



Berner
Fachhochschule

► Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften HAFL

Fress- & Weideverhalten von Milchkühen

Vergleich von graslandbasierten
Milchproduktionssystemen

**Hochschule für Agrar-, Forst- und
Lebensmittelwissenschaften**

Studiengang Agronomie

Studienjahr 2015/16

Vorgelegt von:

Christoph Fuchs

Vorgelegt bei:

Beat Reidy

Ort und Datum der Abgabe:

Zollikofen, 19.12.2015

Selbstständigkeitserklärung

Durch meine Unterschrift erkläre ich, dass

- ich den „Verhaltenskodex HAFL zur Verwendung von Informationsquellen“ kenne und mir die Konsequenzen bei dessen Nichtbeachtung bekannt sind,
- ich diese Arbeit in Übereinstimmung mit diesen Grundsätzen erstellt habe,
- ich diese Arbeit persönlich und selbstständig erstellt habe,
- ich mich einverstanden erkläre, dass meine Arbeit mit einer Plagiat-Erkennungssoftware getestet und in die BFH-Datenbank der Software aufgenommen wird.

Ort, Datum

Unterschrift

Zollikofen, 30.04.2015

Christoph Fuchs

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	5
Abstract.....	6
1 Einleitung	7
2 Literaturübersicht.....	8
3 Material und Methoden.....	9
3.1 Versuchsaufbau	9
3.2 Statistik	11
4 Ergebnisse	13
4.1 Untersuchungsperiode 1	15
4.1.1 Fress- und Weideverhalten 24h.....	16
4.1.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten.....	18
4.2 Untersuchungsperiode 2	19
4.2.1 Fress- und Weideverhalten 24h.....	20
4.2.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten.....	21
4.3 Untersuchungsperiode 3.....	22
4.3.1 Fress- und Weideverhalten 24h.....	24
4.3.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten.....	25
5 Diskussion.....	26
5.1 Fress- und Weideverhalten UP1-UP3	26
5.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten UP1-UP3	29
6 Schlussfolgerungen.....	30
7 Literaturverzeichnis	32
Anhang.....	33

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	=	Analyse of Variances
BBZN	=	Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung
BLW	=	Bundesamt für Landwirtschaft
BS	=	Brown Swiss
CK	=	Kivi Cross
GF	=	Grundfutter
HF	=	Holstein Friesian
RAUS	=	Regelmässiger Auslauf im Freien
SF	=	Swiss Fleckvieh
TS	=	Trockensubstanz
UP	=	Untersuchungsperiode
VW	=	Vollweide

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Fressdauer (min/h) UP1 - UP3	26
Abb. 2: Anzahl Fresskauschläge UP1 - UP3	27
Abb. 3: Anzahl heraufgewürgter Boli UP1 - UP3	27
Abb. 4: Liegezeit UP1 - UP3.....	28

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Flächenzuteilung für die drei Produktionssysteme auf dem Versuchsbetrieb (Hofstetter et al. 2014).....	10
Tab. 2: Tierzuteilung nach Rassen für die drei Produktionssysteme auf dem Versuchsbetrieb (Hofstetter et al. 2014).....	10
Tab. 3: Auflistung der in die Datenerhebung involvierten Tiere.....	11
Tab. 4: Versuchs- und Analysezeitspanne der drei Untersuchungszeifenster.....	12
Tab. 5: Verfütterte Krafffuttermenge UP1 – UP3.....	13
Tab. 6: Durchschnittliche Milchmenge pro Tier und Tag UP1 – UP3	13
Tab. 7: Grundfutteraufnahme gesamt der Produktionssysteme	14
Tab. 8: Grundfutteraufnahme pro Stunde der Produktionssysteme	14
Tab. 9: Wetterdaten Untersuchungsperiode eins (Agroscope ohne Datum)	15
Tab. 10: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP1	17
Tab. 11: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP1.....	18
Tab. 12: Wetterdaten Untersuchungsperiode zwei (Agroscope ohne Datum).....	19
Tab. 13: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP2.....	20
Tab. 14: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP2.....	22
Tab. 15: Wetterdaten Untersuchungsperiode drei (Agroscope ohne Datum)	23
Tab. 16: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP3.....	24
Tab. 17: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP3.....	25

Abstract

FUCHS, Christoph. Fress- und Weideverhalten von Milchkühen. Vergleich von graslandbasierten Milchproduktionssystemen.

Die effiziente Milchproduktion wird bei den sinkenden Milchpreisen in der Schweiz eingehend diskutiert. In diesem Markt herrscht ein hoher Konkurrenzdruck und ein enormer Preisdruck aus dem Ausland. Vor allem die Beiträge an graslandbasierte Milchproduktionssysteme machen diese sehr interessant für die Schweizer Landwirtinnen und Landwirte. In einem gross angelegten Projekt untersucht die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften in Zusammenarbeit mit wichtigen Akteuren der Schweizer Landwirtschaft verschiedene Produktionssysteme zur Milchproduktion aus frischem Gras.

Das gute Wohlbefinden der Tiere geniesst heute einen hohen Stellenwert und wird für eine effiziente Milchproduktion als grundlegend empfunden. Weniger erforscht ist die Frage, wie sich die verschiedenen Produktionssysteme auf das Fress- und Weideverhalten der Milchkühe auswirken.

Mit Hilfe von Literatur und einem neuartigen Messinstrument – das RumiWatchSystem – wird dieses Verhalten der Tiere erfasst und in der vorliegenden Arbeit analysiert und beschrieben.

Dabei stellt sich heraus, dass vor allem die Fressdauer von Milchkühen stark vom Produktionssystem abhängig ist. Tiere in einem Vollweidesystem können ihr Futter selber auslesen und verbrauchen dafür viel Zeit. Wenn das frische Gras an der Futterkrippe vorgelegt wird, minimiert sich die Fressdauer sehr stark und die neu zur Verfügung stehende Zeit kann die Kuh beim Liegen verbringen und dabei durch eine erhöhte Euterdurchblutung effizienter Milch produzieren.

Weiter stellt sich heraus, dass Tiere, welche im Stall gehalten werden und nur eine kurze Zeit des Tages auf der Weide verbringen, ihr Verhalten auf der Weide im Gegensatz zum Verhalten im Stall stark verändern. Es wird ersichtlich, dass dieses Weideverhalten stark im Zusammenhang steht mit dem an der Krippe vorgelegten Futter. Falls der Bedarf einer Milchkuh bereits mit dem Futter im Stall gedeckt ist, verbringt sie die meiste Zeit auf der Weide mit liegen und wiederkauen. Falls der Bedarf noch nicht gedeckt ist, ist sie bereit einen hohen Zeitaufwand für die Futteraufnahme auf der Weide zu investieren.

Schlagwörter: Fressverhalten, Weideverhalten, Wiederkauverhalten, Milchkühe, graslandbasiert, Milchproduktionssysteme

1 Einleitung

Der Strukturwandel in der Schweizer Landwirtschaft hat in den letzten Jahren viele Landwirtinnen und Landwirte gezwungen, die Produktionsstrategie auf dem Betrieb neu zu überdenken. Einige haben sich für die Aufgabe der klassischen Betriebszweige entschieden und haben den Einstieg in eine Nischenproduktion gewagt. Andere halten an den bisherigen Betriebszweigen fest und versuchen bei diesen die Effizienz zu verbessern, um auch in Zukunft erfolgreich wirtschaften zu können. Einer dieser klassischen Betriebszweige ist die Milchproduktion.

In der Schweiz gingen nach dem Bundesamt für Landwirtschaft (2014, 135) im Milchjahr 2012/13 (1. Mai bis 30. April) 24'103 Betriebe der Milchproduktion nach. Das sind noch immer über 40% aller landwirtschaftlichen Betriebe in der Schweiz. Tendenziell ist die Zahl der Milchbetriebe jedoch sinkend und die Milchmenge steigend. Um in der Milchwirtschaftsbranche bestehen zu können ist ein effizientes Produktionssystem unabdingbar. Dem Agrarbericht 2014 (BLW 2014, 135) ist dazu folgendes Zitat zu entnehmen: „Im Vergleich mit dem Milchjahr 2000/01 stieg die vermarktete Milchmenge je Kuh um fast 20% und je ha landwirtschaftliche Nutzfläche um mehr als 30%“.

Mit den Beiträgen für graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion werden für die Landwirtinnen und Landwirte vor allem Produktionssysteme interessant, welche sich auf die graslandbasierte Fütterung stützen. Auch die möglichen RAUS-Beiträge können sich auf die Wahl des Produktionssystems auswirken.

In dieser empirischen Arbeit werden drei graslandbasierte Produktionssysteme für die Milchproduktion analysiert. Die Analyse bezieht sich auf Verhaltensparameter, welche mit technischen Hilfsmitteln während drei Untersuchungsperioden gemessen wurden. Folgende Fragestellungen soll dabei fundamental diskutiert werden: Welche Auswirkungen haben die Produktionssysteme auf das Fress- und Weideverhalten der Milchkühe. Zusätzlich soll auch der Frage nachgegangen werden, wie das Weideverhalten von Milchkühen ist, welchen das Futter hauptsächlich über das Eingrasen im Stall vorgelegt wird?

Ziel der Arbeit ist es herauszufinden, ob mit einer allfälligen Verhaltensänderung der Milchkühe in einem bestimmten Milchproduktionssystem eine höhere Effizienz bezogen auf die Milchproduktion auslöst.

2 Literaturübersicht

Bei der Fütterung im Stall gibt es in erster Linie zwei Faktoren, welche die Grundfutteraufnahme von Milchkühen beeinflussen – Körpergrösse und Produktionsniveau. Bei steigender Körpergrösse ist der Pansen in der Regel grösser und es kann somit mehr Grundfutter aufgenommen und zu Milch verwertet werden. Auch ein steigendes Produktionsniveau bewirkt eine höhere Grundfutteraufnahme. Ein Liter Mehrmilch bewirkt eine Mehraufnahme von Grundfutter von ca. 300g. Diese 300g können den Nährstoffbedarf zur Produktion von einem Liter Milch nicht decken. Aus diesem Grund muss die Nährstoffkonzentration erhöht werden, weshalb zur Milchproduktion häufig Kraftfutter eingesetzt wird (Gruber et al. 2007, 52).

Bei der Fütterung von Milchkühen auf der Weide spielen nicht nur diese zwei Faktoren eine Rolle, sondern zusätzlich auch verhaltenstechnische Parameter. Den Tieren wird die Möglichkeit gegeben, ihr Futter selbst auszuwählen. Damit verbunden sind Investitionen in den Wechsel von Futterplätzen, was längere Laufwege mit sich bringt. Auch können die Tiere selber entscheiden ob sie nur die Spitzen der Gräser oder die kompletten Halme fressen wollen, was einen entscheidenden Einfluss auf die Anzahl Fresskauschläge für die Aufnahme von einem kgTS Grundfutter hat. Auch damit verbunden sind längere Fresszeiten, da die Tiere meist weniger Futter mit einem Bissen aufnehmen als Kühe, die an der Krippe gefüttert werden (Jans et al. 2015, 14) Die Qualität und Homogenität der Weiden wirkt sich stark auf das Weideverhalten der Tiere aus und beeinflusst die Menge an Nährstoffen, die mit einem bestimmten Energieaufwand (Laufzeit, Fresszeit, ...) aufgenommen werden (ebd.).

Laut Hulslen (2015, 28) kann der Liegeplatz auf der Weide als optimal betrachtet werden und für die Planung von Liegeboxen als Grundlage verwendet werden soll. Denn es wird während dem liegen durch die bessere Euterdurchblutung mehr Milch produziert (BayWa AG, ohne Datum). Folglich ist der Parameter Liegezeit und Anzahl Abliegevorgänge bedeutend für die Beurteilung von Produktionssystemen wenn diese nach Verhaltensparameter beurteilt werden.

Die Verhaltensparameter Wiederkaudauer und Anzahl Wiederkauschläge werden in der Praxis vor allem in Korrelation zur aufgenommenen Futtermenge gesetzt. Weiter spielt der Fasergehalt der Ration eine entscheidende Rolle auf die Wiederkauaktivität. Jile (2003) vermutet weiter, dass das Produktionssystem einen Einfluss auf die Wiederkauaktivität hat. Auch nach Thanner et al. (2014, 1148) führt eine unterschiedliche Wiederkaudauer bei seinen Versuchen auf die unterschiedliche Futteraufnahme zurück. Bei seinen Versuchen konnte auch er eine sehr starke Korrelation von Wiederkaudauer und Fasergehalt des Futters bestätigen. Weiter konnte er in seiner Arbeit herausfinden, dass die Anzahl an Boli von der Kuhrasse und deren Genetik beeinflusst wird. Ob das Produktionssystem einen Einfluss darauf hat, konnte er nicht belegen (ebd.).

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsaufbau

Die für diese Arbeit erhobenen Daten, sind Bestandteil des Projektes „Systemvergleich Hohenrain 2“ des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) und der Berner Fachhochschule. Unter dem Projektleiter Beat Reidy von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften werden in diesem gross angelegten Projekt während drei Jahren (2014-2016) Erhebungen und Auswertungen zur Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter durchgeführt (Hofstetter et al. 2014). Das Ziel des Projektes wird laut Reidy et al. (ohne Datum) wie folgt beschrieben: „[...] basierend auf einem Systemvergleich, praxistaugliche Optimierungsmöglichkeiten für Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter zu prüfen und anwendbare Empfehlungen für die Praxis zu erarbeiten.“

Material:

Für die Datenerhebung zum Fress- und Weideverhalten wurde das RumiWatchSystem - eine Entwicklung der Forschungsanstalt Agroscope und ITIN + HOCH – verwendet. Das RumiWatchSystem ist ein Messinstrument zur Erfassung von Verhaltensdaten von Wiederkäuern. Darunter fallen Aktivitäten wie Fressen, Wiederkauen, Trinken, Gehen, Stehen und Liegen (Zehner et al. ohne Datum). Grundlage vom RumiWatchSystem sind zwei Geräte, welche den Kühen während der Datenerhebung angelegt wurden. Es ist einerseits der RumiWatch-Pedometer, welcher das Bewegungsverhalten des Tieres misst. Andererseits ist es der RumiWatchNasenbandsensor, welcher die Maulbewegungen des Tieres erfassen kann. In die Geräte eingebaute Druck-, Temperatur- und Lagesensoren messen jeweils zehn Datenpunkte pro Sekunde. Durch drahtlose Datenübertragung über einen Reader können diese Rohdaten ins Programm RumiWatchManager übertragen werden. In diesem Managerprogramm wird neben dem Starten und Anhalten der Versuchsperiode auch die Funktionsüberprüfung während der Datenerhebung, die Zuteilung von den Geräten zu den einzelnen Tieren und Verwaltung und Visualisierung der Messdaten gesteuert. Ein letztes zentrales Element des RumiWatchSystems ist der RumiWatchConverter. Diese Softwareanwendung ordnet die Rohdaten mit Hilfe von wissenschaftlich erarbeiteten Algorithmen den Verhaltensparametern Fressen, Wiederkäuen und Trinken beim Nasenbandsensor und Gehen, Stehen und Liegen beim Pedometer zu. Zusätzlich wird ein Summary erstellt, welche die einzelnen Verhaltensparameter mit einem stündlichen Wert beschreiben. In dieser Arbeit wurde mit den Werten der Summaries gearbeitet. Für die Arbeit mit den Geräten und Softwares wurde die Herstellerbedienungsanleitung verwendet (ebd.)

Methoden:

Die drei Milchproduktionssysteme, welche in dieser Arbeit bezüglich Fress- und Weideverhalten analysiert wurden, sind: Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung im Frühling (VW), Eingrasen mit durchschnittlich 150 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr (EG150) und Eingrasen mit durchschnittlich 1'000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr (EG1000). Die erwartete Milchmenge pro Laktation liegt bei den Vollweidekühen bei ca. 5500 Liter Milch, bei den EG150-Tieren bei 7000 Liter Milch und bei den EG1000-Tieren bei 9000 Liter Milch. Das durchschnittliche Gewicht der Tiere beträgt bei den Vollweidekühen durchschnittlich 550kg und bei den anderen Tieren durchschnittlich 650kg (Hofstetter et al. 2014).

Alle drei Herden werden getrennt auf dem Gutsbetrieb des BBZN in Hohenrain (LU) gehalten. Dafür wurden die Futterflächen des Betriebes den drei Produktionssystemen zugeordnet. Jedem der drei Systeme wurden zwölf Hektaren der Betriebsfläche zugewiesen.

Tab. 1: Flächenzuteilung für die drei Produktionssysteme auf dem Versuchsbetrieb (Hofstetter et al. 2014)

Grundfutter	Fläche (ha)		
	VW	EG150	EG1000
Kurzrasenweide	7.84	3	3
Eingrasen		3.88	3.88
Grassilage	3.32	1.6	1.6
Dürrfutter		1.68	1.68
Maissilage		1	1
Ökofläche	0.84	0.84	0.84

Da die Versuchsperioden dieser Arbeit während der Vegetationsperiode von Frühling bis Herbst stattfanden, wurde den Versuchstieren nur Futter von Kurzrasenweide und Eingrasen verfüttert. Wichtig ist, dass die Vollweidegruppe zu 100% durch Weiden gefüttert wurde. Da für diese Arbeit auch keine Tiere in der Galtphase berücksichtigt wurden, muss die Menge an Ökofläche nicht berücksichtigt werden.

Nebst der Flächenzuteilung wurden auch die Tiere und die Stallplätze den einzelnen Produktionssystemen zugeordnet.

Tab. 2: Tierzuteilung nach Rassen für die drei Produktionssysteme auf dem Versuchsbetrieb (Hofstetter et al. 2014)

Rasse	VW	EG150	EG1000
Braunvieh	9	7	8
Swiss Fleckvieh	9	7	7
Holstein-Friesian		7	8
KiwiCross	10		

Die Braunvieh und Swiss Fleckvieh Tiere wurden nach Anzahl gleichmässig auf die Produktionssysteme verteilt. Bei den Holstein Kühen wurden für die Stallhaltung Holstein-Friesian

Kühe gewählt und für das Vollweidesystem eine abgewandelte Variante dieser. Die Kiwi Cross Kühe sind speziell für die Weidehaltung gezüchtete Holstein-Friesian Tiere mit Vorfahren neuseeländischer Abstammung über mehrere Generationen.

Für diese Arbeit wurden folgende Tiere bei den Datenerhebungen mit den RumiWatchGeräten ausgerüstet:

Tab. 3: Auflistung der in die Datenerhebung involvierten Tiere

Nummer	TVD-Nummer	Name	Produktionssystem	Rasse
1	CH 120.0987.6690.8	Gladiola	EG1000	BS
2	CH 120.1038.3050.1	Gracie	EG1000	BS
3	CH 120.0987.6675.5	Jordana	EG1000	HF
4	CH 120.0861.6545.4	Cormia	EG1000	HF
5	CH 120.0987.6697.7	Corsika	EG1000	SF
6	CH 120.0940.6021.5	Helen	EG1000	SF
7	CH 120.0528.8505.8	SamoraSaisy	EG150	BS
8	CH 120.0648.2711.4	Bavaria	EG150	BS
9	CH 120.0910.5730.0	Jetta	EG150	HF
10	CH 120.0987.6689.2	Delizia	EG150	HF
11	CH 120.1038.3051.8	Clarissa	EG150	SF
12	CH 120.0756.5922.3	Dolinka	EG150	SF
13	CH 120.0785.4198.3	Derma	VW	BS
14	CH 120.1038.3045.7	Galina	VW	BS
15	CH 120.0943.3547.4	Maike	VW	KC
16	CH 120.0947.8167.7	Solar	VW	KC
17	CH 120.0910.5722.5	Orla	VW	SF
18	CH 120.0785.4201.0	Balina	VW	SF

3.2 Statistik

Für die statistische Analyse wurde das Programm NCSS 9 verwendet. Die Resultate der Analysen sind der Arbeit im Anhang beigelegt. Gearbeitet wurde im Programm mit den Mittelwerten über die sechs/sieben Versuchstage der jeweiligen Untersuchungsperioden für jedes einzelne Tier. Es wurden in jedem Fall nur Tage ausgewertet, bei denen ein kompletter Datensatz vorhanden war. Als komplett gilt ein Datensatz, wenn ein stündliches Summary von 00:00 – 23:59 Uhr vorliegt.

In der folgenden Tabelle ist die Zeitspanne angegeben, in der die RumiWatchGeräte getragen wurden (Versuchszeitspanne) und es ist die Zeitspanne angegeben, in der die Daten für die statistische Analyse verwendet wurden (Analysezeitspanne). Die Daten wurden grundsätzlich vom Folgetag des Anbringens der Geräte bis zum Vortag des Ablegens der Geräte verwendet. Ausnahmen werden im Ergebniskapitel jeweils aufgeführt und begründet.

Tab. 4: Versuchs- und Analysezeitspanne der drei Untersuchungszeifenster

	Versuchszeitspanne	Analysezeitspanne
UP1	22/04/2015 - 01/05/2105	24/04/2015 - 30/04/2015
UP2	03/07/2015 - 10/07/2015	04/07/2015 - 09/07/2015
UP3	02/10/2015 - 09/10/2015	03/07/2015 - 08/07/2015

Bei der Arbeit mit dem Programm NCSS 9 wurden die Daten in zwei verschiedenen Phasen analysiert. Als erstes wurden für die einzelnen Untersuchungsperioden die Daten aller Tiere untersucht. Dabei wurden die Produktionssysteme einander gegenübergestellt. Dafür wurde eine ANOVA I durchgeführt (Analysis – ANOVA – One-Way Analysis of Variance). Danach wurde die Produktionssysteme (EG1000, EG150 und VW) als „factor variable“ und die zu untersuchenden Aktivitäten (Wiederkaudauer, Fressdauer, Wiederkauschläge, Fresskauschläge, Boli, Liegezeit, Laufzeit und Anzahl Abliegen) als „response variables“ gewählt. Bei den „Reports“ wurde der „assumptions report“ angewählt um zu bewerten, ob die Daten den Voraussetzungen für eine ANOVA I entsprechen. Weiter wurde der „ANOVA report“ und der „tuckey-kramer test“ angewählt. Diese wurden verwendet, wenn die Voraussetzungen für eine ANOVA I erfüllt waren. Es wurden auch der „kruskal-wallis test“ und der „kruskal-wallis Z test“ angewählt, welche verwendet wurden, wenn die Voraussetzungen für eine ANOVA I nicht erfüllt waren. Im Anhang dieser Arbeit sind immer die jeweiligen Tests, die zur Anwendung kamen beigelegt. Bei den „plots“ wurde der „box-plot“ angewählt um die Ergebnisse zu visualisieren.

Um die drei Systeme über die drei Untersuchungsperioden zu untersuchen musste eine Analyse mit zwei Faktoren gemacht werden. Dafür kann im NCSS 9 eine ANOVA II (Analysis – ANOVA- Balanced Design Analysis of Variance) durchgeführt werden. Dafür wurde als „factor variable“ die Untersuchungsperiode ergänzt. Bei der ANOVA II ist es wichtig, dass die Voraussetzungen erfüllt sind. Da dies im vorliegenden Fall nicht immer gegeben war, wurde nur im Bereich „plots“ der „interactions plot“ angewählt. Anhand dieser Plots konnten die Daten interpretiert werden.

In der zweiten Phase wurden die Daten aller EG1000er- und EG150er Tiere in zwei Teile unterteilt. Einerseits die Daten von Stunden, während denen sich die Tiere während der kompletten Stunde auf der Weide befanden und andererseits alle anderen Daten. So konnte untersucht werden ob sich das Verhalten der Tiere im Stall unterscheidet zum Verhalten der Tiere auf der Weide. Um die beiden Faktoren „System“ und „Weide/Stall“ zu untersuchen musste im NCSS wieder eine ANOVA II gewählt werden. Die Problematik war wiederum, dass die Daten nicht immer die Voraussetzungen eine ANOVA II erfüllten und daher wiederum nur im Bereich „plots“ der „interactions plot“ ausgewählt wurde. Mit den vorliegenden Plots konnten die Daten danach interpretiert werden.

Da es aus physiologischen Gründen der Tiere oder aus technischen Gründen der Geräte zum Teil nicht möglich war eine akzeptable Messung durchzuführen, wurden einige Werte für die Analyse geschätzt. Für die Schätzung diente folgende Berechnung nach dem Statistiker Huber-Eicher (2015) als Grundlage:

Fehlender Wert = Gesamtmittelwert aller Produktionssysteme und aller Rassen + (Mittelwert vom Produktionssystem des fehlenden Wertes – Gesamtmittelwert) + (Mittelwert der fehlenden Rasse – Gesamtmittelwert)

Die geschätzten Werte sind im Anhang bei den Daten, welche als Grundlage für die Analyse dienten in roter Farbe aufgeführt.

4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zuerst einzelne Resultate aus den Erhebungen während den Untersuchungsperioden angegeben, welche nicht mit den RumiWatchGeräten gemessen wurden, jedoch einen Einfluss auf das Verhalten der Kühe haben. Danach wurden die Versuchsergebnisse der Nasenbänder und der Pedometer für jede Versuchsperiode aufgelistet und beschrieben. Dabei wird aufgezeigt, wo statistisch signifikante Unterschiede vorliegen.

In den beiden folgenden Tabellen sind die Daten über die Menge an verfüttertem Kraftfutter und die Milchmenge aller Tiere während den Versuchsperioden angegeben. Die Daten über die Kraftfuttermenge und Milchmenge wurden den Tabellen, welche dieser Arbeit im Anhang zehn beigelegt sind entnommen.

Tab. 5: Verfütterte Kraftfuttermenge UP1 – UP3

Untersuchungsperiode	EG1000	EG150	VW
UP1 Kraftfutter (kgFS/Tag)	3.49	2.17	0.00
UP2 Kraftfutter (kgFS/Tag)	3.11	0.00	0.00
UP3 Kraftfutter (kgFS/Tag)	1.44	0.00	0.00

Tab. 6: Durchschnittliche Milchmenge pro Tier und Tag UP1 – UP3

Untersuchungsperiode	EG1000	EG150	VW
UP1 Milch (Liter/Tag)	32.0	31.7	25.0
UP2 Milch (Liter/Tag)	23.6	22.5	16.4
UP3 Milch (Liter/Tag)	19.3	16.2	15.8

In der UP2 wurde die Milchmenge der Kuh Jordana (Nr. 3, CH 120.0987.6675.5, EG1000, HF) nicht verwendet, weil das Tier an einer akuten Mastitis litt.

Der Verzehr der Tiere im Stall wurde während den Versuchsperioden gemessen und ist im Anhang elf dieser Arbeit beigelegt. Die Werte für den Verzehr auf der Weide mussten im Gegensatz dazu geschätzt werden. Mittels Fuplan der Agridea wurde eine Verzehrsschätzung für die Weide durchgeführt. Dafür wurde das Gewicht der Tiere und die durchschnittliche Milchleistung der jeweiligen Gruppen berücksichtigt. Für die UP1 wurde eine Startphasenberechnung durchgeführt und für die anderen beiden Untersuchungsperioden wurde eine frühere (UP2) und eine spätere (UP3) Produktionsphasenberechnung durchgeführt. Die Gehalte der Wiesen und des eingegrasteten Futters wurden während den Untersuchungsperioden gemessen und sind dieser Arbeit im Anhang zwölf beigelegt. Die Resultate der Verzehrsschätzungen sind der Arbeit als Anhang 13 beigelegt.

In der nachfolgenden Tabelle ist für jedes Produktionssystem die zu verzehrende Menge an Grundfutter im Stall und auf der Weide dargestellt. Dabei wird ersichtlich, dass die Tiere in den meisten Fällen zwischen 18 und 19 kg TS Grundfutter pro Tag aufnehmen mussten um ihren Bedarf zu decken.

Tab. 7: Grundfutteraufnahme gesamt der Produktionssysteme

GF-Aufnahme (kgTS)	UP1			UP2			UP3		
	Gesamt	Stall	Weide	gesamt	Stall	Weide	gesamt	Stall	Weide
EG1000	17.9	14.0	3.9	18.1	15.1	3.0	18.9	13.7	5.2
EG150	18.0	11.9	6.1	18.1	16.7	1.4	18.6	16.4	2.2
VW	18.1		18.1	19.1		19.1	18.7		18.7

Um zu berechnen, wie viel Futter die Tiere während dem Aufenthalt auf der Weide stündlich aufgenommen haben müssen, wurde die gesamte auf der Weide zu verzehrende Menge auf die durchschnittliche Weidezeit verteilt. Die Weidezeit wurde während den Untersuchungsperioden erfasst und ist dieser Arbeit im Anhang 14 beigelegt.

In der untenstehenden Tabelle ist die Menge zu verzehrendes Grundfutter pro Stunde auf der Weide und im Stall für die drei Untersuchungsperioden dargestellt.

Tab. 8: Grundfutteraufnahme pro Stunde der Produktionssysteme

GF-Aufnahme(kgTS/h)	UP1		UP2		UP3	
	Stall	Weide	Stall	Weide	Stall	Weide
EG1000	0.96	0.48	0.77	0.96	0.97	0.61
EG150	1.03	0.36	0.84	0.44	1.13	0.15
VW		0.79		0.83		0.81

Besonders auffällig ist, dass die EG150er-Herde in der UP3 nur 0.15 kgTS pro Stunde aufnehmen musste. Im Gegensatz dazu haben sie mit dem vorliegenden Futter im Stall pro Stunde mehr als 1 kgTS pro Stunde zu sich genommen. Weiter ist interessant, dass die

EG1000er-Herde in der UP2 mit 0.96 kgTS pro Stunde auf der Weide eine sehr hohe Menge an Weidefutter zu sich genommen haben muss. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Weidezeiten in der UP2 sehr kurz waren (siehe Anhang 14).

4.1 Untersuchungsperiode 1

Am Abend des 22. April 2015 wurde den Stallherden (EG150 und EG1000) die RumiWatch-Geräte angezogen. Am darauffolgenden Morgen wurden auch die Vollweidetiere ausgerüstet. Auch am 23. April wurden die Geräte über den RumWatch Manager den Tieren zugeteilt. Am 1. Mai wurden alle Geräte wieder entfernt. Somit ergibt sich eine Versuchszeitspanne vom 22./23. April bis 1. Mai. Davon abgeleitet resultiert eine Analysezeitspanne vom 24.-30. April.

Die untenstehende Tabelle zeigt die meteorologischen Gegebenheiten der Analysezeitspanne. Bei einer mittleren Temperatur von 6.0 - 14.4°C und keinen Tiefsttemperaturen unter dem Gefrierpunkt, wie auch keine Höchsttemperaturen über 25°C herrschten typische Frühlingstemperaturen. Auch der Niederschlag und die relative Luftfeuchtigkeit zeigen keine extremen Werte, welche sich speziell auf die Versuche ausgewirkt haben könnten.

Tab. 9: Wetterdaten Untersuchungsperiode eins (Agroscope ohne Datum)

Parameter	Temperatur mittel	min. Temperatur	max. Temperatur	Rel. Feuchte mittel	Niederschlag
Einheit	°C	°C	°C	%	mm
24.04.2015	14.4	5.2	24.2	56.0	0.0
25.04.2015	13.5	9.9	18.5	75.0	3.6
26.04.2015	14.0	8.5	20.7	83.7	0.2
27.04.2015	14.1	10.1	20.9	88.1	32.4
28.04.2015	6.0	3.0	10.4	95.6	21.8
29.04.2015	8.7	1.6	15.5	81.6	1.6
30.04.2015	11.3	5.9	17.9	71.1	3.8
01.05.2015	9.9	7.5	13.3	95.9	38.8

Folgende Punkte haben die zu analysierende Datenmenge in der Untersuchungsperiode eins beeinflusst:

- Das Nasenband vom Tier Gracie (Nr. 2, CH 120.1038.3050.1, EG1000, BS) wurde am Morgen des 27. April beim täglichen Check entfernt und danach fälschlicherweise einer an-

deren Kuh angezogen. Der Fehler wurde am Abend bemerkt und behoben. Die Nasenbanddaten von diesem Tag wurden nicht für die Analyse verwendet.

- Dem Tier Maike (Nr. 15, CH 120.0943.3547.4, VW, CK) wurde am 29. April das Nasenband wegen auftretenden Scheuerstellen entfernt. Zudem waren die Daten vom 24. April inkomplett. Aus diesen Gründen wurden die Daten vom 24. und vom 29./30. April nicht für die Analyse verwendet.

- Den Tieren Orla (Nr. 17, CH 120.0910.5722.5, VW, SF) und Balina (Nr. 18, CH 120.0785.4201.0, VW, SF) wurde am 25. April das Nasenband entfernt, weil im Rumi-WatchManager angezeigt wurde, dass keine Rohdaten mehr aufgezeichnet werden. Die SD-Karte wurde ausgetauscht und die Nasenbänder am 26. April wieder angezogen. Die Daten vom 25./26. April wurden bei beiden Tieren nicht für die Analyse verwendet.

- Beim Tier Dolinka (Nr. 12, CH 120.0756.5922.3, EG150, SF) sind ab dem 29. April keine Daten vom Nasenbandsensor mehr vorhanden. Deshalb musste die Analyse bei diesem Tier ohne Daten vom 29./30. April gemacht werden.

- Die Daten vom Nasenbandsensor des Tieres Helen (Nr. 6, CH 120.0940.6021.5, EG1000, SF) waren am Anfang der Untersuchungsperiode inkomplett. Die Daten vom 24./25. April wurden nicht für die Analyse verwendet.

- Da die Nasenbanddaten der Tiere Galina (Nr. 14, CH 120.1038.3045.7, VW, BS) und Jetta (Nr. 9, CH 120.0910.5730.0, EG150, HF) nicht für möglich eingestuft werden konnten, mussten die Daten für diese Tiere gemäss Kapitel 3.2 geschätzt werden.

- Einige Datensätze der Pedometer wiesen unmögliche Überschneidungen oder Lücken auf. Aus diesem Grund konnten die Podometerdaten vom 24./25. April vom Tier Clarissa (Nr. 11, CH 120.1038.3051.8, EG150, SF) und vom Tier SamoraSaisy (Nr. 7, CH 120.0528.8505.8, EG150, BS), sowie die Daten vom 26./27. April vom Tier Orla (Nr. 17, CH 120.0910.5722.5, VW, SF) und vom Tier Derma (Nr. 13, CH 120.0785.4198.3, VW, BS) nicht für die Analyse verwendet werden. Aus den gleichen Gründen wurden auch die Daten vom 24.-26. April vom Tier Helen (Nr. 6, CH 120.0940.6021.5, EG1000, SF) nicht für die Analyse verwendet.

4.1.1 Fress- und Weideverhalten 24h

In diesem Unterkapitel werden die Daten aller Produktionssysteme über den ganzen Tag betrachtet. Es wird also kein Unterschied gemacht, ob sich die Tiere im Stall oder auf der Weide befanden. Grundlage für die untenstehende Tabelle sind die Mittelwerte aller Einzeltiere für die Untersuchungsperiode eins, welche im Anhang acht dieser Arbeit beigelegt sind.

Tab. 10: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP1

Aktivität	Einheit	EG1000	EG150	VW
Fressdauer	min/h	25.09	23.48	28.19
Fresskauschläge	Anzahl/h	1309	1231	1047
Wiederkaudauer	min/h	17.13	19.76	17.64
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1134	1241	1118
Boli	Anzahl/h	21.25	21.82	18.19
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	48	54	58
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	53	57	61
Liegezeit	min/h	24.78	24.1	18.01
Laufzeit	min/h	2.11	2.02	4.25
Abliegen	Anzahl/h	0.44	0.41	0.23

Statistische Analyse:

Als erstes wird die Wiederkauaktivität der Tiere verglichen. Die statistische Analyse zeigt, dass die Wiederkaudauer in der UP1 zwischen den verschiedenen Systemen nicht signifikant unterschiedlich war (P-Wert: 0.113154). Die Mittelwerte der drei Systeme zeigen auf, dass die Tiere mit rund 18 min/h ähnlich viel Zeit mit Wiederkauen verbrachten. Auch die Anzahl Wiederkauschläge, welche die Tiere in einer Stunde machten unterscheidet sich bezogen auf die drei Produktionssysteme nicht signifikant voneinander (P-Wert: 0.338061). Dies obwohl die EG150er-Herde mit 1241 durchschnittlich pro Stunde ungefähr 100 Wiederkauschläge mehr macht als die Tiere der anderen Herden.

Es wird auch die Fressaktivität der Tiere verglichen. In diesem Fall zeigt die statistische Analyse, dass die Fressdauer in der UP1 zwischen den drei Produktionssystemen statistisch signifikante Unterschiede aufweist (P-Wert: 0.010333). Beim genaueren betrachten wird aufgezeigt, dass die Fressdauer der EG1000er-Herde mit einem Mittelwert von 25.09 min/h keine signifikante Differenz zu einem der anderen Systeme aufweist. Es sind die beiden anderen Systeme, welche sich bezüglich der Fressdauer signifikant voneinander unterscheiden. Dabei sind es die Kühe der VW-Herde, welche am meisten Zeit zum Fressen aufwenden. Auch bei der Anzahl Fresskauschläge, welche die Tiere durchschnittlich pro Stunde machen, können statistische Unterschiede zwischen den Systemen festgestellt werden (P-Wert: 0.016009). In diesem Fall ist es die VW-Herde (1047 Schläge/h) und die EG1000er-Herde (1309 Schläge/h), die sich signifikant voneinander unterscheiden. Die EG150er-Herde ist von keinem der beiden anderen Systemen signifikant verschieden.

Bei den Boli ist es die EG150er-Herde, welche sich signifikant von der VW-Herde unterscheidet, welche mit 18.1 Boli/h in diesem Bereich den deutlich tiefsten Wert aufweist.

Den Daten vom RumiWatchPedometer aus der Untersuchungsperiode eins ist zu entnehmen, dass sich die VW-Herde stark von den anderen beiden Herden unterscheidet. Verglichen mit der EG1000er-Herde ist ein signifikanter Unterschied bei der Liegezeit, bei der Laufzeit und auch bei der Anzahl Abliegevorgänge pro Stunde zu beobachten. Auch im Vergleich mit der EG150er-Herde ist der Unterschied bei der Liegezeit und der Anzahl Abliegevorgänge pro Stunde signifikant. Somit liegen die VW-Tiere am wenigsten, sie laufen am meisten und legen sich am seltensten hin.

4.1.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten

Da sich die EG1000er- und EG150er-Herde während den Versuchsperioden sowohl auf der Weide wie auch im Stall aufhielten, wird in diesem Unterkapitel dieser Aspekt genauer betrachtet. Es soll Aufschluss darüber geben, ob und in welcher Form sich das Fress- und Weideverhalten der Tiere beim Austrieb auf die Weide verändert.

Für die untenstehende Tabelle wurden wiederum die Mittelwerte der einzelnen Tiere verwendet. Diese Daten sind der Arbeit im Anhang neun beigelegt.

Tab. 11: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP1

Aktivität	Einheit	EG1000 Gesamt	EG1000 Stall	EG1000 Weide	EG150 gesamt	EG150 Stall	EG150 Weide
Fressdauer	min/h	25.09	25.77	23.47	23.48	22.03	26.26
Fresskauschläge	Anzahl/h	1309	1318	1282	1231	1036	1624
Wiederkaudauer	min/h	17.13	16.86	17.87	19.76	19.47	20.08
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1134	1119	1177	1241	1215	1266
Boli	Anzahl/h	21.25	21.07	21.82	21.82	21.97	20.65
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	48	48	49	54	53	58
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	53	53	54	57	55	61
Liegezeit	min/h	24.78	22.13	31.04	24.1	22.23	28.07
Laufzeit	min/h	2.11	2.02	2.31	2.02	1.73	2.64
Abliegen	Anzahl/h	0.44	0.42	0.49	0.41	0.38	0.47

Die Tabelle 11 zeigt, dass die Fressaktivität (Dauer und Kauschläge) bei der EG1000er-Herde in dieser Periode auf der Weide im Gegensatz zum Stall anstieg, während bei der EG150er-Herde das Gegenteil der Fall war. Die Wiederkauaktivität und die Anzahl Boli unterscheidet sich im Stall und auf der Weide nur geringfügig. So sind auch die Wiederkaudauer und die Wiederkauschläge pro Bolus auf der Weide und im Stall sehr ähnlich.

Sowohl die Tiere der EG1000er-Herde, wie auch diejenigen der EG150er-Herde liegen auf der Weide deutlich mehr als im Stall. Überraschend laufen sie auf der Weide nicht deutlich mehr als im Stall.

4.2 Untersuchungsperiode 2

In der zweiten Untersuchungsperiode wurden die RumiWatchGeräte zum einen Teil am Morgen und zum anderen Teil am Abend des 3. Juli 2015 an den Kühen befestigt. Am gleichen Tag wurden sie auch über den RumiWatchManager den Tieren zugeordnet. Entfernt wurden die Geräte am 10. Juli 2015. Somit ergibt sich eine Versuchszeitspanne vom 3.-10. Juli und davon abgeleitet resultiert eine Analysezeitspanne vom 4.-9. Juli.

Die untenstehende Tabelle zeigt die meteorologischen Gegebenheiten der Analysezeitspanne. Vor allem die Temperaturen in den ersten Tagen der Untersuchungsperiode mit bis zu 37.5°C haben den Tieren stark zugesetzt. Auch sind drei Nächte während der Analysezeitspanne als Tropennächte zu verzeichnen. Weiter hat es nie über 7.6mm Niederschlag gegeben, was auch eine tiefe relative Luftfeuchtigkeit mit sich brachte.

Tab. 12: Wetterdaten Untersuchungsperiode zwei (Agroscope ohne Datum)

Parameter	Temperatur mittel	min. Temperatur	max. Temperatur	Rel. Feuchte mittel	Niederschlag
Einheit	°C	°C	°C	%	mm
04.07.2015	28.9	21.6	37.5	57.1	0.0
05.07.2015	28.9	21.6	36.1	59.7	0.0
06.07.2015	25.1	20.0	30.9	77.5	3.4
07.07.2015	27.8	19.2	36.4	66.0	7.6
08.07.2015	18.4	14.6	20.7	79.7	5.4
09.07.2015	18.7	14.6	25.1	61.9	0.0

Folgende Punkte haben die zu analysierende Datenmenge in der Untersuchungsperiode zwei beeinflusst:

- Dem Tier Gladiola (Nr.1, CH 120.0987.6690.8, EG1000, BS) wurde aufgrund eines Halsgeschwüres kein Nasenbandsensor angezogen. Die Daten wurden für die Analyse gemäss Kapitel 3.2 geschätzt.
- Dem Tier Jordana (Nr. 3, CH 120.0987.6675.5, EG1000, HF) wurde das Nasenband am

7. Juli wegen einer akuten Mastitis entfernt. Es wurden nur die Daten vom 4.-6. Juli für die Analyse verwendet.

- Da die SD Karte vom Nasenband des Tieres Corsika (Nr. 5, CH 120.0987.6697.7, EG1000, SF) am 8. Juli wegen eines Fehlers ausgetauscht werden musste, fehlten für die Analyse die Daten dieses Tages. Vom 4.-7. Juli konnten die Rohdaten für die Analyse trotzdem verwendet werden.

- Das Nasenband vom Tier Jetta (Nr. 9, CH 120.0910.5730.0, EG150, HF) musste am 5. Juli entfernt werden, weil es keine korrekten Daten aufzeichnete. Die Daten wurden für die Analyse gemäss Kapitel 3.2 geschätzt.

- Das Nasenband vom Tier Galina (Nr. 14, CH 120.1038.3045.7, VW, BS) musste am 4. Juli entfernt und neu aufgesetzt werden. Daher sind erst Daten für die Analyse ab dem 5. Juli berücksichtigt worden.

- Bereits am 5. Juli zeigte das Tier Maike (Nr. 15, CH 120.0943.3547.4, VW, CK) erste Schürfungen am Kopf. Aus diesem Grund wurde das Nasenband entfernt und die Daten für diese Kuh gemäss Kapitel 3.2 geschätzt.

- Wegen Lücken konnten die Pedometerdaten vom 8./9. Juli vom Tier SamoraSaisy (Nr. 7, CH 120.0528.8505.8, EG150, BS) nicht für die Datenanalyse verwendet werden.

4.2.1 Fress- und Weideverhalten 24h

In diesem Unterkapitel werden die Daten aller Produktionssystemen über den ganzen Tag betrachtet. Es wird kein Unterschied gemacht, ob sich die Tiere im Stall oder auf der Weide befanden. Grundlage für die untenstehende Tabelle sind die Mittelwerte aller Einzeltiere für die Untersuchungsperiode zwei, welche im Anhang acht dieser Arbeit beigelegt sind.

Tab. 13: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP2

Aktivität	Einheit	EG1000	EG150	VW
Fressdauer	min/h	24.58	23.13	28.25
Fresskauschläge	Anzahl/h	1295	1121	958
Wiederkaudauer	min/h	19.98	21.43	19.71
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1279	1296	1234
Boli	Anzahl/h	23.19	24.79	20.5
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	52	52	58
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	55	52	60
Liegezeit	min/h	21.75	22.53	19.21
Laufzeit	min/h	1.96	1.71	4.50
Abliegen	Anzahl/h	0.37	0.34	0.27

Statistische Analyse:

Als erstes wird die Wiederkauaktivität der Tiere verglichen. Die statistische Analyse zeigt, dass die Wiederkaudauer in der UP1 zwischen den verschiedenen Systemen nicht signifikant unterschiedlich war (P-Wert: 0.180332). Die Mittelwerte der drei Systeme zeigen auf, dass die Tiere mit rund 20 min/h ähnlich viel Zeit mit Wiederkauen verbrachten. Auch die Anzahl Wiederkauschläge, welche die Tiere in einer Stunde machten unterscheidet sich bezogen auf die drei Produktionssysteme nicht signifikant voneinander (P-Wert: 0.637763).

Es wird auch die Fressaktivität der Tiere verglichen. In diesem Fall zeigt die statistische Analyse, dass die Fressdauer in der UP2 zwischen den drei Produktionssystemen statistisch signifikante Unterschiede aufweist (P-Wert: 0.002463). Beim genaueren betrachten wird aufgezeigt, dass die Fressdauer der VW-Herde mit einem Mittelwert von 28.25 min/h eine signifikante Differenz zu den beiden anderen Systemen aufweist. Die Kühe der VW-Herde wenden somit am meisten Zeit zum Fressen auf. Auch bei der Anzahl Fresskauschläge, welche die Tiere durchschnittlich pro Stunde machen, können statistische Unterschiede zwischen den Systemen festgestellt werden (P-Wert: 0.001041). In diesem Fall unterscheidet sich die VW-Herde (958 Schläge/h) und die EG1000er-Herde (1295 Schläge/h) signifikant voneinander. Die EG150er-Herde ist von keinem der beiden anderen Systemen signifikant verschieden.

Bei den Boli ist es die EG150er-Herde, welche sich signifikant von der VW-Herde unterscheidet, welche mit 20.5 Boli/h in diesem Bereich den deutlich tiefsten Wert aufweist.

Bei den Daten vom RumiWatchPedometer aus der Untersuchungsperiode zwei ist zu entnehmen, dass es weder bei der Liegezeit noch bei der Anzahl Abliegevorgänge pro Stunde statistische Unterschiede zwischen den drei Produktionssystemen gibt. Nur bei der Laufzeit hebt sich die VW-Herde mit 4.39min/h deutlich von den anderen beiden Gruppen mit jeweils durchschnittlich ungefähr 1.7min/h ab. Der Unterschied ist in diesem Fall stark signifikant.

4.2.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten

Da sich die EG1000er- und EG150er-Herde auch während der Untersuchungsperiode zwei sowohl auf der Weide wie auch im Stall aufhielten, wird in diesem Unterkapitel dieser Aspekt genauer betrachtet. Es soll Aufschluss darüber geben, ob und in welcher Form sich das Fress- und Weideverhalten der Tiere beim Austrieb auf die Weide verändert.

Für die untenstehende Tabelle wurden wiederum die Mittelwerte der einzelnen Tiere aus der UP2 verwendet. Diese Daten sind der Arbeit im Anhang neun beigelegt.

Tab. 14: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP2

Aktivität	Einheit	EG1000 gesamt	EG1000 Stall	EG1000 Weide	EG150 gesamt	EG150 Stall	EG150 Weide
Fressdauer	min/h	24.58	24.25	26.78	23.13	23.04	24.2
Fresskauschläge	Anzahl/h	1295	1255	1580	1121	1099	1416
Wiederkaudauer	min/h	19.98	20.43	15.89	21.43	21.14	22.58
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1279	1303	1022	1296	1277	1358
Boli	Anzahl/h	23.19	23.65	18.07	24.79	24.43	25.89
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	52	52	53	52	52	52
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	55	55	57	52	52	52
Liegezeit	min/h	21.75	20.79	30.92	22.53	21.62	31.12
Laufzeit	min/h	1.96	1.79	3.59	1.71	1.54	3.35
Abliegen	Anzahl/h	0.37	0.34	0.6	0.34	31	0.56

Die Tabelle 14 zeigt, dass die Fressaktivität (Dauer und Kauschläge) bei beiden Herden in dieser Periode auf der Weide im Gegensatz zum Stall anstieg. Bei der EG1000er-Herde ist auf der Weide ein starker Rückgang der Wiederkauaktivität zu verzeichnen, während bei der EG150er-Herde sogar ein kleiner Anstieg wahrnehmbar ist. Die Wiederkaudauer und die Wiederkauschläge pro Bolus verändern sich dabei nur leicht (EG1000) oder gar nicht (EG150).

Sowohl die Tiere der EG1000er-Herde, wie auch diejenigen der EG150er-Herde liegen auf der Weide deutlich mehr als im Stall. Auch laufen die Tiere beider Herden auf der Weide deutlich mehr als im Stall.

4.3 Untersuchungsperiode 3

In der dritten Untersuchungsperiode wurden die RumiWatchGeräte zum einen Teil am Morgen und zum anderen Teil am Abend des 2. Oktober 2015 an den Kühen befestigt. Am gleichen Tag wurden sie auch über den RumiWatchManager den Tieren zugeordnet. Entfernt wurden die Geräte am 10. Oktober 2015. Somit ergibt sich eine Versuchszeitspanne vom 2.-10. Oktober und davon abgeleitet resultiert eine Analysezeitspanne vom 3.-9. Oktober.

Die untenstehende Tabelle zeigt die meteorologischen Gegebenheiten der Analysezeitspanne. Es herrschten einigermaßen konstante Temperaturen zwischen 7.7 und 22.0°C. Der Niederschlag fiel mit maximal 9mm pro Tag eher knapp aus. Grundsätzlich sind alle Angaben in einem Rahmen, der die Arbeit mit den RumiWatchGeräten nicht beeinflusst haben sollte.

Tab. 15: Wetterdaten Untersuchungsperiode drei (Agroscope ohne Datum)

Parameter	Temperatur mittel	min. Temperatur	max. Temperatur	Rel. Feuchte mittel	Niederschlag
Einheit	°C	°C	°C	%	mm
03.10.2015	14.9	9.2	22.0	74.7	0.0
04.10.2015	12.8	9.0	20.7	82.0	5.0
05.10.2015	14.3	9.3	21.4	88.8	1.4
06.10.2015	13.6	11.9	18.2	95.9	9.0
07.10.2015	12.6	10.4	15.3	93.9	2.0
08.10.2015	11.5	8.2	15.7	88.5	0.0
09.10.2015	10.8	7.7	17.3	92.6	0.0

Folgende Punkte haben die zu analysierende Datenmenge in der Untersuchungsperiode drei beeinflusst:

- Dem Tier Gladiola (Nr.1, CH 120.0987.6690.8, EG1000, BS) wurde aufgrund eines Halsgeschwürs kein Nasenbandsensor angezogen. Die Daten wurden gemäss Kapitel 3.2 geschätzt.
- Das Tier Bavaria (Nr. 8, CH 120.0648.2711.4, EG150, BS) wurde am 3.Oktober künstlich Besamt und einer Klauenbehandlung unterzogen. Die Nasenband- und Pedometerdaten vom 3.Oktober wurden für die Analyse nicht verwendet.
- Das Tier Derma (Nr. 13, CH 120.0785.4198.3, VW, BS) wurde am 3.Oktober einer Klauenbehandlung unterzogen. Da es danach einen unsicheren Gang und atypisches Verhalten aufwies, wurden die Daten vom Nasenband und vom Pedometer vom 3.-6.Oktober nicht für die Analyse verwendet.
- Das Tier Maike (Nr. 15, CH 120.0943.3547.4, VW, CK) hat für den Nasenbandsensor einen zu kleinen Kopf. Es wurde ein Ersatztier mit einem Nasenbandsensor ausgerüstet. Die Daten wurden jedoch als unbrauchbar eingestuft. Aus diesem Grund wurden die Nasenbandsensordaten für dieses Tier gemäss Kapitel 3.2 geschätzt. Bei den Pedometerdaten wurden der 9. Oktober nicht für die Analyse verwendet, weil die Daten für diesen Tag inkomplett waren.
- Die Daten vom Nasenbandsensor des Tieres Orla (Nr.17, CH 120.0910.5722.5, VW, SF) wiesen unmögliche Überschneidungen auf. Die Daten mussten als unbrauchbar eingestuft werden. Sie wurden gemäss Kapitel 3.2 geschätzt.
- Da die Daten vom Pedometer des Tieres Corsika (Nr.5, CH 120.0987.6697.7, EG1000, SF) am 4. Oktober nicht komplett waren, wurden sie nicht für die Analyse verwendet.

4.3.1 Fress- und Weideverhalten 24h

In diesem Unterkapitel werden die Daten aller Produktionssystemen über den ganzen Tag betrachtet. Es wird kein Unterschied gemacht, ob sich die Tiere im Stall oder auf der Weide befanden. Grundlage für die untenstehende Tabelle sind die Mittelwerte aller Einzeltiere für die Untersuchungsperiode drei, welche im Anhang acht dieser Arbeit beigelegt sind.

Tab. 16: Fress- und Weideverhalten (gesamt) UP3

Aktivität	Einheit	EG1000	EG150	VW
Fressdauer	min/h	25.07	21.21	29.2
Fresskauschläge	Anzahl/h	1223	1049	1156
Wiederkaudauer	min/h	15.8	17.23	16.57
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1001	1030	992
Boli	Anzahl/h	17.73	16.63	15.35
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	53	62	65
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	56	62	65
Liegezeit	min/h	25.7	28.39	22.86
Laufzeit	min/h	2.19	1.87	4.11
Abliegen	Anzahl/h	0.36	0.34	0.22

Statistische Analyse:

Die statistische Analyse der Daten vom RumiWatchNasenband in der Untersuchungsperiode drei sind kurz erklärbar. Nur bei der Fressdauer konnten zwischen den verschiedenen Systemen signifikante Unterschiede nachgewiesen werden. Es ist die VW-Herde, welche sich mit durchschnittlich 29.2 min/h am längsten mit der Futteraufnahme beschäftigt. Dies signifikant länger als die EG1000er-Herde mit 25.07min/h wie auch die EG150er-Herde mit 21.21 min/h. Bei der Anzahl Fresskauschläge konnte im Gegensatz zur Fressdauer kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Anzahl Fresskauschläge beläuft sich bei allen drei Systemen auf durchschnittlich etwa 1050 bis 1225 Fresskauschläge pro Stunde.

Was das Wiederkauen betrifft sind alle Systeme sowohl bei der Dauer wie auch bei der Anzahl auf einem vergleichbaren Niveau. Ähnlich sieht es bei der Anzahl Boli pro Stunde aus.

Bei den Daten vom RumiWatchPedometer aus der Untersuchungsperiode drei ist zu entnehmen, dass sich die VW-Herde stark von den anderen beiden Herden unterscheidet. Verglichen mit der EG150er-Herde ist ein signifikanter Unterschied bei der Liegezeit, bei der Laufzeit und auch bei der Anzahl Abliegevorgänge pro Stunde zu beobachten. Auch im Vergleich mit der EG1000er-Herde ist der Unterschied bei der Liegezeit und der Laufzeit signifikant. Somit liegen die VW-Tiere am wenigsten, sie laufen am meisten und legen sich am seltensten hin.

4.3.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten

Tab. 17: Fress- und Weideverhalten (Stall/Weide) UP3

Aktivität	Einheit	EG1000 gesamt	EG1000 Stall	EG1000 Weide	EG150 gesamt	EG150 Stall	EG150 Weide
Fressdauer	min/h	25.07	24.41	26.51	21.21	22.13	18.98
Fresskauschläge	Anzahl/h	1223	1209	1261	1049	1085	962
Wiederkaudauer	min/h	15.8	16.32	14.86	17.23	16.06	20.08
Wiederkauschläge	Anzahl/h	1001	1040	925	1030	966	1286
Boli	Anzahl/h	17.73	18.12	16.87	16.63	15.32	19.79
Wiederkaudauer/Bolus	Sek	53	54	53	62	63	61
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	56	57	55	62	63	65
Liegezeit	min/h	25.7	22.15	34.33	28.39	23.29	40.78
Laufzeit	min/h	2.19	2.23	2.12	1.87	1.95	1.68
Abliegen	Anzahl/h	0.36	0.33	0.45	0.34	0.31	0.43

In der Untersuchungsperiode drei zeigen die Fress- und Wiederkauaktivitäten der beiden Herden ein einander entgegengesetztes Bild. Während die EG1000er-Tiere mehr in die Fut-
teraufnahme investieren auf der Weide, konzentrieren sich die EG150er-Tiere auf der Weide
vor allem auf das Wiederkäuen.

Sowohl die Tiere der EG1000er-Herde, wie auch diejenigen der EG150er-Herde liegen auf
der Weide deutlich mehr als im Stall. Vor allem der Wert der EG150er-Herde ist eindrücklich.
Die Tiere liegen während mehr als 2/3 der Zeit auf der Weide. Überraschend laufen die Tiere
beider Herden auf der Weide nicht deutlich mehr als im Stall.

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Parameter, welche im Ergebniskapitel aufgezeigt werden, bezogen auf die in der Einleitung beschriebenen Fragestellungen diskutiert. Die Daten werden mit den weiteren Erhebungsdaten der Untersuchungsperioden in Verbindung gebracht, auf ihre Aussagekraft diskutiert und bezüglich verschiedener Aussagen gewichtet.

5.1 Fress- und Weideverhalten UP1-UP3

Wiederkauaktivität:

In keiner der drei Untersuchungsperioden liegt ein signifikantes Resultat vor, was die Wiederkaudauer und die Wiederkauschläge betrifft. Es kann also mit grosser Wahrscheinlichkeit gesagt werden, dass das Produktionssystem keinen Einfluss auf die Wiederkauaktivität hat.

Fressaktivität:

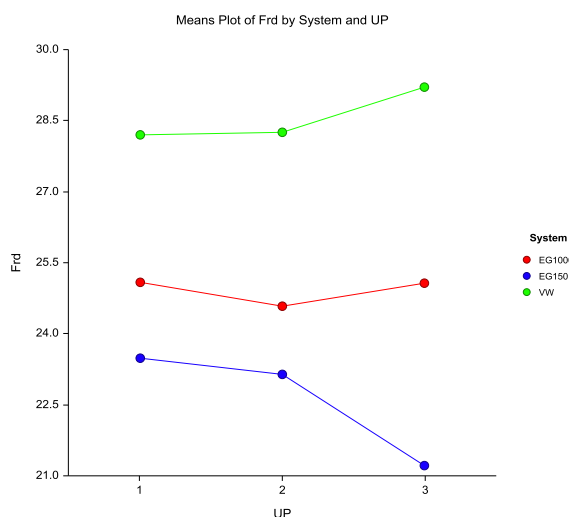


Abb. 1: Fressdauer (min/h) UP1 - UP3

der UP3 noch einmal eine nicht unbedeutende Menge Grundfutter auf der Weide aufnehmen musste, verzeichnete sogar einen leichten Anstieg der Fressdauer. In der ersten Untersuchungsperiode ist die Fressdauer der VW-Herde nur signifikant höher als diejenige der EG150er-Herde. Eine Erklärung dafür ist die Kondition der Weiden. Im Frühling ist das Gras deutlich höher als auf den Kurzrasenweiden im Herbst. Es hat zudem im Frühling viel weniger Geilstellen. Der Faktor Weide hat in diesem Fall einen weniger grossen Einfluss.

Besonders in der zweiten und dritten Untersuchungsperiode ist die Fressdauer der Weideherde deutlich höher als diejenige der anderen beiden Herden. Dabei ist die EG150er-Herde immer diejenige, welche am wenigsten Zeit für die Futteraufnahme verwendet. Besonders in der UP3, wenn die EG150er-Herde fast ihren kompletten Bedarf im Stall decken konnte und auf der Weide kaum Futter aufnehmen muss, sinkt

die Kurve der Fressdauer deutlich nach unten. Die EG1000er-Herde, welche in

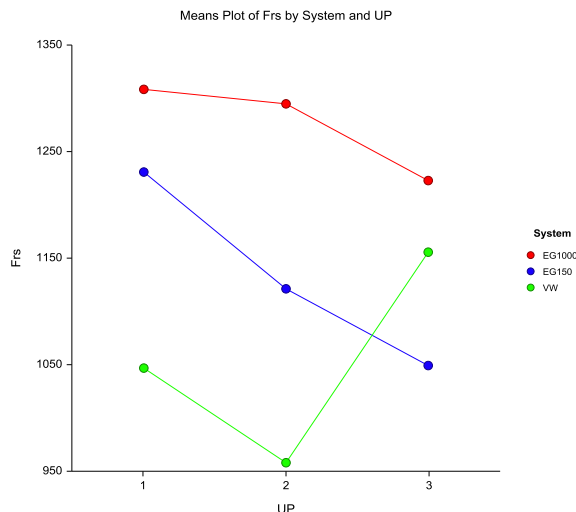


Abb. 2: Anzahl Fresskauschläge UP1 - UP3

zweiten Untersuchungsperiode. Dies ist damit zu erklären, dass die Kühe weniger Zeit auf der Weide verbrachten und daher eine grössere Menge Futter pro Bissen aufnehmen mussten, dass sie in der zur Verfügung stehenden Weidezeit ihren Bedarf an Grundfutter decken konnten. In der dritten Untersuchungsperiode hatten sie wieder genügend Zeit und durch die Gegebenheiten, dass die Höhe des Grasbestandes im Herbst am geringsten war, ist es gut nachzuvollziehen, dass sie in der UP3 deutlich mehr Fresskauschläge verzeichnen mussten um ihren Bedarf an Grundfutter zu decken.

Boli:

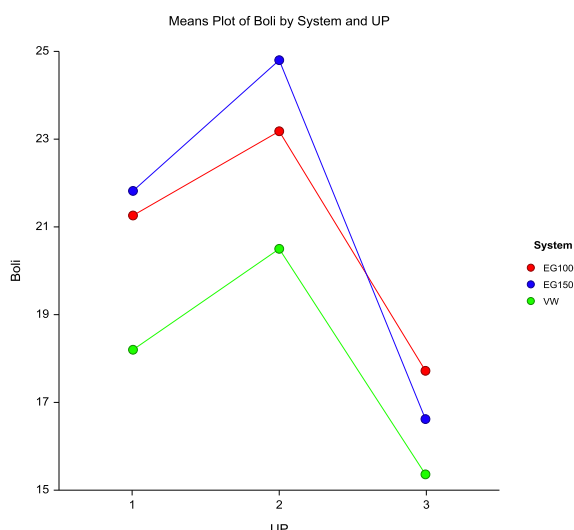


Abb. 3: Anzahl heraufgewürgter Boli UP1 - UP3

Alle drei Produktionssysteme zeigen über die drei Untersuchungsperioden den gleichen Verlauf, was die Anzahl Boli pro Stunde betrifft. In der UP2 werden jeweils am meisten Boli pro Stunde heraufgewürgt und in der UP3 werden jeweils am wenigsten Boli pro Stunde heraufgewürgt. Das gleiche Bild zeigt sich, wenn man die Wiederkaudauer und die Anzahl Wiederkauschläge pro Bolus in den Tabellen 10, 13 & 16 betrachtet.

In der UP2 sind diese Werte jeweils am kleinsten und in der UP3 sind diese Werte jeweils deutlich am höchsten. Der Grund dafür kann nicht mit einem Produktionssystem erklärt werden, da diese alle das gleiche Muster zeigen. Auch die Temperatur kann nicht mit Sicherheit als Grund genannt werden, weil in der UP3 nicht die tiefsten Temperaturen

herrschten. Letztlich kann auch der TS-Gehalt des Grundfutters nicht als eindeutiger Grund identifiziert werden, da in der UP3 nicht die tiefsten TS-Gehalte im Futter vorhanden waren.

Liegezeit/Abliegen:

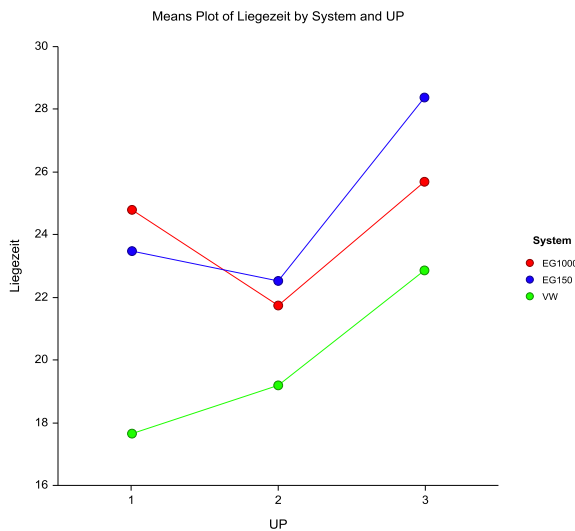


Abb. 4: Liegezeit UP1 - UP3

Die Kurven der Liegezeit sind bei der EG1000er-Herde und bei der EG150er-Herde sehr ähnlich. Auch die VW-Herde verzeichnet einen starken Anstieg der Liegezeit im Herbst. Die Abbildung 4 zeigt eine Situation auf, die entgegen der Idee ist, dass die Tiere zu dem Zeitpunkt, an dem sie am meisten Milch geben am meisten liegen sollten. Was die Liegezeit betrifft ist das Wetter und die dazugehörigen Temperaturen nicht zu vergessen. Daher ist die UP2 in diesem Fall eher wenig aussagekräftig. Die beiden ande-

ren Untersuchungsperioden zeigen, dass die VW-Herde deutlich weniger Zeit mit liegen verbringt.

Das gleiche Bild zeigt sich bei der Anzahl wie oft die Kühe sich hinlegten. Auch in diesem Fall ist der UP2 eine geringe Wertigkeit zuzuschreiben, da sich die Tiere bei den Extremtemperaturen über den Tag im Stall aufhielten und dort kein Futter zur Verfügung hatten. Analog zur geringeren Liegezeit in der UP1 und UP3 haben sich die Weidetiere in diesen Untersuchungsperioden auch weniger hingelegen als die Tiere der EG1000er- und EG150er-Herden.

Laufzeit:

Wenig Diskussionsstoff liefert die Laufzeit der Tiere. Es war über alle Untersuchungsperioden die Weideherde die deutlich am meisten Zeit mit laufen verbrachte. Es war mit ungefähr vier Minuten im Gegensatz zu den anderen beiden Systemen mit gut zwei Minuten in jedem Fall fast die doppelte Zeit. Dieser Fakt kann für die Energieeffizienz wichtig sein, da die Weidekühe viel Energie für ihre körperliche Aktivität benötigen, welche nicht mehr für die Milchproduktion benötigt werden kann.

5.2 Weideverhalten vs. Stallverhalten UP1-UP3

Fress- und Wiederkauaktivität:

In welcher Form der Weideaustrieb die Wiederkaudauer beeinflusst ist anhand der Interaktions-Plots im Anhang sieben schwer zu bestimmen. Liegt in der UP1 noch eine einfache Interaktion vor, bei der beide Herden eine höhere Wiederkaudauer aufzeigen, so verändert sich das Bild in der UP2 und UP3. In diesen Versuchsperioden steigt die Wiederkaudauer nur noch bei der EG150er-Herde, nicht mehr aber bei der EG1000er-Herde. Es kann also weder gesagt werden, dass die Wiederkaudauer tendenziell sinkt noch dass sie tendenziell steigt. Auch kann nicht gesagt werden, dass sich die Systeme gleich verhalten oder eben nicht gleich.

Die Interaktions-Plots der Anzahl Wiederkauschläge zeigen nicht überraschend dieselben Bilder wie diejenigen der Wiederkaudauer. Ein ähnliches Bild liegt auch bei der Fressdauer und bei der Anzahl Fresskauschläge vor.

Die Kurven der Anzahl stündlich hervorgewürgten Boli korrelieren stark mit denjenigen der Fress- und Wiederkauaktivitäten. Wenn die Tiere viel Fressen würgen sie weniger Boli herauf und umgekehrt.

Bewegungsverhalten:

Bei der Liegezeit kann ein klares Muster erkannt werden. Sowohl die Tiere der EG1000er-Herde, wie auch diejenigen der EG150er-Herde liegen auf der Weide zu jeder Versuchs- und damit auch Jahreszeit tendenziell deutlich mehr. Bezüglich der Laufzeit kann wenig ersichtlich gemacht werden, da nur die vollen Weidestunden als Weidestunden analysiert wurden. In diesem Fall wäre es jedoch wichtig, dass der Weideaus- und abtrieb beachtet würden.

6 Schlussfolgerungen

Da keine der Untersuchungen einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden im Stall gehaltenen Herden gezeigt hat, kann ein Einfluss auf das Verhalten der Tiere durch die Gabe von durchschnittlich 150 kg Kraftfutter oder 1000 kg Kraftfutter pro Laktation ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund wird für die Schlussdiskussion nur noch zwischen Weideherde und Stallherden unterschieden.

Die Untersuchungen bezüglich Fress- und Wiederkauaktivitäten der Milchkühe ergaben folgende Erkenntnisse: Wenn eine Kuh das Grünfutter einmal aufgenommen hat, wird es von ihr gleich verarbeitet, egal ob sie sich als Vollweidekuh grösstenteils auf der Weide oder als Laufstallkuh grösstenteils im Stall befindet. Es gibt keinen Einfluss des Produktionssystems, welcher sich auf die Verarbeitung des Futters in der Kuh, zu welcher das Wiederkauen gehört, niederschlägt.

Der einzige Unterschied der Produktionssysteme auf das Verhalten der Kühe liegt darin, dass die Kühe auf der Weide ihr Futter selber aussuchen können. Dieses Privileg wird mit einer längeren Fressdauer bezahlt.

Ob die Vollweidetiere wirklich wie in der Theorie (Jans et al. 2015, 14) vermutet wird mehr Fresskauschläge für die gleiche Menge aufgenommenes Futter benötigen, kann mit dieser Untersuchung stark angezweifelt werden. In zwei der drei Untersuchungsperioden verzeichneten die Tiere bei ähnlichem TS-Verzehr die geringere Anzahl Fresskauschläge pro Stunde.

Ein sehr schönes Bild zeigt die Anzahl Boli pro Stunde über die drei Perioden. Diese verändert sich stark, doch bei allen Systemen im gleichen Verhältnis. Der Grund kann mit den vorliegenden Daten nicht abschliessend begründet werden und müsste mit einer weiterführenden Arbeit genauer untersucht werden. Auch der Grund, warum die Weideherde eher weniger Boli heraufwürgt und diese etwas länger bearbeitet, bleibt unerklärt. Ob die Tiere der Weideherde bezüglich Nährstoffeffizienz besser sind als die Tiere der beiden anderen System, oder ob sie einfach etwas grössere Boli heraufwürgen, kann erst beurteilt werden, nachdem die Kotanalysen aus dem „Systemvergleich Hohenrain 2“ ausgewertet sind.

Bezüglich dem Bewegungsverhalten zeigen die Untersuchungen wenig überraschend und gemäss der vorliegenden Literatur, dass die Weidetiere fast doppelt so lange mit laufen beschäftigt sind wie die Tiere der Stallherden.

Entgegen den Erwartungen konnte festgestellt werden, dass sich die Weidetiere weniger oft hinlegen und auch weniger Zeit beim Liegen verbringen. Dies obwohl auf der Wiese jeglicher nötige Kuhkomfort gegeben wäre.

Folglich bietet das Vorlegen des Futters den Kühen mehr Freiräume um sich hinzulegen und dabei durch erhöhte Euterdurchblutung effizient Milch zu produzieren.

Auf die Frage, ob sich das Fress- und Wiederkauverhalten der Stallherden (EG1000 & EG150) bei einem Austrieb auf die Weide veränderte, kann anhand der Interaktions-Plots gesagt werden: Ja, es verändert sich. Das Verhalten verändert sich aufgrund der vorliegenden Fütterungssituation im Stall. Wenn die Kühe im Stall bereits einen grossen Teil ihres Bedarfes abdecken konnten, legen sie sich vorwiegend hin auf der Weide und verbringen die Zeit im Freien mit Wiederkauen. Ist noch ein Bedarf zu decken, so sind sie sich nicht zu schade, auf der Weide mehr Zeit in die Futteraufnahme zu investieren als im Stall.

7 Literaturverzeichnis

- Agroscope, 2015. Wetterdaten. Ohne Datum, abgerufen am 15.12.2015, <http://www.agrometeo.ch/de/meteorology/datas>
- BayWa AG, ohne Datum. Die Milch wird im Liegen produziert. Ohne Datum, abgerufen am 13.12.2015, <http://www.baywa.de/fileadmin/media/relaunch/Downloads/.DE/Tierhaltung.pdf>
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2014. Agrarbericht 2014 des Bundesamtes für Landwirtschaft. Ohne Verlag, Bern, 256 S.
- Gruber L, Spiekers H, Guggenberger H, Schwarz F, 2007. Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen. Der fortschrittliche Landwirt, 23, 49-56.
- Hofstetter P, Akert F, Kneubühler L, Kunz P, Frey H, Estermann J, Gut W, Höltschi M, Menzi H, Petermann R, Schmid H, Reidy B, 2014. Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen Systemvergleich Hohenrain 2. Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung, ohne Datum, abgerufen am 13.12.2015, https://www.bfh.ch/fileadmin/data/publikationen/2014/7_Akert_27-31_Tagungsband_Weidetagung.pdf
- Huber-Eicher B, 2015. Schätzen eines fehlenden Zellenwertes. Vorlesungsunterlage, unveröffentlicht. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, 1 S.
- Hulslen J, 2015. Kuh-SIGNALE. Landwirtschaftsverlag, ohne Ort, 96 S.
- Jile H, 2003. Untersuchungen zur Bedeutung der Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens für die Einschätzung der Wiederkauaktivität von Milchkühen. Tierärztliche Hochschule Hanover, ohne Datum, abgerufen am 13.12.2015, http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/hailu_jiley_ws03.pdf
- Jans F, Kessler J, Mürger A, Schlegel P, 2015. Fütterungsempfehlungen für die Milchkuh. In: Agroscope (Hrsg.). Grünes Buch. Ohne Verlag, ohne Ort, S. 1-24.
- Reidy B, ohne Datum. Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, ohne Datum, abgerufen am 13.12.2015, https://beruf.lu.ch/-/media/Beruf/Dokumente/schulen_berufsbildungszentren/natur_ernaehrung/Fachbereich_Landwirtschaft/Projekte_Versuche/bbzn_lw_systemvergleich_milch_2014_16_hohenrain.pdf?la=de-CH
- Thanner S, Schori F, Bruckmaier R, Dohme-Meier F, 2014. Grazing behaviour, physical activity and metabolic profile of two Holstein strains in an organic grazing system. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 98, 1143-1153.
- Zehner N, Hürlimann M, Hoch M, ohne Datum. Bedienungsanleitung – RumiWatch (2. Auflage). Ohne Verlag, Liestal, 82 S.

Anhang

- Anhang 1: Statistische Analyse UP1
- Anhang 2: Statistische Analyse UP2
- Anhang 3: Statistische Analyse UP3
- Anhang 4: Interaktions-Plots UP1 – UP3
- Anhang 5: Interaktions-Plots Weideverhalten UP1
- Anhang 6: Interaktions-Plots Weideverhalten UP2
- Anhang 7: Interaktions-Plots Weideverhalten UP3
- Anhang 8: Mittelwerte aller Versuchstiere (gesamt)
- Anhang 9: Mittelwerte aller Tiere (Stall/Weide)
- Anhang 10: Menge Kraftfutter und Milch UP1 – UP3
- Anhang 11: Verzehr EG1000 und EG150 Eingrasen
- Anhang 12: Gehalte Wiesenfutter
- Anhang 13: Verzehrsschätzungen aller Produktionssysteme
- Anhang 14: Weidedauer UP1 – UP3