

Aus dem Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
der Justus-Liebig-Universität Gießen

1. Betreuer: Prof. Dr. Steffen Hoy
2. Betreuer: Prof. Dr. Martin Wähler (Hochschule Anhalt-FH)

Untersuchungen zu den soziometrischen Kenngrößen in Milchkuh-Herden

DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)

beim Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxologie und Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Denis Kučević, M.Sc.

aus Batočina, Serbien

Gießen 2009

INHALTSVERZEICHNIS

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	V
VERZEICHNIS DER TABELLEN	VI
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VII
1 EINLEITUNG	1
2 ZIELSTELLUNG DER ARBEIT	3
3 LITERATUR	4
3.1 Ausgewählte Aspekte des Verhaltens von Kühen	4
3.2 Sozialverhalten von Rindern	7
3.3 Rangfolgenfeststellung und Dominanzkonzepte	12
3.4 Soziale Rangordnung und Hierarchie	14
3.4.1 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums	16
3.4.2 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade.....	18
3.4.3 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe	19
3.4.4 Struktur der Rangordnung	21
3.5 Einflüsse auf den sozialen Status	23
3.5.1 Visuelle Faktoren und Alter	24
3.5.2 Psychische Merkmale, Motivation und Persönlichkeit eines Individuums	24
3.5.3 Krafteinschätzung und Kampferfahrung	26
3.5.4 Konkurrenz und Konkurrenzsituationen.....	27
3.5.5 Gruppengröße und Besatzdichte	27
3.5.6 Physische Barrieren und Nackenrohre.....	29
3.5.7 Rasseunterschiede	30
3.5.8 Einfluss der Behornung	31
3.5.9 Einfluss des Menschen.....	32
3.5.10 Körperkondition und Krankheit.....	34
3.5.11 Geschlecht und hormoneller Status	35
3.5.12 Soziale Partner	35
3.5.13 Stallboden.....	36
3.5.14 Einfluss des Melksystems	37

3.6	Veränderung der sozialen Herdenstruktur	38
4	<i>EIGENE UNTERSUCHUNGEN: MATERIAL UND METHODEN</i>	42
4.1	Untersuchungseinrichtungen	42
4.1.1	Landwirtschaftszentrum Eichhof	42
4.1.1.1	Kuhgruppe mit Roboter melk system – (AMS - Eichhof)	43
4.1.1.2	Kuhgruppe mit Melkstand – (MS - Eichhof)	44
4.1.1.3	Haltung - Eichhof.....	44
4.1.1.4	Untersuchungszeitraum - Eichhof.....	46
4.1.2	Zuchtbetrieb Velvet Farm - Serbien.....	47
4.1.2.1	Kuhgruppe mit Melkstand – (MS-Velvet Farm).....	47
4.1.2.2	Haltung - Velvet Farm.....	48
4.1.2.3	Untersuchungszeitraum - Velvet Farm.....	49
4.1.3	Unterschiede in den Haltungsformen beider Betriebe	49
4.2	Datenerfassung.....	50
4.2.1	Analyse der agonistischen Interaktionen	53
4.3	Statistische Auswertung.....	56
5	<i>ERGEBNISSE</i>	58
5.1	Analyse der Dominanzbeziehungen in homogenen Kuhgruppen	58
5.1.1	Analyse auf der Ebene eines Individuums	61
5.1.2	Analyse der dyadischen Beziehungen	63
5.2	Leistungsparameter und Zellzahl bei Kühen unterschiedlicher Rangkategorie	64
5.3	Agonistische Interaktionen bei der Eingliederung der Tiere	65
6	<i>DISKUSSION</i>	69
6.1	Analyse der Dominanzbeziehungen in homogenen Kuhgruppen	69
6.1.1	Analyse auf der Ebene eines Individuums	73
6.1.2	Analyse der dyadischen Beziehungen	74
6.2	Leistungsparameter und Zellzahl bei Kühen unterschiedlicher Rangkategorie	77
6.3	Agonistische Interaktionen bei der Eingliederung der Tiere	79
6.4	Empfehlungen für Managementmaßnahmen	80

7	ZUSAMMENFASSUNG.....	83
8	SUMMARY.....	85
	LITERATURVERZEICHNIS	87

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

ABBILDUNG 1: FUNKTIONSKREISE DES RINDERVERHALTENS-----	7
ABBILDUNG 2: VERSCHIEDENE KOPFSTELLUNGEN ALS AUSDRUCKSVERHALTEN BEIM RIND -----	11
ABBILDUNG 3: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER ANALYSEEBENEN VON DOMINANZBEZIEHUNGEN-----	15
ABBILDUNG 4: 8 X 8 - MATRIX ZUR ERFASSUNG DER AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN -----	19
ABBILDUNG 5: EINFACHE LINEARE DOMINANZHIERARCHIE IN EINER KLEINEN GRUPPE -----	22
ABBILDUNG 6: KOMPLEXE DOMINANZVERHÄLTNISSE IN EINER GROßEN GRUPPE -----	23
ABBILDUNG 7: GRUNDRISS- SCHEMA DER ZWEI UNTERSUCHUNGSGRUPPEN AUF DEM EICHHOF-----	42
ABBILDUNG 8: NACKENROHR AM FUTTERTROG (AMS-EICHHOF)-----	45
ABBILDUNG 9: FANG-FRESSGITTER AM FUTTERTROG (MS-EICHHOF) -----	46
ABBILDUNG 10: GRUNDRISS- SCHEMA VELVET-FARM -----	47
ABBILDUNG 11: FANG-FRESSGITTER AM FUTTERTROG (MS-VELVET FARM)	48
ABBILDUNG 12: ETHOGRAMM DER BEOBACHTETEN AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN -----	52
ABBILDUNG 13: BEISPIEL EINER EXCEL-MATRIX MIT EINGETRAGENEN SIEGEN UND NIEDERLAGEN-----	54
ABBILDUNG 14: BEISPIEL FÜR DIE ERGEBNISSAUSGABE BEI DER ANWENDUNG DES MATMAN-PROGRAMMES (OPTION LINEAR HIERARCHY)-----	55
ABBILDUNG 15: BOXPLOTS ZUR VARIABILITÄT DER AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN PRO KUH AM VORMITTAG UND NACHMITTAG IN DEN DREI HERDEN -----	60
ABBILDUNG 16: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG VON RANGINDEXWERTEN ALLER DREI GRUPPEN -----	62
ABBILDUNG 17: MITTLERE ANZAHL VON AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN NACH DER EINGLIEDERUNG VON KÜHEN IN DREI HERDEN IM VERLAUF DER ERSTEN SECHS STUNDEN -----	67

VERZEICHNIS DER TABELLEN

TABELLE 1: BEZIEHUNGSARTEN INNERHALB EINER DYADE -----	18
TABELLE 2: HALTUNGS- UND AUSSTATTUNGSUNTERSCHIEDE IN DEN STÄLLEN -----	49
TABELLE 3: CHARAKTERISTIKA DER BEOBACHTETEN KUHHERDEN -----	50
TABELLE 4: STATISTISCHE MASSZAHLEN UND ERGEBNISSE DER MITTELWERTVERGLEICHE ZU DEN AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN IN KUHGRUPPEN -----	58
TABELLE 5: HÄUFIGKEIT DER AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN ZU DEN BEIDEN TAGESZEITEN IN DEN DREI HERDEN -----	59
TABELLE 6: EINTEILUNG DER KÜHE IN VERSCHIEDENE GRUPPEN NACH DEM BERECHNETEN RANGINDEX -----	62
TABELLE 7: SOZIOMETRISCHE PARAMETER AUF DYADEN- UND GRUPPENEbene VON KÜHEN IN DEN DREI HERDEN-----	63
TABELLE 8: EINFLUSS VON FIXEN FAKTOREN UND DEREN WECHSELWIRKUNGEN AUF DIE LEISTUNGSPARAMETER UND DIE ZELLZAHL -----	65
TABELLE 9: ANZAHL DER AGONISTISCHEN INTERAKTIONEN WÄHREND DER ERSTEN 6 STUNDEN DER EINGLIEDERUNGSPHASE -----	66

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AI	agonistische Interaktion
Abb.	Abbildung
AMS	Automatisches Melksystem
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
DI	Dominanzindex
d.h.	das heißt
df	Freiheitsgrad
et al.	et alii
FV	Fleckvieh
GLM	General Linear Modell
h	Stunde
HF	Holstein Friesian
m	Meter
Max.	maximal
Min.	minimal
MLP	Milchleistungsprüfung
MS	Melkstand
N	Anzahl / Gruppengröße
n.s.	nicht signifikant
p	Signifikanz
RI	Rangindex
RV	Rotvieh
s%	Variationskoeffizient
SD	Standartabweichung
Tab.	Tabelle
usw.	und so weiter
\bar{x}	arithmetisches Mittel
μ	Mittelwert der Gesamtstichprobe
z.B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

Aspekte von hierarchischen Sozialbeziehungen sind bei gruppenlebenden Nutztieren seit Einführung des Dominanzkonzepts vielfach untersucht worden. Das ursprüngliche Dominanzkonzept wurde in den letzten Jahren ständig weiterentwickelt. Aktuelle Dominanzuntersuchungen zeigen, dass die Dominanz ein multidimensionales und vielfaktorielles Phänomen ist. Die Sozialbeziehungen bei in Gruppen lebenden Nutztieren, darunter auch Rindern, sind viel komplexer als gemeinhin angenommen wird. Deshalb ist es notwendig und empfehlenswert, die Dominanzbeziehungen unter den Tieren möglichst auf mehreren Ebenen zu untersuchen. Demzufolge wird mit Hilfe standardisierter soziometrischer Methoden ein Gesamtbild der sozialen Hierarchie in Kuhgruppen bzw. allgemein in Tiergruppen modelliert (*LANGBEIN und PUPPE, 2004b*).

Die soziale Struktur in einer Rindergruppe kann über eine längere Zeitperiode stabil bestehen bleiben unter der Bedingung, dass die Gruppenzusammensetzung sich nicht ändert. Die Aggressivitätsintensität in der Herde verändert sich, wenn ein Tier nach einer zeitweiligen Abwesenheit von der Herde in die ursprüngliche Gruppe zurückkehrt. In der modernen Rinderhaltung gibt es allerdings solche Situationen, z.B. durch die Eingliederungsphase von Jungkühen bzw. Frischlaktierern nach der Rückkehr aus der Trockenstehzeit, durch die Eingruppierung fremder Tiere usw. Bei der Eingliederung und Neugruppierung der Tiere treten biologisch durchaus zweckmäßige Rangordnungskämpfe auf. Im Ergebnis wird eine soziale Hierarchie etabliert, die in der Folge weitere Auseinandersetzungen verhindert bzw. deren Anzahl deutlich verringert (*MEESE und EWBANK, 1973*).

Agonistische Interaktionen sind mit sozialen Spannungen verbunden und stellen insbesondere bei Auseinandersetzungen mit Körperkontakt auch ein Verletzungsrisiko dar. Dies wird bei Verletzungen durch Hornstöße deutlich, aber auch bei enthornten beziehungsweise hornlosen Tieren können Läsionen in Form von Blutergüssen vorkommen. Mit Interaktionen verbundenes Ausrutschen oder plötzliche Drehungen

können sich negativ auf die Klauengesundheit auswirken. Agonistische Interaktionen stellen eine Stresssituation für die Herde dar mit Folgen bis hin zur Senkung der Milchleistung. Solche Situationen sind in der intensive Milchviehhaltung sowohl aus Sicht des Tierschutzes als auch aus wirtschaftlicher Sicht nachteilig.

2 ZIELSTELLUNG DER ARBEIT

Auf der Grundlage des nationalen und internationalen Wissenstandes ergeben sich für die vorliegenden Untersuchungen folgenden Zielstellungen:

- Analyse der sozialen Hierarchie in homogenen Gruppen von Milchkühen im Laufstall auf unterschiedlichen Ebenen mit Hilfe soziometrischer Kenngrößen. Die homogene Kuhgruppe wird dadurch definiert, dass sich die Gruppenmitglieder untereinander kennen und dass sie mindestens zwei Monate in einer Herde miteinander verbracht haben.
- Beschreibung der agonistischen Interaktionen zwischen den Kühen sowie des komplexen Gefüge in Milchkuh-Herden.
- Untersuchung eines möglichen Einflusses der Rangkategorie (ranghoch/rangniedrig) auf die Leistungsparameter (Milchmenge, Fettgehalt, Eiweißgehalt) und den Zellzahlgehalt bei Kühen in homogenen Kuhgruppen unter Berücksichtigung der Wirkungen bzw. der Wechselwirkungen folgender Faktoren: Farm, Melksystem, Laktationsnummer und Alter.
- Analyse der agonistischen Interaktionen während der kritischen Phase der Eingliederung von Jungkühen bzw. Frischlaktierern nach der Rückkehr aus der Trockenstehzeit unmittelbar vor oder nach der Kalbung. Die Kühe in der Trockenstehzeit waren mindestens 6 bis 8 Wochen in verschiedenen Ställen getrennt.
- Durchführung der Untersuchungen auf zwei verschiedenen Betrieben in drei Kuhherden zum Zweck der Gegenüberstellung und Ableitung allgemein gültiger Aussagen.

3 LITERATUR

3.1 Ausgewählte Aspekte des Verhaltens von Kühen

Der Einfluss der Menschen während des Domestikationsprozesses spiegelt sich weniger in der Veränderung des Verhaltens als vor allem in den Leistungseigenschaften der Nutztiere wider. Somit hat der Domestikationsprozess seitens der Menschen nicht zu dem Verlust des arttypischen Verhaltens geführt, sondern lediglich die Veränderung von Dauer und Erscheinungshäufigkeit beeinflusst (*SCHRADER und MAYER, 2005*).

Unter den intensiven Haltungsbedingungen sind die Kühe dazu gezwungen, unter solchen Bedingungen zu leben, die nicht in der freien Natur vorkommen (Ausnahme: Weidehaltung). Die Bedingungen, unter denen die Tiere gehalten werden, deren Bestimmungen nach der Gruppengrößen und Gruppenstruktur (Individuenanzahl, Alter, Geschlecht usw.) werden durch den Menschen bestimmt. Die Rinderhaltung unter nicht optimalen Bedingungen kann zu Interaktionsstörungen zwischen den einzelnen Individuen in der Gruppe führen, da die Tiere nicht in der Lage sind, die Gruppe selbst zu wählen bzw. zu verlassen (*LINDBERG, 2001*). Die heutige Milchviehhaltung wird unter der Anwendung von moderner Technik im Sinne von Precision Livestock Farming betrieben. Die Tiere müssen fähig sein, neue Informationen zu erlangen, diese zu verarbeiten, um sich an neue Haltungsbedingungen anzupassen (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984*).

Die Sozialstruktur der Kuhgruppen ist durch meist komplexe Dominanzbeziehungen (zum Beispiel Dreiecksbeziehungen) geprägt. In Herden von 50 Milchkühen sind 1225 Paarbeziehungen (Dyaden) möglich. Geklärte Dominanzbeziehungen, und damit die Rangordnung, sichern das Zusammenleben in der Herde, indem sie verhindern, dass es bei jeder Begegnung zu einer Auseinandersetzung kommt (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984; SAMBRAUS, 1978*).

In stabilen Kuhgruppen treten nur sehr selten mit Körperkontakt verbundene agonistische Auseinandersetzungen auf. Eine wichtige Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Individualdistanz. Sie beschreibt den Abstand zwischen den Köpfen der Tiere, der von rangniederen Tieren gegenüber überlegenen Tieren zur Vermeidung von Auseinandersetzungen eingehalten werden muss. Die Dominanzverhältnisse werden meist durch Drohgesten und/oder Ausweichen bestätigt. Wird die Drohgeste eines überlegenen Tieres nicht beantwortet oder nicht erkannt, folgen Stöße des dominanten Tieres mit dem Kopf, die eine Verdrängung beziehungsweise ein Ausweichen des unterlegenen Tieres zur Folge haben. Die Dauer der agonistischen Interaktionen bei Kühen schwankt stark und kann ein paar Sekunden bis zu einer Stunde betragen. Die Rankämpfe sind meistens von kurzer Dauer, wobei sie in über 80 % der Fälle weniger als eine Minute andauern (*BOUISSOU et al., 2001*).

In der Laufstallhaltung von Kühen kommt es oft vor, dass eine dominante Beziehung zwischen den zwei Partnern über eine längere Zeit konstant und beständig ist. Die Verbindung solcher Partner kann als eine asymmetrische Dyade beschrieben werden (*WECHSLER, 2000*). Diese Asymmetrie entspricht der Tatsache, dass sich das subdominante Individuum aus einem weiteren Konflikt zurückzieht und die zur Verfügung stehende „Ressource“ dem dominanteren Tier überlässt. Auf dieser Art und Weise wird eine direkte Begegnung zwischen dem subdominanten und dem dominanten Tier vermieden und es ist schwierig, die Dominanzverhältnisse festzustellen. Der gleiche Autor ist der Meinung, dass es falsch wäre, die Dominanzverhältnisse sowohl auf Grund der Häufigkeit des in solchen Dyaden auftretenden aggressiven Verhaltens als auch wegen der Aggressivitätshäufigkeit unter einzelnen Gruppenmitgliedern zu definieren. Aggressive Tiere sind nicht immer dominant und die rangtiefen Tiere können eine viel stärkere Aggressivität zeigen (*WECHSLER, 2000*).

Als aggressionsfördernde Situation gilt die Tageszeit mit ihrer aktivitätssteuernden Wirkung. So gibt es im Tagesablauf Zeiten und Situationen mit hoher Sozialaktivität und einer Häufung kämpferischer Auseinandersetzungen. Die Intensität des gegenseitigen Abdrängens und Verjagens steigt mit Beginn der Futterzeiten stark an und erreicht 1 - 1½

Stunden danach ihren Höhepunkt (*SAMBRAUS, 1978*). Die Sozialaktivitäten der Tiere steigen 30 bis 40 Minuten nach dem Melken an (*FRIEND et al., 1977*).

Die soziale Ordnung stabilisiert eine Herde, reduziert das häufigere Auftreten von aggressivem Verhalten und vermindert den Verletzungsgrad der Tiere über einen längeren Zeitraum (*KEIPER und SAMBRAUS, 1986*). In einer Herde, deren Mitglieder von Anfang an seit ihrer Bildung zusammen sind und eine längere Zeit miteinander verbracht haben, wird die Wahrscheinlichkeit der Beibehaltung der hergestellten Hierarchie erhöht (*GATTERMANN, 1993*). In solchen Herden kommt es seltener zur Unverträglichkeit zwischen den Gruppenangehörigen, da sie sich schon seit längerer Zeit kennen (*SAMBRAUS, 1978*).

Die Dominanzverhältnisse und die soziale Ordnung können jahrelang stabil bleiben insbesondere in Gruppen mit ausschließlich weiblichen Tieren. Änderungen in den Rangpositionen treten jährlich in weniger als 10 % der Fälle auf. Wenn es zu solchen Veränderungen kommt, treten sie plötzlich auf und sind schwer zu erklären (*BOUISSOU et al., 2001*). Die Studie von *WAGNON et al. (1966)* zeigte, dass die soziale Ordnung in einer Rinderherde während des zweijährigen Observierungszeitraumes sehr stabil und mit nur wenigen Veränderungen war. Die Erhaltung der sozialen Ordnung wird durch das Auftreten von minimalen agonistischen Interaktionen geregelt, womit heftige Auseinandersetzungen zwischen den Tieren vermieden werden (*FRANCK, 1997*).

In der Literatur wird auch der Terminus „Meidungsordnung“ (avoidance order) verwendet (*JENSEN, 1982*). Diese „Meidungsordnung“ ist wichtig für die Aggressionsminderung in der Herde. Sie tritt bei Tieren auf, die über genügend Raum im Stall verfügen bzw. wenn im Stall geringe Tierdichte herrscht, um die Konflikte mit den dominanten Partnern zu vermeiden.

Die komplexe Studie von *WAIBLINGER et al. (2004)* in über 80 Rinderbetrieben mit einer durchschnittlichen Herdengröße von 21 bis 60 Kühen zeigte einen großen Unterschied bei der Anzahl der agonistischen Interaktionen. In der Studie wurde

festgestellt, dass die agonistischen Interaktionen zwischen 0,44 und 5,08 AI/Kuh/Stunde schwankten.

3.2 Sozialverhalten von Rindern

Das Bedürfnis nach dem Zusammenleben in einer Gruppe mit einer bestimmten Anzahl von Partnern wird durch verschiedene Gründe hervorgerufen. Ein Individuum strebt danach, bei einem Zusammenleben in der Gruppe den Schutz vor Predatoren zu finden und zusammen nach den Ressourcen (Futter, Wasser usw.) zu suchen (*LEHMANN, 2000*).

Der Begriff „Funktionskreis Sozialverhalten“ wird in der Praxis sehr oft angewendet, allerdings ist er auch etwas anfechtbar, weil alle angeborenen und die meisten erworbenen sozialen Verhaltensweisen der Tiere auf die soziale Resonanz ausgerichtet sind. Man kann auch alle Bestandteile des Sozialverhaltens den jeweils anderen Verhaltensbereichen zuordnen (*SÜSS und ANDREAE, 1984*).

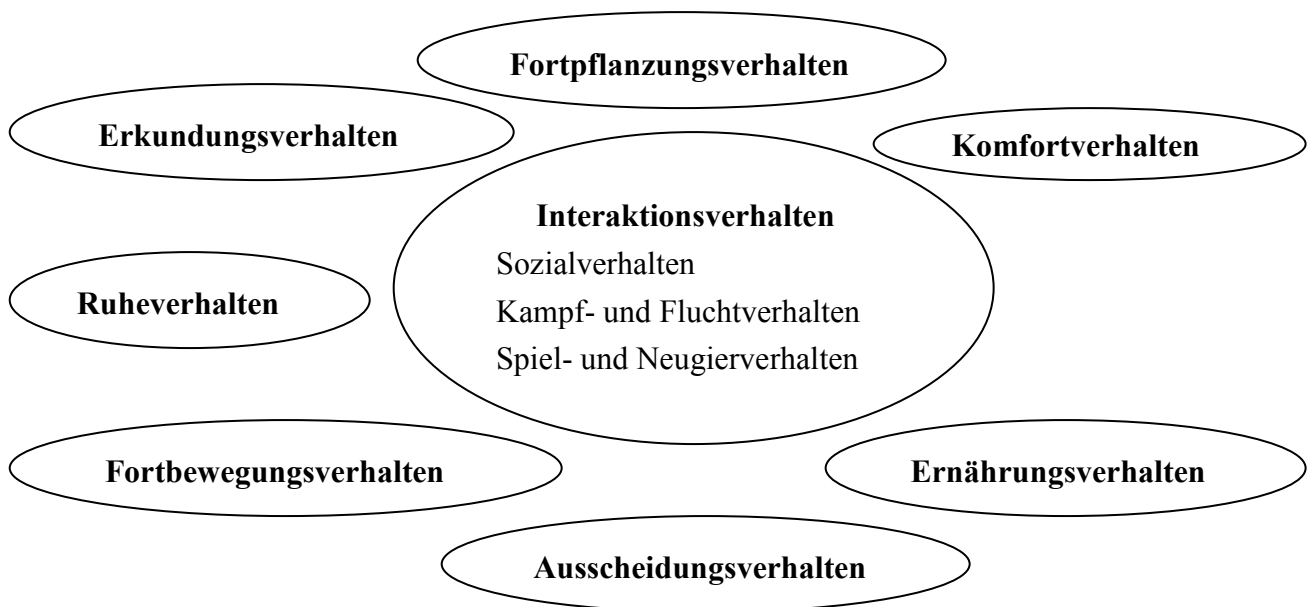


Abbildung 1: Funktionskreise des Rinderverhaltens

Die Tiere, die in einer Gemeinschaft leben, zeigen drei verschiedene Formen des Zusammenlebens, indem sie bestimmte Verbände bilden (*EIBEL–EIBESFELDT, 1969*). Diese Verbandsformen werden durch folgende Merkmale charakterisiert:

- Aggregation, bei der die Tiere einer oder mehrerer Arten sich auf einem attraktiven Platz ansammeln, um ihre Grundbedürfnisse zu befriedigen (fressen, schlafen usw.),
- Anonyme Tierverbände, unter denen man das Zusammenfinden von Tieren gleicher Art versteht, wobei sich die einzelnen Tiere untereinander nicht kennen, aber aufgrund einfacher artspezifischer Signale zusammenhalten (soziale Attraktivität) und
- Individualisierte Tierverbände, die das Zusammenleben gleicher Tierarten beinhalten, wobei sich alle Tiere untereinander kennen und ihr Zusammenhalt meist durch eine nur für diese Gruppe geltende Rangordnung geprägt wird.

Die Isolation aus einem sozialen Verband mit dem Ziel, die Selbständigkeit zu erlangen, kommt selten vor und kann als eine Störung des Normalverhaltens charakterisiert werden. Bei den Tieren, die von der Gruppe getrennt gehalten werden, also isoliert wurden, lassen sich oft Anzeichen für ein verändertes Verhalten erkennen (*BOUISSOU et al., 2001*). *ARAVE et al. (1992)* haben bei den Untersuchungen zu Isolationseinflüssen auf das Sozialverhalten von Kälbern festgestellt, dass die sozialisierten Kälber bei späterer Gruppenhaltung eine schwächere Sozialisationstendenz und schwierigere Integration mit den anderen Gruppenmitgliedern aufwiesen.

Die Lebensorganisation von Rindern hat ausdrücklich Sozialcharakter. Dieser Sozialcharakter kommt sowohl in der freien Natur als auch unter den modernen Stallhaltungen hervor. Ein Teil der sozialen Organisation sind die gemischten Herde, die aus männlichen und weiblichen Tieren zusammengesetzt sind, bei denen die Gruppenverteidigung, gemeinsame Jungtierversorgung, das soziale Lecken und eine minimale Sozialdistanz zwischen den Gruppenmitgliedern kennzeichnend sind

(BOUISSOU *et al.*, 2001).

Unter semi-natürlichen Bedingungen leben Rinder in Gruppen aus adulten Kühen sowie weiblichen und männlichen Jungtieren. Die beobachteten Gruppengrößen variieren sehr stark zwischen den untersuchten Populationen, bewegen sich jedoch häufig in der Größenordnung von 20 bis 30 Tieren. Die Herdenmitglieder weisen eine große Zugehörigkeit zu ihrer eigenen Herde auf (BOUISSOU *et al.*, 2001; SCHRADER und MAYER, 2005). Sie versuchen, innerhalb ihrer Herde zu bleiben und sich nicht mit den Mitgliedern einer fremden Herde zu vermischen. Dies resultiert aus dem typischen Verhalten der Rinder, in Herden zu leben (SAMBRAUS, 1978).

Abhängig vom Futtervorkommen sowie von der Lebensraumgröße sind die Rinder in der Lage, große Gruppen zu bilden. Solche Gruppen können bis zu 300 Tiere in einer Herde zählen, wobei sie allerdings in mehrere kleinere Untergruppen unterteilt sind. Diese Untergruppen bestehen meistens aus den Mitgliedern gleicher Familien oder aus Mitgliedern gleicher Altersstruktur (KILEY-WORTHINGTON und DE LA PLAINE, 1983). Unter besonderen Umständen können sich mehrere solcher Gruppen zusammenfinden, wobei es zur Bildung einer großen Gruppe aus mehreren tausend Mitgliedern kommen kann (BOUISSOU *et al.*, 2001). In Untergruppen kann es zu einer besonderen Form von „Freundschaften“ kommen. Auf Grund solcher Freundschaftsformen kommt es zu weniger aggressiven Begegnungen.

Das soziale Leben unter den Rinden umfasst auch das Entstehen von „Leadern“ (ranghohe Leittiere) bzw. die Fähigkeit des Individuums, eine wechselnde Position einzunehmen (SYME und SYME, 1982). Dieselben Autoren charakterisieren das Erscheinen von „Leadertum“ als Begriff „des Sozialen“ oder „des Raumes“. Der soziale Charakter von Leittieren weist auf die Aspekte des Gesundheitszustandes und des Wohlbefindens hin, während sich der Begriff „des Raumes“ auf die Bewegungen innerhalb der Gruppe und die Nähe zwischen den Individuen in bestimmten Räumen bezieht. Das Auftreten von ranghohen und rangniederen Kühen ist auch in modernen Laufstallhaltungen nachweisbar. So sind zum Beispiel die Melkenreihenfolge, die Reihenfolge beim Betreten von Stallbereichen oder die Abfolge beim Hinaustreiben

bekannt, wobei immer eine „boss cow“ die Anführerin ist (*LAMB, 1976*).

Die sozialen Interaktionen zwischen Rindern können in agonistische und nicht-agonistische unterteilt werden. Unter agonistischen Interaktionen versteht man aggressives Verhalten sowie die Reaktionen auf aggressive Verhaltensweisen, wobei es sich bei letzterem meistens um Ausweichen handelt. Nicht-agonistisches, sozio-positives Verhalten wird vor allem in Form von gegenseitigem Belecken gezeigt (*BRADE, 2002; BOUISSOU et al., 2001*).

Beim Kampfverhalten findet man besondere Verhaltensformen, die typisch für den Zusammenhalt der sozialen Hierarchie sind. Die Grundindikatoren des Kampfverhaltens sind: Kampf, Stoßen, Drohen, passive Dominanz, aggressive Reaktionen, Flucht und submissive Verhaltensformen mittels der Kopf- und Körperhaltung (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984*). *LANGBEIN und PUPPE (2004b)* definieren eine agonistische Interaktion als Kampf oder Verdrängung mit physischem Körperkontakt beider Kontrahenten, die durch ein Tier initiiert wird, typische aggressive Verhaltenselemente enthält und durch submissive Verhaltensweisen einer der beiden Kontrahenten beantwortet wird.

Das Spektrum der aufgeführten Verhaltensformen kann sowohl durch Gestik als auch durch besondere Kommunikationsformen wie akustische (vokale), visuelle, olfaktorische und taktile Ausdrucksformen geäußert werden (*SCHRADER und MAYER, 2005; BOUISSOU et al., 2001*). Unter der Bedingungen der Laufstallhaltung von Kühen treten Drohhaltungen öfter auf, da die imponierende und akustisch verstärkte Breitseitenstellung wegen des relativ geringen Kampfraumes nur selten machbar ist (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984*).

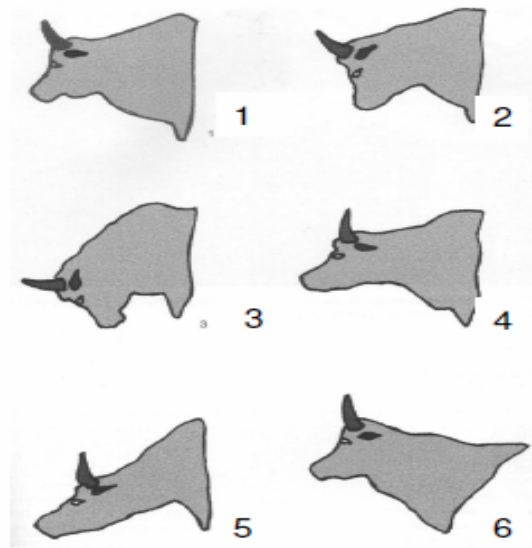


Abbildung 2: Verschiedene Kopfstellungen als Ausdrucksverhalten beim Rind

: 1. normale Kopfhaltung; 2. Drohung, geringe Intensität; 3. Drohung, hohe Intensität; 4. Annäherung, vertrauensvoll; 5. Annäherung, submissiv; 6. wachsam (nach Schloeth, 1958)

Die unterschiedlichen Drohverhaltensweisen der dominanten Tiere gegenüber den subdominanten ermöglichen die Klärung der Konfliktsituation, was wiederum zur Bewahrung des hergestellten Verhältnisses zwischen zwei Tieren führt (SAMBRAUS, 1978).

Die individuelle Distanz spielt eine große Rolle bei der Erhaltung der Stabilität der sozialen Hierarchie, weil sie das Auftreten von Konflikten und Kämpfen in der Gruppe stimulieren oder hemmen kann (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). In den Laufställen kann diese Distanzhaltung zum Problem führen, weil der Fluchraum oft limitiert und ungenügend ist (HASSE, 2004). Die Erhaltung einer individuellen Distanz zwischen zwei Tieren wird zumeist durch das Drohverhalten oder durch das „spontane Ausweichen“ der Tiere reguliert. Diese spontanen Rückzüge (sich meiden) stellen in manchen Gruppen über 90 % der Reaktion bei Begegnungen dar (BOUISSOU et al., 2001). Die Distanz zwischen den Tieren mit einem ähnlichen sozialen Status ist kleiner als zwischen den

Tieren mit verschiedener Rangposition (*SCHRADER und MAYER, 2005*).

3.3 Rangfolgenfeststellung und Dominanzkonzepte

In der Fachliteratur finden sich unterschiedliche Definitionen und Theorien über Dominanzkonzepte, was im Prinzip auch zum Widerspruch bei ihrer Benutzung führen kann. *DREWS (1993)* hat eine große Anzahl dieser Definitionen bearbeitet, in denen man klar eine gewisse Heterogenität in der Herangehensweise bei der Untersuchung von Dominanzstrukturen erkennen kann. Manche dieser Definitionen basieren auf Fähigkeiten und Eigenschaften eines Individuums und manche beziehen sich auf Verhältnisse zwischen zwei Tieren (*LEHMANN, 2000*).

Auf ein bestimmtes Dominanzkonzept beziehen sich sowohl die Untersuchungsmethode von sozialen Hierarchien als auch die Berechnungen und die Interpretation von Rangindices. In der angewandter Ethologie existiert keine Standardmethode, mit deren Hilfe man eine bestimmte Untersuchung durchführen könnte. Deshalb ist es notwendig, für jede konkrete Situation eine bestimmte Untersuchungsmethode zu wählen, von der auch direkt die Qualität der ethologischen Arbeit abhängig sein wird (*WECHSLER, 2000*).

Die Dominanzuntersuchung in einer Gruppe erfolgt durch die Beobachtung von aggressivem und submissivem Tierverhalten. Die soziale Hierarchie kann mit Versuchen im Produktionsfeld und/oder unter experimentellen Bedingungen bestimmt werden.

Die Feldbeobachtungen beziehen sich auf das Feststellen von agonistischen Interaktionen im Sinne von dominanten (aggressiven) und subdominanten Verhaltensformen (*CRAIG, 1986*). *LEHMANN (2000)* ist der Ansicht, dass die Feldbeobachtungen eine anerkannte Methodik zur Rangordnungsfeststellung sind. Die Feldbeobachtungen sind allerdings sehr zeitaufwendig und eine klar definierte Auswertung der agonistischen Aktionen und der Problembeseitigung beim Auftreten von sozialen Allianzen, widersprüchlichen Verhaltensweisen und bei nicht vorhandenen Interaktionen zwischen verschiedenen Tieren sind erforderlich.

Die Untersuchungen unter den experimentellen Bedingungen haben zum Ziel, die Anzahl der Interaktionen unter den Tieren zu stimulieren. Dieses kann man hauptsächlich durch die Schaffung verschiedener Konkurrenzsituationen erreichen (Begrenzung von Futterquellen, Platzreduzierung usw.). Auf dieser Art und Weise kommt es zu einem schnelleren Bestimmen der sozialen Rangordnung innerhalb einer Gruppe. So wurden verschiedene Konkurrenztests entwickelt, in denen der Rangplatz eines Tieres durch den Erfolg in einem Wettstreit um ein spezielles Konkurrenzobjekt bestimmt wurde (*SYME, 1974*). Durch diese Tests werden die Unzulänglichkeiten bei den Feldbeobachtungen eliminiert, die Dominanzverhältnisse werden in kürzeren Zeitabständen registriert und die Hierarchiestruktur bei den großen Herden wird leichter festgestellt. Jedoch kann eine künstlich provozierte Konkurrenz unter den Tieren zum Auftreten stärkerer Aggressionen des Individuums führen und die Abfolge in der sozialen Rangordnung beeinflussen. Bei dieser Observationsform muss berücksichtigt werden, dass die Konkurrenzsituationen unterschiedlich sind, dass sie wesentlich zur Bildung der sozialen Rangordnung beitragen und dass sie selbst das Untersuchungsergebnis direkt beeinflussen können (*FRIEND und POLAN, 1976*).

Prinzipiell ist es unentbehrlich, dass schon vor einer ethologischen Untersuchung das Ziel klar definiert und die Methode ausgewählt werden muss. Danach sollte ein definiertes Ethogramm formuliert werden, das ein Verzeichnis aller mit der Untersuchung erfassten Parameter enthalten soll (*BRADE, 2002*).

Soziales Verhalten wurde in der Vergangenheit zumeist durch visuelle Direktbeobachtungen erfasst. In den letzten Jahren werden verstärkt Videotechniken und Software-Programme zur Auswertung angewendet. So kann die soziale Hierarchie am Futterplatz während der Fütterung untersucht werden. Dabei wird das Verdrängen rangniederer Kühe durch ranghöhere Tiere gut sichtbar, so dass das Verhalten aller beobachteten Tiere automatisch registriert werden kann (*WIKTORSSON et al., 2003*).

Bei den neueren Untersuchungen zur Erforschung des Sozialverhaltens und der Aktivität von Tieren (*GYGAX et al., 2007*) werden moderne technische Lösungen eingesetzt. Ein solches System ist z.B. das „Local Position Measurement System“, das die Positionierung

jedes Herdenmitgliedes räumlich und zeitlich in 2 Dimensionen ermöglicht. Die Bewegungsaktivitäten der Gruppenmitglieder werden oft durch die Anwendung von automatischen Systemen, wie zum Beispiel des „Activity Monitoring System“, registriert. (MÜLLER und SCHRADER, 2002).

ROUSING und WEMELSFELDER (2006) zeigten, dass Untersuchungen zum Sozialverhalten und zu sozialen Interaktionen die Anwendung von qualitativen Verhaltensindikatoren in der Kombination mit quantitativen Parametern beinhalten können. Die Nutzung moderner technischer und Software-Lösungen ermöglicht eine größere Objektivität bei der Auswertung von gewonnenen Ergebnissen und die Wiederholbarkeit der Ergebnisse.

3.4 Soziale Rangordnung und Hierarchie

Der Begriff Dominanz wird als Synonym für ein multidimensionales Phänomen eingesetzt und beschreibt in der Regel das Ergebnis einer Vielzahl kompetitiver Interaktionen, aus welchen sich Hierarchien zusammensetzen (LANGBEIN und PUPPE, 2004b).

Für die Bildung der Hierarchie existieren drei Theorien (FORKMAN und HASKELL, 2004).

- *First Fight Model*: Die Rangbeziehungen der Individuen werden bei den ersten Kontakten über wenige Kämpfe festgelegt. Weitere Kämpfe finden dann in der Regel nicht mehr statt, da die Aufwendungen im Vergleich zum Nutzen zu hoch sind.
- *Continuous Assessment Model*: Die Rangordnung der Tiere liegt einer längeren Serie von Kämpfen zugrunde, in denen die Tiere stetig ihre relative Kampffähigkeit messen. Hier sind vor allem Kämpfe zwischen rangnahen Tieren zu erwarten.
- *Suppression Hypothesis*: Das dominante Tier attackiert das subdominante kontinuierlich, um es darauf zu konditionieren, dass ein Kampf aussichtslos ist.

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse zur sozialen Dominanz sprechen für die Existenz eines komplexen sozialen Gefüges in einer Tiergruppe, weshalb es notwendig und empfehlenswert ist, die Dominanzbeziehungen unter den Tieren möglichst auf mehreren Ebenen zu untersuchen (*LANGBEIN und PUPPE, 2004b*). So kann für jedes Individuum einer Gruppe das Ergebnis von Rankämpfen ermittelt werden. Zwischen einzelnen Paaren können sich ganz unterschiedliche Beziehungen bilden. Schließlich kann durch soziometrische Kenngrößen das komplexe Gefüge in einer Kuhgruppe beschrieben werden. In diesem Sinne kann die Analyse von Dominanzverhältnissen auf folgenden Ebenen durchgeführt werden:

- 1) auf der Ebene des Individuums,
- 2) auf der Ebene der Dyaden (der Paare),
- 3) auf der Ebene der gesamten beobachteten Gruppe (Abbildung 3).

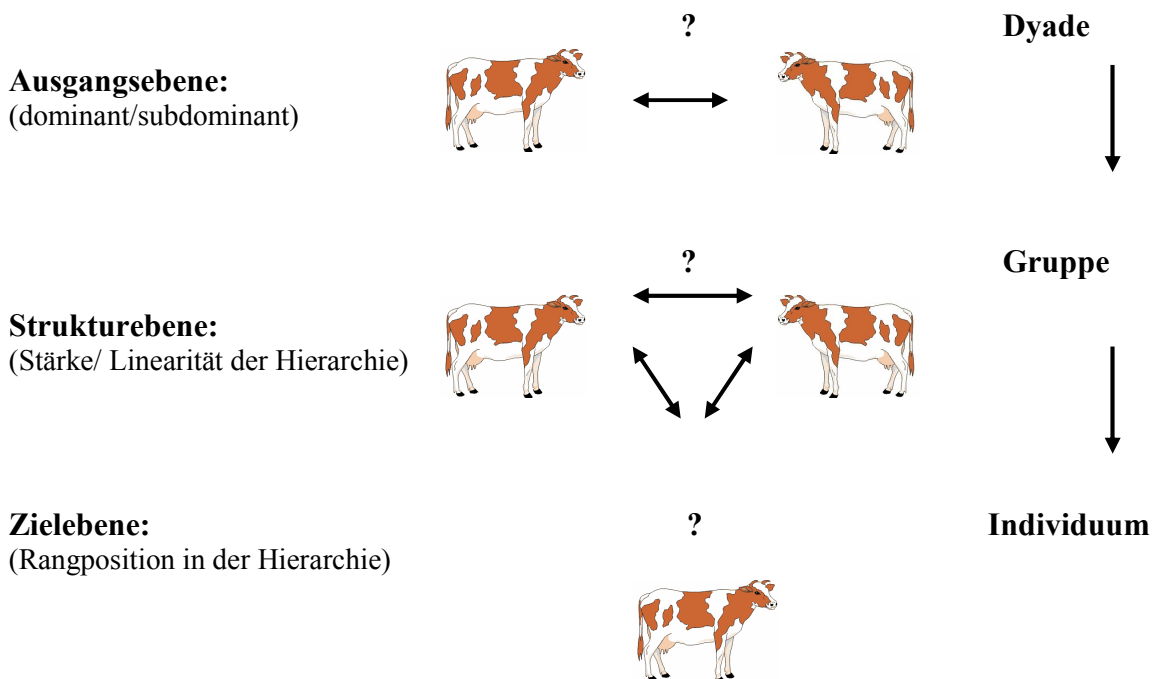


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Analyseebenen von Dominanzbeziehungen (verändert nach *LANGBEIN und PUPPE, 2004b*).

3.4.1 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums beschreiben dessen agonistisches Verhalten über alle Dyaden und die sich daraus ergebende Rangposition in der Gruppenhierarchie. Dabei gibt es unterschiedliche Methoden, den individuellen Dominanzindex (DI) bzw. den Rangplatz des Individuums zu berechnen (*LANGBEIN und PUPPE, 2004a*).

Der Dominanzindex nach *JEZIERSKI et al. (1998)* wird berechnet als Anzahl der unterlegenen Tiere (P_N) dividiert durch die Tieranzahl, mit denen Interaktionen zu beobachten waren (P_{AI}).

$$DI = \frac{P_N}{P_{AI}}$$

Dieser Index DI ist jedoch als unzureichend zu bewerten, da Tiere, die alle Aktionen gegen mehrere andere gewinnen, den gleichen Index erhalten, wie Tiere, die nur gegen ein einziges Tier agieren und gewinnen (*BORBERG, 2008*).

MENDL et al. (1992) berechneten für jedes Tier einen Erfolgsindex (EI). EI wird berechnet als Tieranzahl, die dominiert wird (P_S) * 100 dividiert durch die Tieranzahl, die dominiert wird (P_S) + Tieranzahl, die dominiert (P_N).

$$EI = \frac{P_S * 100}{P_S + P_N}$$

Durch den Faktor 100 sind alle Ergebnisse zwischen 0 und 100 angesiedelt. Bei einem Index von 50 ist eine gleichgroße Anzahl dem Tier über- und unterlegen, bei einem Erfolgsindex > 50 ist das Tier in der Herde häufiger dominant als subdominant.

LANGBEIN und PUPPE (2004a) benutzten einen weiteren Dominanzindex, der aus der Anzahl der Siege (S) und der Anzahl der Niederlagen (N) berechnet wird.

$$DI = \frac{S - N}{S + N}$$

Hier liegen alle Ergebnisse zwischen -1 (absolut subdominant) und +1 (absolut dominant). Bei diesem Index ist kein Bezug zur Gruppengröße oder der Anzahl der Tiere gegeben, gegen die gewonnen oder verloren wurde.

LEE et al. (1982) berechneten einen sozialen Rangindex, welcher sich aus der Anzahl der dominanten Tiere (P_D) - Anzahl der subdominanten Tiere (P_{SD}) + Gruppengröße (n) + 1 dividiert durch 2 ergibt.

$$RI = \frac{P_D - P_{SD} + n + 1}{2}$$

Die Formel berücksichtigt die Zahlen der dominanten (P_D) und subdominanten Partner (P_{SD}) sowie die Gruppengröße (n) und die Anzahl der möglichen Partner.

HOY et al. (2005) verwenden einen Rangindex nach PUPPE (2005, persönl. Mitteilung), der sowohl die Zahlen der Siege und Niederlagen als auch die Zahlen der jeweiligen Partner, gegen die gewonnen bzw. verloren wurde, und die Gruppengröße umfasst.

$$RI = \frac{(S * P_S) - (N * P_N)}{(S + N) * (n - 1)}$$

Hier liegen auch alle Ergebnisse zwischen -1 (absolut subdominant) und +1 (absolut dominant).

3.4.2 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade beschreiben die Arten der Paarbeziehungen in Bezug auf agonistische Interaktionen. Dementsprechend können alle Dyaden in vier verschiedene Beziehungsarten (Tabelle 1) klassifiziert werden (LANGBEIN und PUPPE, 2004a).

Tabelle 1: Beziehungsarten innerhalb einer Dyade

Beziehungsarten		Erläuterungen (einschließlich Beispiele)
1	Unbekannte Beziehungen	Keinerlei Interaktionen zwischen einer Dyade, z.B. Kuh 1 interagiert niemals mit Kuh 3; zu einer möglichen Beziehung, wenn überhaupt vorhanden, lässt sich keine Aussage treffen.
2	One-way Beziehungen (einseitig)	Ausschließlich Siege eines Individuum über das andere, z.B. Kuh 1 interagiert mit Kuh 3 insgesamt 20x, wobei alle Interaktionen durch Kuh 1 gewonnen werden.
3	Two-Way Beziehungen (zweiseitig)	Die beobachteten AI haben beide Richtungen innerhalb der Dyade, z.B. Kuh interagiert mit Kuh 3 insgesamt 20x, wobei 15x Kuh 1 und 5x Kuh 3 gewinnt.
4	Unentschiedene Beziehungen (Tied)	Es wurden gleich viele AI in beiden Richtungen der Dyade beobachtet, z.B. Kuh interagiert mit Kuh 3 insgesamt 20x, wobei 10x Kuh 1 und 10x Kuh 3 gewinnt.

In eine Herde von n Tieren sind $\frac{n * (n - 1)}{2}$ Rangbeziehungen zwischen allen Mitgliedern vorhanden (n = Gruppengröße). Zum Beispiel sind in Herden von 50 Milchkühen 1225 Paarbeziehungen (Dyaden) möglich.

Die beobachteten AI können je Beobachtungseinheit in einer $n \times n$ -Matrix erfasst werden (Abbildung 4). Die Daten zu den Siegern werden in den Zeilen und Daten zu den Verlierern in den Spalten eingetragen.

Tier-Nr.		Verlorene AI							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Gewonnene AI	1								
	2	6		3					
	3						2		
	4								
	5								
	6			1					
	7								
	8								

Abbildung 4: 8 x 8 - Matrix zur Erfassung der agonistischen Interaktionen

In dem gegebenen Beispiel (Abbildung 4) hat Kuh Nr. 2 sechsmal gegen Kuh 1 und dreimal gegen Kuh 3 gewonnen. Kuh Nr. 3 hat zweimal einen Angriff gegen Kuh 6 gewonnen und zugleich einmal gegen Kuh 6 verloren. Diese Matrix bildet zugleich die Grundlage zur Berechnung verschiedener soziometrischer Kenngrößen. Zur Berechnung der soziometrischen Kenngrößen steht das Programm MatMan 1.1 (Fa. Noldus) zur Verfügung. Durch die Prozedur „Linear Hierarchy“ dieses MatMan-Programms werden verschiedene Hierarchiekennzahlen automatisch berechnet.

3.4.3 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe beschreiben die Stärke (Linearität und/oder Stabilität einer Dominanzhierarchie. Sie geben somit Hinweise auf Art und Entwicklung der Gruppenstruktur (LANGBEIN und PUPPE, 2004a). Um eine Aussage zu den hierarchischen Strukturen in einer Kuhgruppe treffen zu können, stehen verschiedene soziometrische Parameter zur Verfügung.

Die Stärke der Hierarchie kann beispielsweise über den Landau-Index (h), den Kendall-Index (K) oder den korrigierten Landau-Index (h') bestimmt werden (DE VRIES, 1995).

1) Landaus Linearitätsindex h

Dieser Index ist ein Hierarchiestärkemaß, das auf der Anzahl der dominierten Tiere basiert:

$$h = \frac{12}{n^3 - n} \sum_{i=1}^n (P_{D_i} - \frac{1}{2}(n-1))^2$$

mit n = Gruppengröße, P = Anzahl der Individuen, die durch das Individuum D_i dominiert wird (*LANDAU, 1951; MARTIN und BATESON, 1993*). Dieser Index ergibt Werte zwischen 0 und 1, wobei 1 eine absolut lineare Rangordnung charakterisiert.

2) **Landaus korrigierter Linearitätsindex h'** (basierend auf h , aber korrigiert für unbekannte und ungeklärte Dyaden).

$$h' = h + \frac{6}{n^3 - n}$$

3) Kendalls Linearitätskoeffizient K

K ist ein Hierarchiestärkemaß auf der Anzahl zirkulärer Triaden.

$$K = 1 - \frac{24d}{n^3 - n} \quad (\text{für ungerade } n)$$

$$K = 1 - \frac{24d}{n^3 - 4n} \quad (\text{für gerade } n)$$

mit d = Zahl zirkulärer Triaden und n = Gruppengröße.

4) Direktionaler Konsistenzindex –DCI

$$DCI = \frac{(H - L)}{(H + L)}$$

Der direktionale Konsistenzindex DCI beschreibt die Kontinuität der Richtung innerhalb der Dyaden und nutzt dazu die Anzahl der Ereignisse in der Hauptrichtung der Dyaden (H) sowie die Anzahl der Ereignisse gegen die Hauptrichtung der Dyaden (L) (*VAN HOOFF und WENSING, 1987*). Auch dieser Index nimmt Werte zwischen 0 und 1 an.

3.4.4 Struktur der Rangordnung

In Anbetracht dessen, dass Rinder soziale Wesen sind und in Gruppen leben, wird die Organisation des Soziallebens im Rahmen einer klar ausgeprägten sozialen Struktur auf dem bestimmten Raum abgewickelt, wo jedes Individuum versucht, sich ihr anzupassen (*SAMBRAUS, 1978; SCHLEYER, 1998*). Die soziale Hierarchie ermöglicht jedem Tier die Erlangung einzelner Verhältnisse mit den anderen Gruppenmitgliedern und das entsprechende Anpassungsverhalten gegenüber anderen Tieren in Abhängigkeit von seiner Rangposition (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984; SAMBRAUS, 2001*). Unter modernen Haltungsbedingungen ist die Bildung einer solchen sozialen Umgebung für jedes Individuum möglich, so dass mit der Zeit stabile Sozialverhältnisse geschaffen werden (*LUNDBERG, 1990*).

BOUISSOU et al. (2001) sind der Meinung, dass sich die dominante soziale Ordnung bei den meisten Tieren innerhalb der ersten zwei Stunden nach Zusammentreffen etabliert. Die Rangordnung ist in ihrer einfachsten Struktur linear, was aber eine sehr kleine Herde, d.h. nicht mehr als sechs Tiere, voraussetzt. Gilt die lineare Struktur in größeren Verbänden, so ist dies auf gezielte Herdenzusammenstellung zurückzuführen. Die verbreitete Sozialstruktur in Rinderherden ist das Mehreckverhältnis, welches in der Vielfalt der rangbedingenden Faktoren begründet ist (*SAMBRAUS, 1978*).

Die Dominanzverhältnisse schwanken in ihrer Intensität. So kann das Tier B mit einer größeren Intensität über dem Tier C dominieren, als das Tier A in seiner Intensität über das Tier B dominiert (Abbildung 5).

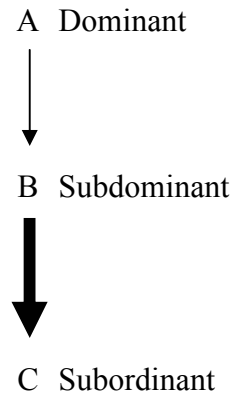


Abbildung 5: Einfache lineare Dominanzhierarchie in einer kleinen Gruppe

In ihren frühen Untersuchungen konnten *SCHEIN und FOHRMAN (1955)* bei Untersuchungen von 87 auf der Weide gehaltenen Kühen nachweisen, dass eine strenge Linie der sozialen Rangordnung besteht. Bei den Untersuchungen von *OLOFSSON (1999)* an einer kleinen Kuhgruppe (n = 16 Kühe), die wiederum in zwei Subgruppen unterteilt wurde, wurde festgestellt, dass in einer Subgruppe eine lineare Sozialordnung bestand, während in der anderen Subgruppe die Existenz einer nicht-linearen Hierarchie nachgewiesen wurde.

Die meisten Mehrecksbeziehungen entstehen bei den Tieren, die sich ihrer Dominanz nach im mittleren Rang befinden. Vielleicht deshalb werden die meisten agonistischen Interaktionen zwischen den Tieren mit ähnlicher Rangposition in der Gruppe registriert (*BOUISSOU et al., 2001*).

BRANTAS (1967) führt auf, dass die Mehreckverhältnisse bei Rindern am meisten dann hervortreten, wenn die Herde hinsichtlich des Alters und des Geschlecht variiert. *CRAIG (1986)* ist der Meinung, dass die Herdengröße direkt die lineare bzw. die komplexe Struktur in der Herde bestimmt. Die Mehreckverhältnisse bieten eine Chance für rangtiefe Tiere, sich den ranghohen Tieren zu widersetzen, womit ein besserer Zugang zu den Ressourcen geschaffen wird. Mit der Erhöhung der Anzahl von Gruppenmitgliedern wird auch die Komplexität der intra-individuellen Dominanzverhältnisse und die

Variabilität bei der Intensität dieser Interaktionen erhöht (Abbildung 6). Je größer Gruppen werden, desto weniger linear sind die Dominanzbeziehungen (*LINDBERG, 2001*).

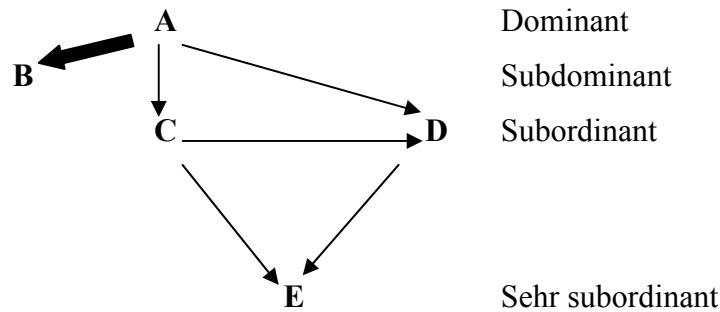


Abbildung 6: Komplexe Dominanzverhältnisse in einer großen Gruppe (verändert nach *LINDBERG, 2001*).

VAL-LAILLET et al. (2008) haben das Konzept der sozialen Dominanz bei 6 Gruppen, die aus je 12 Kühen bestanden, anhand des Fressverhaltens untersucht. Die Studie bestätigte die Existenz einer quasi-linearen Hierarchie, die aus über 52 % bi-direktionalen Dominanzverhältnissen bestand. Die Dominanzverhältnisse waren signifikant linear in 5 von 6 Gruppen, wobei der Anteil an zirkulären Triaden mehr als 45 % betrug.

3.5 Einflüsse auf den sozialen Status

Es gibt viele verschiedene Faktoren, die einen Einfluss auf die Herstellung der Rangfolge nehmen können oder die Veränderungen im sozialen Verhalten eines Individuums hervorrufen können. Die Folgen können direkt zur Änderung des sozialen Status eines Individuums und seiner Rangposition in der Gruppe führen.

Von zahlreichen Faktoren, die das Sozialverhalten sowie die Herstellung der sozialen Hierarchie beeinflussen können, werden diejenigen hervorgehoben, die am wirkungsvollsten sind und zwar: Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Temperament, Kampferfahrung, Aussehen, Rasse, Behornung usw. (*SÜSS und ANDREAE, 1984*). Es

existieren auch andere Faktoren, die auf die Rangposition eines Tieres Einfluss nehmen. In der Praxis treten oft mehrere Faktoren gemeinsam, da miteinander verbunden, auf (z.B. Alter und Körpermasse).

3.5.1 Visuelle Faktoren und Alter

Alter und Körpergewicht sind Faktoren, die bedeutend auf die soziale Position eines Tieres in der Hierarchie Einfluss nehmen. Frühere Untersuchungen von *SCHEIN und FOHRMAN (1955)* zeigten, dass eine signifikante Verbindung zwischen den erwähnten Variablen und der Dominanz in der Herde existiert. Die visuellen Faktoren, vor allem die Körpergröße in Verbindung mit dem Körpergewicht und dem Alter eines Tieres, können einen bedeutenden Einfluss auf das Verhalten des Tieres in Konfliktsituationen ausüben.

ARAVE und ALBRIGHT (1976) untersuchten den Einfluss von Zwischengruppentransfers von Herdenmitgliedern auf das soziale Verhalten und die soziale Rangfolge. Es wurde dabei festgestellt, dass die älteren Kühe mit größerem Körperumfang und Körpergewicht dominanter waren und eine höhere Rangposition einnahmen. Dabei waren der Rangindex und die Körpermasse stark positiv korreliert bei den Tieren mit annähernd gleichem Alter. Die starke Korrelation zwischen dem sozialen Rang und der Körpergröße bestätigten auch die Untersuchungen von *WAGNON et al. (1966)*.

Mit zunehmendem Alter steigen Kühe in der Rangordnung auf. Der Wert des Dominanzindex ist umso höher, je älter eine Kuh ist. Tiere, die älter als zehn Jahre sind, beginnen zwar häufig, im Rang zu sinken, sie nehmen aber immer noch einen der höchsten Plätze in der Rangordnung ein (*SAMBRAUS, 1978*).

3.5.2 Psychische Merkmale, Motivation und Persönlichkeit eines Individuums

Eine große Bedeutung bei der Herstellung sozialer Rangordnung können psychische

Merkmale, wie Aggressivität, Temperament, Selbstbewusstsein, Kampferfahrung usw. haben (SAMBRAUS, 1978). TULLOH (1961) untersuchte den Einfluss des Temperaments auf das Verhalten von Tieren unterschiedlichen Geschlechtes und unterschiedlichen Lebensalters. Die Studie zeigte, dass unter dem Aspekt des Temperaments ein Unterschied im Verhalten bei manchen Rassen existiert, aber nur bei der Abfolge bestimmter Handlungen während des durchgeführten Experimentes. Es bestätigte sich die signifikante Verbindung zwischen dem Temperament und der Körpermasse, wobei die „friedlicheren“ Tiere ein besseres Wachstum als die Tiere aufwiesen, die nervös, aggressiv und unruhig waren. Es wurde auch eine Korrelation zwischen dem Temperament und der Körpergröße festgestellt, wobei die Tiere mit kleinerem Körpervolumen temperamentvoller waren.

Die meisten Untersucher sind sich einig, dass das Temperament, die emotionale Reaktion und die Angst zu den wichtigsten Faktoren gehören, die die soziale Position des Tieres in der Gruppe determinieren. Die Angst übernimmt dabei die kritische Rolle bei der Etablierung von Dominanzverhältnissen. In experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von Testosteronpropionat bei Kühen mit dem Ziel, eine Änderung der Position in der Rangordnung dieser Individuen in der Gruppe hervorzurufen, zeigte sich, dass die Dominanz dieser Tiere darauf basierte, dass sie keine Angst gegenüber den Gruppenpartnern hatten und es generell zu schwachen Gegenreaktionen in der Herde kam (BOUISSOU *et al.*, 2001). Die momentane Motivation des Tieres (großer Hunger) kann auf das Verhalten des Tieres Einfluss nehmen und in besonderen Situationen kann das Tier die gegebenen Dominanzverhältnisse ignorieren (LINDBERG, 2001).

In der aktuellen Literatur räumt man der individuellen Persönlichkeit eine zunehmende Bedeutung bei der Erstellung von Dominanzverhältnissen ein. In der Vergangenheit wurde bei der Beschreibung der Hierarchiestruktur auf die Identifikation von niedrigrangigen, mittlerrangigen oder hochrangigen Tieren verwiesen. Dabei schenkte man den individuellen Unterschieden von Tieren in dieser Gruppe keine Beachtung. Individuelle Unterschiede ergeben sich aus der Neigung des Individuums, in bestimmten Situationen auf spezifische Art und Weise zu reagieren. Manche Individuen zeigen ihre

Angst zum Beispiel nur in manchen Situationen, andere sind permanent ängstlich, was für die Eigenschaft dieses Individuums und seine Persönlichkeit bezeichnend ist (ERHARD und SCHOUTEN, 2001).

In den Untersuchungen von MENDL *et al.* (1992) wurde die Korrelation zwischen der „Tierpersönlichkeit“ und seiner Position in der sozialen Hierarchie nachgewiesen. In diesen Untersuchungen hatten die Autoren auf der Basis des Erfolgs in agonistischen Interaktionen und der individuellen Fähigkeit, andere Partner aus der Gruppe zu verdrängen, alle Tiere in drei Kategorien unterteilt und zwar: „high success“, „low success“ und „no success“. Die Kategorien der Tiere „high success“ und „low success“ waren zugleich sehr aggressiv.

3.5.3 Krafteinschätzung und Kampferfahrung

Die Krafteinschätzung und die Kampferfahrung können zur Reduzierung von agonistischen Interaktionen führen. Die Tiere, die früher Kontakte mit den Mitgliedern einer anderen Gruppe hatten, steigen in der Regel schneller in der Hierarchie. Dieses wurde durch die Untersuchungen von sozialer Erfahrung bei den weiblichen Kälbern bestätigt, die nach der Geburt keinerlei Kontakte mit anderen Tieren hatten, im Vergleich zu ihren Altersgenossinnen, die im frühen Stadium soziale Erfahrung gemacht hatten. Die weiblichen Kälber mit sozialer Erfahrung kämpften weniger und erstellten schneller Dominanzverhältnisse, die auch länger stabil blieben (BOUISSOU *et al.*, 2001).

Die Krafteinschätzung und die frühe Kampferfahrung ermöglichen den subdominanten Tieren, sich kampflös den dominanten Tieren zu unterwerfen, was auch den finalen Kampfausgang beeinflussen kann. Umgekehrt kann das Tier auf Grund früherer positiver Kampferfahrungen den Konflikt initiieren, wenn es den Sieg vorausschätzen kann (SAMBRAUS, 1978; JACKSON, 1988).

3.5.4 Konkurrenz und Konkurrenzsituationen

Zum aggressiven Verhalten kommt es vor allem dann, wenn Konkurrenzsituationen auftreten. Konkurrenzsituationen treten im Zusammenhang mit Futter, Liegeplatz, Bewegungsraum usw. auf. Wenn Ressourcen nur begrenzt zugänglich oder knapp sind, dann können in solchen Fällen ranghohe Tiere die knappen Ressourcen ungehindert aufsuchen, während die rangniederen Tiere von dort verdrängt werden bzw. gar nicht erst dorthin gelangen (*SYME und SYME, 1982*). Sogar bei ad libitum-Fütterung fressen die rangniedrigen Tiere weniger und haben geringere Zunahmen als ranghohe Tiere (*BOUISSOU et al., 2001*).

Konkurrenzsituationen entstehen oft und unmittelbar nach der Futtervorlage in der Futterkrippe. Sie erreichen ihren Höhepunkt 30 bis 45 Minuten nach der Futtervorlage (*FRIEND und POLAN, 1974*). Schmackhaftes Futter (z.B. Grünfutter) sowie die Fütterungstechnik verstärken die Konkurrenzsituation, die auf das aggressive Verhalten beim Fressen direkten Einfluss nehmen kann (*PHILLIPS und RIND, 2001*).

VAL-LAILLET et al. (2008) zeigten, dass eine große Rolle die Motivation der Tiere für den Ressourcenzugang spielt. Wenn die Tiere motiviert sind, an die Futterressourcen zu gelangen, steigt die Anzahl an aggressiven Interaktionen. Dabei entwickeln motivierte Tiere bi-direktionale Verhältnisse und zirkuläre Tryaden.

In der Untersuchung von *OLOFSSON (1999)* zum Einfluss der Erhöhung des Tier-Fressplatz-Verhältnisses an automatischen Futterstationen versuchten die Tiere unabhängig von ihrem sozialen Status, zur Ressource (Futter) zu gelangen. Im Ergebnis dieses agonistischen Verhaltens stieg die Zahl aggressiver Verdrängungen an der Futterstation.

3.5.5 Gruppengröße und Besatzdichte

Bei der Laufstallhaltung von Rindern ist es notwendig, den Tieren genügend Platz zur

Verfügung zu stellen, um die Rankämpfe durch ein Platzdefizit zu vermeiden oder zumindest zu verringern (BAHRS, 2005). Die optimale Herdengröße wird durch verschiedene Faktoren determiniert, wobei die sozialen Interaktionen zwischen den Herdenmitgliedern eine wichtige Rolle spielen (GRANT und ALBRIGHT, 2001). In der Praxis findet man Gruppen von 40 bis 100 Kühen vor, obwohl nach den allgemein akzeptierten Regeln eine Herde aus 50 bis 60 Kühen bestehen sollte (ARAVE und ALBRIGHT, 1981). Diese Tieranzahl in einer Gruppe stellt das vorgeschlagene Maximum dar, um eine stabile soziale Hierarchiebildung auf der Grundlage gegenseitigen Erkennens unter den Individuen ermöglichen zu können.

Das Niveau des agonistischen Verhaltens in einer Gruppe ist direkt von der Gruppengröße abhängig. Im Prinzip sollten die kleinen Gruppen eine stabile und lineare Hierarchie haben mit nur wenig vorkommenden Aggressionen. Demgegenüber entstehen in größeren Gruppen komplexe Verhältnisse, die die Linearität der sozialen Rangordnung beeinflussen können. In Abhängigkeit von der Gruppengröße können die Individuen verschiedene Strategien zur Etablierung der sozialen Hierarchie anwenden (LINDBERG, 2001).

Die Lebensraumreduzierung im Zusammenhang mit der gleichzeitigen Erhöhung der Besatzdichte stimuliert das Auftreten von agonistischen Interaktionen bzw. mit der Vergrößerung des Bewegungsraumes im Stall wird das Risiko des Auftretens sozialer Konflikte reduziert und die positiven sozialen Aktivitäten werden auf diese Art und Weise stimuliert (SUNDRUM, 2002). Die Reduzierung der Stallgröße muss nicht immer zum Anstieg der Zahl an agonistischen Interaktionen führen, weil rangniedrige oder ranghöhere Tiere die sozialen Aktivitäten reduzieren, womit auch mögliche Konfliktsituationen vermieden werden können. Die Vermeidung von Konfliktsituationen ist so lange möglich, wie die submissiven Tiere den Lebensraum ihrer dominanten Nachbarn nicht in Anspruch nehmen (LAMB, 1976). Zu den ähnlichen Schlussfolgerungen kamen auch ARAVE *et al.* (1984) in ihren Untersuchungen, in denen die Raumreduzierung von 9,3 m²/Kuh auf 2,3 m²/Kuh zur Verringerung der Tieraktivitäten insgesamt führte und die Zahl der Interaktionen zwischen den Tieren fast

bis zur Hälfte reduzierte. Dabei haben nur die Kühe, die in der Hierarchie die niedrigste Stufe einnahmen, die Tendenz zur mehr Aktivität gezeigt, um die Begegnungen mit den dominanten Tieren zu vermeiden.

Die meisten Autoren sind der Meinung, dass die Herdengröße direkt auf die Fähigkeit gegenseitiger Erkennung unter den Gruppenmitglieder Einfluss nimmt. Die Tiere in einer Gruppe erkennen sich individuell untereinander visuell an Hälsen und Köpfen, olfaktorisch durch Beschnuppern an der Anogenitalregion aber auch an anderen Signalen, z.B. Körpergröße, Kampf und Kampfvermeidung usw. Diese gegenseitige Erkennung beeinflusst auch die soziale Rangordnung, aber nur bei einer bestimmten Anzahl an Tieren in der Gruppe. Es wird angenommen, dass die Rinder in der Lage sind, sich in einer Herdengröße von 70 Tieren gegenseitig zu erkennen (*SAMBRAUS, 1978; RODENBURG und KOENE, 2007*). Das Fehlen der gegenseitigen Erkennung könnte der Faktor sein, der auf die Minimierung der agonistischen Interaktionen zwischen den Tieren im Vergleich mit kleineren Gruppen Einfluss nimmt (*LINDBERG, 2001*).

Die Fressplatzbreite beeinflusst die Erhaltung der Individualdistanz zwischen den Kühen und führt zum Auftreten von aggressivem Verhalten und von Verdrängung an der Futterkrippe während der Futtervorlage. Die Untersuchungen von *DE VRIES et al. (2004)* sowie *DE VRIES und KEYSERLINK (2006)* haben bestätigt, dass durch die Flächenvergrößerung am Futterband auch die Individualdistanz zwischen den nächsten Nachbarn vergrößert wird. Die räumliche Distanz beeinflusst direkt die Häufigkeit aggressiver Interaktionen und Verdrängungen mit physischen Kontakten. Die Vergrößerung des Fressplatzes am Futtertrog von 0,64 m auf 0,92 m führte zur Verminderung der Anzahl an agonistischen Interaktionen um 57 %.

3.5.6 Physische Barrieren und Nackenrohre

Bei Benutzung verschiedener physischer Barrieren und Nackenrohre am Futtertrog kann es zu Veränderungen im Verhalten der Kühe kommen. Die Untersuchungen von

ENDRES *et al.* (2005) haben gezeigt, dass die Anwendung einzelner Fang-Fressgitter mit der Möglichkeit der zeitweilige Fixation der Tiere im Vergleich mit einfachen Nackenrohrkonstruktionen zur Reduzierung der aggressiven Interaktionen am Futtertrog führt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen raten zur Benutzung von Fang-Fressgittern, weil sie zur Reduzierung der Anzahl an aggressiven Verdrängungen am Futtertrog um 21 % führen können. Einzelne Halsbarrieren ermöglichen den Kühen mit sozial niedrigeren Rangpositionen in der Herde, dass sie unmittelbar nach der Futtervorlage besseren Zugang zum Futtertrog haben. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen in ihren Untersuchungen auch HUZZEY *et al.* (2006) sowie DE VRIES und KEYSERLINK (2006), wobei sie den Vorteil der Benutzung individueller Fressgitter im Vergleich zu den klassischen Rahmenkonstruktionen hervorheben. Sie bestätigten in ihren Untersuchungen, dass die Zahl der aggressiven Verdrängungen signifikant reduziert wird und dass damit die größten Vorteile für subdominante Tiere erreicht werden. Die gleichen Autoren führen auf, dass bei nicht optimaler Besatzdichte die Wirksamkeit der beiden erwähnten Rahmenbarrieren verringert wird, was sich wiederum signifikant auf die Verhaltensänderungen bei der Fütterung auswirkt.

3.5.7 Rasseunterschiede

Die Vererbbarkeit von sozialer Dominanz scheint vor allem das Resultat von korrelierenden Charakterzügen / Exterieurmerkmalen zu sein. Generelle Aggressivität besitzt vermutlich eine große adaptive genetische Komponente und korreliert mit sozialer Dominanz (LEHMANN, 2000).

Viele Untersuchungen, insbesondere bei Hühnern, haben zweifellos gezeigt, dass die Aggressivität vererbbar ist. Die Vererbung der Aggressivität (oder Dominanz) beim Huhn wird von vielen Loci beeinflusst. Sowohl additive (h^2 ungefähr 0,3) wie nicht-additive genetische Varianz sind von Bedeutung; ihr Stellenwert wird am leichtesten durch veränderte Antwortbereitschaft auf soziale Reize verschoben (BEILHARZ, 1984).

Bei Rindern bestehen große Rassenunterschiede, die durch ihre spezifischen Aggressions- und Sozialverhaltensweisen auch einen großen Einfluss auf den Dominanzstatus eines Tieres besitzen. *STRICKLIN und KAUTZSCANAVY (1983)* haben bestätigt, dass Tiere der Rasse Angus gegenüber den Shorthorns dominant waren, und dass über die Tiere dieser zwei Rassen Rinder der Rasse Hereford dominierten. Ähnliche Ergebnisse über den Rasseeinfluss auf die soziale Dominanz findet man auch in den Untersuchungen von *WAGNON et al. (1966)*, wobei sich die Rinderrasse Angus als dominant und die Rasse Shorthorn als submissiv zeigte.

BRAKEL und LEIS (1976) stellen in ihren Untersuchungen signifikante Zusammenhänge zwischen der Rasse und der Anzahl in einer Gruppe durchgeführten agonistischen Interaktionen fest. *ERHARD und SCHOUTEN (2001)* führen auf, dass sich die Rinder der Rasse Salers durch sehr wenige nicht-agonistische Interaktionen im Vergleich zur Rasse Friesians auszeichnen. Die Aussage über einen möglichen Rasseneinfluss auf den sozialen Status wird durch die Tatsache erschwert, dass verschiedene Rassen sich zugleich in der Körpergröße und in der Körpermasse unterscheiden (*LEHMANN, 2000*).

3.5.8 Einfluss der Behornung

Zu Beginn der Untersuchungen über die soziale Hierarchie wurde angenommen, dass das Vorhandensein von Hörnern eine große Bedeutung für die Herstellung der sozialen Rangordnung hat, und dass mit der Hornentfernung die soziale Hierarchie in der Herde geändert wird (*WOODBURY, 1941*).

Das Vorhandensein von Hörnern spielt eine große Rolle bei der Einhaltung der individuellen Distanz zwischen den Tieren. Diese Distanz ist unterschiedlich und sie beträgt bei horntragenden Rinder bis 2 m, während die Distanz bei den hornlosen Tieren deutlich kleiner ist und eher 50 cm beträgt (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984; SAMBRAUS, 1978*).

Unter den räumlich begrenzten Bedingungen der Stallhaltung kommt es oft zu Auseinandersetzungen, bei denen der entscheidende Faktor die Hörner bzw. die Größe der Hörner sein kann. Die Hörner sind besonders bei den älteren Tieren von Vorteil, die ihre Position in der Rangordnung leichter einhalten können. In der Studie von *WAIBLINGER (2001)* wurde die Bedeutung von Hörnern in der Laufstallhaltung dargestellt. Das Vorhandensein von Hörnern bei den Tieren spielt eine große Rolle bei den frontalen (Stirn) Rankämpfen, weil dabei der Effekt des Vorbeigleitens des Tierkopfes während des Schlages vermieden wird.

Komparative Untersuchungen an behornten und unbehornten Rindern haben gezeigt, dass der Anteil an agonistischen Verhaltensweisen mit physischen Kontakten in unbehornten Herden größer ist. Diese Tatsache weist auf ein geringeres gegenseitiges Respektieren bei den unbehornten Tieren hin. Die Untersuchungen von *BOGNER und GRAUVOGL (1984)* ergaben, dass die Zahl der agonistischen Interaktionen in der Gruppe mit behornten Rinder deutlich kleiner war.

MENKE et al. (1999) haben Untersuchungen an 35 Kuhherden zum Einfluss des Vorhandenseins von Hörnern auf das Sozialverhalten und das Auftreten von Verletzungen durchgeführt. Diese Untersuchungen wiesen nach, dass es in über 70 % der Herde zu Verletzungen und agonistischen Interaktionen kam. Die Autoren sind der Meinung, dass das richtige Management (Flächen- und Gruppengröße, richtige Eingliederung und Separation der Kühe usw.) sowie die „Mensch-Tier Beziehung“ von größerer Bedeutung für die Art von Aggressivität und die Anzahl der Interaktionen ist als der Einfluss der Hörner.

3.5.9 Einfluss des Menschen

Die Untersuchungen von *BRASMANN (1999)* haben bestätigt, dass die Tiere im Kontakt mit Menschen vor allem auf akustische, optische und Bewegungsreize reagieren. Der Autor widmet in seiner Untersuchung besondere Aufmerksamkeit dem

Gewöhnungseffekt bezüglich einzelner Reize sowie dem Umstand, dass die Tierreaktion auch von dem emotionalen Zustand der gesamten Gruppe abhängig sein kann.

Der Einfluss der betreuenden Menschen bzw. der Umgang mit den Tieren können zu Verhaltensänderungen führen. Bei den Untersuchungen von *BREUER et al. (2000)* wurde der Einfluss des Menschen auf die Milchleistung und das Hervorrufen von Ängsten bei den Kühen untersucht. In den Betrieben, in denen diese Angst vorhanden war, produzierten die Tiere weniger Milch als auf den Höfen, auf denen die Tiere keine Angst vor Menschen hatten.

In den Untersuchungen von *MUNKSGAARD et al. (2001)* sowie *RUSHEN et al. (1999)* wurde ein „Handling-Test“ durchgeführt, bei dem vertraute oder fremde Personen im Stall waren und entweder „freundlich“ oder unfreundlich“ mit den Tiere umgingen. Die Entfernung zum Menschen ändert sich im Laufe des Versuchs soweit, dass die Kühe zu der unfreundlichen Person einen weiteren Abstand einhielten als zur freundlichen. Die Kühe waren in der Lage, die anwesenden Personen individuell zu erkennen und entsprechend deren Behandlungen zu reagieren. Die Untersuchungen von *BREUER et al. (1997)* kamen zu ähnlichen Ergebnissen. Die Autoren untersuchten den Einfluss von groben Kontakten und Schlägen bei den Kühen vor und nach dem Melken. Diejenigen Kühe, die unter dem negativen Einfluss und den Schlägen von Menschen standen, hielten durch die Flucht eine Mindestdistanz. Diese Tiere waren weniger produktiv, hatten nach der Kalbung Gewichtsverluste und sie bewegten sich wenig. Demgegenüber führte der „freundliche“ Umgang des Menschen (Streicheln) zur positiven Erfahrungen, die Tiere hatten weniger Angst gegenüber Menschen und der Gewöhnungsprozess bezüglich neuer Situationen wurde damit erleichtert.

Die komplexe Studie von *MÜLLEDER und WAIBLINGER (2004)* betonte die Bedeutung der Wirkung der Mensch-Tier-Beziehung und des Managements auf das soziale Verhalten der Kühe. Die angewendeten Managementfaktoren führten zur Verminderung von Aggressivität, agonistischen Interaktionen und Konflikten zwischen den Tieren. In erster Linie handelt es sich um Vorgänge während der Integration von gekalbten Tieren,

brünstigen Tieren und Trockenstehern. *HEMSWORTH et al. (2000)* betrachteten auch die Mensch-Tier-Beziehung während des Melkens und die Reaktion der Kühe. Die Autoren der Studie sahen einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem „Handling“ des Menschen und dem Verhalten der Tiere: Ein unfreundlicher Umgang führte einerseits zu einer Verminderung der Annäherung seitens der Kuh, andererseits trug ein harsches Auftreten zur Ruhelosigkeit der Kühe im Melkstand bei.

3.5.10 Körperkondition und Krankheit

BRANTAS (1967) bestätigte in seinen Untersuchungen, dass Krankheiten, vor allem Lahmheiten, in großem Maße die soziale Struktur in der Herde beeinflussen können. Kranke und verletzte Tiere, insbesondere wenn sie in ihrer Bewegungsmöglichkeit beschränkt sind, ändern ihr soziales Verhalten und finden sich in ihrer Umgebung sehr schwer zurecht.

GALINDO (2002) führte seine Untersuchungen an 2 Kuhgruppen durch und untersuchte den Einfluss der Lahmheit auf das soziale und individuelle Verhalten von Kühen. Diejenigen Kühe, die Probleme mit ihren Klauen und Gliedmaßen hatten, verbrachten mehr Zeit im Liegen und weniger Zeit bei der Fütterung und in Bewegung. Es wurde aber kein Unterschied in der gezeigten Aggressivität zwischen lahmen und gesunden Kühen festgestellt. Es wurde angenommen, dass es wegen der eingeschränkten Beweglichkeit zu selteneren Begegnungen in der Herde kam, was sich wiederum auf die Anzahl der Interaktionen zwischen den Tieren auswirkte. Kranke Kühe mit schwacher Körperkondition vermeiden Rangkämpfe, wobei sie kampflös ihre Positionen in der sozialen Rangordnung verlieren (*SCHRADER und MAYER, 2005*).

3.5.11 Geschlecht und hormoneller Status

Allgemein scheint eine Tendenz zu bestehen, dass die Dominanz zwischen weiblichen Tieren konstanter bleibt, während sie zwischen männlichen Tieren häufiger wechselt. Die einmal hergestellte Hierarchie in einer Gruppe mit ausschließlich weiblichen Tieren wird leichter akzeptiert. Wenn die Gruppe dagegen aus männlichen Tieren besteht, wird eine kontinuierliche Tendenz zum Aufstieg in der Rangordnung verzeichnet (*SAMBRAUS, 1978*). Deshalb nehmen Bullen erst in einem Alter von 1,5 bis 2 Jahren die höchsten Rangplätze in der sozialen Hierarchie ein (*BOGNER und GRAUVOGL, 1984*).

In geschlechtgemischten Herden (Kühe und Bullen) wurde kontinuierlich das dominante Verhalten der Bullen beobachtet. Aggressive Bullen richteten ihr agonistisches Verhalten gegenüber anderen Bullen in der Gruppe aus, um den Herdenzugang anderer männlicher Tiere zu unterbinden (*LAMB, 1976*).

Untersuchungen zur exogenen Zufuhr von Testosteron (Propionat- und Estradiolbenzonat) bei Kühen zeigte, dass sich dadurch vollkommen der etablierte soziale Rang verändern ließ. Diejenigen Kühe, die diese Hormonbehandlung erhielten, zeigten ein dominanteres Verhalten als diejenigen ohne diese Behandlung (*BOUISSOU et al., 2001*).

3.5.12 Soziale Partner

Auf die Herstellung dominanter Verhältnisse zwischen 2 Tieren kann auch ein drittes Individuum im Sinne einseitiger Koalitionen und Allianzen Einfluss nehmen. Einzelne Tiere können die Entstehung dominanter Verhältnisse beeinflussen und einen destabilisierenden Effekt bezüglich der sozialen Rangordnung haben (*LINDBERG, 2001*). Beispiele hierfür sind einerseits Koalitionen, bei denen ein drittes Tier einen der beiden Interaktionspartner unterstützt und andererseits Schlichtungen, bei denen ein drittes Tier die Dominanzinteraktionen beendet, indem es die beiden kämpfenden Tiere trennt (*KEIL und*

SAMBRAUS, 1996). Koalitionen führen dazu, dass die Dominanz eines Tieres über ein bestimmtes Gruppenmitglied von der Anwesenheit eines dritten Tieres, seines Koalitionspartners, abhängt (*WECHSLER, 2000*).

Der Einfluss und das Vorhandensein eines sozialen Partners kann zur Angstreduzierung bei einem Individuum führen und das Fressverhalten ändern. Die Tiere sind in der Lage, die Anwesenheit ihres sozialen Partners zu erkennen und erhalten auf dieser Weise eine bestimmte Unterstützung. Außerdem können sie auch den emotionalen Zustand ihres Partners spüren (*BOUISSOU et al., 2001*).

3.5.13 Stallböden

HAUFE et al. (2007) führten Untersuchungen an drei verschiedenen Bodenbelägen (Beton, Asphalt und Gummi) durch. Die höchste Aktivität in der Bewegung und die längsten Schritte hatte die Kuhgruppe in den Ställen mit Gummiböden. Die Schrittweite ist ein Hinweis auf die Bewegungssicherheit bei den Gummibodenbelägen.

Die Untersuchungen von *BENDEL (2005)* wiesen nach, dass sich die Kühe auf den Betonböden sehr vorsichtig bewegen, insbesondere während der sozialen Konflikte. Die rangniedrigen Tiere wollten dabei die Rankämpfe vermeiden. Demgegenüber bewegten sich die Tiere auf den mit Gummi ausgelegten Böden schneller, mit längeren Schritten und wesentlich sicherer. Das Ausrutschen wurde auf ein Minimum reduziert. Die Kühe mit hohen Rangindexwerten verbrachten viel mehr Zeit im Stehen auf den Gummiböden im Vergleich zu den rangtiefen Tieren. Auf den Gummiböden sind die Kühe in der Lage, doppelt so lange Strecken zu laufen als auf den Betonböden und die Anzahl der agonistischen Interaktionen zeigt eine steigende Tendenz (*PLATZ et al., 2006*).

BAHRS (2005) kam zu dem Schluss, dass für das aggressive Verhalten der Rinder ein fester Boden benötigt wird, damit der Gegner verdrängt werden kann. Auf den Gummiböden erhöht sich mit dem Anstieg des Körpergewichtes auch die Anzahl der aggressiven Interaktionen.

3.5.14 Einfluss des Melksystems

Die Einführung von Robotern in die Praxis führte zu Veränderungen im Kuhverhalten, die neue Ansprüche an das Management beim automatischen Melken bedingen (*LEXER et al., 2002*). Diese Verhaltensänderungen sind sehr von der Wahl der Kuhverkehrsvarianten abhängig (freier, halbfreier und selektiver Kuhverkehr). Bei der Anwendung des freien Kuhverkehrs im automatischen Melksystem spielt der soziale Status des Tieres die bedeutendste Rolle bei der Herstellung eines gleichmäßigen Melkintervalls und -rhythmus. Dieser Sozialstatus beeinflusst direkt die Häufigkeit der Auseinandersetzungen und der Verdrängungen insbesondere im Warteraum vor dem Robotersystem (*HESSEL et al., 2002; LEXER et al., 2002*).

Die Untersuchungen von *WIKTORSSON et al. (2003)*, *RÖMER et al. (2005)* sowie *MELIN et al. (2006)* zeigten, dass die Zeitdauer im Warteraum vor dem Roboter von der Anzahl der Kühe, aber auch vom sozialen Status des Einzeltieres abhängig ist. Die rangniedrigen Tiere verbrachten signifikant mehr Zeit im Warteraum im Vergleich zu den ranghohen Tieren. Wenn die Anzahl der Kühe im Warteraum gering war, kam es auch zu einer geringeren Zahl aggressiver Verhaltensweisen. Die Kühe in den niedrigsten Rangpositionen zeigten viel weniger agonistische Interaktionen im Vergleich zu den dominanten Kühen. Im Einklang mit diesen Untersuchungen stehen auch die Ergebnisse von *HESSEL (2002)*, der bei einer Erhöhung der Anzahl Kühe im Warteraum eine erhöhte Aggressivität und eine steigende Zahl an agonistischen Interaktionen feststellte, was sich insbesondere auf die jüngeren Tiere auswirkte.

FÜBBEKER et al. (2000) haben auf der Basis einer Umfrage den Einfluss des automatischen Melksystems auf das Kuhverhalten unter dem Aspekt des Auftretens von Rankämpfen und agonistischen Interaktionen untersucht. Dabei gab es von den 35 befragten Betrieben sehr widersprüchliche Aussagen. Einige Betriebsleiter gaben an, dass sich die Zahl der Rankämpfe erhöht hatte, andere waren der Meinung, es gab keine Veränderungen. Am häufigsten wurde geantwortet, dass sich die Zahl der agonistischen Interaktionen verringert hatte. *GYGAX et al. (2007)* sind der Meinung, dass der

Beunruhigungsgrad und der Stress der Kühe zwar höher an automatischen Systemen im Vergleich zu konventionellen Melksystemen sind, dass Verhalten und Wohlbefinden der Tiere nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

In konventionellen Melksystemen besteht eine Korrelation zwischen der sozialen Dominanz und der Melkreihenfolge (*SOFFIE et al., 1976; DIETRICH, 1965*). Fast immer führen die gleichen Tiere die Melkreihenfolge. Die Kühe, die als erste gemolken wurden, hatten hohe Rangpositionen, sie waren aber nicht dominant gegenüber allen Kühen.

ALBRIGHT et al. (1966) untersuchten den Trainingseinfluss auf die Veränderung der Reihenfolge beim Eintreten in den Melkstand. In einer Herde von 40 Jersey-Kühen trainierte man täglich 25 Tiere. Danach wurde festgestellt, dass sich bei 85 % der Kühe die Reihenfolge geändert hatte. Nach diesem 25-tägigen Training stellten die Kühe allerdings die ursprüngliche Reihenfolge beim Eintreten in den Melkstand wieder her. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich sofort nach dem Ende der menschlichen Einflussnahme die Hierarchieordnung selbstständig etablierte.

3.6 Veränderung der sozialen Herdenstruktur

Die soziale Struktur und damit auch die Hierarchieordnung in einer Rindergruppe kann über eine längere Zeitperiode stabil bestehen bleiben unter der Bedingung, dass die Gruppenmitglieder sich nicht ändern. Es ist anzunehmen, dass sich die Herdenmitglieder untereinander kennen, weil sie eine längere Zeit miteinander in der Gruppe verbracht haben. In der modernen Rinderhaltung gibt es allerdings die Umgruppierung, z.B. durch die Bildung von Leistungsgruppen, durch die Eingliederung von Frischabkalbern usw. (*RAUSSI et al., 2005*). Mit jeder Umorganisation der Gruppe kommt es in der Regel zu physischen Auseinandersetzungen und Rankämpfen auch dann, wenn eine stabile soziale Hierarchie schon vorhanden ist. Diese Umgruppierungen führen zwangsläufig zur Herstellung neuer Dominanzverhältnisse unter den Tieren. Deshalb sind die ersten Tage

nach der Umgruppierung mit Rankämpfen, Drohverhalten u.ä. verbunden (*BOE und FAEREVIK, 2003*). Die Eingruppierung von fremden Tieren erhöht die Aggressivität, den sozialen Stress und intensiviert das lokomotorische Verhalten mit negativen Auswirkungen auf die Leistung. Die Auseinandersetzungen dauern in der Regel 24 h bis 72 h (*SCHRADER und MAYER, 2005*). Demgegenüber stellte *HAFEZ (1969)* fest, dass es zu keinerlei Kämpfen kommen muss, wenn ein neues Herdenmitglied in die Herde kommt. Das neue Tier integriert sich zunächst in der Herde, in dem es sich an dem Verhalten der Herdenmitglieder orientiert. So können Rinder die Rangpositionen ihrer „Nachbarn“ in der Herde recht gut einschätzen und zunächst Auseinandersetzungen umgehen. Wollen sie in der Hierarchie jedoch weiter aufsteigen, werden sich Auseinandersetzungen nicht umgehen lassen (*SAMBRAUS, 1978; BOGNER und GRAUVOGL, 1984*). Allerdings ist eine Eingliederung einzelner Tiere in eine etablierte Herde möglichst zu vermeiden, und es sollten vorzugsweise kleine Gruppen neuer Tiere integriert werden.

PHILLIPS und RIND (2001) haben die Effekte von Kuhumgruppierungen und Zwischentransfers von Kühen mit einem unterschiedlichen Laktationstatus auf die Milchleistung und das Verhalten untersucht. Die Untersuchungen ergaben, dass die Tiere der gemischten Gruppe (Erstkalbinnen und Kühe) in der ersten Woche 3 % weniger Milch gegeben haben bzw. 1 % weniger Milch in den nächsten 6 Wochen. Die Mischgruppe zeigte eine erhöhte Aggressivität, verbrachte viel weniger Zeit auf der Weide und verbrachte viel mehr Zeit im Stehen.

Die Studie von *RAUSSI et al. (2005)*, in der es zu einer höheren Anzahl an wiederholten Umgruppierungen mit den Färsen kam, zeigte, dass diese wiederholten Umgruppierungen unaufhörlich zu agonistischen Interaktionen führten. Die soziale Hierarchie konnte erst nach der siebten Umgruppierung hergestellt werden, die Entwicklung von agonistischen Interaktionen setzte sich aber bis zu 16-facher Umgruppierung fort. Aus dieser Studie leitet sich die Schlussfolgerung ab, dass sich die Färsen nicht an die Umgruppierungen gewöhnen konnten.

BRAKEL und *LEIS* (1976) untersuchten die soziale Disorganisation. In ihren Untersuchungen führte der Zwischengruppentransfer von Individuen zu AI, die in der ersten Beobachtungsstunde doppelt so hoch waren (9,6 AI/Kuh) als in der homogenen Gruppe (4,9 AI/Kuh). Die Anzahl an AI verringerte sich mit der Zeit (am 7. Beobachtungstag gab es noch 4,28 AI/Kuh). Außer auf die soziale Struktur wirkte sich die Umgruppierung von Kühen auch auf die Milchleistungsreduzierung aus (ca. 3 %), hatte aber keinen Einfluss auf die Körpermasse der Kühe. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch *SCHEIN et al.* (1955), wonach die Einführung von 15 Färsen und 3 Kühen in eine andere Gruppe von 15 Kühen zu einer Milchmengenverringering um 5 % führte.

Die Untersuchungen von *ARAVE* und *ALBRIGHT* (1976) zeigten, dass sich der Zwischengruppenaustausch von Kühen am stärksten auf die Tiere auswirkte, die sich in der mittleren Rangordnung befanden. Diese Tiere hatten die meisten Änderungen im Dominanzindexwert während der gesamten Beobachtungsdauer. Demgegenüber blieben die Tiere, die extrem dominant (RI = +1) oder extrem subdominant waren (RI = -1), stabil in der Hierarchie während dieses Umgruppierungsexperimentes.

In regroupierten Herden kommt es schrittweise zur Etablierung einer neuen Hierarchie. In den ersten 48 Stunden waren 65 % der Interaktionen physischer Natur, die restlichen 35 % verliefen ohne physischen Kontakt. Nach dem zweiten Tag war das Verhältnis von physischen zu nicht-physischen Interaktionen 40 % : 60 % (*KONDO und HURNIK, 1990*).

Die Aggressivitätsintensität in einer Herde verändert sich, wenn ein Tier nach einer zeitweiligen Abwesenheit in die ursprüngliche Gruppe zurückkehrt. Obwohl das Tier bereits ein Mitglied dieser Gruppe war, wird der zuvor erworbene soziale Status verloren bzw. muss wieder errungen werden. Die Tiere kennen sich zwar offensichtlich noch, aber der Respekt vor dem Ranghöheren ist in vielen Fällen gemindert oder nicht mehr vorhanden (*SAMBRAUS, 1978*). So bleiben z.B. die trockenstehenden Kühe nicht in der Gruppe der laktierenden Kühe.

Die Kühe in einem frühen Laktationsstadium können ernsthafte physische Verletzungen oder Traumata als Folge der Suche nach der eigenen sozialen Position in einer schon etablierten sozialen Hierarchie erleiden (*LAMB, 1976*).

4 EIGENE UNTERSUCHUNGEN: MATERIAL UND METHODEN

4.1 Untersuchungseinrichtungen

Die Verhaltensuntersuchungen an Kühen in verschiedenen Melksystemen fanden im Landwirtschaftszentrum Eichhof (bei Bad Hersfeld) in Deutschland sowie im Zuchtzentrum „Velvet-Farm“ in Serbien statt.

4.1.1 Landwirtschaftszentrum Eichhof

In diesem Betrieb wurden für die Untersuchungen zwei Kuhherden ausgewählt. Die beiden Herden wiesen eine annähernd gleiche Alters- und Laktationsstruktur auf. Die Herdengröße betrug im Mittel 50 Kühe in Abhängigkeit von der Anzahl an Trockenstehern bzw. Tieren in der Transitphase. Eine Herde wurde mit dem automatischen Melksystem (Typ „Astronaut“- Lely), die andere Herde in einem herkömmlichen Melkstand (Typ „Autotandem“) gemolken (Abbildung 7).

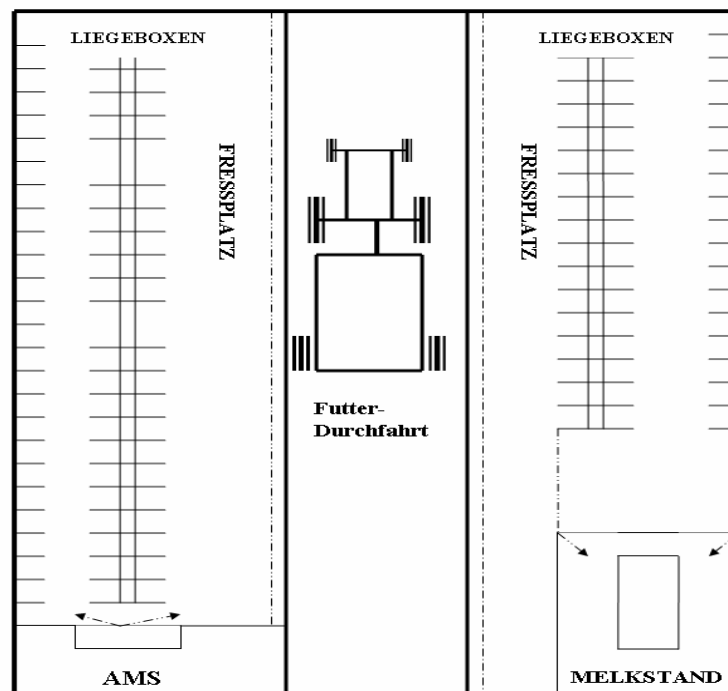


Abbildung 7: Grundriss- Schema der zwei Untersuchungsgruppen auf dem Eichhof

4.1.1.1 Kuhgruppe mit Roboter melk system – (AMS - Eichhof)

In der Rassenstruktur der zum Roboter melk system gehörenden Kuhgruppe dominierten die Tiere der Rasse Holstein Friesian (HF), hinzu kamen noch zwei Kühe der Rasse Rotvieh (RV) und eine Kuh der Rasse Fleckvieh (FV).

Am Untersuchungsanfang befanden sich 16 Kühe in der Erstlaktation, 10 Kühe in der zweiten, 12 Kühe in der dritten und 12 Kühe in der vierten Laktation. In der Gruppe von mehr als 4 Laktationen befanden sich 10 Kühe.

Das Melken der Kühe wurde mittels des Einboxen-Robotersystems vom Typ Lely Modell Astronaut III durchgeführt. Die Melkbox befand sich auf der Stirnseite des Stalles unmittelbar neben der Stallhaupteingangstür. Die Box war von drei Seiten mit einer Metallkonstruktion abgeschlossen und die längere vierte Seite wurde durch ein Eintritts- bzw. Austrittstor geteilt. Auf der gegenüberliegenden Türseite befand sich der befestigte Roboterarm (Handhabungsautomat). Dieser Roboterarm enthielt ein Lasergerät zum Erkennen der Euterposition, Melkbecher mit Schläuchen für die Milchabführung sowie ein Reinigungssystem in Form von Zylinderbürsten.

Der Boxenboden war am gesamten Metallrahmen befestigt, aus festem Material und mit Antirutschgummi ausgelegt. Der Boden war mit Ausnahme eines schmalen Gitterrosts im hinteren Bereich planbefestigt. Auf der Boxenstirnseite als Teil des Gesamtsystems befand sich ein kleiner Futtertrog, durch welchen das jeweilige Tier mit der Kraftfuttermahlung versorgt werden kann. Gegenüber dem Futtertrog ist ein Metallhebel eingebaut, der so genannte „Kuhfolger“, der die Kuhposition während des Melkvorgangs fixiert. Die Melkbox ist für die Kühe ca. 22 h betriebsbereit. Im Laufe eines Tages sind 2 Stunden für die Reinigung des Systems vorgesehen. Die Anzahl der Boxenbesuche während der 24 h ist nach einem Kombinationsprinzip programmiert, d.h. nach der Menge der gemolkenen Milch und nach den Zwischenmelkzeiten. Das Melksystem ist nach Angaben des Herstellers für eine Herdengröße von 60 Tieren ausgelegt.

4.1.1.2 Kuhgruppe mit Melkstand – (MS - Eichhof)

Der größte Teil der Tiere in dieser Gruppe gehörte der Rasse HF an. Ausnahmen bildete zwei Tiere der Rasse Fleckvieh und 5 Tiere der Rasse Rotvieh. Zu Beginn der Untersuchung waren 16 Kühe erstlaktierende, 16 in der zweiten und 10 in der dritten Laktation. Nur 4 Kühe hatten bereits mehr als drei Laktationen.

Die Tiergruppe wurde in einem Melkstand (Gea-Westfalia Surge Autotandem mit 2 x 4 Melkplätzen) gemolken. Unmittelbar vor dem Melkvorgang befanden sich die Tiere in dem Warteraum, der im Durchschnitt 12 bis 15 Kühe aufnehmen konnte. Das Melken wurde halbautomatisch durchgeführt. Der Melker reinigte das Euter und entnahm das Vorgemelk. Anschließend wurde das Melkgeschirr angesetzt. Der Melkvorgang wurde entweder automatisch beendet oder der Melker nahm das Geschirr manuell ab. Nach der Desinfektion öffnet sich das Austrittstor und die Kuh kann den Melkplatz verlassen.

4.1.1.3 Haltung - Eichhof

Im Landwirtschaftszentrum Eichhof wurden die Kühe beider beobachteten Herden während des gesamten Jahres in einem gemeinsamen Stall gehalten. Die Haltung erfolgte in einem Offenfrontstall mit Lichtfirst. Der Stall ist in zwei große rechteckige Räume unterteilt, die in der Mitte durch einen gemeinsamen Futtertisch voneinander getrennt sind. An der Stirnseite eines der Räume befand sich das Inbox-Robotertermelksystem, während an der Stirnseite des zweiten Raumes der Auto-Tandemmelkstand stand.

Die Laufstallhaltung wurde in beiden Gruppen angewendet. Beide Laufställe waren mit Liegeboxen (Hoch- und Tief-Boxen) ausgestattet.

Bei der Kuhgruppe, die mit dem AMS gemolken wurde, war der Stallboden mit einem festen rutschsicheren Gummibelag ausgestattet. Die Entmistung erfolgte durch einen Faltschieber. Die Kühe dieser Gruppe werden an einer Krippe mit Nackenrohr ohne Fangfressgitter gefüttert (Abbildung 8). Die Kraftfutterzuteilung erfolgte leistungsabhängig beim Besuch des AMS. Die Bewegungsfläche betrug ca. 200 m² bzw. pro Kuh 3,6 m² (die Fläche des Liegeplatzes nicht mitgerechnet).



Abbildung 8: Nackenrohr am Futtertrog (AMS-Eichhof)

Bei der Kuhgruppe, die über den MS gemolken wurde, bestand der Bodenbelag ausschließlich aus Betonspaltenboden. Die Kotbeseitigung erfolgte nach dem Selbstreinigungsprinzip. Bei dieser Gruppe war am Futtertrog ein Fressgitter mit Fangfunktion eingebaut (Abbildung 9). Der MS-Herde standen zwei Kraftfutterabrufstationen zur Verfügung. Die Lauffläche bei dieser Tiergruppe betrug ca. 160 m² bzw. pro Kuh 2,9 m² (die Fläche des Liegeplatzes nicht mitgerechnet). Das Tier-Fressplatz-Verhältnis betrug etwa 1: 1,2.



Abbildung 9: Fang-Fressgitter am Futtertrog (MS-Eichhof)

4.1.1.4 Untersuchungszeitraum - Eichhof

Die direkte visuelle Beobachtung der Tiere zur Untersuchung der Sozialstruktur in den beiden homogenen Kuhherden fand im Zeitraum von 10.10.2005 bis 20.02.2006 statt. Die Observierung fand dreimal pro Woche statt. Pro Tag betrug die Beobachtungszeit 2 Stunden vormittags und 2 Stunden nachmittags. Die Untersuchung verlief abwechselnd nach dem Rotationsprinzip, d.h. dass nach der Observierung der AMS-Gruppe die Beobachtung der MS-Gruppe erfolgte. Die Tierbeobachtung begann unmittelbar nach der Futtervorlage vormittags (8.00 h - 8.30 h) und nachmittags vor dem Melken gegen 15.30 h Uhr.

Die Beobachtung der Tiere in der Eingliederungsphase wurde in einem gesonderten Protokoll erfasst. Diese Untersuchung wurde im Zeitraum von 01.03. bis 30.07.06 durchgeführt. Die Integrationsbeobachtung begann mit der Einstellung der Tiere in den Morgenstunden nach der Rückkehr aus der Trockenstehzeit (von 6 bis 8 Wochen). Die Beobachtung der Tiere wurde über 6 Stunden hinweg durchgeführt. Im Protokoll wurden

alle agonistische Interaktionen der dazukommenden Tiere im Kontakt mit den anderen Gruppenmitgliedern registriert. In manchen Fällen wurde die Eingliederung von 2 Tieren gleichzeitig beobachtet.

4.1.2 Zuchtbetrieb Velvet Farm - Serbien

Im Zuchtzentrum Velvet-Farm werden in einem Stall ca. 250 Kühe in Laufstallhaltung gehalten. Der Stall ist in vier abgetrennte Abteile unterteilt (Einheiten), so dass sich in einem Stall 4 Kuhherden befanden. Von diesen vier Kuhherden wurde für die Untersuchungen eine Herde mit etwa 70 laktierenden Kühen ausgewählt.

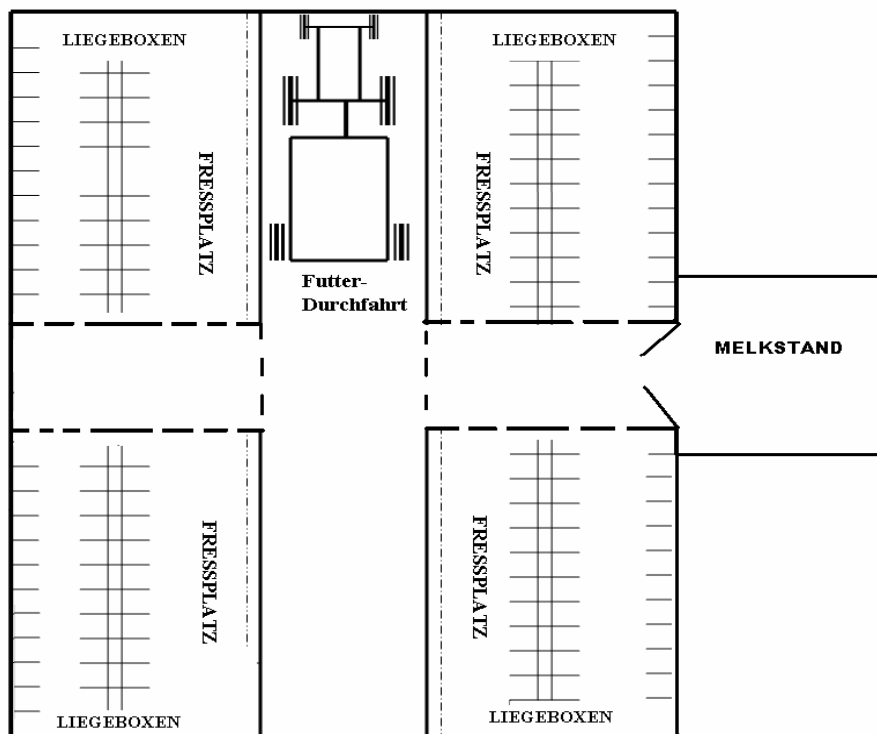


Abbildung 10: Grundriss- Schema Velvet-Farm

4.1.2.1 Kuhgruppe mit Melkstand – (MS-Velvet Farm)

Tiere in dieser Gruppe gehörten der Rasse HF an. Diese Gruppe unterschied sich von den

anderen Gruppen, da sie nur aus den Tieren der ersten Laktation und deren verschiedenen Stadien bestand.

Das Melken erfolgte über einen Fischgrätenmelkstand (Gea-Westfalia Surge mit 2 x 16 Melkplätzen). Der Warteraum vor dem Melkstand konnte gleichzeitig mehr als 40 Kühe aufnehmen. Der Verlauf vor und nach dem Melken war ähnlich wie am Melkstand im Betrieb Eichhof mit dem Hauptunterschied, dass gleichzeitig eine größere Anzahl an Kühen im kürzeren Zeitabstand gemolken wurde.

4.1.2.2 Haltung - Velvet Farm

Die Gruppe von 73 Milchkühen wurde in einem der vier Abteile des gemeinsamen Stalles gehalten. Der Laufstall war mit Hochliegeboxen ausgebaut. Der Melkstand war mit dem Haltungsabteil durch einen Korridor verbunden, der sich in der Stallmitte befand.

Bei dieser Kuhgruppe war der Stallboden mit Vollbeton ausgestattet. Die Entmistung erfolgte durch einen Faltschieber. Am Futtertrog befand sich ein Fang-Fressgitter (Abbildung 11). Die Anzahl der Fressplätze am Futtertrog betrug 48, so dass das Tier-Fressplatz-Verhältnis etwa 1: 0,6 betrug. Die Größe der Lauffläche war ca. 175 m². Die verfügbare Lauffläche pro Tier umfasste 2,3 m² (die Liegefläche nicht mitgerechnet).



Abbildung 11: Fang-Fressgitter am Futtertrog (MS-Velvet Farm)

4.1.2.3 Untersuchungszeitraum - Velvet Farm

Die direkte visuelle Beobachtung der Tiere zur Untersuchung der Sozialstruktur in der homogenen Kuhherde auf der Velvet - Farm fand im Zeitraum von 15.07.2008 bis 31.09.2008 statt. Die Observierung erfolgte dreimal pro Woche. Im Tagesverlauf bezog sich die Beobachtungsdauer analog zum Eichhof auf 2 Stunden vormittags und 2 Stunden nachmittags. Der Beobachtungsbeginn war unmittelbar nach der Futtervorlage vormittags (7.00 h - 7.30 h) und nachmittags etwa nach 15.30 h.

Die Beobachtung der Tiere in der Eingliederungsphase erfolgte im Zeitraum vom 01.04.2008 bis 30.06.2008. Die Beobachtung des Eingliederungsprozesses wurde auf die gleiche Art und Weise wie im Zentrum Eichhof durchgeführt. Die Beobachtung begann mit der Einstellung der Tiere (meistens in den Morgenstunden nach 8:00 Uhr). Die Beobachtung der Tiere wurde über 6 Stunden hinweg durchgeführt. In manchen Fällen wurde die Eingliederung von 2-3 Tieren gleichzeitig beobachtet.

4.1.3 Unterschiede in den Haltungsformen beider Betriebe

In der Tabelle wurden die Unterschiede in den Haltungsformen zwischen den beiden Betrieben während der Untersuchung dargestellt.

Tabelle 2: Haltungs- und Ausstattungsunterschiede in den Ställen

Laufstallhaltung		
Gruppe im automatischen Melksystem-Eichhof	Gruppe im Melkstand-Eichhof	Gruppe im Melkstand-Velvet Farm
Laufen: Planbefestigte Lauffläche mit Gummibelag	Laufen: Betonlauffläche perforiert, Spaltenboden	Laufen: Betonlauffläche, Vollboden
Liegen: Tiefbox, eingestreut mit Kalk-Strohgemisch	Liegen: Hochbox mit unterschiedlichen Liegematten	Liegen: Hochbox mit Liegematten
Entmistung: Schieberanlage	Entmistung: Selbstreinigung	Entmistung: Schieberanlage
Nackenrohr	Selbst-Fangfressgitter	Selbst-Fangfressgitter

Tabelle 3: Charakteristika der beobachteten Kuhherden

Kuhgruppen	Gruppe im automatischen Melksystem - Eichhof	Gruppe im Melkstand - Eichhof	Gruppe im Melkstand - Velvet Farm
Herdengrößen	48	46	73
Untersuchungs-Zeitraum	80 h	80 h	80 h
Rasse			
HF	45	39	73
RV	2	5	
FV	1	2	
Laktationsnummer			
1	16	16	73
2	10	16	
3	12	10	
4 und mehr	10	4	

4.2 Datenerfassung

Die Datenerfassung wurde durch visuelle Direktbeobachtung des Tierverhaltens im Stall durchgeführt. Die visuelle Beobachtung wurde meistens im Bereich des Futtertisches durchgeführt. Es wurden aber auch andere Stallbereiche observiert (Liegeplätze, der Raum vor beiden Melkständen usw.). Alle visuelle Beobachtungen wurden im Stehen des Untersuchers durchgeführt, aber wegen der großen Anzahl der Kühe in der Gruppe fand die visuelle Observation auch im Laufen statt. Auf diese Art und Weise konnten die Tiere schneller identifiziert und die agonistischen Interaktionen besser definiert werden. Für jede Beobachtungsstunde wurde ein Protokoll über die aufgetretenen agonistischen Interaktionen zwischen den Tieren angefertigt. Während der Beobachtung wurde jeweils eine Kuhgruppe observiert. Zur Identifizierung der Tiere dienten die Transpondernummern an den Halsbändern.

Das Ziel der visuellen Beobachtung bestand darin, die agonistischen Interaktionen zwischen den Kühen zu erfassen. Unter der agonistischen Reaktion wird definitionsgemäß das Äußern des aggressiven Verhaltens einer Kuh gegenüber einer

anderen Kuh der Gruppe verstanden, wobei es zu physischen Kontakten zwischen den beiden Sozialpartnern kommt. Drohungen ohne Kontakt oder Vertreiben ohne Kontakt wurden nicht mit dem Protokoll erfasst.

Mit dieser Methode wurden zum einen Angaben über die Gesamtzahl der Interaktionen zwischen den Kühen gewonnen und zum anderen konnten alle agonistischen Interaktionen durch einen „Sieger“ und einen „Verlierer“ definiert werden. Das angefertigte Protokoll diente als Grunddatenbasis für alle weiteren Berechnungen der soziometrischen Parameter. Um die subjektiven Aspekte bei den Entscheidungen über die Sieger und Besiegten möglichst gering zu halten und die Tieraktivitäten möglichst präzise zu registrieren, wurde ein Ethogramm der beobachteten agonistischen Interaktionen angefertigt (Abbildung 12).




Agonistische Verhaltensweisen	Definition	
<p>Typische Kopf-an-Kopf-Stellung</p>	<p>Frontaler Kampf, zwei Kühe stehen frontal gegenüber, die Hornbasen berühren sich und die Kühe üben dabei schlagende Bewegungen aus.</p>	
<p>Seitlich ausgeführte Kopfschwünge</p>	<p>Zwei Kühe stehen neben-einander und dabei übt eine Kuh schlagende Bewegungen aus in den Hals-Brust oder Flankenbereich oder in Richtung der anderen Kuh.</p>	
<p>Verdrängungen</p>	<p>Eine Kuh verdrängt eine andere, wobei die verdrängte Kuh den ursprünglichen Platz verlassen muss. Die ausgeführten Kopfschwünge sind meistens auf den Euterbereich, die Sprunggelenke usw. gerichtet.</p>	

Abbildung 12: Ethogramm der beobachteten agonistischen Interaktionen

4.2.1 Analyse der agonistischen Interaktionen

Die im Protokoll gesammelten Daten über Siege und Niederlagen wurden in vorbereitete Tabellen einer Excel-Matrix eingetragen. Die Sieger wurden in die Reihen dieser Matrix eingetragen und die Besiegten in die Spalten. Auf diese Weise wurde eine einheitliche Excel-Matrix mit allen Siegen und Niederlagen für jede der beobachteten Gruppen angefertigt (Abbildung13). Dabei sind die Nummern der Kühe von 1 bis 46 in Zeilen und Spalten angeordnet (Matrix 46 x 46).

Zur Berechnung der soziometrischen Kenngrößen stand das Pogramm MatMan 1.1 (Fa. Noldus) zur Verfügung. Durch die Prozedur „Linear Hierarchy“ dieses MatMan-Programms werden die genannten soziometrischen Kenngrößen h , h' , K , DCI, die Anzahl und der Prozentsatz der one-way, two-way-, unentschiedenen und unbekanntem Beziehungen sowie die Matrix total (die Summe aller agonistischen Interaktionen in der Kuhgruppe) berechnet (Abbildung 14).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2									
3	Matrix						Tabelle1		
4									
5	Matrix total						1392		
6	Landau's linearity index (h)						0,04621467		
7	Linearity index h' (corrected for unknown relationships)						0,09116541		
8	Expected value of h or h'						0,05172414		
9	Maximum number of circular triads						7714		
10	Expected number of circular triads						7315		
11	Actual number of circular triads						7357,5		
12	Kendall's coefficient of linearity (K)						0,04621467		
13	Chi-square value (degrees of freedom)					56,1594874	62,49911		
14									
15	Directional consistency index						0,99568966		
16									
17	Number and % of unknown relationships					1387	86,90%		
18	Number and % of one-way relationships					206	12,91%		
19	Number and % of two-way relationships					3	0,19%		
20	Total number of relationships					1596	100%		
21									
22	Number and % of tied relationships					1	0,06%		

Abbildung 14: Beispiel für die Ergebnissausgabe bei der Anwendung des MatMan-Programmes (Option Linear Hierarchy)

4.3 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung der Daten wurde das Computerprogramm Statistica (Version 8.0) für Windows angewendet. Mit der Prozedur "Deskriptive Statistiken" wurden folgenden Maßzahlen errechnet: Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, Minimum und Maximum. Mittelwertvergleiche wurden mit dem t-Test nach Student-Newman-Keuls durchgeführt (nach vorheriger Prüfung auf Normalverteilung). Das Signifikanzniveau wurde auf $p \leq 0,05$ (*) und $p \leq 0,01$ (**) festgelegt.

Für die Analyse des Einflusses von verschiedenen fixen Effekten auf die ausgewählten Zielgrößen (Milchmenge, Fettgehalt, Eiweißgehalt und Zellzahl) wurden die Daten aus den drei monatlichen Milchleistungsprüfungen (MLP 1, MLP 2 und MLP 3) während der Tierbeobachtung verwendet. Zur Prüfung möglicher Zusammenhänge zwischen den 3 MLP-Daten, wurde eine Korrelationsrechnung nach Pearson durchgeführt.

Mit der Prozedur "GLM - Univariat" (univariate Varianzanalyse) wurden die Auswirkungen fixer Effekte auf die Zielgröße geprüft. Außerdem wurden die Wechselwirkungen zwischen Faktoren untersucht. Fixe Effekte, die die Zielgröße beeinflussten, wurden in das folgende statistische Modell aufgenommen:

a) Zielgröße- Milchmenge (kg)

$$Y_{ijklm} = \mu + F_i + S_j + L_k + A_l + b(x - \bar{x}) + e_{ijklm}$$

mit:

- Y_{ijklm} = Beobachtungswert der Zielgröße,
- μ = gemeinsamer Mittelwert für alle Y_{ijklm}
- F_i = fixer Effekt der Farm i ($i = 1,2$),
- S_j = fixer Effekt des Melksystems j ($j = 1,2$),
- L_k = fixer Effekt der Laktationsnummer k ($k = 1,2,3$),
- A_l = fixer Effekt des Alters ($l = 1,2,3$),
- $b(x - \bar{x})$ = Laktationsstadium als Kovariable
- e_{ijklm} = zufälliger Restfehler

b) Zielgröße- Fettgehalt (%)

$$Y_{ijklm} = \mu + S_j + A_l + b(x - \bar{x}) + e_{ijklm}$$

mit:

- Y_{ijklm} = Beobachtungswert der Zielgröße,
- μ = gemeinsamer Mittelwert für alle Y_{ijklm}
- S_j = fixer Effekt des Melksystems j ($j = 1,2$),
- A_l = fixer Effekt des Alters ($l = 1,2,3$),
- $b(x - \bar{x})$ = Laktationsstadium als Kovariable
- e_{ijklm} = zufälliger Restfehler

c) Zielgröße- Eiweißgehalt (%)

$$Y_{ijklm} = \mu + F_i + L_k + A_l + b(x - \bar{x}) + e_{ijklm}$$

mit:

- Y_{ijklm} = Beobachtungswert der Zielgröße,
- F_i = fixer Effekt der Farm i ($i = 1,2$),
- L_k = fixer Effekt der Laktationsnummer k ($k = 1,2,3$),
- A_l = fixer Effekt des Alters ($l = 1,2,3$),
- $b(x - \bar{x})$ = Laktationsstadium als Kovariable
- e_{ijklm} = zufälliger Restfehler

5 ERGEBNISSE

Während der Untersuchungszeit wurde jede Gruppe 80 Stunden beobachtet. Die Mittelwerte der registrierten agonistischen Interaktionen (AI/Kuh/Stunde) wurden für jeden Beobachtungstag berechnet. Später wurden diese Werte zusammengefasst und als gesamter Durchschnitt aller Beobachtungen berechnet.

5.1 Analyse der Dominanzbeziehungen in homogenen Kuhgruppen

Die Ergebnisse zur Häufigkeit der agonistischen Interaktionen pro Kuh und pro Gruppe wurden in der Tabelle 4 zusammengefasst. Aus dieser Tabelle lässt sich entnehmen, dass die durchschnittliche Anzahl an AI pro Tier und Stunde unterschiedlich war und zwischen 0,12 AI/Kuh/Stunde in der Melkstandgruppe des Eichhof und 0,22 AI/Kuh/Stunde in der Gruppe der Velvet Farm lag. Der Unterschied zwischen allen drei Gruppen für die AI/Kuh/Stunde war signifikant ($p < 0,01$).

Tabelle 4: Statistische Masszahlen und Ergebnisse der Mittelwertvergleiche zu den agonistischen Interaktionen in Kuhgruppen

Agonistische Interaktionen (AI)	Gruppe AMS-Eichhof (n = 48)	Gruppe MS-Eichhof (n = 46)	Gruppe MS-Velvet Farm (n = 73)
Matrix total (Gesamtzahl an AI)	631	466	1327
Mittelwert pro Beobachtungstag \bar{x}	31,5	23,3	66,3
SD	4,9	3,9	11,8
Min.	22	16	45
Max.	39	30	90
s %	15 %	17,1 %	17,8 %
AI/Kuh	0,6**	0,5**	0,9**
AI/Kuh/Stunde	0,16**	0,12**	0,22**

$P < 0,01^{**}$

Pro Gruppe traten zwischen 23,3 und 66,3 Interaktionen pro Tag (= 4 Beobachtungsstunden) auf. Wegen der unterschiedlichen Gruppengrößen wurde die Zahl der AI pro Kuh bzw. pro Kuh und Stunde berechnet.

Auf Grund des berechneten Variationskoeffizienten für die durchschnittliche Anzahl an agonistischen Interaktionen (vormittags und nachmittags) kann man erkennen, dass die Variabilität innerhalb der Gruppen relativ gering ist. Der Wert des Variationskoeffizienten für die Gruppe MS-Velvet Farm und die Gruppe MS-Eichhof war auf dem fast gleichen Niveau (bei ca. 17 %) und der Unterschied im Vergleich zur Gruppe, die im Robotersystem gemolken wurde (15 %), war gering.

Die Intensität der agonistischen Interaktionen pro Kuh verlief im Laufe eines Tages nicht einheitlich. Die Intensität der AI/Kuh war nach der Futtervorlage während des Vormittags höher als in der Nachmittagsstunden.

Tabelle 5: Häufigkeit der agonistischen Interaktionen zu den beiden Tageszeiten in den drei Herden

Kuhgruppe	Vormittag (AI/Kuh)			Nachmittag (AI/Kuh)		
	MW	SD	s %	MW	SD	s %
AMS-Eichhof (n = 48)	0,45	0,07	15,5 %	0,20	0,04	20,0 %
MS-Eichhof (n = 46)	0,37	0,07	18,9 %	0,12	0,03	25,0%
MS-Velvet Farm (n = 73)	0,68	0,13	19,1 %	0,22	0,06	27,2 %

Der durchschnittliche Wert für die Zahl der AI/Kuh in den Vormittagsstunden bewegte sich zwischen 0,37 AI/Kuh (MS-Eichhof) und 0,68 AI/Kuh (MS-Velvet Farm). Demgegenüber war die durchschnittlicher Anzahl an agonistischen Interaktionen pro Kuh in den Nachmittagsstunden niedriger und lag bei 0,12 AI/Kuh (MS-Eichhof) und 0,22 AI/Kuh (MS-Velvet Farm). Der Wert des Variationskoeffizienten zeigt an, dass die

Variabilität innerhalb der Gruppen in den Vormittagsstunden geringer war (von 15,5 % bis 19,1 %) als am Nachmittag (20,0 % bis 27,2 %).

Bezogen auf die Gesamtanzahl an agonistischen Interaktionen pro Tag wurden in den Vormittagsstunden viel mehr AI verzeichnet. So wurden in der Gruppe AMS-Eichhof in den Vormittagsstunden 68 % aller agonistischen Interaktionen registriert, während in der Gruppe MS-Velvet Farm sogar 75 % der agonistischen Reaktionen am Morgen stattfand. Die restlichen Interaktionen traten in den Nachmittagsstunden auf (Abbildung 15).

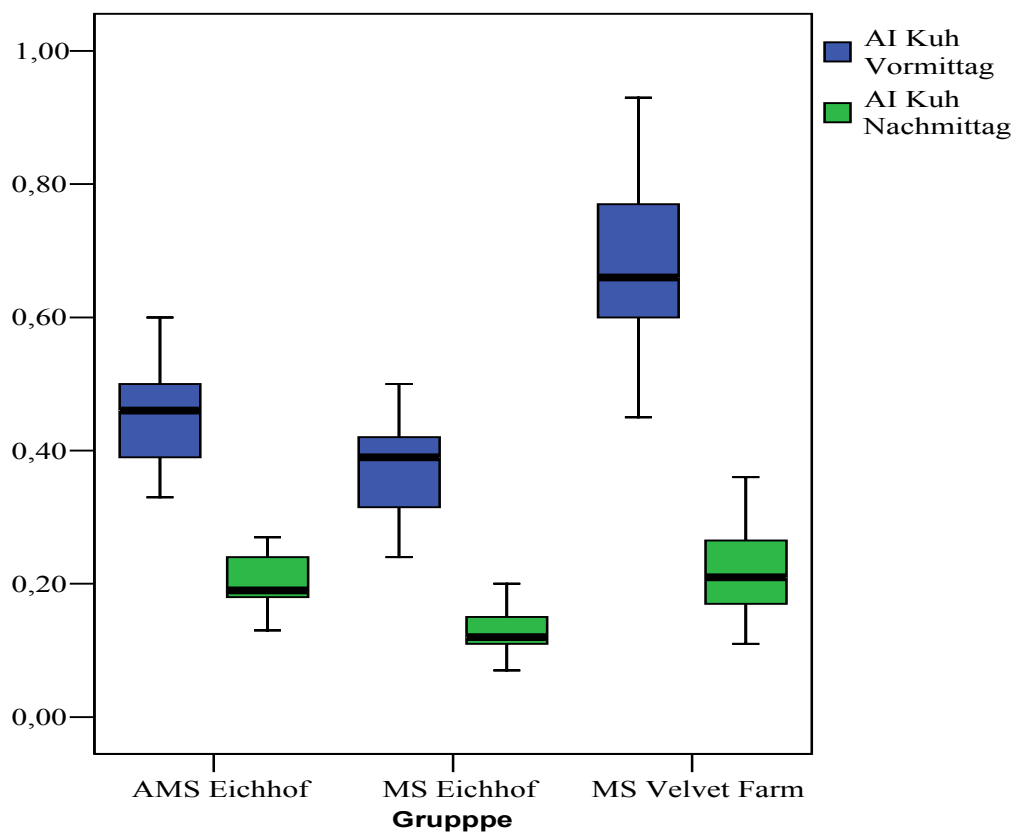


Abbildung 15: Boxplots zur Variabilität der agonistischen Interaktionen pro Kuh am Vormittag und Nachmittag in den drei Herden

In der Abbildung 15 ist ersichtlich, dass die Gruppe im MS-Eichhof die geringste Variabilität bei den AI in den Nachmittagsstunden aufweist. Die größte Variabilität in diesem Parameter trat in der Gruppe auf der MS-Velvet Farm in den Vormittagsstunden

auf. Die beiden Gruppen auf dem Eichhof hatten eine geringere Varianz in diesem Parameter als die Kuhgruppe der serbischen Farm.

5.1.1 Analyse auf der Ebene eines Individuums

Mit der Anwendung der Formel für die Berechnung der individuellen Rangposition in der Gruppe wurden die Rangindices (RI) für jedes Individuum in den observierten Gruppen berechnet. Nach der Analyse der Ergebnisse für den Rangindex wurde festgestellt, dass es keine Tiere mit den Werten $RI = -1$ (ausschließlich subdominant) und keine Tiere mit den Werten $RI = +1$ (ausschließlich dominant) gab.

Auf Grund der berechneten Rangindexwerte wurden alle beobachteten Tiere in zwei Rangkategorien eingeteilt. Die erste Rangkategorie bildeten die subdominanten Kühe mit ausschließlich negativen Rangindexwerten ($RI = -1$ bis $-0,01$), während die zweite Rangkategorie dominante Kühe mit positiven Rangindexwerten darstellten ($RI = 0$ bis $+1$). Überraschenderweise wurden in allen drei Herden mehr rangniedere als ranghohe Tiere ermittelt.

Der prozentuale Anteil der Tiere mit negativen Rangindexwerten (rangniedere Kühe) bewegte sich von 60 % bei der Gruppe MS-Velvet Farm über 63 % bei der Gruppe MS-Eichhof bis 66 % bei der Gruppe AMS-Eichhof. Dementsprechend war der prozentuale Anteil der Tiere mit positiven Rangindexwerten geringer und lag zwischen 34 % bei der Gruppe AMS-Eichhof, 37 % bei der Gruppe MS-Eichhof und 40 % bei der Gruppe MS-Velvet Farm (Tabelle 6).

Tabelle 6: Einteilung der Kühe in verschiedene Gruppen nach dem berechneten Rangindex

Rangkategorie	AMS-Eichhof (n = 48)	MS-Eichhof (n = 46)	MS-Velvet Farm (n =73)
Rangniedrig RI = -1 bis - 0,01	32 (66 %)	29 (63 %)	44 (60 %)
Ranghoch RI = 0 bis +1	16 (34 %)	17 (37 %)	29 (40 %)

Die Rangindexwerte in der Zusammenfassung der Kühe aller drei Herden zeigten eine annähernde Normalverteilung (Abbildung 16). Die meisten Werte lagen im Bereich von RI = - 0,20 bis RI = + 0,20. Sehr hohe (nahe +1) oder sehr niedrige Werte für den Rangindex (nahe - 1) traten vergleichsweise selten auf.

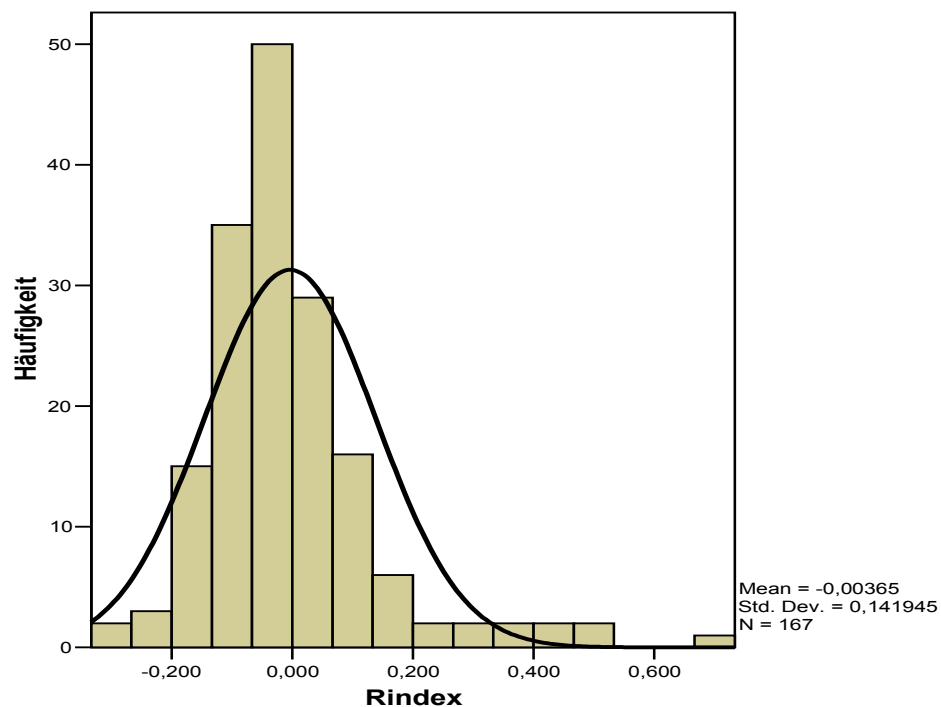


Abbildung 16: Häufigkeitsverteilung von Rangindexwerten aller drei Gruppen (n = 167 Kühe)

5.1.2 Analyse der dyadischen Beziehungen

In allen drei Gruppen lagen die Werte für die Linearitätsindices auf einem sehr niedrigen Niveau. In der größten Kuhgruppe (Velvet Farm) betrug die Werte für h und K nur 0,02 ($h' = 0,05$). In den beiden Eichhof-Gruppen lagen die Indexwerte zwischen 0,05 und 0,11 ($h' = 0,15$). Die Werte für den Konsistenzindex schwankten zwischen 0,88 und 0,93 (Tabelle 7). Die Dominanzverhältnisse innerhalb der Herden mit annähernd gleicher Tierzahl wiesen eine ähnliche Struktur auf (AMS-Eichhof $n = 48$; MS-Eichhof $n = 46$).

Tabelle 7: Soziometrische Parameter auf Dyaden- und Gruppenebene von Kühen in den drei Herden

Soziometrische Parameter	AMS-Eichhof (n = 48)	MS-Eichhof (n = 46)	MS-Velvet Farm (n = 73)
Matrix Total	631	466	1327
Landaus Linearitätsindex (h)	0,11	0,05	0,02
Landaus korrigierter Linearitätsindex (h')	0,15	0,10	0,05
Kendall Linearitätskoeffizient (K)	0,11	0,05	0,02
Direkter Konsistenzindex (DCI)	0,90	0,88	0,93
% unbekannte Beziehungen	68,8 %	76,2 %	84,9 %
% one way Beziehungen	28,8 %	22,0 %	14,2 %
% two way Beziehungen	2,3 %	1,7 %	0,84 %
% tied Beziehungen	1,1 %	0,7 %	0,27 %

Die niedrigen Linearitätsindices stehen im Zusammenhang mit der Anzahl unbekannter Beziehungen. Die Quote der unbekannteren Beziehungen war sehr hoch und betrug in den Untersuchungen auf dem Eichhof 68,8 % bei der Gruppe AMS-Eichhof bzw. 76,2 % bei der Gruppe MS-Eichhof. Von den ausgewerteten Interaktionen gab es am meisten die one way-Beziehungen, deren Anteil bei 28,8 % in der Gruppe AMS-Eichhof lag, während der entsprechende Wert für die Gruppe MS-Eichhof 22,0 % betrug. Dementsprechend wurden nur sehr wenige two way-Beziehungen registriert. In der Gruppe MS-Eichhof gab

es 1,7 % an zweiseitigen Interaktionen, während in der Gruppe AMS-Eichhof 2,3 % dieser Interaktionen auftraten. Der Anteil an unentschiedenen Beziehungen (tied-Beziehungen) bewegte sich zwischen 1,1 % bei der Gruppe AMS-Eichhof und 0,7 % bei der Gruppe MS-Eichhof (Tabelle 7).

In der Kuhgruppe MS-Velvet ($n = 73$), in der die Zahl der Tiere bedeutend größer war als in den zuvor analysierten Gruppen, unterschieden sich die Ergebnisse in den einzelnen soziometrischen Parametern von der Eichhof-Gruppen. Die Werte für den Landaus Linearitätsindex (h) und den Kendall's Index waren auf einem sehr niedrigen Niveau und betragen nur 0,02 (Tabelle 7).

Der direkte Konsistenzindex (DCI) war deutlich höher und betrug 0,93. In der Gruppe mit 73 Kühen waren die meisten dyadischen Beziehungen unbekannter Natur (84,9 %) d.h. diese Paare an Kühen interagieren niemals miteinander. Dementsprechend war der Anteil an one- und two way-Beziehungen im Vergleich zu den anderen Gruppen auf einem sehr niedrigen Niveau. Die Quote der one way-Beziehungen lag nur bei 14,2 %, während der Anteil an two way-Beziehungen nur 0,84 % betrug. Der Prozentsatz an unentschiedenen Beziehungen nahm einen Wert von 0,27 % an (Tabelle 7).

5.2 Leistungsparameter und Zellzahl bei Kühen unterschiedlicher Rangkategorie

Der mögliche Einfluss der Rangkategorie (ranghoch/rangniedrig) auf die Leistungsparameter (Milchmenge, Fettgehalt, Eiweißgehalt) und die Zellzahl wurde mithilfe der univariaten Varianzanalyse unter Berücksichtigung von fixen Faktoren und der Kovariate Laktationsstadium geprüft. Die ermittelten Ergebnisse zeigten, dass die Rangkategorie keinen signifikanten Einfluss auf die Leistungsparameter und die Zellzahl hatte. Erwartungsgemäß beeinflussten anderen Einflussfaktoren die Leistungsparameter. Bei der Zellzahl hatte keiner der geprüften Faktoren einen signifikanten Einfluss.

Signifikant beeinflusst wurde die Milchmenge im statistischen Modell durch die fixen Faktoren Farm, Melksystem, Laktationsnummer und Alter sowie durch die Wechselwirkungen zwischen dem Melksystem und Laktationsnummer und die Wechselwirkungen von Melksystem und Alter (Tabelle 9). Die Varianzanalyse ergab, dass der Fettgehalt von Melksystem, Alter und deren Wechselwirkung beeinflusst wurde ($p < 0,01$). Es wurde auch ermittelt, dass die Farm, die Laktationsnummer und das Alter einen signifikanten Einfluss auf den Eiweißgehalt hatten.

Tabelle 8: Einfluss von fixen Faktoren und deren Wechselwirkungen auf die Leistungsparameter und die Zellzahl

Zielgrößen/ Festen Faktoren	Milch- kg	Fett- %	Eiweiß- %	Zellzahl
Farm	**	n.s.	**	n.s.
Melksystem	**	**	n.s.	n.s.
Laktationsnummer	**	n.s.	**	n.s.
Alter	**	**	**	n.s.
Melksystem/ Laktationsnummer	**	n.s.	n.s.	n.s.
Melksystem/ Alter	**	**	n.s.	n.s.

$p < 0,01$ **, $p > 0,05$ n.s.

5.3 Agonistische Interaktionen bei der Eingliederung der Tiere

Es wurde die Eingliederung von insgesamt 40 Kühen beobachtet. Während der Eingliederungsphase traten in den Herden sehr unterschiedliche Mittelwerte für die Zahl an agonistischen Interaktionen auf. In der Gruppe AMS-Eichhof wurden während der Integration über einen Zeitraum von 6 Stunden durchschnittlich 23,7 agonistische Interaktionen (SD = 4,2) registriert bzw. in 6 Beobachtungsstunden wurden durchschnittlich 4 AI/Kuh/Stunde registriert. In den Gruppen MS-Eichhof und MS-

Velvet Farm war die Anzahl an AI nach der Eingliederung niedriger und die durchschnittlichen Werte bewegten sich zwischen 13,3 (SD = 8,3) und 11,6 (SD = 3,3). Die durchschnittliche Anzahl an AI für alle 6 Observierungsstunden lag bei 1,9 AI/Kuh/Stunde in der Velvet-Farm, 2,2 AI/Kuh/Stunde in der Gruppe MS-Eichhof und bei 4,0 AI/Kuh/Stunde in der Gruppe AMS-Eichhof (Tabelle 8).

Tabelle 9: Anzahl der agonistischen Interaktionen während der ersten 6 Stunden der Eingliederungsphase

Agonistische Interaktionen in der Eingliederungsphase	AMS-Eichhof (n = 14 Tiere)	MS-Eichhof (n = 11 Tiere)	MS-Velvet Farm (n = 15 Tiere)
AI gesamt pro Beobachtungstag (6 h)	333	147	175
Mittelwert pro 6 h	23,7	13,3	11,6
SD	4,2	8,3	3,3
Min	19	5	6
Max	33	32	18
s%	17,7 %	62,4 %	28,5 %
AI/Kuh/Stunde	4,0	2,2	1,9

Die Variationskoeffizienten unterschieden sich deutlich zwischen den Gruppen. Die größte Variabilität für die durchschnittliche Anzahl an agonistischen Interaktionen trat in der Gruppe MS-Eichhof auf und betrug 62,4 %. Bei den anderen zwei Beobachtungsgruppen war dieser Wert niedriger und bewegte sich zwischen 17,7 % und 28,5 %.

Die Intensität der agonistischen Interaktionen veränderte sich während der Eingliederungsphase. In der ersten Eingliederungsstunde gleich nach der Einstellung des jeweiligen Tieres in die Gruppe betrug die durchschnittliche Anzahl an agonistischen Interaktionen 7,3 AI in der Gruppe AMS-Eichhof, 5,4 AI bei der Gruppe MS-Eichhof und 4,9 AI in der Gruppe MS-Velvet Farm. In der Gruppe AMS-Eichhof war die Zahl der AI am höchsten und erreichte in der zweiten Stunde den Wert von 8,0 AI (Abbildung 17).

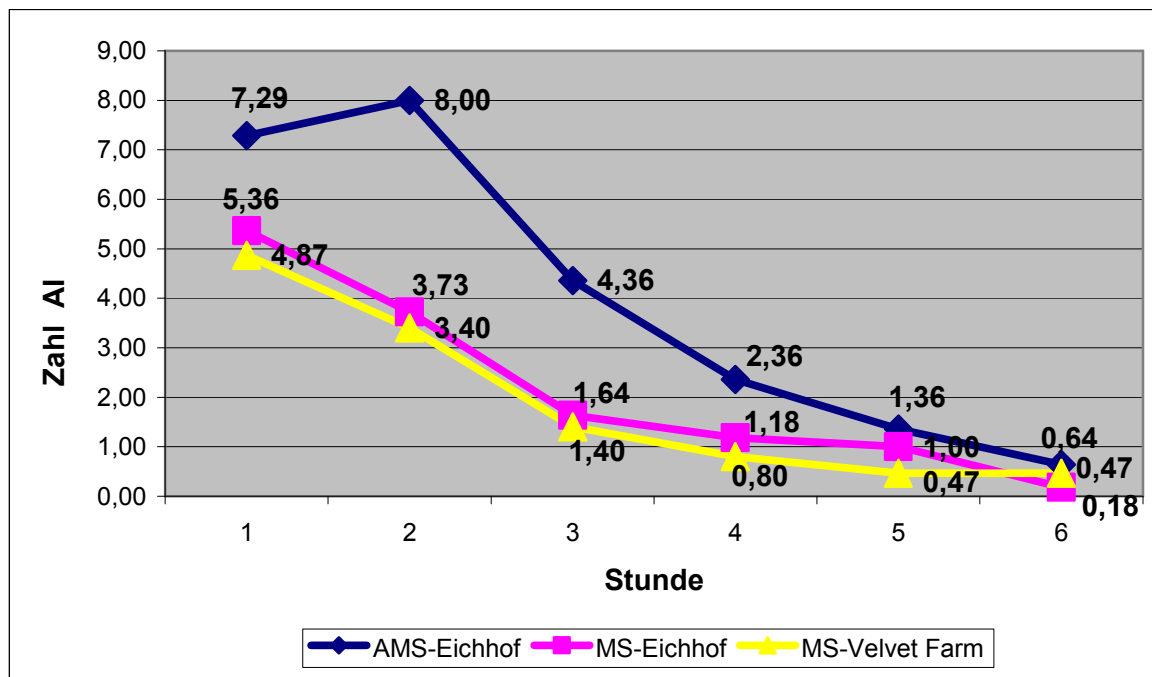


Abbildung 17: Mittlere Anzahl von agonistischen Interaktionen nach der Eingliederung von Kühen in drei Herden im Verlauf der ersten sechs Stunden

Nach 3 bis 4 Beobachtungsstunden nahm die Intensität der Auseinandersetzungen ab und die durchschnittliche Anzahl an Interaktionen bewegte sich zwischen 3 und 4 Auseinandersetzungen pro Kuh und Stunde. In der letzten Beobachtungsstunde (6. Stunde nach der Integration) bewegte sich die durchschnittliche Anzahl an AI zwischen 0,18 AI und 0,64 AI.

Die Werte wurden auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen und Stunden geprüft. In der ersten Stunde trat ein signifikanter Unterschied zwischen den Kuhgruppen AMS-Eichhof und MS-Velvet Farm ($p < 0,05$) auf. In der zweiten und in der dritten Beobachtungsstunde waren signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe AMS-Eichhof und den Gruppen MS-Velvet Farm und MS-Eichhof nachzuweisen ($p < 0,01$). In der vierten Stunde ließ sich nur der Unterschied zwischen den Gruppen AMS-Eichhof und MS-Velvet Farm ($p < 0,05$) statistisch sichern. In den beiden letzten Beobachtungsstunden zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen ($p > 0,05$).

In den 6. Beobachtungsstunden gab es keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen MS-Velvet Farm und MS-Eichhof.

Bezogen auf die Gesamtanzahl an agonistischen Interaktionen aller Gruppen trugen die Tiere in den ersten 3 Stunden ihres Eingliederungsprozesses über zwei Drittel aller Konflikte aus. In den Gruppen AMS-Eichhof und MS-Eichhof wurden in den ersten 3 Eingliederungsstunden ca. 82 % der Kämpfe registriert, während es in der Gruppe MS-Velvet Farm über 85 % der Rankämpfe waren.

6 DISKUSSION

6.1 Analyse der Dominanzbeziehungen in homogenen Kuhgruppen

Die mittlere Anzahl an agonistischen Interaktionen in den untersuchten Kuhherden war signifikant voneinander verschieden. Mögliche Ursachen für die unterschiedliche Anzahl der agonistischen Interaktionen können technische Stallbaucharakteristika (z.B. Fress-Liegeplatz je Tier, Stallbodenart, verschiedene Fressgitterformen), Herdenmanagement sowie unterschiedliche Gruppengrößen sein.

Die Mittelwerte der beobachteten AI/Kuh/Stunde in der eigenen Untersuchung schwankten zwischen 0,12 und 0,22 AI/Kuh/Stunde. *MÜLLEDER und WAIBLINGER (2004)* wiesen im Mittel 1,8 AI/Kuh/Stunde (0,4 bis 5,08) nach, wobei die agonistischen Interaktionen mit oder ohne physischen Kontakt eingeschlossen wurden. Ohne physischen Kontakt betragen die Durchschnittswerte für die AI in dieser Studie 0,89 (0,2 – 3,31) AI/Kuh/Stunde. In den Untersuchungen von *MENKE (1996)* wurde festgestellt, dass durchschnittlich 0,67 AI/Kuh/Stunde bei den enthornten Kühen auftreten. *ENDRES und BARBERG (2007)* untersuchten das soziale Verhalten und das Auftreten von agonistischen Interaktionen im Laufstallhaltungssystem des Typs "Alternative Bedded-Pack". Es wurde festgestellt, dass im Durchschnitt etwa 0,94 ($\pm 1,5$) Vertreibungen, 0,94 ($\pm 1,8$) Schubsen und 1,4 ($\pm 1,6$) Kopfstöße pro Beobachtungsstunde vorkamen.

Die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass agonistische Interaktionen pro Kuh im Laufe eines Tages nicht einheitlich auftreten. Über zwei Drittel aller AI wurden in den Vormittagsstunden und 1/3 in den Nachmittagsstunden beobachtet.

MÜLLEDER und WAIBLINGER (2004) bestätigten auch, dass die Häufigkeit sozialer Interaktionen innerhalb einer Herde tagesabhängig unterschiedlich schwankt. *MENKE (1996)* fand, dass am Abend nach der Fütterung die geringsten Schwankungen auftraten. Früheren Untersuchungen zeigten auch, dass die Intensität des gegenseitigen Abdrängens und Verjagens im Tagesverlauf mit Beginn der Futterzeiten stark ansteigt und 1 bis 1½ Stunden danach ihren Höhepunkt erreicht (*SAMBRAUS, 1978*).

Eine wichtige Rolle bei der Häufigkeit von agonistischen Interaktionen spielt die Anzahl der Partner bzw. die Gruppengröße. *MÜLLEDER und WAIBLINGER (2004)* sind der Ansicht, dass Herden mit einer Tieranzahl größer als 26 weniger Auseinandersetzungen hatten als kleinere Herden. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu früheren Untersuchungen. *MENKE et al. (1999)* konnten in ihrer Untersuchung über das Sozialverhalten behornter Kühe einen positiven Zusammenhang zwischen Herdengröße und agonistischen Interaktionen feststellen. *ARAVE et al. (1984)* geben für den negativen Effekt der Herdengröße auf das Sozialverhalten zwei Gründe an: zum einem ist die individuelle Erkennung in großen Herden für die Tiere schwieriger und macht die Ausbildung einer stabilen Rangordnung schwieriger. Zum anderen kommt es bei großen Herden vermehrt zu Neueingliederungen und oftmaligen Abgängen, was den Aufbau stabiler Rangbeziehungen und freundschaftlicher Bindungen zwischen Kühen erschwert.

In der eigenen Untersuchung fällt auf, dass die Kuhgruppe im Robotertermelksystem (AMS-Eichhof) mehr AI/Kuh/Stunde als die Gruppe MS Eichhof hatte. Eine mögliche Erklärung für das Ergebnis besteht in der Stallausrüstung. Die Gruppe AMS-Eichhof wurde während der Untersuchungszeit auf einem mit Gummimatte ausgelegten Boden gehalten, während auf der anderen Seite der Stallboden in der Gruppe MS-Eichhof aus Betonspaltenboden bestand. Dies steht im Einklang mit den Untersuchungen von *BENDEL (2005)*, in denen festgestellt wurde, dass sich die Tiere auf dem mit Gummimatten bezogenen Boden schneller bewegten, längere Schritte hatten und sicherer auftraten. Auf den Gummiböden kommt es viel weniger zum Ausrutschen als auf den Betonböden und Betonspaltenböden. Auf den Betonunterlagen bewegen sich die Kühe sehr vorsichtig, insbesondere während der sozialen Auseinandersetzungen, wobei rangtiefe Tiere versuchen, dem Kampf auszuweichen.

BAHRS (2005) bestätigte in seinen Untersuchungen, dass die Anzahl an aggressiven Interaktionen die Tendenz zur Erhöhung auf den Bodenbelägen mit Gummiüberzug im Vergleich zu den Betonböden besaß. Es wird angenommen, dass für das aggressive Verhalten der Rinder das Vorhandensein einer festen Stütze und eines festen Bodens benötigt wird, damit der Gegner vertrieben, gestoßen o. ä. werden kann.

Auf den elastischen Gummiböden zeigen die Tiere eine viel größere Bewegungsaktivität. In den Untersuchungen von *PLATZ et al. (2006)* schafften die Kühe auf den Gummibelägen beinahe doppelt so große Wegstrecken im Tagesverlauf als die Kühe auf den Betonböden. Diese Ergebnisse gleichen denen von *HAUFE et al. (2007)*. Daher ist anzunehmen, dass die Konfliktmöglichkeit unter den Tieren dann größer ist, weil die Wahrscheinlichkeit von Begegnungen der Tiere bei der erhöhten Bewegungsaktivität auch größer ist.

Eine weitere Erklärung für die erhöhte Anzahl an agonistischen Interaktionen in der Gruppe AMS-Eichhof kann auch in der Futterkrippengestaltung liegen. Die Kühe der Gruppe AMS-Eichhof wurden an der Futterkrippe mit Nackenrohr gefüttert, während bei der Gruppe MS-Eichhof die Fütterung an der Krippe durch Selbstfangfressgitter erfolgte. *ENDRES et al. (2005)* stellten fest, dass die Anzahl der agonistischen Interaktionen um etwa 21 % höher bei Verwendung von Nackenrohren in Vergleich zur Anwendung von Fangfressgitter war. *HUZZEY et al. (2006)* sowie *DE VRIES und KEYSERLINK (2006)* bestätigten ebenfalls, dass durch die Verwendung der individuellen Scherenfressgitter am Futtertrog die Anzahl der aggressiven Verdrängungen signifikant sinkt. Bei Nackenrohren ist es für ranghohe Kühe sehr leicht, an der Krippe entlang zu laufen und rangniedere Tiere zu verdrängen. Diese weichen aus und finden jedoch selbst schnell einen anderen Fressplatz. Beim Fressgitter sind die Tiere vorsichtiger bei der Nutzung, um schmerzhaft Berührungen zu verringern. Somit treten weniger Fressplatzwechsel und weniger AI auf.

Der Unterschied in der Anzahl der agonistischen Interaktionen zwischen den Gruppen AMS-Eichhof und MS-Eichhof kann auch daher rühren, dass es zwei verschiedene Melksysteme gab. Viele Literaturquellen bestätigen die Veränderungen im Verhalten von Kühen, die im Robotersystem gemolken werden. Im automatischen Melksystem kann das Zeitbudget der Kühe durch die Art des gewählten Kuhverkehrs wie auch durch den sozialen Rang der Tiere beeinflusst werden (*KETELAAR-DE LAUWERE, 1996*). Bei der Anwendung des freien Kuhverkehrs im automatischen Melksystem spielt der soziale Status des Tieres die bedeutendste Rolle bei der Herstellung eines gleichmäßigen

Melkintervalls und –rhythmus. Dieser Sozialstatus beeinflusst direkt die Häufigkeit der Auseinandersetzungen und der Verdrängungen insbesondere im Warteraum vor dem Robotersystem (HESSEL *et al.*, 2002; LEXER *et al.*, 2002). Somit können Engstellen zu vermehrten aggressiven Interaktionen zwischen den Kühen führen. STEFANOWSKA *et al.* (1999) zeigten, dass bei freiem Kuhverkehr im Ausgangsbereich des Melkroboters vermehrt aggressive Interaktionen mit anderen Kühen auftreten.

Die höchste durchschnittliche Anzahl an AI trat bei der Kuhgruppe der MS-Velvet Farm (0,22 AI/Kuh/Stunde) auf. Die Erklärung für dieses Ergebnis liegt vor allem in dem sehr schlechten Verhältnis der Gesamtzahl der Kühe in der Gruppe ($n = 73$) zur Zahl von Futterplätzen am Trog (Platzzahl = 48). Dieses Verhältnis (1: 0,6) ist es sehr ungünstig einzuschätzen. Bei diesem Tier-Fressplatz-Verhältnis werden Konkurrenzsituationen geschaffen, die zu erhöhten sozialen Spannungen führen, die wiederum auf das Fressverhalten Einfluss nehmen. CORKUM *et al.* (1994), STUMPF *et al.* (1999) sowie MÜLLEDER (2001) fanden ein Ansteigen der Verdrängungen bei einer Verringerung des Tier- Fressplatz-Verhältnis unter 1 : 1 d.h. wenn nicht für jede Kuh ein Fressplatz für die synchrone Futteraufnahme vorhanden ist.

Es ist offensichtlich, dass die Tiere in diesem Betrieb am Futtertrog täglich einer Konkurrenzsituation ausgesetzt waren. In solchen Situationen kann die Motivation des Tieres zu fressen zusätzlich die Auseinandersetzungen provozieren. Dieses entspricht den Untersuchungen von VAL-LAILLET *et al.* (2008), in der die Motivation der Tiere für den Ressourcenzugang in einer Konkurrenzsituation zu einer enormen Erhöhung der Anzahl an agonistischen Interaktionen geführt hat. Die Bestätigung dessen sind auch die Untersuchungen von HUZZEY *et al.* (2006) sowie DE VRIES und KEYSERLINK (2006), bei denen es unter den Bedingungen einer großen Tierdichte zur erhöhten Anzahl an aggressiven Verdrängungen und AI kam.

Bei der Interpretation der Ergebnisse in der Tiergruppe der MS-Velvet Farm ist die Alterstruktur zu berücksichtigen. Diese Gruppe bestand vorwiegend aus jungen Tieren im Alter bis zu drei Jahren. Diese steht im Einklang mit den Ergebnissen von SAMBRAUS

und OSTERKORN (1974), die feststellten, dass es in einer Gruppe mit jungen Tieren zur erhöhten Anzahl an Rankämpfen im Vergleich zu einer Gruppe mit älteren Tieren kommt, da z.B. die Tiere eine ähnliche Lebendmasse besitzen und somit annähernd gleich stark sind.

6.1.1 Analyse auf der Ebene eines Individuums

Für die Berechnung des Rangindexes wurde die Formel von PUPPE (HOY *et al.*, 2005) angewendet. Diese Formel umfasst die Zahlen der Siege und Niederlagen als auch die Zahlen der jeweiligen Partner, gegen die gewonnen bzw. verloren wurde, und die Gruppengröße. Die errechneten Werte des Rangindex bewegten sich im Intervall zwischen -1 und +1. Auf der Basis der Ergebnisse wurde eine Unterteilung in 2 Rangkategorien durchgeführt und zwar in die Kategorie der ranghohen (dominanten) Tiere und in die Kategorie der rangniederen (subdominanten) Tiere.

Im Verhältnis der prozentualen Anteile der Rangkategorien unterschieden sich die drei Gruppen nicht. Die meisten Werte lagen im Bereich von $RI = -0,200$ bis $RI = +0,200$. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass sich in jeder Kuhherde erkennbare Rangkategorien von subdominanten und dominanten Tieren zeigten, unabhängig von den Unterschieden in der Haltung. Die Häufigkeit von sehr hohen und sehr niedrigen Rangindexwerten war sehr niedrig. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit den Untersuchungen von SAMBRAUS (1975), in denen bei Untersuchungen an 16 Herden mit insgesamt 538 Kühen am häufigsten Kühe mit mittleren Rangindexwerten gefunden wurden. Nur eine geringe Zahl der Tiere hatten sehr hohe oder sehr niedrige Rangindexwerte. Offen bleibt die Frage, weshalb etwa zwei Drittel der Tiere in den drei Herden den rangniederen Kühe und nur ein Drittel den ranghohen Kühen zuzurechnen waren. Es wäre eine Verteilung von annähernd 50 % zu 50 % zu erwarten gewesen. Möglicherweise muss dieses Ergebnis als zufällig angesehen werden, da bei der großen Zahl an Probanden (bis 73 pro Herde), der limitierten Beobachtungszeit und der großen Zahl unbekannter Beziehungen zwischen den Dyaden nicht alle Interaktionen klar zu

erkennen waren.

Es ist bekannt, dass verschiedene Verfahren zur Berechnung des Rangindex zur Verfügung stehen. In Abhängigkeit von der gewählten Methode können die gewonnenen Ergebnisse unterschiedlich interpretiert werden. In der Literatur wird häufig die Einteilung in 3 Rangkategorien verwendet: ranghohe, mittelrangige und rangniedere Tiere. Solche Einteilung wurde in den Untersuchungen von *WENZEL (1999)*, *HARMS (2004)* und *SCHRADER (2003)* angewendet. Demgegenüber stellte *SPOLDERS (2002)* die Ergebnisse in 2 Rangkategorien (ranghohe und rangniedere Tiere) dar.

Unabhängig davon, welches Verfahren zur Bestimmung der Rangposition in einer Gruppe angewendet wird, es fällt immer wieder die erkennbare Struktur von dominanten und subdominanten Tieren auf. Jede Gruppe hat eine ähnliche soziale Struktur, in der jedes Tier eine bestimmte Position in der Gruppe einnimmt. Wenn nur die soziale Position (der Rangindex) eines Tieres berechnet wird, ist das nicht automatisch mit dem „Charakter“ des jeweiligen Individuums gleichzusetzen, da der „Charakter“ des Individuums das Verhalten beeinflussen kann (*ERHARD und SCHOUTEN 2001*).

6.1.2 Analyse der dyadischen Beziehungen

Die berechneten soziometrischen Parameter bei allen beobachteten Gruppen weisen auf die Existenz einer sozialen Struktur hin, in der nur eine geringe Linearität der sozialen Ränge gegeben ist.

Der sehr hohe Prozentanteil an unbekanntem Beziehungen (68,8 % bis 84,9 %) deutet drauf hin, dass es in mehr als zwei Drittel aller Paarbeziehungen (Dyaden) nie zu irgendwelchen Auseinandersetzungen kam bzw. die Tiere keinen physischen Kontakt zueinander hatten. Dafür sprechen auch die sehr niedrigen Werte von h und K der Linearitätsindices.

Andererseits weisen die hohen Werte des Direktionalen Konsistenzindex (0,88 bis 0,93) darauf hin, dass die Siege in den dyadischen Beziehungen fast immer seitens des jeweils selben Tieres errungen wurden. Dieses Resultat steht ebenso im Einklang mit den Werten der one- und two way-Beziehungen, die in einem Intervall von 0,84 % bis 2,3 % und 14,2

% bis 28,8 % schwankten. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse kann weder vom Vorhandensein einer linearen Hierarchie noch von der Existenz klarer Mehrecksverhältnissen zwischen den Kühen gesprochen werden.

Die große Partneranzahl in der Gruppe (bis 73 Kühen) erschwerte die Analyse der Sozialstruktur. In solchen großen Gruppen hatte ein hoher Prozentsatz an Kühen keine physischen Kontakte mit anderen Herdenmitgliedern. Deshalb lassen sich die Dominanzverhältnisse zwischen den Tieren kaum klären, die wiederum wichtig für die Bestimmung des sozialen Ranges und dessen Interpretation sind (*WIKTORSSON et al., 2003*).

In sehr großen Herden mit einer Anzahl an Gruppenmitgliedern von 46 bis 73 treten zwischen 1035 und 2628 Dyaden auf. In den eigenen Untersuchungen war die Zahl der aufklärbaren Dyaden sehr niedrig und schwankte zwischen 350 und 400. Es ist anzunehmen, dass eine große Dyadenanzahl bei Tieren im mittleren Rangbereich nicht erfasst werden konnte. Die Untersuchungen von *BEILHARZ und MYLRE (1963)* zeigten, dass die meisten Mehreckverhältnisse zwischen solchen Tieren entstehen, die von ihrer Dominanz her im mittleren Rang stehen bzw. dass die größte Anzahl an agonistischen Interaktionen zwischen den Tieren mit einer ähnlichen sozialen Position in der Gruppe auftritt (*BOUISSOU et al., 2001*).

Die Analyse von komplexen soziometrischen Parametern verläuft einfacher in kleineren Gruppen. Das ergaben Untersuchungen kleinerer Gruppen bei anderen Tierarten. *HOY und SCHUH (2004)* führten Untersuchungen an Wild- und Hauskaninchen durch, bei denen die Gruppen nur aus 4 Tieren gebildet wurden. Der Anteil an unbekanntem Beziehungen betrug in diesen Untersuchungen 33 %. Bei den Untersuchungen von *HOY et al. (2005)* bestanden die Gruppen aus Sauen mit 8 Mitgliedern. Der Anteil an unbekanntem Beziehungen betrug im Durchschnitt nur 16,7 %. In solchen kleinen Gruppen ist die Analyse der Sozialstruktur viel einfacher, und die Dominanzverhältnisse zwischen den Tieren könnten besser geklärt werden.

In einer ähnlichen Untersuchung von *LANGBEIN und PUPPE (2004b)* wurde die Hierarchiestruktur bei Schweinen und Ziegen erforscht. Bei dieser Untersuchung bestanden die Gruppen aus 10 bis 12 Mitgliedern. Alle Gruppenmitglieder interagierten miteinander, so dass die sozialen Beziehungen analysiert werden konnten.

Auf das Problem der unbekanntenen Beziehungen wiesen auch andere Autoren hin. Untersuchungen von *BRANTAS (1967)* zeigten, dass in einer Herde mit 15 Kühen alle 105 möglichen Paarkombinationen miteinander in Kontakt traten. Demgegenüber wurden in einer Herde mit 34 Kühen nur bei 81 von 561 möglichen Paaren Interaktionen nachgewiesen (ca. 13 % geklärter Dyaden).

In den Untersuchungen von *OLOFSSON (1999)* an einer Herde mit 16 Kühen, die in 2 Gruppen geteilt waren, konnte man bei einer Gruppe eine lineare Sozialordnung feststellen, während in der anderen Gruppe das Vorhandensein einer nichtlinearen Hierarchie mit 75 % Linearität verzeichnet wurde. *VAL-LAILLET et al. (2008)* haben die Sozialdominanz an kleineren Kuhgruppen (12 Kühe in einer Gruppe) untersucht. Die Studie bestätigte die Existenz einer quasilinearen Hierarchie, wobei es über 52 % bidirekte Dominanzverhältnisse gab. In solch einer kleinen Kuhherde liess sich die Existenz der zirkulären Tryaden nachweisen, deren Anteil größer als 45 % war.

Der hohe Prozentsatz an unbekanntenen Verhältnissen bzw. die niedrige Anzahl an aufgeklärte Dyaden bei den beobachteten Gruppen kann auf der Tatsache basieren, dass die Tiere sich gegenseitig kennen. Die Fähigkeit der gegenseitigen Erkennung wurde in Herden bis 70 Mitglieder bestätigt (*SAMBRAUS, 1978*). Unter der Bedingung, dass sich die Tiere untereinander erkennen und dass es in der Gruppe zu keiner Veränderung ihrer Zusammensetzung kommt, kann die Sozialstruktur über einen längeren Zeitraum stabil bleiben (*BEILHARZ und MYLREA, 1963; WAGNON et al., 1966; HASSE, 2004*).

Es ist zu postulieren, dass bei vorliegender Untersuchung die o.g. Bedingungen in allen drei Herden erfüllt waren. In diesem Fall wird die vorhandene Sozialstruktur durch die Einhaltung von individuellen Distanzen jedes Tieres der Herde bewahrt, womit das Auftreten von Konfliktsituationen in der Gruppe reduziert wird (*BOGNER und*

GRAUVOGL, 1984). Mit verschiedenen Formen des Drohverhaltens und nicht-physischer Kontakte werden die Rankämpfe und agonistischen Interaktionen gemieden (*FRANCK, 1997*).

Die Bedeutung des gegenseitigen Erkennens in der Gruppe kann auch durch die soziometrische Untersuchung von *HOY et al. (2005)* veranschaulicht werden. In dieser Untersuchung wurde bestätigt, dass sich durch die wiederholte Gruppierung von Tieren in derselben Gruppenzusammensetzung (nach 7 Tagen) die Anzahl an agonistischen Interaktionen mit physischen Kontakten verringerte. Es wurde angenommen, dass sich die Tiere untereinander immer noch gut kannten, was die Reduzierung von one way-Beziehungen und die Erhöhung der Quote an unbekanntem Beziehungen von 22,8 % bis 56,7 % zur Folge hatte.

6.2 Leistungsparameter und Zellzahl bei Kühen unterschiedlicher Rangkategorie

In den eigenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Rangkategorie (ranghoch/ rangniedrig) keinen signifikanten Einfluss auf die Milchmenge, auf den Fettgehalt, auf den Eiweißgehalt sowie die Zellzahl hatte ($p > 0,05$). Wie erwartet erwies sich, dass die anderen Einflussfaktoren (Farm, Melksystem, Laktationsnummer und Alter) und deren Wechselwirkungen auf die Leistungsparameter ein signifikanter Einfluss nahmen.

In der Literatur finden sich vor allem Arbeiten, die sich mit dem Einfluss von Umgruppierungen und Vermischungen von Tieren (Einstellung von unbekanntem Kühen, Kalbinnen oder Färsen in eine Gruppe) auf die Produktionsparameter beschäftigen. Es gibt keine sicheren Kenntnisse über den Einfluss der Rangkategorie auf die Leistungsparameter und die Zellzahl in einer homogenen Kuhgruppe.

Störungen der sozialen Hierarchie können eine erhöhte Aggressivität, sozialen Stress und gesteigertes lokomotorisches Verhalten mit negativen Auswirkungen auf die Leistung

bewirken (BOE und FAEREVIK, 2003). Die Ergebnisse der bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen sind sehr widersprüchlich. Zahlreiche Untersuchungen haben bestätigt, dass es nach der Tierumgruppierung zur Senkung der Milchleistung um 3 % bis 19 % (VAJNER, 1978), um 5 % (SCHEIN und FOHRMAN, 1955), um 5 % im Laufe der 7. und 8. Woche (ARAVE und ALBRIGHT 1976), um 8 % im Laufe von 10 Tagen (KOVALCIK und KOVALCIKOVA, 1974), um 5 % im Laufe von 40 Tagen (KROHN, 1978), um 4 % im Laufe von 5 Tagen (JEZIERSKI und PODLUZNY, 1984), um 3 % im Laufe eines Tages (BRAKEL und LEIS, 1976) kommt. PHILLIPS und RIND (2001) zeigten, dass die Tiere der gemischten Gruppe (Erstkalbinnen und Kühe) in der ersten Woche um 3 % weniger Milch nach der Kuhumgruppierung gegeben haben.

HASEGAWA *et al.* (1997) verzeichneten eine Senkung der Milchleistung um 5 % im Laufe von 2 Wochen, nicht aber bei der ganzen Herde, sondern nur bei den Kühen, die ihre Rangpositionen in der Dominanzhierarchie eingebüßt hatten. MÜLLEDER und WAIBLINGER (2004) zeigten, dass Managementmaßnahmen, die das Sozialverhalten beeinflussen, einen Effekt auf die Zellzahl hatten. Dazu zählen Maßnahmen bei brünstigen Tieren, Eingliederungen von Tieren und Trennungen von Tieren von der Herde. Auf Betrieben, auf denen die Landwirte mehr Managementmaßnahmen durchführten, die agonistische Auseinandersetzungen zwischen den Tieren vermindern, war die Zellzahl niedriger.

Demgegenüber stehen die Untersuchungen, in denen keine nachteiligen Veränderung in der Leistung bemerkt wurden (CLARK *et al.*, 1977; COLLIS *et al.*, 1979). BRAKEL und LEIS (1976) sind der Meinung, dass der Leistungsrückgang als Folge einer reduzierten Futteraufnahme entsteht. Die Untersuchungen von BAIRD *et al.* (2002) zeigten, dass die Eingruppierung von fremden Tieren keinen signifikanten Einfluss auf das Verhalten beim Fressen hatte.

In stabilen Kuhgruppen treten nur sehr selten mit Körperkontakt verbundene agonistische Auseinandersetzungen auf. Die soziale Struktur kann über eine längere Zeitperiode stabil bestehen. Es ist zu postulieren, dass es sich bei vorliegender Untersuchung um eine

homogene Kuhgruppen handelte. In solchen Kuhgruppen kennen die Tiere sich untereinander immer noch gut. Somit sind die Anzahl an agonistischen Interaktionen und die soziale Spannung verringert. Es ist anzunehmen, dass die Rangkategorie nicht als einzelner Faktor auf die Milchleistung und die Zellzahl wirkt. Eine Vielzahl von Faktoren wirkt in komplexen Wechselwirkungen auf die Produktionsparameter ein. Vor allem werden die Auswirkungen von Stallbau, Management, der Mensch-Tier-Beziehung usw. erwartet.

6.3 Agonistische Interaktionen bei der Eingliederung der Tiere

Die Eingliederung von Kühen wurde in allen beobachteten Gruppen von intensiven Rankämpfen begleitet. Diese Auseinandersetzungen treten naturgemäß besonders am Anfang des Eingliederungsprozesses auf. In diesen ersten Stunden gleich nach der Einstellung der Tiere reichte die durchschnittliche Anzahl an AI/Kuh/Stunde von 4,9 AI in der Gruppe MS-Velvet Farm bis 7,3 AI/Kuh/Stunde in der Gruppe AMS-Eichhof. Ähnliche Ergebnisse fanden *BRAKEL und LEIS (1976)*, die feststellten, dass die durchschnittliche Anzahl an agonistischen Interaktionen nach der Integration neuer Tiere in die Gruppe (Gruppengröße $n = 24$ Kühe) in der ersten Stunde etwa $9,60 \pm (5,50)$ betrug.

Aus den Untersuchungsergebnissen kann entnommen werden, dass die Anzahl an AI von Stunde zu Stunde allmählich abnahm. Die reduzierte Aggressivität war insbesondere ab der 5. Stunde nach der Eingliederung wahrnehmbar, als weniger als eine AI/Kuh/Stunde registriert wurde. *BRAKEL und LEIS (1976)* kamen zu dem Ergebnis, dass im Laufe des zweiten Tages nach der Eingliederung die Anzahl an agonistischen Interaktionen um die Hälfte reduziert wird. Somit benötigen die Kühe eine bestimmte Zeit, um ihre Beziehungen untereinander zu klären. Dieses entspricht auch den Untersuchungen von *KONDO und HURNIK (1990)*, wonach in den ersten 48 Stunden nach der Eingliederung etwa 65 % an Interaktionen physischer Natur und die übrigen 35 % ohne physischen Kontakt waren. Nach dem zweiten Tag stand der Anteil an physischen Interaktionen

gegenüber nicht-physischen Kontakten in einem Verhältnis von 40 % zu 60 %.

SCHRADER und MAYER (2005) sind der Ansicht, dass es zur Stabilisierung der Dominanzverhältnisse nach von 24 h bis 72 h kommt. *HASEGAWA et al. (1997)* weisen darauf hin, dass die Zeit bis zur vollständigen Stabilisierung der Rangordnung bis zu 7 Tagen dauern kann. Wie stark der Aggressivität ausgeprägt ist und wie lange die Rangordnungskämpfe dauern, ist von vielen Faktoren abhängig. Als solche sind zu nennen: die Gruppengröße, die früher erworbenen sozialen Erfahrungen, die individuellen Persönlichkeitscharakteristika der Tiere, die Gruppenzusammensetzung u.a. (*BOE und FAEREVIK, 2003; ERHARD und SCHOUTEN, 2001; BOUISSOU et al., 2001*).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Einführung neuer Tiere in die Gruppe oder ihre Rückkehr nach einer bestimmten Abwesenheitsdauer soziale Spannungen auslöst und zu gesteigerter Aggressivität führt. Dies wird durch andere Untersuchungen bestätigt (*BEILHARZ und ZEEB, 1982; BRAKEL und LEIS, 1976; RAUSSI et al., 2005; SAMBRAUS, 1978*). Man kann davon ausgehen, dass sich die Tiere in einzelnen Fällen kennen, aber dass der ursprüngliche soziale Status verloren geht und dass ein erneuter Sozialisierungs- und Integrationsprozess nötig ist, um die Beziehungen innerhalb der Gruppe zu klären.

6.4 Empfehlungen für Managementmaßnahmen

1) Art der Eingliederung

Kalbinnen können ernsthafte physische Folgen oder Traumata bei der Suche nach der eigenen Sozialposition in einer etablierten sozialen Hierarchie erleben. Vor allem Erstkalbinnen sollten nach Möglichkeit in kleinen Gruppen eingeführt werden. Um die Situation bei der Eingliederung zu entschärfen, können die Färsen bereit vor der Abkalbung einige Tage in der Gruppe sein. Günstig könnten auch ein stufenweises

Einführen mittels abgegrenzter Boxen mit einem hohen Grad an Sicht- und Hörkontakt oder die Einführung in den Nachtstunden sein, wenn die soziale Aktivität gering ist. Es empfiehlt sich, dass die Kalbinnen eine zeitlang vor der Eingliederung in die laktierende Herde gemeinsam mit den trockenstehenden Kühen aufgestallt sind. Dadurch kennen die Kalbinnen zumindest schon einige Tiere aus der Herde.

2) Trockenstehende Tiere

Bestimmte Managementmaßnahmen bei trockenstehenden Tieren haben einen Effekt auf das Sozialverhalten. Die trockenstehende Tiere können zu vermehrter Unruhe führen. Ein Grund dafür könnte in der Fütterung liegen, da trockenstehende Tiere keine Kraftfutterzuteilung bekommen. Das kann zu vermehrter Konfliktsituationen dieser Tiere führen und zu häufigen Versuchen, andere Tiere aus der Kraftfutterstation zu verdrängen. Es scheint günstig, entweder diese Tiere zu fixieren oder ganz aus der Herde zu entfernen.

3) Fressplatzangebot und Kraftfutterstation

Ein eingeschränktes Tier-Fressplatz-Verhältnis verhindert synchrones Fressen, erhöht die Anzahl sozialer Auseinandersetzungen zwischen den Tieren und führt insbesondere bei rangniederen Tieren zu kürzeren Verzehrszeiten. Das führt zu Unruhe beim Fressen und wird problematisch, wenn nicht für jedes Tier ein Fressplatz vorhanden ist. Es empfiehlt sich, ein geeignetes Fressplatzangebot (ca. 1 : 1) anzubieten, damit die Konkurrenz am Futtertisch vermindert kann. Beim Einsatz von Total-Misch-Ration kann das Verhältnis auf 1,2 bis 1,5 : 1 erweitert werden. Wenn die Kraftfutterzuteilung durch die Kraftfutterstation erfolgt, dann empfiehlt es sich ein verschließbares Tor im hinteren Bereich einzubauen, da es bei ungeschützten Kraftfutterautomaten durch wartende Tiere immer wieder zu Auseinandersetzungen kommt, die zu Verletzungen im Bereich des Euters führen können.

4) Tränke

Es ist erforderlich, mindestens zwei Trogtränken ca. 2 m lang (für ca. 40 Kühe) in möglichst großem Abstand anzuordnen damit eingegliederte Tiere (vor allem rangniedere Kühe) jederzeit Zugang zu Wasser zu haben. Ranghöhere Tiere blockieren den Zugang zu einer Tränke häufig über längere Zeit.

5) Ausläufe und Sackgassen

Das Vorhandensein von Ausläufen kann einen positiven Effekt bei der Eingliederung der Tiere haben. Die einige gliederten Tiere können bei unerwünschten Begegnungen besser und schneller ausweichen, und die Ausläufe bieten insbesondere für rangniedere Tiere eine Rückzugsmöglichkeit. Es sollten auch keine Sackgassen sowie Engstellen im Stall existieren, die die Bewegungsmöglichkeit der Tiere verhindern könnten.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Es war das Ziel der vorliegenden Arbeit, mit Hilfe soziometrischer Kenngrößen die soziale Hierarchie in homogenen Gruppen von Milchkühen im Laufstall auf unterschiedlichen Ebenen zu analysieren und mögliche Auswirkungen der Rangkategorie auf die Leistungsparameter und die Zellzahl nachzuweisen. Drei Herden mit 46, 48 oder 73 Milchkühen auf zwei verschiedenen Betrieben wurden visuell direkt beobachtet. Das Ziel der visuellen Beobachtung bestand darin, die agonistische Interaktionen zwischen den Kühen zu erfassen. Zur Berechnung der soziometrischen Kenngrößen stand das Programm MatMan 1.1 (Fa. Noldus) zur Verfügung. Zusätzlich wurde bei 40 Tieren untersucht, ob die Einführung neuer Tiere in die Gruppe oder ihre Rückkehr nach einer bestimmten Abwesenheitsdauer soziale Spannungen auslöst und zu gesteigerter Aggressivität führt. Für die Analyse des Einflusses von verschiedenen fixen Effekten auf die ausgewählten Zielgrößen von Leistung und Gesundheit (Milchmenge, Fett-%, Eiweiß-%, und Zellzahl) kam die univariate Varianzanalyse mit der Prozedur "GLM – Univariat" zur Anwendung.

In den eigenen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die durchschnittliche Anzahl an AI in den Herden unterschiedlich war und zwischen 0,12 AI/Kuh/Stunde und 0,22 AI/Kuh/Stunde lag. Der Unterschied zwischen allen drei Gruppen bei der Zahl der AI/Kuh/Stunde war signifikant ($p < 0,01$). Bezogen auf die Gesamtanzahl an agonistischen Interaktionen pro Tag wurden in den Vormittagsstunden über 70 % aller agonistischen Interaktionen registriert. Die restlichen Interaktionen traten in den Nachmittagsstunden auf.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass sich in jeder Kuhherde erkennbare Rangkategorien von subdominanten und dominanten Tieren zeigten, unabhängig von den Unterschieden in der Haltung. Der prozentuale Anteil der Tiere mit negativen Rangindexwerten (rangniedere Kühe) bewegte sich in den 3 Herden von 60 % bis 66 %. Dementsprechend war der prozentuale Anteil der Tiere mit positiven Rangindexwerten (ranghohe Kühe) geringer und lag zwischen 34 % und 40 %. Die meisten Werte lagen im

Bereich von $RI = -0,20$ bis $RI = +0,20$. Sehr hohe (nahe +1) oder sehr niedrige Werte für den Rangindex (nahe - 1) traten vergleichsweise selten auf.

Die berechneten soziometrischen Parameter in Kuhgruppen derartiger Größe wiesen auf die Existenz einer sozialen Struktur hin, in der nur eine geringe Linearität der sozialen Ränge gegeben war. Analysen der dyadischen Beziehungen zeigten, dass viele Tiere nicht miteinander interagieren. Der Prozentsatz an unbekanntem Beziehungen lag zwischen 68 % und 85 %. Die Linearitätskoeffizienten waren demzufolge sehr niedrig und nahmen nur Werte zwischen 0,05 und 0,11 an.

Die Eingliederung von Kühen wurde in allen beobachteten Gruppen von intensiven Rankämpfen begleitet. Die Zahl der Kämpfe war besonders in der ersten und zweiten Stunde nach der Eingliederung hoch und schwankte in den Herden bzw. Eingliederungssituationen zwischen 4,9 agonistische Interaktionen pro Kuh und Stunde und 8,0 AI/Kuh/Stunde. Die Anzahl an AI nahm von Stunde zu Stunde allmählich ab. Die reduzierte Aggressivität war insbesondere ab der 6. Stunde nach der Eingliederung wahrnehmbar, als weniger als eine AI/Kuh/Stunde registriert wurde.

Die ermittelten Ergebnisse zeigten, dass die Rangkategorie in homogenen Kuhgruppen keinen signifikanten Einfluss auf die Milchmenge, auf den Fett- und Eiweißgehalt sowie die Zellzahl hatte ($p > 0,05$). Die fixen Faktoren Farm, Melksystem, Laktationsnummer, Alter und deren Wechselwirkungen nahmen auf die Leistungsparameter einen signifikanten Einfluss ($p < 0,01$). Es wurden keine signifikanten Einflüsse auf die Zellzahl nachgewiesen.

8 SUMMARY

The aim of this investigation was to analyze the social hierarchy in homogeneous groups of cows in a free system of housing, using the socio-metric parameters on the different levels and to prove the possible influence of the rank category on the performance and the number of somatic cells. The cows in three herds with 46, 48 or 73 cows were visually observed. The aim of the visual observation was to measure the agonistic interaction between the cows. The socio-metric parameters were calculated using the software program 1.1 (Fa. Noldus). Additionally, it was investigated whether the integration process of new animals or the return of former dry cows in the group after some time of absence, is causing some social tension or an increased aggressive behavior. The possible effect of several fixed factors on the productions traits and the number of somatic cells was investigated by using the procedure of GLM univariate analysis.

It was shown that the average number of agonistic interactions (AI) was different in the 3 herds and ranged between 0,12 AI/cow/hour and 0,22 AI/cow/hour. The difference concerning the number of AI/cow/hour between the three herds was significant. Based on the total number of observed agonistic interactions, around 70 % took place in the morning and approximately 30 % in the afternoon.

The obtained results show that rank categories of dominant and subdominant cows occur in each cow herd independently on the housing system used. The percentage of cows with negative values of rank index (subdominant cows) ranged between 60 % and 66 %. So with the frequency of cows with the positive rank index values (dominant cows) was from 34 % till 40 %. The most frequent rank index values (RI) were observed in the range from $RI = -0,20$ till $RI = +0,20$. Very high (near +1) and very low rank index values (close to - 1) were very rare.

The calculated socio-metric parameters in the 3 groups of cows with this number of animals show that there is a social structure in the herds, in which a very low linearity was present. The analysis of the dyadic relationships in the groups indicates that a large

number of cows did not interact each other. The percentage of unknown relationships was between 68 % and 85 %. So with, the coefficients of the linearity were very low with values ranging from 0,05 till 0,11.

The integration process of the cows was accompanied in all observed cases with intensive fights for rank places. The number of the fights was especially high in the first and second hour after the integration and ranged from 4,9 AI/cow/hour till almost 8 AI/cow/hour in the herds, situations of integration respond. The number of AI was decreased from hour to hour. The reduction of aggression was especially noticed after 5 hours from the beginning of the integration process. Less than one AI/cow/hour was observed in the 6th hour after integration.

It was found no impact of the rank category on the milk yield, milk fat and protein content and the number of somatic cells ($p > 0,05$). Fixed parameters (farm, milking system, lactation number, age and the interactions between these parameters) had a significant ($p < 0,01$) effect on the performance. But, the number of somatics cells was not influenced by those parameters.

LITERATURVERZEICHNIS

1. ALBRIGHT, J. L., W. P. GORDON, W. C. BLACK, J. P. BLACK, W. W. DIETRICH, C. SNYDER and E. MEADOWS (1966): Behavioral responses of cows to auditory training. *J. Dairy Sci.* 49: 104.
2. ARAVE, C. W. and J. L. ALBRIGHT (1976): Social rank and physiological traits of dairy cows as influenced by changing group membership. *J. Dairy Sci.* 59: 974.
3. ARAVE, C. W. and J. L. ALBRIGHT (1981): Cattle Behavior. *J. Dairy Sci.* 64: 1318-1329.
4. ARAVE, C. W., J. L. ALBRIGHT and C. L. SINCLAIR (1984): behavior, milking yield, and leucocytes of dairy cows in reduced space and isolation. *J. Dairy Sci.* 57: 1497-1501.
5. ARAVE, C. W., J. L. ALBRIGHT, D. V. ARMSTRONG, W. W. FOSTER and L. L. LARISON (1992): Effects of Isolation of calves on growth, behavior, and first lactation milk yield of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 75: (12).
6. BAHRS, E. (2005): Verhalten und Gesundheitsstatus von Mastbullen auf Gummispaltenboden. Diss. Ludwig-Maximilian-Universität München.
7. BAIRD, L. G., von KEYSERLINGK, M. A. G., WEARY, D. M., SHELFORD, J. A., and BEAUCHEMIN, K. A. (2002): Impact of regrouping on feeding behaviour of early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85 (Suppl. 1): 310.
8. BEILHARZ, R. G. (1984): Genetik des Verhaltens. In: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. (H. Bogner und A. Grauvogel). Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
9. BEILHARZ, R. G. and K. ZEEB (1982): Social dominance in dairy cattle. *Appl. Anim. Ethology* 8: 79-97.
10. BENDEL, J. (2005): Auswirkungen von elastischen Bodenbelägen auf das Verhalten von Milchrindern im Laufstall. Diss. Ludwig-Maximilians-Universität München.
11. BOE, E. and G. FAERVIK (2003): Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 80 (3): 175-190.
12. BOGNER, H. und A. GRAUVOGL (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

13. BORBERG, A. C. (2008): Analyse der agonistischen Interaktionen bei der Gruppierung von Sauen mit oder ohne Eber. Diss. Justus-Liebig-Universität Gießen.
14. BOUISSOU, M.-F., A. BOISSY, P. LE NEIDRE und I. VEISSIER (2001): The social behaviour of cattle. In: Social behaviour in farms animals. (Keeling, I. J. und H. W. Gonyou). Cambridge, MA, USA: Cabi Publishing. 113-147.
15. BRADE, W. (2001): Automatische und konventionelle Melksysteme im Vergleich. Berichte über Landwirtschaft. 79 (2): 275-292.
16. BRADE, W. (2002): Verhaltenscharakteristika des Rindes und tiergerechte Rinderhaltung. Der praktische Tierarzt. 83: 716-723.
17. BRAKEL, W. J. and R. A. LEIS (1976): Impact of social disorganization on behavior, milk yield, and body weight of dairy cows. J. Dairy Sci. 59: 716.
18. BRANTAS, G. C. (1967): On the dominance order in Friesian-Dutch dairy cows. Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie. 1967/ 1968, 84: 127-151.
19. BRASMANN, S. (1999): Untersuchung zu Grundlagen-Aspekten der Mensch-Tier Beziehung am Beispiel der Mutterkuhhaltung. Diss. Universität Göttingen.
20. BREUER, K., P. H. HEMSWORTH and G. J. COLEMAN (1997): The influence of handling on the behavior and productivity of lactating heifers. Proc. 31st Int. Congr. Intern. Soc. Applied Ethology, Prague.
21. BREUER, K., P. H. HEMSWORTH, J. L. BARNETT, L. R. MATTHEWS and G. J. COLEMAN (2000): Behavioural response to humans and the productivity of commercial dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 66: 273-288.
22. CLARK, P. W., R. E. RICKETTS and G. F. KRAUSE (1977): Effect on milk yield of moving cows from group to group. J. Dairy Sci. 60: 716-721.
23. COLLIS, P. W., S. J. KAY, A. J. GRANT and A. J. QUICK (1979): The effect on social organization and milk production of minor group alterations in dairy cattle. Appl. Anim. Ethol. 4: 61-70.
24. CORKUM, M. J., BATE, L. A., TENNESSEN, T., LIRETTE, A. (1994): Consequences of reduction of number of individual feeders on feeding behaviour and stress level of feedlot steers. Appl. Anim. Behav. Sci. 41: 27-35.
25. CRAIG, J. V. (1986): Measuring social behaviour: Social dominance. J. Anim. Sci. 62: 1120-1129. Abstract.
26. De VRIES, H. (1995): An improved test of linearity in dominance hierarchies

- containing unknown or tied relationships. *Anim. Behav.* 1995: 1375-1389.
27. De VRIES, T. J. and M. A. G. KEYSERLINGK (2006): Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 3522–3531.
28. De VRIES, T. J., M. A. G. KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2004): Effect of feeding space on the inter-cow distance, aggression, and feeding behavior of free-stall housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87: 1432–1438.
29. DIETRICH, J. P., W. W. SNYDER, C. E. MEADOWS, J. L. ALBRIGHT (1965): Rank order in cows. *Amer. Zool.* 5 (4): 713.
30. DREWS, C. (1993): The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour.* 125 (3-4): 283 – 313.
31. EIBEL–EIBESFELDT, I. (1969): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. 2. Aufl. Verlag Piper, München.
32. ENDRES, M. I. and A. E. BARBERG (2007): Behavior of dairy cows in an alternative Bedded-Pack housing System. *J. Dairy Sci.* 90: 4192-4200. Abstract.
33. ENDRES, M. I., T. J. DE VRIES, M. A. G. KEYSERLINGK and D. M. WEARY (2005): Short communication: Effect of feed barrier design on the behavior of loose-housed lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88: 2377–2380.
34. ERHARD, H. and W. SCHOUTEN (2001): Individual Differences and Personality. In: *Social Behaviour in Farms Animals.* (Keeling, I. J., und H. W. Gonyou). Cambridge, MA, USA: Cabi Publishing. 113-147.
35. FORKMAN, B und M. J. HASKELL (2004): The maintenance of stable dominance hierarchies and the pattern of aggression: Support for the suppression hypothesis. *Ethology* 110: 737-744.
36. FRANCK, D. (1997): *Verhaltensbiologie.* 3. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
37. FRIEND, T. H. und C. E. POLAN (1974): Social Rank, feeding behaviour and free stall utilization by dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 57: 1214-1222.
38. FRIEND, T. H. und C. E. POLAN (1976): Competitive order as a measure of social dominance in dairy cattle. *Appl. Anim. Ethol.* 4: 61-70.
39. FRIEND, T. H., C.E. POLAN und M. L. MCGILLIARD (1977): Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 60: 108-116.

40. FÜBBEKER, A. und H. H. KOWALEWSKY (2000): Bewertung automatischer Melksysteme durch die Praxis. KTBL-Schrift „Automatische Melksysteme“ 395: 69-74.
41. GALINDO, F. (2002): The effects of lameness on social and individual behavior of dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. 5 (3): 193-201. Abstract.
42. GATTERMANN, R. (1993): Verhaltensbiologie. UTB-Verlag, Jena.
43. GRANT, R. J., J. L. ALBRIGHT (2001): Effect of animal grouping on feeding behavior and intake of dairy cattle. J. Dairy Sci. 84: (E. Suppl.): E156-E163.
44. GYGAX, L., I. NEUFFER, C. KAUFMANN, R. HAUSER, B. WECHSLER (2007): Restlessness behaviour, heart rate and heart-rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and auto-tandem Milking parlours. Appl. Anim. Behav. Sci. 109 (2-4): 167-179.
45. HAFEZ, E. S .E. (1969): The behaviour of domestic animals. Bailliere, Tindall & Cassell, London.
46. HARMS, J. H. (2004): Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). Diss. TU München.
47. HASEGAWA, N., NISHIWAKI, A., SUGAWARA, K. and ITO, I. (1997): The effects of social exchange between two groups of lactating primiparous heifers on milk production, dominance order, behaviour and adrenocortical response. Appl. Anim. Behav. Sci. 51: 15-27.
48. HASSE, C. (2004): Verhalten des Rindes. Projektarbeit im Fach Ethologie. Universität Kassel Ökologische Agrarwissenschaften.
49. HAUFE, H. C., L. GYGAX, B. WECHSLER und K. FRIEDLI (2007): Einfluss von verschiedenen Bodenarten in Liegeboxenlaufställen auf das Verhalten von Milchkühen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 461: 76-85.
50. HEMSWORTH, P. H., G. J. COLMAN, J. L. BARNETT and S. BORG (2000): Relationships between human-animal interactions and productivity of commercial dairy cows. J. Anim. Sci. 78: 2821-2831.
51. HESSEL, E. F., B. KRAUSBAUER and H. VAN der WEGHE (2002): Automatisches Melken: Systematische Einflussfaktoren auf das Verhalten von Milchkühen im Wartebereich und deren Besuchfrequenz im AMS. Züchtungskunde 74 (5): 320-329.

52. HOY, St. and J. BAUER (2005): Dominance relationships between sows dependent on the time interval between separation and reunion. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90: 21-30.
53. HOY, St. J. BAUER und C. WEIRICH (2005): Soziometrische Untersuchungen bei der Gruppenbildung von Sauen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift* 437: 173-185.
54. HOY, St., SCHUH, D.: Matman - Eine neue Methode zur Analyse des Sozialverhaltens bei Kaninchen. *Proc. 14. Arbeitstagung über Haltung und Krankheiten der Kaninchen, Pelztiere und Heimtiere, Celle 11./12.5.2005*, S. 17-24.
55. HOY, St., SCHUH, D.: Sociometric investigations in groups of wild and domestic rabbits with one buck and two or three does. *Proc. 8th World Rabbit Congress, Puebla (Mexico), September 7-10 (2004)* 1235-1240.
56. HUZZEY, J. M., T. J. DE VRIES, P. VALOIS and M. A. G. KEYSERLINGK (2006): Stocking density and feed barrier design affect the feeding and social behavior of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 126–133.
57. JACKSON, W. M. (1988): Can individual differences in history of dominance explain the development of linear dominance hierarchies? *Ethology.* 79: 71-77.
58. JENSEN, P. (1982): An analysis of agonistic interaction patterns in group-housed dry sows – aggression regulation through an „avoidance order“. *Appl. Anim. Ethology* 9: 47.
59. JEZIERSKI, T. A. and M. PODLUZNY (1984): A quantitative analysis of social behavior of different crossbreeds of dairy cattle in loose housing and its relationship to productivity. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 13: 31–40.
60. JEZIERSKI, T., M. GUROWSKA und A. GORECKA (1998): The role of social behaviour in small population breeding of Konik horses under semi-natural conditions. *49th Annual Meeting of the EAAP in Warsaw.*
61. KEIL, N. M. und H. H. SAMBRAUS (1996): Beobachtungen zum Sozialverhalten von Milchziegen in grossen Gruppen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift* 373: 48-565.
62. KEIPER, R. R. und H. H. SAMBRAUS (1986): The stability of equine dominance hierarchies and the effects of kinship, proximity and foaling status on hierarchy rank. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16: 121-130.

63. KETELAAR- DE LAUWERE, C. C., S. DEVIR and J. H. H. METZ (1996): The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49 (2): 199-211.
64. KILEY-WORTHINGTON, M. und S. de la PLAINE (1983): The behaviour of beef Suckler cattle (*Bos taurus*). *Tierhaltung* 14, Birkhäuser Verlag, Basel.
65. KONDO, S. and J. F. HURNIK (1990): Stabilization of social hierarchy in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27: 287-297.
66. KOVALCIK, K. and M. KOVALCIKOVA (1974): Vplyv skupinoveho presume prvostok cernostrakateho plemena na priebeh ich laktacnej krivky. *Zivocisna Vyroba* 19: 945-952.
67. KROHN, C. C. (1978): The effect of group change on behaviour and production performance in large dairy herds. *First World Congr. Ethol. Appl. Zootech.* E-1-26: 40.
68. LAMB, R.C. (1976): Relationship between cow behaviour patterns and management systems to reduce stress. *J. Dairy Sci.* 59 (9): 1631-1636.
69. LANDAU, H. G. (1951): On dominance relations and the structure of animal societies: 1. effect of inherent characteristics. *Bulletin of Mathematical Biophysics* 13: 1-19.
70. LANGBEIN, J. und B. PUPPE (2004a): Analysing dominance relationships by sociometric methods - a plea for a more standardised and precise approach in farms animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 87: 293- 315.
71. LANGBEIN, J. und B. PUPPE (2004b): Methoden des soziometrischen Analyse biologischer Dominanz Strukturen dargestellt am Beispiel einer Fallstudie bei Zwergziegen und Schweinen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003 - KTBL-Schrift* 431.
72. LEE, Y. P., J. V. CRAIG and A. D. DAYTON (1982): The social rank index as a measure of social status and its association with egg production in white leghorn pullets. *Appl. Anim. Ethol.* 8: 377-390.
73. LEHMANN, K. (2000): Einfluss des Trainingszustandes auf die soziale Rangordnung bei Pferden. *Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover.*
74. LEXER, D., K. HAGEN, VOSIKA, B., TROXLER, J. und WAIBLINGER, S. (2002): Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und Gesundheit von Milchkühen unter Berücksichtigung der Herdenüberwachung und verschiedener Fütterungsvarianten. *Zweiter Zwischenbericht zum Forschungsprojekt 1206 sub an das BMLFUW*, pp 85.

75. LINDBERG, C. A. (2001): Group life. In: Social behaviour in farms animals. (Keeling, I. J. und H. W. Gonyou). Cambridge, MA, USA: Cabi Publishing. 113-147.
76. LUNDBERG, U. (1990): Haltungsbedingte Anpassungsprobleme im Sozialverhalten von Hausrindern. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 344: 196-203.
77. MARTIN, P and BATESON, P. (1993): Measuring Behaviour: An introductory guide. 2nd Ed. Cambridge University Press, Cambridge.
78. MEESE, G. B. und R. EWBANK (1973): The establishment and nature of the dominance hierarchy in the domesticated pig. Anim. Behav. 21: 326-334.
79. MELIN, M., G. G. N. HERMANS, G. PETTERSSON and H. WIKTORSSON (2006): Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and an open waiting area. Appl. Anim. Behaviour Sci. 96 (3-4): 201-214.
80. MENDL, M., A. J. ZANELLA and D. M. BROOM (1992): Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. Animal behaviour 44: 1107-1121.
81. MENKE, C. (1996): Laufstallhaltung mit behornten Milchkühen. Diss. Eidgenössische technische Hochschule, Zürich.
82. MENKE, C., S. WAIBLINGER, D. W. FÖLSCH und P. R. WIEPKEMA (1999): Sozialverhalten und Verletzungen behornter Kühe in Laufstallsystemen. Animal Welfare. 8: 243-258.
83. MÜLLEDER, C. (2001): Individuelle Unterschiede im Verhalten im Sozialverband und in Stressreaktionen- Verhaltensstrategien bei Mutterkühen. Diss. Veterinärmedizinische Universität Wien.
84. MÜLLEDER, C. und S. WAIBLINGER (2004): Analyse der Einflussfaktoren auf Tiergerechtigkeit, Tiergesundheit und Leistung von Milchkühen im Boxenlaufstall auf konventionellen und biologischen Betrieben unter besonderer Berücksichtigung der Mensch-Tier-Beziehung. Endbericht zum Forschungsprojekt 1267, Eigenverlag Wien, 184 Seiten.
85. MÜLLER, R. und L. SCHRADER (2002): Automatische Erfassung der Verhaltensaktivität von Nutztieren - Eine neue Methode. KTBL-Schrift 418: 119-124.
86. MUNKSGAARD, L., A. M. B. DE PASSILLE, J. RUSHEN, M. S. HERSKIN

- und A. M. KRISTENSEN (2001): Die Furcht von Milchkühen vor Menschen: soziales Lernen, Milchertrag und Verhalten beim Melken. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73: 15-26.
87. OLOFSSON, J. (1999). Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *J. Dairy Sci.* 82: 69–79.
88. PHILLIPS, C. J. C. und M. I. RIND (2001): The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84 (9): 1979-1987.
89. PLATZ, S., B. JENNIFER, F. AHRENS, M. HEINRICH und M. ERHARD (2006): Verhaltensuntersuchungen an Milchkühen nach schrittweiser Umstellung von Betonspaltenboden auf gummierte Spaltenboden unter besonderer Berücksichtigung der Rangordnung. Aktuelle Arbeiten zur Artgemäßen Tierhaltung. *KTBL-Schrift* 448: 71-79.
90. RAUSSI, S., A. BOISSY, E. DELAVAL, P. PRADEL, J. KAIHILLAHTI, I. VEISSIER (2005): Does repeated regrouping alter the social behaviour of heifers? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 93: 1-12. Abstract.
91. RODENBURG, T. and B. P. KOENE (2007): The impact of group size on damaging behaviours, aggression, fear and stress in farm animals *Appl. Anim. Behav. Sci.* 103 (3-4): 205-214. Abstract.
92. RÖMER A., D. LEXER, J. TROXLER und S. WAIBLINGER (2005): Auswirkung eines automatischen Melksystems auf Management, Tiergesundheit und Tierverhalten von Kühen. 32. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 13.-14. April 2005, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2005. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning, S. 29-36.
93. ROUSING, T. and F. WEMELSFELDER (2006): Qualitative assessment of social behaviour of dairy cows housed in loose housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 101 (1-2): 40-53.
94. RUSHEN, J., A. M. B. DE PASSILLE and L. MUNKSGAARD. (1999): Fear of people by cows and effects on milk yield, behavior, and heart rate at milking. *J. Dairy Sci.* 82: 720–727.
95. SAMBRAUS, H. H. (1975): Beobachtungen und Überlegungen zur Sozialordnung von Rindern. *Züchtungskunde.* 47: 8-14.
96. SAMBRAUS, H. H. (1978): *Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis,* Berlin/Hamburg, Verlag Paul Parey.

97. SAMBRAUS, H. H. (2001): Ganzjährige Freilandhaltung von Rindern
Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. Merkblatt Nr. 85.
98. SAMBRAUS, H.H. und OSTERKORN, K. (1974): Die soziale Stabilität in einer
Rinderherde. Zeitschrift für Tierpsychologie. 35: 418-424.
99. SCHEIN, M. W. und M. H. FOHRMANN (1955): Social dominance
relationships a herd of dairy cattle. British J. Anim. Behav. 3: 45-55.
100. SCHLEYER, T. (1998): Untersuchungen zum Einfluss des
Kälberaufzuchtverfahrens auf die Ontogenese des Sozialverhaltens
heranwachsender Rinder. Diss. Humboldt-Universität zu Berlin.
101. SCHRADER, L., NINA, M. K, R. DANIELA und N. FRANZ (2003): Einfluss
eines erhöhtem Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Verhalten von Milchkühen
unterschiedlichen Ranges im Laufstall. KTBL-Schrift 407: 17-22.
102. SCHRADER, R. und C. MAYER (2005): In: Rinderzucht und Milcherzeugung.
Empfehlungen für die Praxis (2. Auflage). (Brade, W. und Flachowsky, G.).
FAL Agricultural Research. Sonderheft 289.
103. SOFFIE, M., G. THINNES, and G. De MARNEFFE (1976): Relation between
milking order and dominance value in a group of dairy cows. Appl. Anim. Ethol.
2 (3): 271-276.
104. SPOLDERS, M. (2002): Effekte eines automatischen Systems des Milchentzugs
(Melkroboter) auf Futteraufnahmemenge,-rythmik, Kau-und Wiederkauaktivität
sowie stoffwechsel- und leistungsbiologische Zusammenhänge bei
Hochleistungskühen im Vergleich zum herkömmlichen Melksystem. Diss.
Tierärztliche HS- Hannover.
105. STEFANOWSKA, J., A. H. IPEMA and M. M. W. B. HENDRIKS (1999): The
behavior of dairy cows in an automatic milking system where selection for
milking takes place in the milking stals. Appl. Anim. Behav. Sci. 62: 99-114.
106. STRICKLIN, W. R. and C. C. KAUTZSCANAVY (1983): The role of behavior
in cattle production: a review of research. Appl. Anim. Ethol. 11: 359-390.
107. STUMPF, S., F. NYDEGGER, B. WECHSLER und S. BEYER (1999):
Untersuchungen zum Tier-Fressplatzverhältnis und zur Fressplatzgestaltung bei
der Selbstfütterung von Milchkühen im Fahrsilo. In: Aktuelle Arbeiten zur
artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 391: 103-110.
108. SUNDRUM, A. (2002): Artgerechte Tierhaltung in der modernen
Landwirtschaft. Schriftenreihe Rentenbank. 17: 67-74.

109. SÜSS, M. und U. ANDREAE (1984): Spezielle Ethologie. In: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. (H. Bogner und A. Grauvogel). Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
110. SYME, G. J. (1974): Competitive orders as measures of social dominance. *Anim. Behav.* 22: 931 – 939.
111. SYME, G. J. und L. A. SYME (1982): Social Structure in Farm Animals. *Appl. Anim. Ethol.* 8 (1-2): p. 191.
112. TULLOH, N. M. (1961): Behaviour of cattle in yards. II. A study of temperament. *Animal Behaviour.* 9 (1-2): 25-30. Abstract.
113. VAJNER, L. (1978): K vlivu stability socialni struktury ve skupine dojnic na dojivost. *Veterinarstvi* 28: 468–470.
114. VAL-LAILLET, D., A. M. DE PASSILLE, J. RUSHEN, MARINA A. G. and von KEYSERLINGK (2008): The concept of social dominance and the social distribution of feeding-related displacements between cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111 (1-2): 158-172.
115. VAN HOOFF, J. A. R. A. M. and J. A. B. WENSING (1987): Dominance and its behavioural measures in a captive wolf pack. In: (A. Frank, ed.) *Man and wolf* 219-252. Junk Publishers, Dordrecht.
116. WAGNON, K. A., R. G. LOY, W. C. ROLLINS and F. D. CARROLL, (1966): Social dominance in a herd of angus, hereford, and shorthorn cows. *Animal Behaviour.* 14 (4): 474-479. Abstract.
117. WAIBLINGER, S. (2001): Zur Enthornung von Rindern. *Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. Merkblatt Nr. 86.*
118. WECHSLER, B. (2000): Ethologische Methoden. *Wege zum Tier. KTBL-Schrift* 391: 9-15.
119. WENZEL, C. (1999): Untersuchungen zum Verhalten und zur Belastung von Milchrindern beim Melken in einem Automatischen Melksystem. Diss. Ludwig-Maximilian-Universität München.
120. WIKTORSSON, H., G. PETTERSSIN, J. OLOSFSSON, K. SVENNERSTEN-SJAUNJA und M. MERLIN (2003): Welfare status of dairy cows in barns with automatic milking. Relations between the environment and cow behaviour, physiologic, metabolic and performance parameters. Deliverable No. D24. Report within EU project QLK5-2000-31006. <http://www.automaticmilking.nl>.

121. WOODBURY, A. M. (1941): Changing the "hook order" in cows. *Ecology* 22: 410.

Eidesstattliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unerlaubte Hilfe verfasst und andere als die angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

Novi Sad, den 10.09.2009.

Denis Kučević _____

Danksagung

Ich bedanke mich außerordentlich bei Herrn Prof. Dr. Steffen Hoy für die Überlassung des Themas, die Anregungen und die gewährte Hilfe und Unterstützung beim Gelingen dieser Arbeit.

Bei Herrn Prof. Dr. Martin Wähler bedanke ich mich recht herzlich für die freundliche und hilfsbereite Unterstützung.

Ganz besonders möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH), Landwirtschaftszentrum Eichhof, Schloss Eichhof, welche das Datenmaterial bereitstellten und mich in meiner Arbeit unterstützten, bedanken. Ich danke Herrn Dr. Gerhard Quanz, Herrn Dr. Paul Wagener und Herrn Klaus Wagner für ihren Beitrag zum Erfolg dieser Untersuchung.

Gleichsam danke ich dem Personal im Zuchtzentrum „Velvet-Farm“ in Serbien.

Frau Jelena Ivankovic Hendgen möchte ich recht herzlich für die fachliche Hilfe bei der Übersetzung und dem Lektorat der Arbeit danken.

Allen Beteiligten und Freunden aus nah und fern sei für ihre Ratschläge, Anteilnahme und moralische Unterstützung gedankt.