

*Aus der Klinik für Klauentiere
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin*

**Untersuchungen zum Auftreten
der Schwanzspitzennekrose bei Mastbullen**

INAUGURAL-DISSERTATION



zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
-Doctor medicinae veterinariae-
(Dr. med.vet.)
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Paul Kordowitzki
Tierarzt aus Olsztyn/Polen

Berlin 2015

Journal-Nr.: 3910

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches der Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan : Univ.-Prof. Dr. med. vet. Jürgen Zentek
Erster Gutachter : Univ.-Prof. Dr. med. vet. Kerstin E. Müller
Zweiter Gutachter : Univ.-Prof. Dr. med. vet. Johanna Plendl
Dritter Gutachter : Univ.-Prof. Dr. med. vet. Christa Thöne-Reinecke

Deskriptoren (nach CAB Thesaurus):

cattle, Simmental, Holstein, bull finishing, animal welfare, tail, necrosis, pH, stocking density,
clinical examination, blood sampling

Tag der Promotion: 23.11.2015

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i>	1
2	<i>Literatur</i>	2
2.1	Der Schwanz des Rindes	2
2.1.1	Anatomie.....	2
2.1.2	Histologie.....	5
2.2	Begriffsbestimmung „Schwanzspitzennekrose“	5
2.2.1	Epidemiologie.....	7
2.2.2	Hypothesen zur Ätiologie und Pathogenese.....	7
2.2.3	Diagnose.....	9
2.2.4	Differentialdiagnosen	10
2.2.4.1	Furunculosis cutis caudae	10
2.2.4.2	Ergotismus und Mykotoxikose	11
2.2.4.3	Parasitäre Erkrankungen	12
2.2.4.4	Sonstige Krankheitsbilder	13
2.2.5	Therapie	14
2.2.6	Prävention.....	15
2.3	Einfluss der Haltungsumwelt auf die Schwanzspitzennekrose	16
2.3.1	Aufstallungsart.....	17
2.3.2	Besatzdichte.....	18
2.3.3	Verhalten von Mastbullen.....	19
2.3.3.1	Ruheverhalten.....	20
2.3.3.2	Abliege- und Aufstehverhalten.....	21
2.3.3.3	Liegeverhalten und Liegeplatzverteilung.....	22
2.3.3.4	Verhaltensstörungen und Technopathien.....	23
2.4	Stallklima und Insektenbefall	24
2.5	Relevanz für die Ökonomie in der Rindfleischproduktion	25
2.6	Rechtsgrundlagen	25

2.6.1	Haltung von Mastbullen.....	26
2.6.2	Schwanzamputation.....	27
3	<i>Material und Methoden</i>	28
3.1	Studiendesign	28
3.2	Erster Studienabschnitt	29
3.2.1	Tiere.....	29
3.2.1.1	Einschlusskriterien.....	29
3.2.1.2	Ausschlusskriterien.....	29
3.2.2	Durchführung der klinischen Untersuchung des Schwanzes.....	29
3.2.3	Bestimmung der Grundfläche der Boxen.....	31
3.2.4	Bestimmung der Tageszunahmen.....	31
3.2.5	Haltungsbedingungen.....	32
3.2.6	Fütterungstechnik und Rationsgestaltung.....	32
3.3	Zweiter Studienabschnitt	32
3.3.1	Tiere.....	32
3.3.1.1	Einschlusskriterien.....	32
3.3.1.2	Ausschlusskriterien.....	33
3.3.2	Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen.....	34
3.3.3	Haltungsbedingungen.....	34
3.3.4	Fütterungstechnik und Rationsgestaltung.....	36
3.3.5	Analyse der Futterqualität	37
3.3.6	Beurteilung der Schwanzspitzen und Auswahl der Stichprobe.....	39
3.3.7	Probengewinnung und Probenanalysen.	39
3.3.7.1	Blut.....	39
3.3.7.2	Bestimmung des pH-Wertes im Pansensaft.....	40
3.4	Statistische Auswertung	41
4	<i>Ergebnisse</i>	43
4.1	Erster Studienabschnitt	43
4.1.1	Ergebnisse der klinischen Untersuchung der Schwänze.....	43

4.1.2	Zusammenhang zwischen klinischem Befund und dem Körpergewicht....	46
4.2	Zweiter Studienabschnitt.....	48
4.2.1	Entwicklung des Körpergewichtes bei unterschiedlicher Flächenzuteilung	48
4.2.1.1	Rasse Fleckvieh.....	48
4.2.1.2	Rasse Deutsch Holstein.....	50
4.2.2	Begutachtung des Zustandes der Schwanzspitzen im Zeitverlauf	51
4.2.2.1	Rasse Fleckvieh.....	51
4.2.2.2	Rasse Deutsch Holstein.....	53
4.2.3	Laboratoriumsuntersuchungen.....	55
4.2.3.1	Ergebnisse der Blutanalytik für die Rasse Fleckvieh.....	56
4.2.3.2	Ergebnisse der Blutanalytik für die Rasse Deutsch Holstein.....	57
4.2.3.3	Zusammenhang zwischen Score und ausgewählten Blutparametern.....	59
4.2.4	Messung des pH-Wertes im Pansensaft.....	61
4.2.4.1	Ergebnisse für die Rasse Fleckvieh.....	61
4.2.4.2	Ergebnisse für die Rasse Deutsch Holstein.....	62
4.2.5	Zusammenhang zwischen Score und dem pH-Wert des Pansensaftes.....	64
4.2.6	Zusammenhang zwischen Score und der Fütterung von Stroh.....	68
5	<i>Diskussion</i>.....	69
5.1	Studiendesign.....	69
5.1.1	Fragestellung und Ziele des ersten Studienabschnitts.....	69
5.1.2	Fragestellung und Ziele des zweiten Studienabschnitts.....	70
5.2	Erster Studienabschnitt.....	70
5.2.1	Auftreten erster Schwanzspitzenveränderungen.....	70
5.2.2	Klinische Untersuchung des Schwanzes.....	71
5.2.3	Einfluss von Rasse auf das Entstehen der Schwanzspitzenveränderungen	72
5.3	Zweiter Studienabschnitt.....	73
5.3.1	Entwicklung des Körpergewichtes bei unterschiedlicher Flächenzuteilung	73
5.3.2	Begutachtung des Zustandes der Schwanzspitzen im Zeitverlauf.....	75
5.3.3	Einfluss der Besatzdichte auf Veränderungen an den Schwanzspitzen.....	76
5.3.4	Laboratoriumsuntersuchungen.....	78

5.3.4.1	Blut-Parameter.....	78
5.3.4.1.1	CK-Wert.....	78
5.3.4.1.2	Gesamteiweißgehalt.....	79
5.3.4.1.3	Leukozyten.....	80
5.3.4.1.4	Risikofaktor Hämorheologie.....	80
5.3.4.2	pH-Wert im Pansensaft.....	82
5.3.4.2.1	Methoden zur Gewinnung des Pansensaftes.....	82
5.3.4.2.2	Ergebnisse der pH-Wert Messungen im Pansensaft.....	83
5.3.4.2.3	Die chronisch-latente und subakute Pansenazidose.....	84
5.3.5	Risikofaktor Fütterung.....	86
6	<i>Schlussfolgerungen und Ausblick</i>	88
7	<i>Zusammenfassung</i>	90
8	<i>Summary</i>	91
9	<i>Anhang</i>	92
10	<i>Verzeichnisse</i>	96
10.1	Literaturverzeichnis	96
10.2	Abkürzungsverzeichnis	117
10.3	Abbildungsverzeichnis	119
10.4	Tabellenverzeichnis	121
10.5	Publikationsverzeichnis	123
11	<i>Danksagungen</i>	124
12	<i>Selbstständigkeitserklärung</i>	125

1 Einleitung

Die vielen verschiedenen Haltungssysteme, ergo die durch den Menschen künstlich geschaffenen Lebensräume für Tiere, in denen eben jener in allen Bereichen über das Tier entscheidet, haben in den letzten Jahren in der Nutztierhaltung einen großen Wandel erlebt. Die Öffentlichkeit ist zunehmend sensibler geworden in Hinsicht auf die Tiergerechtheit von Haltungssystemen im Sinne der Anpassung an die Bedürfnisse der Tiere. Gerade in der sehr kontrovers diskutierten intensiven Rindermast ist man bestrebt, hohe Tageszunahmen zu erzielen, wobei sich gleichzeitig durch den Zuchtfortschritt und die Intensivierung der Fütterung die Mastperioden stetig verkürzen. Im Zuge der Einführung von Betonspaltenböden und der Intensivierung der Rindfleischproduktion, entwickelten sich bisher nicht bekannte Krankheitsbilder und Verhaltensstörungen. Nicht nur in der Bullenmast sondern auch bei Kühen tritt die Schwanzspitzennekrose (SSN) auf, welche zur erheblichen Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens führt und wirtschaftliche Verluste bedingt. In der intensiven Rindermast wurde das Kürzen des distalen Schwanzendes in der Vergangenheit routinemäßig durchgeführt, um das Auftreten der Schwanzspitzennekrose zu vermeiden. Das Amputieren von Organteilen bei Tieren wurde jedoch durch das Tierschutzgesetz im Jahre 1986 grundsätzlich verboten. Die Ätiologie der SSN bei Mastrindern ist nicht eindeutig geklärt. Es handelt sich um ein multifaktorielles Geschehen. Zahlreiche wissenschaftliche Studien sowie Fallberichte rücken verschiedene Faktoren in den Vordergrund, die das Risiko für ein Auftreten der Erkrankung erhöhen. Hierzu zählen unter anderen ein zu geringes Platzangebot und die Haltung auf Betonspaltenböden. Letztendlich sind diese angeführten Aspekte nur mögliche Hypothesen für die Ätiologie, und wie bereits DIRKSEN 1985 feststellte, fehlen zur Pathogenese der SSN immer noch grundlegende und gesicherte Erkenntnisse. Die vorliegende Studie wurde aufgrund der steigenden Inzidenz der SSN in einem Bullenmastbetrieb konzipiert. Durch eine Observationsstudie sollte zunächst das Körpergewicht der Bullen ermittelt werden, bei welchem erste Schwanzspitzenveränderungen auftreten. Aufbauend darauf fanden in einer Kohorten-Studie die Risikofaktoren Besatzdichte und Fütterung Berücksichtigung. Hierbei wurden in dem Zeitraum von einem Jahr die Schwanzspitzen von Fleckvieh und Deutsch Holstein Bullen in definierten Intervallen bonitiert, ausgewählte Blutwerte analysiert und am Tag der Schlachtung der Bullen der pH-Wert des Pansensaftes gemessen. Alle Erhebungen an den Tieren fanden im Rahmen des Bestandsmonitorings statt.

2 *Literatur*

2.1 **Der Rinderschwanz**

Bei Wirbeltieren bezeichnet man das mit Fell, Schuppen oder Federn bekleidete, generell sehr bewegliche, hintere Ende der *columna vertebralis* als Schwanz (lat. *cauda*) (NICKEL et al., 1992). Dieser entspringt der *radix caudae* aus der *regio sacralis* und findet sein Ende im *apex caudae*. Die *pars proximalis caudae* ist auf der *facies ventralis* nur sehr wenig behaart und weist einen medianen *sulcus* auf. Die Behaarung des Schwanzes ist bei den meisten Rinderrassen kurz, und lediglich am *apex caudae* bilden längere Haare die sogenannte Schwanzquaste, *cirrus caudae* (FREWEIN, 1970). Der Schwanz dient dem Rind zur Fliegenabwehr und stellt ein Schutzorgan für die *regio analo-genitale* dar. Bei hohen Außentemperaturen kann der Schwanz im Sinne einer akzessorischen Wärmeregulation benutzt werden, indem er vom Körper abgehalten wird (BOPP, 1954). Bei einigen krankhaften Zuständen oder physiologisch als Geburtsanzeichen bei der Kuh nimmt der Schwanz ebenfalls diese Position ein. Unter den Schwarzbunt-, Rotbunt- und Fleckvieh-Rassen sind polygen autosomal rezessiv vererbte Fehlbildungen bekannt, bei denen es zur Verkürzung oder zum vollständigen Fehlen des Schwanzes kommt. Phänotypisch lassen sich jene Krankheiten entweder dem Komplex der Anurie/Brachyurie, dem Caudo-recto-urogenital-Syndrom oder dem Anophthalmie-Anurie-Syndrom zuordnen (KLOPPERT, 1986; VITELLOZZI et al., 1988; BÄHR und DISTL, 2004).

2.1.1 **Anatomie**

Der Rinderschwanz setzt sich makroskopisch-knöchern aus meistens 18-20 *corpora vertebrae* zusammen, die voneinander durch die *disci intervertebrales* getrennt sind. Die ersten vier bis fünf *vertebrae coccygeales* lassen noch deutlich die Merkmale weiter kranial gelegener Wirbelkörper erkennen und der *canalis vertebralis* reicht bis zur *vertebra coccygealis quinta*. Der Wirbelkanal lässt am sechsten Schwanzwirbel dorsal eine rinnenförmige Öffnung erkennen, welche auf dem siebten Schwanzwirbel verstreicht. Die *processus spinosi* sind bis zum fünften und die *processus articulares craniales* bis zum zwölften Schwanzwirbel noch vorhanden. Die Querfortsätze treten ab dem neunten Schwanzwirbel nicht mehr in

Erscheinung (NICKEL et al., 1992). Ein artbezogenes Charakteristikum sind bei Rindern die auf der *facies ventralis* der ersten acht Schwanzwirbelkörper befindlichen *processus haemales*. Jene können sich am zweiten bis vierten Wirbelkörper zum *arcus haemalis* zusammenschließen (FREWEIN, 1970).

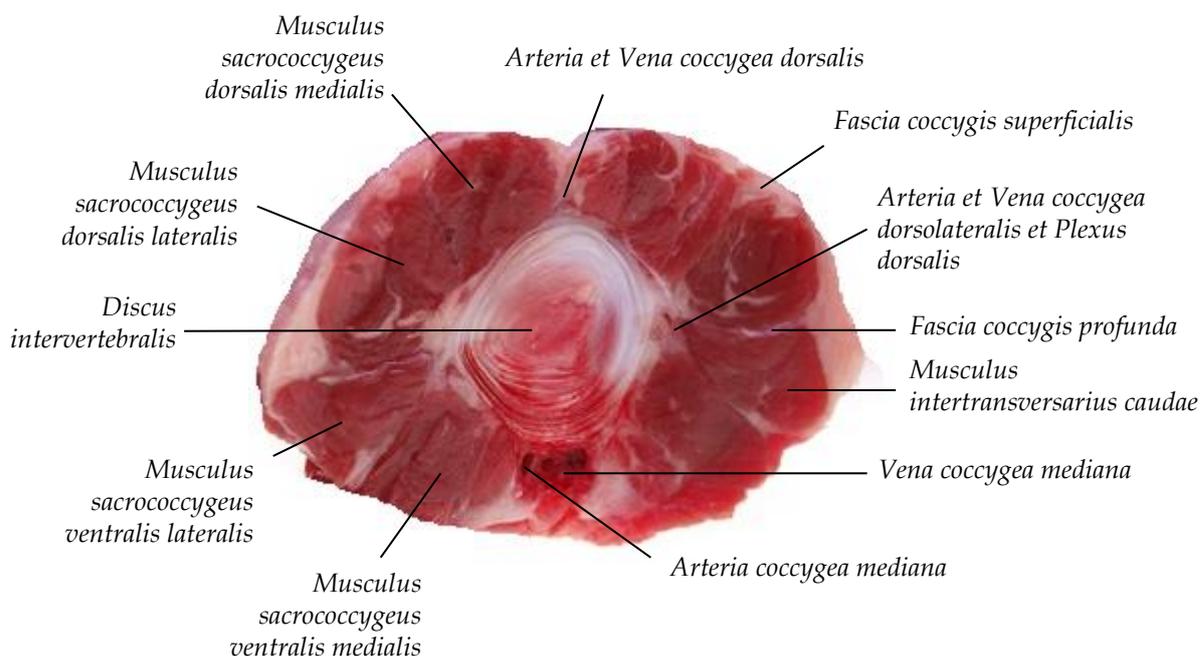


Abbildung 1. Anatomie der Schwanzbasis eines Rindes. Querschnitt.
(Kutis und Subkutis sind entfernt)

Das Rückenmark der *regio sacralis* kommt aufgrund der Verschiebung nach kranial durch den *ascensus medullae spinalis* als *conus medullaris* am sechsten *vertebra lumbalis* zu liegen. Betrachtet man das *spatium interarcuale lumbosacrale*, so befindet sich unter diesem nur noch das *filum terminale* und die *medulla spinalis sacralis* (DEISS, 1994). Mit der Endorhachis verwächst beim Rind am fünften bis siebten Schwanzwirbel das *filum terminale durae mater* (BÖHME, 1992). Somit muss nicht Sorge getragen werden, dass bei einer Läsion

des *canalis vertebralis* das Rückenmark beschädigt wird, denn es handelt sich auf Höhe der Schwanzwirbelsäule nur um dessen bindegewebigen Endfaden.

Das muskuläre Gewebe, welches die Wirbelkörper umgibt, kann gemäß des Ursprungs zwei Gruppen zugeteilt werden, einerseits den Schwanzmuskeln aus der Beckenregion stammend und andererseits denen aus der Wirbelsäulenregion. Zu den letzteren gehören die beiden Levatoren *musculus sacrococcygeus dorsalis medialis* und *musculus sacrococcygeus dorsalis lateralis*. Diesen Muskeln entgegen wirken die beiden lateral und medial befindlichen Depressoren, die *musculi sacrococcygei ventrales*. KOCH und BERG (1992) bezeichnen die Seitwärtszieher als Zwischenquerfortsatzmuskeln, *musculi intertransversarii caudae*. Der *musculus coccygeus* ist beim Rind der einzige Schwanzmuskel der auf Höhe des Beckens seinen Ursprung findet. Dieser Muskel trägt ebenfalls dazu bei, dass mit dem Schwanz seitwärts gerichtete Bewegungen ausgeführt werden können. Die einzelnen Muskelstränge sind ferner auch von den *laminae* der besonders stark ausgeprägten *fascia caudae profunda* umgeben. Mit dieser Faszie verbunden, wie auch mit der Haut, ist die eher schwach ausgebildete *fascia caudae superficialis* (KOCH und BERG, 1992; NICKEL et al., 1992). Die Versorgung der einzelnen anatomischen Bestandteile des Schwanzes mit arteriellem Blut geschieht durch die *arteria caudalis mediana*, welche aus der *arteria sacralis mediana* hervorgeht und sowohl *rami sacrales*, als auch *rami caudales* und *rami spinales* entlässt. Das venöse Blut wird von den *venae caudales ventrolaterales* geführt, die gleichermaßen mit der *vena caudalis mediana* anastomosieren. Von dort gelangt das Blut weiter in die *vena sacralis* und dann in die *vena cava caudalis* (BROWN und CARROW, 1963; WILKENS und MÜNSTER, 1984). Aus dem *conus medullaris* gehen paarweise die *nervi caudales* hervor. Als Nervenstrangbündel der *cauda equina* umgeben sie das *filum terminale*. Jene Nerven geben dorsal und ventral Äste ab, die einerseits untereinander und andererseits mit den *rami sacrales* verbunden sind. Von den *rami ventrales* zweigen wiederum *rami communicantes* ab und haben somit Kontakt zum *truncus sympathicus*, wodurch der *plexus caudalis dorsalis* und *ventralis* entsteht (ELLENBERGER und BAUM, 1943; BÖHME, 1992). Die beiden äußersten Schichten des Schwanzes sind die Subkutis und die Kutis.

2.1.2 Histologie

Die Kutis besteht prinzipiell wie bei anderen Tierarten auch aus der Epidermis und dem Korium, unter der die Subkutis liegt. Die Epidermis besteht koriumwärts aus dem *stratum corneum*, *stratum granulosum*, *stratum spinosum* und dem *stratum basale*. Das Korium oder auch Dermis genannt, setzt sich aus dem *stratum papillare* und *stratum reticulare* zusammen. Histologische und histochemische Untersuchungen von DEISS (1994) haben gezeigt, dass sich die Dicke der Haut am Rinderschwanz bei verschiedenen Rinderrassen im Durchschnitt mit dem Fortschreiten des Lebensalters signifikant verändert. Die Gesamtdicke der Kutis am *apex caudae* misst bei Neonaten 2,62 mm und erreicht im Mastbullenalter einen Wert von 5,64 mm. Des Weiteren wurde nachgewiesen, dass der Anteil der Epidermis von proximal nach distal zur Schwanzspitze zunimmt, und dass ihre Dicke proximal auf der *facies ventralis* dünner ist als auf der *facies dorsalis*. Zentral im *apex caudae* befindet sich ein bindegewebiger Kanal in dem keine Haarfollikel nachweisbar sind. In diesem Kanal verlaufen Blutgefäße und Nervenfaserbündel (DEISS, 1994). Nervales Gewebe ist hauptsächlich in der Dermis lokalisiert und nur in sehr wenigen Fällen ragt es in Form von freien Nervenendigungen in die Epidermis hinein. Laut SMOLLICH und MICHEL (1992) dienen diese freien Nervenendigungen der Wahrnehmung von Temperatur-, Berührungs- und Schmerzreizen. Nach Meinung von HABERMEHL (1984) liegen die Schmerzrezeptoren auf mittlerer Höhe der Epidermis. Nach markarmen Fasern vom Typ A und marklosen Fasern vom Typ B unterteilt LEONHARDT (1985) die freien Nervenendigungen und geht davon aus, dass die Typ-A-Fasern hellen Schmerz, Druck und Wärme registrieren, und die Typ-B-Fasern dagegen eher auf einen dumpfen Schmerz, auf Jucken oder auf Kälte reagieren.

2.2 Begriffsbestimmung „Schwanzspitzennekrose“

Das dem Pathologen als Untergang von Gewebe bekannte Wort „Nekrose“ stammt aus der griechischen Sprache und kann transferiert werden als das Töten oder das Absterben einzelner Glieder. De Facto wird mit diesem Begriff in der Pathologie die Gewebsdestruktion verstanden. Klar davon zu unterscheiden ist die Apoptose, die den physiologischen Untergang von Zellen in Form eines programmierten Zelltodes bezeichnet. Einzelne Nekroseformen werden ebenfalls unterschieden, wobei die Koagulationsnekrose und die Gangrän in

Zusammenhang mit der Schwanzspitzenerkrankung besonders hervorgehoben werden sollen. Die Koagulationsnekrose ist ein sowohl in der Human- als auch Veterinärmedizin sehr häufig vorkommender Nekrosetyp. Charakteristisch in betroffenen Geweben ist die Proteingerinnung, zum Beispiel infolge ischämischer Zustände. Weiterhin auffällig hierbei ist die so genannte Reststabilität des nekrotischen Gewebes, welche eine Folge der Ansäuerung denaturierter Proteine ist. Die Gangrän wird als eine Sonderform der Koagulationsnekrose angesehen. Das betroffene Gewebe ist eher trocken und zeigt ein schwarzes Kolorit. Die trockene Gangrän kann nach Besiedelung mit Fäulnisregern zu einer feuchten Gangrän umschlagen (LOEB et al., 2004).

Die frühen Stadien der Veränderungen an der bindegewebigen, wirbellosen *pars distalis* des Rinderschwanzes treten zunächst nur mikroskopisch in Erscheinung (KUNZ und VOGEL, 1978; DEISS, 1994; METZNER et al., 1994). Histologisch stellen sich zu Beginn des Leidens Hyperkeratose und Acanthose dar. Auffällig ist die reduzierte Proliferation des *stratum germinativum*, wohingegen die Schicht des *stratum granulosum* an Umfang zunimmt. Das führt folglich zu einer palpierbaren Induration der Schwanzspitze, welche auch vor dem Hintergrund erklärbar ist, dass das *stratum corneum* der *cutis apicis caudae* durchweg keratinisiert und hypertroph ist. Bald schon kommt es auch zu makroskopisch sichtbaren, feinen, superficialen Rissen, Schuppenbildung, sprödem bis borkigem Aussehen und schließlich zur Ausbildung profunder Rhagaden (DROLIA und LUESCHER, 1991; DEISS, 1994; METZNER et al., 1994). In diesem Stadium ist die Schutzfunktion der Haut erheblich eingeschränkt, wodurch sie nicht nur anfälliger für Reizungen wird, sondern auch für Infektionen. Für die mikrobielle Besiedlung der beschriebenen Läsionen, sowie solcher traumatischen Ursprungs, kommen ubiquitäre Eiter- und Nekrose-Erreger in Betracht. Schließlich folgt eine Entzündung der Schwanzspitze, welche bis zum Mastende bestehen bleibt, sich ebenso verschlechtern oder im Sinne einer *restitutio ad integrum* abheilen kann (ECKERT, 1988). Aus den Untersuchungen von BISGAARD MADSEN und NIELSEN (1985) geht hervor, dass häufig eine Mischflora für die Infektion verantwortlich ist. In ihrer Studie wurde an 18 Schwänzen eine mikrobiologische Untersuchung durchgeführt; der bei weitem größte Anteil mit 78% der kultivierten Keime entfiel auf das Bakterium *Truereperella pyogenes* (früher *Arcanobacterium pyogenes*), 61% auf *Bacteroides melaninogenicus*, 17% auf *Micrococcus indolicus* und 11% auf *Fusobacterium necrophorum*. Auch BUCZEK und Mitarbeiter (1984) wiesen überwiegend *Truereperella pyogenes* nach. Je nach Ausdehnung der

Infektion teilen einige Autoren das Krankheitsbild in abgestufte Verlaufsformen ein (MARTIG und LEUENBERGER, 1978; HÜHNERMUND et al., 1980; LENK, 1981). Um erneut den eingangs angedeuteten, makroskopisch unsichtbaren Prozess des Anfangsstadiums aufzugreifen, scheint ein kausaler Zusammenhang zu den endogen ablaufenden Pathomechanismen zu bestehen, die aufgrund von Nekrose und Thrombose der Gefäße eine Gewebhypoxie bedingen, welche letztlich in einer ischämischen Nekrose mündet (METZNER et al., 1994).

2.2.1 Epidemiologie

Auf Grundlage epidemiologischer Studien wird deutlich, dass die SSN bei Mastrindern nahezu ausnahmslos Mastbullen aus intensiver Haltung betrifft, wobei KUNZ und VOGEL (1978) auch bei Mastfärsen und bei 5% der Bullen aus Anbindehaltung eine entsprechende Problematik beobachteten. Deutlich von dem zuvor genannten abzugrenzen ist die Nekrose der Schwanzspitze bei Milchkühen. Hierbei kommt es aufgrund von Hängen des Schwanzes über die Begrenzung einer zu kurz gestalteten Liegebox zu Läsionen. Diese Verletzungen entstehen einerseits durch mechanische Gülleabschieber oder durch Tritte anderer Kühe bei Überbelegung. Bisweilen erkranken auch Rinder in Ländern mit wenig intensiv betriebener Rinderhaltung, so zum Beispiel in Indien (GEORGE et al., 1970). Die Schwanzspitzennekrose kann, sofern sie mehrere Tiere eines Mastdurchganges betrifft, ergo ein Bestandsproblem vorliegt, zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden führen. Diese beruhen auf Behandlungskosten, Mehrarbeit und entgangenem Schlachtgewinn, wenn Tiere früher als geplant geschlachtet werden müssen, Mängel am Schlachtkörper bestehen oder dieser "untauglich" beurteilt wird (DIETZ und GÄNGEL, 1976; HECKERT, APPEL und METZNER, 1995).

2.2.2 Hypothesen zur Ätiologie und Pathogenese

Die Autoren des Schrifttums, welches in der Vergangenheit zu diesem Thema verfasst wurde, waren sich alle einig, dass eine Verbindung zu dem damals neuen Haltungssystem in Boxenlaufställen mit Betonspaltenböden bestehe (BERTOCCHI et al., 1973; KUNZ und VOGEL, 1978; HÜNERMUND, 1980; BUCZEK et al., 1984; BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985;

ECKERT, 1988; DROLIA et al., 1991; METZNER et al., 1994; SCHRADER et al., 2001). Die bis heute geltenden Vorteile dieser Haltung führten dazu, dass jene für die Bullenmast das Standardsystem wurde, weil es nicht nur aufgrund der reduzierten Fläche beim Stallbau sondern auch aufgrund der Möglichkeit keine Einstreu zu verwenden, wesentlich ökonomischer ausfiel und somit keiner Konkurrenz ausgesetzt war (ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012). METZNER et al. schlussfolgerten vor dem Hintergrund ihrer Untersuchungen im Jahre 1994, dass die bis zu dieser Zeit diskutierten endogenen Ursachen lediglich spekulativen Charakters seien. Ferner geht man davon aus, dass es sich bei der Schwanzspitzennekrose um einen multifaktoriellen Krankheitskomplex handle (BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985). Eine Vielzahl möglicher Szenarien sind im Zusammenhang mit der Entstehung der SSN in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts beschrieben worden. Die Frage, welche Ursache initial Auslöser des Leidens ist, wird nicht eindeutig beantwortet. Immer wieder werden, wie bereits einleitend erwähnt, die Haltungsbedingungen angesprochen. Betonspaltenböden mit ihren scharfen Kanten begünstigen Trittsverletzungen, wenn zugleich die Besatzdichte hoch ist (BERTOCCHI, 1973; KUNZ und VOGEL, 1978, MARTIG und LEUENENBERGER, 1978; HÜNERMUND et al, 1980; BUCZEK et al., 1984; BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985; ECKERT und DIRKSEN, 1988; METZNER et al., 1994; SCHRADER et al., 2001). Die Bedeutung der Haltungsbedingungen wird unter Punkt 2.4 detaillierter erörtert. Das Besaugen und Benagen der Schwanzspitze unter Kälbern, in der Schweinehaltung als Caudophagie beschrieben, kann einen auslösenden Faktor für die Schwanzspitzennekrose darstellen (KUNZ und VOGEL, 1978; ECKERT, 1988). Bei Schweinen begründet man dieses Phänomen hauptsächlich mit einer reizarmen Einrichtung der Buchten in der intensiven Mast, in denen Schweine nicht ihrem natürlichen Betätigungsdrang nachkommen können und somit zum Schwanzbeißen neigen. Bei Rindern hingegen führt man die Problematik auf den natürlichen und häufig nach der Tränkeaufnahme vorhandenen Saugdrang zurück, welcher durch Besaugen des Schwanzes, des Präputiums oder des Skrotums von Artgenossen befriedigt wird (KUNZ und VOGEL, 1978; EGGLE, 2005). Mitunter sah man ein mangelndes Angebot an Raufutter, wie Heu oder Stroh, als Ursache für diese Verhaltensanomalie an (GRAF, 1984; ECKERT, 1988).

Nach Meinung einiger Autoren rückt die Fütterung von Bullen, vor allem in der intensiven Mast, ebenfalls in den Faktorenkreis der Ursachen. Besonders strukturarme Rationen werden als auslösender Faktor angesehen (HÜNERMUND et al., 1980), wohingegen METZNER und

Mitarbeiter (1994) in dieser Hinsicht keinen Zusammenhang vermuten. Mitunter werden mit dem Futter aufgenommene Substanzen erwähnt, welche vasoaktive Wirkungen entfalten können. Dazu zählen Mykotoxine, Trichothezene/T2-Toxin oder das Mutterkornalkaloid Ergotamin. Der Art Stoffe bedingen eine Vasokonstriktion und beeinflussen somit die Hämorrheologie in Endstromgebieten (GEORGE et al., 1970; BERTOCCHI et al., 1973). In umschriebenen Arealen der Rinderhaut liegt in der Endstrombahn ein schlingenartiger Verlauf der Gefäße vor, welcher aufgrund der daraus entstehenden besseren Permeabilität, einen Ort für die Kumulation von Erregern darstellt. Erythrozyten besitzen die Fähigkeit sich zu verformen, sobald sie in Kapillargebiete gelangen, deren Durchmesser kleiner ist als der eines Blutkörperchens. Geht diese Eigenschaft verloren, kann dies zur Verlegung des betroffenen Gefäßes kommen. Im Zusammenhang mit Malaria ist jener Effekt näher untersucht worden (FEDOSOV et al., 2011). Auch in Verbindung mit einer azidotischen Stoffwechsellage werden solche Phänomene beschrieben (BONILLO et al., 1998), wie diese im Rahmen einer kohlenhydratreichen Fütterung beobachtet wird (METZNER, 1994). Auch eine im Zuge von Stressreaktionen induzierte Ausschüttung der Hormone Adrenalin und Kortisol könnte über eine Vasokonstriktion zur Reduktion der Blutversorgung in der Peripherie beitragen. METZNER und Mitarbeiter (1994) stellen fest, dass gerade Mastbullen aus intensiver Haltung sehr sensibel für sich ändernde Bedingungen oder Umstände sind. So führt allein das Halten der Mastbullen auf Betonspaltenböden im Vergleich zu Bullen in Anbindehaltung zu einem signifikanten Anstieg der Ausschüttung von Stresshormonen aus der Nebenniere (GUPTA et al., 2007).

2.2.3 Diagnose

Die Diagnose „Schwanzspitzennekrose“ kann nur nach gründlicher Untersuchung des betroffenen Tieres gestellt werden. Gerade vor dem Hintergrund anderer infrage kommender Diagnosen, denen ähnliche Symptome zugrunde liegen, ist eine sorgfältige Untersuchung und Befunderhebung notwendig. Im Gespräch mit dem Betriebsleiter sind zudem alle wichtigen Eckdaten zum Thema Haltung, Fütterung und Management zu erheben. Je nach Sachlage können parasitologische, toxikologische, mikrobiologische oder mykologische Untersuchungen hilfreich sein, ebenso wie die Untersuchung von Blutproben. Im Zuge einer

notwendigen Schwanzamputation, kann das amputierte Schwanzende zur pathologisch-histologischen Untersuchung eingeschickt werden (ECKERT, 1988; METZNER et al., 1995).

2.2.4 Differentialdiagnosen

Krankhafte Veränderungen am Schwanz des Rindes lassen sich zwei Komplexen zuordnen. Die erste und somit auch differentialdiagnostisch bedeutendste Gruppe, bilden die autonomen Erkrankungen, welche sich primär auf den Rinderschwanz beziehen. Die zweite Gruppe bilden Erkrankungen, die infolge einer systemischen Grundkrankheit auftreten. Andere Autoren bevorzugen eine Einteilung in bestandsweise und sporadisch auftretende Erkrankungen des Schwanzes (ECKERT, 1988).

2.2.4.1 Furunculosis cutis caudae

Zu den betriebsweise gehäuft vorkommenden, eigenständigen Erkrankungen der Mastrinder, die in älterer Literatur als Sterzwurm bezeichnet wird (DIRKSEN, 1978; ECKERT, 1988), gehört die *Furunculosis cutis caudae*. Diese Erkrankung kann sporadisch oder enzootisch auftreten und ist Folge einer *Staphylococcus aureus* und *Staphylococcus albus* Infektion der Talgdrüsen und Haarbälge im distalen Schwanzbereich. Als prädisponierender Faktor gelten Läsionen der Haut, die aufgrund mechanischer Einwirkungen, wie das Scheuern am Stallinventar, entstehen. Diese bereiten den Weg für zuvor genannte Erreger, indem sie ihnen eine Eintrittspforte verschaffen. Folglich kommt es zu einer Ansiedlung und Vermehrung der Keime, wodurch der Pruritus verstärkt wird. Betroffene Rinder zeigen Unruhe und Änderungen des Verhaltens, die sich im Belecken und Benagen des betroffenen Areals äußern. Das klinische Bild schließt eine lokale Alopezie des betroffenen Schwanzendes ein, gefolgt von der Entstehung multipler, purulenter, knotiger Veränderungen der Haut mit Induration, vermehrter Wärme und Schuppenbildung. In der Regel kommt es zur Selbstheilung. Rezidive und ein chronischer Krankheitsverlauf sind nicht ungewöhnlich (ECKERT, 1988). Ungünstig wird die Prognose im Falle zusätzlich auftretender Komplikationen, wie Pyämie, Sepsis oder einer aszendierenden Phlegmone (KÜST, 1938; DIRKSEN, 1978).

2.2.4.2 Ergotismus und Mykotoxikosen

Als Differentialdiagnose müssen auch diejenigen Krankheitsbilder Berücksichtigung finden, welche als Begleitsymptom im Zuge eines anders gearteten Primärleidens auftreten. Zu ihnen zählt die Mutterkornvergiftung, der so genannte Ergotismus. Es handelt sich dabei um eine Vergiftung, die auf einer Besiedelung der Futterpflanzen (Getreide, Gras) durch den toxinproduzierenden Pilz *Claviceps purpurea* beruht (CUNNINGHAM et al., 1944; HAPKE, 1975; UHLIG et al., 2007; BELSER-EHRLICH et al., 2013). Für das Rind von Bedeutung sind das Ergotoxin, Ergometrin und das Ergotamin, wobei die Konzentrationen dieser wirksamen Alkaloide in Abhängigkeit vom Standort und der Witterung produziert werden (HAPKE, 1975). Bei Untersuchungen an Rindern wurden toxische Wirkungen erst nach Gabe von 100 Gramm über einen Zeitraum von zehn Tagen beobachtet (CUNNINGHAM et al., 1944). Bei Hereford Rindern kam es nach Fütterung von *Claviceps purpurea* belastetem Futter innerhalb einer Woche zum Anstieg der rektalen Körpertemperatur (ROSS et al., 1989). Am Schwanz entstehen Veränderungen aufgrund von Stenosen peripherer Arteriolen und Schädigungen der Gefäßauskleidung. Auffällig sind Nekrosen an den Ohr- und Schwanzspitzen, sowie die Entstehung einer Gangrän an der Hinterhand (CUNNINGHAM et al., 1944; BELSER-EHRLICH et al., 2013). Im Laufe des Krankheitsgeschehens kann es zur vollständigen Demarkation des betroffenen Schwanz- beziehungsweise Gliedmaßenareals kommen (BELSER-EHRLICH et al., 2013). Der Gewebsuntergang kann in schweren Fällen sogar bis zur Hälfte des Schwanzes reichen.

Als Zweites sei die Mykotoxikose, hervorgerufen durch *Fusarium tricinctum*, erwähnt. Jene ähnelt der zuvor beschriebenen Erkrankung und tritt vor allem in Nordamerika, Neuseeland und Australien auf. Synonyme für diese Erkrankung sind das Fescue-Foot-Syndrom, die Festukose oder die Schwingelgraslahmheit (ECKERT, 1988). Hierbei kommt den Lolin-Alkaloiden aus den mit dem Pilz *Arcemonium coenophilum* befallenen Gräsern der Art *Festuca* eine Schlüsselrolle zu (RENNER, 1987). Das klinische Bild wird bestimmt durch die so genannte "Schwingelgras-Lahmheit". Diese ist durch eine Lahmheit gekennzeichnet, bei der der Rücken des Tieres stark aufgekrümmt gehalten wird und Nekrosen an den Hinterextremitäten, sowie Gangräne der Schwanzspitzen auftreten (CUNNINGHAM et al., 1949; MERRILL et al., 2007). Darüber hinaus sind betroffene Rinder im Körperwachstum retardiert und weisen einen kachektischen Ernährungszustand auf. In den wissenschaftlichen Untersuchungen von GROVE und Mitarbeitern (1970) konnten zwei Toxine für einen Versuch

genutzt werden, welche zuvor aus dem Pilz *Fusarium tricinctum* isoliert worden waren. Jener Pilz befällt ebenfalls die Gräser der Art *Festuca*. Es wurden das Toxin T-2 und das Butenolid intramuskulär appliziert. Bei der klinischen Untersuchung 15 Tage *post injectionem* wurde eine rötliche Verfärbung der Haut mit Schuppenbildung im distalen Schwanzbereich beobachtet. Nach sieben Wochen war das Schwanzende dunkel verfärbt, in der darauffolgenden Woche hing der nekrotische Teil des Schwanzes nur noch an Streifen knöchernen Gewebes und fiel schließlich vollständig ab (GROVE et al., 1970). Im Rahmen von Studien an Rindern mit der toxischen Substanz Butenolid gliederte sich der Krankheitsverlauf zunächst in eine Ödematisierung der Schwanzspitze, dann verfärbte sich der spitzennahe Anteil dunkel, indurierte und das nekrotische Gewebe wurde von der Oberfläche her kleiner (TOOKEY et al., 1972).

2.2.4.3 Parasitäre Erkrankungen

Parasitär bedingte Erkrankungen des Schwanzes sollten differentialdiagnostisch zur Schwanzspitzennekrose berücksichtigt werden. KUNZ und VOGEL (1978) haben bei ihren Untersuchungen zur SSN bei Kälbern der Gewichtsklasse um einhundert Kilogramm einen Räudebefall der Schwanzspitze beobachtet, welche durch Chorioptes- und Sarcoptesmilben hervorgerufen wurde. Histologisch wurde eine gravierende Hyperkeratose festgestellt, die durch entzündliche Infiltrate des *stratum corneum* und des *stratum spinosum* gekennzeichnet war. Makroskopisch fielen darüber hinaus Erythem und Papeln, eine *alopecia circumscripta*, sowie borkig, krustöse Hautveränderungen und Induration auf. Infolge des Pruritus können sich Traumatisierungen des Schwanzes durch Scheuern am Stallinventar einstellen, die wiederum bakterieller Sekundärinfektion Anlass geben. Aus Ägypten stammen Berichte über die Beteiligung von Mikrofilarien in Zusammenhang mit der Entstehung von Schwanzspitzenläsionen. Bei Büffeln stellte man zu Beginn der Erkrankung eine Reduktion der Quastenhaare mit Hyperkeratinisierung der Kutis fest. Die betroffenen Tiere zeigten Appetitlosigkeit und Körpergewichtsabfall, gefolgt von einer Nekrose der Schwanzspitze, welche sich nach dorsal entlang des Schwanzes ausbreitete. In Rahmen einer angiographischen Untersuchung ergaben sich Störungen der Blutversorgung im Schwanzbereich. Weiterhin wurde histologisch ein erweitertes Lumen der Gefäße und deren Thrombosierung beobachtet. Die Arterienwand war entzündlich verändert. Als Ursache ließ

sich ein Befall mit Mikrofilarien vermuten, denn nach entsprechender Behandlung mit einem Antiparasitikum heilten die Prozesse ab. Darüber hinaus war es mit Extrakten aus den Mikrofilarien möglich, bei denselben Tieren eine Überempfindlichkeitsreaktion hervorzurufen (SAID et al., 1976). Im Zusammenhang mit der Sarkozystosis des Rindes, wird ebenfalls von einer Alopezie im Quastenhaarbereich des Schwanzes berichtet, was dem Schwanz das Aussehen eines Rattenschwanzes verleiht. GLIES und Mitarbeitern gelang es 1980 in diesem Kontext *Sarcocystis bovicanis* nachzuweisen. Mitunter erkannte diese Arbeitsgruppe bei weitergehenden Untersuchungen zu diesem Erreger eine Myositis der quergestreiften Muskulatur und der Herzmuskulatur, die durch Kapillarnekrasen hervorgerufen wurde (FAYER et PRASSE, 1981; DUBEY, 1983). Davon abzugrenzen ist das aus den USA bekannte "Rat-Tail-Syndrome". Auch hier erscheint neben anderen Allgemeinsymptomen die namensgebende Haarlosigkeit des Schwanzes. Als Erreger wurde das Stomatitis-papulosa-Virus identifiziert, doch bisher gibt es noch keine Erklärung für die beobachteten Veränderungen am Rinderschwanz (IRWIN et al., 1976).

2.2.4.4 Sonstige Krankheitsbilder

Ekzeme an der Schwanzspitze gehören ebenfalls zu den Differentialdiagnosen der Schwanzspitzennekrose. Auch hier weist die Schwanzspitze krustöse Auflagerungen auf, welche aus eingetrocknetem serösem Exsudat entstanden sind. Kommt es zu einem chronischen Verlauf des Ekzems, sind Induration, Rhagaden, Hyper- und Parakeratose, sowie Alopezie im betroffenen Schwanzabschnitt keine Seltenheit (DIRKSEN, 1978; WEISS, 1983). SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1975) konnten in einer Studie zum Zinkmangel Hautveränderungen am Schwanz beobachten. Die Symptome waren durch parakeratotische Veränderungen der Haut bestimmt, welche einhergingen mit Schuppenbildung, Induration und Rissen. Nur selten waren Veränderungen im Bereich der Schwanzregion anzutreffen, wenn überhaupt dann im Bereich der *radix caudae*. Ferner räumen beide Autoren ein, dass die erwähnten Schwanzveränderungen nur als Nebenerscheinung zu betrachten seien, da dafür eine hochgradige und über einen längeren Zeitraum anhaltende Mangelernährung stattfinden müsse.

2.2.5 Therapie

Für die Auswahl der geeigneten Therapie sind nachfolgende Fragen entscheidend:

1. In welchem Stadium der Krankheit wird der Patient vorgestellt?
2. Welche weiteren Begleitsymptome herrschen vor?
3. Wie lassen sich Behandlungsmaßnahmen in einem Problembestand umsetzen?

Befindet sich die Erkrankung im Anfangsstadium, wird der konservativen Therapie der Vorzug gegeben. Die Maßnahmen umfassen regelmäßige Waschungen der nur geringgradig veränderten Schwanzspitze mit adstringierenden und desinfizierenden Mitteln. Bisweilen fand das Aufbringen von Salben oder Holzteer Verwendung (KUNZ und VOGEL, 1978). Eine frühzeitige Verwertung des Tieres sollte ebenfalls in Erwägung gezogen werden, da das Risiko besteht, dass die Infektion das Rückenmark erreicht oder sich Erreger aus der entzündeten Schwanzregion in den Gelenken der Hintergliedmaßen ansiedeln und dort eine Arthritis auslösen. Zu dem Spektrum der konservativen Therapie gehört weiterhin die Verwendung von Antibiose und Antiphlogese. Die Amputation des veränderten Schwanzendes ist nach wie vor das Mittel der Wahl im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung. In der Vergangenheit wurden bisweilen zu diesem Zweck Gummiringe verwendet, die im gesunden Bereich des Schwanzes angebracht wurden. Man war der Meinung, dass die Gummiringe dazu beitragen zu verhindern, dass es zur Absiedlung von Bakterien kommt. Darüber hinaus trat am distal des Gummiringes gelegenen Teil des Schwanzes eine ischämische Nekrose auf, die dazu führte, dass dieser Teil des Schwanzes früher oder später abfiel (BUCZEK et al., 1984). HECKERT und Mitarbeiter (1995) lehnen die Anwendung von Gummiringen zur Behandlung der Schwanzspitzennekrose ab, da deren Verwendung grundsätzlich verboten ist und zudem eine Unterwanderung des Ringes durch die Erreger stattfindet und sich diese dann im Körper ausbreiten. Von diesen Autoren wird die chirurgische Entfernung der Schwanzspitze, wie sie aus entsprechenden Lehrbüchern bekannt ist, nach Schmerzausschaltung im Bereich des fünften bis sechsten Schwanzwirbels empfohlen. Dass der Schnitt zum Absetzen des Schwanzes möglichst weit proximal im gesunden Gewebe vorgenommen werden sollte, bekräftigen auch SHAKALOV und Mitarbeiter (1975) und zwar möglichst zwischen der achten und siebten *vertebra coccygealis*, so dass der mit einem Verband versehene und verschlossene Stumpf möglichst nicht in liegender Position den Boden berührt. Andere Autoren vertreten jedoch die Ansicht, dass das Schwanzende im gesunden Gewebe reseziert werden sollte, aber darauf zu achten sei, dass möglichst viel vom

Schwanz erhalten bleiben sollte, um dem Tier die Abwehr von Insekten nicht unnötig zu erschweren. Bei entsprechend aufmerksamer Nachkontrolle und *lege artis* durchgeführtem Eingriff kommt der Amputationsstumpf in den meisten Fällen komplikationslos zur Abheilung. Abschließend sollen Amputationsmethoden angeführt werden, wie sie in Deutschland weniger bis gar nicht praktiziert werden. In Italien wird zum blutigen Absetzen des betroffenen Schwanzteiles eine Zange benutzt, welche zusätzlich mit einem Kauter zur Blutungsstillung versehen ist (BERTOCCHI et al., 1973). Bekannt ist auch eine kombinierte Methode, bestehend aus dem Versehen des Schwanzes mit einem Gummiring und der vier Tage später folgenden blutigen Amputation (HAYBITTLE, 1976).

2.2.6 Prävention

Das präventive Absetzen des Schwanzes, wie in Bullenmastbetrieben in der Vergangenheit geschehen, stellt heutzutage gemäß § 6 des Tierschutzgesetzes eine unerlaubte Amputation von Organteilen dar. Der Tierhalter ist primär gehalten, die Umgebungsbedingungen derart zu gestalten, dass Läsionen am Tier oder durch das Tier an anderen vermieden werden.

In der Vergangenheit wurde zur Vermeidung des Auftretens der Schwanzspitzennekrose die Schwanzspitze amputiert. Vor Verbot der vorsorglichen Amputation der Schwanzspitze wurde in zahlreichen Bullenmastbetrieben die Schwanzspitze der Kälber unter Erhalt der Schwanzquaste nur um ein bis zwei Zentimeter gekürzt (HECKERT et al., 1995), wodurch sich das Vorkommen von Schwanzspitzennekrosen deutlich reduzierte. Angenommen wird, dass durch den genannten Eingriff Schmerzrezeptoren leichter angesprochen werden und die Tiere ihren Schwanz näher an den Körper heranziehen. Dadurch scheint das Risiko einer Traumatisierung durch andere Tiere oder während des Aufstehens und Abliegens vermindert zu werden (SCHRADER et al., 2001). Ferner gibt es auch Berichte darüber, dass ein präventives Absetzen ebenso Auslöser für eine Entzündung sein kann. Vergleichsuntersuchungen zwischen Kälbern mit und ohne Amputation des Schwanzendes zeigten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Morbidität, Mortalität und Lahmheit (KROLL et al., 2014). Jedoch wiesen die Kälber in diesen Untersuchungen eine Rekonvaleszenz von 144 bis 193 Tagen auf und bei 81% dieser Tiere wurde eine Wundinfektion festgestellt. Mit dem Verbot der vorbeugenden Amputation der Schwanzspitze, traten in einigen Bullenmästereien aufgrund von Schwanzspitzennekrosen

umfangreiche Verluste auf. In solchen Betrieben besteht die Möglichkeit, dass die oben beschriebene Methode bei den Kälbern Anwendung findet, sofern keine direkte Ursache für das Vorkommen der SSN nachgewiesen werden kann und die zuständige Veterinärbehörde eine befristete Ausnahmegenehmigung erteilt. Die von der Veterinärbehörde erteilte Erlaubnis darf nicht als "Dauerzustand" gehandhabt werden, weshalb Studien zur Ätiologie und Pathogenese der Schwanzspitzennekrose eine besondere Bedeutung zukommt. KUNZ und VOGEL (1978) empfehlen eine regelmäßige Reinigung und Desinfektion der Stallabteile, sowie eine regelmäßige visuelle Kontrolle der Schwanzspitzen auf mögliche Veränderungen. Ferner sollte die Besatzdichte nicht unter zwei Quadratmeter pro Tier liegen (GUPTA et al., 2007; ABSMANNER et al., 2009; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012).

Weiterhin wird die Einhaltung von Hygienestandards gefordert, die die Sauberkeit der Buchten und eine systemische Fliegenbekämpfung umfassen. Ebenso ist das Inventar derart zu gestalten, dass Technopathien oder Verletzungen der Tiere vermieden werden. Ferner sollten Bullen Lecksteine zur Verfügung stehen und ein strukturreiches Raufutter angeboten werden, um über den möglichen Einflussfaktor des Futters Vorbeugung zu leisten (KUNZ und VOGEL, 1978; DIRKSEN, 1978; METZNER et al., 1994; VON BORELL, 2002; TROXLER, 2012; TIERSCHNUTZV, 2014).

2.3 Einfluss der Haltungsumwelt auf die Schwanzspitzennekrose

Bei der Bewertung eines Haltungssystems liefert das Tier selbst wichtige Hinweise. Ist die Umwelt nicht ausreichend den Bedürfnissen der Tiere angepasst, treten gehäuft Verhaltensabweichungen und Krankheitserscheinungen auf (BAHRS, 2005). Solche tierbezogenen Indikatoren werden heutzutage neben den management- beziehungsweise umweltbezogenen Indikatoren für die Einschätzung der Tiergerechtigkeit von Haltungssystemen herangezogen (VON BORELL et al., 2007; WELFARE QUALITY®, 2009). Vor allem intensive Haltungsformen schränken das Ethogramm von Bullen ein (SCAHAW, 2001). Die Laufställe mit Vollspaltenboden sind in der heutigen Zeit das präferierte System in der Bullenmast (KIRCHNER, 1991). Somit können die Bullen platz- und arbeitssparend gehalten werden. Solche Systeme verfügen jedoch nicht über eine Aufteilung in Funktionsbereiche. Weitere Nachteile sind nicht selten das in Erscheinung treten von Technopathien und Mastleistungsdepressionen. Bereits in der Kälberhaltung werden Weichen

gestellt, welche für die spätere Gesundheit, Leistung und das Verhalten der Tiere entscheidend sind. Zur Eigenkontrolle dient das durch VON BORELL und Mitarbeitern (2007) zusammengefasste Konzept über kritische Kontrollpunkte in der Rinderhaltung. Hierbei handelt es sich basierend auf den Prinzipien der Risikoanalyse um die Kontrolle essentieller Bedingungen der Haltungsumwelt und des Managements, um mit besonderer Berücksichtigung des Wohlbefindens und der Tiergesundheit eine tiergerechte Rinderhaltung anzustreben. Es sollen ethologische Indikatoren einzelner Funktionskreise des Verhaltens evaluiert sowie Managementdokumente ausgewertet werden, wobei es in erster Linie nicht um die reine Bewertung des Haltungssystems geht, wie das bei dem Tiergerechtheitsindex nach SUNDRUM und Mitarbeitern (1996) der Fall ist.

2.3.1 Aufstallungsart

Mastbullen wurden in der Vergangenheit neben der Weidehaltung, ähnlich wie Milchkühe, bevorzugt in der Anbindehaltung aufgestellt, welche später durch die Gruppenhaltung abgelöst wurde, teils in Tieflaufställen und Flachlaufställen (HUBRIG 1959; SCHLICHTING, 1991; LOWE et al., 2001; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012). Stallbauliche Faktoren, so zum Beispiel die Beschaffenheit des Bodens, tragen wesentlich zur Mastleistung und Gesundheit der Tiere bei, da sich Haltungssysteme mit Stroheinstreu günstig auf die Tiergesundheit auswirken. Bei Laufstallhaltung auf Vollspaltenböden wurde im Vergleich zur Haltung auf Stroh eine geringere Anzahl Liegephasen festgestellt (MAYER et al., 2000). Gleichzeitig war die Dauer der Liegeperioden herabgesetzt (LOWE et al., 2001; PLATZ et al., 2007; RUSHEN et al., 2007). Vermutet wird, dass die Tiere das Abliegen und Aufstehen aufgrund der Härte der Betonspalten vermeiden. Die Inzidenz der Schwanzspitzennekrosen sinkt bei einer Haltung auf Stroh (SCHRADER et al., 2001).

Vor diesem Hintergrund war man bemüht, eine Verbesserung im Hinblick auf ein möglichst ungestörtes und schmerzfreies Aufsteh- und Abliegeverhalten zu schaffen. Die Möglichkeit die Betonspaltenböden mit Gummimatten zu belegen, brachte KOCH (1994) in die Diskussion. Haltungen, in denen die Betonspalten im Liegebereich der Tiere mit Gummiauflagen nachgebessert worden waren, wurden seitens der Bullen den nicht gummierten Betonspaltenböden vorgezogen (LOWE et al., 2001; ABSMANNER et al., 2009; RUSHEN et al., 2007; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012). Die Gewöhnung von Jungrindern an

Spaltenböden erfolgt bis zu einem Alter von sechs Monaten leichter als bei älteren Tieren, jedoch treten auch hier qualitative und quantitative Verhaltensänderungen auf (ANDREAE et al., 1982).

2.3.2 Besatzdichte

Die Besatzdichte ist ein Maß in der Tierhaltung, dass durch Studien zur Tiergerechtheit von Haltungssystemen, zum Komfort der Haltungsbedingungen, sowie zu weiteren Aspekten des Tierschutzes ermittelt wurde. Ein Faktum, was bei der Findung eines bestimmten Besatzes einer Bucht herangezogen wird, ist die Selbstreinigung der Spaltenbodenfläche, denn erst ab einer entsprechenden Anzahl an Tieren, ist das Durchtreten und Durchdrücken des Kotes beim Liegen ausreichend gewährleistet (GROTH, 1985; CHARLTON et al., 2014). Die Anzahl Tiere pro Fläche sowie die Gruppengröße haben auch einen Einfluss auf die Tiergesundheit und das Verhalten der Tiere. Ein zu geringes Platzangebot ist mit erhöhter Lahmheitsprävalenz verbunden (PLATZ et al., 2007; ABSMANNER et al., 2007; ROUHAMÜLLEDER et al., 2012) sowie mit einer größeren Anzahl veränderter Schwanzspitzen (ANDERSEN et al., 1997; ABSMANNER et al., 2009; KROLL et al., 2014). Die Bereitstellung einer definierten Fläche kann einerseits in Kilogramm Körpergewicht pro Quadratmeter oder in der Anzahl Tiere pro Quadratmeter angegeben werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass in Problembetrieben mit 209kg Tiermasse pro Quadratmeter die Schwanzspitzennekrose signifikant häufiger auftrat, als in Kontrollbetrieben, bei denen auf einen Quadratmeter 164kg entfielen (BISGAARD MADSEN et NIELSEN, 1985). Laut dem Europäischen Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung (1988, Anhang A) wird für Bullen mit einem Körpergewicht von mehr als 600kg eine Fläche von 3m² empfohlen. Anhand von Beobachtungen des Liege- und Bewegungsverhaltens ermittelte KIRCHNER (1987) für einen Bullen mit einem Lebendgewicht von 270kg eine Mindestfläche von 1,9m² und für die Endmast eine Fläche von 2,6m² pro Tier. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die Tageszunahmen bei Bullen in der Gewichtsklasse 250-500kg in denjenigen Gruppen am größten waren, in denen das Platzangebot 4,7m² pro Tier betrug (INGVARTSEN und ANDERSEN, 1993). Diese Beobachtungen werden ergänzt durch die Feststellung, dass ein größeres Platzangebot zu einer Erhöhung der Futteraufnahme beiträgt (MOSSBERG et al., 1992; PAHL, 1997; FISCHER et al., 1997; ANDERSEN et al., 1997; RUIS-HEUTNICK et al.,

2000). Verkürzte Liegezeiten vermehren aggressives Verhalten und sind ebenso eine Konsequenz ungenügenden Platzangebotes in der Bullenmast (WIERENGA, 1987; TROXLER, 2012, ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012). In den Haltungsversuchen von ECKERT (1988) wurde nachgewiesen, dass bei fünf von zwölf Versuchstieren, die mit rund 250kg Körpergewicht eingestallt wurden und denen pro Tier ein Platzangebot von 3m² zur Verfügung stand, sechs Monate nach Aufstallung noch keine Veränderungen der *apex caudae* feststellbar waren, wohingegen dies nur für ein Versuchstier der Gruppe mit einer Besatzdichte von 2m²/Tier galt. In der Gruppe mit dem geringeren Platzangebot traten Trittverletzungen am Schwanz häufiger auf als bei Tieren, denen ein größeres Platzangebot gewährt wurde. Tendenziell günstigere Ergebnisse bei der Bonitierung der Veränderungen am Schwanz wurden für diejenigen Tiere ermittelt, aus deren Buchten Artgenossen krankheitsbedingt entfernt wurden, wodurch den zurückbleibenden Tieren ein erhöhtes Platzangebot zur Verfügung stand (ECKERT, 1988). Im Falle einer Überbelegung führt allein das Aufstehen, Laufen und Abliegen einzelner Tiere zu einer Störung der übrigen liegenden Tiere. Bei begrenztem Platzangebot fehlen Ausweichmöglichkeiten. Folglich entstehen angesichts eines eingeschränkten Flächenverhältnisses vermehrt Traumatisierungen (HAMMER et al., 1985). Das Adrenokortikotrope Hormon (ACTH), wird bei Mastrindern von den geringen Platzverhältnissen beeinflusst, was zur Folge hat, dass die Ansprechbarkeit von Kortisol auf ACTH reduziert ist (BENEKE et al., 1983; LADEWIG und SMIDT, 1989; FISHER et al., 1997; GUPTA et al., 2007). Dabei postulierten FISHER und Mitarbeiter (1997), dass jener Effekt entweder mit der Anzahl an ACTH-Rezeptoren oder mit der Synthese, Sezernierung und Eliminierung von Kortisol zusammenhängt. Die Kortisolkonzentration im Blutplasma von Mastbullen war erheblich höher bei Probanden aus Haltungen mit hohem Tierbesatz (UNSHELM, 1980; GRANDIN, 1997; EUROPEAN COMMISSION, 2001; GUPTA et al., 2007).

2.3.3 Verhalten von Mastbullen

Ein aussagekräftiges Kriterium, das für die Einschätzung von Haltungssystemen im Hinblick auf Tiergerechtigkeit herangezogen wird, ist das Tierverhalten (UNSHELM, 1989; GRANDIN, 2005; VON BORELL et al., 2007; WELFARE QUALITY®, 2009; TROXLER, 2012; FRASER et al., 2013; KIRCHNER et al., 2014). Aufgrund wirtschaftlich bedingter Zwänge wird danach gestrebt, eine Balance zwischen artgerechter Haltung und Wirtschaftlichkeit zu finden.

Gemäß dem Indikatorenkonzept, haben Tiere zur Schaffung, Erhaltung und Reproduktion einen bestimmten Bedarf an Stoffen und Reizen (TSCHANZ, 1981). Demnach muss es die Option geben, schädigende Einflüsse zu vermeiden, um den Erhalt der aufgebauten Körpersubstanz zu gewährleisten. Daher kann objektiv das Wohlbefinden danach bewertet werden, zu welchem Anteil die gegebene Haltungsform die Bedarfsdeckung und die Vermeidung von Schaden generell möglich macht (TROXLER, 2012). Vor diesem Hintergrund soll in den nachfolgenden Punkten besonders auf das Verhalten eingegangen werden, welches mit den baulichen Gegebenheiten in der Laufstallgruppenhaltung auf vollperforiertem Spaltenboden in Bezug steht.

2.3.3.1 Ruheverhalten

Rinder ruhen im Stehen und Liegen, wobei dem Liegen eine besondere Stellung zukommt (RUSHEN et al., 2007; ABSMANNER et al., 2009; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012; TROXLER, 2012). Aus Sicht der Physiologie dient das Ruhen der Aufrechterhaltung der körperlichen Homöostase und ist somit für den Organismus in gewissem Maße die Basis für das Erbringen von Leistung. Daher wurde dieser Faktor zur Bewertung der Haltungsumwelt aufgenommen (SCHLICHTING und SMIDT, 1986). Mastbullen in Laufstallhaltung weisen eine Liegezeitdauer von 12 bis 15 Stunden täglich auf (MAYER et al., 2000), wobei der Tiefschlaf nur rund 30 Minuten pro Tag beträgt, und außerdem in sechs bis zehn Perioden stattfindet. Der Schlaf hat für Tiere eine entscheidende Funktion und Schlafentzug führt zur Störung des Wohlbefindens (RUCKEBUSH, 1974). Während des Schlafes konnte bei Wiederkäuern eine ähnliche Gehirnaktivität festgestellt werden, wie bei nicht ruminierenden Tieren und das Wiederkauen unterstützt physiologische Effekte des Schlafens (ARAVE und ALBRIGHT, 1981). Von den zwei grundsätzlichen Liegephasen um die Mittagszeit und in der Nacht, wird die letztgenannte präferiert, während der mehr Tiere gleichzeitig und länger liegen als mittags (BAHRS, 2005).

2.3.3.2 Abliege- und Aufstehverhalten

Bevor es zum eigentlichen Abliegen kommt, wird der Liegeplatz durch Rinder intensiv geprüft, wobei die Verformungseigenschaft des Untergrundes ein Hauptkriterium bei der Auswahl darstellt (BRADE, 2002). Bevorzugt werden weiche Böden, weshalb im Nachfolgenden zunächst auf das Abliege- und Aufstehverhalten (ZANNIER-TANNER, 1965; SCHNITZER, 1971; RUSHEN et al., 2007; ABSMANNER et al., 2009) eingegangen wird, wie es bei Rindern auf der Weide vorkommt. Die zu Beginn dieses Abschnitts angesprochene Prüfung der Liegestelle geschieht olfaktorisch. Mit Pendelbewegungen des Kopfes nach links und rechts oder mit langsamem Vorwärtsgehen wird der Untergrund somit mithilfe des Geruchssinns kontrolliert. Der Bewegungsablauf des Abliegens beginnt mit dem Versammeln der Extremitäten unter dem Rumpf. Danach werden die Vordergliedmaßen nacheinander angehoben, im Karpalgelenk gebeugt und es kommt zu einer Stützhaltung der beiden Karpi auf dem Boden. Zum gleichen Zeitpunkt treten die Hinterbeine etwas weiter vor, eines wird entlastet, und das Rind kommt seitwärts auf der entlasteten Extremität zu liegen. Abgeschlossen wird das Niederlegen mit kurzen Trippelbewegungen auf den Karpi bis das Sternum so aufliegt, dass eine bequeme Ruhestellung eingenommen werden kann (BOGNER und GRAUVOGEL, 1985).

Die Bewegungsabfolge des Aufstehens nimmt seinen Anfang mit der sogenannten Bereitschaftsstellung. Die Vordergliedmaßen werden in den Karpalgelenken untergeschlagen und der Körper wird durch Schieben der Hinterhand nach vorne gedrückt, um die Karpi zu belasten. Der Schleuderbretteffekt des nach vorn und abwärts gerichteten Kopfschwunges wird genutzt, um eine Verlagerung des Körperschwerpunktes nach kranial zu erreichen. Die Hinterhand wird entlastet und schnell hoch und erst dann werden die Vorderextremitäten nacheinander gestreckt (SAMBRAUS, 1971). Damit die Schleuderbewegung des Kopfes ausgeführt werden kann, muss ein ausreichendes Platzangebot im Kopfbereich vorhanden sein (BOXBERGER, 1983). Der Aufstehvorgang ist für Bullen auf Spaltenböden schwerer auszuführen (BAHRS, 2005). Des Weiteren wurde festgestellt, dass Rinder auf Spaltenböden nicht selten wie beim Pferd ein Hinterhandabliegen demonstrieren. Der Abliegevorgang kann auch gänzlich abgebrochen werden, weil das Tier ausgleitet, hinfällt oder in seinem normalen Bewegungsablauf anderweitig gestört wird (ANDREAE et al., 1982; MÜLLER et al., 1985; LIDFORS, 1992; RUHSEN et al., 2007; PLATZ et al., 2007; GYGAX et al., 2007).

Untersuchungen zum anormalen Abliege- und Aufstehverhalten bei Milchkühen in Laufställen mit Liegeboxen (KÄMMER und SCHNITZER, 1975) haben folgende Abläufe als artuntypisch eingestuft: Die Vorderhand wird bis etwa zum achten Brustwirbel zurückgestellt und die Hintergliedmaßen treten nach vorne, wobei dieser Vorgang bisweilen abgebrochen und wiederholt wird, um sich dann bei gestreckter Vorhand zur Seite fallen zu lassen. Erst aus dieser Stellung, welche dem Hundesitz ähnelt, werden die Karpi abgebeugt, auf diesen abgestützt und das Tier nimmt die Liegeposition ein. Ist der Boden zu rutschig, so wurde bei Mastbullen beobachtet, dass sie die gestreckten Vorderextremitäten aus der hundesitzartigen Position nach vorne gleiten lassen. Aufstehvorgänge, die denen des Pferdes gleichen und mit der Streckung der Vorhand beginnen, werden bisweilen auch beobachtet und zu den untypischen Verhaltensweisen gezählt (KÄMMER und SCHNITZER, 1975; ABSMANNER et al., 2009; TROXLER, 2012). Das vermehrte Auftreten pferdeartigen Aufstehens, kann mit den baulichen Gegebenheiten der Bucht zusammenhängen (LUTZ, 1981). Als Ursache für die nicht tierartgerechte Bewegungsabfolge wird die mangelnde Verformbarkeit und Rutschfestigkeit von Betonspaltenböden angeführt (GRAF, 1984; LOWE et al, 2001; RUSHEN et al., 2007).

2.3.3.3 Liegeverhalten und Liegeplatzverteilung

Unter Weidebedingungen findet während der Liegephasen das Wiederkauen statt und werden diese Liegemöglichkeiten eingeschränkt aufgrund von Bodenfaktoren, so wird auch die Wiederkauereffizienz reduziert (VAN HERTEM et al., 2013). Kühe weisen ein allelomimetrisches Verhalten auf, was im Detail bedeutet, dass verschiedene Vorgänge zur gleichen Zeit ausgeführt werden, beispielsweise das Liegen und Wiederkauen (VON BORELL, 2002). Somit kommt der Ausgestaltung der Liegeflächen eine tragende Rolle zu. Alternativen zu Stroh stellen Sand, Gummimatten und ähnliche Materialien dar, die zur Verbesserung des Liegekomforts beitragen (VERMUNT, 2004; RUSHEN et al., 2007). Bei einem Vergleich von Tiefstreuboxen mit Boxen, die mit perforierten Böden ausgestattet waren und in denen sich entweder keine Matten oder Gummimatten befanden, wurde gezeigt, dass die Liegezeiten unter allen drei Bedingungen ähnlich lang waren. Die Anzahl Liegeperioden in Tiefstreuboxen war jedoch am höchsten. Die Dauer der Liegephasen war auf Spalten mit Gummibelag größer, als in Tiefstreuboxen mit Stroheinstreu (WECHSLER et al., 2000;

ABSMANNER et al., 2009; ROUHA-MÜLLEDER et al., 2012). Die Anzahl Liegeplätze sollte gewährleisten, dass alle Bullen in der Bucht ungestört liegen können. KÄMMER und SCHNITZER (1975) beschrieben 26 unterschiedliche Weisen des Liegens, je nachdem wie sich die Haltung des Kopfes, der Gliedmaßen und des Körpers darstellte. Langandauernde Liegephasen sind nicht in jedem Fall ein Indikator für einen hohen Liegekomfort, denn auch der umgebungsbedingte Unwillen aufzustehen kann zu verlängerten Liegezeiten beitragen. Gleiches gilt für die Vermeidung des Abliegens aufgrund der damit verbundenen Schmerzempfindungen oder Bewegungseinschränkungen (VON BORELL et al., 2002). Bezüglich der Liegeplatzverteilung muss angemerkt werden, dass Mastbullen sich häufig nicht auf der gesamten Buchtenfläche verteilt niederlegen, sondern dies eher in kleineren Gruppen am Buchtenrand vollziehen, der dem Futtertisch gegenüberliegt (ANDREAE und FUTHS, 1973; HUBER et al., 1974).

2.3.3.4 Verhaltensstörungen und Technopathien

Als Technopathien werden Schäden am Körper des Tieres bezeichnet, die durch unsachgemäße Haltung bedingt sind (REUSCH, 1999; TROXLER, 2012). Die Schwanzspitzennekrose wird von einer Vielzahl Autoren als klassische Technopathie angesehen (WINTERLING und GRAF, 1995; MAYER et al., 2000; REITER et al. 2007). Das Auftreten dieses Krankheitsbildes soll durch Verhaltensstörungen beeinflusst sein, denn Boxenlaufställe mit Vollspaltenboden sind in der heutigen Fleischproduktion Standard (KIRCHNER, 1991; PAHL, 1997; LOWE et al., 2001; PLATZ et al., 2007). Da solche Stallsysteme oft nicht den natürlichen Bedürfnissen nahe kommen, treten ethologische Veränderungen, so genannte Stereotypen und Verletzungen aufgrund der Stalleinrichtung auf. Weiterhin werden Auffälligkeiten der Haut in Nähe der Gelenke zu den Technopathien gezählt. Ursächlich für das Entstehen von Verletzungen an Schwanz, Haut, Gelenken und Klauen sind einerseits harte Oberflächen anzuführen (KOBBERG und IRPS, 1989; HULTGREN, 2001). Ferner bezeichnet man Verhalten, welches nicht direkt einer Funktion dient und gleichförmig über längere Zeit wiederholt wird als Stereotypie. Dazu zählt das Zungenrollen und Zungenschlagen (SAMBRAUS, 1984; REDBO et al., 1996). Diese Zungenbewegung imitiert das Umschlingen eines Grasbüschels, was als Hinweis einer nicht wiederkäuergerechten Fütterung gilt. Durch Anhebung des Anteils strukturierten Futters kann

vor allem angesichts "maislastiger" Rationen Abhilfe geschaffen werden (EGGER, 1995; MORISSE et al., 1999).

2.4 Stallklima und Insektenbefall

Bekannt ist, dass erwachsene Rinder sehr tolerant gegenüber Kälte sind, wohingegen sie bei hohen Umgebungstemperaturen schnell in einen Hitzestress geraten (SILANIKOVE und GUTMEN, 1992). Mit einem Temperaturanstieg verbunden sind eine erhöhte Atemfrequenz sowie ein erhöhter Wasserbedarf. Die Futterraufnahme geht zurück, um die wärmeerzeugende Pansenfermentation zu drosseln. Angesichts hoher Temperaturen vermeiden Rinder das Liegen, da sich das Atmen im Stehen günstiger auf die Thermoregulation auswirkt (SAMBRAUS, 1971; ARAVE und ALBRIGHT, 1981; BOGNER und GRAUVOGEL, 1985). Bei Untersuchungen von REITER und Mitarbeitern (2007) zeigte sich, dass die Bullen gerade in den Wintermonaten, an denen die Stalltemperatur im Schnitt um 1°C betrug, kürzere Liegezeiten aufwiesen. Des Weiteren hat man erkannt, dass sich eine relativ hohe oder niedrige Luftfeuchtigkeit negativ auf die Tiergesundheit auswirken.

Einige Autoren vermuten einen Zusammenhang zwischen hoher Umgebungstemperatur im Stall und dem Auftreten der Schwanzspitzennekrose (MARTIG und LEUENBERGER, 1978; BUCZEK et al., 1984). Auch BISGAARD MADSEN und NIELSEN (1985) beobachteten in eigenen Untersuchungen ein gehäuftes Vorkommen von Schwanzspitzennekrosen in den Monaten Mai bis September, wenn die Temperaturen im Schnitt über 18°C lagen. Nach Meinung der genannten Autoren begünstigen sommerliche Temperaturen die Besiedlung von Hautläsionen mit Mikroorganismen. Mitunter wird die gesteigerte Inzidenz in den Sommermonaten mit einer erhöhten Fliegenbelastung in den warmen Monaten des Jahres in Verbindung gebracht, da die liegenden Bullen somit öfter mit dem Schwanz aufgrund der Fliegenabwehr an den harten Boden schlagen (KUNZ und VOGEL, 1978; MARTIG und LEUENBERGER, 1978). Außerdem können bei hoher Fliegenbelastung vermehrt Unruhe und signifikant höhere Schwanzbewegungen pro Zeiteinheit in den Buchten wahrgenommen werden (BOPP, 1954; HARVEY und LAUNCHBOUGH, 1982). Schließlich wird der Schwanz bei liegenden Bullen bei Umgebungstemperaturen, die 18°C überschreiten, wesentlich häufiger weiter entfernt vom Körper gehalten, wodurch ein höheres Risiko für Trittverletzungen durch andere Tiere besteht (BOPP, 1954). Es wird vermutet, dass sich eine chronisch-latente

Schwefelwasserstoffexposition ungünstig auf die Tiergesundheit auswirkt. Der aus dem Güllekeller unter den Spaltenböden stammende Schwefelwasserstoff kann nicht nur die bekannten toxischen Wirkungen mit perakuten Todesfällen entfalten, sondern auch bei chronischer Exposition in geringen Mengen über die Haut in den Körper gelangen und dort zu allgemeiner Blutungsneigung, subkutanen Hämatomen, Hämorrhagien in der Muskulatur und zu Blutaustritt ins Klauenhorn beitragen. Bei einer experimentellen Begasung verletzter Tierhaut mit Ammoniumhydrogensulfid und H₂S, zeigten exponierte Hautareale makroskopisch eine purpurne bis schwarze Verfärbung. Histologisch erwiesen sich die Veränderungen als akute nekrotisierende Dermatitis (LAUG und DRAIZE, 1942).

2.5 Relevanz für die Ökonomie der Rindfleischproduktion

Wirtschaftliche Verluste infolge von SSN ergeben sich nicht nur aufgrund von Kosten für die tierärztliche Behandlung, sondern auch durch Verkürzung der Mastperiode, die Mehrarbeit und Abzüge aufgrund von Qualitätsmängeln am Schlachtkörper oder gar dessen Untauglichkeit für den menschlichen Verzehr (LAWRENZ, 1980). Von 1372 Mastbullen mussten 68,2% im Alter von sieben bis neun Monaten einer Krankschlachtung zugeführt werden, da sich im Zuge der SSN eine Paraplegie einstellte (SHAKALOV, 1975). Wie Untersuchungen von KUNZ und VOGEL (1978) und ECKERT (1988) auf Schlachthöfen zeigen, wird die Schwanzspitzennekrose, abhängig vom Haltungssystem auf dem Herkunftsbetrieb, bei bis zu einem Drittel der Schlachtkörper beobachtet. Schlachtkörper mit Merkmalen einer Streuung von Erregern werden untauglich für den menschlichen Verzehr.

2.6 Rechtsgrundlagen

Wie im Tierschutzgesetz nachzulesen trägt der Mensch Verantwortung für das Tier als Mitgeschöpf, indem er dessen Leben und Wohlbefinden schützt und ferner darf niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schaden zufügen (TIERSCHG, 2013). Ferner ist die Gewährleistung der fünf Freiheiten ausdrückliches Ziel der EU-Politik hinsichtlich des Tierschutzes. Hierzu gehören: die Freiheit von Hunger und Durst, die Freiheit von Unwohlsein, die Freiheit von Schmerz, Verletzungen und Krankheiten, die Freiheit zur

normalen Verhaltensäußerung sowie die Freiheit von Angst und Stressfaktoren (FAWC, 1993). Dabei befindet sich ein Tier dann wohl, wenn es sowohl in physischer als auch in ethologischer Hinsicht in angemessener Harmonie mit der Umwelt lebt (LORZ, 1973; TROXLER, 2012).

2.6.1 Haltung von Mastbullen

Im zweiten Abschnitt des Tierschutzgesetzes wird näher auf die Tierhaltung eingegangen. Konkrete Angaben zur Haltung von Mast- und Aufzuchttrindern lassen sich in der „Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere“, welche besser bekannt ist als Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TIERSCHNUTZV, 2014), entnehmen. Jedoch betreffen die exakten Angaben, die in dieser Verordnung enthalten sind, die Haltung von Kälbern. Vor diesem Hintergrund kommen PETERSSON und Mitarbeiter (2001) zu dem Schluss, dass die Haltung von Mastkälbern auf Betonspaltenböden, nicht den ethologischen Bedürfnissen der Tiere gerecht wird. Zurückgreifen kann der Rindermäster auf die Kritischen Kontrollpunkte in der Kälberhaltung (SCHÄFFER et al., 2007), auf die Kritischen Kontrollpunkte in der Rinderhaltung (VON BORELL et al., 2007) und auf das Europäische Abkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen, welches ein Empfehlungsschreiben aus dem Jahre 1988 enthält. Darin festgehalten ist im Anhang A, dass Rinderhaltungssysteme der Art beschaffen sein sollen, dass von ihnen keine Verletzungen ausgehen können und die Befriedigung arttypischen Verhaltens gewährleistet sein muss. Das wissenschaftliche Komitee für Tiergesundheit und Tiergerechtigkeit der Europäischen Kommission hat im April 2001 Empfehlungen zur Rinderhaltung für die Fleischproduktion veröffentlicht. So zum Beispiel thematisiert dieser Bericht die Flächenansprüche von Mastbullen. Dabei sticht hervor, dass eine zu geringe Fläche pro Tier und eine inadäquate Bodenbeschaffenheit als Liegefläche pathologische Veränderungen hervorrufen können. Die oft geäußerte Vermutung, dass hohe Leistungen nur bei Tieren zu finden sind, deren Wohlbefinden ungestört ist, ist nicht aufrechtzuerhalten (BOGNER und GRAUVOGEL, 1985). Das „WELFARE QUALITY®-Assessment Protocol for fattening cattle“ (2009) gibt vor, wie Aspekte im Rahmen des Monitorings von Fütterung, Haltung, Gesundheit und Verhalten der Masttiere einzuhalten und zu bewerten sind. Darin vereint sind exemplarische Gegebenheiten aus der Rindermast mit

Vorgaben, welchem „Score“ diese entsprechen. Anhand dieses Protokolls ist es möglich, Betriebe nach einem Standard objektiv zu vergleichen und zu bewerten, um Verbesserungen zum Wohl des Tieres vorzunehmen. Gleiches Ziel hat das Kritische-Kontrollpunkte-Konzept für die Rinderhaltung (VON BORELL et al., 2007).

Das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung stellte 2011 den „Tierschutzplan Niedersachsen“ auf, der ein Arbeitsprogramm darstellt. Behandelt wird das Verbesserungspotenzial im Tierschutz, wobei entsprechende Ziele und Umsetzungen nicht nur aufgestellt werden, sondern auch möglichst in absehbarer Zeit ausgeführt werden sollen. Explizit für die Mastbullenhaltung ist ab 2018 geplant, Tierschutzleitlinien für die Bullenhaltung zu schaffen. Darüber hinaus werden der Verzicht auf das Kürzen der Schwanzspitzen und Förderprogramme für tiergerechte Haltung angestrebt. Somit sollen tierschutzrelevante Punkte, wie die strohlose Haltung auf Vollspaltenböden und hohe Besatzdichten angegangen werden. 2014 beschloss der Deutsche Bauernverband die „Tierwohl-Initiative“, die Anreize gibt, von der Gesellschaft gewünschte Leistungen für mehr Tierwohl zu honorieren, so zum Beispiel die Verbesserung des Platzangebotes in den Ställen.

2.6.2 Schwanzamputation

Laut § 6 Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006, das 2013 durch die Notwendigkeit der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie EU 2010/63 geändert wurde, ist das vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen verboten. Im Einzelfall ist dieses Verbot aufgehoben, wenn nach tierärztlicher Indikation ein Eingriff erforderlich ist. Weiterhin festgelegt ist in § 6, Absatz 3, dass das Kürzen des bindegewebigen Endstückes des Schwanzes von männlichen Kälbern bis zu einem Lebensalter von drei Monaten mit Hilfe von elastischen Ringen erlaubt werden kann. Die zuständige Behörde muss aufgrund von entsprechender Darlegung durch den betroffenen Betrieb davon überzeugt sein, dass für die vorgesehene Nutzung des Kalbes kein besserer Schutz möglich ist, als durch jenen prophylaktischen Eingriff. Diese Maßnahme wird jedoch befristet vergeben und sollte genaue Angaben zur Durchführung derselben enthalten.

3 *Material und Methoden*

3.1 **Studiendesign**

Anlass für die vorliegende Studie war der Anstieg der Inzidenz von Schwanzspitzennekrosen in einem Bullenmastbetrieb, die nach Verbot des Ionophors Monensin auf Grundlage der Verordnung (EG) Nr. 183/2006 Artikel 11, Absatz 2 auftrat. Dem Antrag des Bullmästers auf Erlaubnis zur präventiven Kürzung des Schwanzendes wurde seitens der zuständigen Veterinärbehörde nicht stattgegeben, da der Tierhalter zunächst Nachweise erbringen sollte, dass über Änderungen der Haltungsbedingungen keine Verbesserung des Problems herbeigeführt werden kann. Die Behörde beruft sich in diesem Zusammenhang auf §6 des Tierschutzgesetzes: *„Verboten ist das vollständige oder teilweise Amputieren von Körperteilen (...). Abweichend von Absatz 1 Satz 1 kann die zuständige Behörde (...) das Kürzen des bindegewebigen Endstückes des Schwanzes von unter drei Monate alten männlichen Kälbern mittels elastischer Ringe erlauben. Die Erlaubnis darf nur erteilt werden, wenn glaubhaft dargelegt wird, dass der Eingriff im Hinblick auf die vorgesehene Nutzung zum Schutz der Tiere unerlässlich ist...“*.

Veranlasst durch diese Forderung der Veterinärbehörde wurde die Klinik für Klauentiere gebeten, eine entsprechende Untersuchung zu begleiten. An den Tieren wurden keine Eingriffe vorgenommen, die nicht auch im Routinebetrieb der Bullenmast erfolgen. Die vorliegende Studie gliedert sich in zwei Abschnitte. Zur Beantwortung der Frage, in welchen Gewichtsbereichen erste Veränderungen an der Schwanzspitze auftreten, wurde im ersten Studienabschnitt eine Observationsstudie durchgeführt. Diese widmete sich der klinischen Untersuchung von Schwanzspitzen bei Mastbullen verschiedener Mastabschnitte im laufenden Betrieb. Im zweiten Abschnitt wurde eine Kohorten-Studie durchgeführt, in deren Rahmen der Einfluss der Faktoren „Flächenangebot“ und „Rationsgestaltung“ in verschiedenen Kombinationen (Abbildung 2) auf das Vorkommen von Schwanzspitzennekrosen untersucht wurde. Hierbei wurden Mastbullen über den Zeitraum von einem Jahr beobachtet, deren Schwanzspitzen begutachtet und nach einem standardisierten Schema benotet.

3.2 Erster Studienabschnitt

3.2.1 Tiere

3.2.1.1 Einschlusskriterien

Der erste Studienabschnitt befasst sich mit der Begutachtung und Befunderhebung an Schwanzspitzen von Mastbullen im laufenden Betrieb. In diesem Studienabschnitt wurden Bullen der Rasse Fleckvieh (FLV) und Deutsch Holstein (DH) im Alter von drei bis zehn Monaten aus unterschiedlichen Gewichtsklassen einbezogen (Tabelle 2).

3.2.1.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen von der Observationsstudie wurden Kreuzungstiere sowie Jungbullen, die bereits zum Zeitpunkt der Untersuchung einer Schwanzamputation unterzogen worden waren.

3.2.2 Durchführung der klinischen Untersuchung des Schwanzes

Die klinische Untersuchung der Schwänze fand an dem Tag der routinemäßig im Betrieb stattfindenden Gewichtsbestimmung der Bullen statt. Dabei wurde das Körpergewicht der Jungbullen unterschiedlichen Alters durch Verbringen der Tiere in einen Zwangsstand mit integrierter Waage bestimmt. Bei dem in der Waage befindlichen Tier wurde der Schwanz wie folgt untersucht:

Zunächst fand eine visuelle Begutachtung des gesamten Schwanzes statt, ohne dass das Tier berührt wurde. Dabei fanden Berücksichtigung: etwaige Verschmutzungen, Sekretspuren, Umfangsvermehrungen und anatomische Abweichungen. Danach wurde die Schwanzspitze mit der Hand aufgenommen und nach Scheiteln der Quastenhaare sowohl einer adspektorischen als auch palpatorischen Untersuchung unterzogen. Bei der äußerlichen Betrachtung der Schwanzquaste wurde insbesondere auf die Dichte der Haare und das Vorhandensein von haarlosen Hautarealen geachtet. Die erhobenen Befunde wurden in Anlehnung an das in Kanada von DROLIA et al. (1991) entworfene Schema in eine Benotung (Score) überführt. Die Kriterien, die der Benotung zugrunde lagen, sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Tabelle 1. Klinische Untersuchung des Schwanzendes.

Dargestellt ist der Bewertungsschlüssel für den Zustand der Schwanzspitze anlässlich der visuellen und palpatorischen Kontrolle modifiziert nach DROLIA et al. (1991).

Score	Kriterien	
0	Physiologisches Aussehen des Schwanzes und der Schwanzspitze, Palpation unauffällig, keine Verschmutzungen, Sekretkrusten o.ä. sichtbar	
1	Geringgradiger Verlust von Quastenhaar an der Schwanzspitze, herabgesetzte Elastizität der Haut an der Schwanzspitze, übermäßige Verhornung mit stecknadelkopfgroßem schwarzem Areal	
2	Mittelgradiger Verlust von Quastenhaar an der Schwanzspitze, herabgesetzte Elastizität der Haut an der Schwanzspitze, spaltenförmige Einrisse der Haut (Rhagaden), Zusammenhangstrennungen überlagert durch (Wund-)Krusten an der Schwanzspitze	
3	Hochgradiger Verlust von Quastenhaar, herabgesetzte Elastizität der Haut an der Schwanzspitze, Schwanzende kolbenartig aufgetrieben, entzündliche Veränderungen (Phlegmone) bis hin zu Gewebsuntergang an der Spitze (Nekrose)	
A	Teilamputierter Schwanz	

3.2.3 Bestimmung der Grundfläche der Boxen

Die Fläche der für die verschiedenen Mastabschnitte vorgesehenen Boxen wurde den offiziellen Bauplänen, die der Betrieb zur Verfügung gestellt hat, entnommen (Tabelle 2).

Tabelle 2. *Grundflächen der Boxen in den untersuchten Mastabschnitten der Observationsstudie.*

Dargestellt sind neben der Flächengröße, auch die Tieranzahl (n=147) und der dazugehörige Mastabschnitt.

Boxenfläche in m ²	Tieranzahl	Mastabschnitt/ Körpergewicht in kg
36	21	Hauptmast / 300-500
42	22	Hauptmast/ 300-500
39	24	Hauptmast/ 300-500
26	43	Vormast/ 150-300
27	18	Vormast/ 150-300
27	19	Vormast/ 150-300

3.2.4 Bestimmung der Tageszunahmen

Im Untersuchungsbetrieb fanden in monatlichen Abständen Wägungen statt. Das Körpergewicht wurde durch Mitarbeiter des Betriebs erfasst, im Herdenmanagementsystem dokumentiert und zur Verfügung gestellt. Die Berechnung der Tageszunahmen bis zum Untersuchungstag erfolgte retrospektiv über die Formel:

$$\Delta \text{ kg/Tag} = \frac{(\text{Gewicht zum Zeitpunkt X+1}) - (\text{Gewicht zum Zeitpunkt X})}{\text{Anzahl der Tage zweier aufeinander folgenden Wägungen}}$$

3.2.5 Haltungbedingungen

Die Haltung der Bullen des ersten Studienabschnitts wird im Punkt 3.3.3 detailliert beschrieben und unterschied sich im Vergleich zur Haltung der Bullen des zweiten Studienabschnitts lediglich in den Boxenausmaßen (Tabelle 2) und dem Fehlen der teilgummierten Betonspaltenböden.

3.2.6 Fütterungstechnik und Rationsgestaltung

Die Fütterung und die Zusammensetzung der Totalen-Misch-Ration für die Bullen des ersten Studienabschnitts wird im Punkt 3.3.4 näher beleuchtet. Die Ergänzung der Ration mit Stroh entfiel für diesen Studienabschnitt.

3.3 Zweiter Studienabschnitt

3.3.1 Tiere

3.3.1.1 Einschlusskriterien

Für die Untersuchungen zum zweiten Abschnitt der Studie wurden in einem 4x4 Design Tiergruppen zusammengestellt und anschließend nach dem in Abbildung 2 dargestellten Schema verschiedenen Stallabteilen randomisiert zugeordnet, welche sich durch die Flächenzuteilung und die Art der vorgelegten Ration unterschieden. Mithilfe der im Bullenmastbetrieb erhobenen Daten zur Tiergesundheit wurden nur solche Tiere einbezogen, die im Laufe der Aufzuchtperiode zu keinem Zeitpunkt Krankheitserscheinungen gezeigt hatten. Insgesamt wurden 96 Jungbullen der Rassen FLV mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von $316\pm 14\text{kg}$ und DH mit einem Durchschnittsgewicht von $245\pm 8\text{kg}$ im Alter von sechs Monaten ausgewählt. Den verschiedenen Gruppen wurden gemäß Abbildung 2 jeweils zweimal 30 Bullen der Rassen DH (DH30) und FLV (FLV30) zugeordnet, beziehungsweise zweimal 18 Bullen der genannten Rassen (DH18 und FLV18).

3.3.1.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen von dieser Untersuchung wurden Kreuzungstiere und Tiere, die laut der vom Betrieb erfassten Daten zur Tiergesundheit aufgrund verschiedener Krankheiten vorbehandelt waren oder bereits im Vorfeld einer Schwanzamputation unterzogen worden waren.

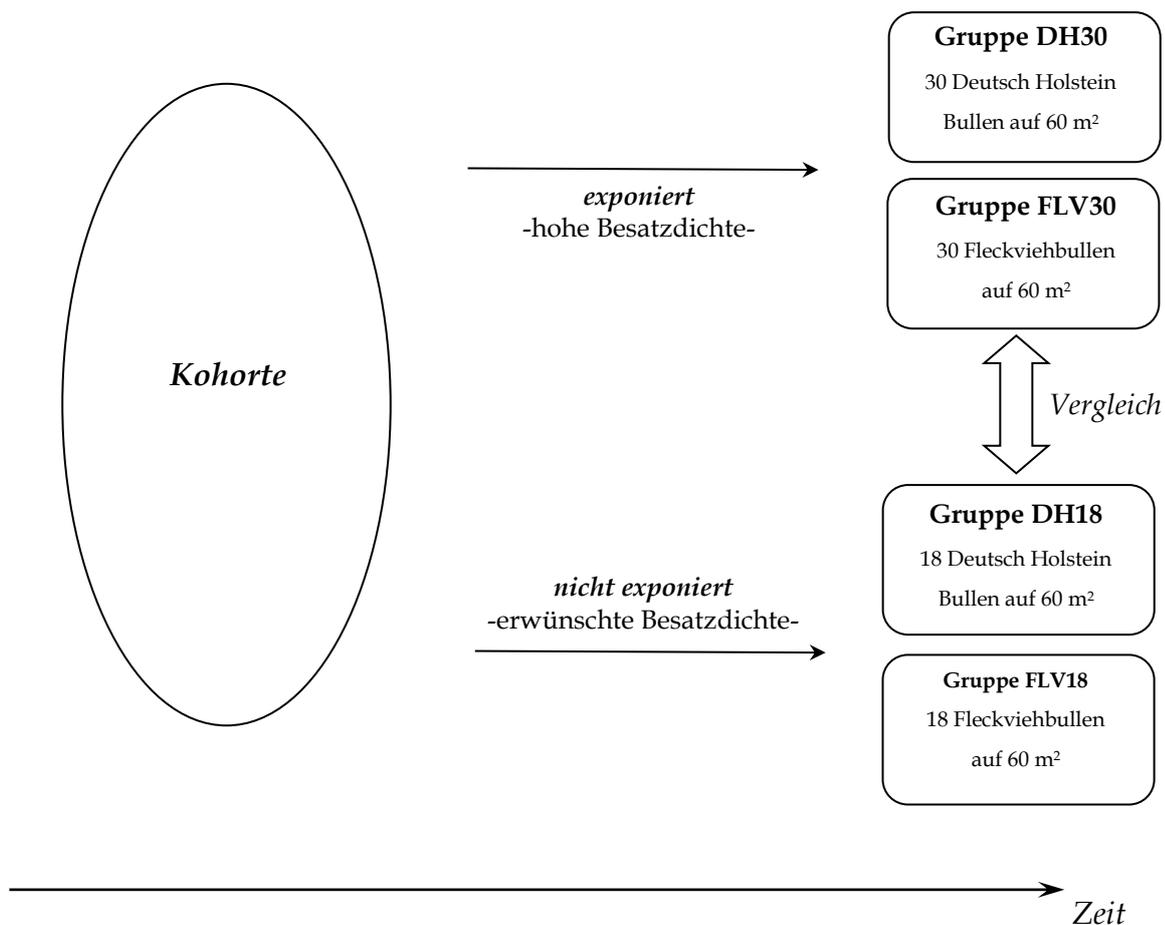


Abbildung 2. Studiendesign für den Abschnitt 2 der Untersuchungen. Dargestellt sind die Bezeichnungen und Zuordnungen der einzelnen Gruppen der Kohortenstudie.

3.3.2 Zeitlicher Ablauf der Untersuchungen

Die Erhebungen zum zweiten Studienabschnitt der Untersuchungen fanden über einen Zeitraum von einem Jahr statt. Sie begannen mit der Umstallung der Studientiere aus der Vormast in die Endmast und endeten mit der Begutachtung des Schlachtkörpers der Bullen am Schlachthof. Während dieses Zeitraumes fanden nachstehende Untersuchungen statt:

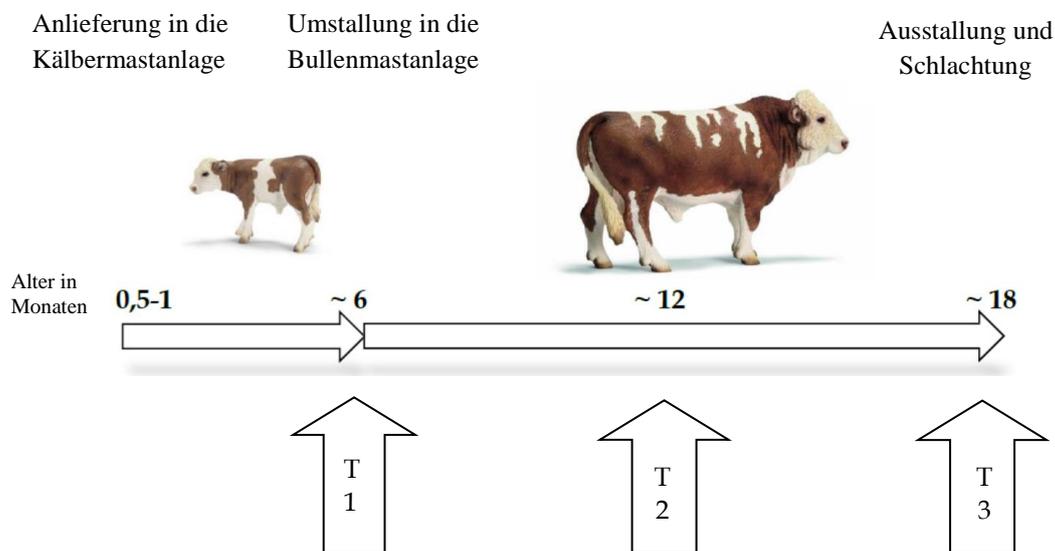


Abbildung 3. *Darstellung von Zeitverlauf und Tätigkeiten für den zweiten Studienabschnitt. Zum Zeitpunkt T1 fanden zum ersten Mal die klinische Untersuchung des Schwanzes der Tiere statt sowie die erste Blutentnahme. An T1 wurden die Kälber aus der Vormast in die Hauptmast umgestellt. Am Zeitpunkt T2 fanden ebenso die klinische Untersuchung des Schwanzes und eine weitere Blutentnahme statt. Am Zeitpunkt T3 wurden die Tiere aus dem zweiten Studienabschnitt geschlachtet. An diesem Tag wurde der Schwanz klinisch untersucht, eine Blutprobe entnommen, sowie Pansensaft für die pH-Messung gewonnen. Die Untersuchungen T1, T2 und T3 fanden in halbjährigen Abständen statt.*

3.3.3 Haltungsbedingungen

Die Bullen wurden in einem neu erbauten Außenklimastall mit Trauf-First-Lüftung aufgestellt. Die Seitenwände des Stalles bestehen zur Hälfte der Höhe aus Betonplatten, die dachwärts mit einem Windnetz versehen sind, welches zusätzlich von außen mit Jalousien

versehen ist. Die Temperaturregelung erfolgt automatisch. Mit einer Länge von 20 Metern und einer Breite von drei Metern ergibt sich für die jeweiligen Stallabteile eine Fläche von 60m^2 . Bei dem Boden handelt es sich um einen Vollspaltenbetonboden bestehend aus 1,5m langen Betonspalten mit einer Spaltenweite von 35mm und einer Balkenbreite von 100mm. Die Betonspalten in Nähe des Futtertisches sind nicht mit einer Auflage versehen (Abbildung 4). Der abseits vom Futtertisch gelegene Bereich dient als Liegefläche. Hier ist der Spaltenboden auf einer Länge von 1,5m mit perforierten Gummiauflagen vom Produkttyp KURA S[®] (Gummiwerk KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG, 84529 Tittmoning, Deutschland) versehen. In jedem Stallabteil befinden sich zwei Nippeltränken. Vier der beschriebenen Stallabteile wurden für die Aufstallung der unter Punkt 3.3.1 beschriebenen Tiere verwendet.

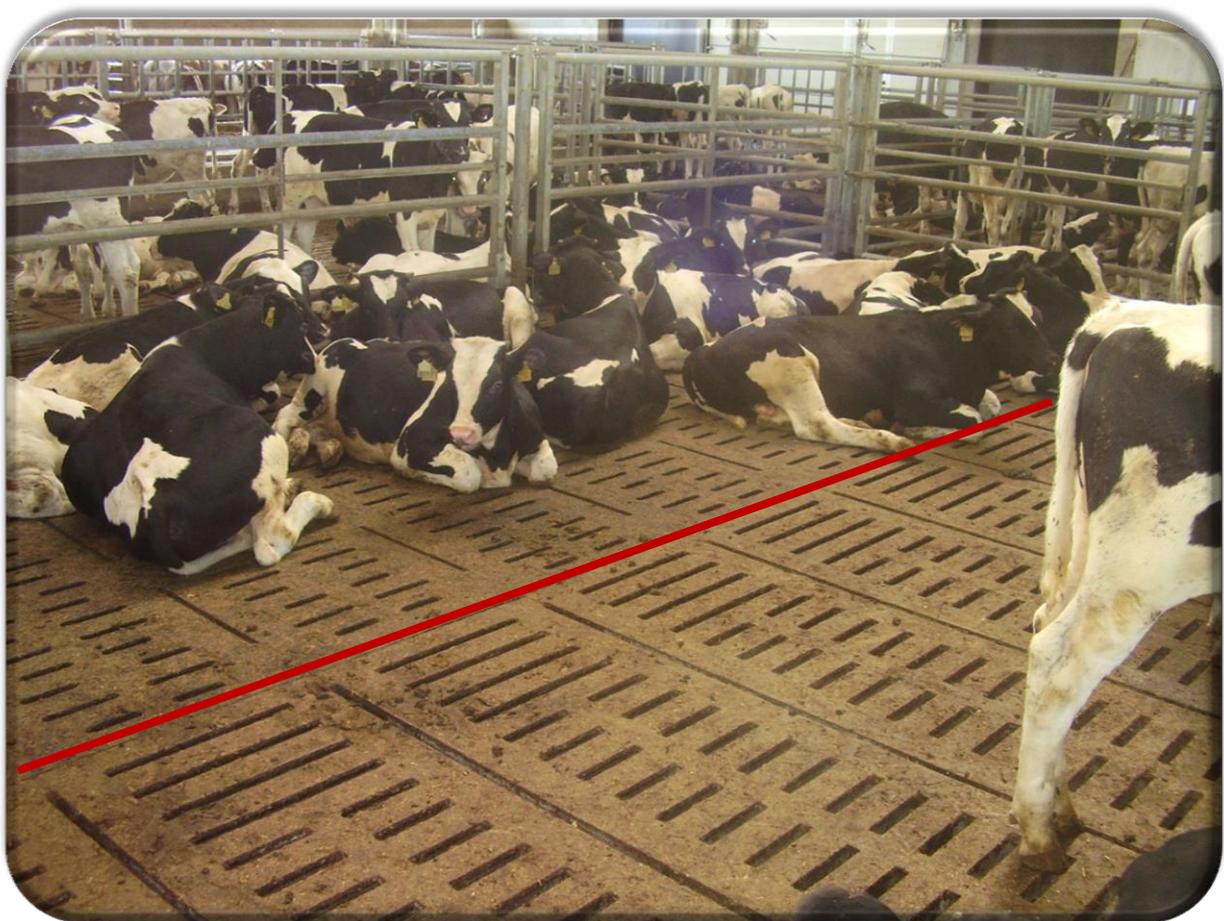


Abbildung 4. *Ansicht der Stallabteile im Bereich der Endmast.
Die rote Linie kennzeichnet die Trennung des von Gummiauflagen versehenen Liegebereiches vom reinen Betonspaltenboden im Fressbereich.*

3.3.4 Fütterungstechnik und Rationsgestaltung

Den Bullen wurde zweimal täglich um 7:00 Uhr und 14:00 Uhr eine totale Mischration (TMR) vorgelegt. An jedem Morgen wurden vom Vortag verbliebene Futterreste abgeschoben und der Futtertisch gereinigt. Je die Hälfte der Tieranzahl aus den vier Gruppen erhielt zusätzlich 260 Gramm gehäckseltes und endstaubtes Gerstenstroh der Firma Cordes-Grasberg (28879 Grasberg, Deutschland) und wurde mit den verbleibenden Tieren ohne Strohzufütterung verglichen. Die TMR setzte sich wie folgt zusammen:

Tabelle 3. Rationsgestaltung im Beobachtungszeitraum T1-T3.

Dargestellt sind die kg/Tag-Anteile einzelner Rationsbestandteile in den einzelnen Gewichtsabschnitten; (TM: Trockenmasse; MJ: Mega Joule ME; Metabolische Energie; MS: Maissilage; AWS: Anwelksilage; PS: Pressrübenschmitzel).

Körpergewicht in kg	MS kg/Tag	AWS kg/Tag	PS kg/Tag	Stroh kg/Tag	Sojaextr. Schrot kg/Tag	Rapseextr. Schrot kg/Tag	Getreide Schrot kg/Tag	Mineralfutter g/Tag
200-240	8,1	4,8	0	0,2	0,8	0,9	1,0	70
240-280	9,0	4,7	0	0,2	0,8	0,9	1,1	70
280-315	7,5	4,7	2,0	0,2	0,8	1,0	1,2	70
315-350	8,4	4,7	2,4	0,2	0,9	1,0	1,3	70
350-385	9,0	4,6	2,8	0,2	0,9	1,1	1,5	70
385-420	9,6	4,7	3,2	0,2	0,9	1,1	1,6	70
420-455	10,2	4,7	3,6	0,2	0,9	1,1	1,9	70
455-490	10,8	4,6	3,9	0,2	1,0	1,2	2,0	70
490-525	11,3	4,6	4,2	0,2	1,0	1,2	2,1	70
525-555	11,6	4,6	4,5	0,2	1,0	1,2	2,2	70
555-585	11,9	4,6	4,8	0,2	1,0	1,2	2,1	70
585-615	12,2	4,6	5,1	0,2	1,0	1,3	2,1	70
615-645	12,5	4,6	5,3	0,2	1,0	1,3	1,9	70

- Der Gewichtsbereich (Körpergewicht in den einzelnen Monaten) wurde anhand der durchschnittlichen Tageszunahmen berechnet
- TMR-Zusammensetzung: 62% aus Grundfutter und zu 38% aus Kraftfutter

- Grundfutter-Zusammensetzung : 26% Anwelksilage (erster und zweiter Schnitt), 55% Maissilage, 19% Pressrübenschnitzel
- Maissilage : 38% TM, 11,0 MJ ME/kg TM, 18,5% Rohfaser in TM,
- Anwelksilage: 38% TM, 9,9 MJ ME/kg TM, 22,0% Rohfaser in TM
- Pressrübenschnitzel: 28% TM, 11,8 MJ ME/kg TM, 21,2% Rohfaser in TM

Tabelle 4. *Zusammensetzung der Mineralstoffvormischung.*

Dargestellt sind die einzelnen Komponenten in %, mg, bzw. IE in 70g des Mineralfutters der TMR).

Calcium	25,0%	Kupfer	600 mg
Phosphor	2,0%	Zink	4 000 mg
Natrium	7,5%	Mangan	2 500 mg
Magnesium	3,0%	Jod	60 mg
		Cobalt	40 mg
		Selen	15 mg
Vitamin A	500 000 IE		
Vitamin D3	75 000 IE		
Vitamin E	2 000 mg		
Vitamin B1	300 mg		

3.3.5 Analyse der Futterqualität

Zur Überprüfung der Futterqualität im Hinblick auf eine mikrobielle Belastung und auf den pH-Wert des Futters wurden insgesamt vier Proben der Gras- und Maissilage zur Untersuchung an das Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (17034 Neubrandenburg, Deutschland) versandt. Dort fand eine Keimzahlbestimmung von futtermittel-typischen und Verderbnis anzeigenden Mikroben statt. Berücksichtigt wurden Bazillen, Mikrokokken, Streptomycceten, Schwärzepilze, Wallemia, Aspergillus, Penicillium, Mucorales, Hefen und Clostridien. Zusätzlich wurde das Futter auf Mykotoxine untersucht und als unbedenklich eingestuft. Grobsinnlich wurde die Silage vom Geruch als angenehm säuerlich und von der Farbe als olivgrün beurteilt. Der pH-Wert der vier eingesandten Proben schwankte zwischen 3,94 und 5,51. Die Keimzahlbestimmung von

Clostridien lag bei unter fünf kolonienbildenden Einheiten (kbE) pro Gramm Probenmaterial. Weitere Untersuchungsbefunde sind der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 5. *Ergebnisse der Analyse der Futterqualität von Gras- und Maissilage.*
Dargestellt sind Angaben zur absoluten Anzahl kolonienbildender Einheiten (kbE) und zu Richtwerten für aerobe, mesophile Bakterien sowie Schimmel- und Schwärzepilzen.

<i>Aerobe, mesophile Bakterien</i>				
<i>Mikroorganismen gelten als</i>	Produkt- typisch		Verderb- Anzeigend	Verderb- Anzeigend
<i>Vorwiegend nachweisbar</i>	Gelbkeime, Gram neg., Coryneforme		Bazillen, Mikrokokken	Strepto- Myceten
<i>kbE der Probe</i>	<5 x10 ⁵		2,9 x10 ⁵	<5 x10 ⁵
<i>Orientierungswerte</i>	2 x10 ⁵		3 x 10 ⁵	3 x 10 ⁵
<i>Schimmel- und Schwärzepilze</i>				
<i>Mikroorganismen gelten als</i>	<i>Produkt-typisch</i>	<i>Verderb- anzeigend</i>	<i>Verderb- anzeigend</i>	<i>Verderb- Anzeigend</i>
<i>Vorwiegend nachweisbar</i>	Schwärze- pilze	Wallemia, Aspergillus, Penicillium	Mucorales	Hefen
<i>kbE der Probe</i>	5 x10 ²	<5 x10 ²	<5 x10 ²	8 x10 ³
<i>Orientierungswerte</i>	1 x10 ⁴	1 x10 ⁴	5 x10 ³	5 x10 ⁵

Die Schüttelboxuntersuchung der TMR fand bereits vor dem Haltungsveruch statt, damit geklärt werden konnte, inwiefern eine Zufütterung gehäckselten Strohs erforderlich ist. Verglichen wurden die Partikelgrößen mit den Empfehlungen von ULBRICH und Mitarbeitern (2004) und denen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG).

Tabelle 6. *Ergebnisse der Bestimmung der Partikellänge im Futter mittels Schüttelbox. Angegeben wird der Anteil in % der gemessenen Partikellängen zu den drei Klassen der Empfehlungen nach ULBRICH und der DLG sowie die Partikellänge in mm.*

<i>Empfehlung ULBRICH (2004)</i>	<i>Empfehlung DLG (2001)</i>	<i>Partikelgröße</i>	<i>%-Anteil der gemessenen Partikel</i>
45-55%	40-60%	<8mm	63%
35-45%	30-50%	8-19mm	23%
5-19%	6-10%	>19mm	14%

3.3.6 Beurteilung der Schwanzspitzen und Auswahl der Stichprobe

Die Beurteilung des Zustandes der Schwanzspitze erfolgte wie unter Abschnitt 3.2.2 erwähnt adspektorisch und palpatorisch. Aus jeder der vier Gruppen wurde eine Stichprobe bestehend aus zehn Tieren randomisiert ausgewählt, welche über die gesamte Mastperiode eines Jahres an drei Zeitpunkten beprobt und bonitiert wurden (Abbildung 3).

3.3.7 Probengewinnung und Probenanalysen

3.3.7.1 Blut

In dem Bullenmastbetrieb, in welchem die Beobachtungen stattfanden, werden jeden Monat im Rahmen eines metabolischen Screenings Blutanalysen durchgeführt. Die Blutentnahme erfolgte zu jedem der in Abbildung 3 genannten Termine in der Zeit zwischen 10:00 Uhr und 13:00 Uhr aus der *v. jugularis externa* bei dem im Zwangsstand fixierten Tier. Dabei wurden bei jeweils zehn Tieren pro Beobachtungsgruppe die Blutproben gewonnen. Verwendet wurden Probenröhrchen (Volumen 10 ml) ohne und mit Zusatz von Lithium-Heparin (BD Vacutainer[®], Becton Dickinson, 69126 Heidelberg, Deutschland) und Kanülen der Größe 0,9 x 38 mm, 20 Gauge (BD Vacutainer[®] Precisionglide, Becton Dickinson, 69126 Heidelberg, Deutschland). Das Probenmaterial wurde am Tag der Probenentnahme nicht zentrifugiert und gekühlt versandt. Die Laboruntersuchungen wurden im klinisch-chemischen Labor der Klinik für Klautiere der Freien Universität in Berlin durchgeführt. Für die Gewinnung von Serum

und Plasma wurden die Probenröhrchen in einer Ultrazentrifuge (Andreas Hettich GmbH & Co.KG, 78532 Tuttlingen, Deutschland) bei 3000 Umdrehungen pro Minute fünfzehn Minuten lang zentrifugiert. Danach wurde das Serum beziehungsweise das Plasma in ein Plastikröhrchen ohne Zusatz überführt und bei -20°C bis zur Analyse eingefroren. Die untersuchten Laborparameter sowie die verwendete Apparatur sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7. Laboruntersuchungen in heparinisiertem Vollblut, Plasma und Serum.
Gezeigt werden die untersuchten Parameter sowie die Methode und die verwendete Apparatur.

<i>Medium</i>	<i>Parameter</i>	<i>Analysemethode/-gerät</i>
Serum	Alb, TP, Bili, AST, GGT, GLDH, CK, Ca, P	Nasschemie (Cobas Mira Plus, Hoffmann-La Roche AG, 79639 Grenzach-Wyhlen, Deutschland)
Plasma	Na, Cl, Mg, Cu, Zn	Atomabsorptionsspektrometrie (Solaar M6, Thermo-Fisher Scientific GmbH, 63301 Dreieich, Deutschland)
Heparin-Vollblut	RBC, WBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC	Blutzellzählung (Vet ABC Animal Blood Counter, Scil GmbH, 68519 Viernheim, Deutschland)

3.3.7.2 Bestimmung des pH-Wertes im Pansensaft

Unmittelbar nach der Schlachtung wurde aus dem Pansen der Studientiere Pansensaft entnommen. Zu diesem Zweck erfolgte die Trennung des Magen-Darm-Konvolutes vom Schlachtkörper. Darauf erfolgte eine Inzision auf mittlerer Länge der kaudoventralen Querfurche in die Wand des ventralen Pansensacks derart, dass Panseninhalt entnommen werden konnte. Inzision und Probenentnahme erfolgten bei allen Tieren in der gleichen Lokalisation. Durch Kompression des Panseninhaltes in der geschlossenen Hand wurde Pansensaft gewonnen und in ein Probengefäß (Volumen 125ml, Beyer-Hygiene, 34560 Fritzlar, Deutschland) überführt. Unmittelbar danach erfolgte die Ermittlung des pH-Wertes

mittels Eintauchens und Ablesung eines pH-Teststreifens (Pehanon, Macherey-Nagel GmbH & Co. KG, 52355 Düren, Deutschland).

3.4 Statistische Auswertung

Die im Rahmen der Untersuchungen erhobenen Daten wurden zunächst in die Datenblätter der Computer Software Microsoft Excel[®] 2010 übertragen und deskriptiv ausgewertet. Die statistische Berechnung und Analyse der Bonitur der Schwanzspitzen, der Besatzdichte und des Pansensaftes erfolgte mit dem Programm JMP[®] 9.0 Statistical Discovery[™] (SAS Institute Inc., Cary/North Carolina USA). Die Auswertungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Nutztiergenetik (Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Friedrich-Loeffler-Institut, 31353 Neustadt am Rübenberge, Deutschland) angefertigt. Zunächst erfolgte eine Überprüfung der Daten aus der Wägung und der pH-Messung auf Normalverteilung mittels des Shapiro-Wilk-Tests, welcher auf einer Varianzanalyse einer Stichprobe basiert (ANOVA: Analysis of Variance Test for Normality). Angewandt wurde ferner der t-Test nach Student. Der Kruskal-Wallis-Test fand bei der Prüfung der Daten aus der Futterrationsanreicherung und den Boniturergebnissen Anwendung. Zur Überprüfung der Abhängigkeit zwischen den klinischen Befunden und der Besatzdichte wurde der Chi-Quadrat-Test und zur Prüfung des linearen Zusammenhanges die Pearson-Korrelationsanalyse und die nominale logistische Regression eingesetzt (BORTZ et LIENERT, 2003; BÜHL et ZÖFEL, 2005). Die Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$, welche als signifikant gewertet wurde, fand bei allen durchgeführten Tests Anwendung und die Ergebnisdarstellung vollzog sich in Form von Mittelwert (\bar{x}) und Standardabweichungen (s).

Die Varianz s^2 sowie der Mittelwert \bar{x} der Stichprobe werden berechnet durch:

$$s^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad \text{mit} \quad \bar{x} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n x_i$$

<i>Korrelationskoeffizient (r)</i>	<i>Bezeichnung der Korrelation</i>
0,01 bis 0,25	sehr gering
0,26 bis 0,50	gering bis mäßig
0,51 bis 0,75	mittelgradig bis gut
0,76 bis 1,00	sehr gut

<i>Irrtumswahrscheinlichkeiten (p)</i>	<i>Signifikanz</i>
$p \leq 0,001$	hoch signifikant
$p \leq 0,01$	signifikant
$p \leq 0,05$	schwach signifikant
$p > 0,05$	nicht signifikant
$0,05 < p < 0,10$	tendenziell

4 Ergebnisse

4.1 Erster Studienabschnitt

4.1.1 Ergebnisse der klinischen Untersuchung der Schwänze

Im Rahmen der Befunderhebung an den Schwanzspitzen von Bullen verschiedener Mastabschnitte wurden 147 Schwanzspitzen von Bullen der Rasse Fleckvieh und Deutsch Holstein im Alter von drei bis zehn Monaten an einem Wiegetag begutachtet. Erste Veränderungen an den Schwanzspitzen, die den Kriterien des Score 1 entsprechen (Tabelle 1), wurden bei Bullen mit einem Körpergewicht von $200\pm 34\text{kg}$ wahrgenommen. Aufgrund der Fläche, welche den Tieren zur Verfügung stand, wurde eine Unterteilung in sechs Gruppen vorgenommen (Tabelle 2). Die Ergebnisse der einzelnen Bullen sind im Anhang auf der Seite 92 unter der Tabelle 29 zu sehen. Die Resultate des Chi-Quadrat-Testes „Score-Rasse“ mit $\chi^2=1,193$ ($p\leq 0,69$) für Bullen bis zu einem Körpergewicht von 300kg (Gewichtsbereich 1) und $\chi^2=1,195$, ($p\leq 0,75$) für Bullen über 300kg (Gewichtsbereich 2) zeigen keine Korrelation zwischen der Rasse und dem Vorkommen der SSN.

Tabelle 8. Verteilung der Bonitierungsergebnisse in den untersuchten Gewichtsabschnitten der Observationsstudie.

Dargestellt ist die Anzahl der Tiere ($n=147$), denen die Bonitur-Noten (Score) 0, 1, 2, 3 entsprechend des in Tabelle 1 dargestellten Benotungsschlüssels zugeteilt wurde. Dargestellt sind auch die sechs unterschiedlich hohen Besatzdichten.

Besatzdichte m ² /Tier	\bar{x} des Körpergewichtes ±SD (in kg)	Scoreverteilungen			
		0	1	2	3
1,74	399±29	1	12	7	1
1,92	382±35	2	9	9	2
1,63	324±28	3	10	9	2
1,5	246±25	9	8	1	0
1,42	176±15	13	4	2	0
1,86	346±19	7	9	32	5

Tabelle 9. Kontingenztabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Tests „Score-Rasse“ für Bullen bis zu dem Körpergewicht von 300kg (Gewichtsbereich 1).

Dargestellt ist in Form einer Kontingenztabelle die Verteilung der Bonitierungsnoten (Score 0,1,2,3) auf die Rassen DH und FLV, wobei in dieser Tabelle nur Bullen ≤ 300 kg Körpergewicht berücksichtigt wurden. In der ersten Reihe für die jeweilige Rasse befinden sich die Anzahl der Bonitierungswerte (Score Anzahl), der prozentuale Anteil des gegebenen Bonitierungswertes insgesamt (Total%), der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der jeweiligen Spalte (Spalte%) und der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der gegebenen Reihe (Reihe%).
 $n=44$, $df=3$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=1,193$, $p\leq 0,69$

Score Anzahl Total % Spalte% Reihe %	0	1	2	3	Σ
DH	13 29,55 59,09 54,17	6 13,64 42,86 25,00	3 6,82 60,00 12,50	2 4,55 66,67 8,33	24 54,55
FLV	9 20,45 40,91 45,00	8 18,18 57,14 40,00	2 4,55 40,00 10,00	1 2,27 33,33 5,00	20 45,45
Σ	22 50,00	14 31,82	5 11,36	3 6,82	44

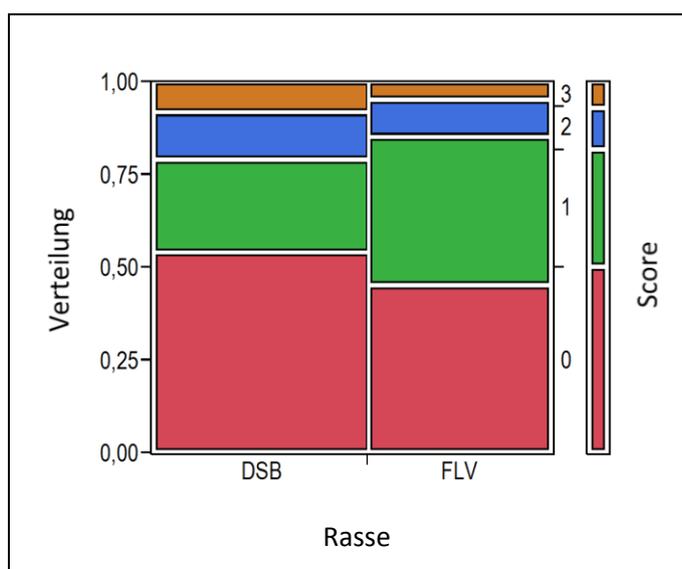


Abbildung 5.

Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Rasse“ im Gewichtsbereich 1.

Dargestellt sind die Verteilungen der beiden Rassen FLV und DH aus dem Gewichtsbereich 1 (Bullen aus der Vormast mit dem Körpergewicht ≤ 300 kg) auf der x-Achse und die Verteilungsanteile der Bonitierungswerte auf der linken y-Achse und die Bonitierungsnoten auf der rechten y-Achse (rot=0, grün=1, blau=2, orange=3).

Tabelle 10. Kontingenztabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Tests „Score-Rasse“ für Bullen bei einem Körpergewicht von über 300kg (Gewichtsbereich 2).

Dargestellt ist in Form einer Kontingenztabelle die Verteilung der Bonitierungsnoten (Score 0,1,2,3) auf die Rassen DH und FLV, wobei in dieser Tabelle nur Bullen > 300kg Körpergewicht berücksichtigt wurden. In der ersten Reihe für die jeweilige Rasse befinden sich die Anzahl der Bonitierungswerte (Score Anzahl), der prozentuale Anteil des gegebenen Bonitierungswertes insgesamt (Total%), der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der jeweiligen Spalte (Spalte%) und der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der gegebenen Reihe (Reihe%).
 $n=103$, $df=3$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=1,195$, $p \leq 0,75$

Score Anzahl Total % Spalte % Reihe %	0	1	2	3	Σ
DH	7 6,80 53,85 14,58	15 14,56 39,47 31,25	23 22,33 51,11 47,92	3 2,91 42,86 6,25	48 46,60
FLV	6 5,83 46,15 10,91	23 22,33 60,53 41,82	22 21,36 48,89 40,00	4 3,88 57,14 7,27	55 53,40
Σ	13 12,62	38 36,89	45 43,69	7 6,80	103

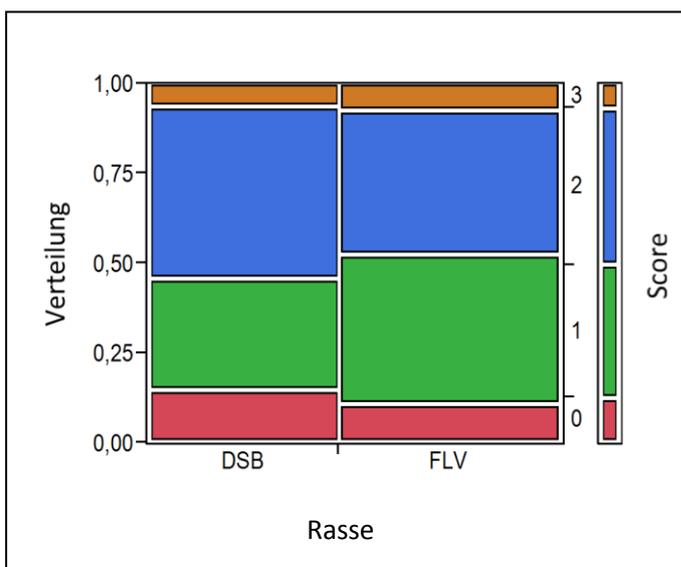


Abbildung 6.

Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Rasse“ im Gewichtsbereich 2.

Dargestellt sind die Verteilungen der beiden Rassen FLV und DH aus dem Gewichtsbereich 2 (Bullen aus der Hauptmast mit dem Körpergewicht > 300kg) auf der x-Achse und die Verteilungsanteile der Bonitierungswerte auf der linken y-Achse und die Bonitierungsnoten auf der rechten y-Achse (rot=0, grün=1, blau=2, orange=3).

4.1.2 Zusammenhang zwischen klinischem Befund und dem Körpergewicht

Für die Berechnungen des Zusammenhangs zwischen dem Schweregrad der Schwanzspitzenveränderung, ausgedrückt in einer Note von 0-3, und der Gewichtsentwicklung, wurden die Bullen zunächst in zwei Gruppen eingeteilt. Im Gewichtsbereich 1 sind 44 Bullen mit einem Körpergewicht unter 300kg und im Gewichtsbereich 2 befinden sich für die Berechnung 103 Bullen mit einem Körpergewicht über 300kg. Diese Aufteilung in zwei Gewichtsbereiche ergibt sich aus dem Mastabschnitt, in welchem sich die untersuchten Tiere befanden. Bullen aus dem Gewichtsbereich 1 stammten aus der Vormast, Bullen aus dem Gewichtsbereich 2 hingegen aus der Hauptmast. Auf Grundlage der Bonitierungswerte wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt in dem die Korrelation zwischen dem Gewichtsbereich und dem Score ermittelt wurde (Tabelle 11). Das Ergebnis des Chi-Quadrat-Testes mit $\chi^2=27,787$ zeigt eine hoch signifikante ($p\leq 0,0001$) Korrelation zwischen dem Körpergewicht und dem Score. Den Score 0 erhalten 50% der Tiere unter 300kg Körpergewicht, wohingegen nur 12,62% über 300kg mit demselben Score bonitiert werden. Dieser Zusammenhang wird ferner visualisiert in dem dazugehörigen Mosaik-Plot (Abbildung 7).

Tabelle 11. Kontingenztabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Testes „Score-Gewicht“.

Dargestellt sind in Form einer Kontingenztabelle die Verteilungen der Bonitierungsnoten (Score 0,1,2,3) in den einzelnen Gewichtsbereichen unterhalb (Gewichtsbereich 1) und oberhalb (Gewichtsbereich 2) von 300kg Körpergewicht. In der ersten Reihe für den jeweiligen Gewichtsbereich befinden sich die Anzahl der Bonitierungswerte (Score Anzahl), der prozentuale Anteil des gegebenen Bonitierungswertes insgesamt (Total%), der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der jeweiligen Spalte (Spalte%) und der prozentuale Anteil des Bonitierungswertes in der gegebenen Reihe (Reihe%).

$n=147$, $df=3$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=27,787$, $p \leq 0.0001$

Score Anzahl Total % Spalte % Reihe %	0	1	2	3	Σ
Gewichtsbereich 1	22 14,97 62,86 50,00	14 9,52 26,92 31,82	5 3,40 10,00 11,36	3 2,04 30,00 6,82	44 29,93
Gewichtsbereich 2	13 8,84 37,14 12,62	38 25,85 73,08 36,89	45 30,61 90,00 43,69	7 4,76 70,00 6,80	103 70,07
Σ	35 23,81	52 35,37	50 34,01	10 6,80	147

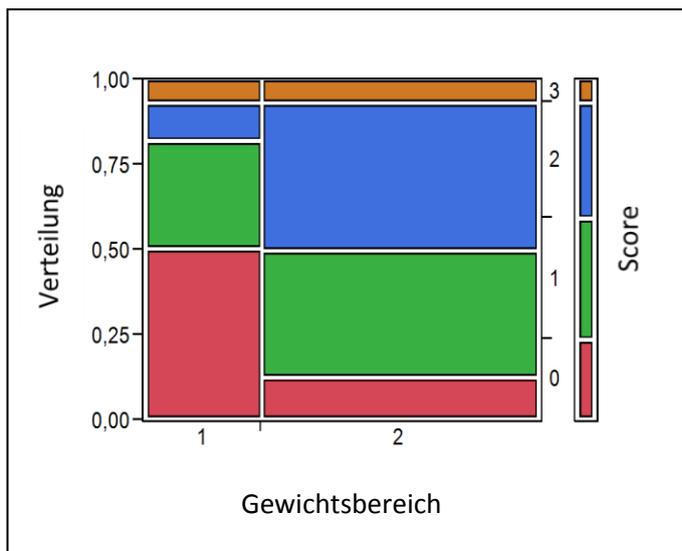


Abbildung 7.

Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Abhängigkeit Gewicht und Score“.

Dargestellt sind die Verteilungen der Bullen aus dem Gewichtsbereich 1 ($n=44$) und dem Gewichtsbereich 2 ($n=103$) auf der x-Achse, auf der linken y-Achse die Verteilungsanteile und auf der rechten y-Achse die Bonitierungsnoten (rot=0, grün=1, blau=2, orange=3).

4.2 Zweiter Studienabschnitt

Im zweiten Abschnitt der Untersuchungen wurde im Rahmen einer Kohortenstudie der Einfluss der Besatzdichte auf den Zustand der Schwanzspitze sowie auf die körperliche Entwicklung und die Tiergesundheit von 96 Bullen der Rassen Deutsch Holstein und Fleckvieh über den Verlauf eines Jahres untersucht. Ferner wurde der pH-Wert des Pansensaftes am Tag der Schlachtung der Bullen gemessen.

4.2.1 Entwicklung des Körpergewichtes bei unterschiedlicher Flächenzuteilung

Die Dokumentation der routinemäßig durch den Betrieb durchgeführten Bestimmung des Körpergewichtes mittels Wägung, wurde hinsichtlich der Gewichtsentwicklung über die Zeit von einem Jahr in Abhängigkeit von der Flächenzuteilung ausgewertet.

4.2.1.1 Rasse Fleckvieh

Die Gruppe FLV18 hatte eine Gruppengröße von 18 Tieren. Diesen Tieren stand insgesamt eine Bodenfläche von 60m^2 zur Verfügung. Somit stand jedem Bullen der Gruppe FLV18 ein Platzangebot von $3,33\text{m}^2$ zur Verfügung. Bezogen auf das Körpergewicht zum Zeitpunkt T1 entspricht das genannte Platzangebot im Schnitt einem Körpergewicht von $94,8\text{kg}$ je Quadratmeter Buchtenboden. An dem zweiten Untersuchungstag T2 hat sich der Quotient Tier/Fläche nicht verändert, wohingegen die Tiermasse pro Fläche auf 135kg angestiegen ist. Am Tag der Schlachtung entfielen auf eine Gesamtfläche von 60m^2 14940kg Körpergewicht, was einer Gewichtsverteilung von $249\text{kg}/\text{m}^2$ entspricht. Im Falle der Gruppe FLV30 ergibt sich eine Besatzdichte von 2m^2 Fläche pro Bulle, und in Gewichten ausgedrückt zum Zeitpunkt T1: $152,5\text{kg}/\text{m}^2$, zum Zeitpunkt T2: $224\text{kg}/\text{m}^2$ und $394\text{kg}/\text{m}^2$ an T3 (Abbildung 8).

Tabelle 12. Körpergewichtsentwicklung bei Bullen der Rasse Fleckvieh.

Dargestellt ist der Mittelwert (\bar{x}) des Körpergewichtes \pm SD (in kg) von Bullen der Gruppe FLV18 (Flächenangebot 3,33m² pro Tier) und der Gruppe FLV30 (Flächenangebot 2m² pro Tier) zu verschiedenen Wiegezeitpunkten im Laufe des Beobachtungszeitraums.

Datum der Wägung	\bar{x} des Körpergewichtes \pm SD (in kg) der Gruppe FLV18	\bar{x} des Körpergewichtes \pm SD (in kg) der Gruppe FLV30
23.08.2011	321 \pm 12	316 \pm 4
24.09.2011	352 \pm 8	344 \pm 8
27.10.2011	435 \pm 15	415 \pm 7
24.11.2011	475 \pm 9	460 \pm 12
29.12.2011	533 \pm 11	508 \pm 11
26.01.2012	546 \pm 13	537 \pm 9
23.02.2012	582 \pm 14	567 \pm 11
27.03.2012	622 \pm 11	606 \pm 12
26.04.2012	644 \pm 18	633 \pm 6
31.05.2012	688 \pm 12	675 \pm 16
28.06.2012	721 \pm 10	713 \pm 11
02.08.2012	757 \pm 9	750 \pm 8
03.09.2012	788 \pm 12	783 \pm 9

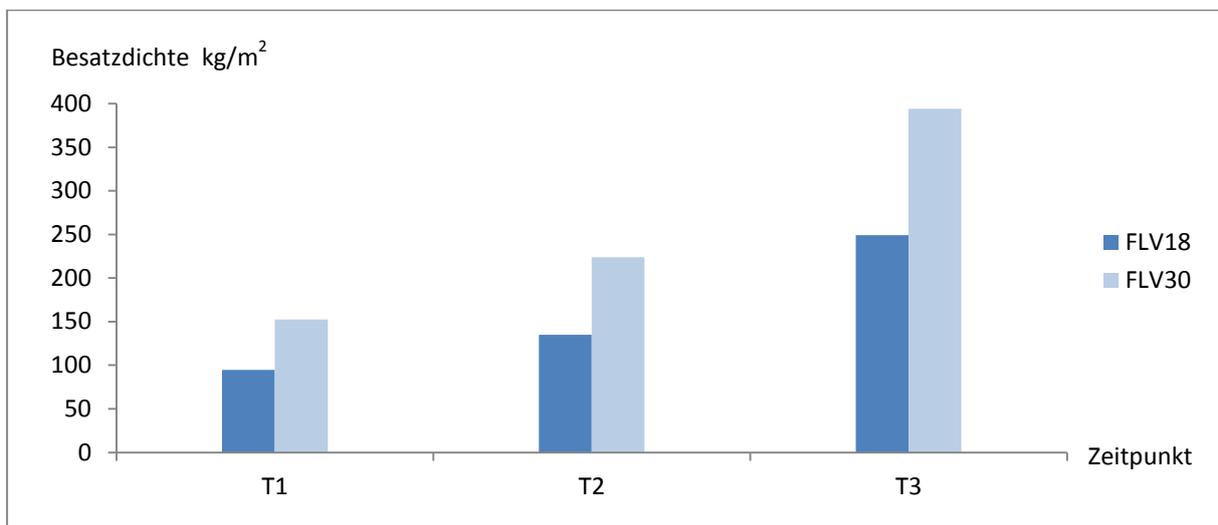


Abbildung 8. Besatzdichte (kg/m²) in den Gruppen FLV18 und FLV30 zu drei verschiedenen Zeitpunkten.

Die Säulen stellen den Quotienten aus den Mittelwerten der Körpergewichte und zur Verfügung stehender Fläche in kg/m² (y-Achse) zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 (x-Achse) dar.

4.2.1.2 Rasse Deutsch Holstein

Es gelten dieselben Versuchsbedingungen wie für die Rasse Fleckvieh, lediglich der Quotient Körpergewicht in kg pro einem Quadratmeter Buchtenfläche (Besatzdichte in kg/m^2) unterscheidet sich. Zu Beginn des Versuches gestaltet sich die Gewichtsverteilung so, dass in der Gruppe DH18 73,2kg auf 1m^2 entfallen, am Zeitpunkt T2 bereits $134,4\text{kg/m}^2$ und letztendlich schließen sie die Mastperiode mit $201,0\text{kg/m}^2$ ab. Aufgrund der im Vergleich zu DH18 höheren Tierzahl in der Gruppe DH30, ist die Gewichtsentwicklung und somit auch das Platzangebot ein anderes. Den Bullen der Gruppe DH30 stehen für den gesamten Versuchsablauf $2\text{m}^2/\text{Tier}$ als Lebensraum zur Verfügung. Gemäß der Wiegung der Bullen zum Zeitpunkt T1 ergeben sich $120,0\text{kg/m}^2$, an T2 $219,0\text{kg/m}^2$ und $318,0\text{kg/m}^2$ an T3 (Abbildung 9).

Tabelle 13. *Körpergewichtsentwicklung bei Bullen der Rasse Deutsch Holstein.*
 Dargestellt ist der Mittelwert (\bar{x}) des Körpergewichtes $\pm\text{SD}$ (in kg) von Bullen der Gruppe DH18 (Flächenangebot $3,33\text{m}^2$ pro Tier) und der Gruppe DH30 (Flächenangebot 2m^2 pro Tier) zu verschiedenen Wiegezeitpunkten im Laufe des Beobachtungszeitraums.

Datum der Wägung	\bar{x} des Körpergewichtes $\pm\text{SD}$ (in kg) der Gruppe DH18	\bar{x} des Körpergewichtes $\pm\text{SD}$ (in kg) der Gruppe DH30
23.08.2011	253 \pm 11	248 \pm 8
24.09.2011	299 \pm 9	284 \pm 7
27.10.2011	354 \pm 7	335 \pm 5
24.11.2011	383 \pm 13	360 \pm 8
29.12.2011	423 \pm 12	401 \pm 7
26.01.2012	458 \pm 15	437 \pm 11
23.02.2012	488 \pm 6	477 \pm 10
27.03.2012	515 \pm 4	506 \pm 9
26.04.2012	534 \pm 8	523 \pm 6
31.05.2012	571 \pm 11	565 \pm 9
28.06.2012	605 \pm 9	593 \pm 13
02.08.2012	637 \pm 7	630 \pm 11
03.09.2012	658 \pm 5	643 \pm 8

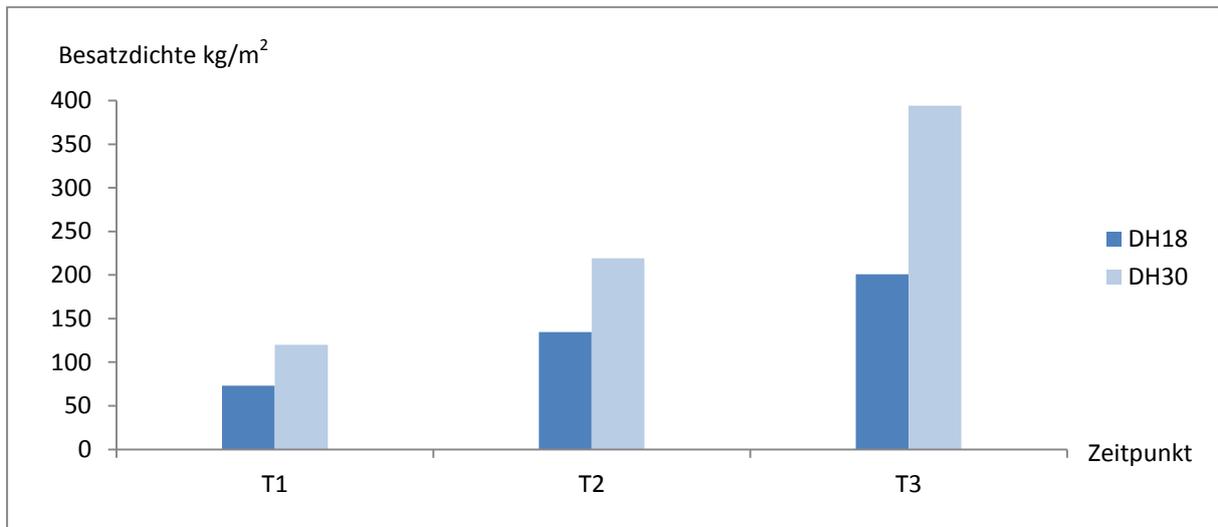


Abbildung 9. *Besatzdichte (kg/m²) in den Gruppen DH18 und DH30 zu drei verschiedenen Zeitpunkten.*

Die Säulen stellen den Quotienten aus den Mittelwerten der Körpergewichte und zur Verfügung stehender Fläche in kg/m² (y-Achse) zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 (x-Achse) dar.

4.2.2 Begutachtung des Zustandes der Schwanzspitzen im Zeitverlauf

4.2.2.1 Rasse Fleckvieh

Aufgefallen in der Gruppe FLV18 sind zwei Bullen, welche am Tag der Umstallung aus dem Kälberbereich in die Mastanlage mit einer „1“ und an den folgenden zwei Untersuchungen mit einer „0“ bonitiert wurden. Sowohl die Induration, als auch die schuppige Hautoberfläche mit den Rhagaden waren bei diesen beiden Bullen nicht mehr auszumachen. In der Übersicht zu den Bonitierungswerten (Abbildung 10) ist zu sehen, dass von einem Untersuchungstag zum nächsten, 60% der Bullen der Gruppe FLV30 eine Bonitierungsnote größer 1 im Verlauf der Mastperiode erzielen, als jene aus der Gruppe mit der erstrebenswerten Besatzdichte. Aus den Wägungen geht hervor, dass diejenigen Mastbullen der Gruppe FLV18 mit täglichen Zunahmen von $1,3 \pm 0,1$ kg/Tag und gleichsam auch die mit den höchsten Mast-Endgewichten, jene Tiere sind, welche über den Verlauf des gesamten Versuches keine klinischen adspektorischen und palpatorischen Anzeichen einer Schwanzspitzennekrose aufwiesen.

Tabelle 14. *Bonitierung von Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe FLV18.*

Dargestellt sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (T1, T2, T3) an das individuelle Tier vergebenen Bonitierungsnoten (Score), sowie deren Minimum, Maximum und Median, n=10. Die dargestellten Tiernummern dienen der reinen Auflistung und entsprechen nicht den Ohrmarkennummern der Bullen. Ebenfalls wurden die Boniturergebnisse an T1 von 0-2 aufsteigend sortiert und dann entsprechend weiterverfolgt.

Tier	Score an T1	Score an T2	Score an T3	Score Min	Score Max	Median der Scores von T1 bis T3
1	0	1	1	0	1	1
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	0	1	0
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	2	2	1	2	1

Tabelle 15. *Bonitierung von Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe FLV30.*

Dargestellt sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (T1, T2, T3) an das individuelle Tier vergebenen Bonitierungsnoten (Score), sowie deren Minimum, Maximum und Median, n=10. Die dargestellten Tiernummern dienen der reinen Auflistung und entsprechen nicht den Ohrmarkennummern der Bullen. Ebenfalls wurden die Boniturergebnisse an T1 von 0-2 aufsteigend sortiert und dann entsprechend weiterverfolgt.

Tier	Score an T1	Score an T2	Score an T3	Score Min	Score Max	Median der Scores von T1 bis T3
1	0	2	2	0	2	2
2	0	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	2	1	2	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	2	1	1	2	1
8	1	2	2	1	2	2
9	1	2	2	1	2	2
10	2	2	2	2	2	2

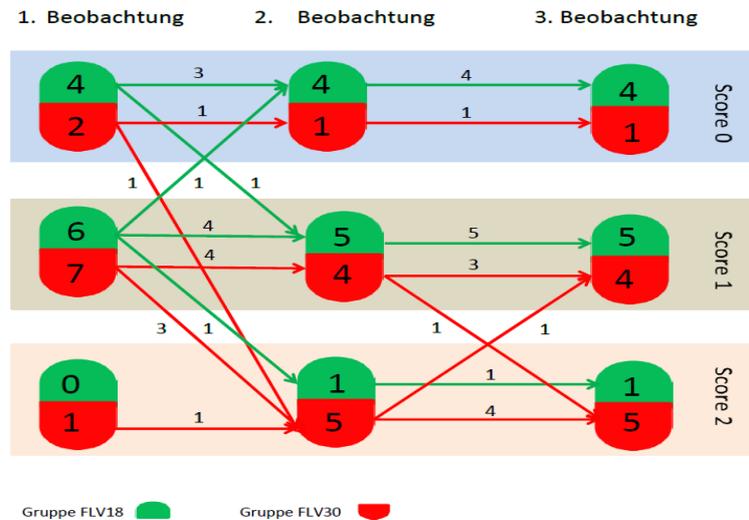


Abbildung 10. Übersicht zu den Bonitierungswerten im Laufe der Zeit für die Bullen der Rasse Fleckvieh.

Dargestellt sind die Anzahlen der vergebenen Bonitierungsnoten (Score) der Tiere in der Gruppe FLV18 (grün) und in der Gruppe FLV30 (rot) zu den drei Beobachtungszeitpunkten T1, T2, T3. Waagerechte Pfeile sprechen für ein gleich bleiben des Score zwischen den Untersuchungszeitpunkten, absteigende Pfeile stehen für einen Anstieg der Bonitierungsnote und somit für die Zunahme von pathologischen Befunden an der Schwanzspitze. Aufsteigende Pfeile stehen für ein Abnehmen der Bonitierungsnote und somit für eine Reduktion der pathologischen Befunde an der Schwanzspitze. Die Zahlen an den Pfeilen geben die Anzahl der Tiere wieder, für die ein Wechsel oder ein Gleichbleiben der Bonitierungsnote zutrifft.

4.2.2.2 Rasse Deutsch Holstein

Aus der nachfolgenden Graphik (Abbildung 11) geht hervor, dass sich bei drei Bullen aus der Gruppe DH18 der Schweregrad der Veränderungen an der Schwanzspitze verminderte, bei einem Bullen von dem Score 2 auf 1 und bei zwei weiteren Tiere verminderte sich der Score von 1 auf 0. Ein Studientier zeigte eine Zunahme des Schweregrades der Veränderungen an der Schwanzspitze. Dieses Tier wies zunächst Indurationen und eine leichte Hyperkeratose auf, die dem Schwanzende eine tannenzapfenähnliche Struktur gaben. Bei der Folgeuntersuchung hatte die Schwanzspitze bereits eine wurmähnliche Form über eine Länge von 3mm und wies darüber hinaus eine schwarzrote Farbe auf. Dieser Befund bestand bis zum Studienende. Besonders auffällig war ein Tier, welches zum Zeitpunkt T1 der Score 0, am darauffolgenden Zeitpunkt T2 der Score 1 und am Tag seiner Schlachtung T3 wieder der Score 0 vergeben wurde.

Tabelle 16. Bonitierung von Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe DH18.

Dargestellt sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (T1, T2, T3) an das individuelle Tier vergebenen Bonitierungsnoten (Score), sowie deren Minimum, Maximum und Median, n=10. Die dargestellten Tiernummern dienen der reinen Auflistung und entsprechen nicht den Ohrmarkennummern der Bullen. Ebenfalls wurden die Boniturergebnisse an T1 von 0-2 aufsteigend sortiert und dann entsprechend weiterverfolgt.

Tier	Score an T1	Score an T2	Score an T3	Score an Min	Score Max	Median der Scores von T1 bis T3
1	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	1
3	1	0	0	0	1	0
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	2	2	2	2	2	2
10	2	1	1	1	2	1

Tabelle 17. Bonitierung von Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe DH30.

Dargestellt sind die zu verschiedenen Zeitpunkten (T1, T2, T3) an das individuelle Tier vergebenen Bonitierungsnoten (Score), sowie deren Minimum, Maximum und Median, n=10. Die dargestellten Tiernummern dienen der reinen Auflistung und entsprechen nicht den Ohrmarkennummern der Bullen. Ebenfalls wurden die Boniturergebnisse an T1 von 0-2 aufsteigend sortiert und dann entsprechend weiterverfolgt.

Tier	Score an T1	Score an T2	Score an T3	Score Min	Score Max	Median der Scores von T1 bis T3
1	0	1	2	0	2	1
2	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	2	1	2	1
5	1	1	1	1	1	1
6	1	2	2	1	2	2
7	1	2	2	1	2	2
8	1	2	2	1	2	2
9	1	2	2	1	2	2
10	2	2	2	2	2	2

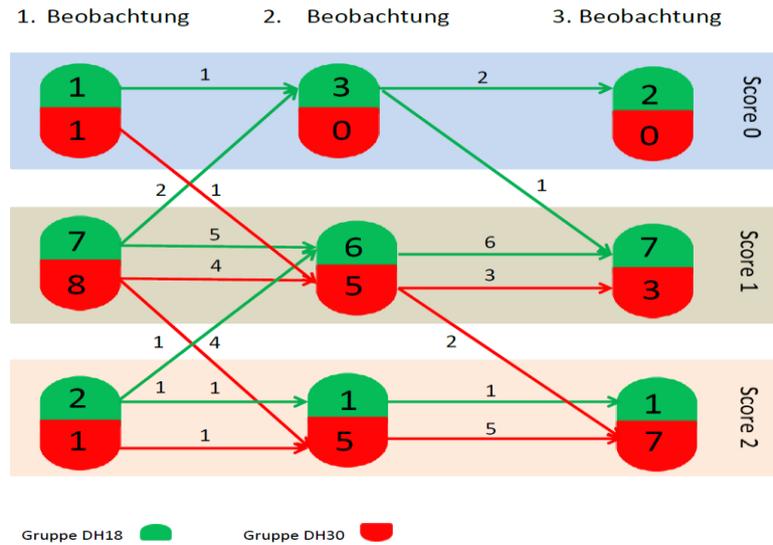


Abbildung 11. Übersicht zu den Bonitierungswerten im Laufe der Zeit für die Bullen der Rasse Deutsch Holstein.

Dargestellt sind die Anzahlen der vergebenen Bonitierungsnoten (Score) der Tiere in der Gruppe DH18 (grün) und in der Gruppe DH30 (rot) zu den drei Beobachtungszeitpunkten. Waagerechte Pfeile sprechen für ein gleich bleiben des Score zwischen den Untersuchungszeitpunkten, absteigende Pfeile stehen für einen Anstieg der Bonitierungsnote und somit für die Zunahme von pathologischen Befunden an der Schwanzspitze. Aufsteigende Pfeile stehen für ein Abnehmen der Bonitierungsnote und somit für eine Reduktion der pathologischen Befunde an der Schwanzspitze. Die Zahlen an den Pfeilen geben die Anzahl der Tiere wieder, für die ein Wechsel oder ein Gleichbleiben der Bonitierungsnote zutrifft.

4.2.3 Laboratoriumsuntersuchungen

Im Rahmen der Überprüfung der Tiergesundheit werden in dem Bullenmastbetrieb regelmäßig Stoffwechselkontrollen mithilfe von Blutprobenuntersuchungen durchgeführt. Im Untersuchungszeitraum wurden die Tiere der Studiengruppen für diesen Zweck gewählt. Von jeweils zehn Tieren der vier Gruppen wurden an drei Terminen im Laufe des Beobachtungszeitraumes Blutproben entnommen. Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen sind in den Tabellen 18 bis 21 dargestellt.

4.2.3.1 Ergebnisse der Blutanalytik für die Rasse Fleckvieh

Die Ergebnisse ausgewählter Blutparameter sind in der Gruppe FLV18 und FLV30 über den Untersuchungszeitraum von T1 bis T3 zu 69% im Referenzbereich. Auffällig ist der CK-Wert, welcher an T1 bei insgesamt 19 Bullen, an T2 und T3 jeweils bei 13 Bullen im Mittelwert über 1050U/l liegt. Bei vier Tieren aus beiden Gruppen liegt an T3 eine Leukozytose vor und ebenso bei zwei Tieren fällt zusätzlich eine Hyperproteinämie auf. Die Leukozytose, sowie die Hyperproteinämie korrelieren hoch signifikant ($p \leq 0,0001$) mit der Bonitierungsnote 2. Dieser Zusammenhang wird in dem Punkt 4.2.3.3 abgehandelt.

Tabelle 18. Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie von Bullen der Gruppe FLV18 im Zeitraum von T1 bis T3.

Dargestellt ist die Anzahl der Tiere, bei welchen ein gegebener Parameter unterhalb des Referenzbereiches (↓), innerhalb des Referenzbereiches (=) und oberhalb des Referenzbereiches (↑) liegt.

Parameter	Referenzbereich	T1			T2			T3		
		Tieranzahl			Tieranzahl			Tieranzahl		
		↓	=	↑	↓	=	↑	↓	=	↑
WBC	5 - 10 G/l	1	9	0	1	8	1	1	7	2
HGB	80-140 g/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
HCT	25 - 35 %	0	10	0	0	10	0	0	9	1
TP	60 - 80 g/l	0	10	0	0	9	1	0	9	1
Alb	30 - 40 g/l	1	9	0	0	10	0	0	10	0
AST	< 50 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
CK	< 150 U/l	0	1	9	0	5	5	0	4	6
GGT	< 20 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
GLDH	< 8 U/l	0	10	0	0	10	0	0	9	1
P	1,1 - 2,4 mmol/l	0	10	0	0	9	1	0	9	1
Ca	2,1 - 3,0 mmol/l	1	9	0	0	10	0	0	10	0
Zink	8-24 µmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
Kupfer	8-24 µmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0

Tabelle 19. Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie von Bullen der Gruppe FLV30 im Zeitraum von T1 bis T3.

Dargestellt ist die Anzahl der Tiere, bei welchen ein gegebener Parameter unterhalb des Referenzbereiches (↓), innerhalb des Referenzbereiches (=) und oberhalb des Referenzbereiches (↑) liegt.

Parameter	Referenzbereich	T1			T2			T3		
		Tieranzahl			Tieranzahl			Tieranzahl		
		↓	=	↑	↓	=	↑	↓	=	↑
WBC	5 - 10 G/l	0	9	1	0	8	2	1	7	2
HGB	80-140 g/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
HCT	25 - 35 %	0	10	0	0	10	0	0	10	0
TP	60 - 80 g/l	0	10	0	0	8	2	0	9	1
Alb	30 - 40 g/l	0	9	1	0	9	1	0	9	1
AST	< 50 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
CK	< 150 U/l	0	0	10	0	2	8	0	3	7
GGT	< 20 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
GLDH	< 8 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
P	1,1 - 2,4 mmol/l	0	10	0	1	8	1	1	9	0
Ca	2,1 - 3,0 mmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
Zink	8-24 µmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
Kupfer	8-24 µmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0

4.2.3.2 Ergebnisse der Blutanalytik für die Rasse Deutsch Holstein

Ähnlich den Ergebnissen der Blutanalyse der Fleckvieh Bullen liegen 68% der Blutparameter für die Bullen der Rasse Deutsch Holstein beider Gruppen im Referenzbereich. Zum Zeitpunkt T1 ist bei insgesamt 14 Bullen, an T2 bei 17 Bullen und an T3 bei 13 Bullen der CK-Wert um mehr als das Vierfache erhöht. Sowohl in der Gruppe DH18 als auch DH30 gibt es jeweils zwei Tiere deren Leukozytenzahl an T2 und T3 oberhalb des Referenzbereiches liegt. Bei zwei Tieren liegt an T3 zusätzliche eine Hyperproteinämie vor.

Tabelle 20. Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie von Bullen der Gruppe DH18 im Zeitraum von T1 bis T3.

Dargestellt ist die Anzahl der Tiere, bei welchen ein gegebener Parameter unterhalb des Referenzbereiches (↓), innerhalb des Referenzbereiches (=) und oberhalb des Referenzbereiches (↑) liegt.

Parameter	Referenzbereich	T1			T2			T3		
		Tieranzahl			Tieranzahl			Tieranzahl		
		↓	=	↑	↓	=	↑	↓	=	↑
WBC	5 - 10 G/l	0	10	0	0	9	1	0	8	2
HGB	80-140 g/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
HCT	25 - 35 %	0	10	0	0	10	0	0	10	0
TP	60 - 80 g/l	0	10	0	0	9	1	0	9	1
Alb	30 - 40 g/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
AST	< 50 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
CK	< 150 U/l	0	3	7	0	2	8	0	5	5
GGT	< 20 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
GLDH	< 8 U/l	0	10	0	0	10	0	0	9	1
P	1,1 - 2,4 mmol/l	0	10	0	0	9	1	0	10	0
Ca	2,1 - 3,0 mmol/l	0	10	0	0	9	1	0	10	0
Zink	8-24 µmol/l	0	10	0	1	9	0	0	10	0
Kupfer	8-24 µmol/l	0	10	0	2	8	0	0	10	0

Tabelle 21. Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie von Bullen der Gruppe DH30 im Zeitraum von T1 bis T3.

Dargestellt ist die Anzahl der Tiere, bei welchen ein gegebener Parameter unterhalb des Referenzbereiches (↓), innerhalb des Referenzbereiches (=) und oberhalb des Referenzbereiches (↑) liegt.

Parameter	Referenzbereich	T1			T2			T3		
		Tieranzahl			Tieranzahl			Tieranzahl		
		↓	=	↑	↓	=	↑	↓	=	↑
WBC	5 - 10 G/l	0	9	1	0	7	3	1	7	2
HGB	80-140 g/l	0	10	0	1	9	0	0	10	0
HCT	25 - 35 %	0	10	0	0	9	1	0	10	1
TP	60 - 80 g/l	0	10	0	0	8	2	0	9	1
Alb	30 - 40 g/l	1	8	1	0	9	1	0	9	1
AST	< 50 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
CK	< 150 U/l	0	3	7	0	1	9	0	2	8
GGT	< 20 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
GLDH	< 8 U/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
P	1,1 - 2,4 mmol/l	0	10	0	0	10	0	0	10	0
Ca	2,1 - 3,0 mmol/l	2	8	0	1	9	0	0	10	0
Zink	12-25 µmol/l	1	9	0	2	8	0	0	10	0
Kupfer	12 - 32µmol/l	0	10		0	10	0	0	10	0

4.2.3.3 Zusammenhang zwischen Score und ausgewählten Blutparametern

Bei der Betrachtung der Blutparameter fiel auf, dass bei Bullen mit einem Score 2, unabhängig von Rasse oder Besatzdichte, ebenso eine Hyperproteinämie und Leukozytose vorliegt. Dieser Zusammenhang zwischen den Läsionen dem Score 2 entsprechend an der Schwanzspitze und der Leukozytose beziehungsweise der Hyperproteinämie wurde mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Testes und der logistischen Regression als hoch signifikant $p \leq 0,0001$ eingestuft (Abbildung 12-15). Der Chi-Quadrat-Test ergab für die Korrelation Score-Leukozyten $\chi^2 = 31,84$ und für die Korrelation Score-Totalprotein $\chi^2 = 30,63$.

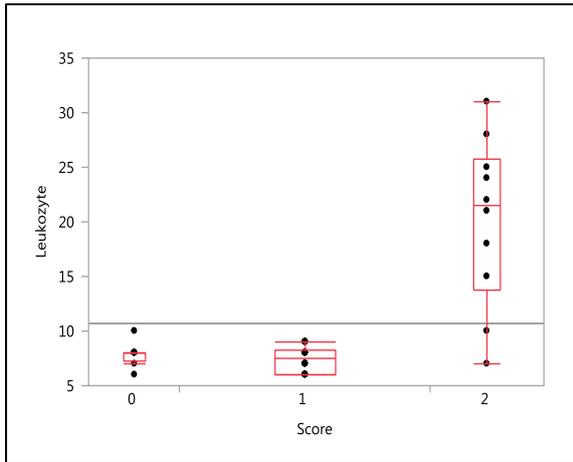


Abbildung 12.

Box-Plot zur Verteilung der Bonitierungsnoten auf den ermittelten Leukozytengehalt im Blut.

Dargestellt sind die Verteilungen der Bonitierungsnoten (0,1,2) aller vier Studiengruppen auf der x-Achse auf den gemessenen Gehalt an Leukozyten in G/l auf der y-Achse zum Zeitpunkt T3. Die eingezeichnete waagrechte Gerade steht für die obere Grenze des Referenzbereiches für Leukozyten im Rinderblut. $n=40$, $\chi^2=17,2958$; $df=2$ (Freiheitsgrad), $p\leq 0,0002$.

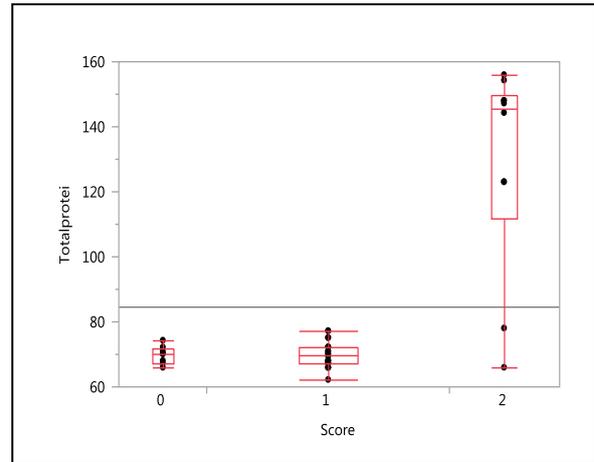


Abbildung 13.

Box-Plot zur Verteilung der Bonitierungsnoten auf den ermittelten Totalproteingehalt im Blut.

Dargestellt sind die Verteilungen der Bonitierungsnoten (0,1,2) aller vier Studiengruppen auf der x-Achse auf den gemessenen Gehalt an Totalprotein in g/l auf der y-Achse zum Zeitpunkt T3. Die eingezeichnete waagrechte Gerade steht für die obere Grenze des Referenzbereiches für Leukozyten im Rinderblut. $n=40$, $\chi^2=14,8569$; $df=2$ (Freiheitsgrad), $p\leq 0,0006$.

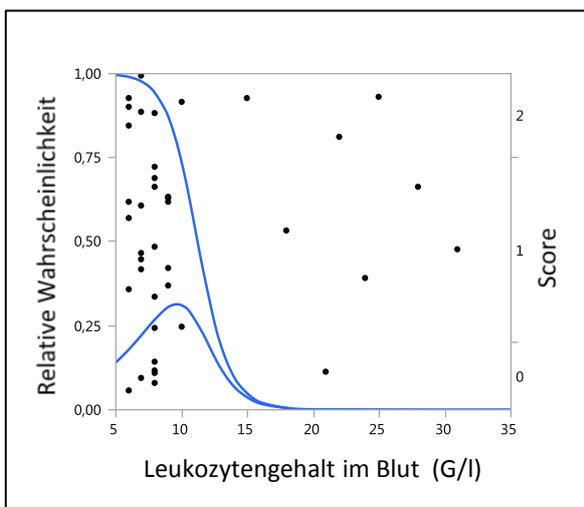


Abbildung 14.

Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen Score und dem Leukozytengehalt im Blut.

Die linke y-Achse zeigt mit welcher Wahrscheinlichkeit ein erhobener Score einen ermittelten Leukozytengehalt aufweisen kann. Die rechte y-Achse zeigt die drei erhobenen Score-Abschnitte. Auf der x-Achse sind die Leukozytengehalte im Blut (G/l) aufgetragen.

$n= 40$, $df= 2$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=31,84$; $p\leq 0,0001$

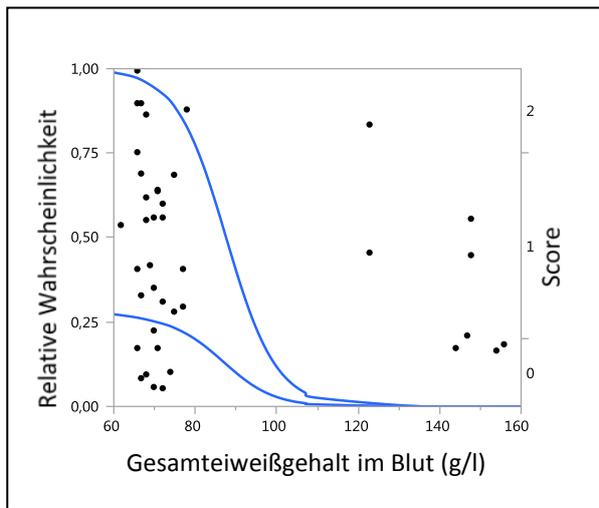


Abbildung 15.

Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen Score und dem Gesamteiweißgehalt im Blut.

Die linke y-Achse zeigt mit welcher Wahrscheinlichkeit ein erhobener Score einen ermittelten Gesamteiweißgehalt aufweisen kann. Die rechte y-Achse zeigt die drei erhobenen Score-Abschnitte. Auf der x-Achse sind die Gesamteiweißgehalte im Blut (g/l) aufgetragen.

$n=40$, $df=2$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=30,634$; $p\leq 0,0001$

4.2.4 Messung des pH-Wertes im Pansensaft

Bei der unmittelbar *post mortem* erfolgten Entnahme des Pansensaftes wurde darauf geachtet, dass die Inzision des Pansen auf mittlerer Länge der kaudoventralen Querfurche in die Wand des ventralen Pansensacks erfolgte. Nach Gewinnung des Pansensaftes durch Auspressen wurde der pH-Wert mittels pH-Streifen bestimmt. Ergebnisse der Messungen sind in den nachstehenden Tabellen zusammen mit dem Bonitierungsergebnis an T3 dargestellt. Die Bestimmungen des pH-Wertes stellen nur eine Momentaufnahme dar, weil sie einmalig am Tag der Schlachtung erhoben wurden.

4.2.4.1 Ergebnisse für die Rasse Fleckvieh

In der Gruppe FLV18 zeigen fünf der zehn beprobten Tiere einen pH-Wert des Pansensaftes von 5,0 bis 5,5 (Tabelle 22). Dabei auffällig ist, dass nur ein Bulle mit dem Score 0, ergo keine Veränderungen an der Schwanzspitze, den pH-Wert von 5,5 hat, verbleibende drei Tiere mit dem Score 0 weisen einen pH-Wert größer 6,0 auf. In der Gruppe FLV30 hingegen erreicht der pH-Wert des Pansensaftes eines Tieres den Wert von 4,5. Dieses Tier hat ebenfalls Veränderungen an der Schwanzspitze, welche dem Score 2 entsprechen. Insgesamt liegen wie in der Gruppe FLV18 fünf Tiere im sauren Bereich des Pansensaftes (Tabelle 22).

Tabelle 22. *Gegenüberstellung der Bonitierungsnoten (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen des Pansensaftes zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe FLV18.*
Dargestellt sind die Bonitierungsnoten an dem Schlachttag T3 nach Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) und die Ergebnisse der pH-Wert Messungen des Pansensaftes, n=10.

<i>Tier</i>	<i>Score an T3</i>	<i>pH-Wert an T3</i>
1	1	5,0
2	0	5,5
3	0	7,0
4	0	6,5
5	0	7,0
6	1	5,5
7	1	6,0
8	1	5,5
9	1	6,0
10	2	5,0

Tabelle 23. *Gegenüberstellung der Bonitierungsnoten (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen des Pansensaftes zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe FLV30.*
Dargestellt sind die Bonitierungsnoten an dem Schlachttag T3 nach Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) und die Ergebnisse der pH-Wert Messungen des Pansensaftes, n=10.

<i>Tier</i>	<i>Score an T3</i>	<i>pH-Wert an T3</i>
1	2	4,5
2	0	7,0
3	1	6,0
4	2	6,0
5	1	6,5
6	1	5,5
7	1	6,0
8	2	5,5
9	2	5,0
10	2	5,5

4.2.4.2 Ergebnisse für die Rasse Deutsch Holstein

Aus den Ergebnissen der pH-Wert Messungen der Gruppe DH18 zeigen drei *post mortem* beprobte Bullen einen pH-Wert des Pansensaftes von 5,0 bis 5,5 (Tabelle 24). Zwei Bullen der gleichen Gruppe wurden an dem Tag der Schlachtung T3 mit dem Score 0 bonitiert und

wiesen einen pH-Wert von 7,0 auf. Bei einem Bullen mit Score 2 lag der pH-Wert bei 5,0. In der Gruppe DH30 haben sieben Bullen Veränderungen an der Schwanzspitze, welche dem Score 2 entsprechen und insgesamt bei sieben Bullen liegt der pH-Wert bei $\leq 5,5$. In dieser Gruppe gibt es kein Tier mit dem Score 0 und alle pH-Werte liegen unter 7 (Tabelle 25).

Tabelle 24. *Gegenüberstellung der Bonitierungsnoten (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen des Pansensaftes zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe DH18.*
Dargestellt sind die Bonitierungsnoten an dem Schlachttag T3 nach Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) und die Ergebnisse der pH-Wert Messungen des Pansensaftes, $n=10$.

<i>Tier</i>	<i>Score an T3</i>	<i>pH-Wert an T3</i>
1	1	6,5
2	0	7,0
3	1	6,5
4	0	7,0
5	1	6,0
6	1	5,5
7	1	6,0
8	1	5,5
9	1	7,0
10	2	5,0

Tabelle 25. *Gegenüberstellung der Bonitierungsnote (Score) und den Ergebnissen der pH-Wert Messungen des Pansensaftes zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe DH30.*
Dargestellt sind die Bonitierungsnoten an dem Schlachttag T3 nach Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) und die Ergebnisse der pH-Wert Messungen des Pansensaftes, $n=10$.

<i>Tier</i>	<i>Score an T3</i>	<i>pH-Wert an T3</i>
1	2	5,0
2	1	5,5
3	1	6,0
4	2	5,0
5	1	6,5
6	2	5,5
7	2	6,0
8	2	5,0
9	2	5,0
10	2	5,5

4.2.5 Zusammenhang zwischen Score und dem pH-Wert des Pansensaftes

Für die statistische Abklärung auf einen Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und den Bonitierungsnoten und somit auch mit den krankhaften Veränderungen an der Schwanzspitze wurde ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt. Ebenso zur Prüfung des Zusammenhanges fand eine logistische Regression (Abbildung 12) und der Korrelationskoeffizient r nach Bravais-Pearson Anwendung. Dieser Koeffizient ist eine Maßzahl zur Beurteilung der Korrelation:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Für die Korrelationsuntersuchung wird zusätzlich die Kovarianz berücksichtigt. Dabei stellt die nachstehende Formel die empirische Kovarianz beider Variablen „Score“ und „pH-Wert“, im Folgenden als X und Y bezeichnet, dar:

$$Cov(X, Y) := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})$$

Tabelle 26. *Ergebnisse für die Berechnungen des Korrelationskoeffizienten r zwischen Score und dem pH-Wert des Pansensaftes.*

Dargestellt sind die Ergebnisse für die Berechnung der Mittelwerte und Varianzen der einzelnen Score (X) und der pH-Werte (Y) des Pansensaftes aller vier Versuchsgruppen am Tag der Schlachtung und deren Korrelationskoeffizient r , $p \leq 0,05$.

Wert	Gruppe FLV 18	Gruppe FLV 30	Gruppe DSB 18	Gruppe DSB 30
Mittelwert X	0,7	1,4	0,9	1,7
Mittelwert Y	5,9	5,75	6,2	5,5
Varianz X	0,41	0,44	0,29	0,21
Varianz Y	0,49	0,463	0,46	0,25
Betrag des Korrelationskoeffizienten r	0,736	0,776	0,767	0,655

Da in allen vier Gruppen der Korrelationskoeffizient dicht an der 1 liegt, lässt sich dies als lineare Korrelation beschreiben, womit folglich der pH-Wert und der Krankheitsfall, eingeschätzt durch die Schwanzbonitierung, zusammenhängen. Für den angewandten Chi-Quadrat Test galt, unter der Bedingung, wenn χ^2 mindestens 12,59 beträgt, dass das Ergebnis signifikant ($p \leq 0,01$) und bei mindestens 16,81 als hoch signifikant ($p \leq 0,001$) zu werten ist. Folglich kann mit $\chi^2=36,96$ die Hypothese mit hoher Signifikanz angenommen werden, dass eine Beziehung zwischen dem geringen pH-Wert und den Bonitierungsbefunden größer Null besteht. Diese Korrelation wird ebenso untermauert durch das hoch signifikante Ergebnis der logistischen Regression mit $\chi^2=26,602$; $p \leq 0,0001$.

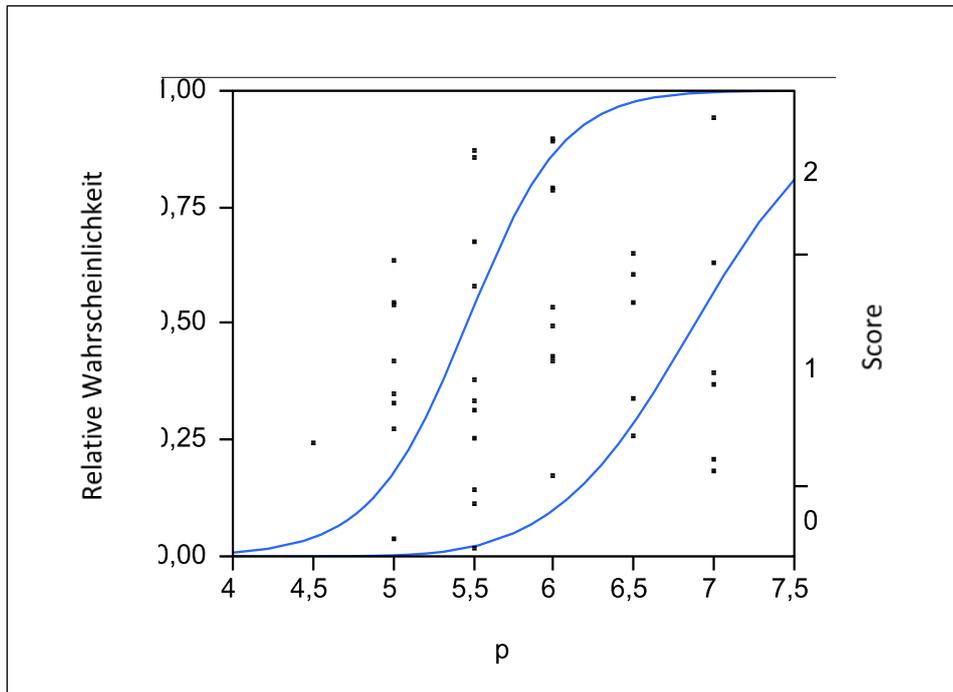


Abbildung 16. *Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen pH-Wert und den Bonitierungsnoten aller vier Gruppen.*

Die linke y- Achse zeigt mit welcher Wahrscheinlichkeit bei einem gegebenem pH-Wert ein Score bei einem untersuchten Tier auftreten kann. Die rechte y-Achse zeigt die drei erhobenen Score- Abschnitte. Auf der x-Achse sind die pH-Werte aufgetragen.

$n=40$, $df=2$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=26,602$; $p \leq 0,0001$

Tabelle 27. Kontingenz-Tabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Testes „Score-pH-Wert“.
 Dargestellt sind in Form einer Kontingenz Tabelle die Verteilungen der Bonitierungsnoten (Score) auf die einzelnen pH-Werte des Pansensaftes. In der ersten Reihe für den jeweiligen Score befindet sich die absolute Anzahl vergebener Score, gefolgt von dem prozentualen Anteil des gegebenen Score über die pH-Werte und in der dritten Reihe der prozentuale Gesamtanteil des Score.

$n=40$, $df=2$ (Freiheitsgrad), $\chi^2=26,602$, $p \leq 0,0001$

Score	pH						Total	Erklärung
	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0		
0	0	0	1	0	1	5	7	Absolute Anzahl
	0%	0%	14,29%	0%	14,29%	71,43%	100,00%	Prozentualer Anteil Score
	0%	0%	9,09%	0%	20,00%	83,33%	17,50%	Prozentualer Anteil pH
	0%	0%	2,50%	0%	2,50%	12,50%	17,50	Prozentualer Gesamtanteil
1	0	1	6	7	4	1	19	Absolute Anzahl
	0%	5,26%	31,58%	36,84%	21,05%	5,26%	100,00%	Prozentualer Anteil Score
	0%	12,50%	54,55%	77,78%	80,00%	16,67%	47,50%	Prozentualer Anteil pH
	0%	2,50%	15,00%	17,50%	10,00%	2,50%	47,50%	Prozentualer Gesamtanteil
2	1	7	4	2	0	0	14	Absolute Anzahl
	7,14%	50,00%	28,57%	14,29%	0%	0%	100,00%	Prozentualer Anteil Score
	100,00%	87,50%	36,36%	22,22%	0%	0%	35,00%	Prozentualer Anteil pH
	2,50%	17,50%	10,00%	5,00%	0%	0%	35,00%	Prozentualer Gesamtanteil
Total	1	8	11	9	5	6	40	Absolute Anzahl
	2,50%	20,00%	27,50%	22,50%	12,50%	15,00%	100,00%	Prozentualer Anteil Score
	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	Prozentualer Anteil pH
	2,50%	20,00%	27,50%	22,50%	12,50%	15,00%	100,00%	Prozentualer Gesamtanteil

4.2.6 Zusammenhang zwischen Score und der Fütterung von Stroh

Die Anreicherung der TMR mit 260g Stroh konnte nur in dem Zeitintervall von T1 bis T2 gewährleistet werden, denn aufgrund von Ernteeinbußen im betreffenden Studienjahr kam es zu Lieferungsschwierigkeiten des gehäckselten Strohs. Werden die Bonitierungsergebnisse auf eine Beziehung zur Strohergänzung oder eine reine TMR ausgewertet, so gibt es gruppenübergreifend, unabhängig von der Besatzdichte, keine Korrelation $\chi^2=2,377$ ($p \leq 0,305$). Ebenso der dazugehörige Mosaik-Plot zeigt deutlich, dass die Läsionen an den Schwanzspitzen, ausgedrückt über die erhobenen Scores, nicht mit der Fütterung zusammenhängen.

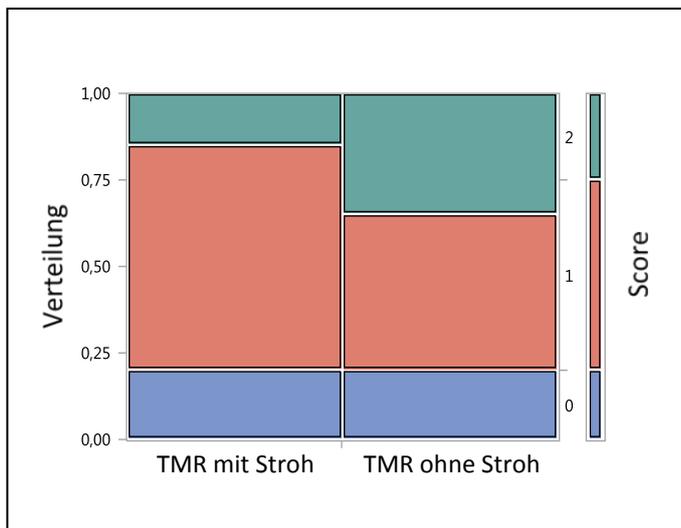


Abbildung 17.

Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Fütterung“.

Dargestellt sind die Verteilungen der Tiere der TMR-Fütterungsgruppen mit und ohne Stroh auf der x-Achse und die Verteilungsanteile der Bonitierungswerte auf der linken y-Achse und die Bonitierungsnoten auf der rechten y-Achse (blau=0, rot=1, grün=2).

5 *Diskussion*

5.1 **Studiendesign**

5.1.1 **Fragestellung und Ziele des ersten Studienabschnitts**

Die Observationsstudie im ersten Studienabschnitt widmete sich vornehmlich der klinischen Untersuchung von Schwanzspitzen bei Mastbullen verschiedener Körpergewichte und somit auch verschiedener Mastabschnitte im laufenden Betrieb. Hierbei sollte die Frage beantwortet werden, welche Veränderungen an den Schwanzspitzen der Bullen unterschiedlichen Körpergewichtes vorherrschen, um eine Verteilungsübersicht zu ermitteln, worauf der zweite Studienabschnitt konzipiert wurde. Darauf bezogen ist wichtig zu erwähnen, dass keine studienbedingten Veränderungen an der Haltung und Fütterung der Tiere stattfanden, um die Bullen aus den Verhältnissen heraus zu untersuchen, wie sie für den Betrieb üblich sind. Des Weiteren wird in dem Betrieb, in welchem die Observationsstudie durchgeführt wurde, einmal im Monat eine Stichprobe von Tieren aus jedem Mastabschnitt gewogen, um eine Übersicht über die täglichen Körpergewichtszunahmen zu haben. Diese Tatsache wurde für den ersten Studienabschnitt zu einem wichtigen Bestandteil, da an einem Tag, der zuvor erwähnten Wägungen, die unter Punkt 3.2.2 beschriebene klinische Untersuchung der Schwanzspitzen durchgeführt wurde. Eine Verlaufsuntersuchung dieser Tiere, damit ist die Verfolgung der Befunde an der Schwanzspitze im Laufe der körperlichen Entwicklung der Tiere gemeint, wurde bewusst abgelehnt, weil dies Bestandteil des zweiten Studienabschnitts war. Ferner zielen Observationsstudien generell auf den Nachweis einer Ursachen-Wirkungs-Beziehung ab. Vorteil einer Observationsstudie ist die reine Datenerhebung ohne die Durchführung von zusätzlichen Experimenten. Observationsstudien dienen außerdem der Ermittlung oder auch der Einschätzbarkeit von Hypothesen. Als nachteilig bei einer Observationsstudie erweist sich oft die geringere Aussagekraft im Vergleich zu einer randomisierten klinischen Studie, da der Beobachter während der Datenerhebung nicht auf eine gegebene Situation reagieren oder intervenieren kann.

5.1.2 Fragestellung und Ziele des zweiten Studienabschnitts

Im zweiten Studienabschnitt sollte mit Hilfe einer Kohortenstudie die Frage beantwortet werden, welchen Einfluss die Risikofaktoren Rasse, Fütterung und Besatzdichte auf das Einsetzen von Schwanzspitzenveränderungen haben. Bei einer Kohortenstudie, welche im englischsprachigen Schrifttum als follow-up study oder longitudinal study bekannt ist, wird eine exponierte und eine nicht exponierte Gruppe an Tieren einer Stichprobe über einen vorab definierten Zeitraum beobachtet. Nach Ablauf des gesetzten Zeitraums werden beide Gruppen im Hinblick auf das zu evaluierende Risiko ausgewertet (GORDIS, 2009; WEIB, 2010). Da in dem Mastbetrieb Bullen der Rassen Fleckvieh und Deutsch Holstein gemästet werden, wurden beide Rassen in die Studie einbezogen und separat aufgestellt, um eine mögliche genetische Prädisposition aufzudecken oder auszuschließen. Als Beobachtungsereignisse werden die Veränderungen an der Spitze des Rinderschwanzes definiert, welche ihrer Häufigkeit und ihren Ausmaßes nach, ergo den Bonitierungswerten nach, beurteilt werden. Dazu diente ein bereits von DROLIA et al. (1991) publizierter, eigens modifizierter Bonitierungsschlüssel (Tabelle 1). Die direkte Risikoschätzung und die gute Kausalitätsprüfung werden als Vorteile gegenüber anderen Studienformen gesehen. Als Nachteil können sich die lange Zeitdauer und die eventuellen Kohortenverluste, auch als „loss to follow up“ bezeichnet (GORDIS, 2009), auswirken. Um eine Attrition Bias auszuschließen, wurde besonders viel Wert auf die tägliche Beobachtung der Bullen gelegt, damit ein vorzeitiges Ausscheiden der Tiere möglichst verhindert werden kann.

5.2 Erster Studienabschnitt

5.2.1 Auftreten erster Schwanzspitzenveränderungen

Die Bonitierung von Schwanzspitzen von Bullen verschiedener Mastabschnitte und demzufolge unterschiedlichen Körpergewichtes haben ergeben, dass erste Veränderungen in Form eines einsetzenden Haarverlustes und Hyperkeratose, bei einem Körpergewicht von $200 \pm 34 \text{ kg}$, zu verzeichnen waren (Tabelle 29). Eine Zunahme der Befunde an den Schwanzspitzen und somit gleichermaßen ein Bonitierungswert größer null ist positiv korreliert mit der Zunahme des Körpergewichtes. Diese Beobachtungen sind in Einklang mit Untersuchungen von SCHRADER und Mitarbeitern (2001), welche die gleiche Korrelation

haben feststellen können. Gestützt wird dies durch die Kontingenz-Analyse (Tabelle 11), bei welcher der Score 0 häufiger im Gewichtsbereich 1 (50%) vergeben wurde, als im Gewichtsbereich 2 (12,6%). Das Ergebnis des dazugehörigen Chi-Quadrat-Testes mit $\chi^2=27,8$ zeigt den hohen Grad der Signifikanz dieser Beobachtung ($p \leq 0,0001$). KUNZ und VOGEL (1978) sehen das Körpergewicht, bei dem die Erkrankung augenscheinlich wird, ebenfalls in dem zuvor erwähnten Gewichtsbereich. Der Grund für die bei den Tieren aufgetretene Haarlosigkeit und Hyperkeratose an der Schwanzspitze, die dadurch das Aussehen eines Tannenzapfens annimmt, wird von einer kanadischen Arbeitsgruppe darin gesehen, dass superfizielle Arteriolen der Haut durch Ödeme und Blutungen beeinträchtigt werden und somit die Versorgung dieser Hautschicht nicht mehr gegeben ist (DROLIA et al., 1991). Ebenso geben dieselben Autoren an, dass die Schwanzspitzennekrose der Ausdruck einer kutanen Ischämie sei. Begründet wird diese Vermutung mit den zugehörigen histopathologischen Befunden, die durch eine Atrophie der Follikel, Gefäßwandhypertrophie und perivaskuläre Ansammlungen fragmentierter Erythrozyten gekennzeichnet sind (DROLIA et al., 1991). Auf Grundlage eigener Beobachtungen zieht DEISS (1994) ebenfalls die Schlussfolgerung, dass Durchblutungsstörungen den entstandenen Veränderungen an Haut und Haaren zugrunde liegen.

5.2.2 Klinische Untersuchung des Schwanzes

Von einem Bonitierungssystem mit Hilfe von Scores machten bereits Untersucher vergangener Studien Gebrauch (MARTIG et al., 1978; LENK et al., 1988; DROLIA et al., 1991). Aber auch eine mehrstufige Bewertung mit Schlüsselwörtern findet Verwendung (Troxler et al., 2008). MARTIG und Mitarbeiter (1978) nutzten drei Score-Stufen zur Einschätzung, die kanadische Arbeitsgruppe um DROLIA (1991) hingegen fünf Score-Stufen, mit drei zusätzlichen Beschreibungen, wie verkrustete Haut an der Spitze, amputierter Schwanz und traumatisch bedingte Veränderungen. In der vorliegenden Arbeit fanden ebenso fünf Bonitierungs-Werte (Tabelle 1) Anwendung, welche sich an der zuvor genannten kanadischen Arbeit orientierten und von dieser Arbeitsgruppe als valide eingeschätzt wurden. In diesem Studienabschnitt fand eine einmalige klinische Untersuchung der Schwanzspitze statt, da frühere Untersuchungen gezeigt haben, dass die Validität dieser Ergebnisse zur Übersicht und zur Einschätzung der SSN gegeben ist (KUNZ und VOGEL, 1978; ECKERT, 1988; METZNER et

al., 1994). Zur Überprüfung der Wiederholbarkeit und Sicherheit der Bonitur wurde im Vorfeld eine Gruppe von zwanzig Tieren an drei aufeinander folgenden Tagen bonitiert und anschließend der Bonitierungsvorgang als valide eingestuft. In den Untersuchungen von KUNZ und VOGEL (1978) wurden die Schwanzspitzen von Bullen am Schlachthof untersucht, wobei eine Verlaufsuntersuchung aufgrund der Schlachtung der Tiere ausgeschlossen war. Dennoch konnten zuverlässige Aussagen über die Krankheitsverteilung generiert werden. Daher wurden auch die Tiere dieses Studienabschnitts bewusst nicht weiter über einen bestimmten Zeitraum beobachtet, da ein einmaliger Eindruck über die Schwanzspitzenveränderungen in den einzelnen Gewichtabschnitten gewonnen werden sollte, um zu klären, ab welchem Körpergewicht erste Schwanzspitzenveränderungen auftreten. Die Untersuchungen von DROLIA et al. (1991) und KROLL et al. (2014) haben gezeigt, dass die Objektivität und Wiederholbarkeit bei einer einzigen Person, welche die Bonitierungswerte erhebt, gewährleistet ist. Aufgrund der Tatsache, dass die einzelnen Noten durch eine genaue Symptombeschreibung definiert sind, kann eine ausreichende Reliabilität der eigenen Untersuchungen angenommen werden.

5.2.3 Einfluss von Rasse auf das Entstehen der Schwanzspitzenveränderungen

Die Ergebnisse des Chi-Quadrat-Testes (Tabelle 9 u. 10) und die dazugehörigen Mosaik-Plots (Abbildung 5 u. 6) zeigen keinen signifikanten ($p \leq 0,05$) Unterschied zwischen den beiden untersuchten Rassen Fleckvieh und Deutsch Holstein. KROLL und Mitarbeiter (2014) verglichen in ihrer Studie Angus und Holstein Bullen und stellten jedoch tendenziell häufiger bei den Holstein Bullen eine Veränderung an der Schwanzspitze fest, als bei den Angus Bullen. Die Autoren sehen die unterschiedlichen Haltungsbedingungen, aus denen die Angus und Holstein Kälber kommen, als mögliche Ursache. Da Angus Kälber vor Aufstallung in einen Mastbetrieb vermehrt aus der Weidehaltung stammen, scheinen diese weniger von der SSN im Laufe der Mast betroffen zu sein. In den Untersuchungen von KUNZ und VOGEL (1978) konnte, wie in den eigenen Untersuchungen auch, keine Rassenprädisposition für die Veränderungen an den Schwanzspitzen festgestellt werden. Dies untermauern auch die Ergebnisse der kanadischen Arbeitsgruppe um DROLIA (1990), die Charolais, Limousin,

Simmental, Hereford und Angus Bullen auf ihre Läsionen am Schwanz hin untersuchten und sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen ergaben.

5.3 Zweiter Studienabschnitt

5.3.1 Entwicklung des Körpergewichtes bei unterschiedlicher Flächenzuteilung

Die Ergebnisse der Mastleistung beider für den zweiten Studienabschnitt genutzten Rassen liegen in dem zu erwartenden Rahmen. Die Bullen der Gruppe FLV18 und FLV30 haben über den Untersuchungszeitraum T1-T3 eine durchschnittliche Tageszunahme von 1,58kg/Tag. Damit liegen die Bullen für den beobachteten Zeitraum bis zur Schlachtung im rassetypischen Bereich der täglichen Gewichtszunahmen von 1,45-1,65kg/Tag (GEUDER et al., 2012). Ebenso die Bullen der Gruppen DH18 und DH30 liegen mit dem Mittelwert von 1,31kg/Tag für den gesamten Beobachtungszeitraum im erwünschten Bereich von 1,22-1,42kg (GEUDER et al., 2012). Die Unterschiede der Körpergewichtsentwicklung bei Bullen der Rasse Fleckvieh und Bullen der Rasse Deutsch Holstein erklären sich aus der unterschiedlichen Nutzungsrichtung. Das Fleckvieh hat als Zweinutzungsrind größere Muskelmassen. Bullen der Milchnutzungs-Rasse Deutsch Holstein haben aufgrund ihrer Genetik geringere Mastleistungen als im Vergleich zur Rasse Fleckvieh. Darauf bezogen muss angeführt werden, dass die männlichen DH Kälber in einem jüngeren Alter (14. Lebensstag) angekauft werden als die der Rasse FLV (30.-42. Lebensstag). Dementsprechend unterschieden sich auch die Einstellgewichte der Gruppen DH und FLV um bis zu 70 kg (Tabelle 12 und 13). Die unterschiedlichen Besatzdichten hatten keinen Einfluss auf die Körpergewichtsentwicklung der Bullen. Neben der Fütterung und dem Gesundheitsstatus beeinflussen auch die Haltungsbedingungen, so zum Beispiel die Besatzdichte, die körperliche Entwicklung von Mastbullen. Je stressfreier die Haltungsumwelt, desto höher sind die Mastleistungen und desto höher ist die Produktivität (GAUGHAN et al., 2010). So wurde zu Beginn der Studie vermutet, dass aufgrund der niedrigeren Besatzdichte in den Gruppen FLV18 und DH18 die Bullen mehr Platz haben, um sich zu bewegen, weshalb eine geringere Gewichtsentwicklung nahe liegen würde. Tendenziell zeigen jedoch die Bullen aus diesen Gruppen höhere Körpergewichte, was eher die Hypothese unterstützen würde, dass bei einer hohen Besatzdichte auch die Gewichtszunahme geringer ausfällt. Diesen Zusammenhang stützen auch andere Studien, in denen mit Anhebung der zur Verfügung stehenden Fläche pro Tier

ebenso die Futteraufnahme und die Tageszunahmen steigen (MOSSBERG et al., 1992; INGVARTSEN et ANDERSEN (1993), PAHL, 1997; FISHER et al., 1997; ANDERSEN et al., 1997; RUIS-HEUTNICK et al., 1999). Eine Erklärung für die zuvor genannten geringeren täglichen Zunahmen sehen FISHER und Mitarbeiter (1997) in der reduzierten Umsetzung des aufgenommen Futters. Bei einer hohen Besatzdichte sind die Tiere gezwungen, länger zu stehen, wofür Energie aufgebracht werden muss, die nicht für die Zunahme des Körpergewichtes zur Verfügung steht. Dieses trifft jedoch nicht für die Bullen der Gruppen FLV30 und FLV30 zu, da bei der Belegung der Buchten darauf geachtet wurde, dass die Anzahl der Futterplätze gleich der Tieranzahl war. Zum Ende der Mast gingen die Tageszunahmen bei den Bullen Deutsch Holstein deutlicher zurück, als bei den Bullen der Rasse Fleckvieh. So erreichten die Gruppen FLV18 und FLV30 im Durchschnitt 30kg an Gewichtszuwachs im letzten Mastmonat, wohingegen die Gruppen DH18 und DH30 nur auf durchschnittlich 20kg Gewichtszuwachs im letzten Monat vor der Schlachtung kamen. Ein ähnliches Ergebnis für die täglichen Zunahmen erzielte KÖGL (1989) in einer Studie zur Bullenmast, in der die Wachstumskurve für die Rasse Fleckvieh weniger abfiel als bei Bullen der Rasse Deutsch Holstein. HAIGER (2007) kam bei einem vergleichbaren Versuch bei einer auf Mais-/Rapsextraktionsschrot basierenden Ration auf tägliche Zunahmen ab der Geburt von 0,1272kg für Fleckvieh-Bullen und durchschnittlich 0,1133kg für schwarzbunte Holstein Bullen. Eine mögliche Erklärung für diese Differenz könnte sein, dass die Deutsch Holstein Bullen zum Mastende eher zur Verfettung neigen als die Fleckviehbullen, wobei sie auf 100kg Schlachtgewicht knapp ein Zehntel weniger Fleischanteil bei mehr Fett und Knochen aufweisen (WABMUTH et al., 2007). IRPS (1987) beobachtete höhere Tageszunahmen bei Bullen, die auf gummierten Spaltenböden gehalten wurden. Gleiche Beobachtungen machten auch KOBERG und Mitarbeiter (1989). Eine bessere Futterverwertung zeigten Bullen, die auf Stroh gehalten wurden, als im Vergleich zu denen auf Beton-Spaltenboden (RUIS-HEUTNICK et al., 1999). INGVARTSEN und ANDERSEN (1993) fassen jedoch zusammen, dass es keine signifikanten Unterschiede in der Wachstumskapazität von Bullen aus unterschiedlichen Haltungssystemen gibt, sofern dieselben Besatzdichten miteinander verglichen werden.

5.3.2 Begutachtung des Zustandes der Schwanzspitzen im Zeitverlauf

Die Zeitspanne zwischen den einzelnen Beobachtungen wurde auf Basis vorhergehender Studien (ECKERT et al., 1989; SCHRADER et al., 2001; KROLL et al, 2014) gewählt, in denen geringere Zeitintervalle keinen statistisch signifikanten Unterschied bei der Bonitierung im Vergleich zu größeren Zeitintervallen erbrachten. Darüber hinaus fanden allmorgendlich Beobachtungen durch geschultes Stallpersonal statt, das bei Erkennung von Symptomen dem Score 1 oder größer entsprechend, notwendige Benachrichtigung und Intervention veranlasst hätte. Als zweites Kriterium für den Entschluss kein kleineres Bonitierungsintervall für die Studie zu nutzen, ist der Faktor der Arbeitssicherheit, da das Einfangen und Fixieren der Bullen für das Personal entsprechende Risiken birgt. Unruhe und Aufregung innerhalb der Gruppe bei häufig stattfindenden Untersuchungen, hätten ebenso die Ergebnisse verfälschen können. Wie an der „Übersicht zu den Bonitierungswerten“ (Abbildung 10 u. 11) zu sehen ist, gibt es sowohl einen Bullen in der Gruppe FLV18, als auch in der Gruppe DH18, welche zu Beginn der Untersuchung mit dem Score 1 und an T2 und T3 den Score 0 aufwiesen. Die ausgebildete Hyperkeratose könnte in diesen beiden Fällen, wie durch andere Autoren postuliert, zunächst protektiv wirken (ECKERT, 1988; DEISS 1994). Der Score 3, ergo ein hochgradiger Verlust von Quastenhaaren mit entzündlichen Veränderungen bis hin zum Gewebsuntergang an der Spitze, konnte bei keinem der Bullen aus dem zweiten Studienabschnitt beobachtet werden. Erst bei diesen Veränderungen kann von einer klinischen SSN gesprochen werden. Mit Eintritt dieser Symptome werden im Betrieb durch den zuständigen Tierarzt therapeutische Maßnahmen vorgenommen, wie die chirurgische Amputation des betroffenen Schwanzteiles. Eine reine antibiotische oder antiphlogistische Therapie findet keine Anwendung, sondern wird eher im Zusammenhang mit der Amputation durchgeführt. Bei der Teilamputation wird besondere Rücksicht darauf genommen, den betroffenen Schwanzbereich möglichst weit proximal im gesunden Abschnitt zu resezieren, um eventuell aufsteigenden entzündlichen Prozessen vorzubeugen. Eine Erregerabsiedlung durch eine chronisch bestehende Nekrose, die spät diagnostiziert wird, scheint ebenso denkbar. Ähnliche Beobachtungen machen SCHRADER und Mitarbeiter (2001), bei denen vereinzelt Bullen mit einer SSN auch Lahmheit aufweisen. Eine Häufung der Inzidenz in den Sommermonaten konnte im Rahmen der eigenen Untersuchungen nicht beobachtet werden. Im vorliegenden Fall war bei hohen Temperaturen über eine ausreichende, automatisierte Klimatisierung des Stalles die Belastung durch die Sommerhitze gering. In drei Studien wurde jedoch bisweilen

eine solche Kumulation im Sommer beobachtet (BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985; ECKERT und DIRKSEN, 1988; SCHRADER et al., 2001). Begründet hat man dies damit, dass die liegenden Tiere bei höheren Außentemperaturen den Schwanz eher abhalten und dieser somit eher einer Traumatisierung durch andere Bullen ausgesetzt ist. Ferner wurde beobachtet, dass die Bullen in Sommer-Monaten eine höhere Schwanzschlagfrequenz hatten und daher häufiger auf den Betonuntergrund schlugen, wobei eine erhöhte Fliegenbelastung als Grund für das vermehrte Schwanzschlagen ausgeschlossen wurde (KUNZ und VOGEL, 1978; ECKERT et al., 1989).

5.3.3 Einfluss der Besatzdichte auf Veränderungen an der Schwanzspitze

Um den Einfluss der Besatzdichte auf das Auftreten von SSN zu untersuchen, wurden zwei unterschiedlich große Gruppen in Buchten gleicher Fläche aufgestellt (Abbildung 2). Dabei wurde eine Besatzdichte von $3,33\text{m}^2/\text{Tier}$ mit $2\text{m}^2/\text{Tier}$ verglichen. In der Vergangenheit wurde die Besatzdichte wiederholt in Verbindung mit Läsionen an der Schwanzspitze gebracht (KUNZ und VOGEL, 1978, MARTIG und LUENENBERGER, 1978; HÜNERMUND et al, 1980; BUCZEK et al., 1984; BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985; ECKERT und DIRKSEN, 1988; DROLIA et al., 1990; METZNER et al., 1994). Für Bullen mit einem Körpergewicht von mehr als 600kg wird eine Fläche von $3\text{m}^2/\text{Tier}$ empfohlen (Europäisches Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlicher Tierhaltung, 1988, Anhang A). Eindeutige Angaben, wie sie für Kälber in der Kälberhaltungs-Verordnung zu finden sind, fehlen bislang noch für Mastbullen. Somit wurde im zweiten Studienabschnitt das Ziel verfolgt, eine kausale Korrelation zwischen Besatzdichte und SSN-Inzidenz aufzudecken. Im Detail bedeutet dies, in den Buchten mit einer erstrebenswerten Besatzdichte eine niedrigere Inzidenz von Schwanzspitzenveränderungen zu erwarten, als in denen mit einer Überbelegung. Dieser Zusammenhang konnte in dem eigenen Haltungsveruch signifikant ($p \leq 0,01$) nachgewiesen werden. Auf Grundlage der eigenen Untersuchungen erwies es sich als vorteilhafter für die Besatzdichte nicht die Tieranzahl pro Quadratmeter zu verwenden, sondern von dem Maß Kilogramm Lebendgewicht pro Quadratmeter auszugehen (Abbildung 8 und 9). Denn eine bei Belegung der Buchten gewählte Tieranzahl bleibt im besten Fall gleich, sofern keine Abgänge vor Erreichen des Mastendgewichtes eintreten. Doch unter Berücksichtigung des Tierwohlbefindens sollte die bereitgestellte Fläche pro Tier mit zunehmendem Alter und

Wachstum der Masttiere ebenfalls zunehmen und angepasst werden. Daher sollte die Angabe „Tier/m²“ hinterfragt werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass in Problembetrieben mit 209kg Tiermasse pro Quadratmeter die Schwanzspitzennekrose signifikant häufiger auftrat, als in Kontrollbetrieben, bei denen auf einen Quadratmeter 164kg entfielen (BISGAARD MADSEN und NIELSEN, 1985). Dieses Problem der fehlenden Adaption der Fläche pro Tier an das stetig steigende Körpergewicht wird auch von GUGGENBERGER (2012) erkannt. In der nachstehenden Tabelle 28 sind unterschiedliche Verhaltensaspekte in Abhängigkeit von dem Platzangebot einzelner Studien aufgeführt. Auffällig ist, dass sich in den meisten Studien ein geringeres Platzangebot negativ auf das Verhalten auswirkt. Verschiedene Studien zeigen, dass eine Überbelegung mit verkürzten Liegephasen sowie mit einem anormalen Abliege- und Aufstehverhalten verbunden ist. Damit verbunden ist das vermehrte Risiko für die Entstehung von Traumatisierungen der Haut an der Schwanzspitze. In den eigenen Untersuchungen konnten bei den zweimal am Tag stattfindenden visuellen Kontrollen der Tiere keine Verhaltensanomalien beobachtet werden. Des Weiteren hat die Dauer des Liegens Einfluss auf die Dauer des Wiederkauens und somit auch auf die Speichelproduktion und den pH-Wert des Pansens. Über den Tag gesehen kauen Bullen, die vermehrt stehen müssen, weniger wieder, da nicht ausreichend Fläche vorhanden ist, sodass alle Tiere in der Bucht artgemäß liegen können (WIERENGA, 1987). Der pH-Wert wird unter dem Punkt 5.3.3.2 näher diskutiert.

Tabelle 28. Übersicht von Studien zum Zusammenhang zwischen Besatzdichte und dem Verhalten von Bullen.

Dargestellt werden Studien aus den Jahren von 1984-2000, die das Verhalten von Bullen unter Berücksichtigung von zwei unterschiedlichen Besatzdichten notiert.

Autoren	Flächenverhältnisse im Vergleich	Anormales Ablege- und Aufstehverhalten	Wiederkauen	Liegezeit
GRAF, 1984	3 vs. 2m ²	>	-	=
WIERENGA, 1987	2,6 vs. 1,95m ²	=	-	<
ANDREAE et al., 1982	3 vs. 2m ²	=	-	<
KIRCHENER, 1986	2,7 vs. 2,3m ²	=	-	<
FISHER et al., 1987	3 vs. 1,5m ²	-	<	<
RUIS-HEUTNICK et al., 2000	4 vs 2m ²	>	-	<

5.3.4 Laboratoriumsuntersuchungen

5.3.4.1 Blut-Parameter

Die im Rahmen des metabolischen Screenings gewonnenen Blutproben (Punkt 3.3.7.1), wurden ebenso für die eigenen Untersuchungen von jeweils zehn Tieren der vier Gruppen ausgewertet. Nachfolgend werden der CK-Wert, der Gesamteiweißgehalt und die Leukozyten näher diskutiert, da diese unter den verbleibenden Blutparametern besonders auffielen.

5.3.4.1.1 CK-Wert

Bei den Ergebnissen der Blutanalyse trat der oberhalb des Referenzbereiches von <100 U/l (BRAUN et al., 1994) liegende CK-Wert besonders hervor (Tabelle 18-21). Die Kreatinkinase (CK) ist ein Enzym, welches mit hoher Aktivität zu 90% im Zytoplasma und zu 10% in den Mitochondrien von Zellen der quergestreiften Muskulatur nachweisbar ist (WYSS et al.,

1992). Liegt eine degenerative oder traumatische Läsion der Muskelfilamente vor, tritt die CK in den extrazellulären Raum aus und ist im Blut-Serum nachweisbar. Bei degenerativen Myopathien gilt eine hohe Aktivität der CK als spezifisch (BICKHARDT, 1992). Nicht außer Acht gelassen werden darf die Halbwertszeit der Kreatininkinase, welche auch bei Muskelzerreißen größeren Ausmaßes beim Rind zwei bis acht Stunden beträgt (BOGIN und SOMMER, 1976; SCHUHMACHER et al., 1991; LEFEBVRE et al., 1994). Bei den Bullen aus dem zweiten Studienabschnitt könnte ein vermehrtes gegenseitiges Aufreiten der Bullen, was mit Erreichen der Pubertät aufgrund Fehlens von weiblichen Artgenossen eintritt, Auslöser für Muskelläsionen sein. Ebenso vorstellbar wären Trittverletzungen und Kopfstöße in die Flanke bei Rangordnungskämpfen, welche zu Prellungen oder Muskelrupturen führen können und somit ursächlich für die hohen CK-Werte wären. Untersuchungen von SANUDO und Mitarbeiter (1993) an Bullen, die der Schlachtung zugeführt wurden, haben gezeigt, dass der CK-Wert im Vergleich zum Ruhewert vor dem Transport um 365% anstieg. Ferner konnte gezeigt werden, dass die CK-Aktivität vor der Schlachtung positiv mit der Anzahl an aktiven Aufsprüngen während des Transportes korreliert. Somit scheint ein Aufspringen der Bullen der eigenen Untersuchungen verantwortlich zu sein für die CK-Werte oberhalb des Referenzbereiches. Einige Autoren postulieren, dass die CK-Konzentration im Serum von Rindern mit steigender Transportzeit (COLE et al., 1988; SCOTT et al., 1993; HONKAVAARA und KORTESNIEMI, 1994) und zunehmender Ladedichte (TARRANT et al., 1988; TARRANT et al., 1992, MARAHRENS et HARTUNG, 2000) zunimmt. Diese kausale Verbindung kann für die hohen CK-Werte an T3 der eigenen Untersuchung eher ausgeschlossen werden, da die Bullen in kleinen Gruppen innerhalb von zwanzig Minuten zum Schlachthof verbracht wurden.

5.3.4.1.2 Gesamteiweißgehalt

Der Gesamteiweißgehalt im Blutserum, auch als Totalprotein (TP) bezeichnet, setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen: Albumin (40-50%), Immunglobulinen (15-25%), Fibrinogen (5-10%), Enzyme, Transportproteine und Gerinnungsfaktoren (10%) (BICKHARDT, 1992). Die Konzentration an TP im Blut beträgt bei ausgewachsenen Rindern 60-80g/l (KRAFT, 2005). Die Synthese der Plasmaproteine findet in der Leber statt. Die Immunglobuline jedoch werden in den lymphatischen Organen gebildet (LÖSCH et al., 2000). Bei Entzündungen verändert sich das Verhältnis der verschiedenen Bluteiweiß-

fraktionen zueinander. Eine Hyperproteinämie ist meist die Folge einer akuten oder chronischen Entzündung, verursacht durch die Erhöhung der Globuline, sofern eine Hämokonzentration ausgeschlossen werden kann. Eine Hämokonzentration konnte bei den untersuchten Bullen ausgeschlossen werden, da eine Exikose, eine *Polycythaemia vera* und eine nicht selektive Hyperproteinämie der Tiere nicht vorlag. Beim Rind ist die Erhöhung der Gamma-Globuline diagnostisch von Bedeutung. Eine Hyper-Gamma-Globulinämie kann beispielsweise bei einer *Reticuloperitonitis traumatica*, bei eitrigen Arthritiden, Leberabszessen und anderen chronischen Krankheiten beobachtet werden (SCHILLINGER, 1980). Vor dem Hintergrund einer bestehenden Entzündung der Schwanzspitze lässt sich die Hyperproteinämie erklären, denn dieser Befund trifft auf Bullen aller vier Gruppen zu, welche mit dem Score 2 bonitiert wurden. Berücksichtigt werden muss, dass eine Erhöhung der Gesamteiweißkonzentration von durchschnittlich 10g/l mit zunehmendem Alter als physiologisch angesehen wird (TUMBLESON et al., 1973; STÄMPFLI et al., 1980).

5.3.4.1.3 Leukozyten

Eine ausgeprägte Vermehrung der weißen Blutzellen (Leukozytose) tritt bei akuten und insbesondere bakteriellen Infektionen auf, sowie bei allen mit Gewebszerstörung und Eiterung einhergehenden Krankheiten. Ähnlich der Beobachtungen zum Gesamteiweiß, stammen die Blutproben mit auffälliger Leukozytose von Bullen mit einem Score von 2 (Abbildung 12). Auch hier kann die beginnende Entzündung der Schwanzspitze als Ursache vermutet werden, da die Tiere sonst keine augenscheinlichen Erkrankungen aufwiesen und auch nach der Schlachtung wurden alle Tiere als tauglich für den menschlichen Verzehr eingestuft.

5.3.4.1.4 Risikofaktor Hämorheologie

Die Hämorheologie beschäftigt sich mit den Fließeigenschaften des Blutes im Gefäßsystem. Bereits 1628 rückte HARVEY in seinen Untersuchungen „*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*“ Fließeigenschaften des Blutes ins Zentrum seines Anliegens und er erklärte erstmalig die Funktion des Blutkreislaufes. Er stellte fest, dass die

Größe der Gefäße und die Fließeigenschaft verantwortlich sind für den peripheren Widerstand des Blutflusses. Besonders wichtig sind hämorheologische Faktoren hervorzuheben im Zusammenhang mit dem Kapillarsystem und der Mikrozirkulation an der Spitze des Rinderschwanzes. Das Blutflussverhalten ist multifaktoriell und in diesem System von Bedeutung sind unter anderen die Plasmaviskosität, der Hämatokrit und die Erythrozyten-deformierbarkeit (EL-SAYED, 2005). Kommt es zu Störungen der rheologischen Eigenschaften des Blutes, wächst das Risiko für Krankheiten. DEISS (1994) sowie METZNER und Mitarbeiter (1994) kamen im Rahmen ihrer Studien ebenfalls auf den Gedanken, dass die Blutversorgung in der Schwanzspitze als ein Endstromgebiet verantwortlich sein könnte für das Auftreten der Schwanzspitzennekrose. Sowohl in der Humanmedizin, als auch Beobachtungen an Tieren haben gezeigt, dass in hochgradig azidotischen Arealen geschädigter Organe die Fließeigenschaften des Blutes reduziert sind. Nachweisbar ist dies radiologisch, szintigraphisch und kolorimetrisch (EL-SAYED, 2005). Zurückgeführt wurden die lokal begrenzten Azidosebezirke auf eine Ischämie, welche umschrieben werden kann als Reduktion des Blutflusses bis hin zum vollständigen Stillstand der Blutversorgung (KEM, 1983). In der Herzinfarktforschung gelang in den 1970er Jahren die Aufdeckung der sogenannten Azidosestarre von Erythrozyten. Dabei verlieren die erstarrenden Erythrozyten ihre Deformierbarkeit und somit auch ihre Fließfähigkeit. Aufgrund ihrer guten Verformbarkeit können Erythrozyten unter physiologischen Bedingungen gut durch kapillare Gefäße dringen, die weit unter ihrem Durchmesser von $7,5\mu\text{m}$ liegen. Diese Eigenschaft macht es dem Blut möglich, bei hohem Hämatokrit eine entsprechende Viskosität für den Durchfluss kleinster Kapillaren aufrecht zu erhalten. Beeinträchtigungen des Blutflusses und der Gewebepfusion treten in dem Moment ein, wenn die Erythrozytenzellgeometrie physikalisch oder mechanisch beeinflusst wird (EL-SAYED et al., 2005). Bei einem Anstieg des Blutlaktatgehaltes sinkt die Erythrozytendeformierbarkeit (CONNES et al., 2010). Die aufgrund von einer Azidose oder auch aufgrund von Stress starr werdenden Erythrozyten vermögen nicht genügend Sauerstoff aufzunehmen und können Gefäße, die einen kleineren als $7,5\mu\text{m}$ großen Lumendurchmesser haben, nicht mehr passieren. Folglich kommt es zur Verstopfung des Gefäßes, ergo zu einem Infarkt und durch Unterversorgung des Gewebes zur Nekrose. Für einen möglichen Zusammenhang zwischen Hämorheologie und SSN sprechen die hoch signifikanten ($p \leq 0,0001$) Ergebnisse der logistischen Regression mit $\chi^2=26,6$, welche die Korrelation zwischen der Anzahl Bullen mit azidotischem Pansensaft und Bullen

mit SSN am Tag der Schlachtung T3 darstellt. Jedoch konnte DEISS (1994) bei seinen histologischen Untersuchungen des Rinderschwanzes keine arteriovenösen Shunts beobachten, die für eine mangelnde Blutversorgung sprächen. DROLIA und Mitarbeiter (1991) hingegen zeigen in ihren histopathologischen Befunden auf, dass die Ischämie der betroffenen Hautareale verantwortlich ist für eine SSN.

5.3.4.2 pH-Wert im Pansensaft

5.3.4.2.1 Methoden zur Gewinnung des Pansensaftes

Für die diagnostische Pansensaftentnahme kann dieser mittels Sonde oder Rumenozentese direkt gewonnen werden. Anwendung findet die Sonde nach HAMBURGER (ZWICK und KLEE, 1997), die lenkbare Sonde nach DIRKSEN (DIRKSEN und SEIDEL, 1975) oder die SCHAMBYE-SØRENSEN-Sonde (SØRENSEN und SCHAMBYE, 1955). Oft setzt beim Einführen einer Schlundsonde starker Speichelfluss ein. Aufgrund des alkalischen Charakters des Speichels kann das Ergebnis der pH-Wert-Messung verfälscht werden. Daher wurde bei den eigenen Untersuchungen diese Methode abgelehnt. Auch die transkutane Punktion des Pansens wurde ebenso nicht für die eigene Studie ausgewählt, da die Tiere trotz Lokalanästhesie oft starke Abwehrbewegungen zeigen können und *post punctio* Komplikationen sowohl an der Einstichstelle als auch systemisch entstehen können (PENNER et al., 2006). Zusätzlich würden beide Methoden mit Stress für die Bullen einhergehen und die Arbeitssicherheit der helfenden Personen bei der Entnahme gefährden. Von der Verwendung einer Langzeit-Analyse des Pansen-pH-Wertes mittels einer Mess-Sonde wurde abgesehen, da zu der Zeit des Haltungsversuches jene von der Sensitivität zu gering und noch nicht so weit entwickelt waren, wie die heutigen Mess-Sonden. Dennoch könnte eine Langzeitdokumentation der pH-Werte mit Hilfe einer solchen Sonde mehr Informationen über die Schwankungen des pH-Wertes und dessen Auswirkungen liefern. Ferner haben die im Pansen befindlichen pH-Wert-Messsonden den Vorteil, dass es weder zu einer Kontamination mit Speichel noch zu einer Peritonitis nach Rumenozentese kommen kann (PENNER et al., 2006). Wenngleich die Ergebnisse der eigenen Untersuchung (Tabelle 22-25) eine Momentaufnahme an einem einzigen Tag darstellen, so postulieren CALBERRY und Mitarbeiter (2003), dass die einmalige Messung vier bis fünf Stunden nach Futtervorlage einen verlässlichen Hinweis für das Vorliegen einer subakuten Pansenazidose gibt. Hierbei

wurde darauf geachtet, dass der Pansensaft immer an der gleichen Stelle, wie im Abschnitt 3.3.7.2 beschrieben, entnommen wurde und sich unmittelbar die pH-Wert-Messung anschloss. Der pH-Wert wurde deshalb mittels Farbumschlag eines pH-Indikator Papiers (PEHANON) optisch bestimmt, weil Untersuchungen von STRABEL und Mitarbeiter (2007) gezeigt haben, dass die mit einer Mess-Elektrode (Orion Silber/Silberchlorid-Kombi pH-Elektrode) ermittelten pH-Werte gut mit den Ergebnissen des pH-Papiers (PEHANON) korrelieren ($r = 0,926$).

5.3.4.2.2 Ergebnisse der pH-Wert Messungen im Pansensaft

Bei der einmalig durchgeführten pH-Wert Messung des Pansensaftes anlässlich der Schlachtung der Mastbullen aus dem Haltungsversuch der vorliegenden Studie, ergaben sich Werte von 4,5 bis 7 (Tabelle 20-23). In der vorliegenden Arbeit konnte ein hoch signifikanter ($p \leq 0,0001$) Zusammenhang zwischen der Besatzdichte und dem bei der Schlachtung ermittelten pH-Werten im Pansensaft festgestellt werden (Abbildung 12). Die beiden Gruppen mit dem erstrebenswerten Gruppengrößen-Flächenverhältnis zeigen in der Gesamtheit gesehen, physiologische Pansensaft pH-Werte, wenngleich auch drei von zehn Bullen der Gruppe DH18 und fünf von zehn Bullen der Gruppe FLV18 im Pansen-pH-Bereich unter 6,0 liegen (Tabelle 14 und 16). Für Mastbullen wurden unter der Berücksichtigung einer 24-stündigen Messung mittels einer Pansen-pH-Messsonde ein Durchschnitts-pH-Wert von 6,35-6,75 ermittelt, wobei der tiefste Wert bei 5,78 und der höchste bei 6,92 lag (BODAS et al., 2014). Eine andere Untersuchung bei Milchkühen, in der ebenfalls über eine pH-Sonde halbstündig über vierzig Tage der pH-Wert im Pansen aufgezeichnet wurde, zeigt einen Durchschnitts-pH-Wert von $6,49 \pm 0,39$ (GASTEINER et al., 2013). Bei einer kraftfutterreichen Ration können bisweilen Werte zwischen 5,5 und 6,0 gemessen werden (DIRKSEN, 1990). Diesen Angaben zur Folge lagen insgesamt acht von vierzig untersuchten Pansensaftproben unterhalb des physiologischen Bereiches. Die Messung des pH-Wertes im Rahmen der eigenen Untersuchung fand vier Stunden nach der morgendlichen Fütterung statt und lag somit in der empfohlenen Zeit von drei bis fünf Stunden (GASTEINER et al., 2013). Vor der Futteraufnahmen ist der Pansen pH-Wert am höchsten und fällt mit der Futteraufnahme (DUFFIELD et al., 2004; MARDEN et al., 2005; PALMONARI et al., 2010). Auf Grundlage dieser Daten wurde der zuvor genannte Zeitabstand gewählt. Die Bullen aus den

Untersuchungsgruppen wurden in kleinen Gruppen auf den Viehtransporter verbracht und innerhalb von 20 Minuten wurde der Schlachthof erreicht. Dort angekommen wurden die Bullen unmittelbar nach der Lebenduntersuchung geschlachtet, sodass die Wartezeit auf ein minimales Maß beschränkt wurde. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass der pH-Wert im Pansen im Laufe des Tages Schwankungen von bis zu 1,5 Einheiten unterliegen kann (CALBERY et al., 2003; GASTEINER et al., 2013). Ebenso einen Einfluss auf den Abfall des Pansen pH-Wertes kann das Fütterungsregime und damit verbunden das Fressverhalten von Bullen darstellen. Wenn bei einer *ad libitum* Fütterung das Futter einmal am Tag frisch vorgelegt wird, zeigen Rinder eine kompetitive Futteraufnahme. Dies bedeutet eine hohe und schnelle Aufnahme des frischen Futters. Dies kann die Mechanismen und Physiologie des Pansens negativ beeinflussen (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2004; ROBLES et al., 2007; GONZALES et al., 2008). Bei einer hohen Besatzdichte ist der Konkurrenzdruck um das Futter größer und es kommt somit zur Aufnahme großer Futtermengen in kürzerer Zeit als bei den Bullen der Gruppe FLV18 und DH18. Eine Beobachtung des Fressverhaltens war nicht Gegenstand dieser Arbeit, weshalb keine Aussagen zur Futteraufnahme getroffen werden können. Ferner seien starke Schwankungen des pH-Wertes nach Ansicht der zuvor genannten Autoren ungünstiger als konstant niedrige, aber nicht pathologische pH-Werte. Zu einer einmaligen Aufnahme großer Mengen an Futter kann es auch bei rangniederen oder kranken Tieren kommen. Diese treten seltener an den Fressplatz und nehmen somit im Anschluss an die ranghöheren Tiere möglichst viel Futter auf.

5.3.4.2.3 Die chronisch-latente und subakute Pansenazidose

Die Ergebnisse der pH-Wert Messung des Pansensaftes der geschlachteten Untersuchungstiere lassen eine Pansenazidose vermuten, wenngleich die Stellung dieser Diagnose sich nicht leicht gestaltet (ENEMARK, 2004). Die Findung einer abgesicherten Diagnose ist bei einer einzigen Erhebung des Pansen pH-Wertes ebenso als nicht eindeutig einzustufen. Die chronisch-latente Pansenazidose geht aus der subakuten Pansenazidose (SARA) hervor (BANDILLA, 2009). Eine chronisch-latente Pansenazidose wird definiert durch Pansen-pH-Werte von unter 5,5 (DIRKSEN, 1985, NORDLUND et al., 1995, GARRETT et al., 1999). Für die Definition einer subakuten Pansenazidose gibt es jedoch keine allgemeine Übereinkunft über die Höhe des pH-Grenzwertes (ENEMARK et al., 2004; BRAMLEY et al.,

2008; KHAFIPOUR et al., 2009). SARA kann zu einem Bestandsproblem führen, wenn in 30% der mittels Rumenozentese gewonnenen Pansensaftproben der pH-Wert für einen Zeitraum von drei bis fünf Stunden $\leq 5,5$ ist (NORDLUND et al., 1995). Einige Autoren (NOCEK et al., 2002, ENEMARK et al., 2003; KRAUSE und COMBS, 2003, LEONARDI et al., 2005) postulieren, dass sich die Zeit, in der sich der pH-Wert unter 5,8 befindet, besser eignet, um ein Strukturdefizit bzw. eine subakute oder chronisch-latente Pansenazidose nachzuweisen als der mittlere pH-Wert, da dort Schwankungen miteinbezogen werden. Ein über längere Zeit andauernder oder regelmäßig wiederkehrender Zustand niedrigen pH-Milieus im Pansen führt zur Abnahme der cellulolytischen und zur Zunahme der amylolytischen Pansenbakterien. Nicht außer Acht gelassen werden darf in diesem Zusammenhang das Pansenmikrobiom. Bisher sind lediglich wenige Arbeiten publiziert zu dem Thema epimurales Mikrobiom, ergo dem Pansenepithelium anheftende Bakterien, unter azidotischen Bedingungen. Zu dem Kernmikrobiom des Pansenepitheliums zählen hauptsächlich 3% *Actinobacteria*, 10% *Bacteroidetes*, 11% *Proteobacteria* und 73% *Firmicutes* (PETRI et al., 2013). KHAFIPOUR und Mitarbeiter (2009) zeigten bei ihren Untersuchungen zum Pansenmikrobiom, dass *E.coli* und deren Lipopolysaccharide (LPS) hauptsächlich für die Futtermittel induzierte subakute Pansenazidose verantwortlich sind. Die meisten Verschiebungen der mikrobiellen Population wurden von derselben Arbeitsgruppe bei den Gram negativen *Bacteroidetes* gesehen, wengleich deren LPS weniger toxisch sind als die von *E.coli*. Darüberhinaus kommt es bei einer akuten oder auch subakuten Pansenazidose zu einem Anstieg der LPS-Konzentration im Pansen aufgrund der absterbenden *E.coli*-Bakterien (EMMANUEL et al., 2008; GOZHO et al., 2005). Dieser Anstieg kann verantwortlich sein für eine Zytokinfreisetzung und nachfolgend für systemische Entzündungen (CHIN et al., 2006; DONG et al., 2011). Unter Betrachtung der Ergebnisse der logistischen Regression (Abbildung 16) kann angenommen werden, dass eine subklinische oder chronisch-latente Pansenazidose der untersuchten Bullen in Kombination mit anderen begünstigenden Faktoren zu einer Entzündung der Schwanzspitze beigetragen haben, wengleich eine einzige Messung des pH-Wertes eine eindeutige Diagnose nicht erlaubt.

5.3.5 Risikofaktor Fütterung

Die Ergebnisse der Futteranalyse haben gezeigt, dass die Güte des Futters, ergo eine häufig diskutierte Mykotoxinbelastung (BERTOCCHI et al., 1973; UHLIG et al., 2007; BELSER-EHRLICH et al., 2013), in der vorliegenden Untersuchung nicht verantwortlich gemacht werden konnte für das Auftreten der Schwanzspitzennekrose (Tabelle 5). Generell ist das Futtermanagement im untersuchten Mastbetrieb sehr professionell, wobei täglich die Trockensubstanz und die grobsinnliche Qualität der Silagen überprüft werden. Die Tier-Futterplatzverteilung war adäquat, sodass eine gleiche Futteraufnahme von allen Tieren des Haltungsverlaufes gewährleistet war. Ähnlich wie bei der Fütterung von Milchkühen gilt es auch in der Bullenmast mit einem definierten Aufwand hohe Leistungen zu erbringen. Um hohe Tageszunahmen zu erreichen, müssen bestimmte Rahmenbedingungen in der Fütterung eingehalten werden. Erstrebenswert ist eine Tagesration von 300g Heu oder Stroh pro Tier (Nutrient Requirements of Beef Cattle, 2000). In der Schüttelboxsiebung (Tabelle 6) entfielen 63% der gesamten TMR auf eine Partikelgröße unter acht Millimetern. Dies war der Grund, warum im Rahmen des eigenen Haltungsverlaufes dafür entschieden wurde, gehäckseltes Stroh der Mast-TMR hinzuzufügen, weil die im Untersuchungsbetrieb angewandte Ration keines der angesprochenen strukturwirksamen Anteile in der Mastperiode einsetzt. In dem Zeitintervall von T1 bis T2 konnte kein signifikanter Einfluss der zusätzlichen Fütterung von Stroh im Hinblick auf die Läsionen an der Schwanzspitze registriert werden (Abbildung 17). Da das der TMR hinzugefütterte, angekaufte Stroh in einer Strohmühle auf eine Partikellänge von 1,5cm gemahlen wird, konnte ein selektives Fressen, welches häufig bei zu langen Strohpartikeln beobachtet wird, verhindert werden. Diese Tatsache wird unterstützt durch Untersuchungen von FISCHER und Mitarbeitern (2010), bei denen eine Steigerung der Gesamtfutteraufnahme unter Einsatz gemahlener Strohs erreicht werden konnte. Zusätzlich verblieben bei den Tieren mit den 1,5cm langen Strohpartikeln weniger Futterreste auf dem Futtertisch als im Vergleich zu den Tieren mit 8-12cm Strohpartikellänge. Dennoch gilt der Zusammenhang, je größer die Partikel einer TMR, desto strukturwirksamer ist dieselbe und desto höher ist die Wiederkauaktivität (KAMMES und ALLEN, 2012). Lang gehäckselte Maissilage bietet einerseits zwar ausreichend Struktur, jedoch ist es arbeitsintensiver eine qualitativ hochwertige Silage zu produzieren. Bei kurz gehäckselter Maissilage ist die Produktion einer guten Silage leichter, aber die Strukturwirksamkeit des Futters ist gemindert. Ferner verschieben kürzere Häcksellängen von Maissilagen den Säuren-Basen-

Haushalt in eine azidotische Richtung (BANDILLA, 2009). Dieses Faktum muss in die Interpretation der niedrigen Pansen-pH-Werte aus den eigenen Untersuchungen mit einbezogen werden. Im Zusammenhang mit der Strukturversorgung, soll kurz auf die Rohfaser eingegangen werden, welches der in schwacher Säure und schwacher Lauge unlösliche Teil der Trockensubstanz ist. Die Rohfaser besteht zu einem großen Teil aus Polysacchariden, so zum Beispiel Cellulose und Lignin. Diese werden auch als Gerüstsubstanzen bezeichnet. Damit eine stabile Faserschicht gebildet werden kann, ist eine genügend strukturierte Rohfaser von Nöten. Jene Schicht ist einerseits wichtig für den Abbau der Rohfaser und andererseits stimuliert sie den Pansen zu kontrahieren. Bei den Pansenkontraktionen wird der Panseninhalt durchmischt. Hierbei kommt es zur Gasabsonderung und Nährstoffe werden frei (STEINWIDDER, 2006). Nicht außer Acht gelassen werden darf der Gehalt an Gerüstsubstanzen des Futtermittels (HOFFMANN, 1990). Dieser Gerüstsubstanzengehalt beinhaltet in erster Linie Cellulose und Lignin. Mit Hilfe der Kohlenhydratanalytik über die Detergenzienmethode (VAN SOEST, 1967) wird die Summe der Gerüstsubstanzen nach dem Kochen des Futtermittels in neutraler Detergenzienlösung ermittelt und als NDF bezeichnet (neutral detergent fiber). Wird das gleiche Futtermittel in schwefelsaurer Detergenzienlösung gekocht, erhält man die ADF (acid detergent fiber). Bei weiterer Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure wird auch Cellulose hydrolysiert und es bleibt das Rohlignin (acid detergent lignin=ADL) über (BANDILLA, 2009). Je kraftfutterreicher und je rohfaserärmer eine Ration wird, umso bedeutender wird die Wirkungskontrolle des Futters am Tier (MAHLKOW-NERGE, 2002). Dabei sollte der Blick insbesondere auf das Aufdecken einer subakuten oder chronisch-latenten Pansenazidose gerichtet werden, welche ursächlich für ein Überangebot an leichtfermentierbaren Kohlenhydraten und einem Mangel an strukturwirksamer Rohfaser zurückzuführen ist (DIRKSEN et al., 2002). Dieser Zusammenhang scheint für die eigenen Untersuchungen denkbar.

6 *Schlussfolgerungen und Ausblick*

Die Gesamtheit der Ergebnisse zu den Untersuchungen über die Relevanz der Besatzdichte für das Auftreten der Schwanzspitzennekrose lassen nachstehende Schlüsse zu:

- Der Schutz des Wohlbefindens und die Einhaltung der Tiergerechtheit sollten auch mit oberster Intention bei Masttieren von Bedeutung sein, denn je besser es gelingt die natürliche Umgebung und die Bedürfnisse der Tiere in der Intensivhaltung zu berücksichtigen, desto geringer ist die Krankheitsanfälligkeit, desto weniger ist das Verhalten gestört und desto eher sind Tiere in der Lage eine gute Leistung zu erbringen.
- Explizit als Empfehlung für die intensive Rindermast sollte eine Haltungsform das physiologische Bewegungs- und Verhaltensmuster nicht einschränken, die Fütterung nicht ausschließlich auf hohe Leistungen sondern vor allem auf das Verdauungssystem eines Wiederkäuers ausgerichtet sein, kurzum die fünf Freiheiten des Farm Animal Welfare Council sollten befolgt werden.
- Insgesamt konnte mit den eigenen Ergebnissen ein besseres Verständnis für die Schwanzspitzennekrose erreicht werden, sodass eine Prophylaxe bei konsequenter Einhaltung der angesprochenen Rahmenbedingungen möglich scheint, da ein Synergismus beider ätiologischen Komplexe „Besatzdichte“ und „Fütterung“ anzunehmen ist. In wie weit eine Pansenazidose sich begünstigend auf das Entstehen von Schwanzspitzenveränderungen auswirkt, konnte nicht eindeutig nachgewiesen, wengleich eine Relevanz dieses Faktors logisch erscheint.

Als Ausblick oder viel mehr als Anreiz für die in Zukunft stattfindenden Studien zum Thema Schwanzspitzennekrose könnten folgende Punkte gelten:

- Dopplersonographische Untersuchungen am gesunden und erkrankten Rinderschwanz einer azidotisch gefütterten und physiologisch gefütterten Gruppe
- Messungen der Kau- und Wiederkauaktivität bei Mastbullen, mit gleichzeitiger Messung des Pansensaft-pH Wertes bei unterschiedlich hohem Anteil strukturierten Futters
- Wirkungsbeschreibung von eingesetzten Medikamenten zur Azidoseprophylaxe, so zum Beispiel mit Monensinzusatz, Tylosin in Hinblick auf die Inzidenzrate von Schwanzspitzennekrosen
- Untersuchungen zum Behandlungsversuch in der Anfangsphase der Schwanzspitzennekrose mit bekannten, in der Veterinärmedizin eingesetzten, proteolytischen Enzymen

7 Zusammenfassung

Untersuchungen zum Auftreten der Schwanzspitzennekrose bei Mastbullen.

Die vorliegende Arbeit bestand aus zwei Studienabschnitten. Im ersten Studienabschnitt wurden im Rahmen einer Observationsstudie die Schwanzspitzen von 147 Mastbullen der Rassen Deutsch Holstein (DH) und Fleckvieh (FLV) mit unterschiedlichen Körpergewichten klinisch untersucht und ihre täglichen Tageszunahmen errechnet. Im zweiten Studienabschnitt wurden 48 DH und 48 FLV Bullen in einer Kohortenstudie über die Zeitspanne von einem Jahr näher beobachtet und untersucht. Dabei fanden zwei unterschiedliche Besatzdichten Berücksichtigung, zum Einen $3,3\text{m}^2/\text{Tier}$ und zum Anderen $2\text{m}^2/\text{Tier}$. Die Ergebnisse der Schwanzspitzenuntersuchung wurden mit Hilfe eines Score festgehalten. Ferner fanden zu jeder klinischen Untersuchung auch Blutabnahmen und –analysen statt, sowie am Tag der Schlachtung der Studientiere eine pH-Wert Messung des Pansensaftes. Ziel dieser Arbeit war es, anhand der Ergebnisse der oben aufgeführten Untersuchungen, Aussagen über Korrelation und Relevanz von Faktoren zu treffen, welche mit dem Auftreten der Schwanzspitzennekrose (SSN) beim Mastbullen in Verbindung stehen. Zusammenfassend lassen sich folgende Rückschlüsse aus dieser Arbeit ziehen:

Es besteht eine signifikante ($p \leq 0,01$) Korrelation zwischen der Besatzdichte und der SSN-Inzidenz, womit die einleitende grundlegende Fragestellung dieses wissenschaftlichen Vorhabens positiv beantwortet werden kann und die Relevanz dieses Faktors gegeben ist. Erste Läsionen treten bereits bei Tieren ab einem Körpergewicht von $200 \pm 34\text{kg}$ auf. In beiden Studienabschnitten konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Rassen DH und FLV beobachtet werden, wenngleich eine unterschiedliche Gewichtsentwicklung vorliegt. Aus der einmaligen Erhebung des Pansensaft pH-Wertes geht eine hoch signifikante ($p \leq 0,0001$) Korrelation zwischen niedrigen Pansensaft pH-Werten und Bonitierunsnoten größer eins hervor. Ebenso liegt eine signifikante Korrelation zwischen der ermittelten Leukozytose und Hyperproteinämie und den Bonitierunsnoten größer 1 vor, unabhängig von der Besatzdichte oder Rasse. Die im älteren Schriftum erwähnte Mykotoxin Belastung des Futters als Ursache für das Auftreten der Schwanzspitzennekrose konnte nicht nachgewiesen werden. Die Anreicherung der TMR mit Stroh hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Veränderungen an der Schwanzspitze der Bullen.

8 *Summary*

Investigations about the occurrence of tail tip necrosis in fattening bulls.

The aim of this work was to elucidate the correlation and relevance of factors that are associated with the occurrence of tail-tip necrosis (TTN) in fattening bulls. This study consisted of two parts. The first part was an observational study in which the tail tips of 147 German Holstein and Simmental bulls with different body weights were examined clinically and their daily weight gains were calculated. In the second part, 48 German Holstein and 48 Simmental bulls were considered in a cohort study for a one year period. Two different housing densities were taken into account, on the one hand 3.3m²/animal and on the other hand 2.0m²/animal. The results of the clinical examination of the tail were recorded with the help of a score. Besides the clinical examination of the tail, blood sampling and analysis were also conducted. The pH measurement of the ruminal fluid took place on the day of slaughtering.

There was a significant correlation between housing density and the incidence of TTN, by which the initial question of this research project can be answered positively ($p \leq 0.01$). First tail tip lesions already occur in animals on a body weight of 200 ± 34 kg. There was no significant difference between the breeds DH and FLV in both parts of the study regarding the occurrence of tail tip injuries, although different weight gains could be observed. The pH of ruminal fluid, collected at the day of slaughtering, correlates with high significance ($p \leq 0.0001$) with a score bigger than one. Likewise, there is a significant correlation between the leukocytosis and hyperproteinemia of the blood samples with scores bigger than 1, regardless of the density or breed. An intoxication of TMR with mycotoxins could not be detected. The supplementation of TMR with straw had no significant impact on the lesions of the bovine tail tip.

9 Anhang

Tabelle 29. *Nachweise der einzelnen Bonitierungergebnisse aus der Observationsstudie.*
 Dargestellt sind neben den einzelnen Score der 147 Bullen auch deren genaue Körpergewichte in kg am Tag der Bonitur, die Tageszunahmen in kg bis zu dem Vormonat der Bonitur (Øunt.d.sco.) und die Tageszunahmen in kg für den Monat, in welchem die Bonitur stattfand (Øat d. sco), die Besatzdichte angegeben in m²/Tier und kg /m², sowie die Rasse.

Körper- gewicht in kg	Tageszunahmen in kg		Score	m ² /Tier	kg /m ²	Rasse
	Øunt.d.sco.	Øat d. sco				
418	1,72	1,12	2	1,74	229,67	FLV
426	1,47	1,23	1	1,74	229,67	FLV
347	1,42	1,39	1	1,74	229,67	FLV
396	1,53	1,47	1	1,74	229,67	FLV
377	1,51	1,45	1	1,74	229,67	FLV
356	1,59	0,23	3	1,74	229,67	FLV
466	1,41	1,38	1	1,74	229,67	FLV
403	1,68	1,28	2	1,74	229,67	FLV
350	1,59	1,18	2	1,74	229,67	FLV
417	1,71	1,2	2	1,74	229,67	FLV
415	1,69	1,19	2	1,74	229,67	FLV
414	1,59	1,48	1	1,74	229,67	FLV
391	1,43	1,38	1	1,74	229,67	FLV
413	1,56	1,37	1	1,74	229,67	FLV
413	1,52	1,49	0	1,74	229,67	FLV
384	1,61	1,01	2	1,74	229,67	FLV
430	1,62	1,48	1	1,74	229,67	FLV
381	1,56	1,43	1	1,74	229,67	FLV
411	1,63	1,28	2	1,74	229,67	FLV
373	1,53	1,35	1	1,74	229,67	FLV
402	1,61	1,47	1	1,74	229,67	FLV
386	1,43	1,39	0	1,92	239,34	FLV
327	1,41	1,29	1	1,92	239,34	FLV
358	1,53	1,11	2	1,92	239,34	FLV
383	1,67	1,13	3	1,92	239,34	FLV
356	1,42	1,35	1	1,92	239,34	FLV
393	1,59	1,23	2	1,92	239,34	FLV
358	1,61	1,22	2	1,92	239,34	FLV
435	1,67	1,41	1	1,92	239,34	FLV
337	1,63	1,23	2	1,92	239,34	FLV
417	1,58	1,42	1	1,92	239,34	FLV
458	1,51	1,48	1	1,92	239,34	FLV

Körper- gewicht in kg	Tageszunahmen in kg		Score	m ² /Tier	kg /m ²	Rasse
	Øunt.d.sco.	Øat d. sco				
381	1,47	1,42	0	1,92	239,34	FLV
361	1,55	1,43	1	1,92	239,34	FLV
408	1,43	1,42	0	1,92	239,34	FLV
329	1,59	1,21	2	1,92	239,34	FLV
394	1,71	1,19	3	1,92	239,34	FLV
414	1,65	1,23	2	1,92	239,34	FLV
400	1,69	1,21	2	1,92	239,34	FLV
395	1,52	1,36	1	1,92	239,34	FLV
330	1,54	1,33	2	1,92	239,34	FLV
400	1,62	1,24	2	1,92	239,34	FLV
309	1,12	0,93	1	1,63	199,49	DH
312	1,01	0,92	0	1,63	199,49	DH
279	1,21	0,63	3	1,63	199,49	DH
316	1,19	0,76	2	1,63	199,49	DH
281	1,11	0,89	1	1,63	199,49	DH
326	1,13	0,91	1	1,63	199,49	DH
320	1,18	0,77	2	1,63	199,49	DH
304	1,17	0,81	2	1,63	199,49	DH
307	1,21	0,79	2	1,63	199,49	DH
332	1	0,94	1	1,63	199,49	DH
294	1,18	0,73	2	1,63	199,49	DH
338	1,17	0,87	1	1,63	199,49	DH
321	1,13	0,9	1	1,63	199,49	DH
377	1,01	0,88	1	1,63	199,49	DH
356	1,19	0,71	2	1,63	199,49	DH
333	1,12	0,89	1	1,63	199,49	DH
326	1,19	0,69	2	1,63	199,49	DH
373	0,96	0,88	0	1,63	199,49	DH
267	1,19	0,55	3	1,63	199,49	DH
353	1,2	0,77	2	1,63	199,49	DH
350	1,18	0,78	2	1,63	199,49	DH
325	1,17	0,93	1	1,63	199,49	DH
321	1,01	0,93	0	1,63	199,49	DH
360	1,15	0,91	1	1,63	199,49	DH
210	1,57	1,54	0	1,5	246,23	FVL
220	1,73	1,52	1	1,5	246,23	FVL
262	1,67	1,49	1	1,5	246,23	FVL
214	1,63	1,43	1	1,5	246,23	FVL
236	1,71	1,53	1	1,5	246,23	FVL
251	1,58	1,51	0	1,5	246,23	FVL
220	1,59	1,38	1	1,5	246,23	FVL

Körper- gewicht in kg	Tageszunahmen in kg		Score	m ² /Tier	kg /m ²	Rasse
	Øunt.d.sco.	Øat d. sco				
247	1,67	1,48	1	1,5	246,23	FVL
253	1,61	1,56	0	1,5	246,23	FVL
264	1,54	1,53	0	1,5	246,23	FVL
284	1,62	1,47	1	1,5	246,23	FVL
208	1,58	1,51	0	1,5	246,23	FVL
292	1,68	1,43	2	1,5	246,23	FVL
240	1,61	1,59	0	1,5	246,23	FVL
263	1,56	1,49	0	1,5	246,23	FVL
242	1,62	1,55	0	1,5	246,23	FVL
264	1,66	1,39	1	1,5	246,23	FVL
263	1,58	1,48	0	1,5	246,23	FVL
160	1,38	1,33	0	1,42	175,53	DH
204	1,51	1,06	2	1,42	175,53	DH
184	1,39	1,33	0	1,42	175,53	DH
157	1,41	1,36	0	1,42	175,53	DH
172	1,33	1,15	1	1,42	175,53	DH
163	1,42	1,38	0	1,42	175,53	DH
183	1,39	1,33	0	1,42	175,53	DH
189	1,39	1,35	0	1,42	175,53	DH
149	1,37	1,36	0	1,42	175,53	DH
200	1,53	1,1	2	1,42	175,53	DH
175	1,41	1,38	0	1,42	175,53	DH
163	1,46	1,42	1	1,42	175,53	DH
172	1,37	1,26	0	1,42	175,53	DH
186	1,47	1,32	1	1,42	175,53	DH
160	1,44	1,39	0	1,42	175,53	DH
183	1,51	1,41	1	1,42	175,53	DH
170	1,43	1,42	0	1,42	175,53	DH
190	1,38	1,37	0	1,42	175,53	DH
175	1,39	1,34	0	1,42	175,53	DH
286	1,68	1,1	3	1,86	199,42	FLV
323	1,43	1,32	1	1,86	199,42	FLV
360	1,44	1,38	0	1,86	199,42	FLV
388	1,56	1,21	2	1,86	199,42	FLV
378	1,57	1,32	2	1,86	199,42	FLV
338	1,64	1,21	3	1,86	199,42	FLV
420	1,49	1,29	1	1,86	199,42	FLV
383	1,41	1,36	0	1,86	199,42	FLV
417	1,54	1,22	2	1,86	199,42	FLV
368	1,55	1,31	2	1,86	199,42	FLV
359	1,63	1,21	2	1,86	199,42	FLV

Körper- gewicht in kg	Tageszunahmen in kg		Score	m ² /Tier	kg /m ²	Rasse
	Øunt.d.sco.	Øat d. sco				
380	1,43	1,32	1	1,86	199,42	FLV
287	1,67	1,13	2	1,86	199,42	FLV
318	1,71	1,22	2	1,86	199,42	FLV
383	1,42	0,99	2	1,86	191,85	DSB
344	1,39	0,94	2	1,86	191,85	DSB
378	1,47	0,91	3	1,86	191,85	DSB
361	1,32	1,12	0	1,86	191,85	DSB
339	1,33	1,11	0	1,86	191,85	DSB
384	1,48	0,95	3	1,86	191,85	DSB
369	1,36	1,1	1	1,86	191,85	DSB
282	1,34	0,97	1	1,86	191,85	DSB
368	1,38	0,98	1	1,86	191,85	DSB
357	1,42	1,02	2	1,86	191,85	DSB
352	1,38	0,96	2	1,86	191,85	DSB
368	1,37	0,93	2	1,86	191,85	DSB
323	1,32	0,99	1	1,86	191,85	DSB
380	1,35	1,1	1	1,86	191,85	DSB
337	1,37	0,91	2	1,86	200,12	DSB
382	1,41	0,93	2	1,86	200,12	DSB
331	1,22	0,98	0	1,86	200,12	DSB
368	1,28	1,15	0	1,86	200,12	DSB
368	1,39	0,92	2	1,86	200,12	DSB
370	1,33	0,89	2	1,86	200,12	DSB
349	1,35	0,91	2	1,86	200,12	DSB
329	1,32	0,88	2	1,86	200,12	DSB
350	1,30	0,94	1	1,86	200,12	DSB
358	1,24	0,98	1	1,86	200,12	DSB
335	1,31	0,92	2	1,86	200,12	DSB
322	1,36	0,9	2	1,86	200,12	DSB
341	1,51	0,91	3	1,86	200,12	DSB
319	1,38	0,93	2	1,86	200,12	DSB
340	1,41	0,96	2	1,86	200,12	DSB

10 Verzeichnisse

10.1 Literaturverzeichnis

ABSMANNER, E., C. ROUHA-MÜLLEDER, T. SCHARL, F. LEISCH u. J. TROXLER (2009):

Effects of different housing systems on the behaviour of beef bulls an-on-farm assessment on Austrian farms.

Appl Anim Behav Sci 188, 12-19

ANDERSEN, H.R., L.R. JENSEN, L. MUNKSGAARD u. K.L. INGVRTSEN (1997):

Influence of floor space allowance and access to feed trough on the production of calves and young bulls and on carcass and meat quality of young bulls.

Acta Agric Scand, Sec A, Anim Sci 47, 48-56

ANDREAE, J., M. POUGIN, J. UNSHELM u. D. SMIDT (1982):

Zur Anpassung von Jungrindern an die Spaltenbodenhaltung aus ethologischer Sicht.

KTBL-Schriften 281, 32-45

ANDREAE, U. u. H. FUTHS (1973):

Zum verhaltensbedingten Fressplatz und Liegeplatzbedarf von Jungmastbullen bei Laufstallhaltung.

Der Tierzüchter 25, 64-66

ARAVE, C.W. u. J.L. ALBRIGHT (1981):

Cattle behaviour.

J Dairy Sci 75, 3408-3415

BAHRS, E. (2005):

Verhalten und Gesundheitsstatus von Mastbullen auf Gummispaltenboden.

Diss Med Vet, München

BÄHR, C. u. O. DISTL (2004):

Brachyury in German Holstein cattle.

Dtsch Tierarztl Wochenschr 111, 150-153

BALCH, C.C. (1971):

Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages.

Br J Nutr 26, 383-392

BANDILLA, S (2009):

Einfluss der Häcksellänge von Maissilage auf den Säuren-Basen-Haushalt von Milchkühen.

Diss Med Vet, Berlin

- BELSER-EHRLICH, S., A. HARPER, J. HUSSEY u. R. HALLOCK (2013):
Human and cattle ergotism since 1900: symptoms, outbreaks and regulations.
Toxicol Ind Health 29, 307-316
- BENEKE, B., J. LADEWIG, U. ANDREA E u. D. SMIT (1983):
Physiologische und ethologische Merkmale bei Belastungssituationen bei Rindern.
KTBL Schriften 299, 32-46
- BERTOCCHI, D., C. FRANCIOSI u. C. ZOBOLI (1973):
Necrosi della coda dei torelli.
Atti Soc Ital Buiatrica 5, 183-191
- BICKHARDT, K. (1992):
Kompendium der allgemeinen inneren Medizin und Pathophysiologie für Tierärzte.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- BISGAARD MADSEN, E. u. K. NIELSEN (1985):
A study of tail tip necrosis in young fattening bulls on slatted floors.
Nord Vet Med 37, 349-357
- BODAS, R., R. POSADO, D.J. BARTOLOME, M.J. TABERNERO DE PAZ, P. HERRAIZ,
E. REBOLLO, L.J. GOMEZ u. J.J. GARCIA (2014):
Ruminal pH and temperature, papilla characteristics, and animal performance of fattening
calves fed concentrate or maize silage-based diets.
Chilean J of Agricult Res 74, 280-285
- BÖHME, G. (1992):
Nervensystem.
In: R. Nickel, A. Schummer u. E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Band IV, 3. Auflage, S.2-384. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- BOGIN, E. u. H. SOMMER (1976):
Enzyme profile of heart and skeletal muscles, liver and kidney of cows and pigs.
Zbl Vet med 23, 394-400
- BOGNER, H. u. A. GRAUVOGEL (1985):
Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.
7. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- BONILLO, A., S. MARTINEZ, J. UBEROS, A. PUERTAS, A. MOLINA, E. MARTIN u. A.
MUNOZ (1998):
Repercussions of acidosis on postnatal erythrocyte deformability in term and preterm
neonates.
J of Perinat 15, 115-120
- BOPP, P. (1954):
Schwanzfunktion bei Wirbeltieren.
Revue Suisse de Zoologie 61, 83-151

- BORTZ, J. u. A.G. LIENERT (2003):
Kurzgefasste Statistik für die Klinische Forschung: Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben.
2. Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- BOXBERGER, J. (1983):
Sind unserer Mastbullenbuchten optimal?
Landtechnik 40, 234-236
- BRADE, W. (2002):
Verhaltenscharakteristika des Rindes und tiergerechte Rinderhaltung.
Prakt Tierarzt 83, 716-723
- BRAMLEY, E., I.J. LEAN, W.J. FULKERSON, M.A. STEVENSON, A.R. RABIEE u. N.D. COSTA (2008):
The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates.
J Dairy Sci 91, 308-321
- BROWN, R. u. R. CARROW (1963):
Vascular anatomy of the bovine tail.
J Am Vet Med Ass 143, 1214-1215
- BUCZEK J., Z. CYGAN u. J. KOSTYRA (1984):
Purulent necrotic infections of tail in fattening bulls on slatted floors.
Medycyna Weterynaryjna 40, 707-710
- BÜHL, A. u. P. ZÖFEL (2005) :
SPSS 12- Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows.
9. Aufl., Pearson Studium- Scientific Tools, München
- CALBERRY, J.M., J.C. PLAIZIER, M.S. EINARSON u. B.W. MC BRIDE (2003) :
Effects of replacing chopped alfalfa hay with alfalfa silage in a total mixed ration on production and rumen conditions of lactating dairy cows.
J Dairy Sci 86, 3611-3619
- CASTILLO, C., J.L. BENEDITO, J. MENDEZ, P. GARCIA-PARTIDA, P. VAZQUEZ, V. PEREIRA, M. LOPEZ-ALONSO u. J. HERNANDEZ (2006):
Effekte von Monensin und einer lebenden Hefekultur auf den Säure-Basen-Haushalt bei Mastbullen während der Wachstumsphase.
Berl Münch Tierärztl Wschr 119, 480-485
- CHARLTON, G.L, D.B. HALEY, J. RUSHEN u. A.M. DE PASSILLE (2014) :
Stocking density, milking duration, and lying times of lactating cows on Canadian freestall dairy farms.
J Dairy Sci 97, 2694-2700

CHIN, A.C., A.N. FLYNN, J.P. FEDWICK u. A.G. BURET (2006) :
 The role of caspase-3 in lipopolysaccharide-mediated disruption of intestinal epithelial tight junctions.
 Can J Physiol Pharmacol 84, 1043-1050

COLE, N. A., T.H. CAMP, L.D. ROWE, D.G. STEVENS u. D.P. HUTCHESON (1988):
 Effect of transport of feeder calves.
 Am J Vet Res 49, 178-218

CONNES, P., S. FRANK, C. MARTIN, S. SHIN, E. AUFRADET, S. SUNOO, B. KLARA, E. RAYNAUD DE MAUVERGER, M. ROMANA, L. MESSONNIER, J. KANG, E. VARLET-MARIE, L. FEASSON, M.D. HARDY- DESSOURCES, B. WILHELM u. J.F. BRUN (2010):
 New fundamental and applied mechanisms in exercise hemorheology.
 Clin Hemorheol Microcirc 45, 131-141

CUNNINGHAM, I.J., I.G. MC INTOSH u. J.B. SWAN (1944):
 The non-toxicity of milk and meat from ergotised cattle.
 N Z J Sci Tech 26, 125- 136

DEISS, E. (1994):
 Histologische und Histochemische Untersuchungen an der Haut des Rinderschwanzes.
 Diss Vet Med, Zürich

DIETZ, O. u. H. GÄNGEL (1976):
 Zur Ätiologie, Pathogenese, Symptomatologie der Osteoarthropathien bei Mastbullen unter industriemäßigen Haltungsbedingungen.
 IX. Internat. Tagung über Rinderkrankh., Paris 2, 505-508

DIRKSEN, G. (1965):
 Über die Pansenazidose des Rindes.
 Vet Med Nachr 1965, 79-108

DIRKSEN, G. u. W. SEIDEL (1975):
 Erfahrungen mit der Pansensaftentnahme beim Rind, insbesondere bei Anwendung der lenkbaren Sonde.
 Tierärztl. Umsch. 30, 370-373

DIRKSEN, G. (1985):
 Eile mit Weile.
 Prakt. Tierarzt 66, 150-152

DIRKSEN, G., H.D. GRÜNDER u. M. STÖBER (2002):
 Krankheiten an Becken und Hüfte sowie am Schwanz.
 In: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes.
 Parey in Blackwell Verlag GmbH, Berlin, Wien

- DONG, G., S. LIU, Y. WU, C. LEI, J. ZHOU u. S. ZHANG (2011):
Diet-induced bacterial immunogens in the gastrointestinal tract of dairy cows: impacts on immunity and metabolism.
Acta Vet Scand 53, 147-153
- DROLIA, H., U. LUESCHER, A. H. MEEK u. B.P. Wilcock (1991):
Tail tip necrosis in Ontario beef feedlot cattle.
Can Vet J 32, 23-29
- DUBEY, J.P. (1983):
Clinical Sarcocystosis in calves fed Sarcocystis hirsuta sporocysts from cats.
Vet Pathol 20, 90-98
- DUFFIELD, T., J.C. PLAIZIER, A. FAIRFIELD, R. BAGG, G. VESSIE, P. DICK, J. WILSON, J. ARAMINI u. B. MC BRIDE (2004):
Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows.
J Dairy Sci 87, 59-66
- ECKERT, B. (1988):
Untersuchungen über Vorkommen und Pathogenese der Schwanzspitzenentzündung bei Mastrindern.
Diss Med Vet, München
- ECKERT, B. u. G. DIRKSEN (1989):
Neue Beobachtungen über Vorkommen und Entstehung der Schwanzspitzenentzündung beim Rind.
Prakt Tierarzt 70, 57-59
- EGGER, I. (1995):
Do veal calves have to be fed hay?
Agrarforschung 2, 169-172
- EMMANUEL, D.G.V., S.M. DUNN u. B.N. AMETAJ (2008):
Feeding high proportions of barley grain stimulates an inflammatory response in dairy cows.
J Dairy Sci 91, 606-614
- ELAM, T.E. u. R.L. PRESTON (2004):
Fifty Years of Pharmaceutical Technology and Its Impact on the Beef We Provide to Consumers. Independent Review funded by the Growth Enhancement Technology Information Team.
http://www.merck-animal-health-usa.com/binaries/50_Years_of_Technology_and_impact_on_beef_production_tcm96-113484.pdf, 12.02.2015, 08:32
- ELLENBERGER, W. u. H. BAUM (1943):
Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Europäischen Übereinkommen zum Schutz von Tieren in landwirtschaftlichen Tierhaltungen-Empfehlungen für das Halten von Rindern (1988):

Anhang A: Besondere Bestimmungen für Zucht- oder Mastbullen

EL-SAYED, M.S. (2005):

Haemorheology in exercise and training.

Sports Med 35, 64-70

EMMANUEL, D.G.V., S.M. DUNN u. B.N. AMETAJ (2008):

Feeding high proportions of barley grain stimulates an inflammatory response in dairy cows.

J Dairy Sci 91, 606-614

ENEMARK, J.M., G. PETERS u. R.J. JORGENSEN (2003):

Continuous monitoring of rumen pH - a case study with cattle.

J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med 50, 62-66

ENEMARK, J.M., G. PETERS u. R.J. JORGENSEN (2004):

An evaluation of parameters for the detection of subclinical rumen acidosis in dairy herds.

Vet Res Commun 28, 687-709

EUROPEAN COMMISSION (2001):

The Welfare of Cattle kept for Beef Production.

http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scah/out54_en.pdf, 12.01.2012, 05:56

FAWC -Farm Animal Welfare Council (1993):

Five freedoms.

<http://www.fawc.co.uk/freedoms.html>, 12.01.2012, 06:22

FAYER, R. u. K.W. PRASSE (1981):

Hematology of experimental acute Sarcocystosis bovicanis infection in calves: cellular and seriological changes.

Vet. Pathol. 18, 351-158

FEDERICI, C. u. D. RAMA, (2007):

Il mercato della carne bovina.

Rapporto 2007, ISMEA

FEDOSOV, D.A., B. CASWELL u. G.E. KARNIADAKIS (2011):

Wall shear stress-based model for adhesive dynamics of red blood cells in malaria.

Biophys J 100, 2084-2093

FISHER, A.D., M.A. CROWE, P. O'KIELY u. W.J. ENRIGHT (1987):

Growth behaviour adrenal and immune responses of finishing beef heifers housed on slatted floors at 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 m² space allowance.

Livestock Prod Sci 51, 245-254

FISHER, A.D., M.A. CROWE, D.J. PRENDIVILLE u. W.J. ENRIGHT (1997):

Indoor space allowance: effects on growth, behaviour, adrenal and immune responses of finishing beef heifers.

Anim Sci 64, 53-62

FRANCE AGRIMER, (2009):

Filiere bovine.

Les cahiers de FranceAgriMer 2009, Donnees statistiques, ELEVAGE les filieres de l'elevage francais

FRASER, D., I.J. DUNCAN, S.A. EDWARDS, T. GRANDIN, N.G GREGORY, V. GUYONNET, P.H. HEMSWORTH, S.M. HUERTAS, J.M. HUZZEY, D.J. MELLOR, J.A. MENCH, M SPINKA u. H.R. WHAY (2013) :

General principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application.

Vet J 198, 19-27

FREWEIN, J. (1970):

The haematophyses of the caudal vertebrae of cats, dogs and cattle.

Zbl Vet Med A 17, 562-572

GARRETT, E.F., M.N. PEREIRA, K.V. NORDLUND, L.E. ARMENTANO, W.J. GOODGER u. G.R. OETZEL (1999):

Diagnostic Methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows.

J Dairy Sci 82, 1170-1178

GASTEINER, J. (2013):

Zusammenhänge zwischen der automatisierten Fütterung und dem Verlauf des Pansen-pH-Wertes.

Futtertisch 08/2013

GEORGE, P.O., J.V. CHEERAN u. N.M. ALEYAS (1970):

Necrosis of the tail in bovine animals.

Vet Rec 87, 231-233

GONZALES, L.A., A. FERRET, X. MANTECA, J.L. RUIZ-DE-LA-TORRE, S. CALSAMIGLIA, M. DEVANT u. A. BACH (2008):

Performance, behavior, and welfare of Friesian heifers housed in pens with two, four, and eight individuals per concentrate feeding place.

J Anim Sci 86, 1446-1458

GORDIS, L. (2009):

Epidemiology.

4. Auflage, Saunders Elsevier, Philadelphia 2009, 167-170

GOTTARDO, F., G. COZZI, S. PRECISO u. L. RAVAROTTO (2003):

Effect of type of floor and space at the manger on growth performance and feeding behaviour of beef cattle.

Ital J Anim Sci 2, 322-324

- GOZHO, G.N., J.C PLAIZIER, D.O. KRAUSE, A.D. KENNEDY u. K.M. WITTENBERG (2005):
Subacute ruminal acidosis induces ruminal lipopolysaccharide endotoxin release and triggers an inflammatory response.
J Dairy Sci 88,1399-1403
- GRAF, B. (1984):
Der Einfluss unterschiedlicher Laufstallsysteme auf Verhaltensmerkmale von Mastochsen.
Diss Med Vet, Zürich
- GRANDIN, T. (1997):
Assessment of stress during handling and transport.
J Anim Sci 75, 249-57
- GRANDIN, T. (2005):
Maintenance of good animal welfare standards in beef slaughter plants by use of auditing programs.
J Am Vet Med Assoc 226, 370-373
- GROVE, M., S. YATES, W. TALLENT, J. ELLIS , I.WOLF, N. KOSURI u. R NICHOLS (1970):
Mycotoxins produced by *Fusarium tricinctum* as possible cause of cattle disease.
J Agric Food Chem 18, 734-736
- GROTH, W. (1985):
Kriterien für die Beurteilung von Haltungssystemen für Milchkühe und Mastbullen aus klinischer Sicht.
Tierärztl Umschau 40, 739-750
- GUPTA, S., B. EARLEY u. M.A. CROWE (2007):
Pituitary, adrenal, immune and performance responses of mature Holstein · Friesian bulls housed on slatted floors at various space allowances.
Vet J 173, 594–604
- GYGAX, L., C. MAYER, H. SCHULZE WESTERATH, K. FRIEDLI u. B. WECHSLER (2007):
On-farm assessment of the lying behaviour of finishing bulls kept in housing systems with different floor qualities.
Anim Welfare 16, 205-208
- HABERMEHL, K.H. (1984):
Haut und Hautorgane.
In: R. Nickel, A. Schummer u. E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Band III, 2. Auflage, S.453-584. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- HAMMER, K., B. MITTRACH u. T. KURTZ (1985):
Spaltenbucht für Jung- und Mastrinder.
ALB- Arbeitsblatt 02.04.11, Grub/München

- HARVEY, T.L. u. J.L. LAUNCHBOUGH (1982):
Effect of Horn Flies on behaviour of cattle.
Entomolog Soc Am 75, 25-27
- HAYBITTLE, R.W. (1976):
Docking of cow's tail.
N Z J Agric. 133, 52
- HECKERT, H.P., G. APPEL, W. HOFMANN u. M. METZNER (1995):
Untersuchungen zur Schwanzspitzenentzündung bei Mastbullen.
Tierärztl Umschau 50, 155-159
- HERSOM, M.J., G.W. HOM u. D.A. COX (2000):
Effect of Monensin and Synovex-S on Growth Performance of Steers in a Dry-Winter
Grazing Program. Oklahoma State University Department of Animal Science Research
Report Accessed November 30
- HOFFMANN, M.H. (1990):
Fütterungsregime für Rinder in Tierfütterung.
Vol 2. Auflage. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin
- HONKAVAARA, M. u. P. KORTESNIEMI (1994):
Effect of long distance transport on cattle stress and meat quality.
Meat Focus International, 405-409
- HUBRIG, T. (1959):
Zum Tieflaufstallproblem.
Mh Vet Med 9, 397-400
- HÜNERMUND, G., H. ROMER, F.WAGENSEIL u. E. ALBRECHT (1980):
Schwanzspitzennekrose- Erfahrungsbericht des Rindergesundheitsdienstes Südwürttemberg.
Tierärztl Umschau 35, 238-245
- HULTGREN, J. (2001):
Effects of two stall flooring systems on the behaviour of tied dairy cows.
Appl Anim Beh Sc 73, 167-177
- INGVARTSEN, K.L. u. H.K. ANDERSEN (1993):
Space allowance and type of housing for growing cattle.
Acta Agric. Scand., Sec. A, Anim Sci 43, 65-80
- IRWIN, M.R., M.L. BROWN, C.E. DEYHLE u. D.T. BECHTOL (1976):
Association of Bovine Papular Stomatitis with the "Rat-Tail"-Syndrome of feedlot cattle.
Southw Vet 29, 120-124
- JENSEN, R., H.M. DEANE, L.J. COOPER, V.A. MILLER u. W.R. GRAHAM (1954):
The rumenitis-liver-abscess complex in beef cattle.
Am J Vet Res 15, 202-216

KAMMES, K.L. u. M.S. ALLEN (2012):

Nutrient demand interacts with grass particle length to affect digestion responses and chewing activity in dairy cows.

J Dairy Sci 95, 807-823

KÄMMER, P. u. U. SCHNITZER (1975):

Die Stallbeurteilung am Beispiel des Ausruhverhaltens von Milchkühen.

KTBL-Verlag, Darmstadt

KHAFIPOUR, E., D.O. KRAUSE u. J.C. PLAIZIER (2009):

A grain-based subacute ruminal acidosis challenge causes translocation of lipopolysaccharide and triggers inflammation.

J Dairy Sci 92, 1060-1070

KIRCHENER, M. (1986)

Flächenansprüche von Mastbullen in Vollspaltenbodenbuchten durch Verhaltensstudien.

KTBL-Schriften 311, 107-115

KIRCHNER, M (1987):

Verhaltenskenndaten von Mastbullen in Vollspaltenbuchten und Folgerungen für die Buchtengestaltung.

Diss Agr Sc, Weihenstephan

KIRCHNER, M. (1991):

Haltungssysteme für die Bullenmast.

Wissenschaft und Praxis 10, 51-53

KIRCHNER, M.K., H. SCHULZE WESTERATH, U. KNIERIM, E. TESSITORE, G. COZZI, C. PFEIFFER u. C. WINCKLER (2014):

Application of the Welfare Quality[®] assessment system on European beef bull farms.

Animal 8, 827-835

KLEEN, J.L., G.A. HOOIJER, J. REHAGE u. J.P. NOORDHUIZEN (2004):

Rumenocentesis (rumen puncture): a viable instrument in herd health diagnosis.

Dtsch Tierärztl Wochenschr 111, 458-462

KLOPPERT, B. (1986):

Die Agenesie kaudaler, sakraler und lumbaler Wirbelsäulensegmente des Rindes in Hessen und die damit verbundenen Mißbildungssyndrome (Caudorectourogenital-Syndrom und Anurie-Anophthalmie-Syndrom).

Diss Vet Med, Gießen

KOBERG, J., W.HOFMANN, H. IRPS u. R. DAENICKE (1989):

Rindergesundheit bei Betonspaltenbodenhaltung.

Prakt Tierarzt 70, 12-17

- KOCH, T. u. R. BERG (1992):
Lehrbuch der Veterinäranatomie. Band I: Bewegungsapparat. 5. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
- KOCH, F. (1994):
Ställe für Jungviehaufzucht und die Rindermast-Planung, Bauausführung und Baudetails.
Bau Briefe Landwirtschaft 35, 60-64
- KRAFT, W. u. W. WIRTH (2005):
Elektrolyte.
In: KRAFT, W. u. U. M. DÜRR (Hrsg): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.
6. Aufl., Schattauer Verlag, Stuttgart, New York, S. 272-280
- KRAUSE, K.M. u. D.K. COMBS (2003):
Effects of forage particle size, forage source, and grain fermentability on performance and ruminal pH in midlactation cows.
J Dairy Sci 86, 1382-1397
- KROLL, L.K., D.L. GROOMS, J.M. SIEGFORD, J.P. SCHWEIHOFER, K. METZ u. S.R. RUST (2014):
Effects of tail docking on health and performance of beef cattle in confined, slatted floor feedlots.
J Anim Sci 92, 4108-4114
- KÜST, D. (1938):
Beobachtungen über Akne beim Rind.
Tierärztl Rsch 44, 847-849
- KUNKLE, W.E., J.T. JOHNS, M.H. POORE u. D.B. HERD (2000):
Designing Supplementations Programs for Beef Cattle Fed Forage-Based Diets.
J Anim Sci 77, 1-11
- LADEWIG, J. u. D. SMIDT (1989):
Behaviour, episodic secretion of cortisol and adrenocortical reactivity in bulls subjected to tethering.
Horm Behav 23, 344-360
- LANGWORTH, B.F. (1977):
Fusobacterium necrophorum: its characteristics and role as an animal pathogen.
Bact Rev 41, 373-390
- LAUG, E.P. u. J.H. DRAIZE (1942):
The percutaneous absorption of Ammonium Hydrogen Sulfide and Hydrogen Sulfide.
J Pharm Exp Ther 76, 179-188
- LAWRENCE, J.D. u. M.A. IBARBURU (2008):
Economic Analysis of Pharmaceutical Technologies in Modern Beef Production.
Iowa State University Department of Economics. Accessed November 30, 2012.

- LAWRENZ, R (1980):
Untersuchungen zu Gesundheitsproblemen in spezialisierten Bullenmastbetrieben.
Diss Med Vet, München
- LEFEBVRE, H.P. u. P.L. TOUTAIN (1994):
Pharmacokinetic variables and bioavailability from muscle of creatine kinase in cattle.
Am J Vet Res 55, 487-493
- LENK, T. (1981):
Zum Wundinfektionsgeschehen in Bullenmastanlagen mit Laufstallhaltung unter
Berücksichtigung prophylaktischer Schwanzamputation.
M H Veterinärmed 36, 699-702
- LEONARDI, C., K.J. SHINNERS u. L.E. ARMENTANO (2005):
Effect of different dietary geometric mean particle length and particle size distribution of oat
silage on feeding behavior and productive performance of dairy cattle.
J Dairy Sci 88, 698-710
- LEONHARDT, H. (1985):
Histologie, Zytologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. 7. Auflage. Thieme
Verlag, Stuttgart, New York
- LIDFORS, L. (1992):
Behaviour of bull calves in two different housing systems: deep litter in an uninsulated
building versus slatted floor in an insulated building.
Thesis Sveriges Lantbruksuniversitet, Veterinärmdinska Fakultatten, Institut för
husdjurshygien
- LOEB E, M.J. TOUSSAINT, V.P. RUTTEN u. J.P. KOEMAN (2004):
Dry gangrene of the extremities in calves associated with Salmonella dublin infection; a
possible immune-mediated reaction.
J Comp Pathol 134, 366-369
- LÖSCH, U., J. CIHAK, M. H. ERHARD u. B. KASPERS (2000)
Blut und Abwehr
In: ENGELHARDT, V. W., G. BREVES (Hrsg):
Physiologie der Haustiere
Enke Verlag, Stuttgart, 190-216
- LORZ, A. (1973):
Tierschutzgesetz Kommentar, München, Verlag C.H. Beck
- LOWE, D.E., R.W.J. STEEN , V.E. BEATTIE u. B.W. MOSS (2001):
The effects of floor type systems on the performance, cleanliness, carcass composition and
meat quality of housed finishing beef cattle.
Livest Prod Sci 69, 33-42

- LUTZ, P. (1981):
Ethologische Untersuchungen zum Tier/Fressplatzverhältnis bei Jungmastbullen in Laufstallungen.
Diss Med Vet, Wien
- MAHLKOW-NERGE, K. (2002):
Pansenpuffer zur Prophylaxe der Pansenazidose-dies kann auch Gefahren bergen.
Milchpraxis 40, 42-45
- MARAHRENS, M., J. HARTUNG, N. PARVIZI (2000):
Untersuchungen zum tierschutzgerechten LKW-Transport von Rindern auf Langstrecken, Teil I.-Bericht an die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR), Adenauer Allee 174, 53113 Bonn
- MARDEN, J.P., C. BAYOURTHE, F. ENJALBERT u. R. MONCOULON (2005):
A new device for measuring kinetics of ruminal pH and redox potential in dairy cattle.
J Dairy Sci 88, 277-281
- MARTIG, J. u. W. LEUENBERGER (1978):
Schwanzspitzennekrose in einem Stiermastbetrieb der Schweiz.
Schweiz Arch Tierheilk 120, 447-453
- MAYER, C., L. SCHRADER u. D. FIETZ (2000):
Tierschutzprobleme in der Rindviehmast- Vergleich verschiedener Haltungssysteme.
7. Wissenschaftliche Tagung der Universität für Bodenkultur, Wien, 27-32
- MERRILL, M.L., D.W. BOHNERT, D.L. HARMON, A.M. CRAIG u. F.N SCHRICK (2007):
The ability of a yeast-derived cell wall preparation to minimize the toxic effects of high-ergot alkaloid tall fescue straw in beef cattle.
J Anim Sci 85, 2596-2605
- METZNER, M., W. HOFMANN, H.P. HECKERT, J. KOBERG u. F. RAUE (1994):
Zur Epidemiologie der Schwanzspitzenentzündung bei Mastbullen.
Tierärztl Umschau 49, 348-355
- MORISSE, J.P., J.P. COTTE, D. HUONNIC u. A. MARTRENCHEAR (1999):
Influence of dry feed supplements on different parameters of welfare in veal calves.
AnimWelfare 8, 43-52
- MOSSBERG, I., L. LINDELL, S. JOHANSSON, M. TÖRNQUIST u. U. ENSTRAND (1992):
Two housing systems for intensively reared bulls slaughtered in two weight ranges.
Acta Agric Scand, Sec A, Anim Sci 42, 166-176

MÜLLER, C., J. LADEWIG, M.C. SCHLICHTING, H.H. THIELSCHER u. D. SMIDT (1985):

Ethologische und physiologische Beurteilungskriterien für unterschiedliche Bodenbeschaffenheiten und Besatzdichte bei weiblichen Jungrindern in Gruppenhaltung. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1985. KTBL-Schriften 311, 37-47

MULLER, R.D., E.L. POTTER, M.I. WRAY, L.F. RICHARDSON u. H.P. GRUETER (1986):

Administration of Monensin in Self-Fed (Salt Limiting) Dry Supplements or on an Alternate-Day Feeding Schedule. J Anim Sci 62, 593-600

NAGARAJA, T.G. (1998):

Liver abscess in feedlot cattle: a review. J Anim Sci 76, 287-298

NAGARAJA, TG., S.K. NARAYANAN, G.C. STEWART u. M.M. CHENGAPPA (2005): Fusobacterium necrophorum infections in animals: pathogenesis and pathogenic mechanisms. Anaerobe 11, 239-246

NAGARAJA, T.G. u. K.F. LECHTENBERG (2007):

Liver abscess in feedlot cattle. Vet Clin North Am Food Anim Pract 23, 351-369

NICKEL, R., A. SCHUMMER u. E. SEIFERLE (1992):

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band I: Bewegungsapparat. 6. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

NOCEK, J.E. (1997):

Bovine acidosis: implications of laminitis. J Dairy Sci 80, 1005-1028

NOCEK, J.E., J.G. ALLMAN u. W.P. KAUTZ (2002):

Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. J Dairy Sci 85, 422-428

NORDLUND, K.V., E.F. GARRET u. G.R. OETZEL (1995):

Herd-based rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. Compendium on Cont Educ Pract Vet 17, 48-56

ORENSEN, V. u. P. SCHAMBYE (1955):

Apparatur til udtagelse udtagelse of vomindhold. Medlemsbl. Danskedyrlaegeforen 38, 60-63

- PAHL, H. (1997):
The effect of different stocking densities on performance and profitability in fattening bulls.
Züchtungskunde 69, 181-195
- PALMONARI, A., D.M. STEVENSON, D.R. MERTENS, C.W. CRUYWAGEN u. P.J. WEIMER (2010) :
pH dynamics and bacterial community composition in the rumen of lactating dairy cows.
J Dairy Sci 93, 279-287
- PENNER, G.B., K.A. BEAUCHEMIN u. T. MUTSVANGWA (2006):
An evaluation of the accuracy and precision of a stand-alone submersible continuous ruminal pH measurement system.
J Dairy Sci 89, 2132-2140
- PETRI, R.M., T. SCHWAIGER, G.B. PENNER, K.A. BEAUCHEMIN, R.J. FORSTER, J.J. MC KINNON T.A. MC ALLISTER (2013) :
Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidotic challenge.
PLoS One. 31, doi: 10.1371/journal.pone.0083424. eCollection 2013
- PETTERSSON, K., C. SVENSSON u. P. LIBERG (2001):
Housing, feeding and management of calves and replacement heifers in Swedish dairy herds.
Acta Vet Scand J 42, 465-478
- PLATZ, S., F. AHRENS, E. BAHRS, S. NÜSKE u. M.H. ERHARD (2007):
Association between floor type and behaviour, skin lesions, and claw dimensions in group-housed fattening bulls.
Prev Vet Med 80, 209-221
- REDBO, I., M. EMANUELSSON, K. LUNDBERG u. N. OREDSSON (1996):
Feeding level and oral stereotypies in dairy cows.
Anim Sci 62, 199-206
- REITER, K., A. KOßMANN, S. TUTSCH, G. PLESCH u. P. OPPERMANN (2007):
Verhaltensuntersuchungen bei Gelbvieh und Fleckvieh zur Optimierung der Liegefläche.
Endbericht, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayreuth
- RENNER, J.E. (1987):
Die Festukose (Schwingelgrasvergiftung)- eine wichtige Intoxikation bei Rindern in Südamerika.
Dtsch Tierärztl Wschr 94, 281-281
- REUSCH, S. (1999):
Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und schwerpunktmäßig an Klauen bei Milchkühen in Einflächentiefenlaufställen und i Zweiflächentiefenlaufställen mit planbefestigten Laufgängen.
Diss Med Vet, Gießen

ROBLES, V., L.A. GONZALES, A. FERRET, X. MANTECA u. S CALSAMIGLIA (2007):
Effects of feeding frequency on intake, ruminal fermentation, and feeding behavior in heifers fed high-concentrate diets.
J Anim Sci 85, 2538-2547

ROSS, A.D., W.L. BRYDEN, W. BAKAU u. L.W. BURGESS (1989):
Induction of heat stress in beef cattle by feeding the ergots of *Claviceps purpurea*.
Aust Vet J 66, 247-249

ROUHA-MÜLLEDER, C., E. ABSMANNER, E. KAHRER, H. ZEINER, T. SCHARL, F. LEISCH, C. STANEK u. J. TROXLER (2012)
Alternative housing systems for fattening bulls under Austrian conditions with special respect to rubberised slatted floors.
Animal Welfare 21, 113-126

RUCKEBUSH, Y. (1974):
Sleep deprivation in cattle.
Brain Research 78, 227-233

RUIS-HEUTNICK, L., J. HEERES-VAN DER TOL, M. SMITS u. D. SMITS (1999):
Zacht ligbed favoriet bij vleesstieren.
Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden 12, 29-31

RUIS-HEUTNICK, L.F.M., M.C.J. SMITS, A.C. SMITS u. J.J. HEERES (2000):
Effects of floor type and floor area on behaviour and carpal joint lesions in beef bulls.
Improving Health and Welfare in Animal Production 102, 29-36

RUSHEN, J., D. HALEY u. A.M. DE PASSILLE (2007):
Effect of softer flooring in tie stalls on resting behavior and leg injuries of lactating cows.
J Dairy Sci 90, 3647-3651

SAID, A.H., A.A. HAGAZY u. L. FAHMY (1976):
Tail necrosis in buffaloes.
Egypt J Vet Sci 13, 85-88

SAMBRAUS, H.H. (1971):
Zum Liegeverhalten der Wiederkäuer.
Züchtungskunde 31, 187-198

SAMBRAUS, H.H. (1984):
Gegenseitiges Besaugen von Kälbern bei künstlicher Aufzucht.
Berl Münch Tierärztl Wschr 97, 119-123

SANTINI, F.J., A.R. HARDIE u. N.A. JORGENSEN (1983):
Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes.
J Dairy Sci 66, 811-820

SCAHAW, Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, (2001):
The welfare of cattle kept for beef production.
25. April 2001, SANCO.C.2/AH/R²2/2000

SANUDO, C., ALBERTI, P., SANTOLARIA, P., SANZ, C., VERDE, M. u. MARIA, G.
(1993):
Effect of breed and sire on meat quality of young bulls in relation to preslaughter behaviour
and plasma constituents.
39th International Congress of Meat Science and Technology, Calgary/ Canada, 1993

SCHÄFFER, D., E. VON BORELL u. T.H. RICHTER (2007):
Kritische Kontrollpunkte (CCP) in der Kälberhaltung.
Züchtungskunde 79, 363-393

SCHILLINGER, D. (1980):
Einfache Labormethoden in der Rinderpraxis.
Prakt Tierarzt, Colleg Vet XI, 36-40

SCHLICHTING u. SMIDT (1986):
Merkmale des Ruheverhaltens als Indikator zur Beurteilung von Haltungssystemen von Rind
und Schwein.
KTBL Schriften 319, 56-69

SCHLICHTING, M.C. (1991):
Entwicklungstendenzen in der Tierhaltungstechnik unter Aspekten des Tier- und
Umweltschutzes.
Züchtungskunde 64, 178-183

SCHNITZER, U. (1971):
Abliegen, Liegestellung und Aufstehen beim Rind in Hinblick auf die Entwicklung von
Stalleinrichtungen für Milchvieh.
KTBL Schriften 10, 1-43

SCHRADER, L., H.R. ROTH, C. WINTERLING, N. BRODMANN, W. LANGHANS, H.
GEYER u. B. GRAF (2001):
The occurens of tail tip alterations in fattening bulls kept under different husbandery
conditions.
Animal Welfare 10, 119-130

SCHUMACHER, M., W. KLEE u. K. BICKHARDT (1991):
Eliminationskinetiken einiger klinisch relevanter Enzyme im Blutplasma von Rindern
nach intravenöser Bolus-Infusion homologer Präparate.
Dtsch tierärztl Wschr 99, 225-227

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S., K.A. BEAUCHEMIN, T.A. MC ALLISTER, D.J. GIBB, M. STREETER u. A.D. KENNEDY (2004):

Effect of feed delivery fluctuations and feeding time on ruminal acidosis, growth performance, and feeding behaviour of feedlot cattle.

J Anim Sci 82, 3357-3365

SCHWARZ, W. u. M. KIRCHGESSNER (1975):

Experimenteller Zn-Mangel bei laktierenden Milchkühen.

Vet Med Nachrichten 1/2

SCOTT, S.L., A.L. SCHAEFER, S.D.M. JONES, G.J. MEARS u. R.W. STANLEY (1993):

Stress indicators and lean tissue yield in transported cattle treated with electrolytes.

39th International Congress of Meat Science and Technology., Calgary/Canada, 1993

SHAKALOV, K.J., G.S. KUSNECOV, B.S. SEMENOV, A.J. FEDEROV, A.V. LEBEDEV u. A.V. ROZNOV (1975):

Traumatische Paraplegien bei Bullen.

Moskva 10, 93-94

SILANIKOVE, N. u. M. GUTMEN (1992):

Interrelationship between lack of shading shelter and poultry litter supplementation: food intake, live weight, water metabolism and embryo loss in beef cows grazing dry Mediterranean pasture.

Anim Prod 55, 371-376

SMOLLICH, A. u. G. MICHEL (1992):

Mikroskopische Anatomie der Haustiere.

2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart

STÄMPFLI, G., J.L. BÜHLER u. P. TSCHUDI (1980):

Hämatologische und klinisch-chemische Blutwerte bei Aufzuchttrindern.

Schweiz Arch Tierheilk 122, 363-374

STRABEL, D., A. EWY, T. KAUFMANN, A. STEINER u. M. KIRCHHOFER (2007):

Rumenocentesis: a suitable technique for analysis of rumen juice pH in cattle?

Schweiz Arch Tierheilkd. 149, 301-306

TARRANT, P. V., KENNY, F. J., HARRINGTON, D. (1988):

The effect of stocking density during 4 hour transport to slaughter on behaviour, blood constituents and carcass bruising in friesian steers.

Meat Science 24, 209-222

TARRANT, P. V., F. J. KENNY, D. HARRINGTON u. M. MURPHY (1992):

Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality.

Livestock Production Science 30, 223-238

- TAN, Z.L., T.G. NAGARAJA u. M.M. CHENGAPPA (1994):
Biochemical and biological characterization of ruminal *Fusabacterium necrophorum*.
FEMS Microbiol Lett 120, 81-86
- TIERSCHG. (2013):
Deutsches Tierschutzgesetz, in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Mai 1998, geändert
aufgrund der nationalen Umsetzung der EU Richtlinie (EU 2010/63), Bundesministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- TIERSCHNUTZV. (2014):
Tierschutz- Nutztierhaltungsverordnung, in der Neufassung der Bekanntmachung am 22.
August 2006, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- TOOKEY, H., S. YATES, W. TALLENT, J. ELLIS , M.GROVE u. R NICHOLS (1972):
Toxic effects of a Butenolide Mycotoxin and of *Fusarium tricinctum* cultures in cattle.
J Am Vet Med Assoc 160, 1522-1526
- TUMBLESON, M.E., W.E. WINGFIELD, H.D. JOHNSON, J.R. CAMPBELL u. C.C.
MIDDLETON (1973):
Serum electrolyte concentrations, as a function of age, in female dairy cattle
Aging and serum electrolytes, Cornell Vet. 63, 58-64
- TROXLER, J. (2012):
Das Verhalten als Grundlage zur Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren.
3. Tagung der Plattform Österreichische TierärztInnen für Tierschutz, Wien, Österreich
- TSCHANZ, B. (1981):
Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren.
KTBL Schriften 281, 114-129
- UHLIG, S., T. VIKOREN, L. IVANOVA u. K. HANDELAND (2007):
Ergot alkaloids in Norwegian wild grasses: a mass spectrometric approach.
Rapid Commun Mass Spectrom 21 (10), 1651-1660
- ULBRICH, M., M. HOFFMANN u. W. DROCHNER (2004):
Fütterung und Tiergesundheit. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- UNSHELM, J. (1980):
Verhaltensphysiologische Indikatoren für tierschutzgerechte Haltung von Mastbullen und
Mastkälbern.
Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 53, 147-162
- UNSHELM, J. (1989):
Reaktionen landwirtschaftlicher Nutztiere als Indikatoren der Haltungsumwelt.
Swiss Vet 10, 9-15

VAN HERTEM, T., E. MALTZ, A. ANTLER, C.E. ROMANINI, S. VIAZZI, C. BAHR, A. SCHLAGETER-TELLO, C. LOKHORST, D. BERCKMANNNS u. I. HALACHMI (2013): Lameness detection based on multivariate continuous sensing of milk yield, rumination, and neck activity.

J Dairy Sci 96, 4286-4298

VAN SOEST, P.J. (1967):

Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages.

J Animal Sci 26, 119

VAN SOEST, P.J. (1994):

Nutritional ecology of the ruminant.

Cornell Univ Press, 476

VERMUNT, C. (2004):

Herd lameness- a review, major causal factors and guidelines for prevention and control.

12. Proceed. of International Symposium of lameness in Ruminants, Orlando , Florida, 3-18

VITELLOZZI, G., G. FORNAI, A. CIORBA u. L. MECHELLI (1988):

Congenital caudo-recto-urogenital syndrome in cattle.

Obiettivi e Documenti Veterinari 9, 51-54

VON BORELL, E. (2002):

Haltungsansprüche von Rindern und Pferden.

Arch Tierz, Sonderheft 45, 82-87

VON BORELL, E. (2007):

Kritische Kontrollpunkte in der Rinderhaltung- ein Konzept zur betrieblichen Eigenkontrolle für die Bereiche Tierschutz, Tiergesundheit und Management (Kurzfassung).

Züchtungskunde 79, 70-71

WECHSLER, B., J. SCHAUB, K. FRIEDLI u. R. HAUSER (2000):

Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats.

Appl Anim Beh Sci 69, 189-197

WEISS, E. (1983):

Haut.

In: Dahme u. Weiss: Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere.

Ferdinand Enke Verlag, 3. Auflage, Stuttgart

WEIß, C. (2010):

Basiswissen medizinische Statistik.

5. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg 2010, Abschnitt 13.4

WELFARE QUALITY® (2009):

Assessment protocol for cattle.

ASG Veehouderij BV, Lelystad, Niederlande

<http://www.welfarequality.net/everyone/43299/7/0/22>, 13.01.2013, 09:45

WIERENGA, H.K. (1987):

Ethological results of welfare research in fattening bulls.

In: M.C. Schlichting u. D. Smidt (Hrsg.): Welfare aspects of housing systems vor veal calves and fattening bulls.

CEC Report, Luxembourg, 105-122

WILKENS, H. u. W. MÜNSTER (1984):

Arterien und Venen.

In: R. Nickel, A. Schummer u. E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.

Band III, 2. Auflage, S.76-273. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

WINTERLING, C. u. B.GRAF (1995):

Ursachen und Einflussfaktoren von Schwanzspitzenveränderungen bei Mastrindern.

KTBL-Schrift 370, 128-139

WYSS., M., J. SMEITINK, R.A. WEVERS u. T. WALLIMANN (1992):

Mitochondrial creatine kinase: a key enzyme of aerobic energy metabolism.

Biochim Biophys Acta 1102, 119-166

ZANNIER-TANNER, E. (1965):

Vergleichende Untersuchungen über das Aufstehen und Hinlegen bei Huftieren.

Zschr Tierphysiologie 22, 696-723

ZWICK, T. u W. KLEE (1997):

Das Pansensaftentnahmegerät nach Hamburger. Eine einfache und sichere

Methode, diagnostisch auswertbare Pansensaftproben beim erwachsenen Rind zu gewinnen.

Tierärztl. Umschau 52, 80-84

10.2 Abkürzungsverzeichnis

ADF	acid detergent fiber
ADL	acid detergent lignin
Alb	Albumin
AST	Aspartat-Aminotransferase
AWS	Gras-Anwelk-Silage
Ca	Kalzium
CK	Creatinkinase
Cl	Chlorid
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
°C	Grad Celsius
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
DSB	Deutsch Schwarzbunt
Σ	Summe
e	entzündlich
FLV	Fleckvieh
G	Giga
g	Gramm
gf	Feuchte Gangrän
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase
GLDH	Glutamatdehydrogenase
gt	Trockene Gangrän
HCT	Hämatokrit
HGB	Hämoglobin
IE	Internationale Einheiten
IU	International Units
kg	Kilogramm
LPS	Lipopolysaccharide
m	Meter
MCH	mean corpuscular hemoglobin

MCHC	mean cell hemoglobin concentration
MCV	mean cell volume
MJ ME	Megajoule metabolizable energy (umsetzbare Energie)
Mg	Magnesium
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mmol	Millimol
μmol	Mikromol
MS	Mais-Silage
n	nekrotisch
Na	Natrium
NDF	neutral detergent fiber
P	Phosphor
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
pg	Pikogramm
pH	pondus hydrogenii, negat. Dekad. Log. der Wasserstoffionenkonzentration
PLT	Thrombozytenzahl
PS	Pressschnittel
r	Korrelationskoeffizient
RBC	red blood cells
SARA	Sub-acute ruminal acidosis
SSN	Schwanzspitzennekrose
t	traumatisch
TM	Trockenmasse
TMR	Total Mixed Ratio
WBC	white blood cells
Zn	Zink

10.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anatomie der Schwanzbasis eines Rindes	Seite 3
Abbildung 2:	Studiendesign für den Abschnitt 2 der Untersuchungen	Seite 33
Abbildung 3:	Darstellung von Zeitverlauf und Tätigkeiten für den zweiten Studienabschnitt	Seite 34
Abbildung 4:	Ansicht der Stallabteile im Bereich der Endmast	Seite 35
Abbildung 5:	Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Rasse“ im Gewichtsbereich 1	Seite 44
Abbildung 6:	Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Rasse“ im Gewichtsbereich 2	Seite 45
Abbildung 7:	Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Abhängigkeit Gewicht und Score“	Seite 47
Abbildung 8:	Besatzdichte (kg/m^2) in den Gruppen FLV18 und FLV30 zu drei verschiedenen Zeitpunkten.	Seite 49
Abbildung 9:	Besatzdichte (kg/m^2) in den Gruppen DH18 und DH30 zu drei verschiedenen Zeitpunkten.	Seite 51
Abbildung 10:	Übersicht zu den Bonitierungswerten im Laufe der Zeit für die Bullen der Rasse Fleckvieh	Seite 53
Abbildung 11:	Übersicht zu den Bonitierungswerten im Laufe der Zeit für die Bullen der Rasse Deutsch Holstein	Seite 55
Abbildung 12:	Box-Plot zur Verteilung der Bonitierungsnoten auf den ermittelten Leukozytengehalt im Blut	Seite 60
Abbildung 13:	Box-Plot zur Verteilung der Bonitierungsnoten auf den ermittelten Totalproteingehalt im Blut	Seite 60
Abbildung 14:	Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen Score und dem Leukozytengehalt im Blut	Seite 60

Abbildung 15:	Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen Score und dem Gesamteiweißgehalt im Blut.	Seite 61
Abbildung 16:	Logistische Regression zur Überprüfung der Korrelation zwischen pH-Wert und den Bonitierungsnoten aller vier Gruppen.	Seite 66
Abbildung 17:	Mosaik-Plot zu dem Chi-Quadrat-Test „Score-Fütterung“	Seite 68

10.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klinische Untersuchung des Schwanzendes	Seite 30
Tabelle 2:	Grundflächen der Boxen in den untersuchten Mastabschnitten der Observationsstudie	Seite 31
Tabelle 3:	Rationsgestaltung im Beobachtungszeitraum T1-T3	Seite 36
Tabelle 4:	Zusammensetzung der Mineralstoffvormischung	Seite 37
Tabelle 5:	Ergebnisse der Analyse der Futterqualität von Gras- und Maissilage	Seite 38
Tabelle 6:	Ergebnisse der Bestimmung der Partikellänge im Futter mittels Schüttelbox	Seite 39
Tabelle 7:	Laboruntersuchungen in heparinisiertem Vollblut, Plasma und Serum	Seite 40
Tabelle 8:	Verteilung der Bonitierungsergebnisse in den untersuchten Gewichtsabschnitten der Observationsstudie	Seite 43
Tabelle 9:	Kontingenz-Tabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Tests „Score-Rasse“ für Bullen bis zu dem Körpergewicht von 300kg (Gewichtsbereich 1)	Seite 44
Tabelle 10:	Kontingenz-Tabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Tests „Score-Rasse“ für Bullen mit einem Körpergewicht von über 300kg (Gewichtsbereich 2)	Seite 45
Tabelle 11:	Kontingenz-Tabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Testes „Score-Gewicht“.	Seite 47
Tabelle 12:	Körpergewichtsentwicklung bei Bullen der Rasse Fleckvieh.	Seite 49
Tabelle 13:	Körpergewichtsentwicklung bei Bullen der Rasse Deutsch Holstein	Seite 50
Tabelle 14:	Bonitierung der Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe FLV18	Seite 52
Tabelle 15:	Bonitierung der Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe FLV30	Seite 52
Tabelle 16:	Bonitierung der Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe DH18	Seite 54

Tabelle 17:	Bonitierung der Schwanzspitzen gemäß Bewertungsschlüssel (Tabelle 1) zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten T1, T2, T3 in der Gruppe DH30	Seite 54
Tabelle 18:	Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie der Gruppe FLV18 im Zeitraum von T1 bis T3	Seite 56
Tabelle 19:	Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie der Gruppe FLV30 im Zeitraum von T1 bis T3	Seite 57
Tabelle 20:	Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie der Gruppe DH18 im Zeitraum von T1 bis T3	Seite 58
Tabelle 21:	Ergebnisse ausgewählter Parameter des Blutbildes und der Blutchemie der Gruppe DH30 im Zeitraum von T1 bis T3	Seite 59
Tabelle 22:	Gegenüberstellung der Bonitierungsnote (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe FLV18	Seite 62
Tabelle 23:	Gegenüberstellung der Bonitierungsnote (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe FLV30	Seite 62
Tabelle 24:	Gegenüberstellung der Bonitierungsnote (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe DH18	Seite 63
Tabelle 25:	Gegenüberstellung der Bonitierungsnote (Score) und dem Ergebnis der pH-Wert Messungen zum Zeitpunkt T3 für die Gruppe DH30	Seite 63
Tabelle 26:	Ergebnisse für die Berechnungen des Korrelationskoeffizienten r zwischen Score und dem Pansen pH-Wert	Seite 65
Tabelle 27:	Kontingenz-Tabelle für die Durchführung des Chi-Quadrat-Testes „Score-pH-Wert	Seite 67
Tabelle 28:	Übersicht von Studien zum Zusammenhang zwischen Besatzdichte und dem Verhalten von Bullen	Seite 78
Tabelle 29:	Nachweise der einzelnen Bonitierungsergebnisse aus der Observationsstudie	Seite 94

10.5 Publikationsverzeichnis

Kordowitzki P, Müller K E (2014):

Tail tip necrosis in fattening bulls- a metabolic or welfare problem ?

Abstract-Book of the 14th Middle European Buiatrics Congress, Warsaw, Poland

11 Danksagung

Mein erster und zugleich sehr herzlicher Dank gebührt Frau Univ.-Prof. Dr. Kerstin E. Müller für die Überlassung des spannenden Themas und für die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit. Für das in mich gesetzte Vertrauen, für die fachliche Kompetenz und für die Geduld möchte ich mich in besonderer Intention bedanken.

Weiterhin bedanke ich mich für die Kooperation und für die Möglichkeit der Probensammlung bei der Osterhuber Agrar GmbH, insbesondere bei Herrn Osterhuber, Herrn Springer, Herrn Höper, Herrn Krüger und Herrn Schwabe, der mir eine große Hilfe war in der Umsetzung aller praktischen Vorhaben und mit seinen wertvollen Ratschlägen eine effektive Bereicherung darstellte.

Für die immer offen stehende Tür und die familiäre Atmosphäre während meines dreimonatigen Aufenthaltes in der Mastanlage möchte ich meinen besonderen Dank Frau Steinborn, Frau Margelovsky, Frau Witt und dem gesamten Stallteam danken.

Herrn Dr. Hilmert danke ich für seine Hilfe bei der Blutanalyse im Labor der Klinik für Kleintiere und Frau Opitz und Herrn Forkmann sei für die Anfertigung der Fotografien und der Röntgenbilder gedankt.

Dr. Baulain und Manuel Krautzberger gilt für ihre Hilfsbereitschaft bei der kritischen Auseinandersetzung mit dem statistischen Teil ein großer Dank. Dir, liebe Antonia, und Frau Dr. Ehling danke ich für das Engagement beim Korrekturlesen.

Schließlich danke ich meinen Eltern und meiner Familie, die mir vieles ermöglicht haben und immer für mich da waren. Insbesondere bedanke ich mich aus tiefem Herzen bei meiner Mutter, für ihre Liebe zu ihren Kindern und für die gespendete Kraft in schweren Zeiten.

12 *Selbstständigkeitserklärungen*

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 23.11.2016

Paul Kordowitzki