



**Universität für Bodenkultur**

Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Nutztierwissenschaften

**Einfluss des Fütterungsregimes auf das  
Verhalten von Milchkühen**

**Diplomarbeit**

eingereicht von

**Daniela Kottik**

Betreuer

**Univ. Prof. Dr. Christoph Winckler**

Wien, Oktober 2007



# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	6
Abstract.....	7
1. Einleitung .....	8
1.1. Gesetzliche Grundlagen .....	8
1.2. Nährstoffversorgung von Milchkühen im Ökologischen Landbau .....	10
1.3. Zielsetzung und Fragestellung .....	10
2. Zusammenhänge zwischen Rationsgestaltung und Parametern der Tiergerechtheit .....	12
2.1. Fütterung als Einflussfaktor auf Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden .....	12
2.1.1. Wiederkäuergerechte Fütterung .....	12
2.1.2. Zu den Begriffen Tiergesundheit, Leistung und Wohlbefinden .....	14
2.1.3. Auswirkungen nicht wiederkäuergerechter Rationsgestaltung .....	15
2.1.4. Einfluss der Rationsgestaltung auf Gesundheit und Wohlbefinden .....	17
2.2. Verhalten des Rindes – Grundaktivitäten .....	19
2.2.1. Nahrungsaufnahmeverhalten .....	19
2.2.1.1. Futteraufnahmedauer auf der Weide vs. Stallhaltung .....	20
2.2.2. Liege- und Wiederkauverhalten .....	24
2.3. Zusammenhänge zwischen Dauer der Grundaktivitäten und Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden .....	26
3. Tiere, Material und Methoden .....	28
3.1. Untersuchungsbetrieb .....	28
3.2. Versuchsdesign .....	28

3.3. Fütterungsregime .....	29
3.4. Versuchsdurchführung .....	31
3.4.1. Erfassung und Auswertung der Fressdauer .....	32
3.4.2. Erfassung und Auswertung des Liegeverhaltens .....	34
3.4.3. Erfassung und Auswertung der Wiederkaudauer .....	36
3.5. Statistische Auswertung .....	37
4. Ergebnisse .....	40
5. Diskussion .....	44
5.1. Futteraufnahmeverhalten .....	44
5.2. Wiederkauverhalten .....	46
5.3. Liegeverhalten .....	49
5.4. Schlussfolgerung .....	51
Zusammenfassung .....	52
Danksagung .....	54
Literaturverzeichnis .....	55

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entstehung von Klauenrehe .....	16
Abb. 2: Zusammenhänge zwischen Fütterungsregimes und Gesundheitsstörungen .....	17
Abb. 3: Stallskizze mit schematischer Darstellung des Versuchsdesigns und Zuordnung der Fressplätze/Einzeltiere zu den jeweiligen Gruppen .....	32
Abb. 4: Calan-Gates .....	33
Abb. 5: Tierindividuelle Teil-Zeit-Beobachtung, Ausschnitt aus der Excel-Datei .....	34
Abb. 6: Datenlogger (gelb) und Schutztasche .....	35
Abb. 7: Verpackter Liegesensor am Kuhbein .....	35
Abb. 8: Lage des Wiederkausensors .....	37

# Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Einflussfaktoren auf die Dauer der täglichen Futteraufnahme .....	21
Tab. 2: Ermittelte durchschnittliche tägliche Fresszeiten (min) von Milchkühen bei verschiedenen Aufstallungsformen .....	23
Tab. 3: Einfluss des Weidesystems auf die Grasezeit .....	26
Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichung (Stdabw.) der Merkmale Milchleistung, Laktationstag und Laktationszahl je Gruppe zum Zeitpunkt der Gruppeneinteilung .....	29
Tab. 5: Zusammensetzung der Versuchs- (V) und Kontrollration (K) .....	30
Tab. 6: Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel (bezogen auf TM) .....	30
Tab. 7: Zeitbudgets in den Erhebungsperioden, inklusive Grund- und Enddatenerhebung .....	41
Tab. 8: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die täglichen Zeitbudgets Futteraufnahme, Liegedauer und Wiederkauaktivität .....	42
Tab. 9: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die tägliche Gesamt- und Grundfutteraufnahme .....	43
Tab. 10: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die tägliche NDF-Aufnahme und Milchleistung .....	43

# Abkürzungsverzeichnis

Abb .....	Abbildung
BCS .....	Body condition scoring
cm .....	Zentimeter
FM .....	Frischmasse
g .....	Gramm
GVO .....	gentechnisch veränderte Organismen
Kap .....	Kapitel
K .....	Kontrolle
kg .....	Kilogramm
m .....	Meter
max .....	maximal
min .....	Minuten
mV .....	Millivolt
N .....	Stickstoff
S .....	Seite
s .....	siehe
sec .....	Sekunde
Tab .....	Tabelle
TM .....	Trockenmasse
TMR .....	total mixed ration, totale Mischration
TSchG .....	Tierschutzgesetz
V .....	Versuch
vs .....	versus, lat. gegen

## Abstract

The aim of this diploma work was to investigate the influence of the feeding regime which may be used in organic dairy farming on the behaviour of dairy cows. Therefore, a feeding experiment took place at the HBLA Ursprung in Salzburg between November 2005 and March 2006. A herd of 22 Holstein Friesian cows was randomly assigned to two groups according to milk yield, days in milk and lactation number. All animals were housed in a cubicle loose housing system. All cows were offered grass silage ad libitum. The treatment ration contained maize silage, the control diet was a blend of grain and maize and about 1 kg hay in addition. Four periods (four days per period) of data collection on feeding time, lying behaviour and rumination time were carried out. A change-over design was used with switch of rations between animals after the second data collection period. The data from 12 cows were used for the statistical analysis.

The grain-maize mixture fed animals spent significantly about 5 % more time feeding. However, total lying time per day tended to be 42 minutes longer for the animals offered the maize diet. There were no significant differences with regard to total dry matter intake and milk yield. Because of technical reasons rumination data could not reliably be used to interpret the results.

In conclusion, the feeding regime did not influence the behaviour of dairy cows in such a way that negative effects on health, milk yield or animal welfare are expected.

# 1. Einleitung

In der Ökologischen Landwirtschaft spielt die Tierhaltung durch ihre multifunktionelle Aufgabe eine wichtige Rolle. Dabei kommt dem Wiederkäuer, der dank seiner hoch spezialisierten Verdauung das für die menschliche Ernährung nicht direkt nutzbare Pflanzenmaterial in wertvolle Lebensmittel umwandeln kann, besondere Bedeutung zu. Die in der ökologisch-dynamischen Landwirtschaft sogar obligatorische Rinderhaltung trägt außerdem in den (österreichischen) Grünlandgebieten zur Erhaltung der Kulturlandschaft bei, was sich wiederum positiv auf den Tourismus und somit auf die Sicherung von Arbeitsplätzen auswirkt.

In den letzten Jahren ist in der Ökologischen Landwirtschaft eine Intensivierungstendenz zu beobachten, die auch die ökologische Milchviehhaltung betrifft.

Die Folgen sind höhere Anforderungen an die Nutztiere, sowie entsprechende Herausforderungen an das Betriebsmanagement. Dabei hat die Fütterung (Art der Fütterung, Qualität der Futtermittel) einen wesentlichen Einfluss auf Tiergesundheit, Leistung und Wohlbefinden, somit in weiterer Folge auch auf den ökonomischen Betriebserfolg.

## 1.1. Gesetzliche Grundlagen

Für alle EU-Mitgliedsstaaten gelten seit August 2000 einheitliche Bestimmungen für die Tierhaltung, die in der EU-Verordnung 1804/99 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel gesetzlich verankert sind. (VERORDNUNG EG 1804/1999)

Für die Rinderfütterung sind, grob zusammengefasst, folgende Punkte relevant:

- Die Fütterung muss grundsätzlich mit biologischem Futter erfolgen. (Ausnahme: bis zum 31.12.07 max. 5 % konventionelles Futter)
- Max. 30 % der Jahresration (bezogen auf Trockenmasse) aus Futtermitteln von Umstellungsflächen (max. 60 % von betriebseigenen Umstellungsflächen) sind zulässig.
- 60 % der Ration (bezogen auf Trockenmasse) muss aus Rauhfutter bestehen.
- Verboten sind: Antibiotika, Extraktionsschrote, Wachstums- und Leistungsförderer, Hormone, gentechnisch veränderte Organismen (GVO) und konventionelle Milchaustauscher.

Nach dem seit 01.01.2005 in Österreich geltenden bundeseinheitlichen Tierschutzgesetz müssen das Futter und die Fütterung an die Tiere angepasst werden, sodass durch die Art, Beschaffenheit, Qualität und Menge des Futters sowie durch die Form der Verabreichung, ein der Tierart entsprechendes, arttypisches Futter- und Wasseraufnahmeverhalten gewährleistet werden soll. (§ 17 TSchG)

Darüber hinaus gelten eventuell zusätzliche Bestimmungen der einzelnen Bio-Verbände für ihre Mitgliedsbetriebe.

## 1.2. Nährstoffversorgung von Milchkühen im Ökologischen Landbau

Die biologische Milchviehfütterung ist durch den Einsatz hoher Grundfutteranteile in der Ration gekennzeichnet. Dabei sollte das Grundfutter idealerweise vom eigenen Betrieb stammen, eine einwandfreie Qualität sowie eine hohe

Nährstoffkonzentration aufweisen. Über das Grundfutter sollen so viele Nährstoffe wie möglich dem Rind zugeführt, der Krafffuttereinsatz auf das Nötigste reduziert werden.

Tiere mit einem hohen Leistungsniveau bedarfsgerecht zu versorgen, erweist sich zunehmend als problematisch, da zum einen aufgrund gesetzlicher Bestimmungen der Einsatz proteinreicher Futtermittel teilweise nicht zugelassen ist (z.B. Sojaextraktionsschrot), zum anderen sind biologische Futtermittel deutlich teurer als konventionelles Futter; der Krafffuttereinsatz ist somit ökonomisch gesehen limitiert. Die Eiweißversorgung der Wiederkäuer wird einerseits durch die direkte Zufuhr über das Futter, andererseits mithilfe der Pansenmikroben gesteuert. Nachdem der Krafffuttereinsatz aus den oben erwähnten Gründen begrenzt ist, besteht in der Verbesserung der mikrobiellen Verdauung, die durch energiereiche Grundfuttermittel erreicht werden kann, eine weitere Möglichkeit die Proteinversorgung zu optimieren. Dieser Problematik widmet sich im Rahmen der Dissertation „Optimierung der betriebseigenen Proteinversorgung von Milchkühen im österreichischen, ökologisch bewirtschafteten Grünland“ (VELIK, 2007) ein Fütterungsversuch, bei dem die Eignung von Maissilage und Zukaufskrafffutter als Kombinationspartner zu Kleegrassilage untersucht wird.

## 1.3. Zielsetzung und Fragestellung

In der Literatur finden sich zahlreiche ethologische Untersuchungen, die sich im Bereich Milchkühe um das Thema Fütterung bewegen. Allerdings gibt es erstaunlicherweise relativ wenige Arbeiten, die die direkte Auswirkung des Fütterungsregimes auf die Dauer der Verhaltensweisen dokumentieren. Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, mögliche Zusammenhänge

zwischen Rationsgestaltung und Verhalten von Milchkühen aufzuzeigen sowie Ursachen gegebenenfalls näher zu beschreiben.

Mithilfe der Kriterien Gesamtfressdauer, Gesamtliegedauer, Anzahl an Liegeperioden, Dauer der Liegeperioden und Gesamtwiederkaudauer soll die Frage, ob und in welchem Ausmaß das Fütterungsregime die Zeitbudgets der Futteraufnahme, der Liegedauer sowie der Wiederkauaktivität beeinflusst, beantwortet werden. Daraus abgeleitet können eventuell Rückschlüsse auf Tiergesundheit, Leistung und Wohlbefinden gezogen werden.

## 2. Zusammenhänge zwischen Rationsgestaltung und Parametern der Tiergerechtheit

Dieses Kapitel gliedert sich in folgende Teilbereiche:

Im ersten Teil wird auf die Milchviehfütterung beziehungsweise die Rationsgestaltung und deren Einfluss auf Tiergesundheit, Leistung und Wohlbefinden eingegangen. Dazu erfolgen zunächst einige Begriffserläuterungen aus der Literatur. Anschließend sollen die Auswirkungen einer nicht dem Rinderorganismus angepassten Fütterung am Beispiel von Klauenerkrankungen deutlich gemacht werden. Im zweiten Teil wird auf die ergänzende Nutzung von Informationen bezüglich Verhalten zur Überprüfung des Fütterungsregimes in Hinblick auf Tiergesundheit und Wohlbefinden eingegangen. Folglich befasst sich der zweite Teil anhand von Literaturangaben mit der Dauer bestimmter Verhaltensweisen des Rindes sowie mit möglichen Einflussfaktoren. Abschließend wird anhand von Beispielen aus der Literatur der Zusammenhang zwischen der Dauer der Grundaktivitäten (Fressen, Liegen und Wiederkauen) und weiteren Parametern der Tiergerechtheit erklärt.

### 2.1. Fütterung als Einflussfaktor auf Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden

#### 2.1.1. Wiederkäuergerechte Fütterung

In der Literatur werden häufig im Zusammenhang mit den Themen Tiergesundheit und Fütterung die Begriffe „Wiederkäuergerechtheit“ oder „wiederkäuergerechte Rationen“ beziehungsweise „wiederkäuergerechte Ernährung“ verwendet (SÜDEKUM, 1999; GRUBER et al., 2001; STEINWIDDER und WURM, 2002). Diese können wie folgt definiert werden.

Nach SCHWARZ (2000) umfasst Wiederkäuergerechtheit alle Maßnahmen, die zur Schaffung optimaler Pansenverhältnisse beitragen, um den

Mikroorganismen ideale Lebensbedingungen zu bieten und sie in ihrem Wachstum zu unterstützen.

Wiederkäuergerechte Rationen beinhalten eine gewisse Menge an strukturiertem Futter. Dafür geben JEROCH et. al. (1999) einen Wert von mindestens 18 % Rohfaser in der Trockenmasse (zwei Drittel in Form von strukturierter Rohfaser) an. Der Pansen-pH-Wert, dessen Normalbereich bei 6,8 bis 6,5 liegt (STEINWIDDER und WURM, 2002) wird durch den Speichel, dessen Bildung wiederum von der Wiederkauaktivität abhängt, gesteuert. Physikalisch strukturwirksame Inhaltsstoffe, die vor allem in Grundfuttermitteln enthalten sind, fördern die Kau- und Wiederkautätigkeit. In diesem Zusammenhang weisen STEINWIDDER und WURM (2002) darauf hin, dass bei der Gestaltung wiederkäuergerechter Rationen neben Nährstoffen und der physikalischen Struktur auch managementbedingte Faktoren, wie häufigere Grundfutternachschub beziehungsweise Nachschieben des Grundfutters und über den Tag verteilte kleine Kraftfutterportionen, berücksichtigt werden müssen.

ZOLLITSCH (2003, S. 29) führt folgende Eckpunkte einer tiergerechten Rinderfütterung an:

- „Maximierung der Grundfutteraufnahme durch den Einsatz von qualitativ hochwertigem/er Heu, Gras- und Maissilage in einem möglichst ausgewogenen Verhältnis zueinander
- Rinder sollten jederzeit die Möglichkeit haben Grundfutter aufzunehmen
- Der Einsatz von Kraftfutter soll in erster Linie Energie und Eiweiß aus der Grundfutterration ausgleichen
- Ein darüber hinausgehender, noch artgemäßer Kraftfuttereinsatz soll 30 % der Rations-Trockenmasse nicht übersteigen und möglichst in Portionen von maximal 1,5 kg verabreicht werden.“

Zusammengefasst bedeutet das, dass sich der Begriff „wiederkäuergerechte Fütterung“ nicht nur auf die Strukturwirksamkeit der Futtermittelinhaltsstoffe

beschränkt, sondern auch Maßnahmen im Bereich des Fütterungsmanagements, wie zum Beispiel das Ad-libitum-Angebot von Grundfutter, einbezieht.

### 2.1.2. Zu den Begriffen Tiergesundheit, Leistung und Wohlbefinden

Nach SUNDRUM et al. (2004) gibt es für den Begriff „Tiergesundheit“ keine Definition, die inner- oder außerhalb der Naturwissenschaften verbindlich gilt. Ein Grund dafür ist die, je nach Interesse und Wissensstand, vielfältige Interpretationsmöglichkeit dieses Begriffes. Jedoch kann die Definition der Weltgesundheitsorganisation, die sich auf die menschliche Gesundheit bezieht, als Ausgangsbasis für konkretere Begriffsbestimmungen bezüglich Tiergesundheit betrachtet werden. Demnach ist Gesundheit ein Zustand vollkommenen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht allein das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen (WHO, 1970 nach SUNDRUM et al., 2004).

Der Begriff „Wohlbefinden“ wird im Lexikon der Veterinärmedizin (WIESNER und RIBBECK, 1999, S. 1592) wie folgt definiert: „Nur subjektiv definierbarer Zustand physischer und psychischer Harmonie des Tieres in sich und mit der Umwelt, frei von Schmerzen und Leiden, ohne Überforderung der Anpassungsfähigkeit, aber mit Befriedigung aller artspezifischen und individuellen Haltungsbedürfnisse (§ 1 TierSchG).“ Die Aussage, dass nur Tiere, die sich wohl fühlen, auch hohe Leistungen erbringen können, wurde durch mehrfache Untersuchungen widerlegt. VON BORELL (1999) berichtet in diesem Zusammenhang, dass eine gleich bleibende Leistung keine alleinige Voraussetzung für Wohlbefinden ist. Ähnliches trifft auf die Beziehung zwischen Gesundheit und Leistung zu. Letzteres setzt nicht unbedingt Gesundheit voraus und Gesundheit allein ist noch keine Garantie für Leistung (SUNDRUM et al., 2004). Unter Leistung werden in der Milchviehhaltung vorrangig die Milchmenge sowie die Milchinhaltsstoffe verstanden.

Neben Gesundheit beeinflussen die Faktoren Genetik, Management, Fütterung und Haltung ebenso Leistung und Wohlbefinden. Weiters ist die Bedeutung der Mensch-Tier-Beziehung nicht zu unterschätzen. MÜLLEDER et al. (2004) erkannten einen deutlichen Einfluss der Einstellung des Tierhalters gegenüber

den Kühen auf Gesundheit und Leistung. Die Autoren konnten in ihrer Untersuchung nachweisen, dass eine positive Mensch-Tier-Beziehung (regelmäßiger Kontakt, ruhiger Umgang mit den Tieren, etc.) den Besamungserfolg erhöht.

### 2.1.3. Auswirkungen nicht wiederkäuergerechter Rationsgestaltung

Klauenerkrankungen stellen ein häufiges und kostspieliges (bedingt durch Behandlungskosten, verringerte Milchleistung, Folgeerkrankungen und Abgänge) Gesundheitsproblem in der Rinderhaltung dar. In diesem Zusammenhang zählt die Klauenrehe zu den multifaktoriellen Erkrankungen, das bedeutet, dass diese Krankheit auf mehrere Ursachen zurückzuführen ist. Neben den Faktoren Geburtszeitraum, Gebärmutter- und Euterentzündungen, Stallmanagement etc. trägt die Fütterung wesentlich zu der Entstehung der Klauenrehe bei (KOFLER und GASTEINER, 2002).

Befinden sich im Pansen zu große Mengen an leicht löslichen Kohlenhydraten (durch hohe Krafftuttergaben), so kommt es zur pH-Wert Absenkung und folglich zum Absterben gewisser Mikroben. Dadurch werden vermutlich Giftstoffe (Endotoxine) freigesetzt, die die Durchblutung im Klauenbereich beeinträchtigen und zur (schmerzhaften) Entzündung der Klauenlederhaut führen können (STÖGER et al., 2003; WARD, 2001). Damit gehen häufig Beeinträchtigungen des Wohlbefindens in Form von Schmerzen und Leiden einher. Abbildung 1 soll den Zusammenhang zwischen Fütterung, der Entstehung von Pansenazidose und Klauenrehe verdeutlichen.

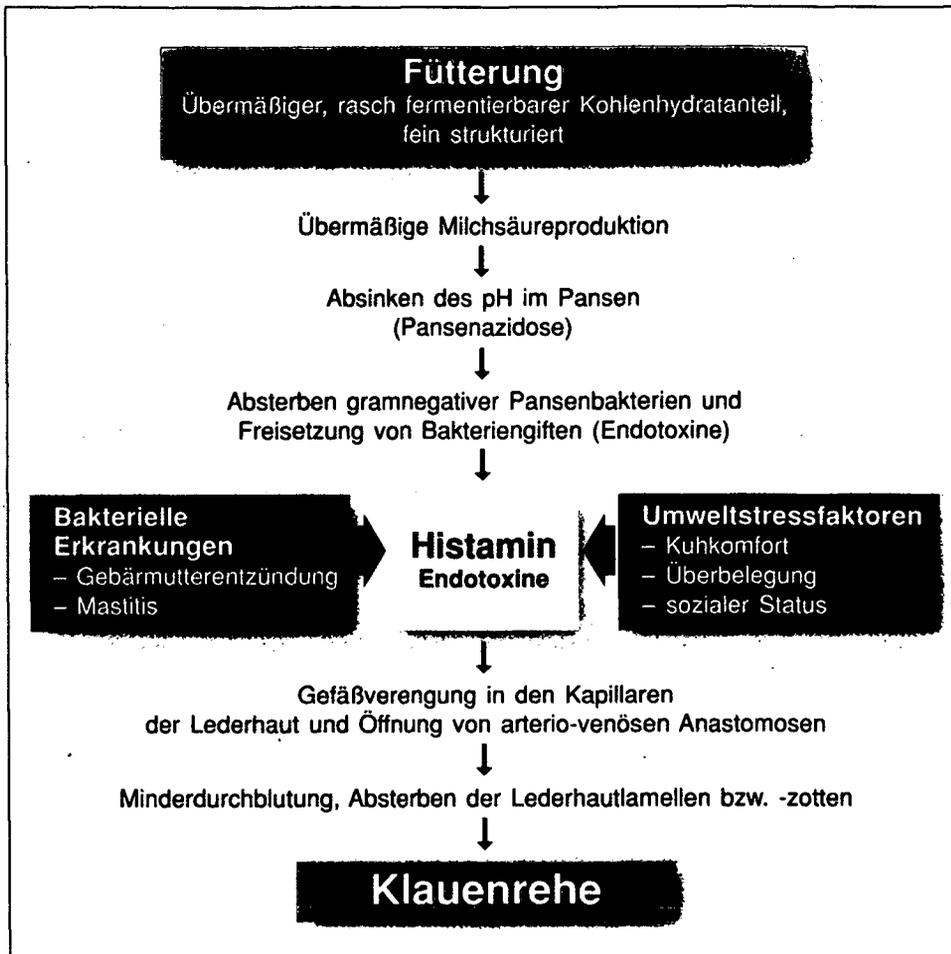


Abb. 1: Entstehung von Klauenrehe (aus KOFLER und GASTEINER, 2002)

KOFLER und GASTEINER (2002) empfehlen, hohe Rohproteingehalte in der Ration (über 18 %) in Kombination mit einem deutlichen N-Überschuss im Pansen zu vermeiden, und berichten weiters von erhöhten Nitritwerten sowie Mykotoxinen als (mögliche) Auslöser von Klauenrehe.

## 2.1.4. Einfluss der Rationsgestaltung auf Gesundheit und Wohlbefinden

Nachstehende schematische Darstellung zeigt die komplexen Zusammenhänge, die im Bereich Fütterungsregime bestehen.

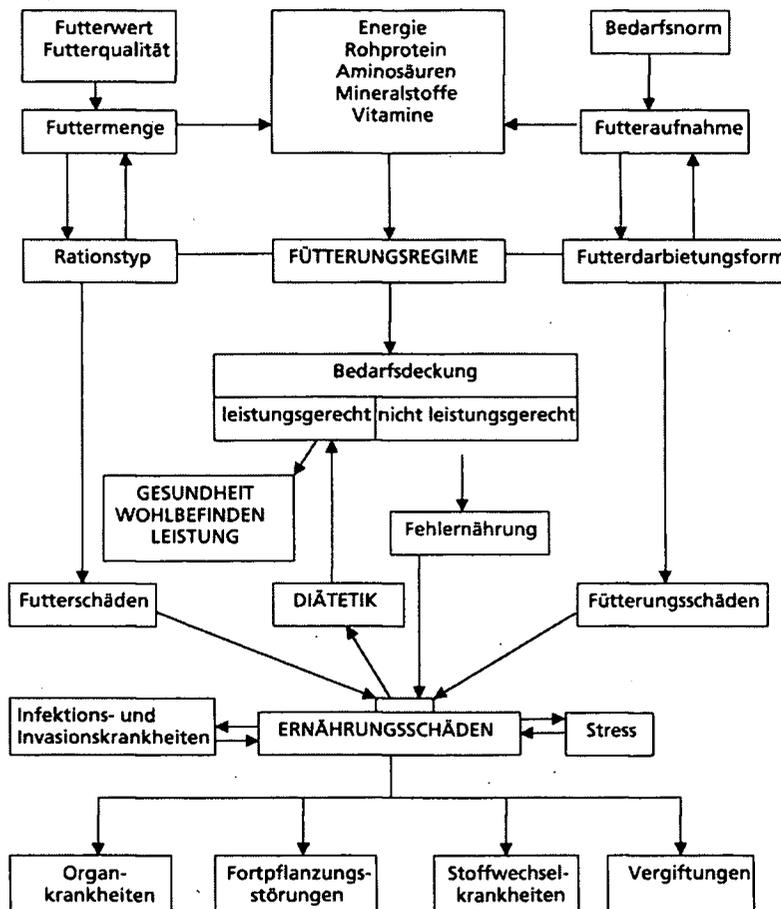


Abb. 2: Zusammenhänge zwischen Fütterungsregimes und Gesundheitsstörungen (nach ULBRICH et al., 2004)

Das Fütterungsregime in der Milchviehhaltung soll in erster Linie den ernährungsphysiologischen Bedarf der Tiere decken, sowie zur Maximierung der Milchmengenleistung beitragen. Zur Überprüfung der Rationsgestaltung stehen dem/r MilchviehalterIn mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, die hauptsächlich auf physiologischer Basis beruhen. Dazu zählen die über die Milchleistungskontrolle erhobenen Milchinhaltstoffe, sowie die Einschätzung

der Kotbeschaffenheit nach Geruch, Farbe und Konsistenz (STEINWIDDER und WURM, 1998, 2002).

Auch mithilfe der subjektiven Körperkonditionsbeurteilung (BCS = Body condition scoring) können Aussagen bezüglich Fütterung und Gesundheitszustand eines Tieres oder der gesamten Herde getroffen werden (STEINWIDDER et al., 1997).

Die genannten Verfahren werden zusätzlich zur (größtenteils computergesteuerten) Rationsberechnung angewendet, da zwischen berechneter und aufgenommener Menge oft erhebliche Unterschiede auftreten. Umso wichtiger ist daher eine regelmäßige, gewissenhafte Tierbeurteilung sowie Beobachtung des Einzeltieres und des Bestands, um möglichst früh Fehler oder Probleme in der Rationsplanung zu erkennen. STEINWIDDER und WURM (2002) empfehlen beispielsweise die Wiederkauaktivität zu beobachten. Falls weniger als 60 % der liegenden Tiere 1 bis 2 Stunden nach der Fütterung nicht wiederkauen, ist die physikalische Struktur der Ration nicht ausreichend. Eine der möglichen gesundheitlichen Folgen bedingt durch nicht wiederkäuergerechte Rationen wird im Kapitel 2.1.3. beschrieben.

Aus diesem Grund wäre denkbar, neben den oben erwähnten Kontrollverfahren als zusätzliche Entscheidungsunterstützung in der Rationszusammensetzung ethologische Parameter heranzuziehen, beziehungsweise näher zu betrachten. Anhand der Dauer gewisser Verhaltensweisen können Rückschlüsse auf Gesundheit und Wohlbefinden gezogen werden (s. Kap. 2.3.).

So gesehen wäre es in weiterer Folge sinnvoll, das Fütterungsregime dahingehend zu optimieren, dass nicht nur die Futteraufnahme und damit die Leistung maximiert werden, sondern dadurch das Verhalten der Kühe so „gesteuert“ wird, dass ideale Voraussetzungen für Gesundheit und Wohlbefinden ermöglicht werden.

## 2.2. Verhalten des Rindes - Grundaktivitäten

Das komplette Verhaltensinventar einer Tierart lässt sich in bestimmte Funktionskreise gliedern, die aus einzelnen Verhaltensweisen mit gleicher Motivation und/oder Funktion bestehen. Im Folgenden soll ein Überblick über die Grundaktivitäten Fressen, Liegen und Wiederkauen gegeben werden, insbesondere hinsichtlich Dauer der genannten Verhaltensweisen. Mögliche Einflussfaktoren werden näher beschrieben.

### 2.2.1. Nahrungsaufnahmeverhalten

Der Begriff Nahrungsaufnahmeverhalten umfasst die Aufnahme von Futter, Wasser und Milch, hingegen beschreibt Futteraufnahmeverhalten den Verzehr von Grund- und Kraftfutter (PORZIG und SAMBRAUS, 1991). Verhaltensweisen wie Kauen, Schlucken, Wiederkauen, Futterselektion, Lokomotionsverhalten während des Grasens, sowie Stehen und Ruhen während des Wiederkauens zählen ebenfalls zum Funktionskreis der Nahrungsaufnahme.

Zahlreiche Untersuchungen beschäftigten sich in der Vergangenheit mit Fragen zu Tagesrhythmus, Futteraufnahme(häufigkeit), Verzehrleistung, Verzehrsgeschwindigkeit, Bissgrößen etc. Das folgende Kapitel befasst sich hauptsächlich mit der täglichen Gesamtfressdauer sowie deren Einflussfaktoren. Angaben und Details zum Wiederkauverhalten werden im Kapitel 2.2.2. Liege- und Wiederkauverhalten gesondert behandelt. Auf das Wasseraufnahmeverhalten wird nicht näher eingegangen.

Die Futteraufnahme ist keineswegs das Ergebnis eines oder einiger weniger Einflussfaktoren; vielmehr steuern zahlreiche komplexe, sowohl tierbedingte, als auch futterbedingte Ursachen das Geschehen (GRUBER et al., 2001). Diese Aussage bezieht sich in erster Linie auf die aufgenommene Menge an Futter, dennoch erscheint sie auch auf die Dauer der Futteraufnahme anwendbar.

### **2.2.1.1. Futteraufnahmedauer auf der Weide vs. Stallhaltung**

Die Literaturangaben zur täglichen Futteraufnahmedauer unter seminatürlichen Bedingungen bewegen sich zwischen 4 und 13 Stunden. Der große Schwankungsbereich ist, neben exogenen Faktoren wie Vegetationsverhältnissen, Qualität des Futters (SAMBRAUS, 1978), Jahreszeit und Art der Weide (BOGNER und GRAUVOGL, 1984; s. Tab. 3) vor allem durch die Individualität der Tiere erklärbar. PORZIG und SAMBRAUS (1991) geben dafür, unter anderem, die tägliche Milchleistung, Alter, Körpermasse, Laktations- und Trächtigkeitsstand, Erfahrung etc. an. Diese individuellen, tierbezogenen Parameter haben natürlich auch bei Stallhaltung Einfluss auf die Fresszeit und werden daher später ausführlicher beschrieben.

Die unterschiedlich langen Grasezeiten bei verschiedenen Weidesystemen sind nach PORZIG und SAMBRAUS (1991) hauptsächlich auf das quantitative und qualitative Grasangebot, auf die Aufenthaltsdauer sowie auf die Selektionsmöglichkeit zurückzuführen. Auf der Standweide beispielsweise nimmt das Futterangebot, in quantitativer und qualitativer Art, täglich ab, längere Grasezeiten sind die Folge. Im Vergleich dazu müssen Rinder auf Portionsweiden, aufgrund des begrenzten Grasangebots und der kürzeren Aufenthaltsdauer, unter Zeitdruck grasen.

Bezüglich klimatischer Faktoren erkannte HANCOCK (1953) (nach PORZIG und SAMBRAUS, 1991), dass Temperaturunterschiede nur eine geringe Auswirkung auf die Futteraufnahmezeiten auf der Weide haben. Bei extremen Wetterereignissen geht jedoch der Futtermverzehr zurück beziehungsweise werden bei Temperaturen um 30°C die Futteraufnahmezeiten überwiegend in die Nachtstunden verlegt. Die Gesamtfresszeit bezogen auf 24 Stunden ändert sich aber nur geringfügig (ALBRIGHT, 1993).

Die botanische Zusammensetzung, die mit unterschiedlichen Standorten, sowie der Nutzungsintensität der Weide variiert, bestimmt die Qualität des Weidefutters. Dabei sind vor allem die Kriterien Verdaulichkeit und Trockensubstanzgehalt ausschlaggebend. Eine niedrige Verdaulichkeit (hoher Rohfasergehalt) verursacht längere Grasezeiten (PORZIG und SAMBRAUS, 1991). KIRCHGESSNER (2004) definiert die Qualität des Grundfutters als Verdaulichkeit, die wiederum von Grünlandbewirtschaftungsmaßnahmen

(Schnittzeitpunkt, Konservierung, etc.) abhängt. Nachdem sich ein hoher Rohfasergehalt negativ auf die Verdaulichkeit auswirkt, kann, analog zu den Grasezeiten, davon ausgegangen werden, dass eine niedrige Verdaulichkeit des Grundfutters auch zu längeren Futteraufnahmezeiten bei Stallhaltung führt.

In der Stallhaltung bestimmen andere oder zusätzliche Faktoren die Fressdauer. Umwelteinflüsse nehmen an Bedeutung ab, während der Tagesrhythmus hauptsächlich durch Managementmaßnahmen (vor allem Fütterungs- und Melkzeiten) festgesetzt wird, wodurch auch die Dauer der Futteraufnahme reguliert werden kann.

Tab. 1: Einflussfaktoren auf die Dauer der täglichen Futteraufnahme

Tierbezogene Faktoren	Ergänzende Faktoren
Zustand des Rindes	Haltungsform
Alter	Stalleinrichtungen
Rasse	Anzahl an Fressplätzen
Sozialer Rang	Fressplatzbreite
Milchleistung	Fütterungstechnik

Nach Untersuchungen von COLLIS et al. (1980) reduziert sich die Gesamtfresszeit von kranken Tieren. Gleichzeitig stellten die Autoren fest, dass Kühe im Östrus entweder häufiger oder seltener zum Fressplatz kamen, als jene Kühe, die sich nicht im Östrus befanden.

Angaben von PORZIG und SAMBRAUS (1991) zufolge gibt es einen Zusammenhang zwischen Milchleistung und Futteraufnahmedauer. Demnach fressen Kühe mit einer hohen Milchleistung bei der Selbstfütterung am Silo länger als Tiere mit einer geringeren Leistung. Parallel dazu unterscheidet sich auch die Aufenthaltszeit am Silo ohne Futteraufnahme.

Der Einfluss der Rasse auf die Fressdauer ist nicht eindeutig. SENN et. al. (1995) verglichen das Futteraufnahmeverhalten von Kühen der Rassen Holstein Friesian, Simmental und Jersey. Dabei zeigte sich, dass die Gesamtfresszeit der Jersey-Kühe bezogen auf 24 Stunden signifikant länger war als jene der Rasse Simmental. Mögliche Ursachen für diesen Effekt werden von den Autoren nicht genannt. Dass Holstein Friesians Futter rascher aufnehmen als

Jersey Kühe versuchen CAMPLING und MORGAN (1981) durch einen Zusammenhang mit der Körpergröße zu erklären. PORZIG und SAMBRAUS (1991) vermuten ebenfalls, dass die unterschiedlichen Grasezeiten auf die Körpergröße, und nicht auf die Rasse, zurückzuführen sind.

Auch der soziale Rang, der unter anderem von Alter, Körpergewicht und Körpergröße abhängt (ALBRIGHT und ARAVE, 1997), nimmt Einfluss auf die Fresszeit. Bei limitiertem Fressplatzangebot verbringen dominante Kühe mehr Zeit mit der Futteraufnahme als rangniedere, mittelrangige Tiere die wenigste Zeit mit Fressen (FRIEND und POLAN, 1974). KONGGAARD und KROHN (1975) (nach BAEHR, 1984) beobachteten, dass ranghohe Kühe bei begrenztem Futterangebot schneller fraßen als rangniedere, und so mehr Futter aufnahmen.

Trotzdem sind die Autoren der Meinung, dass der soziale Rang keinen signifikanten Einfluss auf die Fresszeit hat.

Die Stalleinrichtung, insbesondere die Gestaltung des Futtertisches sowie die Ausführung des Fressgitters beeinflussen ebenfalls die Dauer der Futteraufnahme. Abtrennungen im Fressplatzbereich ermöglichen unterlegenen Kühen längere Futteraufnahmezeiten als bei fehlender Fressplatzabgrenzung, Unterteilungen im Bereich der Krippe erwiesen sich als besonders effektiv (BOUISSOU, 1970, nach ALBRIGHT und ARAVE, 1997).

Fressplatzverdrängungen und soziale Auseinandersetzungen treten verstärkt dann auf, wenn es nicht allen Kühen möglich ist, zur gleichen Zeit zu fressen. Dabei spielen nicht nur die Anzahl der Fressplätze eine Rolle, sondern auch die Verfügbarkeit des Futters und die Fressplatzbreite. FRIEND et al. (1977) geben als kritische Fressplatzbreite 0,1 Meter (m) pro Kuh an, allerdings hatten die Kühe 21 Stunden lang Zugang zum Futter. Obwohl in der Untersuchung von COLLIS et al. (1980) bei einer Abnahme der Fressplatzbreite von 45 Zentimetern (cm) auf 15 cm die Gesamtfresszeit zurückging, konnte der Zusammenhang statistisch nicht abgesichert werden.

Wie aus Tab. 2 ersichtlich, übt die Haltungsform einen wesentlichen Einfluss auf die tägliche Gesamtfresszeit aus.

Tab. 2: Durchschnittliche tägliche Fresszeit (min) von Milchkühen bei verschiedenen Aufstallungsformen (nach BOGNER und GRAUVOGL 1984)

Aufstallungsform	MUCHOW (1968)	NYGAARD (1969)	KAISER (1971)	DAELEMANS u. LAMBRECHT (1972)	SÜSS (1973)
<b>Anbindestall:</b>					
Kurzstand mit Einstreu	-	-	-	249	-
Kurzstand mit Gitterrost	-	275	-	193	-
<b>Laufstall:</b>					
Offenlaufstall m. Tiefstreu	-	318	-	-	-
Tieflaufstall	-	-	-	242	-
Laufstall m. Spaltenboden	-	324	-	-	-
Liegeboxenlaufstall	317	281	260	236	241
Liegeb. m. Selbstfütt.*	-	-	-	-	173
Fressliegeboxenstall	-	-	-	-	272
Fangboxenstall	-	-	-	-	273

\*Tier/Fressplatz-Verhältnis 3:1

Nach den Ergebnissen von KREIML (2001) verbringen Masttiere bei gleicher Rationsgestaltung in Anbindehaltung um 6 % (bezogen auf einen 12-stündigen Beobachtungstag) mehr Zeit mit der Futteraufnahme als Tiere in Auslaufhaltung (Koppelhaltung mit überdachtem Fress- und Liegeplatz).

Aus vielen Untersuchungen geht hervor, dass die Art der Fütterung (Fütterungstechnik) die Fressdauer deutlich beeinflusst. So zeigen aus der Literatur zusammengefasste Ergebnisse den positiven Zusammenhang zwischen der zur Futteraufnahme zur Verfügung stehenden Zeit und der täglichen Gesamtfressdauer (CAMPLING und MORGAN, 1981). Die Unterschiede zwischen ad libitum und restriktiver (4-5 Stunden Futtervorlage) Fütterung betragen im Durchschnitt 154 Minuten bei Heufütterung. Neuere Versuche (DEVRIES et al., 2005) weisen auf eine Erhöhung der Futteraufnahmezeit bei häufigerer Futtervorlage (2 x tägl. vs. 1 x tägl. beziehungsweise 4 x tägl. vs. 2 x tägl.) hin. PHILLIPS und RIND (2001) stellen hingegen fest, dass Kühe bei täglicher TMR-Fütterung weniger Zeit mit der Futteraufnahme verbringen als Kühe, die nur jeden zweiten Tag gefüttert

werden. Nach SAMBRAUS (1978) grasen Milchkühe nach dem Melken besonders intensiv. DEVRIES und von KEYSERLINGK (2005) gingen der Frage nach, ob das Zurückkehren vom Melken oder das Vorlegen von frischem Futter einen stärkeren Effekt auf das tägliche Futteraufnahme- und Ruheverhalten verursacht. Dabei kamen die Autoren zu dem Ergebnis, dass Kühe pro Tag im Vergleich zu gleichzeitigen Melk- und Fütterungszeiten um 12,5 % länger fressen, wenn sie 6 Stunden nach dem Melken gefüttert werden. Dieser Effekt geht mit einer 82%igen längeren Fressdauer während der ersten Stunde, nachdem frisches Futter vorgelegt wurde, einher. Zusätzlich nahm die Fresszeit in der ersten Stunde nach dem Melken um 26 % ab.

### 2.2.2. Liege- und Wiederkauverhalten

Die tägliche Wiederkauzeit beträgt zwischen 4 und 9 Stunden, verteilt auf 4 bis 13 Perioden (pro Periode im Durchschnitt 35 Minuten) (PORZIG und SAMBRAUS, 1991). Der zeitliche Schwerpunkt des Wiederkauens fällt auf die Nachtstunden, dabei wird die Nahrung überwiegend im Liegen wiedergekaut (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). PORZIG und SAMBRAUS (1991) führen dies auf den hohen Energieaufwand, der für das Wiederkauen erforderlich ist, zurück, wofür auch die nach jeder Wiederkauperiode auftretende Ruhephase spricht. Die Art des Futters (Partikellänge) wirkt sich folgendermaßen auf die Wiederkaudauer aus: Die Zahl der Wiederkaubewegungen liegt bei Heugabe bei etwa 20 000 (bezogen auf 24 Stunden; Wiederkaudauer ca. 6 Stunden), jedoch bei Heumehlpellets nur noch bei 7000, beziehungsweise 2 Stunden (PIATKOWSKI, 1977 nach PORZIG und SAMBRAUS, 1991). Je höher die Trockenmasse-Aufnahme, desto länger fällt die Wiederkauaktivität aus, die Anzahl der Wiederkauperioden bleibt aber unverändert.

Literaturangaben zur täglichen Liegedauer bewegen sich zwischen 8 und 13 Stunden; diese ist damit deutlich länger als die Tiefschlafdauer von insgesamt 30 Minuten pro Tag (SAMBRAUS, 1978). Zusätzlich stellen BOGNER und GRAUVOGL (1984) große individuelle Unterschiede fest. Die Einflussfaktoren auf die Gesamtliegezeit sind mit jenen der Futteraufnahme mehrheitlich identisch, das bedeutet, dass sowohl tierbedingte (zum Beispiel Rasse, Alter,

etc.), als auch nicht tierbedingte Faktoren die Dauer des täglichen Liegens bestimmen. Leichte und junge Kühe liegen weniger lang als schwere, ältere. Rangniedere Tiere verbringen ebenfalls weniger Zeit im Liegen verglichen mit ranghohen. (SAMBRAUS, 1978). Entsprechende Zusammenhänge konnte auch BAEHR (1984) feststellen. Weiters beobachtete die Autorin, dass sich brünstige Kühe im Gegensatz zu gesunden Kühen aktiver verhalten, kranke Tiere dagegen ihre Aktivität deutlich reduzieren. Nach Angaben von SAMBRAUS (1971c) verkürzen brünstige Kühe ihre Liegedauer um mehr als die Hälfte.

Bedingt durch die zeitintensivere Futteraufnahme liegen Rinder auf der Weide weniger lang als bei Stallhaltung. Die Aufstallungsform spielt eher im Bereich Liegehäufigkeit eine Rolle, dabei besonders die Gestaltung des Liegeplatzes. Bei einstreuloser Haltung stehen Rinder öfter auf, jedoch unterscheidet sich die Gesamtliegezeit verglichen mit eingestreuten Systemen nicht (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Eine um bis zu zwei Stunden reduzierte Liegezeit bei einstreulosen Liegeboxen im Vergleich zu Liegeboxen mit elastischen Belägen konnten allerdings MARTEN und WOLF (1999) (nach VON BORELL, 1999) nachweisen. Nach Beobachtungen von BREITENBAUMER (1998) liegen Milchkühe im Tretmiststall durchschnittlich etwa gleich lange wie im Liegeboxenlaufstall, unbeeinflusst von der Jahreszeit (Winter vs. Frühsommer), die Anzahl der Liegeperioden im Haltungssystem Tretmiststall ist aber vermutlich aufgrund häufigeren Aufjagens höher.

Versuche von DEVRIES et al. (2005) zeigen, dass die Häufigkeit der Futtervorlage zwar keinen Einfluss auf die tägliche Gesamtliegedauer hat, sehr wohl aber auf die Liegephasen. Werden Kühe zweimal täglich gefüttert, legen die Tiere nur zwei, dafür ausgedehntere Liegeperioden ein im Vergleich zu vier Liegephasen bei viermaliger Fütterung. Nach DEVRIES und von KEYSERLINGK (2005) hat der Zeitpunkt der Fütterung (direkt nach dem Melken vs. 6 Stunden später) keine Auswirkungen auf die Gesamtliegedauer, die in ihrer Untersuchung im Durchschnitt 12,3 Stunden betrug. Das Muster des Liegeverhaltens wird allerdings durch den Fütterungszeitpunkt beeinflusst. Die Tiere, die Zugang zu frischem Futter unmittelbar nach dem Melken hatten, legten sich um durchschnittlich 20 min später nieder im Gegensatz zu jenen Kühen, die erst 6 Stunden nach dem Melken gefüttert wurden.

KREIML (2001) verglich unter anderem den Einfluss der Rationsgestaltung auf das Verhalten von Maststieren. Dabei zeigte sich (in Anbindehaltung), dass die Stiere bei alleiniger Pelletfütterung länger lagen als jene Tiere, die eine Maissilage-Krafftuttermischung erhielten.

Die Grundaktivitäten Fressen, Liegen und Wiederkauen stehen in engem Zusammenhang. So verlängert eine rasche Futteraufnahme die Wiederkauzeit (BALCH, 1971, nach CAMPLING und MORGAN, 1981), lange Grasezeiten führen zu einer Verkürzung der Liegedauer, da das Selektieren und Abrupfen der Pflanzen deutlich mehr Zeit in Anspruch nimmt als die Aufnahme vorgelegten Futters im Stall (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). Folgende Tabelle zeigt die Auswirkungen unterschiedlich langer Fresszeit auf die Dauer der beiden anderen Verhaltensweisen am Beispiel der Grasezeit bei unterschiedlichen Weidesystemen.

Tab. 3: Einfluss des Weidesystems auf die Grasezeit (HAUPTMAN 1972, nach BOGNER und GRAUVOGL, 1984)

Tägliche Grasezeit bei Weidebetrieb in Stunden			
	Standweide	Umtriebsweide	Portionsweide
Grasen	10,42	9,10	7,35
Wiederkauen	7,58	7,04	7,55
Liegen	5,20	7,46	9,10

### 2.3. Zusammenhänge zwischen Dauer der Grundaktivitäten und Gesundheit, Leistung und Wohlbefinden

Im Kapitel „Wiederkäuergerechte Fütterung“ wurde bereits die Wichtigkeit des Wiederkauens für den Organismus erwähnt.

Wiederkauen ist eine Anpassung des Rindes, große Mengen an pflanzlichem Material rasch aufzunehmen und so Zellulose, die durch körpereigene Enzyme nicht spaltbar ist, zu einem späteren Zeitpunkt zu verdauen. Zusätzlich erfüllt das Wiederkauen auch den Zweck der Speichelbildung (bis zu 180 Liter und mehr pro Tag). STEINWIDDER und WURM (2002) berichten bei optimalen

Rationsbedingungen und hoher Wiederkautätigkeit von bis zu 300 Liter Speichel pro Tag. Durch den Speichel wird der pH-Wert im Pansen stabilisiert, was zur Aufrechterhaltung der Lebensbedingungen für die Pansenmikroben beiträgt. Kauen und Wiederkauen werden auch als Zeichen für Wohlbefinden interpretiert (JEROCH et. al., 1999; ULBRICH et al., 2004).

Da Rinder überwiegend im Liegen wiederkauen, sollten möglichst alle Maßnahmen getroffen (und umgesetzt) werden, die optimale Liegebedingungen schaffen und so zu ausreichend langen Ruhezeiten führen. Liegen entlastet nicht nur die Klauen, sondern fördert auch deren Trocknung (saubere, trockene Fläche vorausgesetzt). Folglich werden die Keimbelastung und damit das Risiko einer bakteriellen Klauenerkrankung reduziert. Im Liegen erholt sich der gesamte Organismus.

Zwischen Liegezeit und Milchleistung besteht ein positiver Zusammenhang (REINBRECHT, 1969 nach BAEHR, 1984), der auf eine eventuell verbesserte Durchblutung des Euters zurückzuführen ist. Extrem lange Liegezeiten und/oder eine signifikant geringere Anzahl an Liegeperioden können jedoch ein Hinweis auf Erkrankungen beziehungsweise auf Fehler bei der Gestaltung des Liegeplatzes im Liegeboxenlaufstall (Anbringung des Nackenriegels, Abmessungen, etc.) sein. BREITENBAUMER (1998) führt dies darauf zurück, dass zum Beispiel ein zu niedriger Nackenriegel den Kühen beim Abliegen und Aufstehen Schwierigkeiten bereitet und die Tiere deshalb diese Vorgänge meiden.

URTON et al. (2005) konnten nachweisen, dass Milchkühe, bei denen 3 Wochen nach der Abkalbung Anzeichen von Metritis (Gebärmutterentzündung) auftraten, in dem Zeitraum 2 Wochen vor und 3 Wochen nach der Geburt um durchschnittlich 22 min pro Tag weniger Zeit am Fressplatz verbrachten als gesunde Kühe.

Aus den oben genannten Beispielen ist ersichtlich, dass sowohl die Futteraufnahmezeit als auch die Zeitbudgets hinsichtlich Liegen und Wiederkauaktivität aufschlussreiche Informationen bezüglich Tiergesundheit und Wohlbefinden liefern können.

### 3. Tiere, Material und Methoden

Die vorliegende Untersuchung ist Teilprojekt einer Dissertation zum Thema „Optimierung der betriebseigenen Proteinversorgung von Milchkühen im österreichischen, ökologisch bewirtschafteten Grünland“ (VELIK, 2007).

#### 3.1. Untersuchungsbetrieb

Die Untersuchung fand im Zeitraum zwischen November 2005 und März 2006 an der HBLA Ursprung/Elixhausen, Salzburg statt.

Der biologisch wirtschaftende Betrieb liegt auf 570 m Seehöhe. Die Milchviehherde mit einem jährlichen Stalldurchschnitt von 7500 kg Milch umfasst ca. 20 Kühe der Rasse Holstein Friesian. Die Tiere werden in einem Liegeboxenlaufstall gehalten, und 2 x täglich in einem 2x3 Fischgrätenmelkstand gemolken.

#### 3.2. Versuchsdesign

Der Versuch wurde im Change-over Design angelegt. Dadurch wird die Anzahl der Kühe in der Untersuchung erhöht und ein Vergleich innerhalb der Tiere, und nicht zwischen den Tieren, ermöglicht.

Zu Versuchsbeginn wurde die Herde in zwei Gruppen aufgeteilt mit annähernd gleicher Milchleistung, Laktationsstadium und Laktationszahl. Die Gruppen erhielten entweder eine Versuchs- oder eine Kontrollration (s. Kap. Fütterungsregime).

Nach der Hälfte des Untersuchungszeitraums wurde das Fütterungsregime zwischen den beiden Gruppen getauscht, sodass die Tiere, die vorher die Versuchsration erhielten, ab diesem Zeitpunkt die Kontrollration vorgelegt bekamen und umgekehrt.

Es wurden Daten von insgesamt 22 Kühen aufgenommen. Da es aber während des Versuchszeitraums Abgänge gab beziehungsweise die Daten von während des Untersuchungszeitraums abkalbenden Tieren und trockenstehenden Kühen

nicht in die statistische Auswertung eingingen, standen somit die Daten von 12 Tieren (6 Milchkühe pro Gruppe) für die Auswertung zur Verfügung.

Tab. 4: Mittelwerte und Standardabweichung (Stdabw.) der Merkmale Milchleistung, Laktationstag und Laktationszahl je Gruppe zum Zeitpunkt der Gruppeneinteilung

Merkmal	Anzahl der Kühe	Milchleistung, kg		Laktationstag		Laktationszahl	
		Mittelwert	Stdabw	Mittelwert	Stdabw	Mittelwert	Stdabw
Gruppe 1	6	25,8	6,13	87,3	32,0	3,2	2,32
Gruppe 2	6	25,6	5,91	88,3	78,7	2,2	0,75
gesamt	12	25,7	5,74	87,8	57,3	2,6	1,72

### 3.3. Fütterungsregime

Vor Beginn der Untersuchungen wurde die gesamte Herde mit einer aufgewerteten Mischration gefüttert. Während der Versuchsphase erhielten beide Gruppen betriebseigene Kleegrassilage ad libitum sowie zusätzlich 1,5 kg Heu zur Strukturergänzung in Form von Einzelkomponenten. Zweimal täglich bekamen die Kühe aus der Kontrollgruppe jeweils 0,5 kg Getreide-Mais-Mischung direkt auf die Kleegrassilage vorgelegt, die Tiere aus der Versuchsgruppe dagegen jeweils 4 kg Maissilage (FM). Kühe mit mehr als 18 kg Milchleistung erhielten für je 2 kg Milchmehrleistung 1 kg Krafffutter (Alpenkorn Milch 15, Firma Garant). Diese Krafffuttergabe erfolgte über eine Abrufstation mittels Transponder und wurde automatisch an die tierindividuelle Milchleistung angepasst.

In den Tabellen 4 und 5 sind die beiden Rationen, sowie das tägliche Fütterungsmanagement in den Erhebungsperioden und die Inhaltsstoffe der Futtermittel, bezogen auf TM, dargestellt

Tab. 5: Zusammensetzung der Versuchs- (V) und Kontrollration (K)

	K	V
Morgen Kleegrassilage Maissilage, kg FM/Kuh Getr.-Mais-M., kg FM/Kuh Heu, ca. kg FM/Kuh	ad libitum 0,5 1	ad libitum 4
Mittag Heu, ca. kg FM/Kuh	1,5	1,5
Abend Kleegrassilage Maissilage, kg FM/Kuh Getr.-Mais-M., kg FM/Kuh	ad libitum 0,5	ad libitum 4
Kraftfutter, kg FM	0,5 je kg Milchleistung > 18 kg/Tag	0,5 je kg Milchleistung > 18 kg/Tag

Tab. 6: Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel (bezogen auf TM)

Merkmal	Kleegrassilage	Heu	Maissilage	Getreide-Mais- Mischung	Alpenkorn Milch 15
TM,g	449	851	320	885	890
XA,g	103	78	41	21	60
XL,g	32	28	31	27	30
XP,g	152	106	72	106	169
XF,g	239	306	191	36	101
NDF,g	416	554	423	158	272
ADF,g	294	332	202	44	112
NEL,MJ	5,9	4,9	6,6	8,5	7,5
nXP,g	136	115	131	165	170
RNB,g	3	-1	-9	-9	0

### 3.4. Versuchsdurchführung

Anfang November 2005 fand zunächst eine einwöchige Angewöhnungsphase an das Calan-Gates-System statt. Durch das Calan-Gates-System ist eine tierindividuelle Erfassung der Grundfutteraufnahme möglich. Zur Angewöhnung wurden die Milchkühe mit einem Halsband-Transponder ausgestattet, der ihnen das Öffnen eines ihnen zugewiesenen Calan-Türchens ermöglicht. Der Sender muss sich in einem bestimmten Bereich des Türchens befinden, damit sich dieses mit einem „Klack“-Geräusch öffnet. Alle Kühe konnten relativ zügig und problemlos an ihre Plätze angewöhnt werden.

Im Anschluss fand eine zweitägige Grunddatenerhebung unter für alle Tiere gleichen Fütterungsbedingungen (aufgewertete Grundration) statt. In dieser wurden Videoaufzeichnungen zur Messung der Fressdauer durchgeführt, sowie Daten zur Liegedauer erhoben. Die Gewöhnung an die zwei unterschiedlichen Rationen fand vom 14. November bis 04. Dezember statt.

Während der eigentlichen Versuchsphase fanden vier Erhebungsperioden zu je vier Tagen statt (je 2 Erhebungsperioden je Gruppe und Kontroll- bzw. Versuchsration). Diese dienten der tierindividuellen Erfassung der Dauer folgender Grundaktivitäten: Fressen, Liegen und Wiederkauen.

Die erste Erhebungsperiode erfolgte vom 05.12.2005 bis 09.12.2005, die zweite Erhebungsperiode vom 02.01.2006 bis 06.01.2006. Danach wurden die Gruppen bzw. die Rationen getauscht (Change-over Design), nicht aber die Futterplätze.

Vom 23.01.2006 bis 27.01.2006 und vom 20.02.2006 bis 24.02.2006 fanden die dritte und die vierte Erhebungsperiode statt.

Pro Erhebungsperiode wurde an je vier Tagen die tierindividuelle Fressdauer per Video ermittelt, sowie die tierindividuelle Liegedauer gemessen. Zusätzlich wurde von jedem Versuchstier über jeweils 24 Stunden die Wiederkaudauer erfasst. Im Anschluss an die vierte Erhebungsperiode wurde wieder auf die ursprüngliche Fütterung (aufgewertete Mischration) umgestellt, sodass eine Woche nach der vierten Erhebungsperiode eine zweitägige Enddatenerhebung,

die zur nochmaligen Messung der Fress- bzw. Liegedauer jedes Tieres diene, unter für alle Kühe erneut gleichen Fütterungsbedingungen (aufgewertete Grundration) stattfand.

Abbildung 3 stellt den Liegeboxenlaufstall sowie die während der Versuchsdurchführung fixen Fressplätze dar; die unterhalb der Fressplätze eingezeichnete Gruppeneinteilung samt Erhebungsperioden (s. Kap. Versuchsdurchführung) soll die praktische Durchführung des Versuchs verdeutlichen.

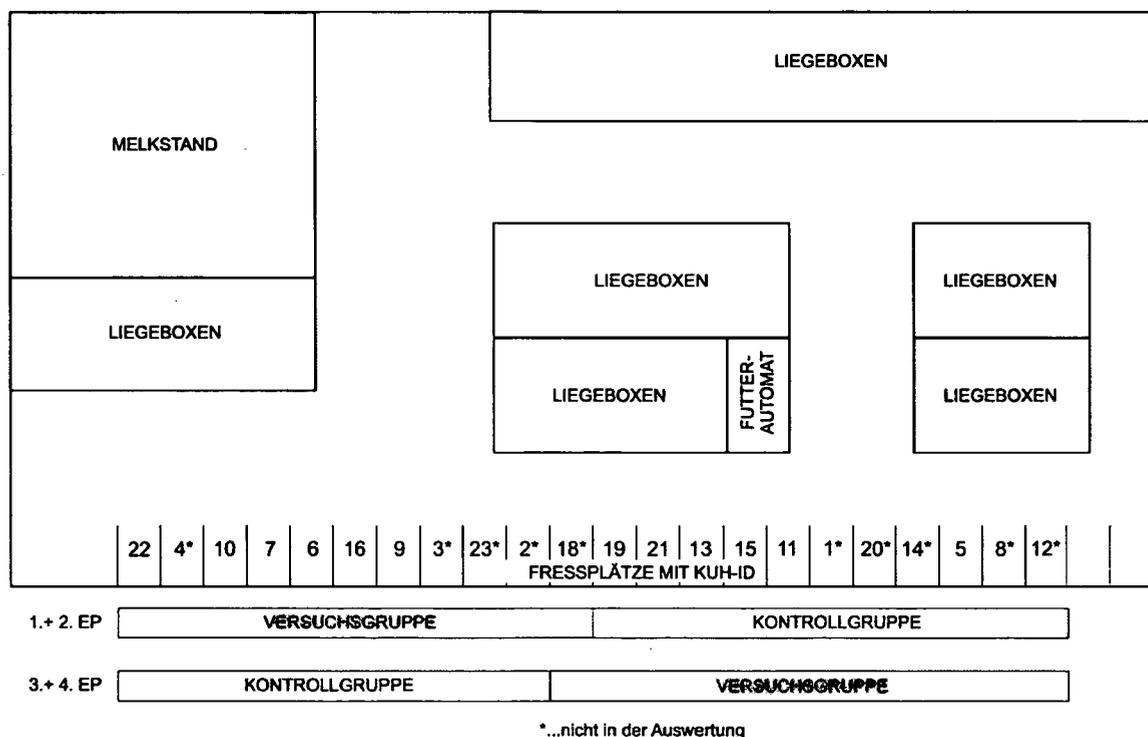


Abb. 3: Stallskizze mit schematischer Darstellung des Versuchsdesigns und Zuordnung der Fressplätze/Einzeltiere zu den jeweiligen Gruppen

### 3.4.1. Erfassung und Auswertung der Fressdauer

Die tierindividuelle Fressdauer wurde mithilfe von Calan-Gates und drei analogen Videokameras, die oberhalb des Futtertisches montiert wurden, erfasst. Die Kameras wurden so angebracht, dass der gesamte Fressbereich der Milchkühe, die Kraffutterabrufstation, sowie Teile des Liegebereiches einsehbar waren.

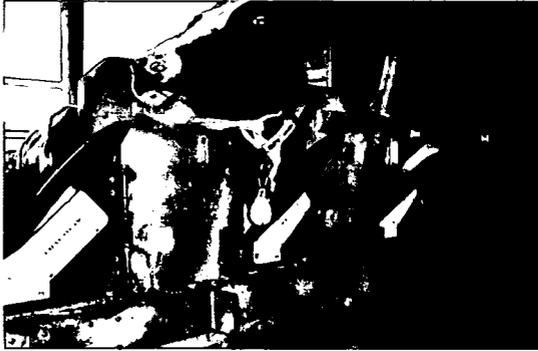


Abb. 4: Calan-Gates

Videoaufzeichnungen wurden an je zwei Tagen in der Grund- bzw. Enddatenerhebung und an jeweils vier Tagen in den vier Erhebungsperioden durchgeführt. Die Aufzeichnungen erfolgten im 180 Minuten Modus (ca. 8 Bilder/sec) mittels digitalem Multiplexer (Dedicated Micros, System sprite Duplex) und VHS-Videorecorder (Panasonic, AG-TL 550).

Die Videokassetten wurden jeweils nach 24 Stunden gewechselt.

Die Auswertung der Videoaufnahmen erfolgte tierindividuell mittels Teil-Zeit-Beobachtung im 5 Minuten Abstand. Zu jedem Beobachtungszeitpunkt wurde jeder Fressplatz kontrolliert und entweder die Ziffern 1 bei „Kuh frisst“ oder 0 bei „Kuh frisst nicht“ direkt in eine Microsoft-Exceltabelle eingegeben.

Fressplatz/Zeit	24	23	22	21	20	19	18	.....
17:45	0	0	1	1	1	1	1	1
17:50	0	0	0	1	1	1	1	1
17:55	0	0	0	1	0	0	1	1
18:00	1	0	0	0	0	0	0	1
18:05	1	0	0	0	0	0	0	1
18:10	0	0	0	0	0	0	0	0
18:15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:20	0	0	0	0	0	0	0	0
18:25	0	0	0	0	0	0	0	0
18:30	0	0	0	0	0	0	0	0
18:35	0	0	0	0	0	1	0	1
18:40	0	0	0	0	0	0	0	0
18:45	0	0	0	0	0	1	0	0
18:50	0	0	0	0	0	1	0	1
18:55	0	0	0	0	0	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	0	0	1
19:05	0	0	0	0	0	0	0	0
19:10	0	0	0	0	0	0	0	0
.....	0	0	0	0	0	0	0	0

Abb. 5: Tierindividuelle Teil-Zeit-Beobachtung, Ausschnitt aus der Excel-Datei

### 3.4.2. Erfassung und Auswertung des Liegeverhaltens

Die Liegedauer wurde mithilfe von Datenloggern (Tinytag TGPR-0704 Re-Ed) mit ca. 16.000 Speicherplätzen, die mit einem Lagesensor versehen waren, gemessen. Ab einem Winkel von 45° wird der Neigesensor aktiviert, der Logger registriert somit eine Änderung der Position, in welcher sich das Kuhbein gerade befindet.



Abb. 6: Datenlogger (gelb) und Schutztasche

Um eine exakte, zuverlässige Datenerfassung zu gewährleisten, war es vor Anbringen am Metatarsus der Kuh notwendig, die Sensoren auf Funktionsfähigkeit zu überprüfen und zu programmieren. Jeweils während des Abendmelkens wurden die Tinytag-Logger in gepolsterte Taschen verpackt, um Scheuerstellen am Kuhbein zu vermeiden, und mit einer selbsthaftenden Bandage an einem Hinterbein zwischen Sprung- und Fesselgelenk befestigt. Zuvor wurden die Liege-Logger auf ein 30-sec-Messintervall programmiert um eine durchgehende Datenerhebung über vier Tage zu ermöglichen.



Abb. 7: Verpackter Liegesensor am Kuhbein

Zur Auswertung der Liege-Logger wurden die Daten mithilfe des Software-Programms Gemini Logger Manager (GLM, Version 2.8) ausgelesen. Das Auslekabel verbindet den Logger direkt mit einem PC oder Laptop.

Die Datenerfassung erfolgte in mV-Einheiten, wobei die Ziffer 0 „Stehen“ und die Zahl 2500 „Liegen“ bedeutete. Die Daten wurden im GLM Programm gespeichert und zur weiteren Bearbeitung in Microsoft-Excelltabellen exportiert. Anschließend wurden die Werte in 1 für „Stehen“ und in 0 für „Liegen“

umgewandelt. Um nicht plausible Einzelwerte wie zum Beispiel einmalige, 30 sec andauernde „Liegeperioden“ zu entfernen, wurden die Loggerdaten mithilfe von Makros in Microsoft-Excel korrigiert. Diese fehlerhaften Werte können dadurch entstehen, dass zum Beispiel eine Kuh sich im Zwischenschenkelbereich leckt und dabei das Bein in einer Position hält, in der der Lagesensor „Liegen“ misst.

Pro Kuh beziehungsweise pro Liege-Logger wurde eine Exceltabelle erstellt, und die Liegedauer durch Multiplikation der 0-Werte (für Liegen) mit dem Messintervall ermittelt. Die Anzahl der Liegeperioden wurde mittels Makro berechnet, das die Übergänge von 0 auf 1 auszählte. Die Periodendauer errechnet sich aus der Gesamtliegezeit pro Tag dividiert durch die Anzahl der Liegeperioden pro Tag.

### 3.4.3. Erfassung und Auswertung der Wiederkaudauer

Für die Messung der tierindividuellen Wiederkaudauer wurden Wiederkausensoren der Firma Vocaltag eingesetzt. Der an einem Halsband befestigte Vocaltag-Wiederkausensor besteht aus einem berührungssensitiven Mikrofon, welches die Geräusche beim Wiederkauen aufnimmt, und wird unmittelbar hinter dem Kuhohr positioniert. Die dazu gehörige Antenne soll in einem Bereich, in dem sich die Rinder überwiegend bewegen, zentral platziert werden.

Über die Antenne gelangen die Signale zu einer Receiverbox, in welcher die Daten gespeichert und mit einem angeschlossenen PC oder Laptop heruntergeladen werden können.

Durch die Vocaltag Software werden die Daten in Tabellenform dargestellt, sodass theoretisch von jedem Sensor sekundengenaue Wiederkaudaten abrufbar sind.

Die Aufteilung der vier Wiederkausensoren erfolgte zufällig auf jeweils zwei Tiere pro Gruppe, wobei jede Kuh pro Erhebungsperiode möglichst immer denselben Sensor erhielt.



Abb. 8: Lage des Wiederkausensors

Zur Auswertung der Wiederkaudaten wurde während des Abendmelkens die Receiverbox an einen Laptop angeschlossen, und die Daten heruntergeladen. Zeitgleich wurden die Wiederkausensoren gewechselt, damit pro Erhebungsperiode von jeder Kuh die Wiederkauaktivität über 24 Stunden aufgenommen werden konnte. Die weitere Bearbeitung der Daten erfolgte über Microsoft-Exceltabellen.

### 3.5. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (Statistic Analysis System, 1999, Version 8.0).

Als Signifikanzgrenze wurde für alle Merkmale ein p-Wert von 0,05 gewählt.

Zunächst wurden die gesammelten Daten der Verhaltensmerkmale Fressen, Liegen, Liegeperioden, Periodendauer und Wiederkauen, sowie die Daten bezüglich Futteraufnahme (Gesamtfutteraufnahme, Kraftfutter- und Grundfutteraufnahme), Milchleistung (tägliche Menge), Laktationstag und Laktationszahl pro Kuh und Tag, die im Rahmen der Dissertation ermittelt worden waren, in eine Microsoft-Exceltabelle eingetragen.

Mit der Prozedur MEANS wurden für jedes Merkmal pro Erhebungsperiode die Mittelwerte über die vier Beobachtungstage (zwei Tage in der Grund- und Enddatenerhebung) berechnet und eine weitere Exceltabelle erstellt.

Ob die Unterschiede zwischen den Mittelwerten rein zufallsbedingt oder auf die unterschiedlichen Rationen zurückzuführen sind wurde anhand der Prozedur MIXED geprüft. Dabei wurde folgendes Modell verwendet.

$$Y_{ijklm} = \mu + R_i + B_j + P_k + T_{jl} + \varepsilon_{ijklm}$$

$Y_{ijklm}$  = beobachteter Merkmalswert m der abhängigen Variablen Y des Tieres l innerhalb der Behandlung j in der Reihenfolge i in der Periode k

$\mu$  = gemeinsame Konstante

$R_i$  = fixer Effekt der Reihenfolge i,  $i = 1,2$

$B_j$  = fixer Effekt der Behandlung j,  $j = 1,2$

$P_k$  = fixer Effekt der Periode k,  $k = 1,2,3,4$

$T_{jl}$  = zufälliger Effekt des Tieres l innerhalb der Behandlung j,  $l = 1,2,\dots,12$

$\varepsilon_{ijklm}$  = Restkomponente

Als Reihenfolge wurde definiert:

Reihenfolge 1: Jene Kühe die zuerst die Versuchsration und dann die Kontrollration erhielten.

Reihenfolge 2: Jene Kühe die zuerst die Kontrollration und dann die Versuchsration erhielten.

Behandlung 1 entspricht der Versuchsration, Behandlung 2 der Kontrollration.

Als Periode wurde definiert:

Periode 1: 1. Erhebungsperiode (05.12.2005 bis 09.12.2005)

Periode 2: 2. Erhebungsperiode (02.01.2006 bis 06.06.2006)

Periode 3: 3. Erhebungsperiode (23.01.2006 bis 27.01.2006)

Periode 4: 4. Erhebungsperiode (20.02.2006 bis 24.02.2006)

Weiters wurde überprüft, ob die Futterumstellung (Mischration auf Einzelkomponentenfütterung beziehungsweise umgekehrt) bei der Gruppeneinteilung beziehungsweise zum Ende des Versuchs einen Einfluss auf

die Parameter Fress- und Liegedauer, Anzahl Liegeperioden und Liegeperiodendauer hatte. Zu diesem Zweck wurden die Mittelwerte der Erhebungsperioden 1 und 2, beziehungsweise 3 und 4, zusammengefasst und mit den Werten aus der Grunddatenerhebung (mit 1. und 2. EP) und aus der Enddatenerhebung (mit 3. und 4. EP) mithilfe der Prozedur GLM verglichen. Dabei konnte bei keiner Verhaltensweise ein signifikanter Einfluss des Zeitpunktes festgestellt werden.

## 4. Ergebnisse

In Tabelle 7 sind die Mittelwerte, die Standardabweichung (Stdabw.), sowie die Minimum- und Maximumwerte für die Fressdauer, die Liegedauer, die Anzahl an Liegeperioden und deren Dauer über die gesamte Versuchsdauer (vier Erhebungsperioden plus Grund- und Enddatenerhebung) dargestellt.

Der Mittelwert für die täglichen Fressdauer betrug knapp 47 Beobachtungen, der Minimumwert lag bei 12, der Maximumwert bei 65 Beobachtungen. Das bedeutet einen geschätzten Mittelwert von 235 min, sowie 60 min Minimum und 325 min Maximum Fressdauer innerhalb 24 Stunden. Die tägliche Gesamtliegedauer schwankte zwischen 2,35 Stunden und 17,8 Stunden, der Mittelwert betrug 11,7 Stunden. Die Anzahl an Liegeperioden erstreckte sich von 3 bis 21 bei einem Mittelwert von 9,47, die Periodendauer reichte von 0,45 Stunden (27 min) bis 2,81 Stunden (ca. 169 min), der Mittelwert lag bei 1,32 Stunden.

Da während der Grund- und der Enddatenerhebung die Wiederkaudauer nicht gemessen wurde, sind in der Tabelle 7 keine Werte bezüglich des Zeitbudgets für Wiederkauen angegeben.

Tab. 7: Zeitbudgets in den Erhebungsperioden, inklusive Grund- und Enddatenerhebung

Merkmal	Anzahl Kühe	Anzahl Erhebungs-tage	Mittelwert	Stdabw.	Minimum	Maximum
Fressen (Anzahl an Beob. in 24h)*	12	20	46,9	9,56	12,0	65,0
Liegen (h)	12	20	11,7	2,42	2,35	17,8
Liegeperiode	12	20	9,47	2,93	3,00	21,0
Perioden-dauer (h)	12	20	1,32	0,39	0,45	2,81

\*Die Einheit des Merkmals Fressen bezieht sich auf die Anzahl an Beobachtungen im 5 Minuten Abstand innerhalb 24 Stunden

Tabelle 8 zeigt die Least-Squares-Mittelwerte (ls means), die Residualstandardabweichung (se), sowie die Irrtumswahrscheinlichkeit (P) für die Merkmale Fressen, Liegen, Liegeperioden, Periodendauer und Wiederkauen.

Tab. 8: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die täglichen Zeitbudgets Futteraufnahme, Liegedauer und Wiederkauaktivität

Merkmal	Least-squares-Mittelwerte (ls means)		Se	P
	V	K		
Fressen (Anzahl an Beob. in 24h)	45,7	48,0	3,16	0,018*
Liegen (h)	12,0	11,3	1,24	0,063
Liegeperioden	9,5	9,4	1,11	0,847
Periodendauer (h)	1,3	1,3	0,15	0,331
Wiederkauen (min)	133	127	75	0,770

\*signifikant für  $p < 0,05$

Bei Vorlage der Versuchsration verbrachten die Kühe signifikant ( $p < 0,05$ ) weniger Zeit mit Fressen als wenn sie die Kontrollration erhielten. Die Differenz betrug im Durchschnitt 2,3 Beobachtungen, dies entspricht umgerechnet ca. 11 Minuten oder 5 %.

Bezüglich Liegedauer konnte ein tendenzieller Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Wenn den Tieren die Maissilage gefüttert wurde, lagen sie um 42 min länger als wenn sie die Getreide-Mais-Mischung aufnahmen (Kontrolle).

Keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuch und Kontrolle lagen hinsichtlich Anzahl an Liegeperioden, Dauer der Liegeperioden und Wiederkaudauer vor.

In Tabelle 9 sind die tägliche Gesamt- und Grundfutteraufnahme dargestellt.

Tab. 9: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die tägliche Gesamt- und Grundfutteraufnahme

Merkmal	Least-squares-Mittelwerte (ls means)		Se	P
	V	K		
Gesamtfutter- Aufnahme TM, kg	18,7	18,5	1,99	0,680
Grundfutter- Aufnahme TM, kg	15,6	15,4	0,83	0,508

Die mittlere Gesamt-Trockenmasseaufnahme lag bei 18,7 bzw. 18,5 kg (Versuch bzw. Kontrolle). Diese - nicht signifikante - Differenz beruhte auf einer um 0,2 kg höheren Grundfutteraufnahme der Kühe, wenn sie die Versuchsration erhielten.

Aus nachfolgender Tabelle ist ersichtlich, dass sich die Gruppen in ihrer Milchleistung nicht unterschieden, sehr wohl aber die Tiere bei Vorlage der Versuchsration signifikant mehr NDF (neutrale Detergenzienfaser) aufnahmen.

Tab. 10: Einfluss des Fütterungsregimes (V: Versuch, K: Kontrolle) auf die tägliche NDF-Aufnahme und Milchleistung

Merkmal	Least-squares-Mittelwerte (ls means)		Se	P
	V	K		
NDF-Aufnahme, g	7941	7669	401	0,025*
Milch, kg	22,6	22,6	1,60	0,943

\*signifikant für  $p < 0,05$

## 5. Diskussion

### 5.1. Futteraufnahmeverhalten

Die Zeitbudgets hinsichtlich Fressen wurden als Anzahl Beobachtungen im 5-Minuten-Intervall erfasst und aus Gründen der korrekten Darstellung auch so angegeben. Durch Multiplikation der Anzahl an Beobachtungen mit 5 wurde die geschätzte Fressdauer ermittelt. Je kürzer das Beobachtungsintervall ist, desto genauer kann die tatsächliche Fressdauer geschätzt werden. Diese beträgt über den gesamten Untersuchungszeitraum im Durchschnitt 235 min und liegt somit, bezogen auf Liegeboxenlaufstallhaltung, um bis zu 82 min unter den Angaben von BOGNER und GRAUVOGL (1984) (s.Tab. 1, Kapitel 2.2.1.1). Bei BOGNER und GRAUVOGL (1984) fehlen aber Rationsangaben und Details der Versuchsdurchführung sind nicht bekannt. WINCKLER et al. (1999) beobachteten eine mittlere Aufenthaltsdauer am Fressplatz von 4,7 Stunden bei Vorlage einer Ration in geschichteter Form beziehungsweise von 4,8 Stunden bei einer Mischration. Die Kühe in der vorliegenden Untersuchung haben somit um durchschnittlich 50 min weniger lang gefressen, wobei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen wird, dass hierbei die tatsächliche Fressdauer und nicht die Aufenthaltszeit am Fressplatz ermittelt wurde. Es sind daher niedrigere Werte zu erwarten.

Nach DEVRIES und von KEYSERLINGK (2005) beträgt die tägliche Gesamtfresszeit bei TMR-Fütterung durchschnittlich 204 min. PHILLIPS und RIND (2001) hingegen berichten von durchschnittlich 368 min pro Tag, die für die Futteraufnahme beansprucht werden. In beiden Untersuchungen wurde den Milchkühen eine TMR-Ration ad libitum angeboten. Die Differenz von ca. 2,7 Stunden könnte durch die unterschiedliche Beobachtungsmethode zustande gekommen sein. DEVRIES und von KEYSERLINGK (2005) verwendeten ein elektronisches Überwachungssystem mit einem 6 Sekunden Aufzeichnungsintervall. Die Messung der Fressdauer erfolgte hingegen bei PHILLIPS und RIND (2001) im 10-Minuten-Abstand in Form von Direktbeobachtung. Außerdem gab es beträchtliche Unterschiede zwischen den beiden Versuchen hinsichtlich TMR-Zusammensetzung und Laktationstag der Kühe.

Die um 10 min längere tägliche Gesamtfresszeit bei Vorlage der Kontrollration könnte auf die Struktur des Futters zurückgeführt werden. So nahmen die Kühe rationsbedingt (Kontrolle), um durchschnittlich ca. 38 % mehr Heu auf. Struktur des Futters und Verzehrzeit stehen in einem engen Zusammenhang, wie die Ergebnisse von GILL et al. (1966), DEMARQUILLY und JOURNET (1967), SZÜCS et al. (1979) (nach PORZIG und SAMBRAUS, 1991) zeigen. Demnach wird Heu langsamer als Gras- und Maissilage gefressen, Futter mit einem hohen Rohfasergehalt führt zu längeren Fresszeiten. Dagegen wird nasses Futter rascher aufgenommen und, bezogen auf die Trockenmasse, Heu langsamer als Grünfutter verzehrt. JONES et al. (1966) (nach CAMPLING und MORGAN, 1981) kamen zu dem Erkenntnis, dass Milchkühe bei einer größeren Menge pelletierten Kraftfutters schneller fraßen als bei einer kleineren Menge. Nach den Autoren erklärt sich dieser Effekt dadurch, dass die größere Menge weniger weit verstreut wird, weshalb die Kühe mehr Futter je Zeiteinheit aufnehmen können. Bei der für diese Arbeit durchgeführten Untersuchung erhielten die Tiere relativ große Volumina an Maissilage (Versuchsration), hingegen bei Vorlage der Kontrollration eine geringere Menge einer Getreide-Mais-Mischung direkt auf die Klee-Grassilage vorgelegt. In Anlehnung an Jones et al. (1966) könnte bei letzteren eine stärkere Verteilung des Futters aufgetreten sein, was die längere Fressdauer (teilweise) erklären würde. Als Ursache wäre auch denkbar, dass die Kühe, wenn sie die Kontrollration vorgelegt bekamen, zusätzlich ca. 1 kg Heu kurz nach der Getreide-Mais-Mischung erhielten. Die Tiere waren so möglicherweise länger beschäftigt Heu von eventuell vorhandenen Getreideresten zu trennen, um an das schmackhaftere Futter zu gelangen. PEREIRA et al. (2004) konnten keinen Effekt unterschiedlich zusammengesetzter Rationen auf die Futteraufnahmedauer feststellen, jedoch beinhalteten die Rationen kein Heu. Nachdem beide Rationen unter sonst gleichen Haltungsbedingungen untersucht wurden, können Stalleinrichtungen, wie zum Beispiel Fressgitter (Fressplatzbreite), oder Konkurrenzsituationen, die beim Vergleich Einzel- vs. Gruppenfütterung auftreten (können), die unterschiedliche Verzehrzeit nicht begründen.

## 5.2. Wiederkauverhalten

Nach Angaben von PORZIG und SAMBRAUS (1991) schwankt die tägliche Wiederkauzeit zwischen 4 und 9 Stunden. Die Ergebnisse zur Wiederkaudauer in der vorliegenden Studie liegen mit 133 min (V) und 127 min (K) unter diesen Angaben, so dass selbst der untere Wert des angegebenen Bereichs nicht erreicht wurde.

Mögliche Ursachen für die wenig plausiblen Werte beziehungsweise das Fehlen von Wiederkaudaten können sowohl in den Wiederkausensoren selbst als auch in der Anwendung gesucht werden.

Vor Untersuchungsbeginn war das Vocal-tag-System in einem Anbindestall problemlos getestet worden. Laut Vocal-tag-Bedienungsanleitung soll das Tragen zweier Halsbänder pro Kuh vermieden werden, da sich ein Band um das andere legen und dadurch die Signalübertragung gestört werden könnte. Jedoch mussten im vorliegenden Fall die Kühe einen Halsbandtransponder tragen um die Calan-Gates zu öffnen und um die milchleistungsbezogene Kraffuttermenge abrufen zu können. Hier ist eine mögliche Fehlerquelle durch das Tragen eines zusätzlichen Halsbandes (Wiederkausensor) denkbar. Die Antenne sendet in einem Radius von 25 m und wurde, wie vom Hersteller empfohlen, in einem Bereich in dem sich die Rinder überwiegend aufhalten, montiert. Möglicherweise standen oder lagen einige der Kühe während des Wiederkauens hinter einem massiven Pfosten oder verließen den Sendebereich. Der befestigte Auslauf befand sich in einer Entfernung von weniger als 25 m, allerdings waren der Außenbereich und der Liegeboxenbereich durch fast zur Gänze geschlossene Jalousien von einander getrennt. Da jedoch Wiederkauen überwiegend im Liegen stattfindet und die Wahrscheinlichkeit, dass eine Kuh auf der betonierte Auslaufläche lag, äußerst gering ist, kann dieser Einfluss so gut wie ausgeschlossen werden. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass im Auslauf stehende Tiere wiederkauten und diese Wiederkauaktivität nicht oder nur unzureichend erfasst wurde.

In der ersten Erhebungsperiode funktionierten vier Sensoren, danach zeichneten nur mehr drei Geräte Daten auf. Der vierte Sensor zeigte nur noch

„0“ Wiederkaudauer an. Daraufhin wurde er für die durchgehend im Versuch befindenden Kühe sicherheitshalber nicht mehr eingesetzt. Die Sensoren selbst verfügen über keine Möglichkeit die Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

Aufgrund der geringen Anzahl an Messinstrumenten konnten von jeder Kuh pro Erhebungsperiode nur über 24 Stunden die Zeitbudgets hinsichtlich Wiederkauen gemessen werden. Außerdem war es dadurch nicht immer möglich, denselben Sensor an der gleichen Kuh zu befestigen. Bei längerer durchgehender Anwendung kann eine größere Anzahl an Daten gewonnen werden, die wiederum einen genaueren Vergleich und eine höhere Zuverlässigkeit ermöglichen.

Die Aufzeichnungen unterliegen enormen Schwankungen. Innerhalb der 12 Versuchskühe bewegen sich die absoluten Werte zwischen 443 min (Maximum) und 11 min (Minimum) Wiederkaudauer pro 24 Stunden. Obwohl derselbe Sensor vier Mal an derselben Kuh montiert wurde, beträgt die Differenz innerhalb der vier Erhebungsperioden bis zu ca. 200 min.

Selbst die relativen Veränderungen während der vier Erhebungsperioden innerhalb eines Einzeltieres lassen auf fehlerhafte und/oder unwahrscheinliche Ergebnisse schließen. Im Vergleich zu den ersten beiden Erhebungsperioden sinkt die durchschnittliche Wiederkauzeit pro Tag beispielsweise bei der Kuh mit der Nummer 10 in den Erhebungsperioden 3 und 4 um 88 % im Durchschnitt. Dieser Effekt kann nicht auf das Fütterungsregime zurückgeführt werden. Sogar innerhalb der gleichen Ration (Vergleich Erhebungsperiode 1 und 2) unterscheidet sich die Dauer des täglichen Wiederkauens um bis zu 80 %. Auch die Vermutung, dass bestimmte Sensoren generell höhere Werte aufzeichnen und andere stets im unteren Bereich messen kann nicht bestätigt werden.

In einer Untersuchung zur Häufigkeit der Futtevorlage und Verhalten von Milchkühen bewegen sich die Angaben zur täglichen Wiederkaudauer pro Kuh zwischen 448 und 256 min (stehend) beziehungsweise zwischen 334 und 173 min (liegend) je nach Fütterungshäufigkeit (PHILLIPS und RIND, 2001). Nachdem in der vorliegenden Untersuchung nicht zwischen Wiederkauen im Liegen und Wiederkauen im Stehen unterschieden wurde, können nur die Gesamtwiederkauzeiten verglichen werden. Diese liegen nach PHILLIPS und RIND (2001) zwischen 621 und 559 min. Der Durchschnitt beträgt beinahe 10

Stunden und ist somit um das ca. 5 fache höher als die aus diesem Fütterungsversuch stammenden absoluten Ergebnisse.

Laut Hersteller ist eine sekundengenaue Erfassung möglich. Jedoch sollten, auf Basis der in dieser Untersuchung gemachten Erfahrungen, die erhobenen Daten lediglich in Hinblick auf relative Veränderungen betrachtet werden. Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen eingeschränkten Datenqualität, sind daher die Ergebnisse zur Wiederkauaktivität vorsichtig zu interpretieren. Obwohl nicht signifikant, könnte der Unterschied bei Aufnahme der Versuchs- und der Kontrollration in Höhe von 6 min oder ca. 4 % wie folgt eingeordnet werden.

Nach Angaben von SAMBRAUS (1978) besteht eine positive Korrelation zwischen Fress- und Wiederkauzeit. Demnach wäre theoretisch, entgegen den Ergebnissen, eine längere Wiederkauzeit zu erwarten, wenn die Kühe die Versuchsration erhielten. Zwischen Trockenmasse-Aufnahme und Wiederkaudauer gibt es ebenfalls einen positiven Zusammenhang (BOGNER und GRAUVOGL, 1984). In einem Fütterungsversuch von BEAUCHEMIN et al. (2003) zeigte sich, dass Rationen mit einem Verhältnis von Luzernesilage zu Luzerneheu von 50:50 länger wiedergekaut werden als Rationen mit einem Silage-Heu-Verhältnis von 25:75. Die Autoren führen diesen Effekt auf die höhere Trockenmasse-Aufnahme der erstgenannten Ration zurück. Die Gesamtfutteraufnahme (in kg TM) der Kühe, wenn sie die Versuchsration vorgelegt bekamen, unterscheidet sich um 0,2 kg TM von jener bei Aufnahme der Kontrollration, wobei die Differenz statistisch nicht signifikant ist. Die Annahme, dass eine um 200 Gramm höhere TM-Aufnahme eine um 6 min längere Wiederkaudauer verursacht, wäre anhand der Ergebnisse von BEAUCHEMIN et al. (2003) denkbar. In der genannten Untersuchung betragen die Differenzen der TM-Aufnahme durchschnittlich 3,15 kg und der Wiederkaudauer 57 min. Diesen Angaben zufolge ergibt ein Unterschied von 0,2 kg TM-Aufnahme eine Differenz in der Wiederkaudauer von 3,6 min.

### 5.3. Liegeverhalten

Die durchschnittliche Liegedauer der vorliegenden Untersuchung von 11,7 Stunden pro 24-Stunden-Beobachtung stimmt mit den Angaben mehrerer Autoren zum Teil gut überein (BOGNER und GRAUVOGL, 1984; BUCHWALDER et al., 2000; DEVRIES und von KEYSERLINGK, 2005;), zum Teil liegt sie darüber. PHILLIPS und RIND (2001) ermittelten, je nach Fütterungshäufigkeit, Gesamtliegezeiten zwischen 7 und 9 Stunden im Durchschnitt. Eine ebenfalls kürzere Liegedauer (ca. 10 Stunden) erfassten ALAND et al. (1999) in einem Laufstall.

Stehen weniger Liegeboxen (und Fressplätze) zur Verfügung als Kühe gehalten werden, so führt diese Überbelegung zu einer Reduktion der Liegezeit (WIERENGA und HOPSTER, 1990). In der vorliegenden Untersuchung wurde den Kühen ein fixer Fressplatz pro Tier zugeteilt. Außerdem waren zu jeder Zeit mehr Liegeboxen vorhanden als Kühe eingestellt. Die im oberen Bereich der Literaturangaben ermittelte Liegedauer könnte daher durch die Unterbelegung hinsichtlich Liegeplätzen und den komfortablen Liegeuntergrund (TUCKER et al. 2003) erklärt werden.

Da die Gesamtliegedauer der Tiere, wenn sie die Versuchsration erhielten, um ca. 42 min über der Gesamtliegedauer bei Vorlage der Kontrollration liegt, die Kühe in der Kontrolle aber nur um 11 min länger gefressen haben, kann die Annahme, dass kürzeres Liegen vollständig durch längeres Fressen kompensiert wurde, nicht bestätigt werden. Die Differenz von etwa einer halben Stunde müssen die Tiere daher stehend verbracht haben. Allerdings wurde im Rahmen der Untersuchung nicht erhoben, wo die Kühe die Stehzeiten verbrachten. Nachdem nicht die Aufenthaltszeit am Fressplatz, sondern die tatsächliche Fressdauer gemessen wurde, wäre denkbar, dass die Tiere bei Vorlage der Kontrollration (ohne zu fressen) länger am Fressplatz standen. Als mögliches Motiv kann aber zum Beispiel Konkurrenz um den Fressplatz ausgeschlossen werden, da jedem Tier ein fixer Platz zur Futteraufnahme zugeteilt wurde.

Die Gesamtliegezeit innerhalb einer 24-Stunden-Phase teilt sich in einzelne Liegeperioden auf, deren Dauer laut Literaturangaben zwischen 76 und 94 min liegt (BOGNER und GRAUVOGL, 1984. Die Anzahl der Liegeperioden beträgt

zwischen 7 und 10, somit befinden sich die vorliegenden Ergebnisse mit 9,5 Liegephasen (à 78 min) im Durchschnitt in diesem Bereich. Die Dauer einer Liegeperiode beträgt nach ALBRIGHT und ARAVE (1997) auf der Weide durchschnittlich 81 min, bei Offenfrontstall-Tiefstreuhaltung 46, beziehungsweise im Anbindestall 58 min. Dass die Liegeplatzgestaltung Einfluss auf die Anzahl an Liegeperioden, nicht aber auf die Gesamtliegedauer hat, stellten BUCHWALDER et al. (2000) fest. Hinsichtlich Liegezeit innerhalb 24 Stunden gab es zwischen den Liegeunterlagen Strohmatratze, weiche Matte, lose Stroheinstreu und Gummimatten keinen signifikanten Unterschied, jedoch nahm die Anzahl an Liegephasen bei Liegeboxen mit Gummimatten markant ab. Alle Liegeboxen in der vorliegenden Arbeit waren mit einer dicken Strohmatratze eingestreut. Die ermittelte durchschnittliche Gesamtliegedauer (11,7 Stunden) stimmt somit mit den Ergebnissen von BUCHWALDER et al. (2000) (11,8 Stunden) beinahe exakt überein. Allerdings liegen die Anzahl an Liegeperioden (13) und die durchschnittliche Dauer einer Liegeperiode (54 min) in der Untersuchung von BUCHWALDER et al. (2000) deutlich über beziehungsweise unter den Ergebnissen des Fütterungsversuchs (9,5 beziehungsweise 78 min).

Die vorliegenden Daten beider Gruppen bezüglich Anzahl der Liegeperioden und Periodendauer zeigen, dass die Kühe, wenn sie die krafftutterbetonte Ration (Kontrolle) aufnahmen um durchschnittlich 2,4 min pro Liegephase kürzer lagen als wenn sie Versuchsration vorgelegt bekamen (nicht signifikant). Auch die Anzahl der Liegeperioden unterscheidet sich – wiederum nicht signifikant - geringfügig (9,48 bei Versuchsration vs. 9,39 bei Kontrollration), wodurch die längere Gesamtliegezeit bei Aufnahme der Versuchsration teilweise zu begründen wäre. Allerdings findet sich dazu in der Literatur kein Erklärungsansatz. Eine mögliche Variante wäre jedoch, dass die Tiere bei Vorlage der Kontrollration etwas früher aufgestanden sind. Ebenfalls wäre denkbar, dass die Kühe, wenn sie die maissilagebetonte Ration (Versuch) fraßen aufgrund der höheren durchschnittlichen Rohfaser-Aufnahme (3712 g vs. 3570 g) länger mit Wiederkauen beschäftigt waren und deshalb mehr Zeit im Liegen verbracht haben. Hingegen haben die Tiere kürzer wiedergekaut, wenn sie die Kontrollration aufnahmen (bedingt durch die geringere Rohfaseraufnahme) und in Folge dessen früher ihre Liegephasen beendet.

## 5.4. Schlussfolgerung

Anhand der Untersuchungsergebnisse kann die Fragestellung, ob das Fütterungsregime Einfluss auf die Zeitbudgets hinsichtlich der Grundaktivitäten hat, nur bezüglich Liege- und Fressverhalten beantwortet werden. Aussagen zur Wiederkauaktivität sind leider aufgrund methodischer Unzulänglichkeiten nicht sicher zu treffen.

Einen Einfluss der Futterkomponenten gab es weder auf die Grund- und Gesamtfutteraufnahme, noch auf die Milchleistung. Letzteres ist wahrscheinlich durch die annähernd isokalorischen und isonitrogenen Rationen erklärbar. Dass es dennoch signifikante Unterschiede bezüglich Fressdauer gab, obwohl die Kühe bei beiden Rationen die gleiche Gesamtfutteraufnahme zeigten (kg Trockenmasse), kann aus derzeitiger Sicht mithilfe von Literaturangaben nicht exakt beantwortet werden. Hierzu wären weiterführende Untersuchungen mit einer größeren Anzahl an Versuchstieren interessant.

Die Ergebnisse lassen zudem auf einen, zumindest tendenziellen, Einfluss der Rationsgestaltung auf die Gesamtliegedauer schließen.

Jedoch waren bei keinem untersuchten Merkmal die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen so markant, dass durch Veränderungen im Verhalten der Kühe aufgrund des angewendeten Fütterungsregimes negative Folgen auf Tiergesundheit, Wohlbefinden und Leistung zu erwarten sind. Ein Beispiel dafür wären extreme Auswirkungen wie um 2 bis 3 Stunden reduzierte Gesamtliegezeiten, die zu einem erhöhten Risiko für Klauenerkrankungen führen und/oder, die Wiederkauaktivität beeinträchtigen (könnten). Andererseits sind durch die um 5 % längere Fressdauer und die um 42 min längere Gesamtliegedauer auch positive Effekte auf die genannten Parameter sehr unwahrscheinlich.

Der Wiederkausensor beziehungsweise die Technik erwies sich als fehleranfällig, wobei die Ursachen dafür nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnten. Für die Entwicklung und Herstellung zukünftiger Wiederkausensoren wäre eine Funktion um die Betriebsbereitschaft testen zu können, eine detailliertere Betriebsanleitung und die Bekanntgabe des Algorithmus wünschenswert.

# Zusammenfassung

Die bedarfs- und wiederkäuergerechte Fütterung hat, neben Zucht, Haltung und Betriebsmanagement entscheidenden Einfluss auf Tiergesundheit und Leistung.

Um die Rationsgestaltung zu überprüfen, beziehungsweise zu optimieren stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Neben Milchinhaltsstoffen und Körperkonditionsbeurteilung können ethologische Parameter als zusätzliche Entscheidungsunterstützung in das Fütterungsmanagement miteinbezogen und somit eine eventuell notwendige Verbesserung des Fütterungsregimes erreicht werden.

Hinsichtlich Tiergerechtigkeit, Gesundheit und Wohlbefinden, als auch Leistungsvermögen und somit ökonomischen Betriebserfolg sind lange Futteraufnahmezeiten sowie eine zur Regeneration notwendige, ausreichende Liegedauer wünschenswert. Wiederkauen ist für die Gesunderhaltung des Wiederkäuerorganismus unverzichtbar. Durch die Zerkleinerung des Futters, sowie durch die Speichelbildung werden optimale Pansenverhältnisse geschaffen, die sich positiv auf die Nährstoffversorgung und in weitere Folge auf die Tiergesundheit auswirken.

Grundsätzliches Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu erheben, in welchem Ausmaß die Grundaktivitäten von Milchkühen durch das Fütterungsregime beeinflusst werden.

Im Rahmen eines Feldversuches wurde zwischen November 2005 und März 2006 eine Holstein Friesian Milchviehherde, bestehend aus 22 Tieren (inklusive Kalbinnen), unter gleichen Haltungs-, Umwelt- und Managementbedingungen in eine maissilagebetonte Versuchsgruppe und eine kraftfutterbetonte Kontrollgruppe eingeteilt. Der Versuch wurde im Change-over Design angelegt. Nach der Hälfte des Versuchszeitraums wurden die Rationen getauscht. Vier Erhebungsperioden zu je 4 Tagen dienten der tierindividuellen Erfassung der Dauer folgender Grundaktivitäten: Fressen, Liegen und Wiederkauen. Durchgehend im Versuch befanden sich 12 Kühe deren Daten in die statistische Auswertung eingingen.

Die tierindividuelle Fressdauer konnte mithilfe von Calan-Gates gemessen werden, Liegelogger und Wiederkausensoren wurden zur Erfassung der tierindividuellen Liege- beziehungsweise Wiederkaudauer eingesetzt.

Die Ergebnisse können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Bezüglich Fressdauer gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Bei Vorlage der Kontrollration fraßen die Kühe um durchschnittlich 5 % länger als bei Vorlage der Versuchsration. Im Gegensatz dazu lagen die Tiere, wenn sie die Versuchsration erhielten um rund 42 Minuten länger, wobei der Unterschied nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Aufgrund unzureichender und eventuell fehlerhafter Aufzeichnungsdaten können die Ergebnisse bezüglich Wiederkaudauer nicht bewertet und/oder interpretiert werden.

Sowohl die Gesamtfutter- als auch die Grundfutteraufnahme lag trotz Differenzen hinsichtlich Futteraufnahmedauer bei beiden Gruppen annähernd gleich. Bezüglich Milchleistung konnte kein signifikanter Einfluss des Fütterungsregimes festgestellt werden, wobei als Ursache dafür die isokalorisch und isonitrogen beinahe identen Rationen wahrscheinlich sind.

Bei Vorlage der Versuchsration wurde signifikant mehr NDF (neutrale Detergenzienfaser) aufgenommen als wenn die Kühe die Kontrollration erhielten.

Durch das Fütterungsregime im vorliegenden Fall sind keine Beeinträchtigungen auf Parameter der Tiergerechtigkeit zu erwarten. Das Verhalten der Kühe veränderte sich nicht in einem solchen Maß, dass negative Auswirkungen auf Tiergesundheit, Wohlbefinden und Leistung erwartet werden.

# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich herzlichst bei Univ. Prof. Dr. Christoph Winckler für die gute, geduldige Betreuung und für die zahlreichen Anregungen bedanken, sowie dafür, dass er sich immer Zeit für meine Fragen, Anliegen und Probleme genommen hat.

Vielen Dank auch an Dipl. Biol. Sabine Dippel und Julia Mainx (Mitarbeiterinnen des Instituts für Nutztierwissenschaften), sowie an Dipl. Ing. Marlies Dolezal und Dipl. Ing. Reinhard Huber die mir in computer- und versuchstechnischer oder sonstiger Hinsicht geholfen haben.

Dipl. Ing. Margit Velik gebührt ein großes Dankeschön für die oftmalige Hilfestellung und Beratung bezüglich Statistik, sowie für die nette Gesellschaft während des Aufenthaltes in Elixhausen und für dessen hervorragende Organisation.

Ebenfalls gilt mein Dank dem Schulleiter der HBLA Ursprung Dir. Prof. Dr. Wolfgang Stehrer für die Kooperation, dem Verwalter Franz Grießner und dem Mitarbeiter Florian Gollhofer für die zuverlässige, gewissenhafte Zusammenarbeit und Tierbetreuung.

Für die großzügige Bereitstellung seines Laptops, außerdem für die etlichen Stunden der administrativen und mentalen Unterstützung möchte ich meinem Schwager in spe Kai Uwe Hochhauser besonderen herzlichen Dank und Anerkennung aussprechen.

Zu guter Letzt möchte ich vor allem meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht haben und meinen beiden Schwestern für unser gutes beständiges Verhältnis zueinander danken.

## Literaturverzeichnis

ALAND, A. et. al. (1999): Eating and resting behaviour of dairy cows in two different housing systems. Bau, Technik und Umwelt 1999 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. 4. Internationale Tagung 9. /10. März, Technische Universität München, Weihenstephan: 407-410.

ALBRIGHT, J.L.; ARAVE, C.W. (1997): The behaviour of cattle. Wallingford, Oxon [u.a.]: CAB International.

ALBRIGHT, J.L. (1993): Feeding behavior of dairy cattle. Journal of Dairy Science 76: 485-498.

AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN: Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19.Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel: 1-28.

BAEHR, J. (1984): Verhalten von Milchkühen in Laufställen. KTBL-Schrift 293, Darmstadt-Kranichstein.

BEAUCHEMIN, K.A.; YANG, W.Z.; RODE, L.M. (2003): Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. Journal of Dairy Science 86: 630-643.

BOGNER, H.; GRAUVOGL, A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Eugen Ulmer.

BREITENBAUMER, O. (1998): Vergleich des Liegeverhaltens von Milchkühen und des Arbeitszeitbedarfes im Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

BUCHWALDER, T. et al. (2000): Liegeplatzqualität für Kühe im Boxenlaufstall im Test. Agrarforschung 7: 292-296.

Bundesgesetz über den Schutz der Tiere (Tierschutzgesetz-TSchG) (idF. V. 28.09.2004). BGBl. I Nr. 118/2004.

CAMPLING, R.C.; MORGAN, C.A. (1981): Eating behaviour of dairy cows-a review. Dairy Science Abstracts 43 (2): 57-63.

COLLIS, K.A. et. al. (1980): The effects of reducing manger space on dairy cow behaviour and production. The Veterinary Record 107: 197-198.

DeVRIES, T.J.; von KEYSERLINGK, M.A.G. (2005): Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. Journal of Dairy Science 88: 625-631.

DeVRIES, T.J.; von KEYSERLINGK, M.A.G.; BEAUCHEMIN, K.A. (2005): Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 88: 3553-3562.

FRIEND, T.H.; POLAN, C.E. (1974): Social rank, feeding behavior, and free stall utilization by dairy cattle. Journal of Dairy Science 57: 1214-1220.

FRIEND, T.H.; POLAN, C.E.; McGILLIARD, M.L. (1977): Free stall and feed bunk requirements relative to behavior, production and individual feed intake in dairy cows. Journal of Dairy Science 60: 108-116.

GRUBER, L.; STEINWIDDER, A.; GUGGENBERGER, T. (2001): Futteraufnahme von Milchkühen: Regulation – wichtige Einflußfaktoren – Vorhersage. Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 4/2001: 1-12.

JEROCH, H.; DROCHER, W.; SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Eugen Ulmer.

KIRCHGESSNER, M. (2004): Tierernährung. 11. Auflage, Frankfurt am Main: DLG.

KOFLER, J.; GASTEINER, J. (2002): Klauenrehe: Die wichtigste Klauenerkrankung unserer Milchrinder. Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 3/2002: 1-11.

KREIML, I.M. (2001): Einfluss von Haltungssystem und Rationsgestaltung auf das Verhalten und die Entwicklung von Maststieren. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

MÜLLEDER, C.; WAIBLINGER, S.; TROXLER, J. (2004): Analyse der Einflussfaktoren auf Tiergerechtheit, Tiergesundheit & Leistung von Milchkühen im Boxenlaufstall. Ländlicher Raum 6: 1-9. Online: <http://www.laendlicher-raum.at/filemanager/download/17062> (08.2007).

PEREIRA, E.S. et al. (2004): Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com diferentes fontes de volumosos conservados: Eating behaviour of lactating cows fed with different preserved forages. Semina: Ciências Agrárias, Londrina 25: 159-166.

PHILLIPS, C.J.C.; RIND, M.I. (2001): The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. Journal of Dairy Science 84: 1979-1987.

PORZIG, E.; SAMBRAUS, H.H. (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag.

SAMBRAUS, H.H. (1971c): Zum Liegeverhalten der Wiederkäuer. Züchtungskunde 43: 187-198.

SAMBRAUS, H.H. (Hrsg.) (1978): Nutztierethologie: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere - Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis. Berlin [u.a.]: Paul Parey.

SCHWARZ, F.J. (2000): Fütterung hochleistender Milchkühe. BAL-Bericht über die 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung: 19-25. Online: <http://www.gumpenstein.at/publikationen/tzt2000/schwarz.pdf>. (07.2007).

SENN, M. et al. (1995): Feeding patterns of lactating cows of three different breeds fed hay, corn silage, and grass silage. *Physiology & Behavior* 58: 229-236.

STEINWIDDER, A.; WURM, K. (1998): Milchhaltsstoffe zur Beurteilung der Fütterung nützen. *Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 6/1998*: 1-11.

STEINWIDDER, A.; WURM, K. (2002): Kühe brauchen ausreichend Strukturfutter. *Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 8/2002*: 1-14.

STEINWIDDER, A. et al. (1997): Körperkondition von Milchkühen - Hilfsmittel zur Kontrolle der Fütterung! *Der fortschrittliche Landwirt, Sonderbeilage 4/1997*: 1-10.

STÖGER, E.; ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W. (2003): Ökologische Rinderfütterung. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

SÜDEKUM, K.H. (1999): Wiederkäuergerechte Ernährung der Hochleistungskuh. BAL-Bericht über die 26. Viehwirtschaftliche Fachtagung: 1-8.

SUNDRUM, A. (Hrsg.) (2004): Statusbericht zum Stand der Tiergesundheit in der Ökologischen Tierhaltung: Schlussfolgerungen und Handlungsoptionen für die Agrarpolitik. Schlussbericht, Projekt-Nr. 03 OE 672. Universität Kassel, Witzenhausen: 1-103. Online: <http://orgprints.org/5232> (07.2007).

TUCKER, C.B.; WEARY, D.M.; FRASER, D. (2003): Effects of three types of stall surfaces on preferences and stall usage by dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 521-529.

ULBRICH, M.; HOFFMANN, M.; DROCHNER, W. (2004): Fütterung und Tiergesundheit. Stuttgart: Eugen Ulmer.

URTON, G.; von KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. (2005): Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. Journal of Dairy Science 88: 2843-2849.

VELIK, M. (2007): Optimisation of the protein supply and feed efficiency in organic dairy cows in Austrian grassland regions. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien.

VON BORELL, E. (1999): Ist Wohlbefinden ein Produktionsfaktor?. Züchtungskunde 71: 473-481.

WARD, W.R. (2001): Lameness in dairy cattle. Irish Veterinary Journal 54: 129-139.

WIERENGA, H.K.; HOPSTER, H. (1990): The significance of cubicles for the behaviour of dairy cows. Applied Animal Behaviour Science 26: 309-337.

WIESNER, E.; RIBBECK, R. (2000): Lexikon der Veterinärmedizin. 4. Auflage, Stuttgart: Enke im Hippokrates.

WINCKLER, C.; GIESEKE, D.; WEITEMEYER, I. (1999): Einfluss der Art der Futtevorlage auf das Verhalten von Milchkühen am Fressplatz. 14.IGN-Tagung, 6.FREILAND-Tagung: 30-33.

ZOLLITSCH, W. (2003): Was bedeutet „Artgerechte Rinderfütterung“?. ERNTE-Zeitschrift für Landwirtschaft und Ökologie. Ausgabe 03/2003: 29.