

Entwicklung und Anwendung von Methoden zur vergleichenden Beschreibung des individuellen Wiederkauverhaltens von Milchkühen



Diplomarbeit

vorgelegt von

Claudia Schneider

geboren am: 02.07.1976 in: Donaueschingen

1. Gutachter und Betreuer: Dr. Jörg Spranger

Fachgruppe Tiergesundheit

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick (Schweiz)

2. Gutachter: Prof. Dr. Martin Gabel

Institut für umweltgerechte Tierhaltung

Fachbereich Agrarökologie der Universität Rostock

Rostock und Frick (Schweiz), 2002

Zeichnung: Magdalena Savoldelli

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Einführung in die Problematik	1
1.2. Aufgabenstellung	5
2. Literaturüberblick	7
2.1. Wiederkauverhalten allgemein	7
2.2. Hinweise auf individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten	9
2.3. Parameter zur Charakterisierung des Wiederkauverhaltens	11
2.4. Einflussfaktoren auf Einzeltierebene auf das Wiederkauverhalten	12
3. Material und Methode	16
3.1. Material und Tiere	16
3.2. Wahl von Parametern zur Charakterisierung des individuellen Wiederkauverhaltens	18
3.3. Erfassung der Wiederkaudaten	20
3.4. Statistische Untersuchung der Daten auf individuelle Unterschiede	22
3.5. Untersuchung der Einflussfaktoren auf Einzeltierebene	24
4. Ergebnisse	28
4.1. Entwicklung von Methoden zur Erfassung des individuellen Wiederkauverhaltens	28
4.1.1. Visuelle Beobachtung	28
4.1.2. Methodenentwicklung zur Erfassung der Parameter Wiederkauzeit/ Tag und mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag	30
4.1.3. Methodenentwicklung zur Erfassung der Parameter Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit	36

4.2.	Auswertung der Wiederkaudaten in bezug auf individuelle Unterschiede	45
4.2.1.	Deskriptive Statistik	45
4.2.2.	Individuelle Unterschiede	49
4.2.2.1.	Interindividuelle und intraindividuelle Variation	50
4.2.2.2.	Ausprägung der individuellen Unterschiede bei den einzelnen Wiederkauparametern	51
4.2.2.3.	Intraindividuelle Stabilität im Wiederkauverhalten	52
4.2.2.4.	Sich individuell unterscheidende Kühe	57
4.3.	Bewertung von Einflussfaktoren auf Einzeltierebene auf das individuelle Wiederkauverhalten	60
5.	Diskussion und Schlussfolgerungen	66
6.	Zusammenfassung	70
7.	Literaturverzeichnis	72
8.	Anhang	(Anlagen 1-12)

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

<u>Tabellen</u>	Seite
Tab. 1: Charakterisierung des Wiederkauverhaltens (KOLB et al. (1989))	11
Tab. 2: Inhaltsstoffe und Futterwert der Grundfutterkomponenten	17
Tab. 3: Anteil der Wiederkauzeit in den 8 Stunden nach der Abendfütterung an der Wiederkauzeit/ Tag insgesamt bei den Kühen der Gruppen 1 und 2 (Aufnahmen im Herbst)	33
Tab. 4: Beobachtungsschema zur Erfassung der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode	34
Tab. 5: Variation zwischen und innerhalb der Kühe für die Parameter Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen	43
Tab. 6: Maßzahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter, Daten der Kühe mit allen Wiederholungen	47
Tab. 7: Maßzahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter, alle erfassten Daten	48
Tab. 8: Inter- und intraindividuelle Variation bei den Wiederkauparametern	50
Tab. 9: Vergleich der Wiederkauparameter bezüglich der Ausprägung individueller Unterschiede	52
Tab. 10: Korrelationskoeffizienten mit Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Wert) und Bonferroni-angepassten p-Werten (p') zwischen den 6 Wiederholungen der Parameter (a) Wiederkauzeit/ Tag, (b) mittlere Dauer einer Wiederkauperiode und (c) Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag	53
Tab. 11: Korrelationskoeffizienten mit Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Wert) und Bonferroni-angepassten p-Werten (p') zwischen den 4 Wiederholungen der Parameter (a) Kieferschläge/ Bissen, (b) Zeit/ Bissen und (c) Kaugeschwindigkeit	54
Tab. 12: Friedmann-Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Wiederholungen	56
Tab. 13: Sich in den einzelnen Wiederkauparametern von der Herde individuell unterscheidende Kühe	60
Tab. 14: Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen den Einflussfaktoren auf Einzeltierebene und den Wiederkauparametern. In Klammern ist die Zahl der Tiere angegeben	62
Tab. 15: Partielle Korrelationskoeffizienten. In Klammern ist die Anzahl der Tiere angegeben.	63
Tab. 16: Bestimmtheitsmaß und Signifikanzniveau (in Klammern) der multiplen Regression für die Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag, Kieferschläge/ Bissen und Kaugeschwindigkeit	65

<u>Abbildungen</u>	Seite
Abb. 1: Verlauf der Anzahl Kieferschläge/ Bissen während einer ganzen Wiederkauperiode	37
Abb. 2: Verlauf der Kaugeschwindigkeit während einer ganzen Wiederkauperiode	38
Abb. 3: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 6 Zählungen	39
Abb. 4: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 10 Zählungen	40
Abb. 5: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 14 Zählungen	40
Abb. 6: Streuung bei unterschiedlicher Anzahl Zählungen (ab 3. Wiederkauzyklus einer Wiederkauperiode)	41
Abb. 7: Häufigkeitsverteilung des Parameters Wiederkauzeit/ Tag, Daten der Kühe mit allen 6 Wiederholungen	45
Abb. 8: Häufigkeitsverteilung des Parameters Kaugeschwindigkeit, Daten der Kühe mit allen 4 Wiederholungen (in 2002)	46
Abb. 9: Mittlere Dauer einer Wiederkauperiode – Werte der einzelnen Kühe bei allen 6 Wiederholungen	57
Abb. 10: Kieferschläge/ Bissen – Werte der einzelnen Kühe bei allen 4 Wiederholungen	58

1. Einleitung

1.1. Einführung in die Problematik

Mit der Suche nach individuellen Unterschieden im Wiederkauverhalten von Milchkühen und nach geeigneten Methoden zu deren Ermittlung stellt diese Arbeit einen kleinen, jedoch wichtigen und grundlegenden Baustein für das Dissertationsprojekt „Wesentliche arttypische Eigenschaften und Mastitidisposition beim Rind“ dar, welches von Frau Dipl. Ing. agr. Annette Spengler Neff am FiBL durchgeführt wird. Da die vorliegende Arbeit stark in den Kontext dieses Projektes eingebunden ist, soll zur genaueren Erläuterung und für den Gesamtüberblick auch der Projektentwurf des Projektes (SPENGLER NEFF (2001)) erläutert werden.

In von Tierärzten des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) betreuten Milchviehherden wurde immer wieder die Beobachtung gemacht, dass ungefähr ein Drittel der Kühe der jeweiligen Bestände nicht oder selten an Mastitis erkrankte und dass diese Tiere auch sonst kaum Gesundheitsprobleme hatten. Weil die Kühe einer Herde unter den nahezu gleichen Bedingungen gehalten werden, muss die Ursache für dieses Phänomen in individuellen Unterschieden zwischen den Tieren gesucht werden.

Das Auftreten von Mastitis als Faktorenkrankheit ist nicht nur den Erregern zuzuschreiben, sondern hängt von exogenen und endogenen Bedingungen ab, die das Eindringen, die Vermehrung des Erregers und die Schädigung des Euters ermöglichen, ohne dass eine funktionierende körpereigene Abwehrreaktion sie daran hindert (WALKENHORST (1999)).

Ausgangslage für das Projekt „Wesentliche arttypische Eigenschaften und Mastitidisposition beim Rind“ ist die Problematik der Mastitiden, die beim Milchvieh das weltweit bedeutendste Gesundheitsproblem darstellen (HAMANN (1998) in SPENGLER NEFF (2001)) und die zunehmend bestandsweise auftreten und zu kaum noch therapierbaren chronischen Verlaufsformen neigen (WALKENHORST (1999)). Im ökologischen Landbau ist der regelmäßige prophylaktische Einsatz von Antibiotika verboten, eine Ausweitung des Verbots auf die konventionelle Tierhaltung kann, auf

Forderungen von humanmedizinischer Seite, in absehbarer Zeit erfolgen (PERETTEN et al. (1997) in SPENGLER NEFF (2001)).

Am FiBL wird die Forschung zur Mastitis in Projekten zur Bestandesbetreuung und zur Entwicklung und Etablierung von komplementärmedizinischen Prophylaxe- und Therapiemethoden betrieben. In den FiBL-Projekten werden die endogenen, konstitutionellen Faktoren, die das Auftreten von Mastitis begünstigen oder hemmen, noch kaum in die Untersuchungen einbezogen. In der Literatur wurden endogene und konstitutionelle Faktoren bisher nur als einzelne Merkmale wie Melkgeschwindigkeit, Euteraufhängung (GROEN et al. (1988) in WALKENHORST (1999)) und Euterform (PHILIPSSON (2000) in WALKENHORST (1999)) in Zusammenhang mit Mastitis gebracht und nicht als Summe in der Gesamtkörperverfassung. An diesem Punkt setzt das Projekt „Wesentliche arttypische Eigenschaften und Mastitisdisposition beim Rind“ an.

Aufbauend auf der Hypothese, dass die Ausprägung von wesentlichen arttypischen Eigenschaften die Konstitution beeinflusst, werden Verdauungs- und Stoffwechselfparameter von Rindern und ihr Bezug zum Auftreten von Mastitis untersucht. Daraus sollen sich folgende Fragen beantworten lassen: Kommen diese Eigenschaften als endogene konstitutionelle Faktoren für die Mastitisdisposition in Frage? Wie lassen sie sich beeinflussen und in welcher Art sind sie relevant für die Züchtung auf Betriebsebene und eventuell auch als Grundlage für eine Umorientierung in Zuchtwertschätzung und Konstitutionsforschung?

Was sind nun wesentliche arttypische Eigenschaften? Betrachtet man die Embryonalentwicklung, so lässt sich feststellen, dass verschiedene Tierarten sich in den ersten Stadien sehr ähneln, sich die Embryonen und ihre Organe dann aber in unterschiedliche Richtungen differenzieren. Anatomisch gesehen sind nicht alle Organe bei allen Tieren gleich stark ausdifferenziert, sondern haben verschiedene morphologische Wertigkeiten (= Differenzierungsgrad im Vergleich zur frühen Embryonalgestalt) (PORTMANN (1993) in SPENGLER NEFF (2001)). Die spezielle Ausgestaltung der Organe hängt immer mit der speziellen Lebensweise eines Tieres zusammen und gerade die hochdifferenzierten Organe machen das Charakteristische des Tieres aus. SCHAD (1971) (in SPENGLER NEFF (2001)) gliedert die höheren Tiere nach dem Vorbild der Gliederung der Organsysteme des Menschen nach STEINER (1917) (in SPENGLER NEFF (2001)) und unterscheidet die Nerven-Sinnes-Tiere

(Schwergewicht Kopfbereich; Nagetiere), die rhythmischen Tiere (Schwergewicht Blutkreislauf und Atmung; Raubtiere) und Stoffwechsel-Gliedmaßen-Tiere (Huftiere).

Die Organe mit den höchsten morphologischen Wertigkeiten stellen beim Rind einerseits die Extremitäten und andererseits die Stoffwechsel- und Verdauungsorgane dar, welche der Familie des Rindes, den Wiederkäuern, auch den Namen gegeben haben (SCHAD (1971) in SPENGLER NEFF (2001)). Der äußerst differenzierte 4-teilige Magen, der speziell geformte Dickdarm und der längste Darm aller Haussäugetiere (LOEFFLER (1994)) verdeutlichen besonders die hohen morphologischen Wertigkeiten der Verdauungsorgane beim Wiederkäuer. Das Rind ist *der* Vertreter der Stoffwechsel-Tiere (WERR (1958), SCHAD (1971) in SPENGLER NEFF (2001)). Seine Lebensweise ist durch die hohe Differenzierung der Verdauungs- und Stoffwechselorgane geprägt, es verbringt die meiste Lebenszeit mit Fressen und Verdauen.

Wird ein Tier im Zentrum seines Wesens geschädigt, wird es anfällig für verschiedenste Erkrankungen (SPRANGER (1998) in SPENGLER NEFF (2001)): verschiedene Krankheiten und Krankheitskomplexe (Mastitis, Klauenerkrankungen, Infektionskrankheiten) des Rindes sind letztlich auf falsche, nicht wiederkäuergerechte Ernährung zurückzuführen. Daran erhärtet sich die Hypothese, dass die morphologisch hochspezialisierten Organe die wesentlichen arttypischen Eigenschaften eines Tieres bestimmen und in engem Zusammenhang zu seiner Konstitution stehen.

Das Ziel des Projektes ist folglich, die Konstitution als die Gesamtkörperverfassung eines Tieres zu definieren, die von der Ausprägung der wesentlichen arttypischen Eigenschaften abhängt, welche wiederum in Zusammenhang mit dem Habitustyp (MAREK und MÓCSY (1956)) einer Tierart, beim Rind also dem Verdauungs- und Stoffwechseltyp, stehen. Sie wird nicht gleichgesetzt mit Krankheitsanfälligkeit wie in anderen Definitionen (SOMMER et al. (1976) in SPENGLER NEFF (2001)), denn Krankheit kann auch Zeichen gesunder Abwehrreaktion sein (Entzündungen). Befürchtungen werden schon laut, dass die Berücksichtigung der Zellzahl in der Züchtung auf Mastitisresistenz zu einer Verschlechterung der natürlichen Abwehrreaktion führen kann (PHILIPSSON et al. (2000) in SPENGLER NEFF (2001)). Es soll in diesem Projekt um die Förderung der Gesamtkörperverfassung der Milchkühe unter guten Umweltbedingungen mit Blick auf den arttypischen Habitus gehen.

Das Wiederkauen stellt eine zentrale Tätigkeit der Kuh dar, immerhin verbringt sie ungefähr ein Drittel ihrer Zeit damit: LOEFFLER (1994) gibt eine Wiederkauzeit von etwa 7 Stunden pro Tag, KOLB et al. (1989) geben Zeiten von bis zu 9 Stunden an. Über die Futterzerkleinerung und die Speichelproduktion hat die Wiederkautätigkeit positiven Einfluss auf das Verdauungsgeschehen (ROSENBERGER et al. (1990)). Die Zerkleinerung des groben Panseninhaltes vergrößert die Oberfläche der Futterpartikel für den Angriff der Mikroorganismen (KOLB et al. (1989)) und der Speichel wirkt als Schmiermittel für Kauen und Schlucken, stellt Nährstoffe und eine flüssige Umgebung für die ruminale Fermentation bereit, erleichtert die Passage aus dem Reticulorumen und reguliert den pH-Wert im Pansen (CAMPBELL et al. (1992)). Regelmäßigkeit und Intensität des Wiederkauens sind empfindliche Gradmesser für das Wohlbefinden des Tieres und erlauben Rückschlüsse auf die motorische Aktivität der Vormägen (ROSENBERGER et al. (1990)). Die Verdauung und der Stoffwechsel allgemein stehen im Zentrum des Lebens und somit im Zentrum der Befindlichkeit der Wiederkäuer (SPRANGER (1998) in SPENGLER NEFF (2001)) und beeinflussen die Gesamtkörperverfassung des Tieres.

Um zu prüfen, ob die Wiederkautätigkeit über den positiven Einfluss auf Verdauung und Stoffwechsel und damit auf die Gesamtkörperverfassung des Tieres in Zusammenhang mit dem Auftreten von Mastitis gebracht werden kann, muss erst festgestellt werden, ob sich Kühe durch ihr Wiederkauverhalten individuell unterscheiden lassen. Erst wenn eine Kuh bzw. eine Gruppe von Kühen anhand ihres Wiederkauverhaltens von anderen Tieren unterschieden und die Ausprägung ihrer Wiederkautätigkeit dargestellt werden kann, wird es möglich, Beziehungen zu anderen Parametern aus dem Gesundheitsbereich zu überprüfen und die Tiere untereinander zu vergleichen.

Durchgeführt wird das Projekt auf dem biologisch-dynamisch geführten Betrieb der Stiftung Fintan in Rheinau (Schweiz), der auch in das Projekt „Bestandesbetreuung und antibiotikafreies Tiergesundheitsmanagement“ (BAT- Projekt) eingebunden ist und von dessen Tieren dadurch alle Daten der Milchkontrolle, der Bestandenserhebung und des klinischen Befundes vorhanden sind. Bei den Beobachtungen am Tier sollen diejenigen Stoffwechsel-/ Verdauungsparameter untersucht werden, die im klinisch gesunden Zustand der Tiere einen relativ breiten Schwankungsbereich aufweisen, um herausragende Tiere in den beobachteten Eigenschaften finden zu können.

Die Vielzahl der im Projekt möglichen zu untersuchenden Parameter sei im folgenden zu Kriterienkatalogen zusammengefasst aufgelistet: Abstammung (Leistungsdaten, Ahnenleistung, Aufzuchtbedingungen), Maße (Größe, Flankentiefe, Bauchumfang und Gewicht, Beschreibung der Hörner), Körper-Konditions-Beurteilung (BCS), Charakter, Appetit (Fressverhalten, Futteraufnahmevermögen), Pansen (Pansengeräusche), Wiederkautätigkeit, Darm und Kot (Kotbeurteilung nach Konsistenz, Geruch und Beschaffenheit), Blutuntersuchungen (Erythrozyten, Leukozyten, Bilirubin als Leberwert, Harnstoff als Nierenwert), Pansensaftuntersuchung (pH-Wert, Sedimentations- und Flotationszeit), parasitologische Kotuntersuchung, Milchuntersuchung und Vitalqualitätsuntersuchung der Milch.

Für die züchterische Bearbeitung der Mastitisproblematik muss der Zusammenhang zwischen Konstitution im obigen Sinne und dem Auftreten von Mastitis überprüft werden. Eine artgemäße Züchtung auf verdauungs- und stoffwechselstarke (bzw. in ihrem Wesenszentrum starke) Tiere könnte die wichtige artgemäße Fütterung ergänzen. Vor allem auf Betriebsebene wären solche Auswahlkriterien für Stieren- und Herdenmütter anwendbar.

1.2. Aufgabenstellung

In ihrem Lehrbuch beschreiben KOLB et al. (1989), dass die Wiederkauaktivität vom Futter und der Art und Weise der Futterdarbietung (Zusammensetzung und physikalische Form der Ration), von der Umwelt und vom Tier selber bestimmt wird. Dieser Hinweis auf individuelle Unterschiede wurde jedoch in kaum einer Untersuchung aufgegriffen und näher beleuchtet. Die große Variation zwischen den Tieren, die sich in mehreren Studien feststellen ließ, wurde - insbesondere bei vergleichenden Studien - vielmehr als Störfaktor betrachtet (CAMPBELL et al. (1992), BOEVER et al. (1993a)). Die bisher angewendeten Methoden zur Ermittlung der Wiederkauaktivität von Rindern zielten in den allermeisten Fällen darauf ab, Daten von mehreren Tieren einer Versuchsvariante zusammenfassen zu können. Da der Vergleich von Einzeltieren nicht vorgesehen war, hat man sich in den vorhandenen Studien methodisch nicht damit beschäftigt. Nur JEON und MINORU (1988) sowie GIRARD

und LABONTE (1993) haben die intraindividuelle Konsistenz des Verhaltens als Grundlage für die interindividuelle Differenz untersucht.

Voraussetzung für die Beschreibung des individuellen Wiederkauverhaltens ist, ausgehend von der obigen Aussage von KOLB et al. (1989), den Einfluss von Futter bzw. Futterdarbietung und Umwelt auszuschalten bzw. zu vermindern, um an das vom Individuum geprägte Verhalten heranzukommen. Dies ist auf Betriebsebene gut möglich, wo die Tiere im gleichen Stall mit relativ gleichmäßigem Futter gefüttert werden. Über Unterschiede des Einflussfaktors Futter wie die unterschiedliche Trockenmasse-Aufnahme und Kraftfuttermenge soll später diskutiert werden.

In der vorliegenden Arbeit sollen Methoden entwickelt bzw. im Projekt bereits angewendete Methoden verbessert werden, um ausgewählte Parameter des Wiederkauverhaltens möglichst genau und in einer Art und Weise erfassen zu können, die es ermöglicht, einzelne Tiere oder Tiergruppen durch ihr Wiederkauverhalten voneinander abzugrenzen.

Aus den Daten, welche mit Hilfe der erarbeiteten Methoden erhalten wurden, sollen mit Hilfe statistischer Auswertungsverfahren individuelle Unterschiede nachgewiesen, verdeutlicht und abgesichert werden können. In einem letzten Schritt soll geklärt werden, ob eventuell vorhandene individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten der Milchkühe auf das Individuum an sich oder auf dessen physiologischen Zustand (Alter, Laktationsstadium, etc.) und sein Leistungsniveau (Milchleistung, aber auch Trockenmasse (TM)-Aufnahme) zurückzuführen sind. In der Literatur sind solche Faktoren beschrieben, welche auf der Ebene des Tieres auf das Wiederkauverhalten wirken.

„Also war einst für Galen das Wiederkäuen von Wert, das er so hoch schätzte, dass er es zu den hervorleuchtenden Wundern der Natur zählte, welche die Untersuchung der Menschen mehr verdienen, als die meisten ausländischen Dinge, die unter größerer Gefahr und hohen Ausgaben, selbst von den entferntesten Küsten Indiens, mehr zum Prahlen als zum Nutzen geholt werden, und manche, die mit allzu großem Eifer sich mit diesen beschäftigen, erkennen, indem sie sich das Fremde aneignen, in schimpflicher Weise das zu Haus und Heimat Gehörende nicht, dem nicht selten mehr Bewunderung und Vorzug gebührt“ (LINKER (1995), S. 40).

2. Literaturüberblick

2.1. Wiederkauverhalten allgemein

In der Literatur haben Untersuchungen zum Wiederkauverhalten von Rindern in erster Linie den Zusammenhang von Futtercharakteristika und Wiederkauen zum Thema. Quantität und Qualität des aufgenommenen Futters konnten insbesondere auf der Weide über die Kieferbewegungen und die Wiederkau- und Fressaktivitäten eingeschätzt werden (MATSUI et al. (1994)). Die Tendenz, den Fasergehalt in Rationen niedriger einzustellen, führt zu Problemen in der Stimulierung der Wiederkauaktivität (CAMPBELL et al. (1992)) und damit zu Verdauungsstörungen und Gesundheitsproblemen (BOEVER et al. (1993a)). Deshalb hatten mehrere Untersuchungen zum Ziel, Futtermittel und Rationen in ihrer Bedeutung für die Aufrechterhaltung der ruminalen Funktion bzw. der Wiederkauaktivität zu bewerten (WOODFORD und MURPHY (1988), BOEVER et al. (1990), CAMPBELL et al. (1992), BOEVER et al. (1993a), BOEVER et al. (1993b), BROUK und BELYEA (1993)). Der „Roughage Index“ zum Beispiel weist quantitativ, in Minuten Kauzeit pro kg TM, die physikalische Form des Raufutters aus (SUDWEEKS et al. (1980)). Andere Studien untersuchten das Wiederkauverhalten in Beziehung zum Futteraufnahmevermögen (HARB und CAMPLING (1985), BRUCHEM et al. (1991), KOVACS et al. (1997)), da besonders die Kaueffektivität beim Wiederkauen zur Verminderung der Partikelgröße und somit zur Leerung des Pansens beiträgt (CHAI et al. (1984)). Welche Bedeutung das Kauverhalten beim Fressen und Wiederkauen auf die Kaueffektivität hat, haben PEREZ BARBERIA und GORDON (1998) in ihrem Literaturüberblick über die Kaueffektivität zusammengetragen.

Vor allem ältere Untersuchungen dienten dem besseren Verständnis der Physiologie und Ethologie der Wiederkäuer. Das Wiederkauen und seine Bedeutung wurden in den 70er Jahren in einer Synopsis zusammengefasst (GORDON (1986)). Die quantitativen Aspekte der Verdauung und des Stoffwechsels haben FORBES und FRANCE (1993) in einem Buch veröffentlicht. METZ (1975) hat in seiner Arbeit sehr ausführlich das Zeitmuster von Fressen und Wiederkauen beschrieben, um damit die Anpassung des Fressverhaltens von Kühen an ihren Energie- und Nährwertbedarf aufklären zu können. HARDISON et al. (1956) beobachteten das Verhalten weidender

Kühe. Sie befassten sich unter anderem mit Wiederkauparametern wie der Wiederkauzeit/ Tag und den Kieferschlägen/ Minute und prüften deren Umfang und zeitlichen Verlauf. Allgemein wurden das Nahrungsaufnahmeverhalten und damit zusammenhängende Aktivitäten beim Wiederkäuer betrachtet und im Besonderen Beziehungen zu anderen Parametern wie Trächtigkeitsstadium oder Rasse gesucht (DULPHY et al. (1979)).

Nebst den Einflüssen des Futters auf das Wiederkauen wurden auch andere Einflussfaktoren näher beleuchtet. Um die physiologischen und ethologischen Reaktionen von Kühen auf hohe Temperaturen auf der Weide beurteilen zu können, wurde auch der Effekt der Hitze auf das Wiederkauen in Zusammenhang mit Parametern wie Körpertemperatur und Herzfrequenz eingeschätzt (MATSUI (1995b)). Vorrangig wollte man in dieser Untersuchung die Problematik der verringerten Futteraufnahme und Milch- und Reproduktionsleistung bei hohen Außentemperaturen besser verstehen. Ergebnisse zum Zusammenhang der „Einflussfaktoren auf Einzeltierebene“ mit der Wiederkauaktivität sind im Kapitel 2.4. ausführlich dargestellt.

Untersuchungen zum Wiederkauverhalten führten mit der Zeit auch zur Entwicklung technischer Geräte, welche automatisch Daten zur Wiederkauaktivität erfassen und aufzeichnen können und eine Vereinfachung der aufwändigeren visuellen Beobachtung darstellen. Besonders in den letzten Jahrzehnten und Jahren versuchten verschiedene Autoren, gute technische Lösungen sowohl für Tiere im Stall (BEAUCHEMIN et al. (1989)) als auch auf der Weide (MATSUI und OKUBO (1991), MATSUI (1994)) zu finden. Jedoch brachte die automatische Erfassung das Problem der schwierigen Unterscheidung von Fress- und Wiederkauverhalten mit sich, da die Geräte nur die einzelnen Kieferbewegungen beim Kauen aufnehmen, welche anschließend einer der beiden Verhaltensweisen zugeordnet werden müssen. Einfache Verfahren über das Kriterium eines bestimmten Musters der Anzahl Kieferschläge und der Pausen zwischen den Kieferbewegungen (MATSUI und OKUBO (1990)) oder über die Messung des Troggewichtes (welches sich beim Fressen verändert, beim Wiederkauen aber nicht) (GIRARD und LABONTE (1993)) fanden genauso Anwendung wie komplexe Rechengänge mit der Diskriminanzanalyse (SCHLEISNER et al. (1999)).

Auffallend ist, dass die Tierzahlen zur Ermittlung der Daten meist sehr klein waren und einige Autoren sich mit einem Rind begnügten (MATSUI et al. (1994), SCHLEISNER et al. (1999)).

2.2. Hinweise auf individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten

Die Variation von Wiederkauparametern zwischen den Tieren wird in Studien erwähnt, aber weitere Betrachtungen im Hinblick auf individuelle Unterschiede werden nicht vorgenommen.

In der Literatur, insbesondere in Lehrbüchern werden große Spannen für alle Wiederkauparameter beschrieben. Bei der Wiederkauzeit/ Tag reichen die Angaben von 3 bis 9 Stunden (KOLB et al. (1989), BRADE (2001)) und bei der mittleren Dauer einer Wiederkauperiode von 10 bis 60 Minuten (ROSENBERGER et al. (1990)). Die Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag kann laut Literatur 4 bis 24 betragen (ROSENBERGER et al. (1990)). Für die Parameter Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen werden Spannen von 35 bis 70 Kieferschlägen (ROSENBERGER et al. (1990), LOEFFLER (1994)) und 45 bis 60 Sekunden (ROSENBERGER et al. (1990)) angegeben.

In Untersuchungen wurden beträchtliche Unterschiede zwischen den Kühen in der Wiederkauzeit/ Tag (METZ (1975), BROUK und BELYEA (1993)), der Wiederkauzeit/ kg Trockensubstanz (BOEVER et al. (1990)) und in den Kieferschlägen/ Bissen (JEON und OTHA (1989), MATSUI et al. (1994)) festgestellt. Für die Parameter Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer einer Wiederkauperiode und Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag ermittelten DADO und ALLEN (1994) bei 12 laktierenden Holstein-Friesian Kühen Variationskoeffizienten zwischen 9,1 und 20,9 %. Auch die Arbeit von JEON und OTHA (1989), die im Titel schon den Begriff der individuellen Differenzen trägt, brachte nur Variationskoeffizienten hervor, die eben deutlich zeigen, dass die untersuchten Rinder sich in ihrer Kaugeschwindigkeit und den Kieferschlägen/ Bissen während des Wiederkauens stark unterscheiden, ohne dass näher auf einzelne Tiere eingegangen wurde. Weil der Parameter Kieferschläge/ Bissen keine Beziehung zum Alter zeigte, wurde er als individuell charakteristisches Muster betrachtet (JEON und OTHA (1989)).

Gegenüber dem Effekt des Tages und dem Effekt in Abhängigkeit davon, ob die Kuh primi- oder multipar ist, und den Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Faktoren stellten die individuellen Unterschiede zwischen den Kühen die größte Variationsquelle dar (DADO und ALLEN (1994)). Die interindividuellen Differenzen der Wiederkauaktivität übertrafen die Variationen von Tag zu Tag (KERBAA (1963) in DULPHY et al. (1979)). Die Wiederkauprofile, welche GIRARD und LABONTE

(1993) über die Charakteristik der Wiederkauperioden erstellt haben, variierten immer in bezug auf die Kuh. Ebenso gaben DADO und ALLEN (1994) den Effekt der Kuh als größte Variationsquelle für die Varianz einiger Wiederkauparameter an und nutzten diese Information „nur“ für die Forderung nach größeren Tierzahlen in Untersuchungen, um relevante und sichere Ergebnisse zu erhalten und nicht für die Abgrenzung der Tiere untereinander.

Fehlende Unterschiede in der Wiederkauaktivität bei Rationen unterschiedlichen NDF (Neutrale Detergentienfaser)-Gehaltes führten CAMPBELL et al. (1992) auf die große Variation zwischen den Tieren zurück. BOEVER et al. (1993a) prüften, wegen der aufgetretenen großen Variation der Kühe im Kauverhalten, Effekte von speziellen Erntefaktoren von Grassilagen immer in der gleichen Gruppe von Tieren. Messungen von Fress- und Wiederkauaktivitäten sind durchaus gebräuchlich in Ernährungsstudien, aber über die Quellen der Variation und die Wahrscheinlichkeit, wahre Unterschiede zwischen den Stichproben-Mittelwerten zu finden, ist wenig bekannt, weshalb DADO und ALLEN (1994) Schätzungen zu erforderlichen Stichprobengrößen forderten.

Besonders auf dem Niveau des Wiederkauens schien der Effekt des Individuums wichtiger als bei der Aufnahme von Futter (GIRARD und LABONTE (1993)).

Die Variation zwischen den Tieren wurde in Beziehung zu Faktoren wie Körpergewicht, Trächtigkeitsstadium und Produktionspotential gesetzt (BOEVER et al. (1990)). Diese Faktoren wurden als individuell bezeichnet, obwohl sie ja in dem Sinne nicht individuell sind, als sie bei allen Tieren in gleicher Weise auftreten können.

GIRARD und LABONTE (1993) konnten die intraindividuelle Konsistenz im Muster des Ernährungsverhaltens („comportement alimentaire“) beweisen und zitierten DESWYSEN (1987) und DULPHY (1990), welche zeigen konnten, dass die Variation zwischen zwei Individuen größer als die intraindividuelle Variation im Ernährungsverhalten ist. Allerdings machten auch sie keine Aussagen zum einzelnen Tier bzw. zu einzelnen Tieren. Die Konstanz der Kaugeschwindigkeit eines Tieres konnte mit der geringen Variation innerhalb der Wiederholungen eines Tieres bei Stieren bei Verfütterung einer Heuration nachgewiesen werden (JEON und MINORU (1988)).

2.3. Parameter zur Charakterisierung des Wiederkauverhaltens

Das Wiederkauverhalten kann mit Hilfe verschiedener Parameter beschrieben werden (Tab. 1). Auf zeitlicher Ebene lässt sich die Wiederkauaktivität in die Wiederkauzeit, die Wiederkauperiode und den Wiederkauzyklus einteilen (Definitionen in Tab. 1), wovon sich mehrere Parameter ableiten lassen.

Tab. 1: Charakterisierung des Wiederkauverhaltens (KOLB et al. (1989))

Charakteristik	Definition	Maßeinheiten/ Parameter
Wiederkauperiode	Zeitraum, der ohne Pause (> 3 Minuten) zum Wiederkauen verwendet wird	Anzahl/ Tag (Häufigkeit) Minuten/ Wiederkauperiode
Wiederkauzyklus	Zeitraum für Rejektion, Einspeichelung, Wiederkauen und Abschlucken des rejizierten Bissens	Anzahl/ Wiederkauperiode Anzahl/ Tag Anzahl/ kg TM bzw. Rohfaser
Bissenpausenzeit	Zeitraum zwischen den Kaubewegungen zweier Wiederkauzyklen innerhalb einer Wiederkauperiode	Sekunden/ Bissenpause
Wiederkauzeit - insgesamt	Summe der Zeiträume aller Wiederkauperioden innerhalb von 24 Stunden Wiederkauzeit insgesamt minus Bissenpausenzeit innerhalb von 24 Stunden	Minuten/ Tag
- reine		Minuten/ Tag
Wiederkauintensität		Anzahl Wiederkaubewegungen/ Minute reine Wiederkauzeit Anzahl Wiederkaubewegungen/ Tag Anzahl Wiederkaubewegungen/ Wiederkauperiode Anzahl Wiederkaubewegungen/ Bissen

In Untersuchungen wurden, je nach Erfordernissen, die unterschiedlichsten Parameter gewählt. Die Wiederkauzeit/ Tag als grundlegender Parameter war in vielen Studien Gegenstand der Untersuchung. Ging es um die Beziehung zu Futtercharakteristika, wurde insbesondere die Wiederkauzeit pro Einheit TM- (HARB und CAMPLING (1985), BOEVER et al. (1993a), BOEVER et al. (1993b)) oder NDF-

Aufnahme (CAMPBELL et al. (1992)) verwendet. Zur Beschreibung zeitlicher Muster und Abhängigkeiten des Wiederkauens waren die Dauer und die Häufigkeit von Wiederkauperioden von Interesse (METZ (1975)), während im Zusammenhang mit der Kauereffektivität und der Zerkleinerung der Futterpartikel eher die Wiederkaubewegungen (im Folgenden Kieferschläge) pro Zeiteinheit oder Bissen in den Mittelpunkt rückten (CHAI et al. (1984)). Eine Geschwindigkeit beim Wiederkauen („chewing speed“) wurde in einigen Studien über die Anzahl Kieferschläge pro 100 Sekunden ermittelt (JEON und MINORU (1988), JEON und OTHA (1989)).

2.4. Einflussfaktoren auf Einzeltierebene auf das Wiederkauverhalten

In der Literatur über das Wiederkauverhalten von Rindern werden Faktoren beschrieben, die auf Einzeltierebene die Wiederkauaktivität beeinflussen. Wie schon erwähnt, werden solche Faktoren, die bei allen Kühen gleichermaßen auftreten können, in der Literatur als individuelle Faktoren bezeichnet, was dem Ziel dieser Arbeit aber in keiner Weise entspricht. Vielmehr sind dies Faktoren, die zwar über die Ebene des Tieres wirken, aber keine Aussage über die individuelle Charakteristik des Tieres zulassen.

Der Zusammenhang zwischen der realisierten Futteraufnahme und dem Wiederkauen ist gut dokumentiert, weil das Wiederkauverhalten oft zur Untersuchung von Futtercharakteristika herangezogen wurde. Meist konnte eine Korrelation zwischen Futter- bzw. TM-Aufnahme und Wiederkauzeit/ Tag gefunden werden (METZ (1975), PIATKOWSKI et al. (1977) in BOEVER et al. (1990), SHAVER et al. (1988), LUGINBUHL et al. (1989) in CAMPBELL et al. (1992), WESTON et al. (1989) in FORBES und FRANCE (1993)). Andere Autoren konnten diesen Zusammenhang nicht nachweisen (HARB und CAMPLING (1985), DADO und ALLEN (1994)). So konnten HARB und CAMPLING (1985) bei reiner Heufütterung keine Korrelation finden. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass bei Wiederkauzeiten von über 8 Stunden/ Tag zur Futteraufnahme keine Beziehung mehr bestand (PIATKOWSKI et al. (1977) in BOEVER et al. (1990)). Die Futterart hatte auffallenden Einfluss auf den fördernden Effekt der Futteraufnahme auf die Wiederkauaktivität (METZ (1975)), wofür in erster Linie der Strukturanteil verantwortlich ist. Zudem trat bei sehr hohen Aufnahmen der

Effekt ein, dass pro Einheit aufgenommenes Futter kürzer wiedergekaut wurde (BOEVER et al. (1990)), wodurch nur große Unterschiede in der Futteraufnahme zu signifikanten Unterschieden in der Wiederkauzeit/ Tag führten (SUDWEEKS et al. (1980)). Nach KOVACS et al. (1997) erhöhen sich hingegen bei zunehmender Futteraufnahme sowohl die Dauer als auch die Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag.

Hier stellt sich die interessante Frage, welches die abhängige und welches die unabhängige der beiden Variablen Wiederkauen und Futteraufnahme ist. In mehreren Untersuchungen wurden das Wiederkau- und das Kauverhalten als maßgebliche Größe für die Höhe der Futteraufnahme betrachtet (BAE et al. (1983), HARB und CAMPLING (1985), ALI et al. (1990), BRUCHEM et al. (1991), KOVACS et al. (1997)). Die Futteraufnahme ist begrenzt durch die Kapazität des Reticulorumen und die Passagerate der Digesta aus diesem Organ (WESTON (1982) in HARB und CAMPLING (1985)). Zur Passage der Digesta tragen die Kauaktivitäten beim Fressen und Wiederkauen und die mikrobielle Verdauung im Pansen bei (HARB und CAMPLING (1985)), wobei dem Wiederkauen die größte Wirkung in der Partikelzerkleinerung beigemessen wird (CHAI et al. (1984), KOVACS et al. (1997)). Diese physiologischen Gesetzmäßigkeiten erklären, warum BRUCHEM et al. (1991) Unterschiede im Futteraufnahmevermögen zu einem signifikanten Teil auf die Wiederkauzeit zurückführen konnten. BAE et al. (1983) bezeichneten die Kauaktivität beim Wiederkauen als den Hauptfaktor in der Kontrolle der Futteraufnahme. Einen Schritt weiter gehen BRUCHEM et al. (1991), die Unterschiede in der Futteraufnahme in Bezug zu der Zeit setzten, in der die Kuh fähig und *gewillt* ist, wiederzukauen.

Ein Zusammenhang von Milchleistung und Wiederkauverhalten zeigte sich in der positiven Korrelation zwischen der aktuellen Leistung und der Dauer einer Wiederkauperiode, wohingegen zur Wiederkauzeit/ Tag keine signifikante Beziehung gefunden werden konnte (DULPHY et al. (1979), DADO und ALLEN (1994)). Die Kaeffektivität, eingeschätzt über die Wiederkauaktivität pro Einheit TM-Aufnahme, war nach DADO und ALLEN (1994) bei hochleistenden Tieren höher, allerdings kamen in dieser Frage verschiedene Autoren zu unterschiedlichen Ergebnissen (DADO und ALLEN (1994)).

Eine Bewertung des Einflussfaktors Alter kann einerseits durch den Vergleich von unterschiedlichen Tieren bzw. Tiergruppen verschiedenen Alters als auch durch den Vergleich von Daten eines Tieres im Laufe seiner Entwicklung erfolgen. Beim

Vergleich der Wiederkaudaten einer einzelnen Kuh (gemessen während einer 12 h-Periode innerhalb der Nacht) in ihrem jeweiligen Alter von 5 Monaten bis zu 8 Jahren ergab positive Korrelationen zwischen Alter und Wiederkauzeit und mittlerer Dauer einer Wiederkauperiode (MATSUI (1995a)). Negativ waren die Korrelationen zwischen dem Alter und den Kieferschlägen/ Bissen (MATSUI (1995a)). Die Korrelogramme der genannten Beziehungen vermitteln jedoch den Eindruck, dass ein Zusammenhang mit dem Alter nur deshalb nachgewiesen werden konnte, weil die Werte in jungem Alter stark abwichen. Denn der Teil der Grafik mit den Werten des höheren Alters gleicht eher einer Punktwolke. Die Zeit/ Bissen hatte sich kaum mit dem Alter geändert und die Häufigkeit der Wiederkauperioden innerhalb dieser Nachtstunden blieb konstant (MATSUI (1995a)). Auf der Basis des Wiederkauverhaltens von unterschiedlichen Tieren mit verschiedenem Alter konnte nur die Abnahme der Kaugeschwindigkeit mit fortschreitendem Alter nachgewiesen werden (6,12 und 24 Monate: JEON und MINORU (1988), 1 bis 60 Monate: JEON und OTHA (1989)). In diesen Untersuchungen hingen weder die Kieferschläge/ Bissen vom Alter ab (JEON und OTHA (1989)), noch war eine deutliche Variation in der Wiederkauzeit/ Tag zwischen unterschiedlich alten Tieren zu finden (JEON und MINORU (1988)).

Beziehungen zur Laktationsnummer wurden bei den Wiederkauparametern Kaugeschwindigkeit und Dauer einer Wiederkauperiode deutlich. Von der 1. bis zur 4. Laktation nahm die Kaugeschwindigkeit bei Büffeln ab, allerdings unterschied sich nur die erste Laktation signifikant von den 3 anderen, zwischen den anderen Laktationsnummern bestanden keine signifikanten Unterschiede (ALI et al. (1990)). Auch die Wiederkauzeit/ kg aufgenommenes Futter zeigte bei diesen Büffeln eine abnehmende Tendenz bei höherem Alter (ALI et al. (1990)). Primipare und multipare Tiere unterschieden sich signifikant in der Dauer einer Wiederkauperiode (DADO und ALLEN (1994)). Dass die Färsen sich in ihrem Wiederkauverhalten von den Kühen abhoben, stellten auch BRUCHEM et al. (1991) fest. DEMMENT und GREENWOOD (1988) (in ALI et al. (1990)) sprechen von einem „abnehmenden Wiederkaubedürfnis“ älterer Tiere mit höherem Körpergewicht.

Ob physiologische Stadien das Wiederkauverhalten beeinflussen, wurde in bezug auf das Laktationsstadium und das Trächtigkeitsstadium untersucht. Eine erhöhte Wiederkauzeit/ Tag trat in den ersten 2 bis 3 Monaten der Laktation auf (JOURNET und REMOND (1976) in DULPHY et al. (1979)). Während BOEVER et al. (1993a) bei Kühen in der Früh-laktation geringere Wiederkauzeiten/ kg TM feststellten, konnten

SHAVER et al. (1986) (in BOEVER et al. (1990)) beim Vergleich von Tieren in der Frühlaktation mit solchen in der Mitte der Laktation keinen Unterschied feststellen, nur die trockenstehenden Kühe wiesen signifikant andere Wiederkauzeiten/ kg TM auf. Trächtigkeit scheint nur im Endstadium Bedeutung für das Wiederkauverhalten zu haben. Nur gegen Ende der Trächtigkeit konnte eine Zunahme in der Wiederkauzeit/ Tag beobachtet werden (JOURNET und REMOND (1976) in DULPHY et al. (1979)). BOEVER et al. (1990) warnten aus diesem Grund vor dem Einbeziehen hochträchtiger Tiere in Untersuchungen zum Wiederkauverhalten.

Differenzen im Körpergewicht führten nicht zur Änderung der Wiederkauzeit/ Tag, auch nicht bei wachsenden Rindern (HANCOCK (1954) in DULPHY et al. (1979)). BAE et al. (1983) benötigten zum Nachweis des Einflusses große Spannen im Körpergewicht der untersuchten Tiere, wobei sie allerdings die Auswirkungen des Körpergewichtes auf die Kaueffektivität (Wiederkauzeit/ kg Zellwandbestandteile) untersuchten.

Anhand ihrer Beobachtungen des Wiederkauverhaltens auf der Weide kamen HARDISON et al. (1956) zu dem Schluss, dass das Verhalten durch Unterschiede im endokrinen und nervalen System gesteuert wird und die Wiederkauzeit deshalb nur schlecht mit der Größe und der Produktion der Tiere korreliert sein kann. Da das Wiederkauen nicht durch äußere Inputs gesteuert wird, bestimmen spezifische Wiederkau-Zustandsvariablen im Tier, die aus seiner ganzen Verhaltensgeschichte mit allen Motivations- und Lernprozessen resultieren, alleine die Wahrscheinlichkeit des Wiederkauens (METZ (1975)).

3. Material und Methode

3.1. Material und Tiere

Die Beobachtungen wurden auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten Gut Rheinau in Rheinau (Schweiz) durchgeführt. Das Gut wird als Pächtergemeinschaft im Betriebsverbund mit der Sativa Rheinau GmbH (Saatgut) und der Sozialtherapie und Eingliederung Fintan (SEF) geführt. Seit Anfang 1999 befindet sich der Betrieb in Umstellung auf die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise und ist seit 2001 zertifizierter Knospe-Betrieb (Anerkennung durch den ökologischen Anbauverband Bio Suisse). Ab 2002 hat der Betrieb die volle Demeter-Anerkennung. Die Landwirtschaftliche Nutzfläche des Betriebes beträgt 135,8 ha, wovon 90 ha Ackerfläche, 26 ha Wiesen, 3,3 ha Rebbau, 2,5 ha Obstbau und 14,5 ha ökologische Ausgleichsfläche sind. Im Bereich der Tierhaltung werden neben ca. 60 Milchkühen mit Nachzucht noch Pferde, Schweine und Schafe gehalten.

Der Milchviehbestand befindet sich in einem zweireihigen Anbindestall mit 60 Plätzen und befahrbarem Futtertisch. Im Stall befinden sich außerdem die Kälber in Gruppenhaltung und eine Abkalbebox. Beim Kuhplatz handelt es sich um einen Mittellangstand mit Kuhkomfortmatratze und reichlich Stroheinstreu. In der Vegetationsperiode von ca. Mitte April bis Mitte November erhalten die Kühe täglich Weidegang und in der Winterzeit an 15 Tagen pro Monat Auslauf für 2 bis 4 Stunden. Mit einer vollautomatischen Rohrmelkanlage wird am Platz gemolken. Die Anbindehaltung hat für die vorliegende Untersuchung den Vorteil, dass es im Stall ruhiger ist und gerade rangniedere Tiere seltener von ranghöheren in der Ausübung ihres Verhaltens gestört werden.

Der Bestand besteht aus Fleckvieh-Tieren. Die Tiere gehören der Rasse Fleckvieh/ tacheté rouge (FT) an, einer Kreuzung aus Simmentaler und Red Holstein. Der Red Holstein-Anteil ist unterschiedlich: Einige Tiere mit einem hohen Anteil (> 74 %) werden zur Holstein-Rasse gerechnet. Die Milchleistung der Tiere liegt im Betriebsdurchschnitt bei 5500kg (2000/ 2001). Das Alter der Kühe variierte im Beobachtungszeitraum zwischen 2,5 und 8,5 Jahren.

Die Fütterung basiert im Winter auf Heu und einer Silagemischung, die aus Gras- und Maissilage mit wenig Heu im Futtermischwagen gemischt wird. Das

Belüftungsheu stammt vorwiegend von Kunstwiesen (Klee gras-Ansaaten) und etwa zu einem Viertel von Naturwiesen (Dauergrünland). Die Silagemischung wird aus ca. 10,6 Gewichtsteilen Grassilage, 4,5 Teilen Maissilage und 1 Teil Heu hergestellt. Die Analyse dieser beiden Hauptfutterkomponenten ergab folgende Werte (Tab. 2):

Tab. 2: Inhaltsstoffe und Futterwert der Grundfutterkomponenten

Futterkennwerte	Heu	Silagemischung
Trockensubstanz (TS) (%)	90,7	38,5
Rohprotein (g/ kg TS)	120	130
Rohfaser (g/ kg TS)	286	241
Rohasche (g/ kg TS)	93	104
Energie (MJ NEL)	5,3	5,8

Heu wird den Tieren zur Morgenfütterung von 05:00 bis 07:00 Uhr vorgelegt. Um 09:00 Uhr wird dann die Silagemischung aus dem Futtermischwagen gefüttert und um 11:00 werden die Futterreste aus der Krippe entnommen. In der Fütterungsperiode von 15:00 bis 19:00 Uhr erhalten die Kühe nochmals Heu, zuvor werden die Reste der Silagemischung gegeben. Erste Untersuchungen der Futteraufnahme bei 13 Kühen ergaben, dass die Tiere bei dieser Fütterung ca. 16 kg TS Grundfutter aufnehmen, wobei diese Menge ungefähr jeweils zur Hälfte aus dem Heu und der Silagemischung besteht. Zu diesem Grundfutter wird ein Kraftfutter auf Getreidebasis verfüttert.

Durchschnittlich erhalten die Kühe in den ersten 100 Laktationstagen 4 kg TS Kraftfutter und in den zweiten 100 Laktationstagen 1 kg.

Zur Zeit der Beobachtungen waren nahezu alle 60 Stallplätze belegt. In die Datenaufnahme wurden allerdings nur die Kühe einbezogen (bis 51 Stück), welche die normale Ration auf der Basis von Heu und Silagen erhielten. Die trockenstehenden Kühe, deren Ration in der Zeit von der 8. bis zur 3. Woche vor der Abkalbung aus Heu und Stroh besteht, konnten nicht einbezogen werden. Weil Futter und Futterdarbietung einen Einfluss auf das Wiederkauverhalten haben (KOLB et al. (1989)), ist der Vergleich von Tieren, die unterschiedliches Futter aufnehmen, nicht aussagekräftig. Die unterschiedliche Höhe der Kraftfuttergabe bei den nicht trockenstehenden Tieren ist insofern von geringer Bedeutung, als Kraftfutter den für das Wiederkauen nötigen mechanischen Reiz nicht auslösen kann. Unter diesen Praxisbedingungen fand somit immer wieder ein Wechsel der Tiere statt: einige wurden trockengestellt und andere zur Vorbereitung der Geburt wieder angefüttert. Nur ein bestimmter Teil der Kühe wurde

dadurch bei allen Wiederholungen der Datenaufnahmen erfasst. Die Kühe befanden sich zu den Beobachtungszeitpunkten in den verschiedensten Trächtigkeitsstadien, mit Ausnahme von der 8. bis zur 3. Woche vor der Geburt.

3.2. Wahl von Parametern zur Charakterisierung des individuellen Wiederkauverhaltens

Zur Identifizierung individueller Charakteristika im Wiederkauverhalten wurden aus allen drei zeitlichen Ebenen (Wiederkauzeit, Wiederkauperiode und Wiederkauzyklus, s. Tab. 1, Kapitel 2.3.) Parameter ausgewählt:

- Die Wiederkauzeit pro Tag insgesamt

Begründung: Als zusammenfassender und grundlegender Parameter gibt die Wiederkauzeit/ Tag an, wie viel Zeit die Kuh am Tag überhaupt für das Wiederkauen aufwendet.

- Die mittlere Dauer und die Häufigkeit von Wiederkauperioden am Tag

Begründung: Unter Beachtung des Gesamtprojektes, in das diese Arbeit eingebettet ist, kann man von diesen beiden Parametern Hinweise auf die Konzentriertheit und Ausgeglichenheit der Kuh erwarten. Für die Wiederkautätigkeit ist es nämlich Voraussetzung, dass ein gewisser Ruhezustand erreicht wird und dass wenige Erregungen von Exterorezeptoren eintreten. Ursache dafür ist der für das Wiederkauen erforderliche hohe Grad an Synchronisation der Aktivität des Hirnstammes, welcher in Ruhesituationen auftritt (KOLB et al. (1989)).

Statt der Dauer könnte genauso die Anzahl Kieferschläge pro Wiederkauperiode benutzt werden, da diese beiden Parameter hoch und signifikant korreliert sind (DADO und ALLEN (1994)), was jedoch wesentlich aufwändiger wäre. Weiterhin wird in der Literatur beschrieben, dass der Parameter Dauer einer Wiederkauperiode eine ziemlich konstante Größe aufweist. Das Wiederkauen verfügt über einen Basis-Rhythmus, dessen starke Periodizität zu konstanten Wiederkauperioden und Intervallen zwischen den Wiederkauperioden führt (METZ (1975)).

Abweichend von den Definitionen der Charakteristiken des Wiederkauverhaltens nach KOLB et al. (1989), soll die Wiederkauperiode in dieser Arbeit leicht verändert einbezogen werden. Schon bei Pausen über zwei Minuten wird die Wiederkautätigkeit in zwei aufeinanderfolgende Wiederkauperioden eingeteilt. Im Vergleich zur Handhabung in anderen Studien, in welchen die Wiederkauaktivitäten erst nach 7,5 (DADO und ALLEN (1994)), 10 (WOODFORD und MURPHY (1988)) oder 15 Minuten (PHILLIPS und HEICHEIMI (1989)) anderer Tätigkeit in verschiedene Wiederkauperioden getrennt wurden, ist diese Zwischenperiodenzeit sehr kurz angesetzt. Diese, in anderen Untersuchungen verwendeten langen Zeitspannen erklären sich teilweise aus der Methode der Erfassung des Verhaltens in 5-Minuten-Intervallen. Derart lange Zwischenperioden ohne Wiederkauen in die ausgewiesene Wiederkauaktivität einzubeziehen, ist im Gesamtzusammenhang dieser Arbeit nicht sinnvoll, weil die wirkliche Ausübung und Wirkung des Wiederkauens von Bedeutung ist. Nur wenn die Kuh wiederkaut, produziert sie viel mehr Speichel und zerkleinert das Futter effektiv und beeinflusst damit ihre Verdauung, die wiederum in Beziehung zur Gesamtkörperverfassung steht.

- Die Kieferschläge pro Bissen und die Zeit pro Bissen und daraus berechenbar die Kaugeschwindigkeit in Sekunden pro Kieferschlag

Begründung: Zunächst scheinen die Kieferschläge/ Bissen und die Kaugeschwindigkeit wenig aussagekräftig, aber beide können als Indikator für die Intensität des Wiederkauens betrachtet werden. Je intensiver der Bissen wiedergekaut wird, desto besser wird das hochgewürgte Futter zerkleinert und desto mehr Speichel wird produziert. Die Kautätigkeit während des Wiederkauens reduziert den Gehalt an großen Partikeln stärker als das Kauen beim Fressen, wie CHAI et al. (1984) nachweisen konnten, in deren Untersuchung das Wiederkau-Kauen den Gehalt an großen Partikeln (> 3,35 mm) um 58 bis 75 %, das Fress-Kauen lediglich um 23 bis 27 % verminderte. Speichel ist über seinen Bikarbonat- und Phosphat-Gehalt bedeutend für die pH-Regulation des Pansens. Er wird im Gegensatz zur Futteraufnahme und zum Ruhezustand in wesentlich größerem Ausmaß während des Wiederkauens gebildet (ROSENBERGER et al. (1990)).

Die Sensibilität des Parameters Kieferschläge/ Bissen manifestiert sich in seiner deutlichen Reaktion auf Futterunterschiede (BRUCHEM et al. (1991)) bzw. in

seiner starken Futterabhängigkeit (BRADE (2001)). Außerdem haben Kieferschläge/ Bissen und Kaugeschwindigkeit regulativen Wert, weil sie die Anpassung an eine angestrebte Kaueffektivität ermöglichen. DESWYSEN et al. (1984) nutzten die Länge der Wiederkauzyklen zur Bestimmung der „Wiederkauqualität“.

Kieferschläge pro 100 Sekunden oder 1 Minute zu erfassen, hält die Verfasserin für ungeeignet. Die unterschiedliche Anzahl an Bissenpausenzeiten innerhalb dieser Zeitspannen führen beim Vergleich von Tieren zu Verzerrungen. Eine Kuh mit kurzen Wiederkauzyklen macht in 100 Sekunden 2 Bissenpausen, eine mit langen Wiederkauzyklen nur eine, wodurch dieselbe Grundlage der Daten nicht gewährleistet ist. Auf diese Art und Weise kann die tatsächliche Kaugeschwindigkeit nicht berechnet werden.

3.3. Erfassung der Wiederkaudaten

Die Daten des Wiederkauverhaltens der einzelnen Kühe wurden über visuelle Beobachtung der Tiere in der gewohnten Umgebung mit dem gewohnten Futter im Praxisbetrieb ermittelt. Im folgenden soll nur übersichtsweise erläutert werden, wie die Aufnahme der Daten erfolgt ist. Weil es sich bei dieser Arbeit um eine Methodenarbeit handelt, in der die Methoden zur Beschreibung des individuellen Wiederkauverhaltens für das übergeordnete Projekt erst entwickelt werden sollen, wird im Ergebnisteil detaillierter auf die Methoden eingegangen. Dort wird vor allem der Weg von den Vorversuchen, die im Rahmen des Projektes schon durchgeführt worden waren, zu den verbesserten Methoden ausführlich beschrieben.

Die Parameter der zeitlichen Ebenen Wiederkauzeit und Wiederkauperiode, die Wiederkauzeit/ Tag und die mittlere Dauer und die Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag sind gemeinsam in gleichen Zeiträumen aufgenommen worden. Die Kühe wurden beobachtet und ihr Verhalten bzw. ihre Verhaltensänderungen zeitgenau mit Hilfe des Beobachtungsprogramms „The Observer 3.0“ festgehalten. Das Observer-Programm stellt ein System zur Erhebung und Analyse von Beobachtungsdaten dar.

Gleichzeitig zu den Wiederkauparametern und ebenso unter Verwendung des „Observer“ wurde das Aufsteh- und Abliegeverhalten der Kühe aufgenommen. Der

Wechsel vom Liegen zum Stehen und umgekehrt wurde zeitlich erfasst, um innerhalb des Projektes Aussagen zur Ausgeglichenheit bzw. zur Unruhe und zum Stress der Kühe machen zu können.

Zu Beginn erfordert dieses Beobachtungsprogramm die Erstellung einer Konfiguration, in welcher die Beobachtungsmethode, die Subjekte und Verhaltensklassen definiert werden. Für die Beobachtungen dieser Arbeit stellten die Kühe die Subjekte und das Wiederkauen sowie das Aufsteh- und Abliegeverhalten die beiden Verhaltensklassen dar. Die Verhaltensklasse Wiederkauen war in die beiden Elemente Wiederkauen und Nicht-Wiederkauen unterteilt.

Für den „Event Recorder“, das eigentliche Beobachtungsprogramm wurde jeder Kuh ein zweistelliger Zahlen-Code zugeteilt. Mit diesem Code und einem Kürzel für die Tätigkeit, welche die Kuh gerade ausführte (Wiederkauen = W, Nicht-Wiederkauen = N), wurde das beobachtete Verhalten der Kuh eingegeben. Die Kuh und ihr Verhalten stellten einen sogenannten „Kanal“ dar, der vom Programm erkannt wurde. Bei Beobachtungsbeginn wurde der Anfangszustand aufgenommen, und im Laufe der Beobachtungszeit speicherte das Programm die Zeit, bei welcher der Wechsel des Verhaltens der Kuh von einer Tätigkeit zur anderen eingegeben wurde. Somit wurden Anfangs- und Endzeiten der Verhaltensweisen der einzelnen Kuh in einer Datei, bestehend aus einer langen Liste aus Zeitangabe, Kuh und deren Verhalten, gespeichert.

Die Analyseprozedur des „Observer“ bietet verschiedene Auswertungsmöglichkeiten an. Über die „Elementare Statistik“ lassen sich aus den Zeitangaben und den dazugehörigen Ereignissen Häufigkeiten, Latenzzeiten und minimale, maximale, mittlere und totale Dauern der Verhaltensweisen berechnen. Dazu werden die Standardabweichung und der Standardfehler angegeben.

In den Beobachtungszeiträumen bekamen zwischen 47 und 50 der insgesamt ca. 60 im Stall stehenden Kühe das gleiche Grundfutter, bestehend aus Gras- und Maissilage und Heu. In zwei Hälften aufgeteilt wurden diese Kühe von 2 Beobachterinnen, von denen jede über einen Laptop verfügte, beobachtet. Den Überblick über 25 Kühe und deren Wiederkauverhalten und Steh- und Liegeaktivität, die gleichzeitig erfasst wurde, zu behalten, stellte kein Problem dar. Die Anbindehaltung erleichterte die Beobachtung sehr, weil alle Tiere fixiert sind und in der Reihe nacheinander gut im Auge zu behalten sind.

Die Daten der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode wurden in 6 Wiederholungen gesammelt, die im Beobachtungszeitraum vom 17.12.2001 bis 01.02.2002 durchgeführt wurden.

Die Parameter der zeitlichen Ebene Wiederkauzyklus, die Kieferschläge/ Bissen, die Zeit/ Bissen und die Kaugeschwindigkeit wurden gleichfalls visuell erfasst. Nach dem deutlich erkennbaren Hochwürgen eines Bissens zählten die Beobachter die Anzahl der Kieferschläge, welche die Kuh bis zum Hinunterschlucken des Bissens in einem Wiederkauzyklus ausführte und stoppten gleichzeitig die Zeit vom ersten bis zum letzten Kieferschlag des beobachteten Bissens. Auf diese Weise wurden pro Aufnahme 10 Wiederkauzyklen, wenn möglich in aufeinanderfolgender Reihenfolge, beobachtet. Am PC wurde aus den Kieferschlägen/ Bissen und der Zeit/ Bissen die Kaugeschwindigkeit pro Kieferschlag in Sekunden errechnet.

Die Zählung der Kieferschläge erfolgte ebenso wie das Erfassen der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode an den Kühen, welchen das gleiche Grundfutter vorgelegt wurde. Deren Anzahl schwankte zwischen 35 und 51, je nach Aufnahmetag. Die Zählung und Stoppung von 10 Wiederkauzyklen wurde an 6 Tagen zwischen dem 24.10.2001 und dem 21.02.2002 wiederholt. Mit einer Ausnahme wurde die Zeit nach Beendigung der morgendlichen Silageaufnahme und vor der Fütterung am Nachmittag für die Erhebung genutzt (10:40 bis 14:30 Uhr); am 24.10.2001 begann die Beobachtung abends um 20:30 Uhr und war um 01:00 Uhr beendet. Die Reihenfolge, nach der die Kühe erfasst wurden, ergab sich zufällig. Nach Beendigung des Zählens bei einer Kuh wurde aus den gerade wiederkauenden Tieren zufällig eine ausgesucht und bei ihr weitergezählt und -gestoppt. Nachdem Ende 2001 mehrere Jungkühe neu in den Bestand kamen, wurde die Zahl der beobachtenden Personen von 2 auf 3 erhöht, um den Zeitversatz zwischen der ersten und der letzten Kuh nicht zu hoch werden zu lassen.

3.4. Statistische Untersuchung der Daten auf individuelle Unterschiede

Nach der Verbesserung von Eingabefeldern konnten die Daten der Parameter Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag direkt aus der Analyseprozedur des „Observer“ übernommen werden. Für die Parameter

Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen wurde aus den 10 Zählungen einer Wiederholung ein Mittelwert für diese Wiederholung gebildet. Der Quotient aus den für die Zeit/ Bissen und für die Kieferschläge/ Bissen errechneten Mittelwerten ergab die Kaugeschwindigkeit.

An dieser Stelle muss auf die notwendige Unterscheidung der unterschiedlichen Datensätze hingewiesen werden. Bei der Aufnahme wurden, wie im Kapitel 3.1. erwähnt, ausschließlich die Kühe erfasst, welche am jeweiligen Aufnahmetag das gleiche Grundfutter auf der Basis von Heu und Silagen bekamen. Deshalb schwankte im Verlauf der Wiederholungen die Zusammensetzung dieser Gruppe. Damit weisen bei den Parametern Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag nur 38 der 59 im Laufe der Beobachtungen erfassten Kühe einen vollständigen Datensatz, also einen Wert bei jeder Wiederholung auf. Ungünstiger sieht es bei den Parametern Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit aus, wo gerade mal 14 der 64 Kühe bei allen Wiederholungen gezählt werden konnten. Die zeitliche Spanne von der ersten zur letzten Wiederholung war bei diesen Parametern groß, und Ende 2001 waren mehrere Jungkühe neu in den Bestand gekommen. Außerdem haben die ersten beiden Wiederholungen gemeinsam, dass sie von den letzten 4 Wiederholungen, welche innerhalb kürzerer Zeit stattfanden, zeitlich weiter getrennt waren und dass sie nur von 2 Personen durchgeführt worden waren. Damit kann nicht davon ausgegangen werden, dass die erforderliche Konstanz in den Bedingungen sowohl beim Futter und in der Umwelt als auch auf Einzeltierebene wie auch beim Beobachtungspersonal gewährleistet werden konnte. Zudem ist die erste Wiederholung am 24.10.2001 problematisch, weil dies der erste Tag ohne Weidefütterung war, an dem die Kühe erstmals ein sehr nasses Zwischenfutter aus Haferausfall und Standardmischung 106 (Alexandrin-, Perserklee-, Weidelgras-Mischung) bekamen, worauf sie in unterschiedlicher Weise reagiert haben könnten. Wenn man diese beiden Wiederholungen vom Herbst bzw. Winter 2001 aus den genannten Gründen nicht berücksichtigt, bleiben 40 Kühe übrig, die bei allen 4 Wiederholungen der Erfassung der Parameter des Wiederkauzyklus im Jahr 2002 dabei waren. Mit diesen Daten der 4 Wiederholungen wird weitergearbeitet. Pro Wiederholung wurden 10 Wiederkauzyklen pro Tier gezählt, so dass genau genommen Daten von 4×10 , also 40 Wiederholungen vorliegen. Für die weiteren Betrachtungen wären demnach „alle erfassten Daten“ von den „Daten der Kühe mit allen (= 6 bzw. 4) Wiederholungen für die jeweiligen Parameter“ zu unterscheiden, wobei der Datensatz

der Kühe mit allen 6 bzw. 4 Wiederholungen für die Auswertungen im Hinblick auf individuelle Unterschiede herangezogen wird. Dabei besteht die Gruppe der Kühe, welche Daten aus allen 6 Wiederholungen bei den Parametern der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode aufweisen kann, nicht aus genau denselben Tieren, die bei allen Wiederholungen der Parameter des Wiederkauzyklus erfasst werden konnten (Anlage 8), weil die Beobachtungszeiträume zur Erfassung der beiden Parametergruppen nicht identisch waren. Für 30 Kühe konnten die Daten bei allen Wiederkauparametern ermittelt werden.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Programme „Excel 2000“ und „SPSS 10.0“. Wie bei der Auswertung der Daten vorgegangen wurde und welche Verfahren zur Anwendung kamen, ist im Ergebnisteil beschrieben.

3.5. Untersuchung der Einflussfaktoren auf Einzeltierebene

Aus der Literatur wurden diejenigen Faktoren auf Einzeltierebene zusammengetragen (Kapitel 2.4.), bei denen ein Zusammenhang mit dem Wiederkauverhalten nachgewiesen werden konnte. Mit Hilfe von Korrelationen dieser Faktoren mit den verschiedenen Wiederkauparametern wurde mit Hilfe des Programms SPSS überprüft, ob der Einfluss solcher Faktoren auf Einzeltierebene die wirklich individuellen Eigenschaften im Wiederkauverhalten überdecken konnte oder ob kein Zusammenhang anhand der Daten gefunden werden kann. Damit sollen Hinweise erhalten werden, bei welchen Parametern des Wiederkauverhaltens vorsichtig mit der Interpretation umgegangen werden muss. Für die Korrelationen mit den Wiederkauparametern wurden folgende Faktoren herangezogen: das Alter, die Laktationsnummer (Unterscheidung primi- und multipare Kühe), das Körpergewicht, die physiologischen Stadien Laktations- und Trächtigkeitsstadium, die Milchleistung und die TM-Aufnahme der Tiere. Teilweise mussten die Daten für die Faktoren getrennt für die Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode und für die Parameter des Wiederkauzyklus erhoben werden, weil die jeweiligen Beobachtungszeiträume zu deren Erfassung nicht identisch waren.

Für den Faktor Alter wurde der von den Beobachtungszeiträumen unabhängige Parameter Geburtsdatum gewählt.

Die Laktationsnummer wurde insofern einbezogen, als dass die Unterscheidung in primipare und multipare Tiere vorgenommen wurde. Es wurden zwei Gruppen gebildet: Kühe, die sich während der Beobachtungen in der ersten Laktation befanden und Kühe, welche 2 oder mehr Laktationen aufweisen konnten. Dies entspricht den Hinweisen aus der Literatur, dass signifikante Unterschiede nicht zwischen allen Laktationsnummern, sondern nur zwischen primi- und multiparen Tieren gefunden werden konnten.

Die Daten für das Körpergewicht wurden kurze Zeit nach den Beobachtungen mit Hilfe eines Viehmessbandes ermittelt.

Um einen mittleren Wert für das Laktationsstadium einer Kuh innerhalb des jeweiligen Beobachtungszeitraumes zu erhalten, wurde der Laktationstag berechnet, in welchem sich die Kuh genau in der Mitte zwischen dem ersten und letzten Tag der Wiederholung der Beobachtung der jeweiligen drei Parameter befand. Kein mittlerer Laktationstag konnte für diejenigen Kühe festgelegt werden, welche innerhalb der jeweiligen Beobachtungszeiträume abkalbten, denn ihr physiologischer Zustand änderte sich zu stark. Diese Kühe gingen nicht in die Berechnung der Korrelationen ein. Auf die Mittelwertbildung zu verzichten und die erfassten Werte eines Beobachtungstages mit dem jeweiligen Laktationstag der Kühe zu vergleichen, schien zu unsicher. Die Wiederholungen lagen doch relativ nah beieinander.

Das Wiederkauverhalten von Kühen im 8. oder 9. Trächtigkeitsmonat konnte leider nicht für einen Vergleich mit Kühen anderer Trächtigkeitsstadien erfasst werden, weil diese Kühe anderes Futter erhielten bzw. zu wenige Wiederholungen in der kurzen Zeit der Anfütterung schafften. Dabei wäre nach Aussagen aus der Literatur vor allem in diesem Stadium mit verändertem Wiederkauverhalten zu rechnen. Deshalb wurden die Tiere in zwei Gruppen eingeteilt: entweder sie waren während des ganzen jeweiligen Beobachtungszeitraumes trächtig oder nicht trächtig. Bei einem Wechsel mussten die Tiere wiederum von der Korrelation ausgeschlossen werden.

Die Milchleistung wurde über die aktuelle Leistung während der Beobachtungszeit, über die Milchleistung in der letzten abgeschlossenen Laktation (Standardlaktation) und über den Zuchtwert, den der Zuchtverband für kg Milchleistung angibt, in die Korrelation mit den Wiederkauparametern einbezogen. Die aktuelle Leistung ergab sich aus dem Mittelwert der Milchleistungsprüfungen in jeweils den beiden Monaten, in denen die Beobachtungen stattgefunden haben. Für die Parameter Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag

waren dies die Milchleistungsprüfungen im Dezember 2001 und im Januar 2002. Für die Parameter Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit waren es die Milchleistungsprüfungen vom Januar und Februar 2002. Auch in den im Kapitel 2.4. erwähnten Studien von DULPHY et al. (1979) sowie DADO und ALLEN (1994) wurde die aktuelle Milchleistung herangezogen. Diese ist zwar vom Laktationsstadium abhängig, kann aber darüber Auskunft geben, ob die Kuh ihr Wiederkauverhalten kurzfristig ändert. Für die Daten der Milchleistungen in der letzten Laktation wurden die auf den Zuchtscheinen ausgewiesenen Standardlaktationen verwendet. Dort werden nur die Leistungen, die in mindestens 305 Tagen dauernden Laktationen ermolken wurden, auf 305 Tage „heruntergerechnet“. Die Leistung kürzerer Laktationen werden nicht angepasst, es gibt aber Korrekturfaktoren für die Aufrechnung (SCHWEIZ. FLECKVIEHZUCHTVERBAND (1988)). Diese wurden angewendet, um die Milchleistungen der letzten Laktation vergleichbar zu machen. Während die Milchleistung der letzten abgeschlossenen Laktation im Vergleich zur aktuellen Leistung eher eine längerfristige, allgemeine Aussage über die Milchleistung und die Leistungsveranlagung einer Kuh liefert, ist der Zuchtwert für die Milchleistung (in kg) dazu geeignet, Beziehungen der Wiederkauaktivität zum genetischen Produktionspotential einer Kuh darzustellen, was besonders interessant ist. Beide Einflussfaktoren wurden in die Berechnung einbezogen. Bei den Erstlaktierenden konnte nur der Zuchtwert verwendet werden, da diese Kühe noch keine abgeschlossene Standardlaktation haben.

Die Untersuchungen zur Höhe der effektiven Futteraufnahme bei 13 Kühen wurden verwendet, um erste Aussagen darüber machen zu können, ob die Daten der Wiederkauparameter einen Zusammenhang zur Futteraufnahme zeigen. Wie in den anderen Untersuchungen zur Beziehung von Futter und Wiederkauen üblich, dienten die Grund- und Kraftfutteraufnahme zusammen, in Trockenmasse angegeben, als Datenmaterial.

Es wurde der lineare Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet, weil die Daten mit Ausnahme von Trächtigkeit und Laktationsnummer intervallskaliert und normal verteilt waren (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, $p < 0,05$), was Voraussetzung für die Korrelation nach Pearson ist (BÜHL und ZÖFEL (2000)). Für die dichotomen Variablen wie die Trächtigkeit und die Laktationsnummer ist die Rangkorrelation nach Spearman zu verwenden (BÜHL und ZÖFEL (2000)).

Mehrere der Einflussfaktoren auf Einzeltierebene sind voneinander abhängig, wie man bei einigen unmittelbar bemerken kann: das Körpergewicht ist vom Alter beeinflusst und die Milchleistung hängt mit dem Laktationstag zusammen. Diese und andere nicht offensichtliche Fälle der sogenannten „Multicollinearität“ können dazu führen, dass beim Korrelieren sich überlagernde Korrelationen oder sogar Scheinkorrelationen ausgewiesen werden, denen kein kausaler Zusammenhang zugrunde liegt (LAMPRECHT (1999)). Um dies zu vermeiden, wurden, wenn mehrere Einflussfaktoren einen Einfluss auf den Wiederkauparameter hatten, partielle Korrelationen berechnet. Scheinkorrelationen werden auch bei der Schätzung der Regressionskoeffizienten durch die multiple Regressionsanalyse in einem Schritt ausgeschlossen (BÜHL und ZÖFEL (2000)). Jedoch ist die Gefahr, dass die Regressionsanalyse falsche Ergebnisse liefert, umso größer, je stärker die unabhängigen Variablen miteinander korreliert sind (LAMPRECHT (1999)). Dies könnte bei den vorliegenden Einflussfaktoren der Fall sein, weshalb die Berechnung von partiellen Korrelationskoeffizienten statt einer Regressionsanalyse empfohlen wird (LAMPRECHT (1999)).

Um mit Hilfe der multiplen linearen Regressionsanalyse ein Modell aufstellen zu können, welches den Einfluss verschiedener Faktoren auf Einzeltierebene auf das momentane Wiederkauverhalten einschätzt, wurden aus den Einflussfaktoren diejenigen ausgewählt, welche die Gesamtheit der Faktoren am besten repräsentieren und gleichzeitig jeweils für sich einen neuen Aspekt bringen. Es sind dies die Laktationsnummer, der Laktationstag und die aktuelle Milchleistung. Die Laktationsnummer vereint die Faktoren Alter, Körpergewicht und die Trennung von Jungkühen und älteren Tieren. Der Laktationstag gibt das physiologische Stadium wieder. Die aktuelle Milchleistung steht zwar in Beziehung zum Laktationstag, gibt aber zusätzlich das Niveau der Leistung der Kuh an. Diese Faktoren auf Einzeltierebene wurden über eine multiple lineare Regressionsanalyse in ihrem Einfluss auf die Wiederkauaktivität bewertet.

4. Ergebnisse

4.1. Entwicklung von Methoden zur Erfassung des individuellen Wiederkauverhaltens

4.1.1. Visuelle Beobachtung

Unabhängig von den gewählten Parametern stellte sich zunächst die Frage, ob es Hilfsmittel gibt, welche die Datenaufnahme verbessern können. Wie oben schon erwähnt (Kapitel 3.3.), wurde nach den Vorversuchen an der visuellen Beobachtung festgehalten und nicht auf technische Möglichkeiten zurückgegriffen.

Während MATSUI und OKUBO (1991) davon geschrieben haben, dass die visuelle Beobachtung verbreitet sei, wurde in dieser Zeit vermehrt daran geforscht, technische Lösungen zu finden. Grund dafür war, dass die visuelle Beobachtung als zu zeit- und arbeitsaufwändig und daher als zu mühsam empfunden wurde (BEAUCHEMIN et al. (1989), MATSUI und OKUBO (1991)). Weiterhin wurde bemängelt, dass sie für die Datenerhebung in der Nacht und bei großen Tierzahlen schwierig sei (MATSUI und OKUBO (1991)).

Das Prinzip der automatischen Aufnahme der Wiederkauaktivität besteht darin, die Kieferbewegungen über einen Fühler, der dem Tier um das Flotzmaul gelegt wird, zu erfassen. Dieser als Umwandler bezeichnete Fühler wandelt den Kieferschlag des Tieres in ein elektrisches Signal um. Als Umwandler werden Pneumographen, welche den sich bei einer Kieferbewegung ändernden Luftdruck erfassen (LAW und SUDWEEKS (1975) in MATSUI und OKUBO (1991)), Druckmesser (BEAUCHEMIN et al. (1989)), elektrische Schalter (CHAMBERS et al. (1981) in MATSUI und OKUBO (1991)) oder gefüllte Silikonschläuche mit Elektronen, deren elektrischer Widerstand sich bei der Dehnung durch eine Kieferbewegung ändert („Jaw Recorder“) (MATSUI und OKUBO (1991), MATSUI (1994)), benutzt. Die gewonnenen elektrischen Signale wandelt ein Impulsgenerator in Impulssignale um, welche dann als digitale Signale gespeichert werden können. Diese digitalen Signale können mit Hilfe des Rechners interpretiert werden (z.B. Zusammenfassung nach Kieferschlägen und Wiederkauperioden).

MATSUI (1995b) musste feststellen, dass sein Umwandler bei starker Dehnung seinen Dienst versagte. Das gewichtigste Problem der automatischen Erfassung ist aber die Zuordnung der ermittelten Kieferbewegungen zum Fress-, Wiederkauverhalten oder zu einer anderen Tätigkeit wie Pflegen, Lecken oder Trinken. Schon mehrere Autoren haben unterschiedlichste Verfahren entwickelt und es scheint, als könnte sich noch keines richtig etablieren. Dabei reicht die Palette der Verfahren von der Einschätzung der Anzahl Kieferschläge und der Pausen dazwischen (MATSUI und OKUBO (1991)) und der simultanen Messung des Troggewichtes (GIRARD und LABONTE (1993)) bis zur Punktbewertung, welche die Wahrscheinlichkeit angibt, dass das Kauen Teil einer Wiederkauperiode war (BEAUCHEMIN et al. (1989)). Auch mittels einer Diskriminanzanalyse unter Verwendung einer bestimmten Kombination mehrerer Parameter (Mittelwert und Standardabweichung der Anzahl Kieferschläge und des Zeitintervalls zwischen den Kieferschlägen und Logarithmus der Anzahl Kieferschläge) wurde versucht, die Impulse durch die Kieferbewegungen dem richtigen Verhalten zuzuordnen (SCHLEISNER et al. (1999)). Die Entwicklung dieses Verfahrens basierte nur auf den Daten einer einzigen Kuh. BEAUCHEMIN et al. (1989) betonten, dass die Genauigkeit der Trennung durch Vorauswahl von Kühen verbessert wird, die sich am besten für die automatische Beobachtung eignen. Die relative Genauigkeit differierte in ihrer Untersuchung insbesondere beim Wiederkauen je nach beobachteter Kuh.

In Anbetracht der Fragestellung dieser Arbeit schied die automatische Ermittlung der Wiederkaudaten aus mehreren Gründen aus. Wenn für die automatische Ermittlung eine Vorauswahl von Kühen empfohlen wird, scheint diese Methode bei der Suche nach individuellen Differenzen nicht sinnvoll zu sein. Die Zahl der Kühe war, im Gegensatz zu anderen Arbeiten über das Wiederkauverhalten, auch einfach zu hoch, um jede Kuh mit einem solchen Gerät auszustatten. Dies würde bei entsprechenden Tierzahlen viel zu hohe Kosten verursachen. Die höchste Genauigkeit erbringt immer noch die visuelle Beobachtung. So wurden die automatisch erhaltenen Daten in Studien oft mittels visueller Beobachtung überprüft (MATSUI und OKUBO (1991), CAMPBELL et al. (1992)). DELAGARDE et al. (1999) betonten, dass ein Beobachter das Tier vor sich hat und somit fähig ist, Kieferbewegungen klar zuzuordnen: dies liefere die besten Daten. Insbesondere beim Zählen der Kieferschläge kann unmittelbar festgelegt werden, ob stark abweichende Werte durch Störungen von außen zustande gekommen sind, welche die Kuh an der Ausführung ihres „normalen Verhaltens“ gehindert haben. Letztlich ist es Ziel des Dissertationsprojektes, mehr über das

Einzelntier zu erfahren und dazu kann die visuelle Beobachtung über Stunden am besten dienen. Die oben angesprochenen Mängel der visuellen Beobachtung (große Tierzahlen, Nachtbeobachtung) treffen im Falle dieser Beobachtungen nicht zu, weil es möglich ist, im Anbindestall den Überblick über 50 Tiere durch zwei Beobachter auch nachts zu gewährleisten.

Ein Mittelweg wäre die Verwendung von Videokameras. Einerseits können die Beobachtungszeiten zu allen möglichen Tages- und Nachtzeiten eingespart werden, andererseits entscheidet der Beobachter immer noch visuell, welches Verhalten die Kuh gerade ausführt. Die Möglichkeit des Rückspulens kann als größter Vorteil angesehen werden, weil somit nichts verpasst werden kann. Aber auch die Nutzung der Videokamera wurde verworfen. Wiederum sind es einfach zu viele Tiere, für die Kameras zu Verfügung stehen müssten. Es würden ja nur wenige Tiere von einer Kamera erfasst werden können und dann bestünde wohl immer noch das Problem, das Kauverhalten zu erkennen, wenn das Tier seinen Kopf ungeschickt wegdreht. Die Erfassung der Daten für die Weiterbearbeitung am Rechner wäre im übrigen gleich langwierig wie bei der visuellen Beobachtung.

4.1.2. Methodenentwicklung zu Erfassung der Parameter Wiederkauzeit/ Tag und mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag

Die ersten Beobachtungen zur Ermittlung der Parameter Wiederkauzeit/ Tag und mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag wurden im Rahmen des Projektes im Juli und Oktober 2001 als Voruntersuchungen durchgeführt. Den einzelnen Kühen konnte aus den Daten dieser beiden Beobachtungen kein einheitliches hohes oder niedriges Niveau in der Wiederkauzeit/ Tag zugeordnet werden und sie verhielten sich im Herbst im Vergleich zur Sommeraufnahme unterschiedlich. Dies hätte zunächst darauf zurückgeführt werden können, dass die Kühe unterschiedlich auf die Futter- und Witterungsumstellung im Herbst reagiert haben. Ebenso hatte sich nach 3 Monaten der Zustand des Tieres selbst verändert. Es befindet sich in einem anderen Trächtigkeits- bzw. Laktationsstadium. Inwieweit solche Faktoren von Bedeutung für die Wiederkautätigkeit sind, soll später geprüft werden. Da die Beobachtungen in einem

Praxisbetrieb ohne saisonale Abkalbung durchgeführt wurden, kann der Einfluss solcher Faktoren nur geschätzt, aber nicht eliminiert werden. Jedoch wurden unter Berücksichtigung von Hinweisen aus der Literatur methodische Probleme deutlich, die es in einem ersten Schritt zu beheben galt.

Im Sommer und Herbst wurden die Kühe jeweils einen Tag lang ununterbrochen visuell beobachtet. Weil die Kühe in diesen Jahreszeiten Weidegang haben, waren Beobachtungen draußen auf der Weide nötig. Das Verhalten von ungefähr 50 Tieren auf der Weide alleine im Auge zu haben ist unmöglich, weshalb die Tiere in 4 Gruppen aufgeteilt wurden. In 4 Tagen wurden die 4 Gruppen nacheinander erfasst, jeweils abwechselnd von drei Beobachterinnen im 4-Stunden-Wechsel. Die Daten der Kühe, die auf individuelle Unterschiede geprüft werden sollten, stammten demnach von unterschiedlichen Tagen. Die Differenzen in der Wiederkauzeit/ Tag zwischen zwei aufeinanderfolgenden Tagen können aber hoch signifikant sein (HARDISON et al. (1956)). Ein weiteres Problem ist die Fütterung auf der Weide. Die Wiederkauzeit/ Tag änderte sich bei den Versuchen von (MATSUI et al. (1994)) in Beziehung zur Abnahme des Grünfutterangebots und zum Wechsel in den Weidecharakteristika. Den Tieren auf der Weide das gleiche Futterangebot zu bieten, ist schwierig. Eine einheitlich angesäte Weide wurde zwar unterteilt, jedoch ließ die Unzufriedenheit der Kühe am zweiten der 4 Beobachtungstage im Herbst bemerken, dass sie das Futterangebot als nicht einheitlich empfanden. An diesem Tag wurde ihre Weideparzelle vom ersten Tag vergrößert, so dass sie gezwungen waren, den „Rest“ des Vortrages auch noch abzugrasen. Obwohl die klimatischen Bedingungen sehr ähnlich waren, können alle Faktoren der Umwelt, welche zusätzlich auf die Wiederkauaktivität wirken (KOLB et al. (1989)), an 4 aufeinanderfolgenden Tagen unter Praxisbedingungen nicht konstant gehalten werden.

Ein neues Konzept zur Erfassung musste die Beobachtung aller Tiere zu den gleichen Zeiten gewährleisten und sollte als zweites Ziel den Einfluss des Beobachters auf die Datenqualität minimieren. Der neue Beobachtungsplan für die Winterbeobachtungen vereint die beiden Vorgaben, die Daten aller Tiere gleichzeitig mit möglichst wenigen Beobachtern zu ermitteln. Die Aufnahme aller ca. 50 Tiere erfordert im Stall 2 Beobachter. Die gleichzeitige Erfassung des Wiederkauverhaltens von ca. 25 Kühen durch eine Person ist realisierbar. Anstatt der arbeitskräftintensiven Beobachtung über 24 Stunden am Stück wurde nur noch in den 16 Stunden eines Tages

beobachtet, in denen keine Fütterungszeit liegt und den Tieren kein Futter vorliegt (Restfutter wird, wie üblicherweise auf dem Betrieb, aus der Futterkrippe entnommen): von 07:00 bis 09:00 Uhr, von 11:00 bis 15:00 Uhr und von 19:00 bis 05:00 Uhr. Die Erfassung der Fressaktivität, die in den Voruntersuchungen vorgenommen wurde, fiel damit weg, und es wurde nur zu den Zeiten beobachtet, in denen die Kühe keine Möglichkeit zur Futteraufnahme hatten und sich dem Wiederkauen widmeten. Die gleichzeitige Erfassung der Daten aller Tiere bedingt, dass alle Kühe zu diesen Zeiten auch gleiche Bedingungen vorfinden. Die Futtervorlage und Restfutterentnahme musste gleichzeitig erfolgen und es durften nicht nur Teile der Herde in den Auslauf gelassen werden, wie es auf dem Betrieb zur Schonung der Weiden sonst praktiziert wird.

Eine Beschränkung der Datenaufnahmezeit auf einen oder zwei festgelegte Tagesabschnitte (Bsp.: 8 Stunden in der wiederkauaktiven Zeit abends und nachts oder 4 Stunden nach Beendigung der Morgenfütterung und 4 Stunden nach der Abendfütterung) hielt die Verfasserin für ungeeignet. Ziel war es nicht, herauszufinden, wie eine Kuh sich zu einer bestimmten Tages- oder Nachtzeit verhält, sondern insgesamt Aussagen zum Wiederkauverhalten der Kuh während des ganzen Tages treffen zu können. Die Gesamtwiederkauzeit lässt sich nicht vom Wiederkauverhalten einzelner Tagesabschnitte herleiten. Der Anteil der Wiederkauzeit in den 8 Stunden nach der Abendfütterung (20:00 bis 04:00 Uhr) an der Wiederkauzeit insgesamt unterschied sich bei den einzelnen Kühen der beobachteten Herde zu stark (Tab. 3). Klammert man zur Erleichterung der Beobachtungstätigkeit die Nachtstunden aus, verzichtet man auf die Hauptwiederkauzeit, in der sich das Charakteristische der Kuh am ehesten zeigen könnte. Denn das Wiederkauen findet vor allem in der Dunkelheit und beim Liegen statt (HARDISON et al. (1956)) bzw. in der Periode des Dämmerzustandes, in welchem die Anzahl äußerer Sinnesreize gering ist (KOLB et al. (1989)). Die Wiederkauaktivität über den ganzen Tag zu verfolgen, schien die genauesten Daten für die Aussagen zum individuellen Wiederkauverhalten der Kühe zu ermöglichen.

Tab. 3: Anteil der Wiederkauzeit in den 8 Stunden nach der Abendfütterung an der Wiederkauzeit/ Tag insgesamt bei den Kühen der Gruppen 1 und 2 (Aufnahmen im Herbst)

Kuh	Wiederkauzeit in den 8 Stunden nach der Abendfütterung (20:00 bis 04:00) (min)	Wiederkauzeit/ Tag insgesamt (min)	Anteil der 8-h-Wiederkauzeit an der Wiederkauzeit/ Tag insgesamt (%)
Hummel	299,3	564,8	53
Parisla	275,0	390,5	70
Amanda	293,3	515,1	57
Baronin	284,3	513,6	55
Yukona	321,0	453,5	71
Joana	319,2	457,1	70
Brasilia	294,4	462,5	64
Fella	327,2	446,1	73
Brennessel	331,6	599,5	55
Bugatti	287,8	445,2	65
Bely	312,3	566,2	55
Eibe	229,5	408,4	56
Antille	226,4	345,0	66
Belsa	288,9	605,0	48
Jaffa	275,9	481,7	57
Aster	324,8	623,6	52
Flieder	271,5	505,9	54
Wanda	285,6	535,2	53
Iris	277,0	461,0	60
Calendula	303,2	471,2	64
Holunder	287,7	479,8	60
Fatima	269,4	514,1	52
Lussi	281,6	519,7	54
Finda	271,5	481,3	56

Es ist ausgeschlossen, dass die beobachtenden Personen 16 Stunden eines Tages damit verbringen können, konzentriert auf die Kühe zu achten. Die Kühe könnten nicht in den Auslauf gelassen werden, wenn sie die 16 Stunden außerhalb der Fresszeiten im Stall beobachtet werden würden. Diese Schwierigkeiten wurden verhindert, indem die 16 Stunden Beobachtungszeit, in Perioden aufgeteilt, nach folgendem Schema auf 2 Tage verteilt wurden (Tab. 4).

Tab. 4: Beobachtungsschema zur Erfassung der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode

Tag 1	Tag 2
11:00 – 15:00 Uhr	07:00 – 09:00 Uhr
19:00 – 24:00 Uhr	24:00 – 05:00 Uhr

Dieses 2-Tage-Beobachtungsschema wurde an den zwei darauffolgenden Tagen in gleicher Weise wiederholt, wodurch nach einem Beobachtungsblock über 4 Tage 2 Wiederholungen für die entsprechenden Parameter vorlagen. Um die Winterzeit mit dem relativ gleichmäßigen Futter auszunutzen, wurden 3 solcher Blöcke vom 17. bis 21.12.2001, vom 16. bis 20.01.2002 und vom 28.01. bis 01.02.2002 durchgeführt, woraus sich 6 Wiederholungen ergaben. Kurz hintereinander und in größerem Abstand zu wiederholen, wird als sinnvoll erachtet (SCHRADER (2002)). Auf eine gewisse Anzahl Wiederholungen ist insbesondere bei Wiederkauparametern zu achten, da die Variation zwischen den Tagen innerhalb einer Kuh erheblich sein kann (DADO und ALLEN (1994)). Allgemein zeigten die meisten Wiederkäuer signifikante tägliche Variationen im Fress- und Wiederkauverhalten (Mac DOWELL (1972) in SOEST et al. (1986), LOFGREEN et al. (1957)). Jedoch weist KERBAA (1963) (in DULPHY et al. (1979)) darauf hin, dass die Wiederkauaktivität zwar von Tag zu Tag variiert (bis zu 10 % bei der Wiederkauzeit/ Tag), diese Variationen aber kleiner als die interindividuellen Differenzen sind.

Das erfasste Ergebnis für die einzelnen Wiederkauparameter stimmt nicht direkt mit dem tatsächlichen Wert eines bestimmten Tages überein, weil der „Beobachtungstag“ auf mehrere Beobachtungsperioden innerhalb von 2 Tagen aufgeteilt wurde. Diese Aufteilung ergab bei der Berechnung der durchschnittlichen Dauer einer Wiederkauperiode das Problem, dass nicht alle Wiederkauperioden in ihrer vollen Länge aufgenommen wurden. Hatte eine Kuh kurz vor Ende einer Beobachtungsperiode mit dem Wiederkauen angefangen oder kurz nach Beginn der Beobachtung damit aufgehört, könnte sich ihr Wert für diesen Parameter verzerrt haben.

Vom Durchschnitt aller Kühe (Kühe mit 6 Wiederholungen) in der Wiederkauzeit/ Tag und in der Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag als mittlere Werte ausgehend, ließ sich verfolgen, wie sich eine zusätzliche, durch das Ende einer Beobachtungsperiode unterbrochene und damit zu kurz geratene Wiederkauperiode ausgewirkt hat. Die Durchschnittswerte der Kühe mit allen Wiederholungen für die

Wiederkauzeit/ Tag und die Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag waren: 31569,2 Sekunden/ Tag und 13,5 Perioden/ Tag. Das ergab für die Herde eine mittlere Dauer der Wiederkauperiode von 2338,5 Sekunden. Die in sämtlichen Beobachtungen kürzeste Wiederkauperiode, die durch das Ende einer Beobachtungsperiode zustande gekommen war, betrug 7,6 Sekunden. Bei der Neuberechnung dieses mittleren Wertes über alle Kühe, indem man eine solche kurze Wiederkauperiode dazu nimmt, passierte folgendes: Die Wiederkauzeit betrug 31576,8 Sekunden/ Tag, die Häufigkeit 14,6 Perioden/ Tag (13,6+1) und die durchschnittliche Dauer einer Wiederkauperiode lag damit bei 2162,8 Sekunden. Der Unterschied betrug 175,7 Sekunden (2,9 Minuten). Dieser Wert lag unter dem durchschnittlichen Wert der Standardabweichung der Dauer einer Wiederkauperiode (7,5 Minuten) und war demnach zu vernachlässigen. Bei 6 Wiederholungen mit jeweils 4 Beobachtungsperioden wird zudem ein ausgleichender Effekt eingetreten sein, der die Verzerrung unter den Kühen verteilt hat. Die signifikanten Korrelationen aller 6 Wiederholungen des Parameters Dauer einer Wiederkauperiode beweisen zudem, dass das Ausmaß der Verzerrungen sehr gering sein muss (Tab. 10, Kapitel 4.2.2.3.). Grund hierfür könnte die starke Periodizität des Wiederkau-Rhythmus sein, aufgrund derer die mittlere Dauer ungestörter Wiederkauperioden und der Intervalle zwischen den Wiederkauperioden ziemlich konstant ist (METZ (1975)).

Der Beobachtereinfluss wurde nicht nur durch Verkleinerung der Anzahl der Beobachterinnen, sondern auch durch die gleichmäßige Verteilung der 2 Kuhgruppen und der Beobachtungsperioden auf die 2 Beobachterinnen vermindert. Nach dem 4-Tage-Beobachtungsblock hatte jede Beobachterin jede Kuh einmal in jeder Beobachtungsperiode beobachtet. Um die Übereinstimmung der Beobachtertätigkeit zu überprüfen, wurde zusätzlich ein Beobachterabgleich durchgeführt. Dafür wurde eine der beiden Kuhgruppen 1 Stunde lang von beiden Beobachterinnen gleichzeitig erfasst und die Resultate wurden anschließend verglichen (s. Anlage). Die Abweichung bei der Wiederkauzeit war mit durchschnittlich 2,57 % sehr gering (Anlage 1). Die Daten für die Häufigkeit der Wiederkauperioden stimmten 100 % überein (Anlage 2). Schließlich ist für die Bewertung der Beobachtertätigkeit von Bedeutung, ob die vorhandenen Abweichungen zufälliger Natur waren oder systematisch. Da keine signifikanten Unterschiede zwischen den Stichproben der beiden Beobachterinnen gefunden werden

konnten (Wilcoxon-Test, $p < 0,05$), lag keine einseitige Verschiebung der Daten durch eine Beobachterin vor.

Die Beziehung von Fressen und Wiederkauen war mit der neu entwickelten Methodik nicht mehr exakt zu ermitteln, weil auf die Aufnahme der Fressaktivität verzichtet und auf die Wiederkautätigkeit fokussiert wurde. Der kompensatorische Effekt zwischen Fressen und Wiederkauen, der in anderen Studien erwähnt wurde (BOEVER et al. (1990)), war somit nicht überprüfbar und eine Interpretation der Daten in diese Richtung innerhalb dieser Arbeit nicht möglich.

4.1.3. Methodenentwicklung zu Erfassung der Parameter Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit

Nach den Auswertungen der ersten Aufnahmen der Kieferschläge/ Bissen und der Zeit/ Bissen, die innerhalb des Projektes im Juli, August und Oktober 2001 stattgefunden haben, machten die Daten einen unbefriedigenden Eindruck. Ebenso war die Methodik der drei Voruntersuchungen unterschiedlich, weshalb eine einheitliche Methode entwickelt werden musste. Die beiden Hauptprobleme, welche einen Vergleich der Kühe schwierig machten, waren einerseits die Aufnahme der einzelnen Kühe an unterschiedlichen Tagen und die unterschiedliche Anzahl Wiederkauzyklen, bei denen die Kieferschläge gezählt und die Zeiten gestoppt wurden (13 und 6 Bissen).

Alle Kühe müssen an einem Tag gezählt werden, um den Effekt des Tages auszuschalten. Der Einfluss des Faktors Futter ist dadurch minimierbar, dass die Zählung aller Kühe in der Zeit zwischen zwei Fütterungen durchgeführt wird. Denn der Parameter Kieferschläge/ Bissen ist stark futterabhängig (BRADE (2001)), und es macht einen Unterschied, ob der Pansen zuvor mit Heu oder Silage gefüllt wurde. Zur Zerkleinerung von Silage sind weniger Kieferschläge erforderlich, was sich in der Länge und Anzahl der Kieferschläge pro Wiederkauzyklus zeigte (BRUCHEM et al. (1991)).

Wie viele Wiederkauzyklen gezählt und gestoppt werden müssen, um verlässliche und vergleichbare Werte für die Parameter zu erhalten, musste geklärt werden. Dafür wurde eine Wiederkauperiode mit allen Wiederkauzyklen bei 6 zufällig

ausgewählten Kühen durchgezählt; am ersten Tag wurden 2, am darauffolgenden Tag 4 Kühe innerhalb von 90 Minuten aufgenommen. Die Kieferschläge/ Bissen schwankten zwar im Verlauf der Wiederkauperiode (Abb. 1), aber es ist möglich, ein Niveau festzulegen, um welches sich die Werte dieser Kühe gruppieren. Ausreißer nach oben oder unten traten auf. Das niedrigere Niveau der Kühe des ersten Tages gegenüber den Kühen, die am zweiten Tag erfasst wurden, gründet nicht auf dem Einfluss der Bedingungen an diesem Tag, sondern ist charakteristisch für diese Kühe, wie später noch bewiesen wird. Die grafische Darstellung für die Zeit/ Bissen ähnelt der unten aufgeführten für die Kieferschläge/ Bissen (Abb. 1) und ist aus diesem Grund nicht zusätzlich abgebildet.

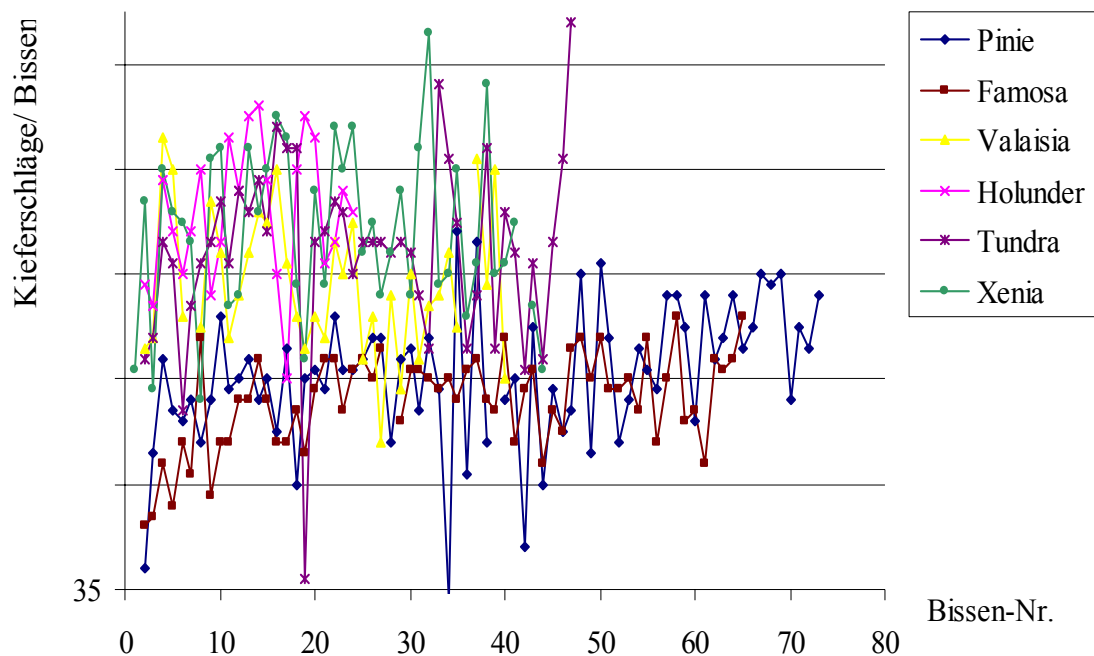


Abb. 1: Verlauf der Anzahl Kieferschläge/ Bissen während einer ganzen Wiederkauperiode

Noch stärker deutete der grafische Verlauf der Kaugeschwindigkeit (in Sekunden/ Kieferschlag) während einer Wiederkauperiode auf die Existenz eines bestimmten Niveaus dieser Wiederkaueigenschaft hin (Abb. 2). Die Verhaltensvariabilität der Kühe in diesem Parameter war geringer. Der Variationskoeffizient der Kaugeschwindigkeit einer Kuh bleibt bei den 6 Kühen (von denen 4 in Abb. 2 abgebildet sind) unter 5 %, bei den Kieferschlägen/ Bissen hingegen liegt er bei bis zu 13 %. Änderungen in der Geschwindigkeit zeigten sich als Ausreißer in einer Verlangsamung, die wahrscheinlich in einer Ablenkung begründet war. Die

relative Konstanz in der Geschwindigkeit beim Kauen eines Bissens erwähnten auch BEAUCHEMIN et al. (1989) in ihrer Arbeit.

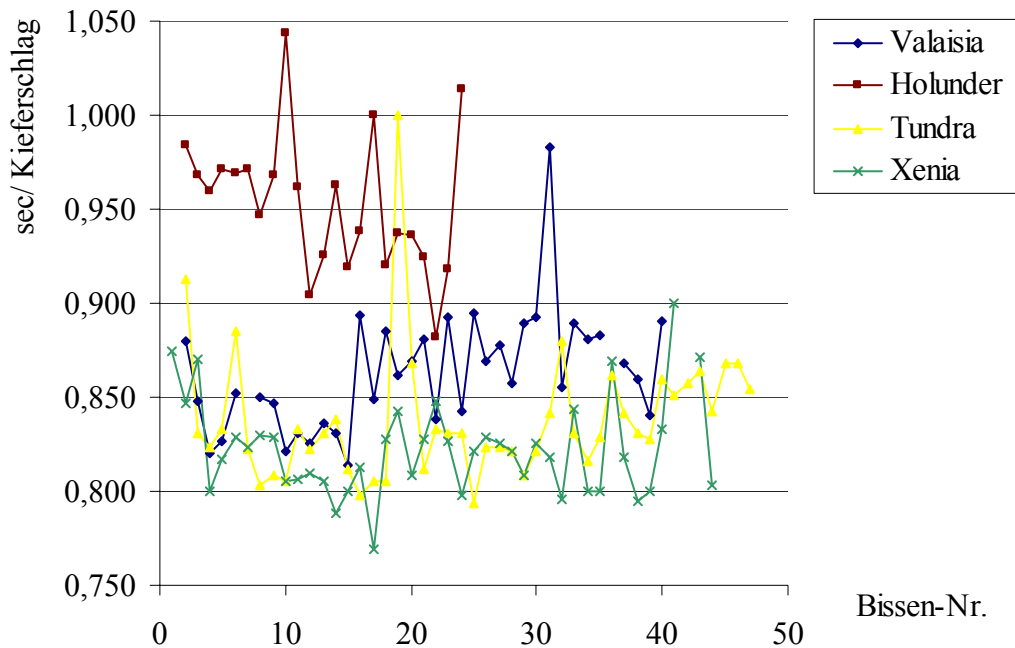


Abb. 2: Verlauf der Kaugeschwindigkeit während einer ganzen Wiederkauperiode

Wie viele Wiederkauzyklen müssen nun erfasst werden, um das für die Kuh typische Niveau zu finden und sie von anderen abgrenzen zu können? Im Laufe des Projektes wurde eine Reduzierung der Anzahl der Zählungen von 13 auf 6 vorgenommen, weil dies keine nennenswerte Wirkung auf den berechneten Mittelwert hatte und mehr Kühe zu den etwa gleichen Bedingungen gezählt werden konnten. Weil jedoch die Schwankungen zwischen den Wiederholungen einer Kuh recht groß erschienen, lag die Vermutung nahe, dass die 6 Zählungen einen zu wenig repräsentativen (Mittel-)Wert ergeben haben. Es wurde daraufhin untersucht, welchen Einfluss die Anzahl der Zählungen auf die Qualität der Daten hat und 6 Zählungen wurden mit 10 und mit 14 Zählungen verglichen. Als Grundlage für den Vergleich dienten wiederum die oben schon angeführten vollständigen Wiederkauperioden der 6 zufällig ausgewählten Kühe. Der Kurvenlauf der berechneten Mittelwerte wurde für 6, 10 und 14 Zählungen überprüft, wenn jeweils beim ersten Wiederkauzyklus, beim zweiten Wiederkauzyklus, beim dritten Wiederkauzyklus, etc. dieser vollständig erfassten Wiederkauperioden mit der Zählung begonnen wurde. Die Kurve kann einen Eindruck darüber vermitteln, wie stark sich die berechneten Mittelwerte in

Abhängigkeit von der Anzahl Zählungen unterscheiden, wenn zu einem beliebigen Zeitpunkt (wie in dieser Untersuchung) mit dem Zählen begonnen wird.

Die zunehmende Anzahl Zählungen bewirkt eine Glättung der Kurven, und bei der Berechnung eines Mittelwertes verliert der Zählbeginn innerhalb der Wiederkauperiode an Bedeutung (Abb. 3-5). Während sich die Kühe bei 6 Zählungen noch stärker überschneiden, werden sie bei erhöhter Anzahl Zählungen zunehmend voneinander abgrenzbar. Unter der Berücksichtigung, dass zur Vergleichbarkeit der Werte alle Kühe in möglichst kurzer Zeit zwischen 2 Fütterungsperioden und ohne starke Erhöhung der Beobachterzahl gezählt werden müssen, ist die Erfassung von 10 Wiederkauzyklen am günstigsten einzuschätzen. Die durchschnittliche Differenz vom höchsten zum niedrigsten Mittelwert dieser 6 Kühe änderte sich von 11,1 (6 Zählungen) auf 7,5 (10 Zählungen) und 5,5 (14 Zählungen). Der Schritt von 6 auf 10 Zählungen hat demnach eine stärkere Glättung als der Schritt von 10 auf 14 Zählungen bewirkt, was beim grafischen Vergleich der Kurven ebenso festgestellt werden kann.

An der Kurve der Kuh Valaisia wird deutlich, dass auch Tendenzen im Kurvenverlauf auftreten können (Abb. 3-5). Um solche Fälle besser fassen zu können und um dem Charakteristischen der Kuh näher zu kommen, waren mehrere Wiederholungen auszuführen. Für die Parameter Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen und damit genauso für die Kaugeschwindigkeit wurden 6 Wiederholungen ausgeführt.

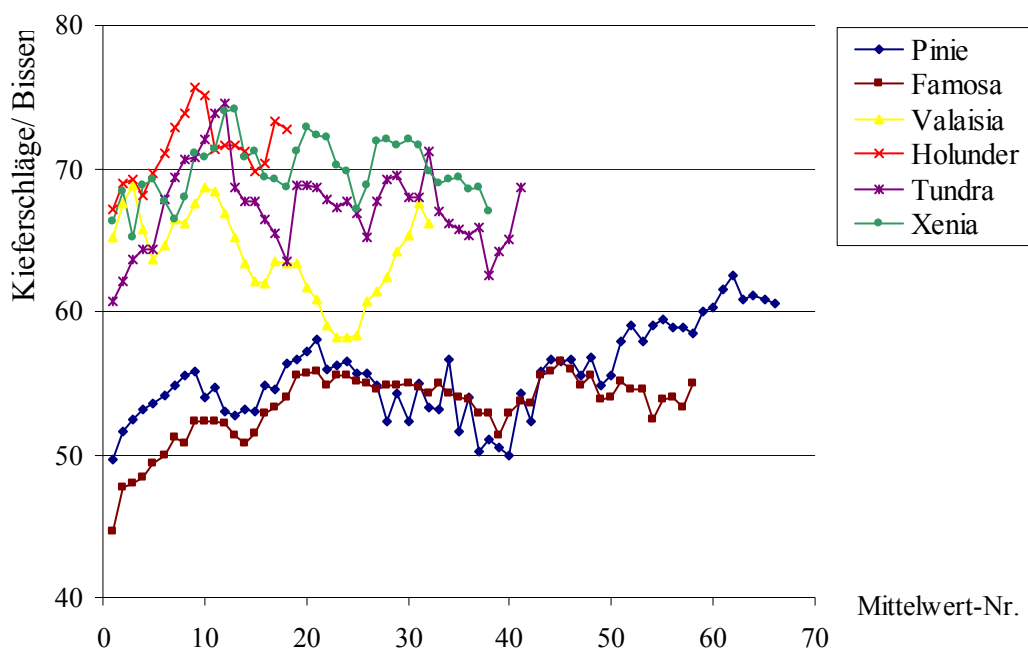


Abb. 3: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 6 Zählungen

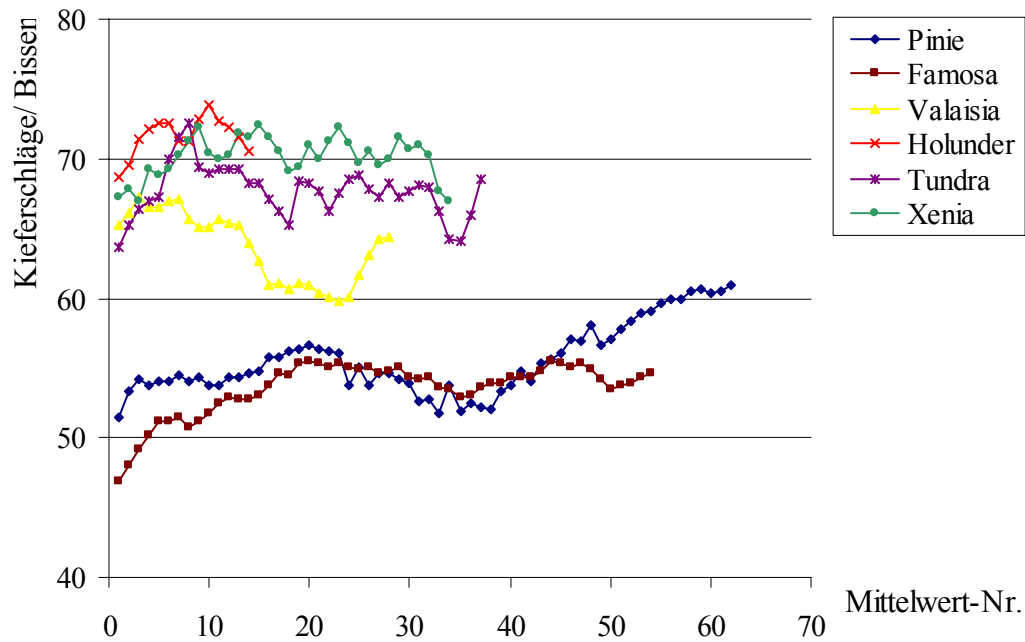


Abb. 4: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 10 Zählungen

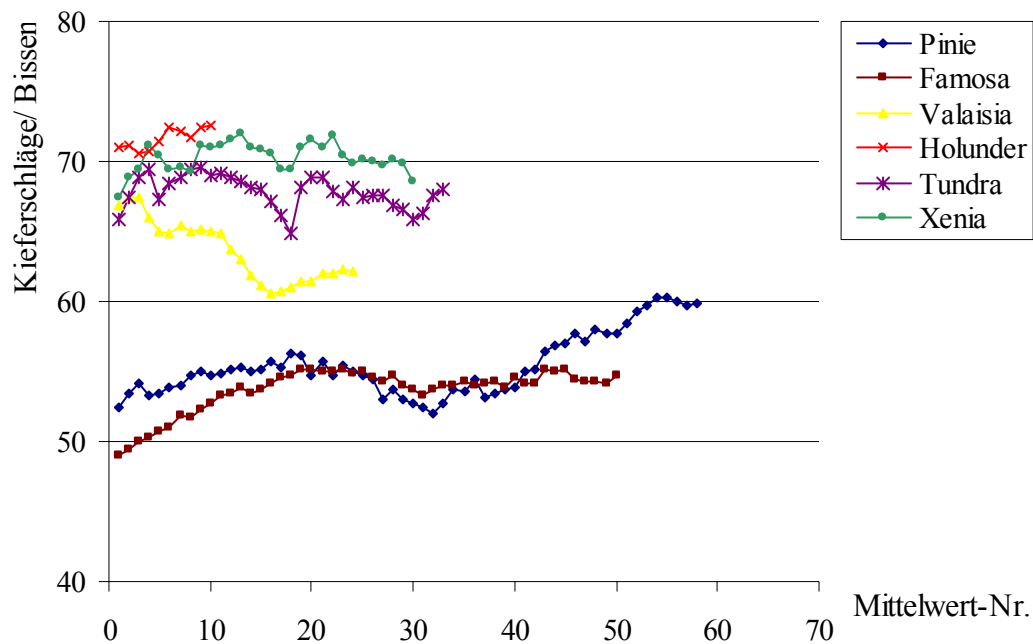


Abb. 5: Kurvenverlauf der berechneten Mittelwerte der Kieferschläge/ Bissen während einer Wiederkauperiode – 14 Zählungen

Der Variationskoeffizient als Maß für die Streuung der Werte um den Mittelwert wies bei unterschiedlicher Anzahl Zählungen keine großen Unterschiede auf (Abb. 6). Der durchschnittliche Variationskoeffizient der schon erwähnten 4 Kühe nahm bei 10 Zählungen die niedrigsten Werte an: Zählt man länger, erhöht sich die

Wahrscheinlichkeit, einen Ausreißer miteinzubeziehen; zählt man kürzer, erhöht sich die Streuung, weil weniger Werte einfließen. 10 Wiederkauzyklen zu erfassen, ergibt folglich aus den genannten Gründen repräsentative Daten.

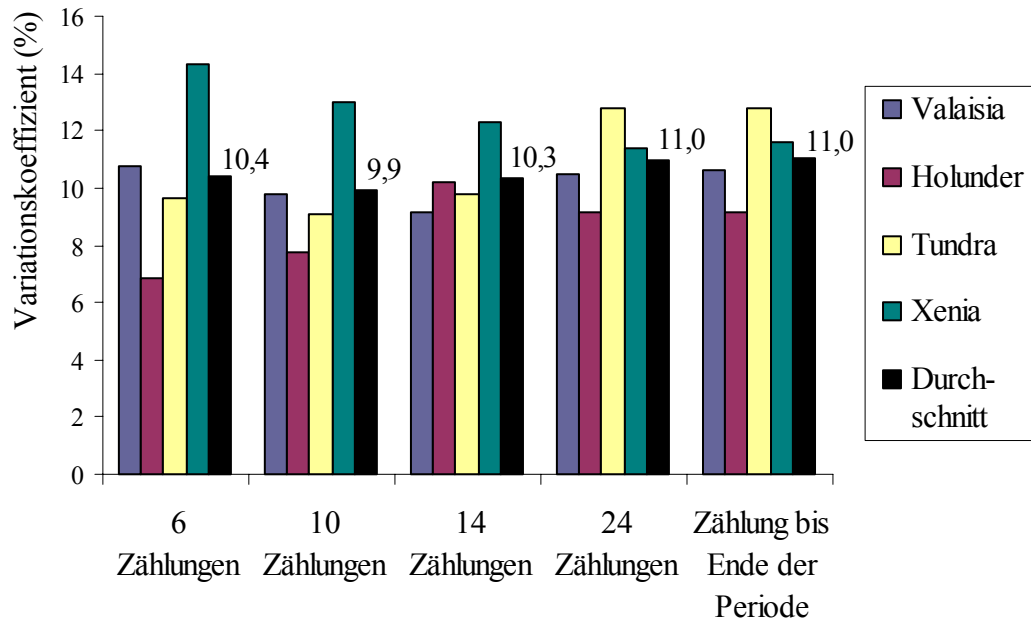


Abb. 6: Streuung bei unterschiedlicher Anzahl Zählungen (ab 3. Wiederkauzyklus einer Wiederkauperiode)

Beim Zählen und Stoppen wurde darauf geachtet, die Wiederkauzyklen vom Anfang oder Ende einer Wiederkauperiode nicht einzubeziehen, da die Vorversuche ergeben haben, dass sich diese Zyklen oft deutlich von den restlichen unterscheiden. Auch METZ (1975) verweist in seiner Arbeit darauf, dass die Wiederkauzykluslänge kaum einen Trend im Verlauf einer Wiederkauperiode zeigt, mit der Ausnahme, dass die ersten beiden Zyklen sehr kurz sein können. Trat innerhalb eines Wiederkauzyklus eine Störung auf, welche die Kuh offensichtlich von der Ausführung ihres normalen Kaumusters abgehalten hat, wurde dieser Wiederkauzyklus verworfen, weil er nicht dem normalen Rhythmus dieser Kuh entsprochen hatte. Beispiele für Störungen sind die Ablenkung durch ein Geräusch und das darauffolgende Stocken im Wiederkauen, Unterbrechungen durch kurzzeitiges Lecken oder das Aufgescheuchtwerden durch die benachbarte Kuh.

Der untere Grenzwert für die Aufnahme eines Wiederkauzyklus in die Datenreihe wurde auf 30 Kieferschläge/ Bissen festgesetzt. Grundlage für diesen Wert waren Angaben aus der Literatur, welche für die Anzahl der Kieferschläge Mindest-Normalwerte von 35 bis 40 angeben (KOLB et al. (1989), ROSENBERGER et al.

(1990), LOEFFLER (1994)). Bei der Prüfung der Wiederkauaktivität als empfindlicher Gradmesser des Wohlbefindens im klinischen Untersuchungsgang setzten ROSENBERGER et al. (1990) den Wert von mindestens 40 Kieferschlägen als Zeichen für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Tieres an. Das Wiederkauen läuft dann ohne Störungen ab, weder durch krankhafte Veränderungen im Bereich vom Maul bis zu den Vormägen noch durch Störungen im Allgemeinbefinden. Wenn Wiederkauzyklen mit weniger als 30 Kieferschlägen als Ausnahmewert bei einer gesunden Kuh vorgekommen sind, war die Verfasserin deshalb davon ausgegangen, dass hier eine für den Beobachter nicht erkennbare Störung vorgelegen hat und dieser Zyklus aus diesem Grund von der Auswertung ausgeschlossen werden muss.

Nach der ersten Anwendung der Methode konnte die Eignung der Parameter Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit, individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten darzustellen, nachgewiesen werden. Für das Bestehen individueller Unterschiede ist Voraussetzung, dass die Variation zwischen den Kühen größer ist als die Variation innerhalb der Kühe. Diese Voraussetzung kann mit Hilfe der statistischen Maßzahlen Standardabweichung und Median (YOUNG (2002)) überprüft werden. Als Maß der Variation zwischen den Kühen dient die Standardabweichung der Mediane der einzelnen Kühe; sie gibt an, wie stark die Mediane und damit die Kühe voneinander abweichen. Die Variation innerhalb der Kühe lässt sich mit Hilfe des Median aller Standardabweichungen ausdrücken. Die Standardabweichung der n Zählungen einer Kuh verdeutlicht, wie konstant die Kuh in ihrem Verhalten ist, der Median aller Standardabweichungen stellt einen Durchschnittswert über alle Kühe dar. Grundlage für den Vergleich waren die erste Aufnahme mit verbesserter Methodik und ergänzend dazu 2 frühere Aufnahmen vom Herbst.

Das Ergebnis des Vergleiches der Variation zwischen und innerhalb der Kühe war bei allen drei Aufnahmen dasselbe (Tab. 5): Die Standardabweichung der Mediane war für beide Wiederkauparameter größer als der Median der Standardabweichungen, das heißt die Variation zwischen den Kühen war größer als die Variation innerhalb der einzelnen Kühe. Damit ließen sich individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten auf der Ebene des Wiederkauzyklus vermuten.

Tab. 5: Variation zwischen und innerhalb der Kühe für die Parameter Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen

Wiederkauparameter		Variation zwischen den Kühen Standardabweichung der Mediane	Variation innerhalb der Kühe Median der Standardabweichungen
Kieferschläge/ Bissen			
Datum	Anzahl Zählungen		
9.-13.10.01	6	7,23	4,17
16.10.01	6	6,48	3,88
24.10.01	10	7,16	5,13
Zeit/ Bissen			
Datum	Anzahl Zählungen		
9.-13.10.01	6	6,55	3,29
16.10.01	6	5,51	3,39
24.10.01	10	6,59	4,57

Eine weitere Möglichkeit, den Zeitdruck in den Griff zu bekommen, wäre gewesen, alle Zählungen einer Kuh nicht an aufeinanderfolgenden Wiederkauzyklen einer Wiederkauperiode am Stück vorzunehmen, sondern wenige Zählungen gestaffelt vom Anfang bis zum Ende einer Zählzeit durchzuführen. Man hätte nach 1 oder 2 Zählungen die Kuh wieder verlassen und bei einer anderen wiederum nur 1 oder 2 Wiederkauzyklen erfasst. Damit hätte der zeitliche Unterschied, der zwischen der Aufnahme der zuerst und der zuletzt gezählten Kuh entstanden ist, vermieden werden können. Allerdings schied diese Methode wegen des zu großen Organisations- und Zeitaufwandes aus. Während der Erfassung wäre es nötig gewesen, ständig darüber Protokoll zu führen, welche Kuh wie oft gezählt worden ist. Die Zeitspanne, die für die Erfassung aller Tiere nötig war, hätte sich zudem stark erhöht, weil viel öfters darauf gewartet hätte werden müssen, bis die Kuh einen neuen Bissen heraufholt und einen neuen Wiederkauzyklus bzw. eine neue Wiederkauperiode beginnt.

Um trotzdem Aussagen darüber machen zu können, ob und wie der Zeitversatz von der ersten bis zur letzten Kuh zu bewerten ist, wurden 6 Kühe innerhalb einer Zählzeit doppelt gezählt: einmal zu Beginn (kurz nach der morgendlichen Fütterung der Silagemischung) und dann nochmals am Ende der Zählzeit (nach ungefähr 3 Stunden). Der Datensatz der 6 Kühe für die Parameter Kieferschläge/ Bissen und Zeit/ Bissen, der durch das Zählen am Anfang einer Zählzeit erhalten wurde, unterschied sich signifikant vom Datensatz aus der Zählung gegen Ende der Erfassungszeit (Wilcoxon-Test, $p <$

0,05) (Anlage 3). Bei der Kaugeschwindigkeit änderte sich der Datensatz nicht signifikant (Wilcoxon-Test, $p < 0,05$) (Anlage 3). Eine Tendenz zur Erhöhung der Kieferschläge/ Bissen und der Zeit/ Bissen wurde aus den Daten der 6 Kühe deutlich, wohingegen die Kaugeschwindigkeit keine Tendenz zeigte (Anlage 3). Die Reihenfolge der Kühe beim Zählen wurde zufällig gewählt, um die Wirkung dieser Tendenz, welche sich bei den 6 Kühen angedeutet hat, auszugleichen. Variabilitäten, die durch die Aufnahme zu nicht exakt gleichen Zeiten entstehen, können durch Wiederholungen eingeschränkt werden (SCHRADER (2002)). Dass die 4 letzten Wiederholungen, welche von den 6 Wiederholungen der Parameter des Wiederkauzyklus für weitere Auswertungen verwendet wurden, sehr gute Korrelationen untereinander aufwiesen (Tab. 11, Kapitel 4.2.2.3.), bestätigte die positive Wirkung von Wiederholungen. Damit widersprach der Zeitversatz, der bei der Aufnahme der Parameter des Wiederkauzyklus aufgetreten ist, nicht dem Ziel der Beschreibung individueller Unterschiede. In der Literatur findet man entsprechende Angaben. Die Parameter des Wiederkauzyklus schwankten teilweise stark zwischen 2 zeitlich nah beieinander liegenden Wiederkauperioden (DULPHY et al. (1979)). Dies konnte in wenigen Fällen auch bei den Beobachtungen für die vorliegende Untersuchung bemerkt werden, wenn bei einer Kuh nicht alle 10 Wiederkauzyklen innerhalb einer Wiederkauperiode gezählt werden konnten, weil die Kuh das Wiederkauen vor Abschluss der Zählungen beendet hatte. Jedoch ist die durchschnittliche Länge eines Wiederkauzyklus sehr konstant von Tag zu Tag (RUCKEBUSCH und BUENO (1972) in DULPHY et al. (1979)) und die Anzahl der Kieferschläge/ Bissen im Schnitt an zwei aufeinanderfolgenden Tag fast identisch (BUNGO et al. (1999)).

Nachdem ein dritter Beobachter hinzugezogen wurde, weil sich der Bestand durch mehrere Jungtiere vergrößert hatte, drängte sich die Frage nach dem Beobachtereinfluss auf. Deshalb wurde, nach zwei Aufnahmen zu dritt, eine Liste für jeden Beobachter angefertigt. Auf ihr waren die Kühe vermerkt, welche bevorzugt und welche nicht gezählt werden sollten. Mit diesem Hilfsmittel war nahezu jede Kuh von jedem Beobachter gezählt und gestoppt worden und die Gefahr eines eventuell auftretenden systematischen Fehlers vermindert.

4.2. Auswertung der Wiederkaudaten in bezug auf individuelle Unterschiede

Nachdem sowohl für die Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode (Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag) als auch für die des Wiederkauzyklus (Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit) 6 Wiederholungen mit der neu entwickelten Methodik durchgeführt und die Daten aufbereitet worden waren, werden die Daten im Hinblick auf individuelle Unterschiede geprüft.

4.2.1. Deskriptive Statistik

Die Daten der einzelnen Wiederkauparameter waren mit Ausnahme der Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag alle normal verteilt (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, $p < 0,05$ für signifikante Abweichung von der Normalverteilung). Dieses Ergebnis traf sowohl für alle erfassten Daten als auch für die Daten der Kühe mit allen Wiederholungen zu. Die grafische Darstellung der Häufigkeitsverteilungen ließ diese bereits vor der Berechnung vermuten (Abb. 7, 8 und Anlagen 4-7).

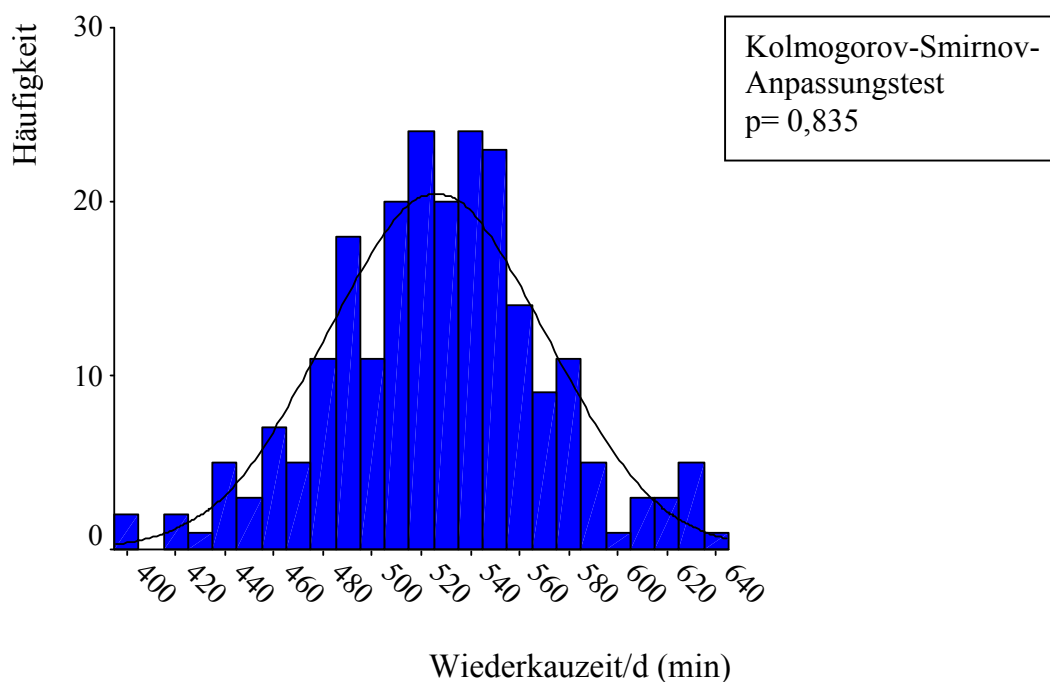


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung des Parameters Wiederkauzeit/ Tag, Daten der Kühe mit allen 6 Wiederholungen

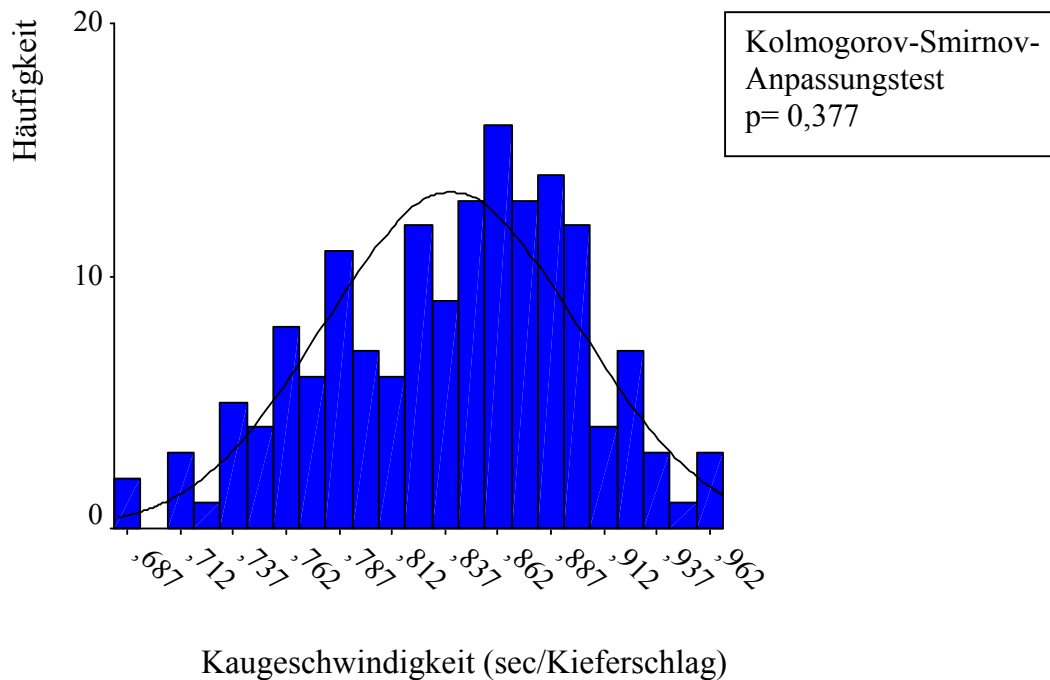


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung des Parameters Kaugeschwindigkeit, Daten der Kühe mit allen 4 Wiederholungen (in 2002)

Die Prüfung der Vergleichbarkeit der Wiederholungen und damit der Brauchbarkeit der neu entwickelten Methodik wurde ermöglicht durch die Korrelation der Wiederholungen untereinander mit anschließender sequentieller Bonferroni-Methode nach Holm ($\alpha = 0,05$) (LAMPRECHT (1999), SCHRADER (2002)). Mit Ausnahme des nicht normal verteilten Parameters Häufigkeit der Wiederkauperioden/Tag, für den die Rangkorrelation nach Spearman angewendet wurde, wurden die Parameter über die Korrelation nach Pearson auf Wiederholbarkeit überprüft.

Die Wiederholbarkeit der 6 Wiederholungen war bei den Parametern der Wiederkauzeit und Wiederkauperiode meist signifikant. Die Bonferroni-angepassten p-Werte waren in nahezu allen Fällen höher als die p-Werte der Einzelvergleiche (Tab. 10, Kapitel 4.2.2.3.). Einzig der Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/Tag wies nicht bei allen Korrelationen der Wiederholungen Signifikanz auf (Fettdruck in Tab. 10, Kapitel 4.2.2.3.). Die vierte Wiederholung wich stärker von drei anderen, jedoch nicht von allen anderen Wiederholungen ab. Die Parameter des Wiederkauzyklus waren auch nach der Bonferroni-Korrektur, alle ausnahmslos zwischen den 4 Wiederholungen signifikant korreliert (Tab. 11, Kapitel 4.2.2.3.). Dieses Ergebnis hat auch die Entscheidung bestärkt, nur die letzten 4 Wiederholungen der Aufnahmen der Parameter des Wiederkauzyklus für die Auswertungen zu verwenden. Wurden die Korrelationen

für alle erfassten Daten durchgeführt, deutete sich ein Bruch (fehlende Signifikanz) zwischen den ersten beiden und den letzten 4 Wiederholungen an. Damit spiegelte sich in der Statistik die obige Aussage (Kapitel 3.4.) wider. Die Daten der zeitlich weiter entfernten und nur durch 2 Personen erfassten ersten beiden Wiederholungen konnten nicht verwendet werden.

Über einen Zeitraum von über einem Monat, in dem die Erfassung der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode stattgefunden hat, ergaben die Messungen außer bei der Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag jeweils vergleichbare Resultate. Weil die 4. Wiederholung aber nicht mit allen anderen schlecht korreliert ist und eine einigermaßen gute Stichprobe vorliegt, werden die Daten weiterverwendet. Die Reduzierung des Datensatzes der Parameter des Wiederkauzyklus auf die 4 letzten Wiederholungen konnte eine Vergleichbarkeit der Daten sicherstellen.

Die Kühe mit allen Wiederholungen zeigten folgendes Wiederkauverhalten (Tab. 6): Sie kauten im Mittel $526,2 \pm 44,4$ Minuten/ Tag (Mittelwert \pm Standardabweichung) wieder. Diese tägliche Wiederkauzeit war auf $13,5 \pm 1,8$ Wiederkauperioden mit einer mittleren Dauer von $39,7 \pm 7,5$ Minuten aufgeteilt. Für einen Bissen wurden durchschnittlich $59,1 \pm 8,5$ Kieferschläge innerhalb von $49,4 \pm 6,0$ Sekunden aufgewendet. Die Kaugeschwindigkeit betrug im Mittel $0,840 \pm 0,060$ Sekunden/ Kieferschlag.

Tab. 6: Maßzahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter, Daten der Kühe mit allen Wiederholungen

Wiederkauparameter	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max	Variationsbreite V
Wiederkauzeit/ d	min	526,2	44,4	400,3	635,2	234,9
Dauer einer Wiederkauperiode	min	39,7	7,5	26,3	70,0	43,7
Häufigkeit der Wiederkauperioden/ d	Anzahl	13,5 ¹⁾	1,8	9	19	10
Kieferschläge/ Bissen	Anzahl	59,1	8,5	40,4	83,3	42,9
Zeit/ Bissen	sec	49,4	6,0	34,7	63,0	28,3
Kaugeschwindigkeit	sec/ Kieferschlag	0,840	0,060	0,685	0,962	0,277

¹⁾ Die Angabe des Mittelwertes hat beim nicht normal verteilten Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag nicht die gleiche Aussage wie bei den normal verteilten anderen Parametern.

Diese Maßzahlen waren nur leicht verändert, wenn der Berechnung alle erfassten Daten zugrunde lagen. Einerseits ist bei solchen Zahlen aber problematisch, dass nicht von allen Kühen gleich viele Wiederholungen in die Berechnung einfließen, andererseits werden aber extreme Werte und die Varianz des Bestandes deutlicher. Die Größe der Variationsbreite war beträchtlich (Tab. 7). Zwischen der kürzesten und der längsten erfassten Wiederkauzeit/ Tag lagen immerhin 234,9 Minuten (400,3-635,2 Minuten), also knapp 4 Stunden. Die Differenz zwischen dem niedrigsten und höchsten Wert der mittleren Dauer einer Wiederkauperiode betrug 43,7 Minuten (26,3-70,0 Minuten) (bei einem Mittelwert von 39,8 Minuten). 46,8 Kieferschläge lagen zwischen den Extremwerten, welche die Kühe im Mittel der 10 Zählungen pro Bissen gemacht hatten (36,5-83,3 Kieferschläge).

Tab. 7: Maßzahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter, alle erfassten Daten

Wiederkauparameter	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max	Variationsbreite V
Wiederkauzeit/ d	min	524,0	45,6	400,3	635,2	234,9
Dauer einer Wiederkauperiode	min	39,8	7,3	26,3	70,0	43,7
Häufigkeit der Wiederkauperioden/ d	Anzahl	13,5 ¹⁾	1,8	9	19	10
Kieferschläge/ Bissen	Anzahl	58,6	8,4	36,5	83,3	46,8
Zeit/ Bissen	sec	50,1	6,3	32,6	63,0	30,4
Kaugeschwindigkeit	sec/ Kieferschlag	0,860	0,067	0,685	1,086	0,402

¹⁾ Die Angabe des Mittelwertes hat beim nicht normal verteilten Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag nicht die gleiche Aussage wie bei den normal verteilten anderen Parametern.

Die Daten der vorliegenden Arbeit bewegten sich im Vergleich zu den Werten in den Lehrbüchern auf einem eher höheren Niveau und überschritten die Höchstwerte zum Teil. Ein Vergleich der Wiederkaudaten mit denen aus anderen Studien war allerdings kaum möglich: Die Bedingungen und vor allem das Futter sind zu verschieden. Hinzu kommt die Problematik der verschiedenen Erfassungsmethoden. Ergebnisse zur mittleren Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden am Tag hängen stark von der Wahl des minimalen Zwischenwiederkauperioden-Intervalls ab (DADO und ALLEN (1994)). Wenn bei der Trennung der Wiederkauperioden derart unterschiedlich vorgegangen wird, wie im Kapitel 3.2. beschrieben, sind Datenvergleiche bei diesen Parametern von vornherein ausgeschlossen. In seiner

Synopsis stellte GORDON (1986) für die Kieferschläge/ Bissen mehrere unterschiedliche Ergebnisse, die bei verschiedenen Studien mit unterschiedlichen Voraussetzungen gewonnen wurden, zusammen. Die niedrigen Werte des Parameters Kieferschläge/ Bissen bei BUNGO et al. (1999) sind wohl in erster Linie dem Einfluss des Futters zuzuschreiben. In ihrer Untersuchung enthielt die Ration Sudangrassilage, Luzernemehlpellets und über 6 kg Kraftfutter pro Kuh, also einen hohen Konzentratanteil und wenig effektive Faser. Der Höchstwert von 635,2 Minuten Wiederkauzeit/ Tag, der bei einer Kuh in der vorliegenden Untersuchung beobachtet werden konnte, liegt zwischen den in der Literatur ausgewiesenen Maximalwerten der Wiederkauzeit von 10 Stunden (WELCH (1982) in PEREZ BARBERIA und GORDON (1998)) und 12 Stunden (Weston et al. (1989) in FORBES und FRANCE (1993)).

4.2.2. Individuelle Unterschiede

Als Grundlage für die Prüfung auf individuelle Unterschiede dienen, wie im Kapitel 3.4. bereits erläutert, die Daten der Kühe mit allen 6 bzw. 4 Wiederholungen für die jeweiligen Parameter. Weil pro Kuh unterschiedlich viele Werte in die Berechnung einfließen würden, können nicht alle erfassten Daten für die folgenden Auswertungen benutzt werden. Streng genommen müssten, gerade für den Vergleich der verschiedenen Wiederkauparameter untereinander, nur die Daten der Kühe verwendet werden, die sowohl bei allen 6 Beobachtungen der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode als auch bei den 4 Zählungen der Parameter des Wiederkauzyklus dabei waren. Es soll im jeweiligen Parameter aber soweit wie möglich das Gesamtspektrum der untersuchten Herde abgebildet werden. Der kleine Unterschied zwischen der Gruppe der Kühe, die in allen Wiederholungen der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode erfasst werden konnten und jenen Kühen, die bei allen Zählungen der Parameter des Wiederkauzyklus dabei waren, bleibt deshalb in der vorliegenden Arbeit unberücksichtigt.

4.2.2.1. Interindividuelle und intraindividuelle Variation

Es treten große Variationsbreiten im Wiederkauverhalten der Herde auf (s. Kapitel 4.2.1.). Voraussetzung für die Existenz individueller Unterschiede ist, dass die gefundenen Unterschiede durch die Variation zwischen den Tieren und nicht durch die Variation innerhalb der Tiere zustande gekommen sind. Die Variation zwischen den Tieren (interindividuelle Variation) muss größer als die Variation innerhalb der Tiere (intraindividuelle Variation) sein. Diese beiden Variationsgrößen lassen sich mathematisch auf folgende Weise einschätzen und vergleichen. Die Variation zwischen den Tieren kann mit Hilfe der Standardabweichung der Mediane der Wiederholungen aller Tiere dargestellt werden (YOUNG (2002)): diese Größe gibt an, wie stark die Mediane der Kühe voneinander abweichen. Die Variation innerhalb der Tiere kann mit dem Median aller Standardabweichungen der Wiederholungen der einzelnen Tiere dargestellt werden, wobei diese Größe einen Mittelwert für die Variabilität im Verhalten des einzelnen Tieres beschreibt (YOUNG (2002)). Dieses Verfahren entspricht dem im Kapitel 4.1.3. beschriebenen, wo es zur Entscheidung über die weitere Betrachtung der Parameter des Wiederkauryklus benutzt wurde.

Der Wert der Standardabweichung der Mediane lag bei allen Wiederkauparametern über dem Wert des Median der Standardabweichungen (Tab. 8). Das bedeutet, dass die interindividuellen Unterschiede bei all diesen Parametern größer als die intraindividuellen Variationen sind, ein deutlicher Hinweis auf die Existenz eines „individuellen Wiederkauverhaltens“.

Tab. 8: Inter- und intraindividuelle Variation bei den Wiederkauparametern

Wiederkauparameter	Interindividuelle Variation Standardabweichung der Mediane	Intraindividuelle Variation Median der Standardabweichungen
Wiederkauzeit/ d	34,86	28,36
Dauer einer Wiederkauperiode	6,21	3,95
Häufigkeit der Wiederkauperioden/ d	1,44	1,07
Kieferschläge/ Bissen	7,53	4,46
Zeit/ Bissen	5,28	3,03
Kaugeschwindigkeit	0,053	0,027

Dieses Ergebnis war deshalb zu erwarten, weil es in der Literatur immer wieder beschrieben wird (s. Kapitel 2.2.). Die intraindividuelle Variation (individuelle

Variation von einem Tag zum anderen) im Nahrungsaufnahmeverhalten (comportement alimentaire) war immer geringer als die Variation zwischen zwei Individuen (DESWYSEN (1987), DULPHY et al. (1990) in GIRARD und LABONTE (1993)). Darum ist sie wahrscheinlich genetischen Ursprunges (HANCOCK (1953), DESWYSEN (1987) in GIRARD und LABONTE (1993)).

4.2.2.2. Ausprägung der individuellen Unterschiede bei den einzelnen Wiederkauparametern

Nachdem für alle Wiederkauparameter nachgewiesen werden konnte, dass sie quantitativ dazu geeignet sind, individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten wiederzuspiegeln, besteht die qualitative Frage nach der Eignung der verschiedenen Parameter. Die Bewertung kann über die Variationskoeffizienten in Kombination mit dem Quotienten aus intra- und interindividueller Variation (Median der Standardabweichungen/ Standardabweichung der Mediane) erfolgen. Die Variationskoeffizienten erlauben Aussagen darüber, wie unterschiedlich sich die einzelnen Kühe im betrachteten Parameter verhalten. Der Quotient aus intra- und interindividueller Variation zeigt, wie stark die Variation zwischen den Tieren von der Variation innerhalb der Tiere im jeweiligen Parameter negativ abweicht. Ist der Variationskoeffizient hoch und der Quotient aus intra- und interindividueller Variation niedrig, handelt es sich um einen Parameter, in dem sich individuelle Unterschiede in der Wiederkauaktivität besonders gut zeigen.

Von den betrachteten Wiederkauparametern waren insbesondere die mittlere Dauer einer Wiederkauperiode und die Kieferschläge/ Bissen am besten dazu geeignet, individuelle Unterschiede darzustellen (Tab. 9). Auch die Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag und die Zeit/ Bissen wiesen noch brauchbare Werte auf (Tab. 9), wobei letztere aber auch hoch signifikant mit den Kieferschlägen/ Bissen korreliert war (Korrelation nach Pearson, $r = 0,810$, $p < 0,01$). Während die Kaugeschwindigkeit innerhalb eines Individuums wenig schwankte im Vergleich zur vorhandenen Variation im Bestand, so war doch die Variation dieses Parameters relativ gering (Tab. 9). Hingegen differierte bei der Wiederkauzeit/ Tag die intraindividuelle Variation nur wenig von der interindividuellen und die Variabilität dieses Parameters war auch nicht

hoch (Tab. 9). Diese Ergebnisse entsprechen denen von JEON und OTHA (1989) in dem Punkt, dass die interindividuellen Unterschiede im Parameter Kieferschläge/ Bissen größer als diejenigen in der Kaugeschwindigkeit sind.

Tab. 9: Vergleich der Wiederkauparameter bezüglich der Ausprägung individueller Unterschiede

Wiederkauparameter	Variationskoeffizient cv (%)	Quotient aus intra- und interindividueller Variation
Wiederkauzeit/ d	6,7	0,81
Dauer einer Wiederkauperiode	15,7	0,64
Häufigkeit der Wiederkauperioden/ d	10,7	0,74
Kieferschläge/ Bissen	12,7	0,59
Zeit/ Bissen	10,6	0,57
Kaugeschwindigkeit	6,3	0,51

Wurden die Daten von weniger Kühen für diesen Parametervergleich verwendet, ergaben sich ungünstigere Werte für die Suche nach individuellen Unterschieden. Das Verhältnis von intra- zu interindividueller Variation wurde kleiner oder drehte sich sogar um. Es lässt sich vermuten, dass sich in diesem Fall unter den wenigen, ausgewählten Kühen zufällig wenige extreme Tiere befanden. Diese extremen Tiere mit stark abweichendem Verhalten scheinen aber zu der großen interindividuellen Variation beizutragen.

4.2.2.3. Intraindividuelle Stabilität im Wiederkauverhalten

Kriterium für die Verlässlichkeit individueller Verhaltenscharakteristika ist die Reproduzierbarkeit der Messungen (SCHRADER (2001)). Das heißt, das Verhalten eines Individuums muss bei Wiederholungen vergleichbar sein (MANTECA und DEAG (1993), JENSEN (1995) in SCHRADER (2001)). Ansonsten würde nur ein aktueller Status bzw. eine aktuelle Reaktion des Tieres und nicht das für das jeweilige Tier charakteristische Verhalten erfasst (SCHRADER (2001)). Zwar wurde nachgewiesen, dass bei allen betrachteten Parametern des Wiederkauverhaltens die intraindividuelle Variation kleiner als die interindividuelle ist, jedoch ist damit noch keine Aussage über die intraindividuelle Stabilität bzw. Konstanz des

Wiederkauverhaltens getroffen. Die Prüfung auf Stabilität im Wiederkauverhalten wurde anhand der Korrelation der Wiederholungen untereinander mit anschließender sequentieller Bonferroni-Methode nach Holm ($\alpha = 0,05$) durchgeführt, wie sie im Kapitel 4.2.1. schon beschrieben wurde.

Bei den Parametern Wiederkauzeit/Tag und mittlere Dauer einer Wiederkauperiode war die Wiederholbarkeit aller 6 Wiederholungen signifikant (Tab. 10a) und 10b)): Alle Bonferroni-angepassten p-Werte (p') sind höher als die entsprechenden p-Werte der Einzelvergleiche. Die Korrelationskoeffizienten liegen bei der Wiederkauzeit/ Tag zwischen 0,419 und 0,749, bei der Dauer einer Wiederkauperiode zwischen 0,500 und 0,784. Beim Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag wich jedoch die vierte Wiederholung von drei der anderen signifikant ab (Tab. 10c), Fettdruck). Die anderen Einzelvergleiche der Wiederholungen dieses Parameters sind signifikant korreliert.

Tab. 10: Korrelationskoeffizienten mit Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Wert) und Bonferroni-angepassten p-Werten (p') zwischen den 6 Wiederholungen der Parameter (a) Wiederkauzeit/ Tag, (b) mittlere Dauer einer Wiederkauperiode und (c) Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag

a)	r (Pearson)	p	p' (15 Tests)
1-2	0,419	0,0088	0,025
1-3	0,669	0,0000044	0,0038
1-4	0,640	0,000015	0,0045
1-5	0,555	0,00030	0,0071
1-6	0,447	0,0049	0,013
2-3	0,469	0,0029	0,010
2-4	0,475	0,0026	0,0083
2-5	0,436	0,0062	0,017
2-6	0,375	0,020	0,050
3-4	0,749	0,000000037	0,0033
3-5	0,710	0,00000057	0,0036
3-6	0,622	0,000030	0,0050
4-5	0,591	0,000093	0,0063
4-6	0,652	0,0000095	0,0042
5-6	0,612	0,000045	0,0056

b)	r (Pearson)	p	p' (15 Tests)
1-2	0,547	0,00038	0,017
1-3	0,582	0,00013	0,0083
1-4	0,784	0,000000010	0,0033
1-5	0,500	0,0014	0,050
1-6	0,667	0,0000049	0,0056
2-3	0,739	0,000000087	0,0042
2-4	0,526	0,00069	0,025
2-5	0,636	0,000018	0,0063
2-6	0,569	0,00019	0,010
3-4	0,563	0,00024	0,013
3-5	0,766	0,000000080	0,0038
3-6	0,767	0,000000075	0,0036
4-5	0,631	0,000022	0,0071
4-6	0,668	0,0000046	0,0050
5-6	0,718	0,00000035	0,0045

Tab. 10: Fortsetzung

c)	R (Spearman)	p	p' (15 Tests)
1-2	0,472	0,0028	0,0063
1-3	0,419	0,0088	0,013
1-4	0,513	0,00099	0,0045
1-5	0,555	0,00030	0,0042
1-6	0,674	0,0000036	0,0033
2-3	0,635	0,000019	0,0036
2-4	0,293	0,074	0,025
2-5	0,474	0,0026	0,0050
2-6	0,421	0,0085	0,010
3-4	0,255	0,12	0,050
3-5	0,597	0,000077	0,0038
3-6	0,470	0,0029	0,0071
4-5	0,450	0,0046	0,0083
4-6	0,314	0,055	0,017
5-6	0,474	0,0026	0,0056

Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Wiederholungen der Parameter des Wiederkauzyklus liegen zwischen 0,480 und 0,787 (Tab. 11) und sind alle signifikant. Die Bonferroni-angepassten p-Werte (p') liegen bei allen Vergleichen der einzelnen Wiederholungen über dem p-Wert der Korrelation nach Pearson.

Tab. 11: Korrelationskoeffizienten mit Irrtumswahrscheinlichkeiten (p-Wert) und Bonferroni-angepassten p-Werten (p') zwischen den 4 Wiederholungen der Parameter (a) Kieferschläge/ Bissen, (b) Zeit/ Bissen und (c) Kaugeschwindigkeit

a)	r (Pearson)	p	p' (6 Tests)
1-2	0,664	0,0000031	0,017
1-3	0,669	0,0000024	0,013
1-4	0,577	0,00010	0,025
2-3	0,674	0,0000019	0,010
2-4	0,567	0,00014	0,050
3-4	0,726	0,000000089	0,0083
b)	r (Pearson)	p	p' (6 Tests)
1-2	0,650	0,0000057	0,010
1-3	0,553	0,00021	0,017
1-4	0,553	0,00021	0,025
2-3	0,597	0,000047	0,013
2-4	0,480	0,0017	0,050
3-4	0,666	0,0000028	0,0083

Tab. 11: Forstsetzung

c)	r (Pearson)	p	p' (6 Tests)
1-2	0,738	0,000000036	0,017
1-3	0,752	0,000000010	0,013
1-4	0,687	0,000000099	0,025
2-3	0,684	0,00000011	0,050
2-4	0,787	0,00000000020	0,0083
3-4	0,757	0,0000000066	0,010

Über einen Zeitraum von jeweils über einem Monat, in dem die Wiederholungen des Erfassens der Wiederkauparameter stattgefunden haben, ergaben die Messungen für alle betrachteten Wiederkauparameter außer der Häufigkeit der Wiederkauperioden/Tag jeweils vergleichbare Resultate. Bei diesem einen Parameter zeigt die vierte Wiederholung nur geringe Korrelationen mit drei der anderen Wiederholungen. Die Kühe zeigten während der Beobachtungen ein stabiles und damit individuell charakteristisches Verhalten in der Wiederkauaktivität. Dies gilt nur eingeschränkt für den Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/Tag.

In der Literatur konnte Stabilität in den individuellen Mustern des Aufnahme- und Wiederkauverhaltens über den Zeitraum von 9 Tagen nachgewiesen werden, wobei hierzu allerdings verfolgt wurde, ob die Unterschiede zwischen den Tieren, gemessen als Variationskoeffizient, erhalten bleiben, wenn die Länge der Wiederholungen variiert wird (GIRARD und LABONTE (1993)). In dieser Arbeit wurde die Wiederholbarkeit des individuellen Nahrungsaufnahmeverhaltens durch die kleinen individuellen Variationskoeffizienten bewiesen.

Die Zusammenfassung der Wiederholungen zu einem Mittelwert war möglich. Es wurde der Median aus den Wiederholungen als Mittelwert für eine Kuh berechnet (Anlage 8), weil dieser weniger stark auf Ausreißer reagiert als das arithmetische Mittel. Dies ist einerseits bei dieser eher geringen Anzahl von Wiederholungen günstiger und üblicher (YOUNG (2002)) und andererseits vermag der Median dadurch das charakteristische Niveau einer Kuh besser darzustellen. Die Ausweisung der Variationskoeffizienten für die einzelnen Wiederkauparameter (Tab. 9, Kap. 4.2.2.2), die beim Vergleich der Parameter oben gebraucht wurde und die auf jeweils einem Wert für eine Kuh (Median) basierte, ist durch den Nachweis eines stabilen Verhaltens ebenfalls legitimiert. Die Variationen in der Herde des Betriebes lagen im Bereich

dessen, was auch in der Literatur gefunden wurde. Ähnliche Messungen des Wiederkauverhaltens bei 14 trächtigen, nicht laktierenden Kühen über 2 Tage ergaben Variationskoeffizienten um die 10 % (HARB und CAMPLING (1985)), bei 12 laktierenden, zur Hälfte primiparen, Holstein-Friesian Kühen über 10 Tage bis zu 20,9 % (beim Parameter Dauer einer Wiederkauperiode) (DADO und ALLEN (1994)). Wie bei JEON und OTHA (1989), die 23 weidende und 36 im Stall gefütterte Kühe beobachteten, waren die Variationen in der Herde bei den Kieferschlägen/ Bissen größer als bei der Kaugeschwindigkeit. Die von DADO und ALLEN (1994) untersuchten Tiere variierten jedoch bei den Kieferschlägen/ Minute(!) im Vergleich zu den anderen Parametern der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode am wenigsten.

Interessanterweise zeigten sich in der vorliegenden Untersuchung beim Vergleich der Wiederholungen als abhängige Stichproben signifikante Unterschiede bei der Hälfte der Wiederkauparameter (Friedman-Test, $p < 0,05$). Bei den Parametern Wiederkauzeit/ Tag, Kieferschläge/ Bissen und Kaugeschwindigkeit traten systematische Veränderungen zwischen den Wiederholungen auf (Tab. 12). Diese Parameter haben wahrscheinlich stärker bzw. überhaupt auf äußere Faktoren reagiert. Allerdings waren die Veränderungen systematisch, d.h. die Kühe haben in gleicher Weise auf die Bedingungen reagiert. Hat eine Kuh im Vergleich zu den anderen ein hohes Niveau in einem Wiederkauparameter, so blieb dieser Unterschied durch leicht veränderte Bedingungen erhalten.

Tab. 12: Friedmann-Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Wiederholungen

Wiederkauparameter	p (Friedman-Test)
Wiederkauzeit/ d	0,000
Dauer einer Wiederkauperiode	0,070
Häufigkeit der Wiederkauperioden/ d	0,312
Kieferschläge/ Bissen	0,031
Zeit/ Bissen	0,296
Kaugeschwindigkeit	0,028

4.2.2.4. Sich individuell unterscheidende Kühe

Die meisten Kühe befinden sich mit ihrem Wiederkauverhalten im mittleren Bereich der Herde (Abb. 9, 10 und Anlagen 9-12). Die nachgewiesenen interindividuellen Unterschiede sind wohl einigen wenigen Tieren zuzuschreiben, die sich im oberen oder unteren Bereich des „dichten“ Mittelbereiches befinden bzw. die sich deutlich von den anderen Tieren des Mittelfeldes abgrenzen. So weichen z.B. die Kuh Efeu im Parameter Dauer einer Wiederkauperiode (Abb. 9) oder die Kuh Rella im Parameter Kieferschläge/ Bissen (Abb. 10) stark vom Verhalten der anderen Tiere der Herde ab. Deshalb kann es auch sein, dass bei der Auswertung der Daten von nur wenigen Kühen der Herde teilweise keine interindividuellen Differenzen nachgewiesen werden können (s. Kapitel 4.2.2.2.): Dann fehlen die extremeren Tiere mit stärker abweichendem Wiederkauverhalten.

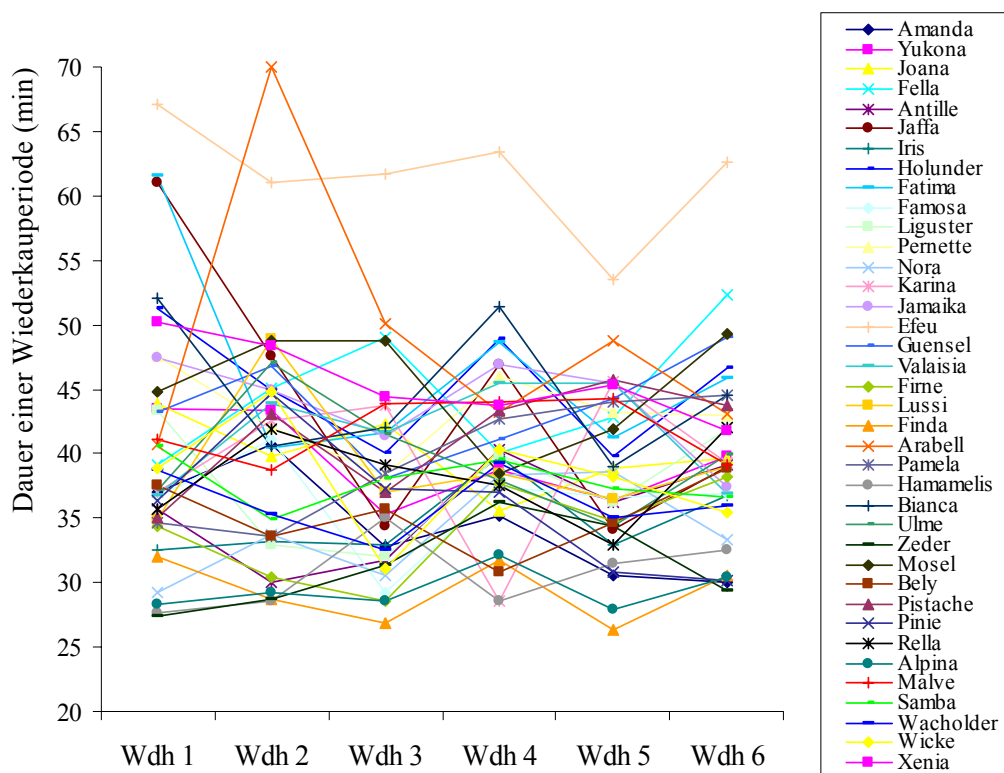


Abb. 9: Mittlere Dauer einer Wiederkauperiode – Werte der einzelnen Kühe bei allen 6 Wiederholungen

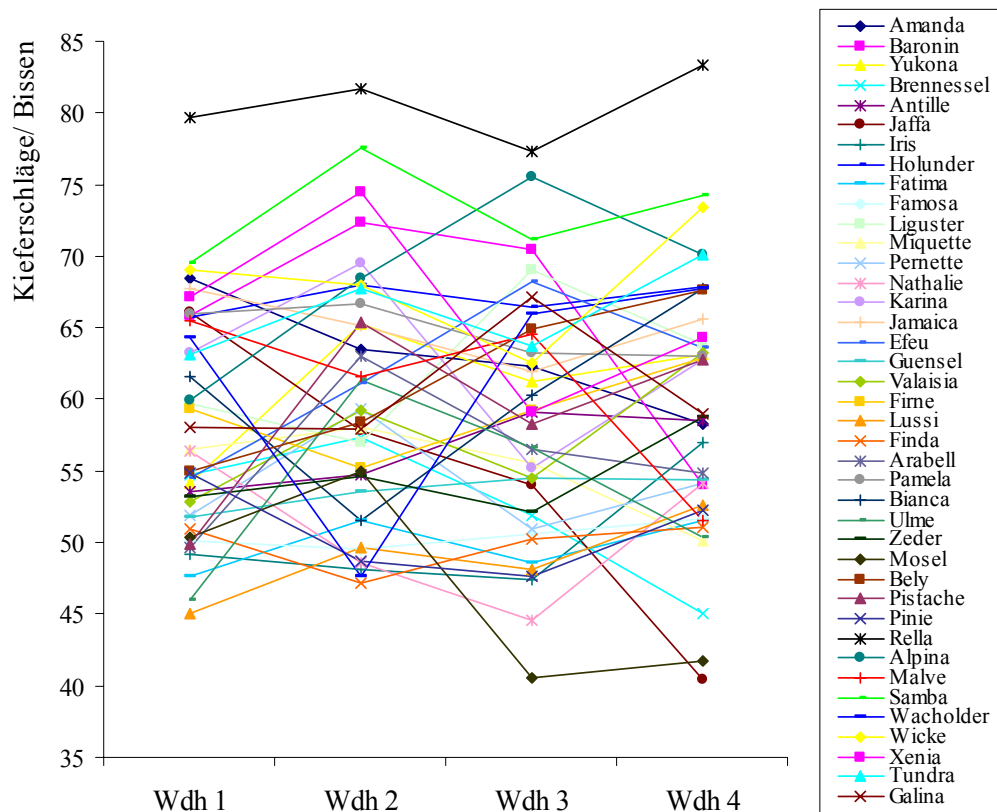


Abb. 10: Kieferschläge/ Bissen – Werte der einzelnen Kühe bei allen 4 Wiederholungen

Der Quotient aus dem Median der Standardabweichungen (Maß für die intraindividuelle Variation) und der Standardabweichung der Mediane (Maß für die interindividuelle Variation) kann weiterhin verwendet werden, um einerseits die Tiere zu finden, welche sich individuell von den anderen unterscheiden und andererseits jene, welche ein durchschnittliches Verhalten im jeweiligen Wiederkauparameter zeigen. Ist der Quotient kleiner als 1, bestehen zwischen den Tieren größere Variationen als innerhalb der einzelnen Kühe. Ein möglichst kleiner Quotient ist demnach günstig für die Suche nach individuellen Unterschieden. Die Kühe können nun danach eingeteilt werden, ob sie zur Verkleinerung oder zur Vergrößerung dieses Quotienten beitragen, also eher zur interindividuellen oder eher zur intraindividuellen Variation. Dafür wird der Quotient neu berechnet, indem jedes Mal eine der Kühe aus der Berechnung ausgeschlossen wird. Die Kuh, durch deren Weglassen der Quotient größer im Vergleich zum Quotienten aller Kühe wird, hat durch ihr Wiederkauverhalten zur Existenz von individuellen Unterschieden beigetragen. Die Kuh hingegen, durch deren Weglassen der Quotient kleiner wurde, ist eine „durchschnittliche Kuh“, die intraindividuell eher eine größere Variation als zu den anderen Tieren aufweist. Die

Subtraktion des Quotienten aller Kühe vom Quotienten aller Kühe ohne die jeweilige Kuh kann zusätzlich verdeutlichen, in welchem Maße die Kuh an der Veränderung des Quotienten beteiligt war. Kühe mit sehr hohen positiven Werten aus der Subtraktion weichen stark vom Durchschnitt der Herde ab, Kühe mit niedrigen positiven Werten nur wenig. Um für jeden Wiederkauparameter die herausragenden Tiere festlegen zu können, wurde eine Kuh nach der anderen so lange aus der Berechnung des Quotienten aller verbleibenden Kühe herausgenommen, bis der Quotient den Wert 1 erreichte oder erstmalig überschritt. Begonnen wurde mit der Kuh mit dem höchsten positiven Wert aus der Subtraktion, als nächstes wurde zusätzlich die Kuh mit dem zweithöchsten Wert entfernt, usw. Diejenigen Kühe, die bis zum Erreichen bzw. Überschreiten des Wertes 1 des Quotienten entfernt werden können, sind genau die Kühe, ohne welche die Herde keine sicheren interindividuellen Unterschiede im Wiederkauverhalten vorweisen kann.

In den Parametern der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode zeigte die Herde weniger individuell hervorstechende Tiere als in den Parametern des Wiederkauzyklus. Die Existenz individueller Unterschiede hing bei der Wiederkauzeit/ Tag von 4 Kühen, bei der Dauer einer Wiederkauperiode von 6 und bei der Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag von 3 Tieren ab (Tab. 13). Hingegen konnten sich bei den Kieferschlägen/ Bissen 10, bei der Zeit/ Bissen 13 und bei der Kaugeschwindigkeit 11 Kühe vom Mittelfeld abgrenzen (Tab. 13). In den einzelnen Wiederkauparametern waren es teilweise recht unterschiedliche Tiere mit abweichendem Wiederkauverhalten von der Herde, wenn man bedenkt, das die Parameter teilweise auch noch in Beziehung zueinander stehen. Ein Bruch scheint zwischen der Zeit zu bestehen, welche die Kuh, in Perioden aufgeteilt, täglich für das Wiederkauen verwendet und dem Aufwand, den sie für einen einzelnen Bissen betreibt. Einzig die Kühe Finda, Iris, Zeder und Alpina hoben sich in beiden Kategorien von ihren Herdengefährtinnen ab, wobei die letzten beiden Jungkühe sind und ihr Wiederkauverhalten vom Alter mitbeeinflusst sein könnte (s. Kapitel 4.3.). Allerdings konnten 5 der aufgeführten Kühe nicht in beiden Parametergruppen erfasst werden (Baronin, Nathalie, Nora, Hamamelis und Tundra). Die Reihenfolge in Tabelle 13 entspricht der Skalierung, wie stark das Verhalten der jeweiligen Kuh vom Mittelfeld der restlichen Kühe abweicht.

Tab. 13: Sich in den einzelnen Wiederkauparametern von der Herde individuell unterscheidende Kühe

	Wiederkauzzeit/ Tag	Dauer einer Wiederkauperiode	Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag	Kieerschläge/ Bissen	Zeit/ Bissen	Kaugeschwindigkeit
Kühe	Efeu + Nora - Xenia + Finda -	Efeu + Alpina - Finda - Hamamelis - Zeder - Iris -	Efeu - Alpina + Finda +	Rella + Samba + Mosel - Iris - Lussi - Fatima - Wicke + Famosa - Pinie - Finda -	Holunder + Finda - Lussi - Rella + Iris - Mosel - Zeder - Ulme - Karina + Baronin + Famosa - Tundra + Nathalie -	Rella - Alpina - Samba - Wicke - Fatima + Holunder + Ulme - Zeder - Antille + Arabell + Liguster -
Anzahl	4	6	3	10	13	11

+ Kuh, die sich aufgrund eines höheren Wertes individuell von den anderen Tieren der Herde unterscheiden lässt

- Kuh, die sich aufgrund eines niedrigen Wertes individuell von den anderen Tieren der Herde unterscheiden lässt

Weil verschiedene Tiere bei den unterschiedlichen Wiederkauparametern herausstechen, die Tiere sich also relativ nicht immer gleich verhielten, war es im Rahmen dieser Arbeit legitim, einen Vergleich der Parameter aufgrund der Daten nicht genau derselben Kuhgruppen anzustellen.

4.3. Bewertung von Einflussfaktoren auf Einzeltierebene auf das individuelle Wiederkauverhalten

Da von einer intraindividuellen Konstanz des Wiederkauverhaltens ausgegangen werden kann (Kapitel 4.2.2.3.), werden in diesem Kapitel alle Kühe in die Berechnungen einbezogen und nicht nur die sich individuell unterscheidenden.

Von wahren individuellen Unterschieden im Wiederkauverhalten, die auf die Individualität des einzelnen Tieres zurückgeführt werden können, kann nur gesprochen werden, wenn gefundene Unterschiede zwischen Tieren auf das Individuum an sich und

nicht auf Zustände und Faktoren zurückzuführen sind, die genauso bei anderen Tieren zutreffen könnten. „On-farm research“ auf der Grundlage von Beobachtungen führt dazu, dass nicht all diese Faktoren der Einzeltierebene, die auf das Wiederkauverhalten eines Tieres wirken, standardisiert werden können. Es werden also eventuell tierspezifische Einflüsse erst nach der Erfassung der Daten eingeschätzt werden können.

Zwischen den Parametern Wiederkauzeit/ Tag, mittlere Dauer einer Wiederkauperiode und Zeit/ Bissen und Einflussfaktoren auf Einzeltierebene konnte mit den direkten Korrelationen nach Pearson bzw. Spearman kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden (Tab. 14). Die Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag unterschied sich zwischen primiparen und multiparen Kühen (Laktationsnummer) (Tab. 14). Die multiparen Kühe begannen weniger häufig eine neue Wiederkauperiode. Die Kieferschläge/ Bissen und die Kaugeschwindigkeit standen signifikant in Beziehung zum Alter der Kuh, zum Körpergewicht, zur Laktationsnummer (primi- oder multipar) und zur Milchleistung der letzten Laktation, wobei die Kieferschläge/ Bissen nur gering mit diesen Faktoren korreliert waren ($r= 0,357$ bis $r= 0,497$) (Tab. 14). Die älteren und multiparen Tiere mit höherem Körpergewicht führten weniger Kieferschläge/ Bissen aus und kauten langsamer (Sekunden/ Kieferschlag höher). Ebenso verhielten sich Tiere mit höheren Leistungen in der letzten abgeschlossenen Laktation. Zusätzlich korrelierte die Kaugeschwindigkeit signifikant mit dem Laktationstag (Tab. 14). Mit fortschreitender Laktation sank die Geschwindigkeit der Kaubewegungen.

Die partielle Korrelation wurde bei den einzigen beiden Wiederkauparametern angewendet, welche einen signifikanten Zusammenhang zu mehr als einem Einflussfaktor auf Einzeltierebene nachgewiesen werden konnte. Der übliche partielle Korrelationskoeffizient (und jener in SPSS), den man auf Signifikanz testen kann, verlangt normal verteilte Variablen (LAMPRECHT (1999)). Normalverteilung lag bei der dichotomen Variable Laktationsnummer (primipar - multipar) jedoch nicht vor, bei der aber auch überprüft werden soll, ob der nachgewiesene Zusammenhang nicht durch andere Beziehungen beeinflusst wurde. Deshalb wurden - nach der Auswertung der anderen Einflussfaktoren über die partielle Korrelation - die Daten nach primiparen und multiparen Kühen aufgeteilt und überprüft, ob die oben beschriebenen, signifikanten Beziehungen auch innerhalb dieser beiden Gruppen bestehen, anstatt diesen Einflussfaktor in die Berechnung partieller Korrelationsfaktoren einzubeziehen.

Tab. 14: Korrelationskoeffizienten nach Pearson zwischen den Einflussfaktoren auf Einzeltierebene und den Wiederkauparametern. In Klammern ist die Zahl der Tiere angegeben

Einflussfaktor auf Einzeltierebene	Wiederkauzeit/ Tag	Dauer einer Wiederkauperiode	Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag	Kieferschläge/ Bissen	Zeit/ Bissen	Kaugeschwindigkeit
Alter	0,083 (38)	-0,120 (38)	0,304 (38)	0,473** (40)	0,124 (40)	-0,650** (40)
Laktationsnummer ¹⁾	0,114 (38)	0,276 (38)	-0,345* (38)	-0,497** (40)	-0,173 (40)	0,719** (40)
Körpergewicht	-0,051 (37)	0,153 (37)	-0,232 (37)	-0,357* (40)	-0,031 (40)	0,574** (40)
Laktationstag	0,178 (31)	0,238 (31)	-0,237 (31)	-0,254 (33)	0,011 (33)	0,456** (33)
Trächtigkeit ¹⁾	0,178 (26)	0,253 (26)	-0,208 (26)	-0,349 (28)	-0,217 (28)	0,349 (28)
Milchleistung						
- aktuell	-0,099 (30)	-0,041 (30)	-0,059 (30)	0,056 (33)	-0,126 (33)	-0,276 (33)
- Standardlaktation	-0,264 (24)	-0,099 (24)	-0,142 (24)	-0,429* (26)	-0,219 (26)	0,429* (26)
- Zuchtwert	-0,005 (34)	0,016 (34)	-0,015 (34)	-0,158 (37)	-0,039 (37)	0,231 (37)
TM-Aufnahme	0,240 (8)	-0,177 (8)	-0,032 (8)	0,056 (9)	0,060 (9)	0,073 (9)

¹⁾ Rangkorrelation nach Spearman

* signifikant auf dem Niveau von 0,05

** signifikant auf dem Niveau von 0,01

In der partiellen Korrelation für die Kieferschläge/ Bissen, in der jeweils die Einflussfaktoren Alter und Gewicht herausgerechnet wurden, konnte nachgewiesen werden, dass Tiere mit höheren Milchleistungen signifikant weniger Kieferschläge/ Bissen machen (Tab. 15). Die Kieferschläge/ Bissen waren nicht signifikant mit dem Gewicht bzw. Alter korreliert, wenn jeweils der indirekte Einfluss der Milchleistung und des Alters bzw. des Gewichtes „herausgerechnet“ wurde (Tab. 15). Von diesen 3 natürlicherweise zusammenhängenden Einflussfaktoren wies die Milchleistung aus der letzten abgeschlossenen Laktation den stärksten Zusammenhang mit den Kieferschlägen/ Bissen auf. Unabhängig davon, welcher Einflussfaktor in der partiellen Korrelation mit der Kaugeschwindigkeit „konstant gesetzt“ wurde, konnte kein signifikanter Zusammenhang von einem der Faktoren mit der Kaugeschwindigkeit gefunden werden (Tab. 15). Die neu in den Bestand gekommenen Jungkühe hatten etwa zur gleichen Zeit abgekalbt, woraus sich hoch signifikante Beziehungen von Alter und

Körpergewicht mit den Laktationstagen ergaben (Korrelation nach Spearman, $r = 0,453$, $p < 0,01$ und $r = 0,560$, $p < 0,01$). Deshalb kann vermutet werden, dass eine Scheinkorrelation von Kaugeschwindigkeit und Laktationstagen zustande kam. Außerdem hängen Körpergewicht und Milchleistung auf natürliche Weise vom Alter ab. Diese Verflechtungen schienen die Ursache für das Fehlen jeglicher signifikanter Korrelation in der partiellen Korrelation für den Parameter Kaugeschwindigkeit zu sein.

Tab. 15: Partielle Korrelationskoeffizienten. In Klammern ist die Anzahl der Tiere angegeben.

„konstant“ gesetzte Variable	Einflussfaktor auf Einzeltierebene	Kieferschläge/ Bissen	Kaugeschwindigkeit
Alter	Gewicht	0,037 (23)	0,168 (17)
	Laktationstag	-	0,383 (17)
	Milchleistung (Standardlaktation)	-0,434* (23)	0,338 (17)
Gewicht	Alter	0,176 (23)	-0,273 (17)
	Laktationstag	-	0,367 (17)
	Milchleistung (Standardlaktation)	-0,448* (23)	0,405 (17)
Laktationstag	Alter	-	-0,248 (17)
	Gewicht	-	-0,019 (17)
	Milchleistung (Standardlaktation)	-	0,308 (17)
Milchleistung (Standardlaktation)	Alter	-0,187 (23)	0,057 (17)
	Gewicht	-	0,112 (17)
	Laktationstag	0,141 (23)	0,272 (17)

* signifikant auf dem Niveau von 0,05

Weder innerhalb der primiparen noch innerhalb der multiparen Kühe hatten Alter, Körpergewicht oder Laktationstag signifikanten Einfluss auf das Wiederkauverhalten der Tiere dieser Herde. Damit scheint die Vermutung, die sich aus der Literaturstudie ergeben hatte (Kapitel 2.4.), bestätigt. Das Verhalten bezüglich der Kieferschläge/ Bissen und der Kaugeschwindigkeit ändert sich nicht sukzessive mit zunehmendem Alter und zunehmendem Körpergewicht, sondern sprunghaft nach der

ersten Laktation. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass das Wachstum der Kühe erst zu diesem Zeitpunkt nahezu abgeschlossen ist. Die signifikante Beziehung, dass höhere Milchleistungen in der letzten abgeschlossenen Laktation mit weniger Kieferschlägen/ Bissen und geringerer Kaugeschwindigkeit einhergehen, bestand innerhalb der multiparen Kühe genauso wie beim Datensatz der primi- und multiparen Kühe, weil beim letztgenannten Datensatz nur die multiparen Tiere für die Korrelation mit der Milchleistung aus der letzten abgeschlossenen Laktation verwendet werden konnten. Zusätzlich zeigte sich innerhalb der multiparen Tiere ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen Kaugeschwindigkeit und dem Zuchtwert für die Milchleistung (Korrelation nach Pearson, $r = 0,631$, $p < 0,01$): je höher der Zuchtwert, desto geringer die Kaugeschwindigkeit. Bei den primiparen Kühen verlangsamte sich die Kaugeschwindigkeit signifikant mit zunehmendem Körpergewicht (Korrelation nach Pearson, $r = 0,603$, $p < 0,05$).

Die multiple lineare Regression mit den Einflussfaktoren Laktationsnummer (primipar - multipar), Laktationstag und aktuelle Milchleistung konnte keinen Einfluss dieser Faktoren auf die Wiederkaufzeit/ Tag, die Dauer einer Wiederkauperiode und die Zeit/ Bissen finden. Hingegen konnte mit der Laktationsnummer ein Teil der Variation in den Parametern Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag, Kieferschläge/ Bissen und Kaugeschwindigkeit signifikant erklärt werden (Tab. 16). Besonders die Kaugeschwindigkeit schien mit einem Bestimmtheitsmaß von 0,537 sehr stark davon abhängig zu sein, ob die Kühe primipar waren oder schon mehrere Laktationen aufweisen konnten. Die Faktoren Laktationstag und Milchleistung wurden auch bei den zuletzt genannten Wiederkauparametern nicht in das Modell zur Erklärung einbezogen, weil keine signifikante Beziehung vorlag (Tab. 16). Der starke Wechsel in einigen Parametern des Wiederkauverhaltens, wenn die Kuh die zweite Laktation erreicht hat, zeigte sich auch in der Regression.

Tab. 16: Bestimmtheitsmaß und Signifikanzniveau (in Klammern) der multiplen Regression für die Parameter Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag, Kieferschläge/ Bissen und Kaugeschwindigkeit

Einflussfaktor auf Einzeltierebene	Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag	Kieferschläge/ Bissen	Kaugeschwindigkeit
Laktationsnummer	0,180 (0,019)	0,267 (0,002)	0,537 (0,000)
Laktationstag	n.s. ¹⁾	n.s.	n.s.
Milchleistung aktuell	n.s.	n.s.	n.s.

¹⁾ nicht signifikant

5. Diskussion und Schlussfolgerungen

Bisherige Untersuchungen zum Wiederkauverhalten hatten in erster Linie das Ziel, Wege zur Steigerung der Energie- und Nährstoffaufnahme von Rindern zu finden. Gleichzeitig sollte bei der Aufnahme von Rationen mit hohen Energie- und Nährstoffgehalten die Wiederkauaktivität so aufrecht erhalten werden, dass Verdauungsstörungen und Gesundheitsprobleme vermieden wurden. Ziel des Projektes, im Rahmen dessen diese Arbeit stattfand, ist es hingegen, das optimale arttypische Wiederkauverhalten zu finden, bei welchem es dem Tier über seine Gesamtkörperverfassung möglich wird, einen möglichst hohen Grad an Gesundheit zu erreichen.

Die Methoden, die in dieser Arbeit entwickelt wurden, um individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten finden zu können, können unter anderen Bedingungen teilweise nur eingeschränkt Anwendung finden. Insbesondere die Beobachtungsmethodik zur Erfassung der Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode, für die der Überblick über die Tiere ständig gewährleistet sein muss, ist bei diesen Tierzahlen nur im Anbindestall so einfach zu realisieren. Gerade beim Parameter Wiederkauzeit/ Tag wurde deutlich, dass eine sehr exakte Beobachtung nötig ist, um die relativ kleine Variation der Herde in diesem Parameter erfassen zu können. Die Methoden zur Ermittlung der Parameter des Wiederkauzyklus können hingegen überall Anwendung finden. Wichtig ist, dass die für das Zählen der Kieferschläge/ Bissen und das Stoppen der Zeit/ Bissen bei allen Kühen benötigte Zeit nicht zu stark ausgedehnt wird, weil sich eine Tendenz zur Erhöhung der Kieferschläge/ Bissen mit zunehmender Entfernung von der Fütterung gezeigt hat. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Partikelgröße in Pansen und Haube im Laufe der Wiederkauaktivität abnimmt, woraus sich ein Mehraufwand für die weitere Zerkleinerung ergibt.

Über einen kürzeren Zeitraum unter weitgehend gleichen Bedingungen innerhalb der Winterfütterungsperiode konnten vergleichbare Wiederkaudaten für die Kühe ermittelt werden. Die Wiederholungen zur Erfassung verschiedener Wiederkauparameter müssen deshalb unter möglichst gleichen Bedingungen erfolgen, was am ehesten innerhalb einer kurzen Zeitspanne möglich ist. Es ist möglich, dass die Tiere auf eine Veränderung der Bedingungen in unterschiedlicher Weise reagieren. Es wäre z. B. denkbar, dass die einzelnen Kühe mit unterschiedlichem Futter (z.B. frisches

und konserviertes Futter) verschieden umgehen. Die Ergebnisse zum Wiederkauverhalten der beobachteten Kühe gelten aus diesem Grund für die Bedingungen der Winterfütterung und sollten mit dem Wiederkauverhalten unter anderen Futter- aber auch Umweltbedingungen verglichen werden. Die Daten einiger Parameter weisen systematische Veränderungen zwischen den Wiederholungen auf. Kleinere Änderungen, die während kürzerer Zeitspannen auftreten können, rufen offensichtlich einheitliche Reaktionen der Kühe hervor.

Beide Voraussetzungen für die Existenz individueller Unterschiede, die intraindividuelle Stabilität und die interindividuelle Variation im Verhalten, treffen für die ausgewählten Wiederkauparameter zu. Die Wiederholbarkeit der Beobachtungen ist mit Ausnahme der Häufigkeit der Wiederkauperioden unter Berücksichtigung der Bedingungen gegeben. Damit kann eine intraindividuelle Stabilität im Wiederkauverhalten der Kühe bewiesen werden. Im Vergleich zu 3 anderen Wiederholungen wichen die Kühe bei der Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag von ihrem gewöhnlichen Verhalten ab. Die Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag scheint ein weniger stabiler Parameter des Wiederkauverhaltens zu sein. Da für diesen Parameter aber immerhin eine Stichprobe von 6 Werten vorlag, wurde er weiter betrachtet. Die fehlenden Korrelationen müssen bei der Interpretation der Ergebnisse aber berücksichtigt werden. Die Variation zwischen den Kühen war bei allen Parametern größer als die Schwankungen, die innerhalb eines Tieres aufgetreten waren. Am stärksten ausgeprägt waren die individuellen Unterschiede bei den Kieferschlägen/ Bissen und der Dauer einer Wiederkauperiode

Die Wiederholbarkeit der Beobachtungen und die verhältnismäßig kleine intraindividuelle Variation ermöglichten es, jeder Kuh einen für sie charakteristischen Wert für jeden Parameter zuzuordnen (Anlage 8). Jedoch konnten sich bei den Parametern der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode nur wenige Tiere mit ihrem individuellen Wert deutlich von der Herde abgrenzen. Bei den Parametern des Wiederkauzyklus lagen die Werte von gut einem Viertel der Tiere deutlich unter oder über dem Durchschnittsbereich der Herde. Die Einteilung der Kühe in die Gruppen mit höheren, durchschnittlichen oder niedrigeren Werten im jeweiligen Wiederkauparameter erlaubt jedoch noch keine Wertung über diese Tiere. Welches Wiederkauverhalten dem Optimum entspricht, bedarf erst der Klärung.

Die in der Literatur beschriebenen Einflussfaktoren, die das Wiederkauverhalten auf der Tierebene beeinflussen, konnten nur teilweise bestätigt werden. Unbeeinflusst

von solchen Faktoren und damit vor allem von der individuellen Komponente bestimmt waren die Wiederkauzeit/ Tag, die Dauer einer Wiederkauperiode und die Zeit/ Bissen. Die individuelle Charakteristik eines Tieres bei den Kieferschlägen/ Bissen und der Kaugeschwindigkeit kann erst beschrieben werden, wenn das Tier multipar ist. Vorher ist sein Verhalten stark durch sein Alter und/ oder Körpergewicht bestimmt. Wobei sich vermuten lässt, dass das Körpergewicht eine entscheidende Rolle spielt, denn ausgewachsene kleine (leichte) Wiederkäuer zeigen eine höhere Anzahl Kieferschläge/ Bissen und höhere Kaugeschwindigkeiten als Rinder (MAREK und MÓCSY (1956)). Außerdem konnte auch innerhalb der primiparen Tiere ein Zusammenhang von Körpergewicht und Kaugeschwindigkeit gefunden werden, jedoch nicht innerhalb der multiparen. Dies konnte durch das Modell mit den wichtigsten Einflussfaktoren gezeigt werden, welches den Einfluss von aktuellen Zuständen des Tieres auf sein aktuelles Wiederkauverhalten einschätzte. Die Korrelationen zwischen den Kieferschlägen/ Bissen und der Milchleistung aus der letzten abgeschlossenen Laktation sowie zwischen der Kaugeschwindigkeit und der Milchleistung aus der letzten abgeschlossenen Laktation und dem Zuchtwert für die Milchleistung bei den multiparen Kühen müssen deshalb weiterverfolgt werden, weil das hier erfasste Wiederkauverhalten im Gegensatz zu den längerfristig erfassten Milchleistungswerten eher einer „Momentaufnahme“ des Tieres entspricht. Es bleibt die Frage, ob die über längere Zeiträume erfassten Kieferschläge/ Bissen und die Kaugeschwindigkeit auf einem stabilen Niveau bleiben und ob dieses dann immer noch im Zusammenhang mit dem Niveau der längerfristigen Milchleistung steht. Die geringe Anzahl Kühe für die Daten der TM-Aufnahme (Tab. 14) lassen keine endgültige Aussage über den Zusammenhang dieses Faktors mit dem Wiederkauverhalten zu. Wenn aber nicht mit einem verzerrenden Einfluss der TM-Aufnahme auf das individuelle Wiederkauverhalten des Tieres zu rechnen ist, weil, wie in der Literatur oft hervorgehoben, der Einfluss umgekehrt vorliegt, so kann dieser Faktor vernachlässigt werden. Wird anstatt der gesamten TM-Aufnahme nur die TM-Aufnahme aus dem Grundfutter für die Korrelationen berechnet, erhöhen sich die sehr niedrigen Korrelationskoeffizienten zwischen Wiederkauparametern und TM-Aufnahme. Darin zeigt sich, dass dem Kraftfutter kein Effekt auf die Wiederkauaktivität zuzuschreiben ist.

Für das weitere Vorgehen im Projekt empfiehlt sich eine stärkere Fokussierung auf die Parameter des Wiederkauzyklus, der Kieferschläge/ Bissen, der Zeit/ Bissen und der Kaugeschwindigkeit. Einerseits ist die Methodik zur exakten Erfassung universell

anwendbar und kann im Gegensatz zur Erfassungsmethodik für die Parameter der Wiederkauzeit und der Wiederkauperiode auch im Laufstall oder im Sommer auf der Weide angewendet werden, ohne dass bei ähnlichen Tierzahlen der Aufwand stark vergrößert werden muss. Andererseits waren dies Parameter, bei denen sich nicht nur wenige Tiere mit ihrem Verhalten vom Rest der Herde deutlich individuell unterscheiden konnten.

6. Zusammenfassung

Die Wiederkauaktivität stellt als bedeutendster Verdauungs- und Stoffwechselformparameter eine wesentliche arttypische Eigenschaft des Rindes dar. Ausgehend von der Hypothese, dass die Ausprägung von wesentlichen arttypischen Eigenschaften die Konstitution beeinflusst, werden im FiBL-Dissertationsprojekt „Wesentliche arttypische Eigenschaften und Mastitidisposition beim Rind“ Verdauungs- und Stoffwechselformparameter und ihr Bezug zum Auftreten von Mastitis untersucht. Denn es hat sich gezeigt, dass manche Tiere im Gegensatz zu ihren Herdengefährtinnen nicht oder selten an Mastitis erkranken. Voraussetzung für die Untersuchung der Beziehung unterschiedlicher Gesundheitszustände zum Wiederkauverhalten ist die Existenz individueller Unterschiede. Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung (bzw. Verbesserung) und Anwendung von Methoden, mit Hilfe derer individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten von Milchkühen gefunden werden können. Hierzu wurden die Kühe des biologisch-dynamisch bewirtschafteten Betriebes der Stiftung Fintan beobachtet und ihr Wiederkauverhalten anhand mehrerer Wiederkauparameter in jeweils 6 Wiederholungen erfasst.

Für die Parameter Wiederkauzeit/ Tag und mittlere Dauer und Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag waren die Erfassung aller Tiere zu gleichen Zeiten und die Beobachtung über alle 24 Stunden des Tages (mit Ausnahme der Fresszeiten) die methodisch wichtigsten Punkte. Die Zählung und Stoppung von 10 Wiederkauzyklen ergab die repräsentativsten Werte für die Parameter Kieferschläge/ Bissen, Zeit/ Bissen und Kaugeschwindigkeit bei gleichzeitiger Einschränkung der benötigten Erfassungszeit. Es konnten individuelle Unterschiede im Wiederkauverhalten nachgewiesen werden. Die Vergleichbarkeit der Wiederholungen war über einen Beobachtungszeitraum von gut einem Monat in der Winterfütterung gegeben: die Kühe verhielten sich stabil. Die interindividuelle Variation war größer als die intraindividuelle, wobei dies im besonderen Maße für die Parameter Dauer einer Wiederkauperiode und Kieferschläge/ Bissen zutrifft. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass primipare Kühe eine höhere Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag, eine höhere Anzahl Kieferschläge/ Bissen und eine höhere Kaugeschwindigkeit als multipare Kühe zeigten. Die gefundenen Korrelationen zwischen dem längerfristig erfasstem Parameter Milchleistung in der letzten abgeschlossenen Laktation und den Kieferschlägen/ Bissen sowie zwischen dem Zuchtwert Milchleistung und der Kaugeschwindigkeit müssen

anhand von über längere Zeiträume ermittelten Wiederkaudaten überprüft werden. Ansonsten konnte die individuelle Charakteristik im Wiederkauverhalten der einzelnen Tiere unbeeinflusst von physiologischen Faktoren, die auf der Einzeltierebene wirken, ermittelt werden.

7. Literaturverzeichnis

- ALI, A., RAZA, S. H. und GHAFAR, A. (1990): Eating and rumination in relation to age of lactating buffalo. *Applied Animal Behaviour Science (Netherlands)* 28, 273-279
- BAE, D. H., WELCH, J. G. und GILMAN, B. E. (1983): Mastication and rumination in relation to body size of cattle. *Journal of dairy science* 66, 2137-2141
- BEAUCHEMIN, K. A., ZELIN, S., GENNER, D. und BUCHANAN SMITH, J. G. (1989): An automatic system for quantification of eating and ruminating activities of dairy cattle housed in stalls. *Journal of dairy science (USA)* 72, 2746-2759
- BOEVER, J. L. D., ANDRIES, J. I., DE BRABANDER, D. L., COTTYN, B. G. und BUYSSE, F. X. (1990): Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - a review of factors affecting it. *Animal Feed Science and Technology (Netherlands)* 27, 281-291
- BOEVER, J. L. D., SMET, A. D., BRABANDER, D. L. D. und BOUCQUE, C. V. (1993a): Evaluation of physical structure. 1. Grass silage. *Journal of dairy science (USA)* 76, 140-153
- BOEVER, J. L. D., BRABANDER, D. L. D., SMET, A. M. D., VANACKER, J. M. und BOUCQUE, C. V. (1993b): Evaluation of physical structure. 2. Maize silage. *Journal of dairy science (USA)* 76, 1624-1634
- BRADE, W. (2001): Wichtige Verhaltenscharakteristika des Rindes. *Milchpraxis* 39 (3), 146-149
- BROUK, M. und BELYEA, R. (1993): Chewing activity and digestive responses of cows fed alfalfa forages. *Journal of dairy science (USA)* 76, 175-182
- BRUCHEM, J. V., BOSCH, M. W., LAMMERS WIENHOVEN, S. C. W. und BANGMA, G. A. (1991): Intake, rumination, reticulo-rumen fluid and particle kinetics, and faecal particle size in heifers and cattle fed on grass hay and wilted grass silage. *Livestock Production Science (Netherlands)* 27, 297-308
- BÜHL, A. und ZÖFEL, P. (2000): SPSS Version 9: Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. Addison-Wesley, München
- BUNGO, T., NAKANO, Y., OKANO, K., HAYASHIDA, M., KAWAGOE, H., FURUSAWA, H., YASUKOCHI, K., MATSUISHI, T., IZUMI, K. und SHIMOJO, M. (1999): Direction of jaw movement in dairy cattle during the ruminaton period. *Applied Animal Behaviour Science* 64, 227-232
- CAMPBELL, C. P., MARSHALL, S. A., MANDELL, I. B. und WILTON, J. W. (1992): Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. *Journal of Animal Science (USA)* 70, 894-903

- CHAI, K., KENNEDY, P. M. und MILLIGAN, L. P. (1984): Reduction in particle size during rumination in cattle. *Canadian journal of animal science* 64, 339-340
- DADO, R. G. und ALLEN, M. S. (1994): Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. *Journal of dairy science (USA)* 77, 132-144
- DELAGARDE, R., CAUDAL, J. P. und PEYRAUD, J. L. (1999): Development of an automatic bitemeter for grazing cattle. *Annales de Zootechnie (France)* 48, 329-339
- DESWYSEN, A. G., BRUYER, D. C. und VANBELLE, M. (1984): Circadian rumination quality and voluntary silage intake in sheep and cattle. *Canadian journal of animal science* 64, 341-342
- DULPHY, J. P., REMOND, B. und THERIEZ, M. (1979): Ingestive behaviour and related activities in ruminants. 5th International Symposium on Ruminant Physiology Clermont-Ferrand, MTP Press limited, Lancaster
- FORBES, J. M. und FRANCE, J. (1993): Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. C. A. B. International, Wallingford
- GIRARD, V. und LABONTE, J. (1993): Dispositif d'enregistrement en continu du comportement alimentaire journalier et étude de la variabilité du comportement chez la vache laitière. *Annales de Zootechnie (France)* 42, 49-56
- GORDON, J. G. (1986): Rumination and its significance. *World Review of Nutrition and Dietetics* 9, 251-273
- HARB, M. Y. und CAMPLING, R. C. (1985): Variation among pregnant, non-lactating dairy cows in eating and ruminating behavior digestibility and voluntary intake of hay. *Grass and Forage Science (UK)* 40, 109-111
- HARDISON, W. A., FISHER, H. L., GRAF, G. C. und THOMPSON, N. R. (1956): Some observations on the behavior of grazing lactating cows. *Journal of dairy science* 39, 1735-1741
- JEON, B. T. und MINORU, O. (1988): Variability of the rumination-behaviour in steers fed a constant amount of hay. *Journal of the Korean Society of Grassland Science (Korea Republic)* 8, 68-76
- JEON, B. T. und OTHA, M. (1989): Individual differences of the chewing speed and chews per bolus in rumination behaviour of cattle. *Journal of the Korean Society of Grassland Science (Korea Republic)* 9, 158-162
- KOLB, E. H., GÜRTLER, H., KETZ, H.-A., SCHRÖDER, L. und SEIDEL, H. (1989): *Lehrbuch der Physiologie der Haustiere*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- KOVACS, P. L., SUEDEKUM, K. H. und STANGASSINGER, M. (1997): Effects of intake level of a mixed diet on chewing activity and on particle size of ruminated boli, ruminal digesta fractions and faeces of steers. *Reproduction Nutrition Development (France)* 37, 517-528

- LAMPRECHT, J. (1999): Biologische Forschung: Von der Planung bis zur Publikation. Filander Verlag, Fürth
- LINKER, S. (1995): Über die Wiederkäuer und das Wiederkäuen: eine Übersetzung und Interpretation aus der "Merycologia" des Dr. Johann Conrad Peyer 1653-1712. Dissertation Universität München
- LOEFFLER, K. (1994): Anatomie und Physiologie der Haustiere. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart
- MAREK, J. und MÓCSY, J. (1956): Lehrbuch der klinischen Diagnostik der inneren Krankheiten der Haustiere. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- MATSUI, K. und OKUBO, T. (1990): Automatic recording over a 24-hour period for biting rate during grazing, and chewing rate and number of boluses during rumination of cow on pasture. Japanese Journal of Zootechnical Science (Japan) 61, 493-500
- MATSUI, K. und OKUBO, T. (1991): A method for quantification of jaw movements suitable for use on free-ranging cattle. Applied Animal Behaviour Science 32, 107-116
- MATSUI, K. (1994): A new ambulatory data logger for a long-term determination of grazing and rumination behaviour on free-ranging cattle, sheep and goats. Applied Animal Behaviour Science 39, 123-130
- MATSUI, K., KUROKAWA, Y. und OKUBO, T. (1994): Changes of heart rate, grazing and rumination time and jaw movements in cattle with grazing days. Animal Science and Technology (Japan) 65, 16-21
- MATSUI, K. (1995a): Characteristics of rumination activity, with special attention to jaw movements at various months of age, in Holstein cattle. Animal Science and Technology (Japan) 66, 72-78
- MATSUI, K. (1995b): Polygraphic recordings of body temperature, heart rate, respiratory rate and grazing and rumination behavior of cattle by an ambulatory data-logger method. Animal Science and Technology (Japan) 66, 114-121
- METZ, J. H. M. (1975): Time patterns of feeding and rumination in domestic cattle. H. Veenman & Zonen B.V., Wageningen Netherlands
- PEREZ BARBERIA, F. J. und GORDON, I. J. (1998): Factors affecting food comminution during chewing in ruminants: a review. Biological Journal of the Linnean Society (United Kingdom) 63, 233-256
- PHILLIPS, C. J. C. und HECHEIMI, K. (1989): The effect of forage supplementation, herbage height and season on the ingestive behaviour of dairy cows. Applied Animal Behaviour Science 24, 203-216
- ROSENBERGER, G., DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.-D., GRUNERT, E., KRAUSE, D. und STÖBER, M. (1990): Die klinische Untersuchung des Rindes. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

- SCHLEISNER, C., NØRGAARD, P. und HANSEN, H. H. (1999): Discriminant analysis of patterns of jaw movement during rumination and eating in a cow. Acta Agriculturae Scandinavica. Section A. Animal Science (Denmark) 49, 251-259
- SCHRADER, L. (2001): Identifizierung individueller Verhaltenscharakteristika bei Milchkühen. KTBL-Schrift 403, 18-27
- SCHRADER, L. (2002): mündliche Mitteilung
- SCHWEIZ. FLECKVIEHZUCHTVERBAND (1988): Indexierung der Milchleistungsergebnisse.
- SHAVER, R. D., NYTES, A. J., SATTER, L. D. und JORGENSEN, N. A. (1988): Influence of feed intake, forage physical form, and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta and feces of dairy cows. Journal of dairy science 71, 1566-1572
- SOEST, P. J. V., SNIFFEN, C. J. und ALLEN, M. S. (1986): Rumen dynamics. Satellite Symposium of the 30th International Congress of the International Union of Physiological Sciences Cornell University Ithaca, New York, Comstock Publishing Associates, Ithaca and London
- SPENGLER NEFF, A. (2001): Wesentliche arttypische Eigenschaften und Mastitidisposition beim Rind. FiBL-Dissertationsprojektbescrieb
- SUDWEEKS, E. M., ELY, L. O. und SISK, L. R. (1980): Effects of intake on chewing activity of steers. Journal of dairy science 63, 152-154
- WALKENHORST, M. (1999): Prüfung der Wirksamkeit antibiotischer und homöopathischer Medikation im Rahmen der Sanierung von Betrieben mit gestörter Eutergesundheit. FiBL-Projektbescrieb
- WOODFORD, S. T. und MURPHY, M. R. (1988): Effect of forage physical form on chewing activity, dry matter intake and rumen function of dairy cows in early lactation. Journal of dairy science 71, 674-686
- YOUNG, J. (2002): mündliche Mitteilung

8. Anhang

Anlage 1: Vergleich der gleichzeitig durch 2 Beobachterinnen erfassten Wiederkauzeiten beim 1-stündigen Beobachterabgleich

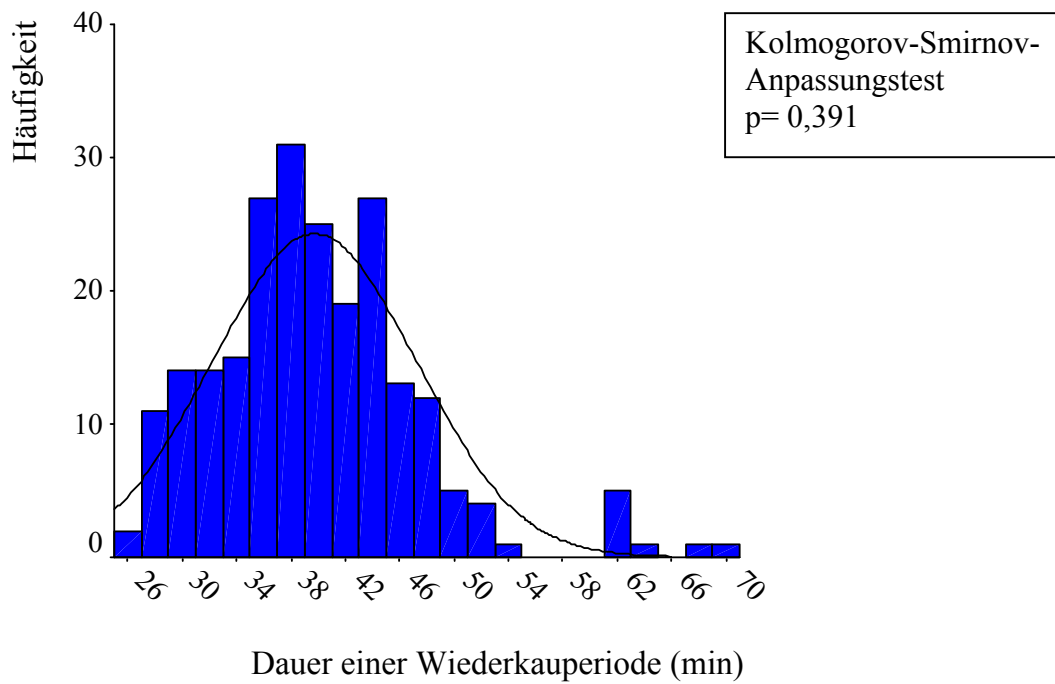
Kuh	Wiederkauzeit (sec)		Differenz (%) B2 – B1	Betrag der Differenz (%)
	Beobachterin 1 (B1)	Beobachterin 2 (B2)		
Hummel	2220,9	2177,4	-1,96	1,96
Amanda	2245,2	2240,7	-0,20	0,20
Yukona	2576,4	2597,9	0,83	0,83
Joana	2384,6	2396,3	0,49	0,49
Fella	2203,4	2192,1	-0,51	0,51
Bugatti	2172,0	2183,5	0,53	0,53
Eibe	2612,6	2575,0	-1,44	1,44
Antille	2205,7	1966,9	-10,83	10,83
Belsa	3193,1	3110,2	-2,60	2,60
Aster	1964,9	1968,1	0,16	0,16
Liguster	2733,8	2648,8	-3,11	3,11
Efeu	2576,9	2547,7	-1,13	1,13
Guensel	2097,9	2096,1	-0,09	0,09
Valaisia	2313,6	2295,0	-0,80	0,80
Lussi	2058,8	1981,9	-3,74	3,74
Arabell	2307,8	2618,6	13,47	13,47
Pamela	2653,3	2643,0	-0,39	0,39
Ulme	3384,1	3439,6	1,64	1,64
Zeder	1552,1	1482,4	-4,49	4,49
Bely	2300,4	2399,8	4,32	4,32
Rella	2520,3	2484,9	-1,40	1,40
Wacholder	2601,5	2573,6	-1,07	1,07
Wicke	2631,0	2732,4	3,85	3,85
			Mittelwert	2,57

Anlage 2: Vergleich der gleichzeitig durch 2 Beobachterinnen erfassten Häufigkeit der Wiederkauperioden beim 1-stündigen Beobachterabgleich: 100% Übereinstimmung

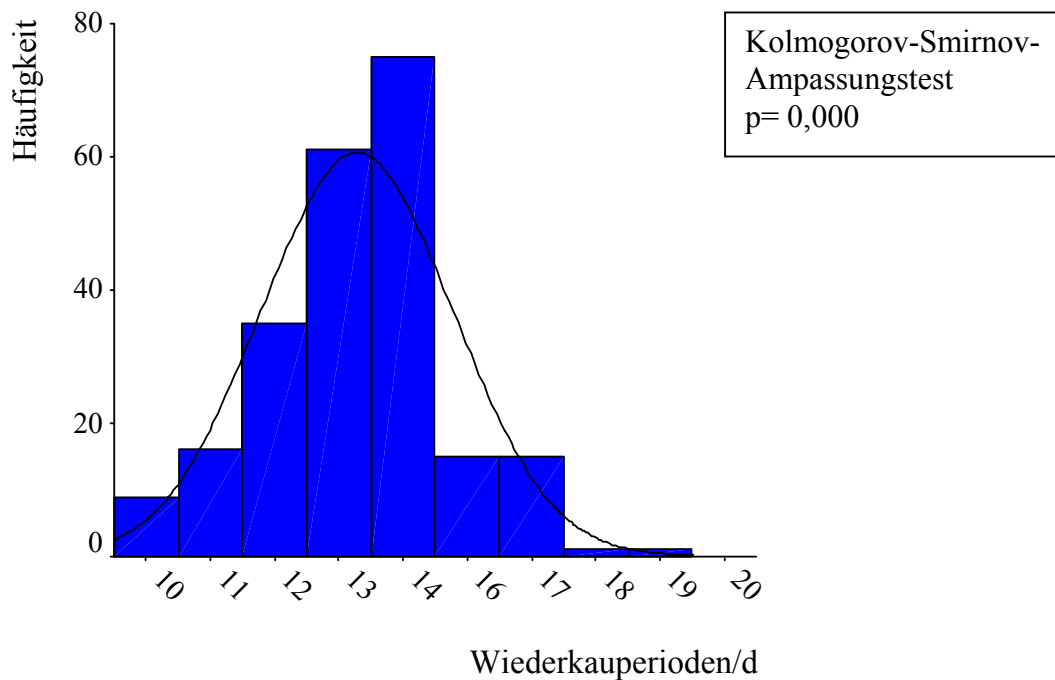
Kuh	Häufigkeit der Wiederkauperioden	
	Beobachterin 1	Beobachterin 2
Hummel	1	1
Amanda	2	2
Yukona	1	1
Joana	1	1
Fella	1	1
Bugatti	1	1
Eibe	1	1
Antille	2	2
Belsa	1	1
Aster	2	2
Liguster	1	1
Efeu	1	1
Guensel	1	1
Valaisia	1	1
Lussi	2	2
Arabell	1	1
Pamela	1	1
Ulme	1	1
Zeder	2	2
Bely	1	1
Rella	1	1
Wacholder	1	1
Wicke	1	1

Anlage 3: Parameter des Wiederkauzyklus bei unterschiedlichem Erfassungszeitpunkt innerhalb einer Zählzeit bei 6 zufällig ausgewählten Kühen und Wilcoxon-Test für den Vergleich der Datensätze der unterschiedlichen Erfassungszeitpunkte

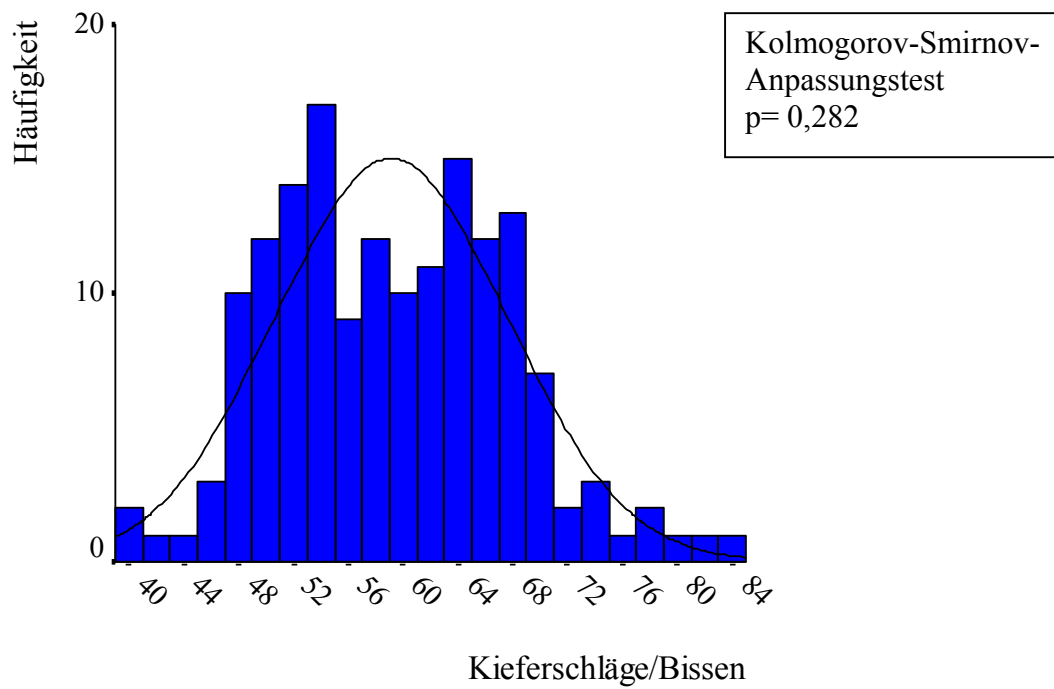
Kuh	Kieferschläge/ Bissen		Zeit/ Bissen		Kaugeschwindigkeit	
	Beginn der Zählzeit	Ende der Zählzeit	Beginn der Zählzeit	Ende der Zählzeit	Beginn der Zählzeit	Ende der Zählzeit
Birke	36,5	39,8	32,6	34,8	0,893	0,874
Pistache	65,4	72,9	50,3	57,3	0,769	0,786
Efeu	68,2	70,8	57,1	58,9	0,837	0,832
Valaisia	54,5	60,2	45,3	53,3	0,831	0,885
Günsel	54,5	61,1	48,3	52,9	0,886	0,866
Finda	50,3	51,4	41,3	43,1	0,821	0,839
p (Wilcoxon-Test)	0,028		0,028		0,917	



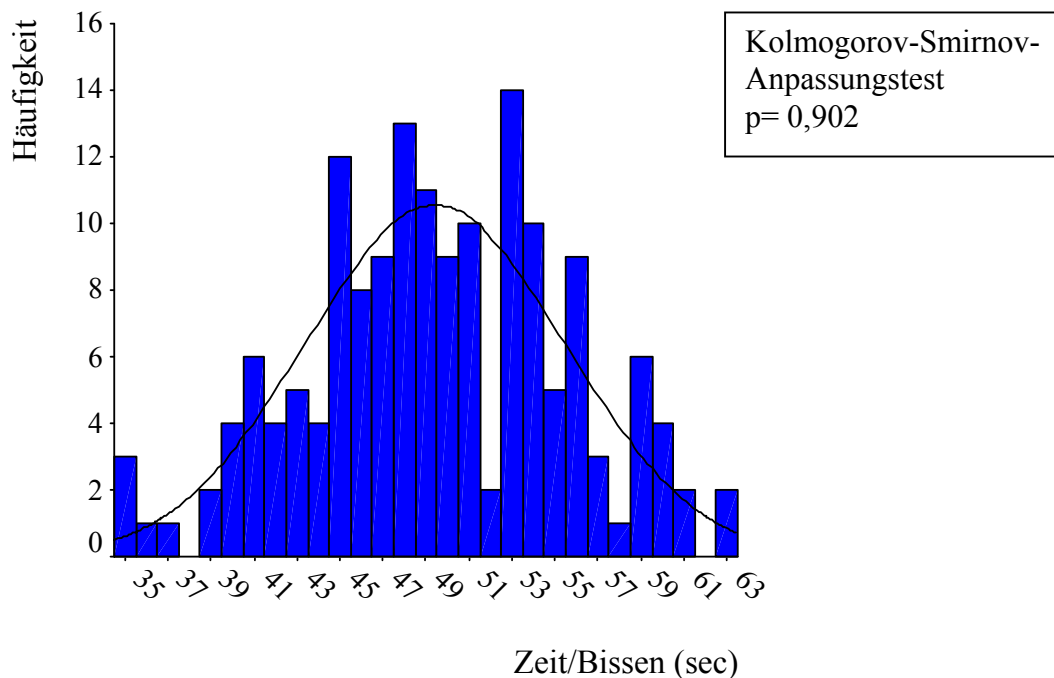
Anlage 4: Häufigkeitsverteilung des Parameters Dauer einer Wiederkauperiode, Daten der Kühe mit allen 6 Wiederholungen



Anlage 5: Häufigkeitsverteilung des Parameters Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag, Daten der Kühe mit allen 6 Wiederholungen



Anlage 6: Häufigkeitsverteilung des Parameters Kieferschläge/ Bissen, Daten der Kühe mit allen 4 Wiederholungen (in 2002)



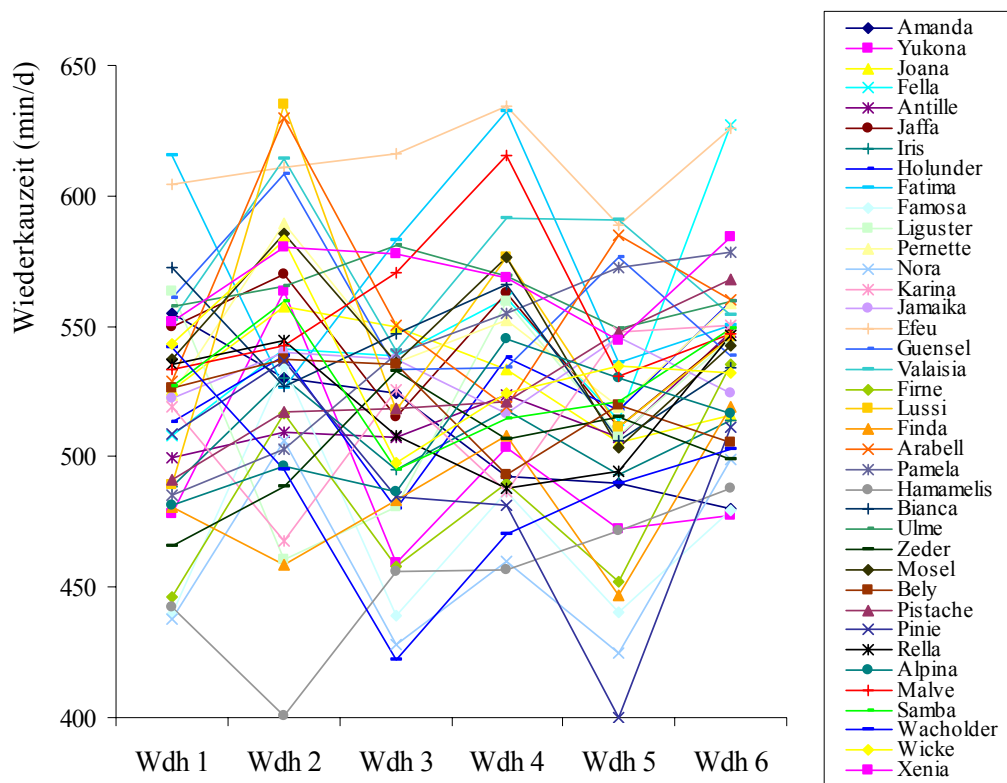
Anlage 7: Häufigkeitsverteilung des Parameters Zeit/ Bissen, Daten der Kühe mit allen 4 Wiederholungen (in 2002)

Anlage 8: Wiederkauverhalten der Kühe (Median der 6 bzw. 4 Wiederholungen)

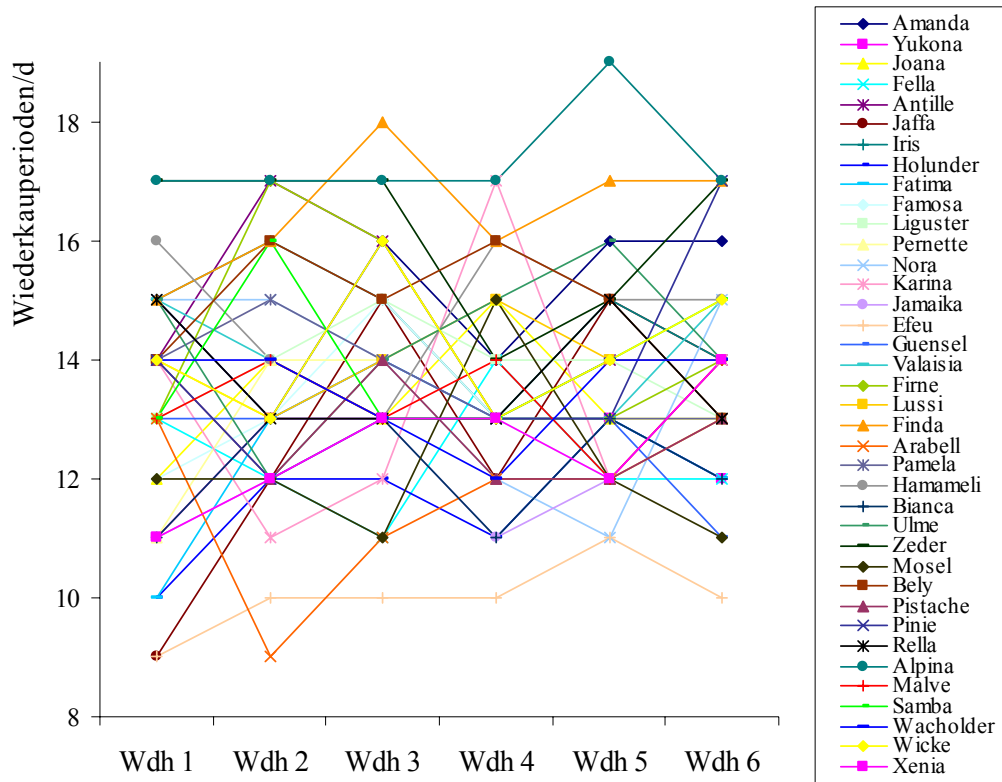
Kuh	Wiederkauzeit/ Tag	Dauer einer Wiederkauperiode	Häufigkeit der Wiederkauperioden	Kieferschläge/ Bissen	Zeit/ Bissen	Kaugeschwindigkeit
	min	min	Anzahl/ d	Anzahl	sec	sec/Kieferschlag
Amanda	508,4	34,0	15,5	62,9	53,3	0,848
Baronin	-	-	-	68,2	57,1	0,840
Yukona	477,8	39,3	13	62,2	53,3	0,861
Joana	529,8	39,7	13	-	-	-
Fella	540,1	44,0	12	-	-	-
Brennessel	-	-	-	53,3	47,7	0,884
Antille	508,5	36,0	14	56,6	51,6	0,906
Jaffa	548,3	43,0	13	55,9	49,8	0,863
Iris	504,4	33,1	15	48,7	42,0	0,853
Holunder	528,1	45,8	12	67,2	62,2	0,915
Fatima	566,6	43,7	13	50,1	46,0	0,919
Famosa	459,6	36,8	13	50,4	44,9	0,878
Liguster	526,6	38,1	14	61,8	48,1	0,779
Miquette	-	-	-	56,1	46,4	0,845
Pernette	544,2	43,1	12,5	53,1	47,0	0,852
Nathalie	-	-	-	51,4	43,4	0,846
Nora	448,8	33,5	14,5	-	-	-
Karina	522,3	40,9	13	63,1	57,2	0,877
Jamaika	530,9	45,2	12	65,4	53,0	0,816
Efeu	613,7	62,1	10	62,4	51,1	0,843
Guensel	549,9	43,7	13	54,0	47,6	0,891
Valaisia	572,3	42,7	13,5	56,9	46,8	0,827
Firne	473,6	34,5	13,5	59,3	53,3	0,892
Lussi	531,7	37,7	14	48,9	41,5	0,849
Finda	481,9	29,6	16,5	50,7	40,4	0,808
Arabell	555,2	46,0	12	55,7	51,4	0,926
Pamela	547,1	40,6	13,5	64,6	52,4	0,813
Hamamelis	456,2	30,0	15	-	-	-
Bianca	540,5	43,3	12,5	61,0	54,8	0,893
Ulme	562,3	39,0	14,5	53,5	41,9	0,769
Zeder	502,9	30,4	17	53,9	41,6	0,771
Mosel	539,8	46,7	12	46,1	41,1	0,885
Bely	523,2	35,2	15	61,7	52,5	0,862
Pistache	519,6	43,3	12,5	60,6	48,3	0,797
Pinie	496,4	36,7	13	50,5	44,9	0,909
Rella	521,9	38,3	13	80,7	57,5	0,718

Anlage 8: Forstsetzung

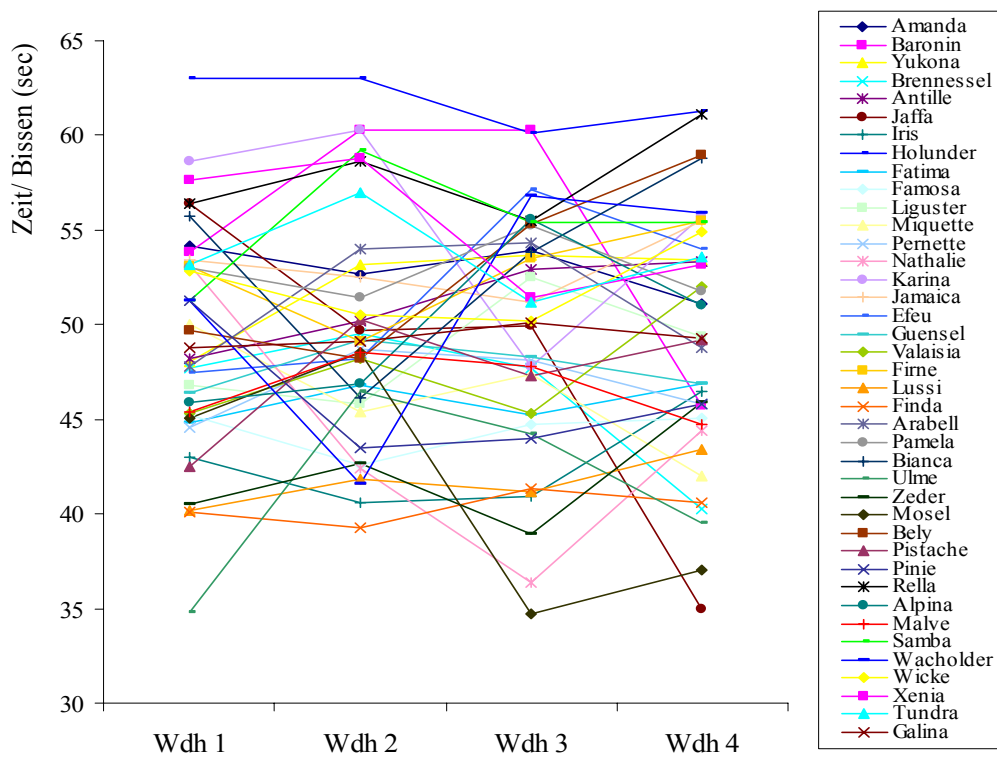
Alpina	506,3	28,9	17	69,3	49,0	0,732
Malve	544,9	42,5	13,5	63,1	46,6	0,764
Samba	524,0	37,7	13,5	72,7	55,4	0,755
Wacholder	492,4	35,6	14	65,2	53,6	0,843
Wicke	533,5	38,5	14	68,5	51,7	0,757
Xenia	573,1	44,9	12,5	65,7	55,4	0,843
Tundra	-	-	-	65,8	53,4	0,822
Galina	-	-	-	58,5	49,2	0,838



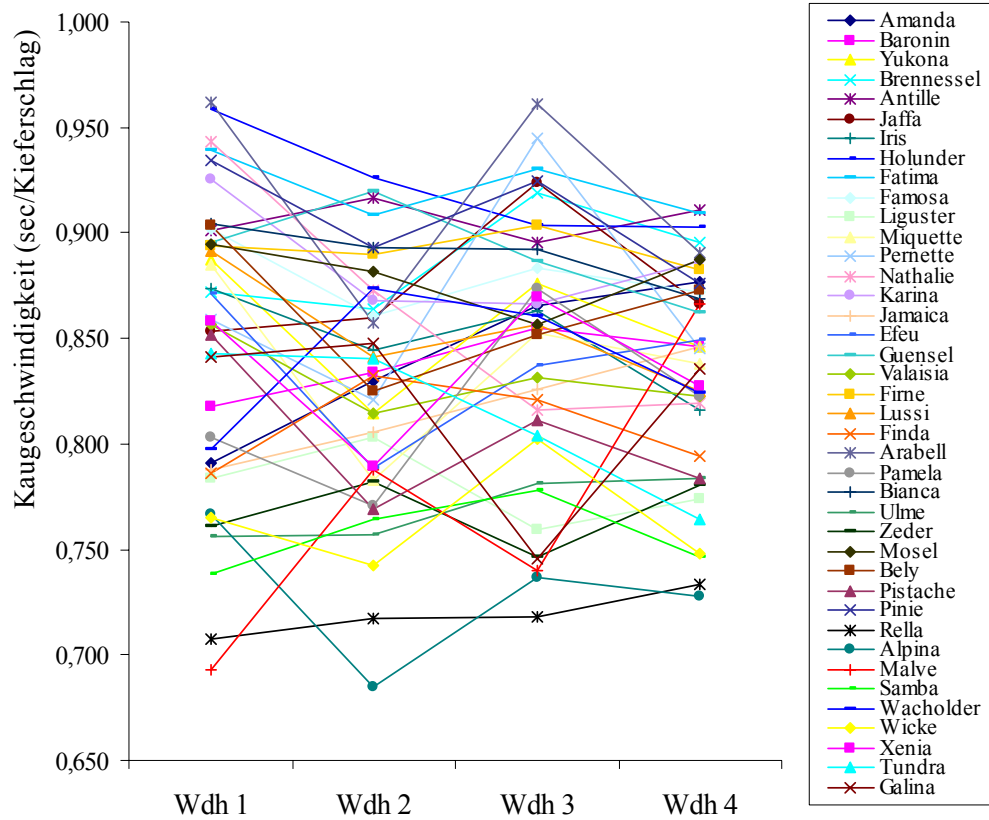
Anlage 9: Wiederkaezeit/ Tag – Werte der einzelnen Kühe bei allen 6 Wiederholungen



Anlage 10: Häufigkeit der Wiederkauperioden/ Tag – Werte der einzelnen Kühe bei allen 6 Wiederholungen



Anlage 11: Zeit/ Bissen – Werte der einzelnen Kühe bei allen 4 Wiederholungen



Anlage 12: Kaugeschwindigkeit – Werte der einzelnen Kühe bei allen 4 Wiederholungen

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Frick, 26.04.2002