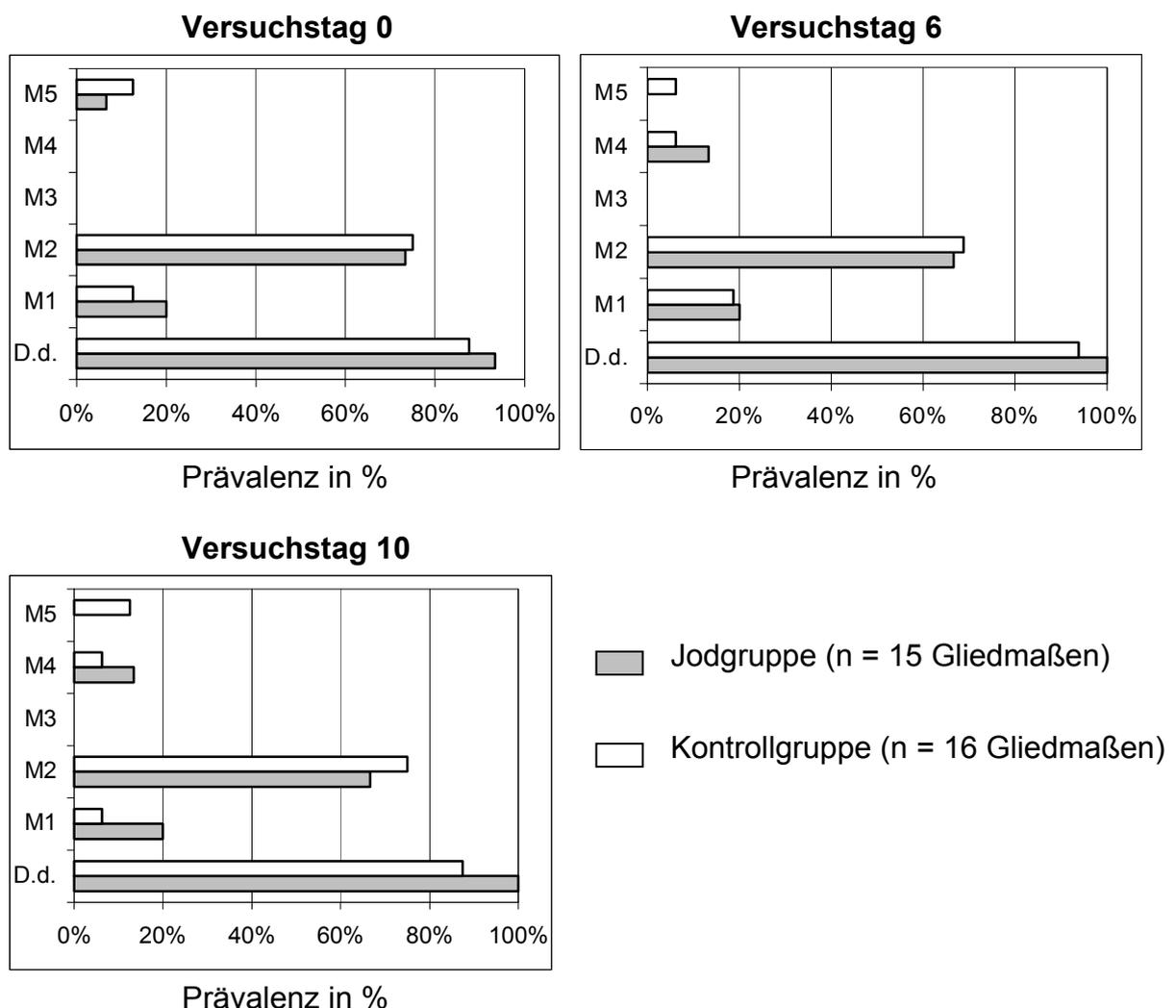
Am Versuchstag 0 (1. Tag der Jodbehandlung) konnten klassische, erosive M2-Läsionen bei 73,3 % der Gliedmaßen, die in die mit Jod zu behandelnde Gruppe fielen, festgestellt werden. In der Kontrollgruppe traten bei 75 % aller Hintergliedmaßen solche M2-Läsionen auf. 20 % der Jodgruppe und 12,5 % der Kontrollgruppe wurden mit kleineren, oberflächlicheren M1-Läsionen gefunden. Sowohl in der Jodgruppe als auch in der Kontrollgruppe waren keine M4-Läsionen vorhanden. Keine Läsionen (M5) fanden sich bei 6,7 % der Jodgruppe und 12,5 % der Kontrollgruppe.

Während des Versuchstags 6 (7 Tage nach Beginn der Jodbehandlung und 1. Kontrolle aller Tiere) zeigte sich folgendes Bild: M2-Läsionen in der Jodgruppe lagen nun bei 66,7 %, in der Kontrollgruppe bei 68,8 %. M1-Läsionen waren mit 20,0 % in der Jodgruppe und mit 18,7 % in der Kontrollgruppe vorhanden. M4-Läsionen traten

bei 13,3 % in der Jodgruppe und bei 6,3 % in der Kontrollgruppe auf. Ohne Dermatitis digitalis-Veränderung war keine Gliedmaße der Jodgruppe und in 6,3 % der Beine der Kontrollgruppe.

Am Versuchstag 10, der den 11. Tag nach Beginn der Jodapplikation darstellte, zeigten sich bei 66,7 % der Jodgruppe M2-Läsionen, bei der Kontrollgruppe waren es 75 %. Der Anteil der M1-Läsionen betrug in der Jodgruppe 20,0 %, in der Kontrollgruppe 6,2 %. M4-Läsionen hatten einen Anteil von 13,3 % in der Jodgruppe und 6,3 % in der Kontrollgruppe. Keine Läsionen hatte keines der Tiere der Jodgruppe und 12,5 % der Beine der Kontrollgruppe.

Die Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe waren nicht signifikant.



**Abb. 1:** Prävalenzen von Dermatitis digitalis (D.d.)-Läsionen nach Besprühen mit einem PVP-Jod-Komplex am Versuchstag 0, 6 und 10. Als D.d.-positiv (D.d.) gelten M1, M2, M4-Läsionen

### 3.3.1.1.2. Die Veränderungen der Fläche und des Scores

Die gemessenen Flächen wurden statistisch ausgewertet. Verglichen wurden sowohl gleiche Läsionstypen von Jodgruppe zu Kontrollgruppe, als auch die Versuchstage

zueinander innerhalb der Läsionstypen der Jodgruppe und der Kontrollgruppe. Keiner der Vergleiche brachte einen signifikanten Unterschied ( $p > 0,05$ ).

In der Jodgruppe vergrößerte sich die Fläche im Mittelwert nach Behandlung bei allen Läsionstypen von Versuchstag 0 zu Versuchstag 6. Die Größe der M2-Läsionen in der Kontrollgruppe verringerte sich dagegen geringfügig (von  $6,78 \text{ cm}^2$  auf  $5,86 \text{ cm}^2$ ) (siehe Tabelle 2 und 3, Felder ohne Standardabweichung bedeuten, dass nur ein Fall existiert oder es sich um gleich große Flächen handelt).

Ein ähnliches Verhalten konnte bezüglich der Scorewerte festgestellt werden. Hier stieg der Wert bei M2-Läsionen sowohl in der Jodgruppe als auch in der Kontrollgruppe von Versuchstag 0 zu Versuchstag 6 an (siehe Tabellen 4 und 5, Seite 42).

Am Versuchstag 10 war der Mittelwert der Fläche in der Jodgruppe bei M2-Läsionen um mehr als  $1 \text{ cm}^2$  vergrößert, der Score-Mittelwert hatte sich allerdings geringfügig verringert. Das Verhalten der M1- und M4-Läsionen war analog. Allerdings waren die Unterschiede nicht signifikant.

**Tabelle 2:** Fläche in  $\text{cm}^2$  (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern, die mit Jod behandelt wurden

	Jodgruppe			
Versuchstag	M1	M2	M4	D.d.
0	0,29 ( $\pm 0,09$ )	3,13 ( $\pm 2,49$ )		2,52 ( $\pm 2,50$ )
6	1,18 ( $\pm 1,70$ )	4,58 ( $\pm 2,58$ )	2,47 ( $\pm 2,38$ )	3,62 ( $\pm 2,69$ )
10	0,85 ( $\pm 0,80$ )	4,33 ( $\pm 2,99$ )	3,53 ( $\pm 5,00$ )	3,52 ( $\pm 3,10$ )
Gesamt	0,77 ( $\pm 1,02$ )	3,98 ( $\pm 2,68$ )	3,00 ( $\pm 3,26$ )	3,24 ( $\pm 2,76$ )

**Tabelle 3:** Fläche in  $\text{cm}^2$  (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern der Kontrollgruppe

	Kontrollgruppe			
Versuchstag	M1	M2	M4	D.d.
0	0,20	6,78 ( $\pm 6,47$ )		5,84 ( $\pm 6,42$ )
6	0,23 ( $\pm 0,24$ )	5,86 ( $\pm 4,40$ )	0,00	4,35 ( $\pm 4,54$ )
10	0,28	6,28 ( $\pm 5,79$ )	0,00	5,41 ( $\pm 5,81$ )
Gesamt	0,23 ( $\pm 0,15$ )	6,32 ( $\pm 5,50$ )	0,00	5,30 ( $\pm 5,52$ )

Die errechneten Scores wurden in gleicher Weise wie die Fläche ausgewertet. Hier ergaben sich wiederum keine signifikanten Unterschiede in den Gruppen.

**Tabelle 4:** Score (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern, die mit Jod behandelt wurden

Versuchstag	Jodgruppe			
	M1	M2	M4	D.d.
0	18,67 ( $\pm$ 4,16)	35,82 ( $\pm$ 6,81)		32,14 ( $\pm$ 9,57)
6	18,33 ( $\pm$ 7,23)	37,30 ( $\pm$ 15,88)	16,00 ( $\pm$ 8,49)	30,67 ( $\pm$ 16,42)
10	17,00 ( $\pm$ 3,00)	34,10 ( $\pm$ 14,05)	22,00 ( $\pm$ 18,38)	29,07 ( $\pm$ 14,45)
Gesamt	18,00 ( $\pm$ 4,50)	35,74 ( $\pm$ 12,33)	19,00 ( $\pm$ 12,19)	30,59 ( $\pm$ 13,60)

**Tabelle 5:** Score (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern der Kontrollgruppe

Versuchstag	Kontrollgruppe			
	M1	M2	M4	D.d.
0	7,50 ( $\pm$ 0,71)	41,00 ( $\pm$ 10,95)	-	36,21 ( $\pm$ 15,79)
6	12,67 ( $\pm$ 2,31)	41,91 ( $\pm$ 19,77)	7,00	33,73 ( $\pm$ 21,88)
10	16,00 ( $\pm$ 0)	36,67 ( $\pm$ 9,92)	5,00	32,93 ( $\pm$ 13,35)
Gesamt	11,50 ( $\pm$ 3,67)	39,8 ( $\pm$ 13,82)	6,00 ( $\pm$ 1,41)	34,71 ( $\pm$ 17,11)

Aufgrund dieser Beobachtungen wurden alle 16 Tiere nach der Untersuchung am Tag 10 mit Chlortetracyclin (Aureomycin®) behandelt und es begann der Subversuch (Pedometriestudie).

### 3.3.1.2 Jodverbandstudie

Am Tag als der Verband angebracht wurde zeigte ein Tier (561) an der Gliedmaße hinten rechts eine verdickte, blutende Läsion. Die Größe betrug 2,3 cm im Durchmesser, die Haare um die Läsion waren verlängert und aufgestellt. Sieben Tage später, nach Entfernung des Verbandes, hatte sich eine dünne, helle Hautbrücke über die Läsion gebildet, der Bereich um die leicht blutende Läsion war weiterhin verdickt. Die Haare waren unter Verband ausgefallen, die Haarstellung normal.

Elf Tage nach dem Anbringen des Verbandes war die Läsion von etwas Schorf bedeckt und teilte sich in zwei kleinere Läsionen (Durchmesser jeweils ca. 0,3 cm). Die Haare waren wiederum verlängert und aufgestellt. Es hatte sich oberhalb der vorherigen Läsion eine neue gebildet, die ebenfalls ca. 0,3 cm Durchmesser aufwies und blutiges Exsudat zeigte.

Das zweite Tier, das mit einem Verband versehen wurde (Tier Nr. 133) zeigte zu Beginn ebenfalls hinten rechts eine blutige Erosion mit einem Durchmesser von 2,3 cm. Auch waren die Haare aufgestellt und verlängert. Nach Abnahme des Verbandes sieben Tage später wurde ein Durchmesser von 1,6 cm festgestellt. Die Veränderung war noch blutig und zeigte deutliches Granulationsgewebe. Auch wurde eine undeutliche Schmerzreaktion vermerkt.

Bei der nächsten Kontrolle (11 Tage nach Anbringung des Verbandes) hatte sich die Läsion weiter verkleinert (Durchmesser 1,3 cm), zeigte sich blutig und verdickt, das

Granulationsgewebe war in etwas geringerem Ausmaß vorhanden. Die Schmerzreaktion konnte wieder festgestellt werden.

Aufgrund dieser Befunde am Tag 11 wurden diese beiden Tiere mit Chlortetracyclin-Spray behandelt.

Bei dem dritten Tier (Nr. 170) unter Verband veränderte sich die Läsion von einer typischen M2-Läsion mit blutender, konkaver Erosion und aufgestellten, verlängerten Haaren in eine Läsion, die 7 Tage später von einem fast weißen Epithel bedeckt war. Bei kleinflächiger Ablösung dieses Epithels fand sich darunter hellrotes Gewebe.

Am Tag der zweiten Kontrolle (11 Tage nach Anbringung des Verbandes) war dieses Epithel braun verschmutzt und konnte abgelöst werden. Darunter lag frisches, weißes Epithel. Die dritte Kontrolle zeigte das selbe Ergebnis – die Läsion war abgeheilt und es konnte nur mehr weißes Epithel gefunden werden.

### 3.3.2 Schmerzhaftigkeit

Bei den Berechnungen wurden deutlich und undeutlich schmerzhaft Reaktionen zusammengefaßt.

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, dass M2-Läsionen während des gesamten Versuchs die Läsionstypen darstellen, die häufig mit einer Schmerzreaktion einher gehen. Die Schmerzhaftigkeit sank aber nach der Behandlung mit antibiotischem Spray deutlich, obwohl nach wie vor eine M2-Läsion vorhanden war (von 34,8 % vor Therapie auf 11,1 % nach Behandlung (siehe Tabelle 6)).

Weiterhin ergab sich, dass M4-Läsionen häufiger Schmerzen verursachen als M1-Läsionen und mit 21,1 % an zweiter Stelle der Schmerzursache liegen.

**Tabelle 6:** Anteil von schmerzhaften Reaktionen bei der Druckprobe im Fesselbereich der Hintergliedmaßen von Rindern mit und ohne D.d.-Läsionen

	M1	M2	M3	M4	M5
vor Therapiebeginn (n=23)	0.0 %	34.8 %	0.0 %	100.0 %	0.0 %
Jodstudie (n=51)	10.0 %	20.9 %	0.0 %	16.7 %	0.0 %
Pedometriestudie (n=86)	10.0 %	11.1 %	7.7 %	12.5 %	9.5 %
Alle Untersuchungen (n=160)	8.7 %	31.6 %	8.3 %	21.1 %	8.0 %

**Tabelle 7:** Anteil der schmerzhaften Läsionen innerhalb eines Läsionstyps

Läsionstyp	Gesamtzahl	davon schmerzhaft in %
M2	75	24.0%
M1	25	8.0%
M4	23	17.4%
M3	39	7.7%
M5	27	7.4%
nicht einsehbar	3	0.0%
Gesamt	192	15.1%

**Tabelle 8:** Verteilung von „Schmerzhaftigkeit“ auf Läsionstypen

Schmerzhaft			Nicht schmerzhaft		
Läsionstyp	Anzahl	in %	Läsionstyp	Anzahl	in %
M2	18	62.1%	M2	57	35.0%
M1	2	6.9%	M1	23	14.1%
M4	4	13.8%	M4	19	11.7%
M3	3	10.3%	M3	36	22.1%
M5	2	6.9%	M5	25	15.3%
nicht einsehbar	0		nicht einsehbar	3	1.8%
Gesamt	29	100.0%	Gesamt	163	100.0%

Über den gesamten Zeitraum der Untersuchungen (Jodstudie und Pedometriestudie) erwiesen sich 15,1 % aller Tests als schmerzhaft (n=192).

Während des Jodversuchs zeigten 20,8 % der Gliedmaßen Schmerzhaftigkeit (n=96). Hier war der größte Anteil (28,6 %) unter den Gliedmaßen mit einer M4-Läsion schmerzhaft (n=7), gefolgt von M2-Läsionen mit 25,8 % (n=66). M1-Läsionen wiesen einen Anteil von 6,7 % (n=15) auf.

Im Zeitraum der Pedometriestudie mit antibiotischer Behandlung sank der Wert der schmerzhaften Veränderungen auf 9,4 % (n=96) und verteilte sich folgendermaßen auf die einzelnen Läsionstypen: 12,5 % der M4-Läsionen zeigten Schmerzreaktionen (n=16), 11,1 % waren dies bei klassischen M2-Läsionen (n=9), 10 % bei M1-Läsionen (n=10), keine Läsionen (M5) und schmerzhaftige Reaktion hatten 9,5 % (n=21) und 7,7 % aller in Heilung befindlichen Gliedmaßen (M3) waren schmerzhaft (n=39).

### 3.3.3 Pedometriestudie

#### 3.3.3.1 Prävalenzen vor und nach antibiotischer Behandlung

Die Anteile der erkrankten Tiere veränderten sich nach Antibiotikatherapie deutlich. Balkendiagramme hierzu befinden sich in Abb. 2, Seite 46. Im Anhang sind die einzelnen Werte in Tabelle 12 zu sehen.

Zum Versuchstag 0 fanden sich bei 90,6 % der untersuchten Gliedmaßen Dermatitis digitalis-Erscheinungen, d.h. Stadien M2, M1, M3 und M4 (n=32). Eine Gliedmaße konnte aufgrund eines Verbandes am Versuchstag 0 und 6 nicht eingesehen werden (Tier 602, hinten rechts), dies entspricht 3,1 %. Dieses Tier ging nicht lahm und wurde in den Auswertungen bezüglich der antibiotischen Behandlung belassen, aber

aus den Berechnungen für die Bewegungsaktivität entfernt (siehe Abschnitt 3.1.12.2).

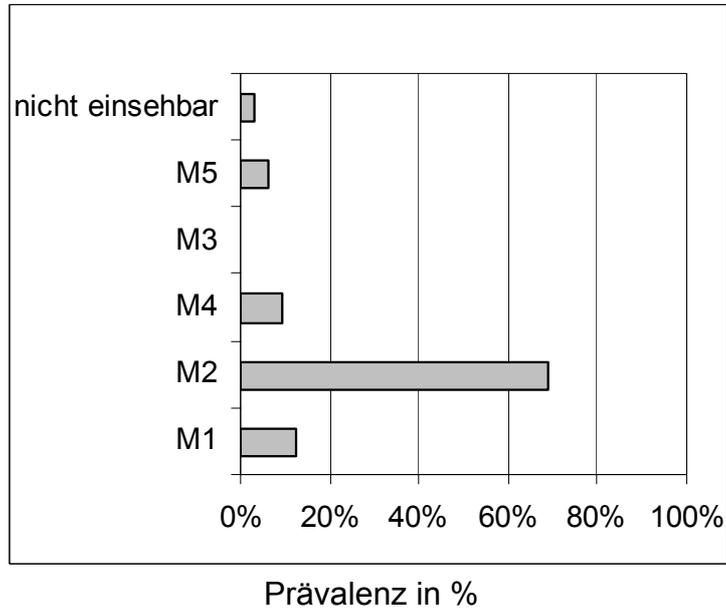
Im Einzelnen konnten am Versuchstag 0 (Tag der Chlortetracyclin-Behandlung) bei 68,8 % der Tiere klassische, erosive M2-Läsionen festgestellt werden. Kleinere, oberflächlichere M1-Läsionen wurden bei 12,5 % der Gliedmaßen gefunden. M4-Läsionen hatten 9,4 %. Keine Läsion (M5) zeigten 6,2 % der Gliedmaßen, dagegen befand sich keine Gliedmaße im Abheilungsstadium (M3).

Am Versuchstag 6 sank der Prozentsatz der Gliedmaßen mit D.d.-Veränderungen auf 81,3 % (n=32). Hiervon waren 3,1 % klassische Erosionen (M2) und ebenfalls 3,1 % M1-Läsionen. M4-Läsionen zeigten 18,8 %. In Heilung befanden sich jetzt 56,3 % der Gliedmaßen. Ohne Läsion waren 15,6 % und eine Gliedmaße war auch am Versuchstag 6 nicht einsehbar (3,1 %).

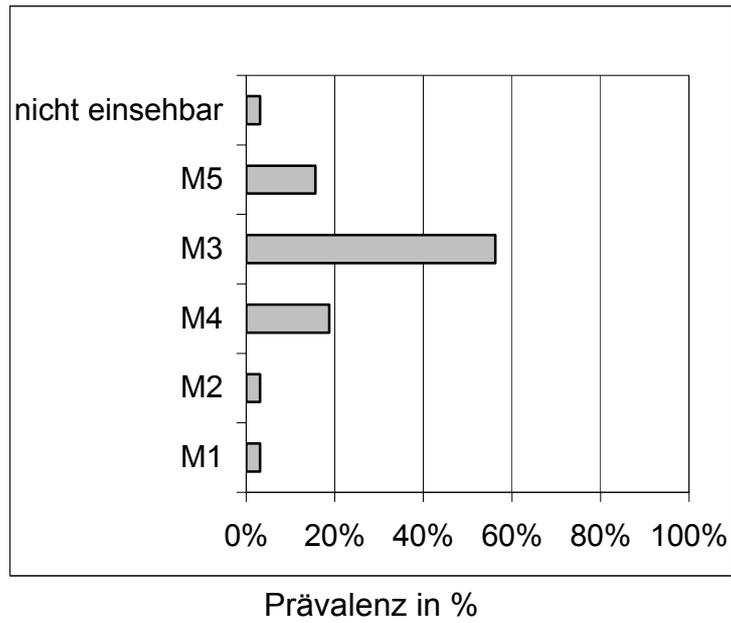
Der Versuchstag 10 brachte folgende Veränderungen. Insgesamt wurden an 84,4 % der Gliedmaßen D.d.-Veränderungen gefunden. Der Anteil der M2-Läsionen lag bei 6,2 %. Oberflächlichere M1-Läsionen waren weiterhin mit 3,1 % vertreten. M4-Läsionen fanden sich bei 18,8 % der Gliedmaßen. Den größten Anteil hatten M3-Läsionen mit 56,3 %, gefolgt von 15,6 % ohne Veränderung.

Der letzte Kontrolltag war Versuchstag 20. An diesem Tag zeigten noch 65,6 % aller Gliedmaßen D.d.-Erscheinungen. Diese teilten sich auf die einzelnen Läsionstypen wie folgt auf: M2-Veränderungen hatten 18,7 %, M1-Läsionen 25,0 %. Läsionen des Typs M4 fanden sich bei 12,5 %. 9,4 % war der Anteil der in Heilung befindlichen D.d.-Veränderungen. Ohne Läsion zeigten sich 34,4 %.

### Versuchstag 0

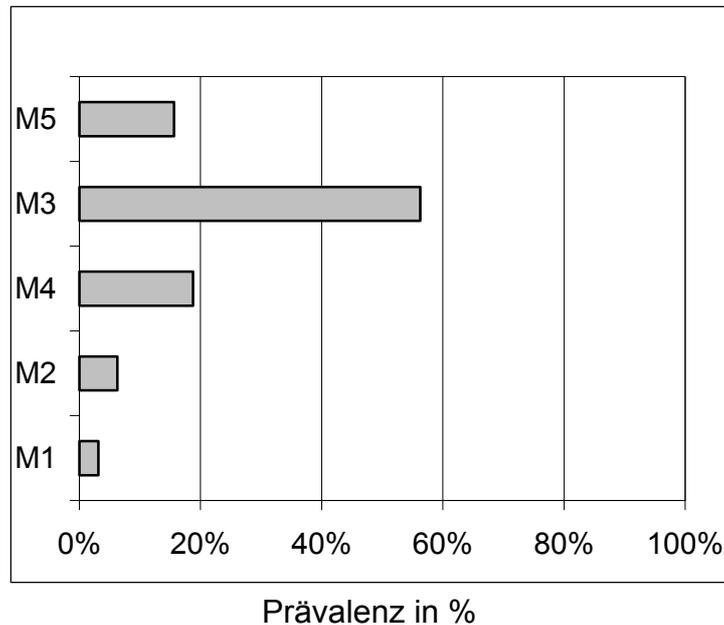


### Versuchstag 6

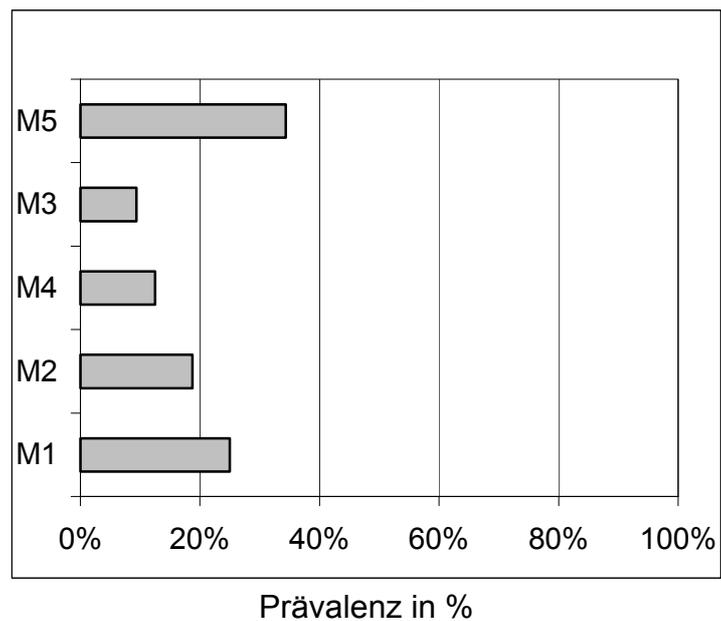


**Abb. 2:** Prävalenzen der verschiedenen D.d.-Läsionstypen der am Tag 0 mit Antibiotika-Spray behandelten Tiere am Versuchstag 0 und 6 (n=32)

### Versuchstag 10



### Versuchstag 20



**Abb. 3:** Prävalenzen der verschiedenen D.d.-Läsionstypen der am Tag 0 mit Antibiotika-Spray behandelten Tiere am Versuchstag 10 und 20 (n=32)

### 3.3.3.2 Versuchsablauf

#### 3.3.3.2.1 Veränderungen der Läsionsgröße

In Tabelle 9 sind die Flächen im Mittelwert aufgeführt und deren Verteilung auf die unterschiedlichen Läsionstypen. Bei allen Läsionstypen verringerte sich die Größe bis zum Versuchstag 10. Felder ohne Standardabweichung bedeuten, dass nur ein Fall existiert.

Die Unterschiede der Mittelwerte der Läsionsgrößen waren statistisch nicht signifikant.

**Tabelle 9:** Fläche in cm<sup>2</sup> (Mittelwert ± Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern, am Tag 0 mit antibiotischem Spray behandelt

Versuchstag	M1	M2	M3	M4	D.d.
-4	0,1 (± 0,04) n=2	4,8 (± 3,9) n=24		0,4 (± 0,6) n=2	4,1 (± 3,8) n=28
0		4,8 (± 4,6) n=27		0 n=2	4,4 (± 4,6) n=29
6		7,0 (± 4,5) n=3	3,6 (± 3,0) n=18	3,1 (± 3,0) n=3	4,0 (± 3,3) n=24
10	4,27 (± 5,33) n=2	1,54 n=1	4,1 (± 2,7) n=20	0,9 (± 1,3) n=4	3,5 (± 2,9) n=27

Die Unterschiede bezüglich der Anzahl der ausgewerteten Gliedmaßen ergeben sich durch Veränderungen, die für eine genaue Messung zu klein waren, d.h. kleiner 0,5 cm.

### 3.3.3.2 Veränderungen der Scorewerte

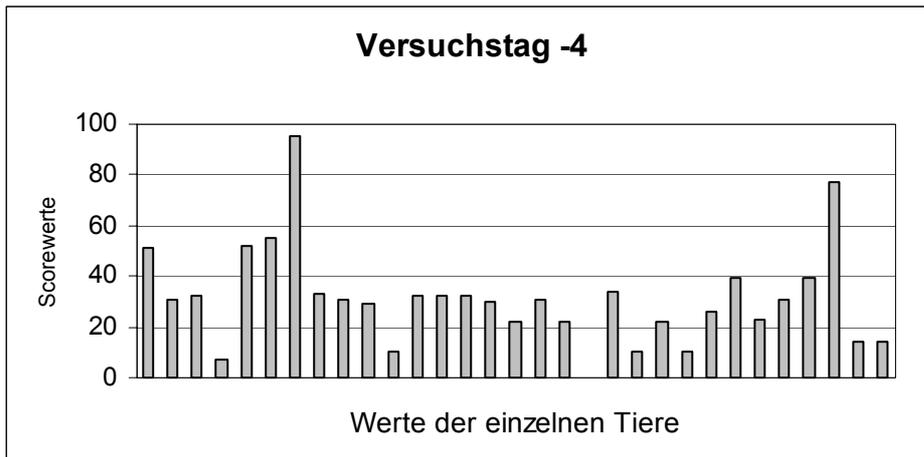
In Tabelle 10 sind die Scorewerte im Mittelwert aufgeführt und deren Verteilung auf die unterschiedlichen Läsionstypen. Betrachtet man die Scores aller D.d.-Läsionen, so halbierten sich die Mittelwerte bis zum Versuchstag 10. Der Mittelwert der M2- und M3-Läsionen erhöhte sich dagegen. Dies liegt an den unterschiedlichen Fallzahlen in den Läsionstypen (siehe Tabelle 9).

**Tabelle 10:** Score (Mittelwert ± Standardabweichung) von D.d.-Läsionen an den Hinterbeinen von Rindern, die am Tag 0 mit antibiotischem Spray behandelt wurden

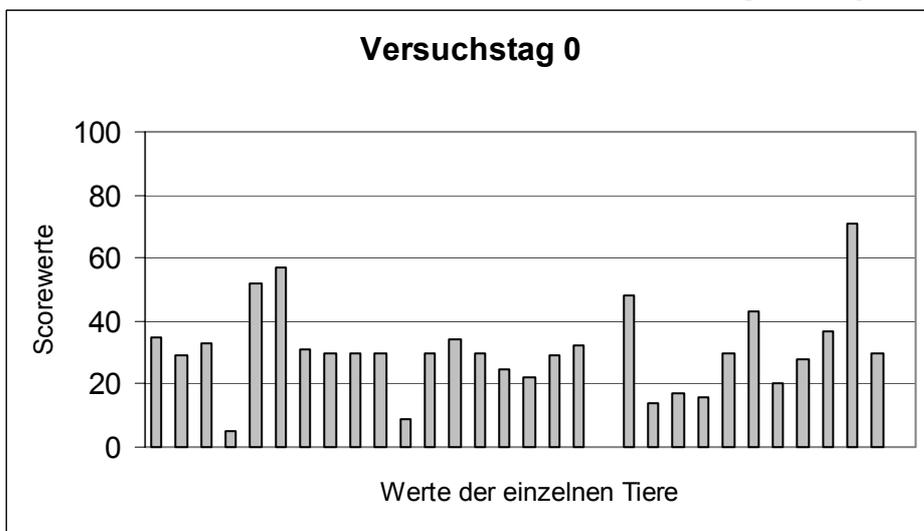
Versuchstag	M1	M2	M3	M4	D.d.
-4	12,0 (± 2,8)	35,4 (± 14,9)	-	8,5 (± 2,12)	31,8 (± 16,4) <sup>a,b</sup>
0		33,7 (± 10,0)	-	7,0 (± 2,83)	31,9 (± 11,9) <sup>c, d, e</sup>
6		51,7 (± 16,0)	12,8 (± 6,3)	11,0 (± 6,1)	17,4 (± 15,2) <sup>a, c, d</sup>
10	18,5 (± 3,5)	47,0	12,8 (± 4,8)	4,25 (± 1,6)	13,2 (± 8,7) <sup>b, e</sup>

Zellen mit gleichen Indizes sind statistisch signifikant ( $p \leq 0,5$ )

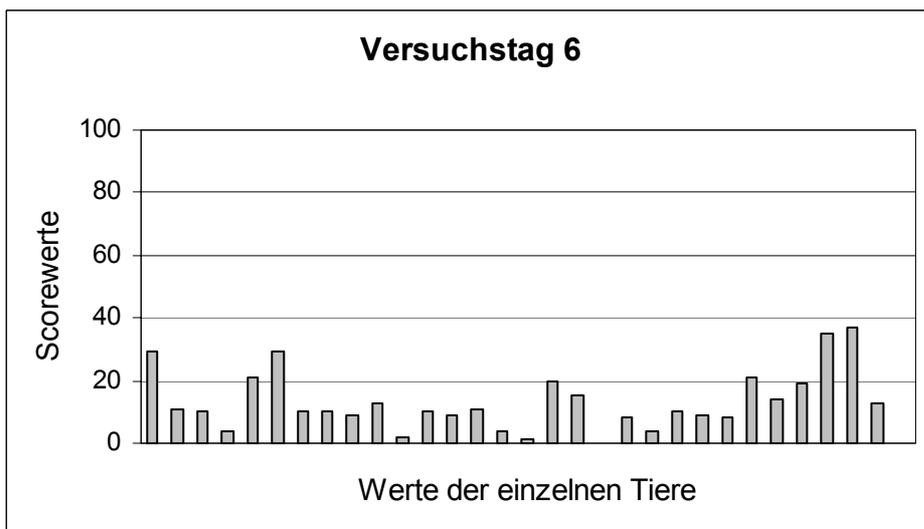
In den Abbildungen 4 bis 7 (Seite 49 – 50) wird die Senkung der Scorewerte nach der Behandlung mit Antibiotika am Versuchstag 0 ersichtlich, wobei jeweils 2 Balken ein Tier darstellen - der erste Balken die Gliedmaße hinten links, der zweite Balken die Gliedmaße hinten rechts – geordnet nach Tiernummern. Zwischen den Versuchstagen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.



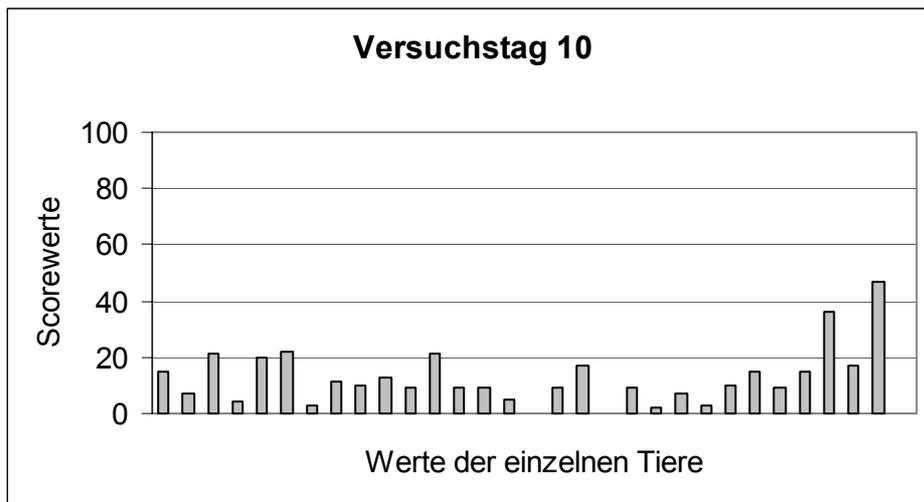
**Abb. 4:** Scorewerte der Gliedmaßen am Versuchstag -4 für jedes Tier



**Abb. 5:** Scorewerte der Gliedmaßen am Versuchstag 0 für jedes Tier



**Abb. 6:** Scorewerte der Gliedmaßen am Versuchstag 6 für jedes Tier



**Abb. 7:** Scorewerte der Gliedmaßen am Versuchstag 10 für jedes einzelne Tier

### 3.3.3.3 Veränderung der Probanden während der Pedometriestudie

Tier 601 wurde aus der Bewertung genommen, da sich nach der Behandlung mit Antibiotika-Spray an einer Gliedmaße keine Verbesserung der Läsion zeigte und deshalb ein eventuelles falsch-negatives Ergebnis bezüglich der Bewegungsaktivität nicht ausgeschlossen werden konnte.

Somit erfüllten insgesamt 10 Tiere die Inklusionskriterien der Pedometrie zu Beginn und über die gesamte Dauer des Versuchs.

### 3.3.3.4 Übersicht über die Tiere, die in die Auswertungen eingingen (n=10)

**Übersicht 3:** Läsionstypenverteilung an den Versuchstagen -4, 0, 6 und 10

Läsionstyp	Tag -4	Tag 0	Tag 6	Tag 10
M2, beide Hintergliedmaßen	20%	30%	0%	0%
M2, eine Hintergliedmaße	60%	60%	0%	10%
M1, beide Hintergliedmaßen	20%	10%	0%	0%
M1, eine Hintergliedmaße	0%	0%	0%	10%

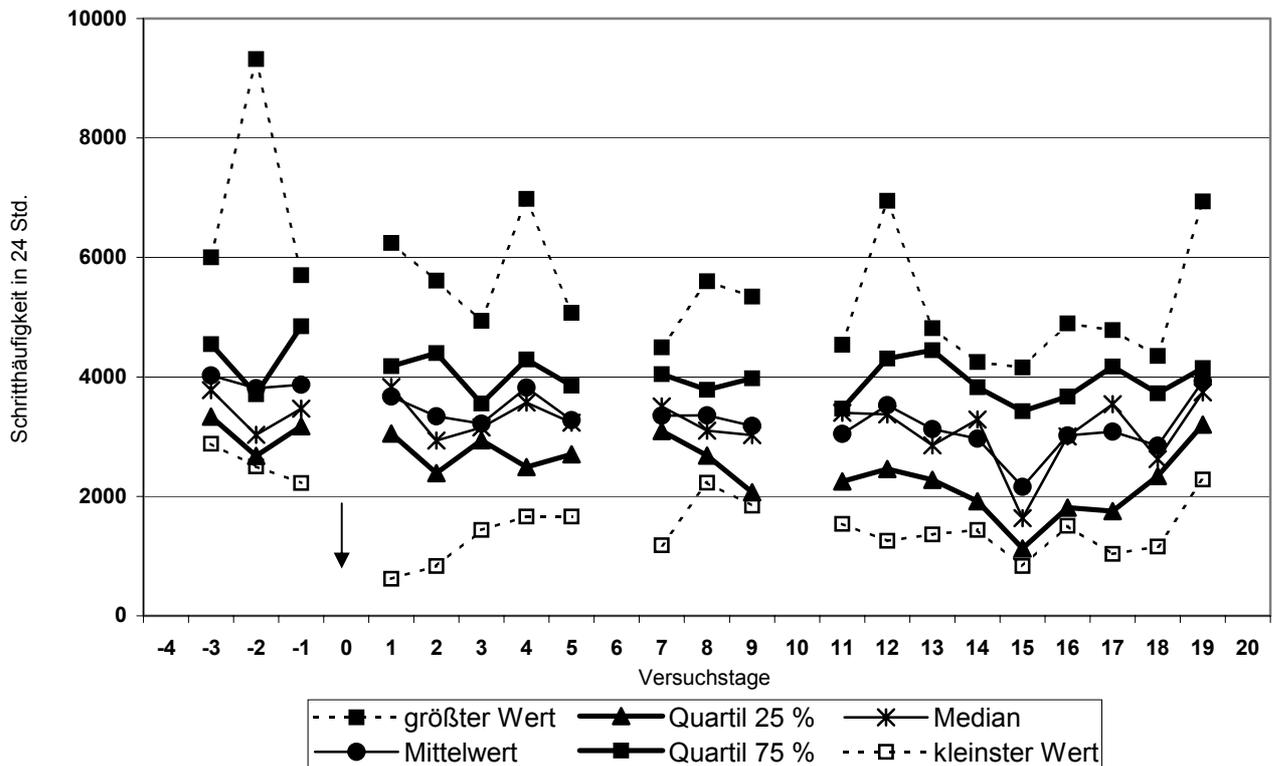
Versuchstag 20: hier hatten 20% der Tiere keine Läsionen, 10% beiderseits M3-Läsionen und 70% hatten wieder Kombinationen aus M2, M1, M4 und M5-Typen.

### 3.3.3.5 Vergleich der Pedometrie-Werte vor und nach antibiotischer Behandlung

Nach Entfernung der Werte, die aufgrund von Brunsten, Behandlungen oder Besamungen entstanden waren, ergab sich folgendes Ergebnis:

Der Mittelwert ( $\pm$  Stdv.) der Pedometriewerte pro Tier und Tag sank von 3901 Bewegungen ( $\pm$  1233) vor Behandlung (Versuchstage  $-3$ ,  $-2$  und  $-1$ ) auf 3444 Bewegungen ( $\pm$  955) nach Behandlung (Versuchstage 7, 8 und 9);  $p > 0,05$ .

Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag  $-4$  bis 20), so lässt sich tendenziell eine Verminderung der Schritthäufigkeit erkennen (Abb. 8).



**Abb. 8:** Schritthäufigkeit pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0 (Pfeil)

### 3.3.4 Futteraufnahme

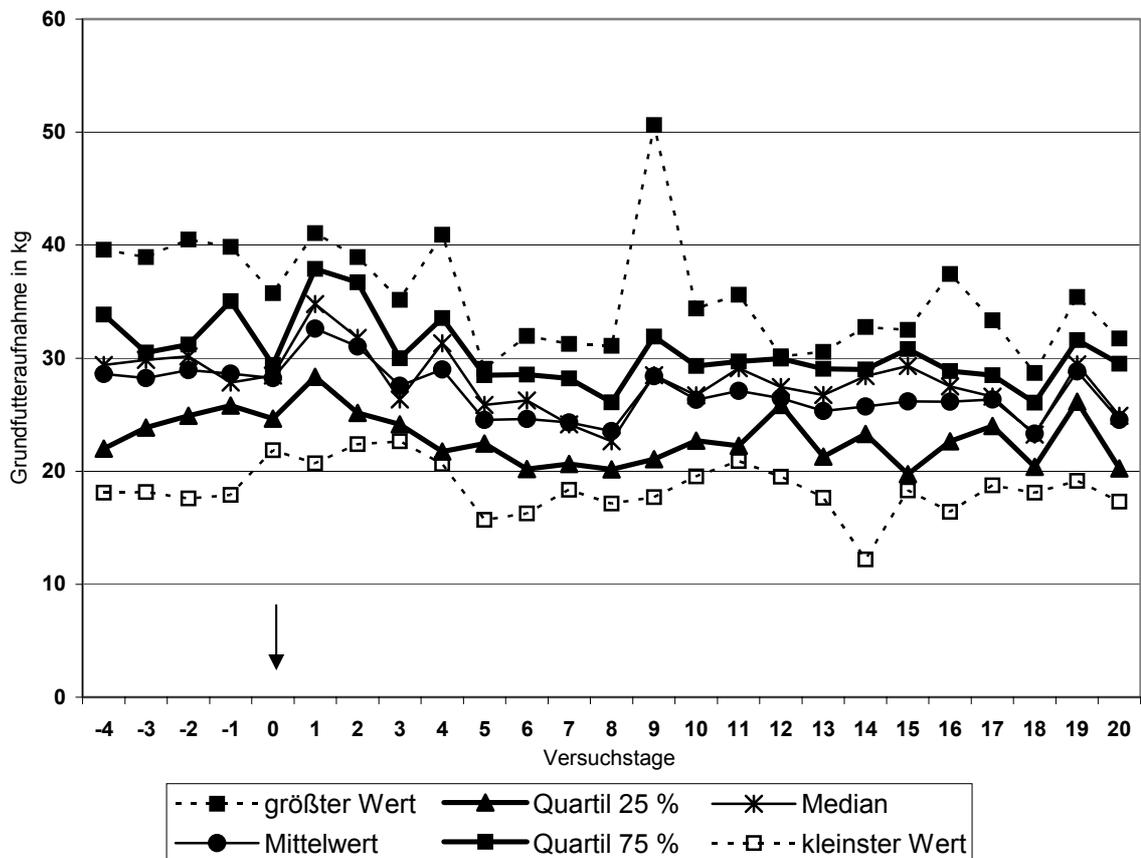
Zur Feststellung der Veränderungen in der Futteraufnahme der Tiere wurden die in Abschnitt 3.1.12.2 genannten Tiere ausgewertet. Für die Grundfutteraufnahme und die Besuche am Futtertrog fehlen die Daten für ein Tier, das sich in einem Stallbereich ohne Messsystem für diese Daten befand.

#### 3.3.4.1 Grundfutteraufnahme

Für die Grundfutteraufnahme ergab sich ein Mittelwert ( $\pm$  Stdv.) vor Behandlung (Versuchstag  $-3$ ,  $-2$  und  $-1$ ) von 28,60 kg ( $\pm$  6) - nach Behandlung (Versuchstag 7, 8 und 9) lag der Mittelwert bei 25,43 kg ( $\pm$  5);  $p < 0,05$ .

Die Grundfutteraufnahme verringerte sich damit um 3,17 kg im Vergleich zwischen Zeitraum vor antibiotischer Behandlung und Zeitraum nach antibiotischer Behandlung.

Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag -4 bis 20), so lässt sich tendenziell eine Verminderung der Grundfutteraufnahme erkennen (Abb. 9).



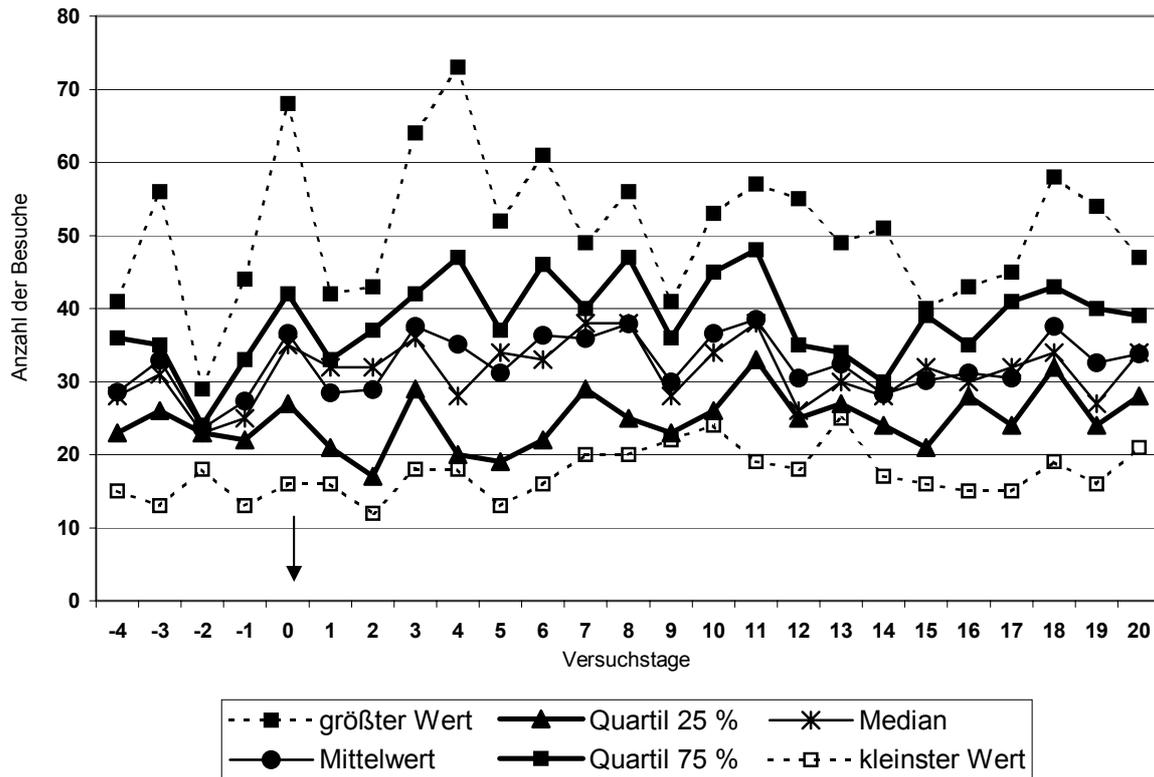
**Abb. 9:** Grundfutteraufnahme pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0

### 3.3.4.2 Anzahl der Besuche am Futtertrog

Die Anzahl der Besuche zeigte vor Behandlung einen Mittelwert von 28 ( $\pm 7,6$ ), nach Behandlung stieg dieser auf 35 ( $\pm 9$ );  $p < 0,05$ .

Somit stieg die Besuchshäufigkeit am Futtertrog nach der Behandlung durchschnittlich um 7 Besuche signifikant an.

Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag -4 bis 20), so lässt sich tendenziell eine geringfügige Verminderung der Besuchsanzahl erkennen (Abb. 10).



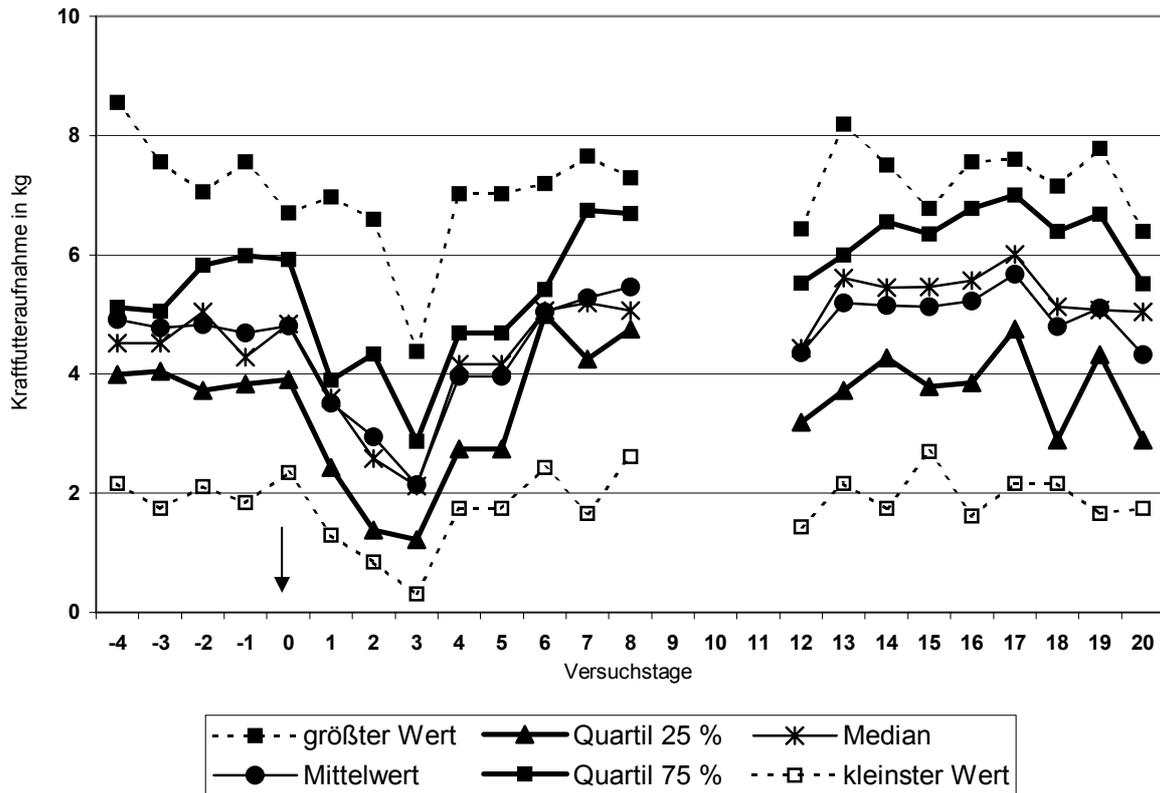
**Abb. 10:** Anzahl der Besuche am Futtertrog pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0

### 3.3.4.3 Krafftutteraufnahme

Die Krafftutteraufnahme zeigte einen Mittelwert von 4,76 kg ( $\pm$  1,54) vor antibiotischer Behandlung (Versuchstag -3, -2 und -1) und 5,37 kg ( $\pm$  1,37) nach Behandlung (Versuchstag 7 und 8);  $p > 0,05$ .

Die Krafftutteraufnahmemenge veränderte sich nicht signifikant.

Von Versuchstag 0 bis 3 fiel die Krafftutteraufnahme für 3 Tage stark ab. Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag -4 bis 20), so lässt sich tendenziell eine Erhöhung der Krafftutteraufnahmemenge erkennen (Abb. 11).



**Abb. 11:** Krafftuteraufnahme pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0

### 3.3.5 Milchleistung und Anzahl der Gemelke

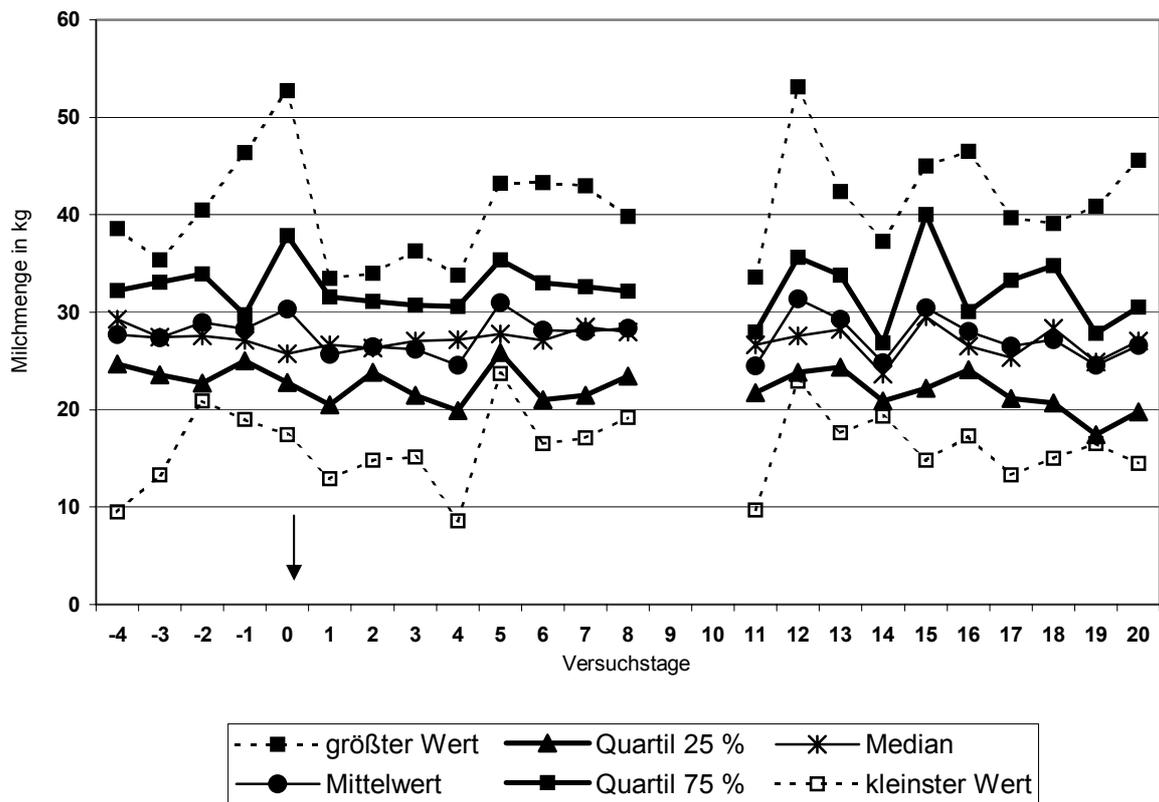
#### 3.3.5.1 Milchleistung

Zur Feststellung der Veränderungen bezüglich der Milchleistung der Tiere wurden die in Abschnitt 3.1.12.2 genannten Tiere ausgewertet.

Vor Behandlung (Versuchstag -3, -2 und -1) zeigte sich bei der Milchleistung ein Mittelwert von 28,11 kg ( $\pm 5,5$ ) – nach Behandlung (Versuchstag 7 und 8) lag der Mittelwert bei 28,19 kg ( $\pm 6,7$ );  $p > 0,05$ .

Es ergab sich keine Veränderung der Milchleistung zwischen Zeitraum vor und nach antibiotischer Behandlung.

Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag -4 bis 20), so lässt sich tendenziell keine Veränderung in der Milchmenge erkennen (Abb. 12).



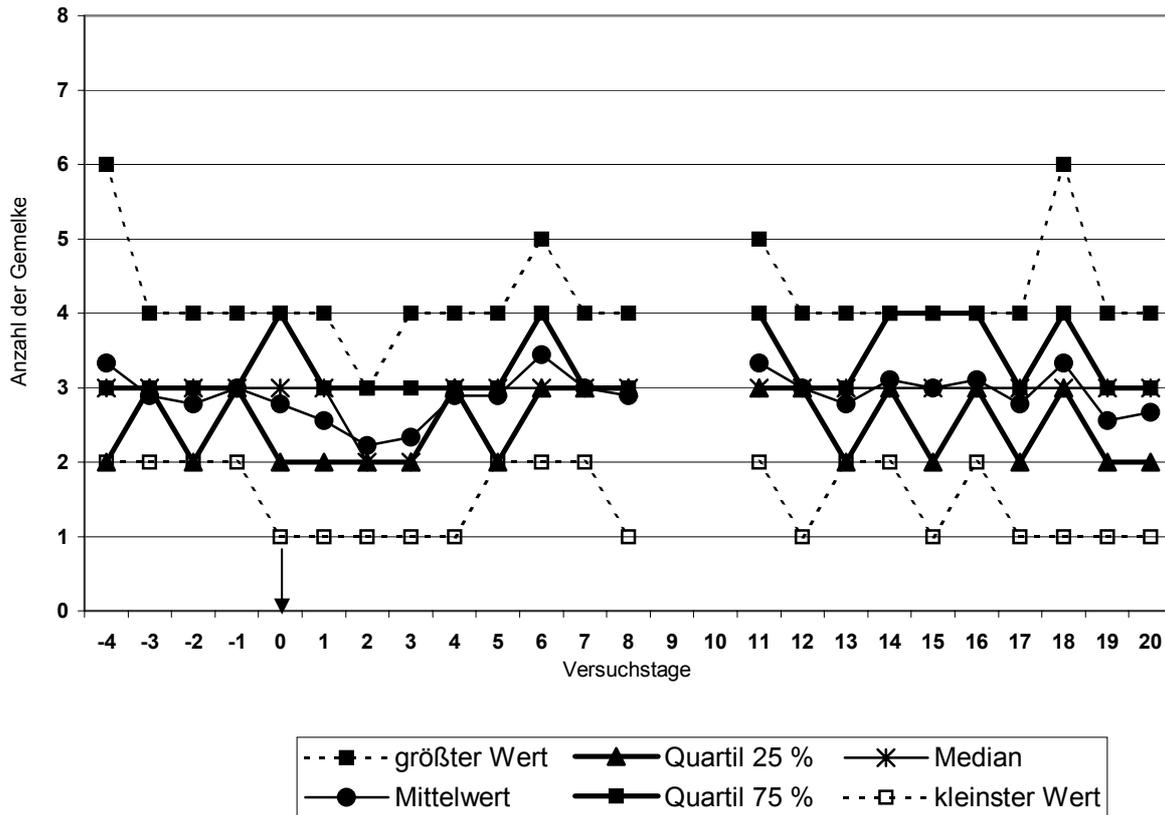
**Abb. 12:** Milchleistung pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0

### 3.3.5.2 Anzahl der Gemelke

Die Anzahl der Gemelke vor Behandlung hatten einen Mittelwert von 2,9 ( $\pm 0,3$ ), nach Behandlung lag dieser Wert bei 2,9 ( $\pm 0,7$ );  $p > 0,05$ .

Bezüglich der Anzahl der Gemelke zeigten sich keine Veränderungen zwischen den Beobachtungszeiträumen vor und nach Antibiotika-Behandlung.

Betrachtet man die Messungen über den gesamten Beobachtungszeitraum (Versuchstag -4 bis 20), so lässt sich tendenziell keine Veränderung in der Anzahl der Gemelke erkennen (Abb. 13).



**Abb. 13:** Anzahl der Gemelke pro 24 Stunden von an D.d. erkrankten Rindern vor und nach einmaliger Antibiotika-Anwendung am Tag 0

### 3.3.6 Überprüfung der Futter- und Milchleistungsdaten im Vergleich zu D.d.-unauffälligen Tieren

Die Gruppengröße und Zeitraum entsprachen der im Versuch ausgewerteten Tiere. Bezüglich der Kraffutteraufnahme, der Milchleistung und der Anzahl der Gemelke sind dies 10 Tiere, hinsichtlich der Grundfutteraufnahme und Besuch am Futtertrog 9 Tiere.

#### 3.3.6.1 Laktationsstadium

Zum Vergleich der beiden Gruppen wurde das Laktationsstadium überprüft.

Der Mittelwert der Laktationstage für 9 Tiere (für die Auswertung der Grundfutteraufnahme und Besuche am Futtertrog) liegt in der Versuchsgruppe bei 128 Tagen ( $\pm 105,3$ ), bei der Kontrollgruppe sind dies 178,1 Tage ( $\pm 89,7$ );  $p > 0,05$ .

Der Mittelwert der Laktationstage für 10 Tiere (für die Auswertung von Kraffutteraufnahme, Milchleistung und Anzahl der Gemelke) beläuft sich auf 120,2 Tage ( $\pm 102,3$ ) bei den Tieren im Versuch, der entsprechende Wert der Kontrollgruppe liegt bei 189 Tagen ( $\pm 91,3$ );  $p < 0,05$ .

### 3.3.6.2 Vergleich der Gruppen

**Tabelle 11:** Futteraufnahme, Milchleistung und Anzahl der Gemelke von D.d. unauffälligen Tieren im Zeitraum der mit Chlortetracyclin-Spray behandelten Tiere (Mittelwert  $\pm$  Stdv.)

	Zeitraum vor Behandlung	Zeitraum nach Behandlung	Signifikanz
Grundfutteraufnahme	31,6 kg ( $\pm$ 4,6)	24,7 ( $\pm$ 3,3)	signifikant
Anzahl Besuche am Trog	40,7 ( $\pm$ 20,7)	48,5 ( $\pm$ 26,7)	signifikant
Krafftutteraufnahme	4,3 kg ( $\pm$ 1,6)	4,2 kg ( $\pm$ 1,4)	nicht signifikant
Milchleistung	26,9 l ( $\pm$ 7,6)	22,4 l ( $\pm$ 6,2)	signifikant
Anzahl Gemelke	3,0 ( $\pm$ 0,6)	2,6 ( $\pm$ 0,4)	signifikant

**Tabelle 12:** Futteraufnahme, Milchleistung und Anzahl der Gemelke von an D.d. erkrankten und D.d. unauffälligen Tieren im Zeitraum vor der Behandlung mit Chlortetracyclin-Spray (Mittelwert  $\pm$  Stdv.)

	D.d. erkrankte Tiere vor Behandlung	D.d. unauffällige Tiere vor Behandlungszeitraum	Signifikanz
Grundfutteraufnahme	28,6 kg ( $\pm$ 6,2)	31,6 kg ( $\pm$ 4,6)	nicht signifikant
Anzahl Besuche am Trog	27,9 ( $\pm$ 7,6)	40,7 ( $\pm$ 20,7)	nicht signifikant
Krafftutteraufnahme	4,8 kg ( $\pm$ 1,5)	4,3 kg ( $\pm$ 1,6)	nicht signifikant
Milchleistung	28,1 l ( $\pm$ 5,5)	26,9 l ( $\pm$ 7,6)	nicht signifikant
Anzahl Gemelke	2,9 ( $\pm$ 0,3)	3,0 ( $\pm$ 0,6)	nicht signifikant

**Tabelle 13:** Futteraufnahme, Milchleistung und Anzahl der Gemelke von an D.d. erkrankten und D.d. unauffälligen Tieren im Zeitraum nach der Behandlung mit Chlortetracyclin-Spray (Mittelwert  $\pm$  Stdv.)

	D.d. erkrankte Tiere nach Behandlung	D.d. unauffällige Tiere nach Behandlungszeitraum	Signifikanz
Grundfutteraufnahme	24,4 kg ( $\pm$ 4,97)	24,7 kg ( $\pm$ 3,3)	nicht signifikant
Anzahl Besuche am Trog	34,6 ( $\pm$ 8,9)	48,5 ( $\pm$ 26,7)	nicht signifikant
Krafftutteraufnahme	5,4 kg ( $\pm$ 1,4)	4,2 kg ( $\pm$ 1,4)	signifikant
Milchleistung	28,2 l ( $\pm$ 6,3)	22,4 l ( $\pm$ 6,5)	signifikant
Anzahl Gemelke	2,9 ( $\pm$ 0,7)	2,6 ( $\pm$ 0,4)	nicht signifikant

## 4. Diskussion

### 4.1 Jodstudie

Im ersten Teil der Studie sollte überprüft werden, ob ein Besprühen von D.d.-Läsionen mit Jod-PVP zu einer Heilung führt.

Die in dieser Studie gefundenen Ergebnisse sprechen gegen eine Wirksamkeit bei der Behandlung der Dermatitis digitalis des Rindes, denn weder Prävalenzen von D.d.-Läsionen, noch Läsionsgrößen oder Scores unterschieden sich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen.

Aus der Literatur ist die Anwendung von Jod als ein Mittel mit bakterizider, fungizider, sowie viruzider Wirkung bekannt und die hohe Wirksamkeit beschrieben (FREY u. LÖSCHER 1996b). Mögliche Gründe für das Versagen der Jodbehandlung könnten sein:

1. das unzureichende Eindringen des Präparats in die Läsion:

In dieser Studie wurde das Jod mittels eines Drucksprühgerätes auf die Veränderungen aufgebracht. Zuvor wurde zwar mit Leitungswasser gesprüht, damit eine Reinigung der verschmutzten Gliedmaße erreicht wird, was aber unter Umständen nicht gelang. Sollte dies zutreffen, konnte die Jodlösung möglicherweise nicht an den Ort der Veränderung gelangen, damit sie hier wirken kann. Weiterhin könnte der Erreger selbst in tieferen Gewebsschichten sitzen (MOTER et al. 1998), die vom Jod nicht erreicht wurden. Die in der Literatur dem Jod zugeschriebene gute Penetration (FREY u. LÖSCHER 1996b, HAPKE 1991) spricht gegen die Möglichkeit, dass das Jod nicht tief genug eingedrungen sein könnte.

2. die Einwirkzeit oder Verschmutzung:

Durch das Besprühen wurde die Läsion mit Jod nur benetzt. Somit könnte die Einwirkdauer zu kurz gewesen sein oder das Jod wurde mit Fäkalien zu stark verdünnt. Die Tiere setzten nach der Behandlung ihre Bewegung im Stall fort. Die Anwendung erfolgte zweimal täglich über einen Zeitraum von 5 Tagen. Nach Angaben des Herstellers soll die Anwendung infizierter Defektwunden in kurzen Abständen (etwa alle 6 Stunden) erfolgen, allerdings nicht länger als 8 Tage, da nach einer Anwendung über 8 Tage hinaus mit einer Stagnation der Epithelisierung zu rechnen ist.

3. die Konzentration des Präparats:

Einen positiven Effekt im Sinne einer Beschleunigung der Wundheilung entfaltet PVP-Jod bei Verwendung von Zubereitungen mit einem Wirkstoffgehalt von 1 %, während in Präparaten zur Desinfektion in der Regel 10 % Wirkstoff enthalten sind (FREY u. LÖSCHER 1996a). Auch HAPKE (1991) spricht von einer entzündungshemmenden Wirkung von Jod in Konzentrationen unter 5 %. Nach Angaben des Herstellers ist nach Behandlung mit 5 %igen und höher konzentrierten PVP-Jod-Lösungen mit einer ausgeprägten Retardierung bzw. Stagnation der Epithelisierung und damit der Wundheilung zu rechnen. Es müsste in weiteren Versuchen mit größerem Probandenmaterial, unterschiedlichen Konzentrationen und weiteren Anwendungsarten getestet werden, ob dies zur Wirksamkeit des Präparats führt.

4. die Empfindlichkeit der an der Erkrankung beteiligten Erreger:

In dieser Studie wurde die Erregerempfindlichkeit gegen Jod nicht getestet. Eventuell ist hierin das Scheitern der Jodbehandlung zu finden. Da die ätiopathogenetisch wichtigen Erreger bisher nicht eindeutig identifiziert sind, war und ist dies auch nicht möglich. Dagegen könnte man auch in Erwägung ziehen, dass nicht nur der D.d.-Erreger bekämpft werden muss, sondern auch die Haltungsbedingungen müssen betrachtet und eventuell geändert werden. D.h., die Bedeutung des Erregers wird überschätzt. Die hohe Heilungsrate bei der Anwendung von Antibiotika zeigte die Empfindlichkeit der Erreger. Allerdings wurde in der hier durchgeführten Studie auch eine hohe Rezidivrate gefunden. Es stieg die Prävalenz der M2-Läsionen von 6,3 % 10 Tage nach der Behandlung mit Chlortetracyclin-Spray auf 18,8 % nach 20 Tagen. Im gleichen Zeitraum stieg die Prävalenz von M1-Läsionen von 3,1 % auf 25,0 %.

5. pH-Einfluss:

In der Literatur wird das pH-Optimum für PVP-Jod mit 3,0 – 6,0 angegeben (FREY u. LÖSCHER 1996b). Der an den Gliedmaßen vorhandene pH-Wert wurde in dieser Studie nicht geprüft. Somit kann auch hier ein Grund für das Fehlen einer Heilung der D.d.-Läsionen liegen.

6. Anwendungsdauer:

Möglicherweise erfolgt eine Heilung unter Jodapplikation erst nach einem längeren Zeitraum als in dieser Studie gewählt. Der Beobachtungszeitraum hier wurde in Anbetracht des bei Chlortetracyclin-Spray aus der Literatur bekannten erwartenden Behandlungserfolgs festgelegt.

## **4.2 Jodverbandstudie**

Aufgrund der möglicherweise auftretenden Stagnation der Wundheilung nach einer Anwendung über 8 Tage wurde die PVP-Jod-Lösung unter Verband nach 7 Tagen entfernt. Das Ergebnis aus diesem Versuch spricht nicht eindeutig gegen die Wirksamkeit von Jod bei Dermatitis digitalis-Erkrankungen. Hier bildete sich neues Epithel auf den Defekten, unter welchem sich bei einem Tier weißes, fast abgeheiltes Epithel befand (Tier Nr. 170). Da in dieser Studie jedoch keine Kontrollgruppe zur Verfügung stand, ist eine Aussage zur Wirksamkeit nicht möglich.

Die Jodverbandstudie sollte die Vermutung untermauern, dass die Jodapplikation durch die Verschmutzung der Gliedmaßen unwirksam gewesen sein könnte. Die Verbandstudie wurde an 3 Tieren durchgeführt, die deutliche D. d.-Erscheinungen an mindestens einer Gliedmaße aufwiesen. Bei einem Tier konnte die Heilung der Läsion festgestellt werden. Die anderen beiden Tiere zeigten zu Beginn Veränderungen, die auf eine Verbesserung der Läsion schließen ließen – so hatte sich eine Hautbrücke gebildet und die Größe der Läsion hatte sich verkleinert - bei der letzten Kontrolle hatte sich die Situation aber verschlechtert und die Erosion musste antibiotisch behandelt werden.

Somit kann keine endgültige Aussage über die Wirksamkeit von Jod unter Verband getroffen werden. Es wäre wünschenswert diese Anwendung an einer größeren Gruppe von Tieren zu testen, damit die Ergebnisse abgesichert werden können. In der vorliegenden Studie sollte aber eine für Landwirte praktikable Anwendungsform getestet werden, die keine zusätzlichen, zeitintensiven Maßnahmen erfordert. Eine

Jodanwendung unter Verband übersteigt die bereits aufwändige Einzeltierbehandlung mit Antibiotika erheblich.

### **4.3 Pedometriestudie**

Die Feststellung des Bewegungsverhaltens von Milchkühen mit klinischen Symptomen der Dermatitis digitalis setzte voraus, zuerst die Anzahl der Schritte an erkrankten Tieren zu messen. Danach wurden die Tiere antibiotisch behandelt und im Falle des Behandlungserfolges gingen die genesenen Tiere als Vergleichsgruppe in die Wertung ein. Somit wurde jedes Tier mit sich selbst verglichen, wodurch die Auswertung nicht durch individuelle Unterschiede im Bewegungsverhalten verfälscht werden konnte.

#### **4.3.1 Feststellung des Behandlungserfolges**

Die vorhandenen Läsionen wurden am Versuchstag 0 mit Chlortetracyclinspray lokal behandelt. Eine Heilung sollte sich innerhalb von 2 bis 4, selten nach mehr als 8 Tagen einstellen (CHELI und MORTELLARO 1986, METZNER et al. 1995, MUMBA et al. 1998).

Innerhalb der D.d.-Einteilung konnten deutliche Veränderungen festgestellt werden. So sah man am Versuchstag 0 noch 68,8 % der Gliedmaßen mit klassischen M2-Läsionen, während dies am Versuchstag 6 nur noch 3,1 % waren und sich bereits 56,3 % in Heilung befanden. Diese Entwicklung setzte sich auch noch am Tag 10 fort. Diese Ergebnisse sprechen eindeutig für die Wirksamkeit der Behandlung mit antibiotischem Spray.

Allerdings hatten sich am Tag der Endkontrolle der Antibiotikabehandlung Rezidive gebildet, so dass der Anteil der M1- und M2-Veränderungen deutlich angestiegen war. Dies führt unweigerlich zu der Notwendigkeit die Behandlung mehrmals zu kontrollieren. Die bisher angewandte Methode der einmaligen Behandlung und Durchführung der nächste Kontrolle bei der Klauenpflege nach 6 Monaten oder möglicherweise erst einem Jahr ist damit ungenügend, die Kontrolle muss in kürzeren Abständen erfolgen. Das Auftreten von Rezidiven nach antibiotischer Behandlung wird von verschiedenen Autoren beobachtet (DIECKHOFF 1993, MERKENS et al. 1992).

Ein von OELKERS (1996) beschriebener maximal gewichteter Flächenindex maxGFI wurde in dieser Studie nicht verwendet, da dieser zwar den subjektiv geschätzten Schweregrad der Veränderung mit der objektiv gemessenen Fläche in einem Zahlenwert zum Ausdruck bringt, die Fläche aber nur in 5 Klassen eingeteilt wird, woraus wiederum nur ein mittlerer Durchmesser verwendet wird. Dies erschien zu ungenau, weshalb in dieser Studie der genaue Durchmesser jeder Läsion vermessen wurde und dann als Fläche in die Bewertungen einging.

Die Veränderung der Läsionsgröße war für alle Kontrolltage nicht signifikant. Der Mittelwert aller Läsionsflächen hatte sich nicht wesentlich verändert. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da nur die Abwesenheit jeglicher Veränderung zu einer Verkleinerung der Flächen geführt hätte, hier aber die Läsionen in Heilung mit Schorf bedeckt waren, was zu keiner Verkleinerung führte. Die Unterschiede bezüglich der Anzahl der ausgewerteten Gliedmaßen ergeben sich durch die teilweise abgeheilten

D.d.-Erscheinungen bzw. durch Veränderungen, die für eine genaue Messung zu klein waren, d.h. kleiner 0,5 cm.

Die Ergebnisse bezüglich des Score waren, wie erwartet, nach Antibiotikaapplikation gesunken (siehe Tabelle 10, Seite 48). Der Vergleich der Versuchstage 6 zu 10 war nicht signifikant. Dies war ebenfalls zu erwarten, da sich nach weiteren 4 Tagen nach antibiotischer Behandlung noch keine vollständige Abheilung der Läsionen eingestellt hatte und man besser von einem Stadium der Stagnation sprechen könnte. Alle anderen Vergleiche der Versuchstage vor und nach Behandlung brachten signifikante Ergebnisse.

#### **4.3.2 Pedometriewerte**

Eine erwartete Steigerung der Anzahl der Bewegungen der Kühe ohne klinische D.d.-Erscheinungen konnte nicht festgestellt werden (Kap. 3.3.3.5, Seite 50). Statt dessen wurde eine statistisch nicht signifikante Verminderung im Mittelwert errechnet.

Für die Auswahl der Probanden wurde mit größtmöglicher Sorgfalt vorgegangen. So wurden alle Tiere, die möglicherweise Fußungsprobleme oder andere, ihre Bewegung beeinträchtigende Erkrankung vorwies von der Zählung der Schritte ausgeschlossen. Auch der für die Errechnung des Mittelwertes gewählte Zeitraum erschien begründet, da sich nach dem Versuchstag 6 die besten Heilungsergebnisse fanden und diese sich bis zum Versuchstag 10 nicht verschlechtert hatten.

Damit die Bewegungsaktivität der Milchkühe mit und ohne D.d.-Erscheinungen verglichen werden konnte, mussten Tiere ausgewählt werden, die klinisch eindeutig an D.d. erkrankt waren und nach der Behandlung mit Antibiotika ohne Läsion waren oder sich in Heilung befanden. Dies führte zu einer Reduktion der Probanden von 12 auf 10.

Zur Auswertung der Daten wurde ein Zeitraum von 3 Tagen vor der Antibiotikaapplikation gewählt. Dies geschah, da am Tag der Behandlung (Versuchstag 0) eine Kontrolluntersuchung stattfand und hierbei die Tiere für die Pedometriestudie endgültig ausgewählt werden konnten. Außerdem wurde davon ausgegangen, dass innerhalb dieser 3 Tage vor der Kontrolluntersuchung allenfalls geringfügige Änderungen der Befunde stattgefunden haben konnten. Der Zeitraum für die Auswertung „nach Heilung“ wurde als Versuchstage 7, 8 und 9 gewählt. Am Versuchstag 6 fand die erste Kontrolle nach der Antibiotikabehandlung statt und die zweite Kontrolluntersuchung am Versuchstag 10. Ausgewertet wurden nur die Daten der Tiere, die am Versuchstag 10 keine D.d.-Erscheinungen (M5) mehr aufwiesen oder sich im Heilungsstadium (M3) befanden. Nur so konnte ausgeschlossen werden, dass Tiere mit nicht erkannten Rezidiven in die Auswertung gerieten.

Eine Einflussnahme auf die Bewegungen der Tiere kann durch externe Faktoren bestehen. Bei den Auswertungstagen vor Behandlung handelte es sich um Werktage (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag), die Auswertungstage nach Behandlung fielen auf ein Wochenende (Freitag, Samstag, Sonntag). So könnten die Tiere während der Woche von Tierärzten und Pflegern mehr getrieben worden sein, als dies am Wochenende der Fall ist, wenn weniger Personal den Stall betritt.

Die Auswertung ergab ein tendenzielles Absinken der Bewegungsaktivität über den gesamten Zeitraum. Gründe hierfür könnten darin gesehen werden, dass während der ersten beiden Wochen der Pedometrie und in der fünften und sechsten Woche ein landwirtschaftliches Praktikum stattfand, während dessen sich mehrere Studenten in den Ställen aufhielten. Eventuell könnte dies zu Unruhe bei den Tieren geführt haben. In der vierten Woche der Beobachtung wurden Tiere in den Klauenpflegestand zur Pflege getrieben. Hiervon war zwar keines der Tiere betroffen, die ein Pedometer trugen, aber auch Tiere mit Schrittzähler könnten hierdurch zu vermehrter Aktivität aufgefordert worden sein. Es muss hingegen auch angemerkt werden, dass diese Ereignisse zum Routineablauf der Versuchsfarm gehören, die Tiere dürften in ihrem Verhalten nur wenig beeinflusst worden sein.

#### **4.4 Schmerzhaftigkeit**

In einer Studie von BASSETT et al. (1990) wird von Gewichtsverlagerung von einem Fuß auf den anderen und „Unwohlsein“ berichtet. Dies könnte sich sicherlich auch in einer positiven Reaktion bei der Fingerdruckprobe auf Schmerzhaftigkeit zeigen. Die festgestellten Schmerzreaktionen bei der Druckprobe erscheinen aber mit 15,1 % von 192 Gliedmaßen gering. Auch die klassischen erosiven Veränderungen, bei welchen man an erster Stelle mit Schmerzreaktionen rechnen würde, zeigten sich hier nur in 18 von 75 Fällen als schmerzhaft. DÖPFER et al. (1997) stellten in einer Studie fest, dass klassische Ulzera nicht notwendigerweise schmerzhaft bei Druck sein müssen, besonders wurde dies bei jungen Tieren festgestellt.

Da in den letzten Jahren Lahmheiten im Zusammenhang mit dieser Krankheit im Gegensatz zu früher seltener beobachtet werden (MORTELLARO 1994), könnte dies auch ein Hinweis darauf sein, dass sich das Krankheitsbild der D.d. ändert. Dies könnte möglicherweise auch erklären, dass keine größeren Veränderungen im Bewegungsverhalten der Tiere in der vorliegenden Studie beobachtet wurden, denn Unterschiede wären vor allem durch das Verschwinden schmerzhafter Läsionen zu erwarten gewesen.

#### **4.5 Futteraufnahme**

Die Grundfutteraufnahme in kg sank im Mittelwert nach Gesundung der Tiere signifikant. Die Anzahl der Besuche am Futtertrog stieg dagegen signifikant an. Im Mittel erhöhte sich zwar die aufgenommene Krafftuttermenge von 4,8 kg vor Behandlung auf 5,4 kg nach Behandlung, dieses Ergebnis war aber nicht signifikant. Die Krafftuttermenge wird im Melkstand des Melkroboters im LVG angeboten und richtet sich nach der Milchleistung. Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Tiere durch die geringere Grundfutteraufnahme nun mehr Krafftutter aufnahmen, da nur das Grundfutter ad libitum angeboten wird. Ein Zusammenhang zwischen erhöhter Krafftuttermenge und Milchleistung wird nicht vermutet, da die Milchleistung im beobachteten Zeitraum nicht stieg.

Am Tag 5 der Studie wurde allerdings ein neues Grassilo angebrochen. Dieser Tag lag zwischen den Auswertungstagen vor Behandlung und nach Behandlung. Da möglicherweise der Trockensubstanzgehalt der neuen Grundfutterration höher lag, benötigten die Tiere Zeit, sich auf das neue Futter umzustellen und besuchten daher öfters den Futtertrog, nahmen aber nicht die gleiche Menge Futter zu sich wie zuvor. Somit könnten die beobachteten Veränderungen auf die Futterumstellung

zurückzuführen sein. Leider waren keine Informationen bezüglich der Zusammensetzung der beiden Silagen erhältlich.

#### **4.6 Überprüfung der Daten**

Die nachträgliche Selektion einer weiteren Gruppe von Tieren und die Auswertung dieser Daten im Vergleich zu den Tieren im Versuch erschien notwendig, um festzustellen, ob Tiere außerhalb des Versuchs das gleiche Verhalten bezüglich der Futteraufnahme zeigten (Abschnitt 3.3.6, Seite 56 ff.)

Die Tiere dieser Kontrollgruppe wurden anhand der gleichen Kriterien ausgewählt, wie die Tiere im Versuch. Es durften hier keine Dermatitis digitalis oder andere Krankheiten vorhanden sein. Damit eine annähernd ähnliche Gruppe vorhanden war, wurde das Laktationsstadium herangezogen und mit dem der Tiere im Versuch verglichen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Hälfte der Tiere im Versuch am Anfang der Laktation standen. Die als mögliche Kontrolltiere in Betracht kommende Tiere waren meist schon länger laktierend. Somit war die Auswahl einer Gruppe, die die gleiche Laktationsdauer wie in der Versuchsgruppe hatte, schwierig.

Dies erklärt, warum zwischen Kontroll- und Versuchsgruppe für die Auswertung von Milchleistung und Gemelken ein Unterschied besteht. Es mussten hierfür auch 10 Tiere gefunden werden, wohingegen man für die Auswertung von Grundfutteraufnahme und Anzahl der Besuche am Futtertrog nur 9 Tiere benötigte. Die beiden Gruppen mit 9 Tieren für diese Auswertung sind statistisch gleich.

Im Vergleich bezüglich der Grundfutteraufnahme vor und nach Behandlung ergibt sich das gleiche Resultat wie auch schon in der Versuchsgruppe, d.h. die Tiere nahmen weniger Futter zu sich. Ein weiteres Indiz zur Bestätigung dieses Verdachts, dass die Reduktion in der Futteraufnahme keinen Zusammenhang mit der D.d. hatte, war der ebenfalls bei den Kontrolltieren festgestellte Anstieg der Besuchsfrequenz am Futtertrog. Auch in dieser Gruppe gingen die Tiere häufiger zum Futtertrog, eventuell um festzustellen, dass sich nach wie vor nicht das gewünschte Futter im Trog befand.

Andererseits kann aus dem Vergleich auch abgeleitet werden, dass sowohl Futteraufnahme als auch Milchleistung durch D.d. nicht schwerwiegend beeinflusst werden, andernfalls hätten hier deutlichere Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe zu Tage treten sollen.

Die bezüglich der Krafffutteraufnahme festgestellten Ergebnisse zeigten, dass in dieser Gruppe die Krafffutteraufnahmemenge nach dem Behandlungszeitpunkt geringgradig gesunken, dies aber nicht signifikant war. Somit hatte sich im Vergleich zwischen dem Zeitraum vor der Behandlung zu dem nach der Behandlung keine Änderung im Fressverhalten eingestellt. Dies entspricht dem Ergebnis in der Versuchsgruppe. Vergleicht man die Versuchsgruppe und die Kontrollgruppe vor dem Behandlungszeitpunkt, so unterscheiden sie sich nicht. Nach der Behandlung zeigte sich aber ein signifikanter Unterschied, da die Versuchsgruppe hier im Mittel mehr aufgenommen hatte, die Kontrollgruppe aber weniger. Zieht man wiederum in Betracht, dass das Krafffutter in Anlehnung an die Milchleistung angeboten wird, und die Kontrollgruppe ihre Milchleistung verringert hatte, war dieses Ergebnis zu erwarten.

#### **4.7 Milchleistung und Anzahl der Gemelke**

Bezüglich der Milchleistung und der Anzahl der Gemelke am Melkroboter zeigte sich keine wesentliche Veränderung des Mittelwertes vor und nach Behandlung. Somit besteht die Möglichkeit, dass die Erkrankung keinen Einfluss auf die Milchleistung hat.

## 5. Zusammenfassung

In dieser Studie wurde die Wirksamkeit eines Poly-Vinyl-Pyrrolidon (PVP)-Jod-Komplexes zur Behandlung der Dermatitis digitalis (D.d.) überprüft. Zusätzlich wurden mögliche Zusammenhänge zwischen der D.d. und dem Bewegungsverhalten der Tiere, der Futteraufnahme und der Milchleistung untersucht.

Bezüglich der Wirksamkeit des Jodkomplexes wurde die Studie als kontrollierter Versuch angelegt. Während eines Klauenpflegekurses am LVG (Lehr- und Versuchsgut der Universität München) wurden 16 Tiere ausgewählt, bei welchen D.d. in typischer Ausprägung vorhanden war. Die Tiere der Versuchsgruppe wurden während 5 aufeinanderfolgender Tage zweimal täglich mittels eines Drucksprüngerätes zuerst mit Leitungswasser zur Reinigung, danach mit der 7,5-prozentigen Jodlösung im Zwischenklauenspalt, im Fesselbereich plantar und dorsal besprüht. Die Tiere der Kontrollgruppe erfuhren die gleiche Behandlung mit Leitungswasser. Kontrolluntersuchungen fanden 6, 10 und 20 Tage nach Behandlung statt.

Damit eine andere Applikationsform der Jod-Lösung getestet werden konnte, wurden 3 weitere Tiere mit „klassischen“, erosiven D.d.-Läsionen (M2) ausgewählt. Diesen wurde nach Reinigung und Trocknung ein mit der Jodlösung getränkter Tupfer auf die Veränderung gebracht und dieser mit einem Verband abgedeckt. Der Verband wurde am Versuchstag 7 entfernt und die Läsion überprüft und dokumentiert.

Die Untersuchung der Schritthäufigkeit wurde mittels Pedometern durchgeführt, die an den Hintergliedmaßen im Bereich des Metatarsus angebracht wurden. Die Datenerfassung zum Bewegungsverhalten erfolgte täglich einmal zu etwa gleichen Untersuchungszeitpunkten. Tage an denen Klauenkontrollen erfolgten sowie die Daten brünstiger Tiere, wurden nicht gewertet.

Die Pedometer wurden 17 Tage vor antibiotischer Behandlung angebracht. Am Versuchstag 0 erfolgte eine Untersuchung im Klauenstand, dann wurden 3 Tage lang Messungen durchgeführt. Am Tag 6 erfolgte eine erneute Kontrolle im Pflegestand. Die Läsionen wurden mit Wasser und Bürste gereinigt, getrocknet und dann mit 2 Lagen (Abstand von 30 Sekunden) eines chlortetracyclinhaltigen Sprays (Aureomycin®, Fa. Forte Dodge, Veterinär GmbH, Würselen) behandelt. An den Tagen 6, 10 und 20 wurden Kontrollen im Klauenstand vorgenommen. 10 Tiere erfüllten die Einschlusskriterien zu Beginn und über die gesamte Dauer des Versuchs. Sowohl während der Erstuntersuchung, als auch über den gesamten Beobachtungszeitraum zeigte keines der Tiere eine sichtbare Lahmheit.

Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Wiederholtes Besprühen von Läsionen mit einem 7,5 prozentigem Poly-Vinyl-Pyrrolidon-Jod-Komplex war zur Behandlung der Dermatitis digitalis unwirksam.
2. Eine Anwendung unter Verband erbrachte keinen deutlichen Erfolg.
3. Die Schrittzahl pro 24 Stunden an den 3 Tagen vor Behandlung lag im Mittel bei 3901 Schritten (Stdv. 1233), der Mittelwert über 3 Tage nach Behandlung bei 3444 Schritte (Stdv. 955) pro 24 Std. ( $p > 0,05$ ). Es konnten somit keine signifikanten Veränderungen in der Schrittzahl pro 24 Stunden beim Vergleich

der Zeiträume vor und nach einer Behandlung mit Chlortetracyclinspray bei an Dermatitis digitalis erkrankten Rindern erkannt werden.

4. Die Grundfutteraufnahme lag vor der Behandlung im Mittel bei 28,60 kg (Stdv. 6,17), nach Behandlung lag dieser Wert bei 25,43 kg (Stdv. 4,97);  $p < 0,05$ .
5. Die Anzahl der Besuche am Futtertrog lag vor der Behandlung im Mittel bei 27,93 Besuchen (Stdv. 7,58), nach der Behandlung stieg sie auf 34,6 Besuche (Stdv. 8,99);  $p < 0,05$
6. Die Kraffutteraufnahme im gleichen Zeitraum belief sich vor Behandlung auf 4,76 kg (Stdv. 1,54), nach Behandlung lag dieser Wert bei 5,37 kg (Stdv. 1,37);  $p > 0,05$ .
7. Die Änderungen in Häufigkeit und Menge der Grundfutteraufnahme pro 24 Std. stehen in keinem plausiblen Zusammenhang mit der Therapie. Möglicherweise hat ein Wechsel der Silagesilos zu einer Beeinflussung des Bewegungsverhaltens geführt.

Unter den in dieser Studie verwandten Methoden und Bedingungen konnte kein therapeutischer Effekt der PVP-Jod-Behandlung erkannt werden.

Es konnte kein Zusammenhang zwischen Erkrankung und Bewegungsaktivität und Futteraufnahme festgestellt werden.

## 6. Summary

### **Investigation of the efficacy of a Poly-Vinyl-Pyrrolidone (PVP)-Iodine complex for treatment of digital Dermatitis and behaviour in movement of dairy cows**

In this study the efficacy of a poly-vinyl-pyrrolidone-(PVP)-iodine complex to treat Dermatitis digitalis (D.d.) of Dairy cows was examined. An additional examination was done in order to see a possible connection between D.d. and behaviour in movement of the animals, food consumption and milk yield.

Regarding the test of the efficacy of the iodine complex the study was carried out as a controlled trial. During a course in routine claw-trimming at the Teaching and Experimental Farm of the University of Munich, 16 cows with typical D.d. lesions were selected for the trial. During five consecutive days all animals were sprayed twice daily with a backpack-sprayer in the area of the dorsal and plantar part of the pastern region as well as the interdigital space. The treatment group was first sprayed with tap water for cleansing and, after that with an aqueous 7,5 % iodine solution. The control group was sprayed in the same way with tap water only. Control examinations took place on trial day 6, 10 and 20.

In order to test a different mode of application of that iodine preparation, three more animals with „classical“ erosive D.d. lesions (M2) were selected. Following cleansing and drying of the lesions, a swab soaked with the PVP iodine solution and a bandage were applied. After 7 days the bandage was removed and the appearance of the lesions were examined, evaluated and documented.

Pedometers were used to evaluate the frequency of footsteps. The pedometer was fixed at the hind limb in the area of the metatarsus. The activity data were collected once daily at approximately the same examination time. Data from days with control claw examinations as well as data of cows in heat were not evaluated.

The pedometers were fixed at the hind limb 17 days prior to antibiotic treatment. On trial day 0 the animals were examined in the claw trimming chute, then activity measurements were carried out during 3 consecutive days. At day 6 another control took place in claw trimming chute. The lesions were cleaned with water and a brush, dried and covered with 2 layers of a spray containing chlortetracyclin (Aureomycin® Fa. Forte Dodge, Veterinär GmbH, Würselen). The second layer was applied 30 seconds after the first. Controls took place on day 6, 10 and 20 in the chute. 10 animals complied with the selection criteria at the beginning and during the whole duration of the trial. Both during the first examination and during the whole observation period none of the animals was noticeably lame.

The following results were achieved:

1. Repeated spray treatment of D.d. lesions with a 7,5 % poly-vinyl-pyrrolidone-iodine complex was ineffective to treat Dermatitis digitalis.
2. The use of the solution under a bandage did not show a clear success.
3. During three days before a treatment the number of steps in 24 hours was 3901 steps on average (Stdv. 1233), the mean value during 3 days after treatment was 3444 steps (Stdv. 955) in 24 hours ( $p > 0,05$ ). Thus, no

significant changes in the number of steps per 24 hours have been found in cows suffering from Dermatitis digitalis when comparing the period of time before and after a treatment with a spray containing chlortetracyclin.

4. Roughage intake was 28,60 kg (Stdv. 6,17) on average before treatment, and 25,43 kg (Stdv. 4,97) after treatment;  $p < 0,05$ .
5. The number of visits to the feeding trough was 27,93 (Stdv. 7,58) on average prior to treatment, after treatment it increased to 34,6 visits (Stdv. 8,99);  $p < 0,05$ .
6. The consumption of feed concentrate during the same period of time was 4,76 kg (Stdv. 1,54) prior to treatment, and 5,37 kg (Stdv. 1,37) after treatment;  $p > 0,05$ .
7. The changes in the frequency and in the amount of roughage intake per 24 hours are not connected plausibly with the therapy. Possibly the animals' activity has been influenced by a change to another silage silo.

There was no indication of a therapeutic effect of the PVP-iodine treatment under the methods and conditions used in this study.

There was no connection between disease, activity and feed intake.

## 7. Literaturverzeichnis

- Argaez-Rodriguez, F. de J., D. W. Hird, J. H. de Anda, D. H. Read und A. Rodriguez-Lainz.** 1997. Papillomatous digital dermatitis on a commercial dairy farm in Mexicali, Mexico : Incidence and effect on reproduction and milk production, Preventive Veterinary Medicine. 32:275-286
- Bargai, U.** 1998. Digital dermatitis, interdigital dermatitis and heel horn erosion – Are these separate diseases? S. 265, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Basset, H. F., M. L. Monaghan, P. Lenhan, M. L. Doherty und M. E. Carter.** 1990. Bovine digital dermatitis, Veterinary Record. 126: 164-165
- Berg, J. N. und R. W. Loan.** 1975. Fusobacterium necrophorum und Bacteroides melaninogenicus as etiologic agents of foot rot in cattle, American Journal of Veterinary Research, 36(08):1115-22
- Berry, S. L., D. H. Read, R. L. Walker.** 1998. Topical treatment with Oxytetracycline or Lincomycin HCL for papillomatous digital dermatitis: Gross and histological evaluation. S. 291-292, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Berry, S. L., T. W. Graham, A. Mongini und M. Arana.** 1999. The efficacy of Serpens spp. Bacterin combined with topical administration of Lincomycin Hydrochlorid for treatment of papillomatous digital dermatitis (Footwarts) in Cows on a dairy in California, The Bovine Practitioner. Vol. 33, No. 1. 6-11
- Blowey, R. W.** 1987. Digital dermatitis in dairy cattle. The Veterinary Record. 121:311
- Blowey, R. W. und M. W. Sharp.** 1988. Digital dermatitis in dairy cattle, The Veterinary Record. 122:505-508
- Blowey, R. W.** 1990a. Description and diagnosis of superficial digital lesions in dairy cattle. S. 55-58, 6<sup>th</sup> International Symposium on Diseases of the Ruminant Digit, Br. Vet. Cattle Assoc., Liverpool, Great Britain
- Blowey, R. W.** 1990b. Digital dermatitis control. The Veterinary Record. 126:120
- Blowey, R. W.** 1994a. Interdigital cause of lameness. S. 142-154, Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Diseases of the Ruminant Digit, Banff, Canada
- Blowey, R. W.** 1994b. Studies on the pathogenesis and control of digital dermatitis. S. 168-173, Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Diseases of the Ruminant Digit, Banff, Canada
- Blowey, R. W., S. H. Done und W. Cooley.** 1994a. Observations on the pathogenesis of digital dermatitis in cattle. The Veterinary Record. 135:115-117
- Blowey, R. W., S. D. Carter, A. G. White und A. Barnes.** 1994b. Borrelia burgdorferi infections in UK cattle: a possible association with digital dermatitis. The Veterinary Record. 135:577-578
- Blowey, R. W. und S. H. Done.** 1995. Failure to demonstrate histological changes of digital or interdigital in biopsies of slurry heel. The Veterinary Record. 137:379-381
- Blowey, R. W., C. Davis, D. Kratzer, P. Michanek, S. van Oye, C. Klupiek.** 1998. Local application of lincomycin for treatment of digital dermatitis. S. 276-277, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Blowey, R. W.** 2000. Control of digital dermatitis. The Veterinary Record. 146(10):295
- Borgmann, I. E., J. Bailey und E.G. Clark.** 1996. Spirochete-associated bovine digital dermatitis. Canadian Veterinary Journal. 37:35-37

- Brentrup, H. und W. Adams.** 1990. Klinische Aspekte der Dermatitis digitalis beim Rind. Tierärztliche Umschau. 45: 311-316
- Britt, J. S., J. Gaska, E.F. Garrett, D. Konkle und M. Mealy.** 1996. Comparison of topical application of three products for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cattle. JAVMA. 209:1134-1136
- Brizzi, A.** 1993. Bovine Digital Dermatitis. The Bovine Practitioner. 27:33-36
- Brizzi, A., P. Anfossi und P. Roncada.** 1993. Topical treatment of bovine digital dermatitis and residues of oxytetracycline in blood and milk. British Cattle Vet. Sept. 1993
- Brown, C. C, P. D. Kilgo, K. L. Jacobsen.** 2000. Prevalence of papillomatous digital dermatitis among culled adult cattle in the southeastern United States. American Journal Veterinary Record. 61:928-930
- Cheli, R. und C. M. Mortellaro.** 1974. La dermatite digitale del bovino. S. 208-213, Proc. 8th International Conference on the Diseases of Cattle, Milano, Italy
- Cheli, R., F. Addis and C. M. Mortellaro.** 1980. Le lesioni digitali del bovino. S. 75-79, Piacenza
- Cheli, R. und C. M. Mortellaro.** 1986. Digital dermatitis today and tomorrow. S. 8-15, Proc. 5th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, College of Veterinary Medicine, University of Missouri, Columbia, USA, Dublin, Ireland
- Choi, B.-K., H. Nattermann, S. Grund, W. Haider und U. B. Göbel.** 1997. Spirochetes from digital dermatitis lesions in cattle are closely related to treponemes associated with human periodontitis. International Journal of Systematic Bacteriology. 47:175-181
- Clark, P. J.** 1990. Digital dermatitis control. The Veterinary Record. 126:200
- Cornelisse, J. L., D. J. Peterse und E. Toussaint Raven.** 1981. Een nieuwe aandoening aan de ondervoet van het rund. Dermatitis digitalis? Tijdschrift Diergeneeskunde. 106:453-454
- Cornelisse, J. L., A. J. A. M. van Asten, D. J. Peterse und E. Toussaint Raven.** 1982. Campylobacter faecalis as a participator of the bacterial flora of dermatitis digitalis in cows. S. 1-3, Proc. 4<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant digit, Societé Francaise de Buiatrie, Paris – Maisons Alfort, France
- Del Bue, M. und G. Mazzochi.** 1982. The cryosurgery as therapie of hoof diseases of cattle. S 233-241, Proc. 4<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant digit, Societé Francaise de Buiatrie, Paris – Maisons Alfort, France
- Demirkan, I., S. D. Carter, C. A. Hart and M. J. Woodward.** 1999. Isolation and cultivation of a spirochaete from bovine digital dermatitis. The Veterinary Record. 145:497-498
- Dieckhoff, H.-J.** 1993. Mortellaro – eine sehr unangenehme Klauenerkrankung in vielen Milchviehbeständen. Milchpraxis 31. Jg. (1) 1993, S. 8-10
- Döpfer, D.** 1994. Epidemiological investigations of digital dermatitis on two dairy farms. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.
- Döpfer, D., A. Koopmans, F. A. Meijer, I. Szakáll, Y. H. Schukken, W. Klee, R. B. Bosma, J. L. Cornelisse, A. J. A. M. van Asten und A. A. H. M. ter Huurne.** 1997. Histological and bacteriological evaluation of digital dermatitis in cattle, with special reference to spirochaetes and Campylobacter faecalis. The Veterinary Record. 140:620-623
- Döpfer, D. und W. Willemen.** 1998. Standardisation of infectious claw diseases. S. 252, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz

- Dreher, M. 1999.** Investigations of digital dermatitis on dairies in Germany and Michigan. Inaugural dissertation, Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München
- Edwards, A. M., D. Dymock, H. F. Jenkinson. 2003.** From tooth to hoof: treponemes in tissue-destructive diseases. *Journal of Applied Microbiology*. 94(5):767-80
- Espinasse, J., M. Savey, C. M. Thorley, E. Toussaint Raven und A. D. Weaver. 1984.** Colour atlas on disorders of cattle and sheep digits. La Société Française de Buiatrie, Paris-Maisons Alfort, France
- Frankena, K., E. N. Strassen, J. P. Noordhuizen, J. O. Goelema, J. Schipper, H. Smelt and H. Romkema. 1990.** Prevalence of lameness and risk indicators for dermatitis digitalis (Mortellaro disease) during pasturing and housing of dairy cattle. *Soc. for Vet. Epid. and Prev. Med.*, London Great Britain, S. 107-118
- Frey, H.-H., W. Löscher. 1996a.** Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 452
- Frey, H.-H., W. Löscher. 1996b.** Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 581
- Fürstenberg, L., J. Lühr und B. Gottheit. 1996.** Brunsterkennung mit Hilfe von Pedometer-Transpondern. *Der praktische Tierarzt* 4, S. 330-333
- Graham, P. D. 1994.** A survey of digital dermatitis treatment regimes used by veterinarians in England and Wales. S. 205-206, Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Banff, Canada
- Grund, S., H. Nattermann und F. Horsch. 1995.** Zum elektronenmikroskopischen Spirochäten-Nachweis bei der Dermatitis digitalis des Rindes. *J. Vet. Med. B.* 42:533-542.
- Guard C. L. 1993.** Digital Warts. *AABP Newsletter*. Feb. 1993, S. 4
- Günther, M. 1991.** Klauenkrankheiten. 5. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena, S. 97
- Hanna, P., J. Lofstedt und P. Duivenvoorden. 1994.** Papillomatous digital dermatitis in Canadian dairy herd. *Can Vet Journal*. 35:657
- Hemling, T. C. und J. Lampe. 1997.** Field trial models for the evaluation of hairy wart treatment products. S. 171-174. Proc. 30<sup>th</sup> annual conference american association of bovine practitioners, Montréal, Québec, Canada
- Hernandez, J., J. K. Shearer und J. B. Elliot. 1999.** Comparison of topical application of oxytetracycline and four nonantibiotic solutions for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cows. *JAVMA*, Vol. 214, No. 5, S. 688-690
- Hernandez, J., J. K. Shearer und D.W. Webb. 2002.** Effect of lameless on milk yield in dairy cows. *Journal American Med Association*. 220(5):640-4
- Hird D., A. Rodriguez-Lainz, D. Read, F. Arguez-Rodriguez und J. H. de Anda. 1998.** Field studies of papillomatous digital dermatitis in Southern California and Northern Baja. S. 272-273, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Holdsworth, R. J. und N. A. R. Markillie. 1982.** Evaluation of pedometers for oestrus detection in dairy cows. *The Veterinary Record*, 111:116
- Kehler, W. 1994.** Mortellaro (Dermatitis digitalis): Eine bedeutende Klauenerkrankung. *RSA Magazin*, Herbst 1994, S. 28-30
- Keulen, K. A. S. van, J. Spaans und A. Pijpers. 1992.** The antimicrobial activity of two tetracyclines and lincomycin in walk-through footbaths for dairy cattle; a longitudinal study. Proc. 7<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant digit, Rebild, Denmark

- Koch, K., F. Pirchner und F. Graf.** 1995, Physiologische Parameter und Bewegungsaktivität bei Fleckvieh und bei Schwarzbunten während eines Almsommers. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift, 108:1-7
- Koniarova, I., A. Orsag und V. Ledecsky.** 1993. Dermatitis digitalis et interdigitalis. Veterinary Medicine. 38:581-588
- Kühn, T.** 1996. Bestandsbetrachtungen im Zusammenhang mit der Immunisierung gegen Dermatitis digitalis. Praktischer Tierarzt. 77, S. 1011-1014
- Kyllar, V., A. Necas, K. Saalova, J. Voprsal.** 1990. Dermatitis digitalis beim Rind. Vet. 1990, Nr. 3, S. 8-10
- Laven, R. A., M. J. Proven.** 2000. Use of an antibiotic footbath in the treatment of bovine digital dermatitis. The Veterinary Record. 147: 503-506
- Leist, G. und R. Rudolph.** 1996. Dermatitis digitalis: A histopathological evaluation and some new aspects in the pathogenesis of a multifactorial disease. Proc. 19<sup>th</sup> Congress World Association for Buiatrics, Edinburgh 1996, S. 576-579
- McLennan, M. W. und R. A. McKenzie.** 1996. Digital dermatitis in a fresian cow. Australian Veterinary Journal, Vol. 74, No. 4, S. 314-315
- Merkens, H. W., H. R. Suichies, E. N. Noordhuizen-Stassen, und T. G. J. M. Lam.** 1992. Dermatitis digitalis? The effect of treatment in a chronically contaminated farm. Proc. 7<sup>th</sup> International Symposium on disorders of the Ruminant Digit, Rebild, Denmark
- Metzner M., D. Döpfer, R. Pijl und W. Kehler.** 1995. Dermatitis digitalis des Rindes: klinisches Bild, Epidemiologie und Maßnahmen. Praktischer Tierarzt. 76, Sondernr. Collegium veterinarium XXV, S. 46-50
- Monaghan, M., H. Bassett und F. O'Keeffe.** 1989. Bovine digital dermatitis. Irish Veterinary News, April 1989, S. 9-10
- Mortellaro, C. M.** 1994. Digital dermatitis. Proc. 8th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Banff, Canada 1994, S. 137-141
- Mortellaro, C. M., R. Cheli, E. Toussaint Raven und J. L. Cornelisse.** 1985. Dermatitis digitalis bij het rund. Pro Veterinario. 3, S. 11
- Mortellaro, C. M., S. Romussi und G. Scavia.** 1994. Preliminary report on the onset and evolution of digital skin diseases in a group of 32 heifers. Proc. 8th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Banff, Canada 1994, S. 177-179
- Moter A., G. Leist, R. Rudolph, K. Schrank, B.-K. Choi, M. Wagner, U. B. Göbel.** 1998. Fluorescence in situ hybridization shows spatial distribution of as yet uncultured treponemes in biopsies from digital dermatitis lesions. Microbiology. 144: 2459-2467
- Mumba T., D. Döpfer, C. Kruitwagen, M. Dreher, W. Gaastra und B. A. M. van der Zeijst.** 1999. Detection of Spirochetes by Polymerase Chain Reaction and its relation to the course of digital dermatitis after local antibiotic treatment in dairy cattle. Zentralblatt Veterinärmedizin, 46(2):117-26
- Murray, R. D., D. Y. Downham, M. J. Clarkson, W. B. Faull, J. W. Hughes, F. J. Manson, J. B. Merrit, W. B. Russell, J. E. Sutherst, W. R. Ward.** 1996. Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. The Veterinary Record. 138:586-591
- Nattermann, H. und L. Jäkel.** 1994. Die Dermatitis digitalis des Rindes (Mortellaro) – eine problematische Klauenerkrankung. VET Impulse. 3:13
- Nattermann, H., K. Schrank, S. Grund und U. B. Göbel.** 1998. Ätiologie der Dermatitis digitalis des Rindes. 3. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, Oktober 1998, S. 82-83

- Nattermann, H., K. Schrank, W. Haider, D. H. Read.** 2000. Dermatitis digitalis des Rindes. *Grosstierpraxis*. 3/2000: 6-14
- Nutter, W. T. und J. A. Moffitt.** 1990. Digital dermatitis control. *The Veterinary Record*. 126:200-201
- Nowrouzian, I. und S. Zareii.** 1998. Comparison of two application forms of Lincomycin HCL for group treatment of digital dermatitis in dairy cows. S. 287-288, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Oelkers, B.** 1996. Untersuchungen zur Wirksamkeit bestandsspezifischer Vakzinen gegen Dermatitis digitalis des Rindes in zwei Milchviehbetrieben. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.
- Pennington, J. A., J. L. Albright und C. J. Callahan.** 1986. Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and pedometer measurements. *Journal of Dairy Science*. 69:2925-2934
- Peterse, D. J., J. L. Cornelisse und E. Toussaint Raven.** 1982. Dermatitis digitalis. S. 830-832. Proc. 12<sup>th</sup> World Congress on Disease of Dairy Cattle. Dutch Section of the World Association for Buiatrics, Utrecht, Amsterdam, Niederlande
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1992. Digital papillomatosis in a Californian dairy herd. Proc. 7<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Rebild, Denmark
- Read, D. H., R. L. Walker, A. E. Castro, J. P. Sundberg und M. C. Thurmond.** 1992. An invasive spirochaete associated with interdigital papillomatosis of dairy cattle. *The Veterinary Record*. 130:59-60
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1994a. Papillomatous digital dermatitis and associated lesions of dairy cattle in California: pathologic findings. Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant digit, S. 156-158, Banff, Canada
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1994b. Papillomatous digital dermatitis and associated lesions of dairy cattle in California: clinical characteristics. S. 159-163, Proc. 8<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant digit, Banff, Canada
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1998a. Papillomatous digital dermatitis (footwarts) in California dairy cattle: clinical and gross pathologic findings. *Journal of Veterinary Diagn. Invest.* 10:67-76
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1998b. Comparison of papillomatous digital dermatitis and digital dermatitis of cattle by histopathology and immunohistochemistry. S. 268-269, Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Read, D. H. und R. L. Walker.** 1998c. Experimental transmission of papillomatous digital dermatitis (footwarts) in cattle. S. 270 Proc. 10<sup>th</sup> International Symposium on Lameness in Ruminants, Luzern, Schweiz
- Rebhun, W. C, R. M. Payne, J. M. King, M. Wolfe und S. N. Begg.** 1980. Interdigital Papillomatosis in dairy cattle. *JAVMA*. 177:437-438
- Rijkema, S. G. T., G. P. David, S. L. Huges, M. J. Woodward.** 1997. Partial identification of spirochaetes from two dairy cows with digital dermatitis by polymerase chain reaction analysis of the 16S ribosomal RNA gene. *The Veterinary Record*. 140: 257-259
- Rodriguez-Lainz, A., P. Melendez-Retamal, D. W. Hird, D. H. Read und R. L. Walker.** 1999. Farm- and host-level risk factors for papillomatous digital dermatitis in Chilean dairy cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 42:87-97

- Rosenberger G.** 1994. Infektionskrankheiten. In G. Rosenberger (Hrsg.) Krankheiten des Rindes. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Deutschland
- Rousseau, J.-F.** 1992. Dermatite digitée: A pied d'oevr. La Semaine vétérinaire. 640 :28
- Roztocil, V., L. Uрман, T. Rusek und E. Beránková.** 1988. Vorkommen und Bekämpfung von Dermatitis digitalis des Rindes in Milchkuh-Großanlagen. Mh. Vet. Med. 43:539-539
- Sabo, J., A. Hudac, E. Fendtova.** 1988. Ökologie anaerober sporenloser Bakterien in Beziehung zu Dermatitis digitalis bei Rindern. Veter. Med. (Praha). 33(5):265-272
- Scavia, G., G. Sironi, C. M. Mortellaro, S. Romussi.** 1994. Digital dermatitis: further contributions on clinical and pathological aspects in some herds in northern Italy. S. 174-176, Proc. 8th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Banff, Canada 1994
- Schmitt, M.** 1997. Untersuchungen über die Wirksamkeit einer Mischvakzine aus Anaerobierisolaten zur Bekämpfung der Dermatitis digitalis des Rindes. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Diss.
- Schrank, D. und J. Gruner.** 1989. Dermatitis digitalis (Foot-rot) beim Rind. Mh Vet.-Med. 44:104-106
- Schrank K., B.-K. Choi, S. Grund, A. Moter, K. Heuner, H. Nattermann, U. B. Göbel.** 1999. Treponema brennaborensis sp. nov., a novel spirochaete isolated from a dairy cow suffering from digital dermatitis. International Journal of Systematic Bacteriology. 49:43-50
- Shearer, J. K. und J. B. Elliott.** 1998. Papillomatous Digital Dermatitis: Treatment and control strategies – Part I. Comp. Food Animal. 20:158-166
- Shearer, J. K. und J. Hernandez.** 2000. Efficacy of two modified nonantibiotic formulations (Victory) for treatment of papillomatous digital dermatitis in dairy cows. Journal of Dairy Science. 83:741-745
- Sheldon, I. M.** 1994. Digital and interdigital dermatitis in dairy cattle. The Veterinary Record. 134:559-560
- Smits, M. C. J., K. Frankena, J. H. M. Metz und J. P. T. M. Noordhuizen.** 1992. Prevalence of digital disorders in zero-grazing dairy cows. Livestock Production Science. 32:231-244
- Toussaint Raven, E.** 1985. Cattle footcare and claw trimming. Farming Press, Ipswich, UK.
- Van Amstel, S. R., S. van Vuuren und C. L. C. Tutt.** 1995. Digital dermatitis: Report of an outbreak. South African Veterinary Association. 66:177-181
- Walker, R. L., D. H. Read, K. J. Loretz, R. W. Nordhausen.** 1995. Spirochetes isolated from dairy cattle with papillomatous digital dermatitis and interdigital dermatitis. Veterinary Microbiology. 47:343-355
- Wallis, J. L., D. M. Wallis, H. J. Ward.** 1997. Recent findings in study of papillomatous digital dermatitis. JAVMA, Vol. 211, No. 8, S. 981-982
- Weaver, A. D.** 1991. Digital dermatitis in cattle. Association of Veterinary Teachers and Research Workers, Annual Congress, Scarborough, England
- Weaver, A. D.** 1992. Bovine digital papillomatosis. Proc. 7<sup>th</sup> International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Rebild, Denmark
- Weaver, A. D.** 1993. Symposium on bovine digital problems. The Bovine Practitioner, No. 27, S. 28-31
- Weaver, A. D.** 1994. Digital papillomatosis and digital dermatitis in cattle. Veterinary Annual. 34:20-27

- Wells, S. J., L. P. Garber, B. A. Wagner.** 1999. Papillomatous digital dermatitis and associated risk factors in US dairy herds. Preventive Veterinary Medicine. 38:11-24
- Williams, W. F., D. R. Yver, T. S. Gross.** 1981. Comparison of Estrus detection techniques in dairy heifers. Journal of Dairy Science. 64:1738-1741
- Yeruham, I., S. Perl.** 1998. Clinical aspects of an outbreak of papillomatous digital dermatitis in a dairy cattle herd. J. S. Afr. Vet. Assoc. 69(3):112-115

## 8. Anhang

### Übersicht 4: Kodierung der im Erfassungsbogen aufgezeichneten Daten und Befunde

<b>Spalte</b>	<b>Parameter</b>	<b>Code</b>
A=	Tier	Herdbuchnummer des Tieres
B=	Gliedmaße	1 = VL 2 = VR 3 = HL 4 = HR
C=	Datum	Untersuchungstag
D=	untersucht von	
E=	BCS	Body Conditioning Score
F=	Körperumfang	
G=	Winkel der Klaue	1 = vergrößert 2 = normal (45°) 3 = verkleinert
H =	Klauensymmetrie	1 = sym. 2 = lat. vergrößert 3 = med. vergrößert
I =	Grad der Lahmheit	1 = nicht lahm 2 = leichte L. 3 = deutliche L.
J =	Lahmheit verursachendes Bein	1 = VL 2 = VR 3 = HL 4 = HR 5 = keine L.
K =	Schmerz Palpation	bei 1 = nein 2 = ja, leicht 3 = deutlich
L =	Diff.-diagnose: Laminitis	1 = leichte rote Verfärbung 2 = klare rote Verfärbung 3 = Hämorrhagien im Horn und offene Verbindung zwischen Pododerm und Umgebung 4 = keine Laminitis oder leichte gelbe Verfärbung
M =	Diff.-diagnose: Interdigitale Phlegmone	1 = keine Phlegmone 2 = offene Phlegmone 3 = geschlossene Phlegmone

N =	Diff.-diagnose: Dermatitis interdigitalis		1 = Horn leicht unterminiert, Haut etwas geschwollen 2 = große Klüfte im Ballenhorn 3 = Verschwinden des weichen Horns, Pododerm freigelegt 4 = keine D.i.-Symptome
O =	Dermatitis digitalis - Stadium		1 = M1 - beginnende D.d. 2 = M2 - max. Läsion, "typische" D.d. 3 = M3 - D.d.-Läsion in Abheilung 4 = M4 - undefinierbare Läsion 5 = keine D.d.-Symptome
P =	Dermatitis digitalis - Symptome		1 = keine Symptome 2 = Hyperämie 3 = Ödem 4 = zirkuläre Läsion, skinlevel 5 = zirkuläre Läsion, unterhalb skinlevel 6 = verrucous 7 = proliferativ 8 = gran / glatt 9 = ulcerativ 10 = ulcerativ mit Fäden 11 = nach 10, ohne Fäden 12 = Schorf
Q =	Ort der Läsion		1 = keine Läsion 2 = Ballen 3 = lateraler Kronsaum 4 = interdigitalspalt 5 = kranialer Kronsaum 6 = Ballen + Interdigitalspalt 7 = Ballen + kranialer Kronsaum 8 = kranialer Kronsaum + Interdigitalspalt
R =	Größe der Läsion		1 = keine Läsion 2 = 0 - 0.5 cm 3 = > 0.5 - 2.0 cm 4 = > 2.0 - 4.0 cm 5 = > 4 cm
S =	Größe in cm		
T =	Schwellung gesamten Fuß	am	1 = nein 2 = ja
U =	Schwellung Ballen	am	1 = nein 2 = ja

V =	Schwellung interdigital	1 = nein 2 = ja
W =	Schwellung lateral	1 = nein 2 = ja
X =	Schwellung kranial	1 = nein 2 = ja
Y =	Hautfarbe	1 = normal 2 = rot
Z =	Geruch (stechend)	1 = nein 2 = ja
AA =	Aussehen der Hautoberfläche	1 = normal, glatt 2 = abnormal
AB =	Schorf vorhanden	1 = nein 2 = ja
AC =	Erosion vorhanden	1 = nein 2 = ja
AD =	Verdickung vorhanden	1 = nein 2 = ja
AE =	Proliferation vorhanden	1 = nein 2 = ja
AF =	Pigmentierung vorhanden	1 = nein 2 = ja
AG =	weißer epithelialer Saum vorhanden	1 = nein 2 = ja
AH =	Hornwachstum	1 = normal 2 = vermehrt 3 = vermindert
AI =	Haarlänge	1 = normal 2 = verlängert 3 = aufgestellt
AJ =	Haarstellung um die Läsion	1 = normal 2 = aufgestellt 3 = verklebt
AK =	Exsudation vorhanden	1 = nein 2 = ja
AL =	Art der Exsudation	1 = serös 2 = seromukös 3 = mukopurulent 4 = blutig

		5 = kein Exsudat
AM =	Erosion: rot	1 = nein 2 = ja
AN =	Erosion: weiß	1 = nein 2 = ja
AO =	Erosion: konkav	1 = nein 2 = ja
AP =	Erosion: flach	1 = nein 2 = ja
AQ =	Erosion: proliferativ- filamentös	1 = nein 2 = ja
AR =	Erosion: proliferativ- massiv	1 = nein 2 = ja
AS =	Interdigitalspalt: normal	1 = ja 2 = nein
AT =	Id-spalt: rauh	1 = nein 2 = ja
AU =	Id-spalt: faltig	1 = nein 2 = ja
AV =	Id-spalt: warzig	1 = nein 2 = ja
AW =	Id-spalt: Erosion	1 = nein 2 = ja
AX =	Id-Erosion:	1 = trocken 2 = feucht 3 = normal
AY =	Id-Erosion: Farbe	1 = grau 2 = grau-rot 3 = rot 4 = normal
AZ =	Id-Erosion: Größe	1 = keine Läsion 2 = 0 - 0.5 cm 3 = > 0.5 - 2.0 cm 4 = > 2.0 - 4.0 cm 5 = > 4 cm
BA =	Hämorrhagie	1 = nein 2 = ja
BB =	Zone der Lokalisation der H.	1 = Zone 1 2 = Zone 2 3 = Zone 3 4 = Zone 4 5 = Zone 5 6 = Zone 6

- 7 = keine H.
- BC = Tylom (Limax): 1 = nein  
2 = ja
- BD = Lose Wand / Inf.  
der weißen Linie: 1 = nein  
2 = lose Wand  
3 = Infektion
- BE = Sohlengeschwür: 1 = nein  
2 = ja
- BF = Ballenhornerosion: 1 = nein  
2 = ja
- BG = Line / Riß 1 = normal  
2 = line  
3 = Riß
- BH = Sohlenquetschung: 1 = nein  
2 = orange Verfärbung  
3 = ggr. rote Verfärbung  
4 = mgr. rote Verfärbung  
5 = hgr. rote Verfärbung  
6 = blutig
- BI = Zone der  
Sohlenquetschung: 1 = Zone 1  
2 = Zone 2  
3 = Zone 3  
4 = Zone 4  
5 = Zone 5  
6 = Zone 6  
7 = keine

**Tabelle 11: Prävalenzen der Jodbehandlung****Versuchstag 0**

	Jodgruppe		Kontrollgruppe	
	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1 + M2 + M3 + M4)	14	93,3 %	14	87,5 %
M1	3	20,0 %	2	12,5 %
M2	11	73,3 %	12	75,0 %
M3	0	0,0 %	0	0,0 %
M4	0	0,0 %	0	0,0 %
M5	1	6,7 %	2	12,5 %
	15	100,0 %	16	100,0 %

**Versuchstag 6**

	Jodgruppe		Kontrollgruppe	
	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1 + M2 + M3 + M4)	15	100,0 %	15	93,8 %
M1	3	20,0 %	3	18,7 %
M2	10	66,7 %	11	68,8 %
M3	0	0,0 %	0	0,0 %
M4	2	13,3 %	1	6,3 %
M5	0	0,0 %	1	6,3 %
	15	100,0 %	16	100,0 %

**Versuchstag 10**

	Jodgruppe		Kontrollgruppe	
	Anzahl	in Prozent	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1 + M2 + M3 + M4)	15	100,0 %	14	87,5 %
M1	3	20,0 %	1	6,2 %
M2	10	66,7 %	12	75,0 %
M3	0	0,0 %	0	0,0 %
M4	2	13,3 %	1	6,3 %
M5	0	0,0 %	2	12,5 %
	15	100,0 %	16	100,0 %

**Tabelle 12:** Prävalenzen der Antibiotikabehandlung**Versuchstag 0**

	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1+ M2 + M3 + M4)	29	90,6 %
M1	4	12,5 %
M2	22	68,8 %
M4	3	9,4 %
M3	0	0,0 %
M5	2	6,3 %
nicht einsehbar	1	3,1 %
	32	100,0 %

**Versuchstag 6**

	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1+ M2 + M3 + M4)	26	81,3 %
M1	1	3,1 %
M2	1	3,1 %
M4	6	18,8 %
M3	18	56,3 %
M5	5	15,6 %
nicht einsehbar	1	3,1 %
	32	100,0 %

**Versuchstag 10**

	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1+ M2 + M3 + M4)	27	84,4 %
M1	1	3,1 %
M2	2	6,3 %
M4	6	18,8 %
M3	18	56,3 %
M5	5	15,6 %
	32	100,0 %

**Versuchstag 20**

	Anzahl	in Prozent
D.d. (=M1+ M2 + M3 + M4)	21	65,6 %
M1	8	25,0 %
M2	6	18,8 %
M4	4	12,5 %
M3	3	9,4 %
M5	11	34,4 %
	32	100,0 %

## 9. Lebenslauf

Name: Monika Christine Esch

Adresse Rettenbach 2  
84181 Neufraunhofen  
Tel. 08742-908618

Geburtsdatum: 19.12.1964 in Starnberg

Schulbesuch: 1983 – 1984 Fachoberschule Landshut

Studium: 1984 – 1988 Fachhochschule Landshut  
Betriebswirtschaft  
Abschluss: Diplom-Betriebswirt

1993 – 1999 Ludwig-Maximilian-Universität München  
Veterinärmedizin

Berufliche Tätigkeit: 1988 - 1992 Angestellte der Firma Texas Instruments,  
Freising und der Firma Avnet E2000, München als  
Betriebswirt

Sept. 1999 - 2001 Doktorand der II. Medizinischen  
Tierklinik, Oberschleißheim

März 2001 – Aug. 2001 Assistent der Praxis Koch und  
Viehweger, Freising

Seit Sept. 2001 Angestellte der Fa. Minitüb, Tiefenbach

## **10. Danksagung**

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Klee und Herrn Dr. Metzner für die Überlassung des interessanten Themas und der jederzeit gewährten Unterstützung bei der Durchführung der Studie. Sie brachten mir immer ihre unermüdliche Hilfsbereitschaft entgegen.

Ein weiterer Dank an die Assistenten und Doktoranden der Tierklinik, Oberschleißheim für die fruchtbaren Diskussionen.

Bei der Fa. Albrecht, Aulendorf, insbesondere Herrn Dr. Albrecht und Herrn Dr. Moll, möchte ich mich herzlich für die finanzielle Unterstützung und die Bereitstellung des Arbeitsmaterials bedanken.

Ein Dankeschön gilt auch allen Mitarbeitern im LVG, Oberschleißheim für die tatkräftige Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen und Bereitstellung von Datenmaterial.

Einen großen Dank auch an meinen Lebensgefährten Frank und meine beste Freundin Monika für die ständige Aufmunterung und Unterstützung.