

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik

Analyse der Futteraufnahme und Vormagenentwicklung beim Kalb aus
Prozessdaten einer multisensorischen Kälberaufzuchtanlage

Viktoria Antonia Ivonne Spreng

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Agrarwissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. H. Bernhardt

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. (i.R.) Dr. H. Auernhammer
2. Univ.-Prof. Dr. K. J. Eder - schriftliche Beurteilung
(Justus-Liebig-Universität Gießen)
3. Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. J. Bauer

Die Dissertation wurde am 19.10.2010 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt am 19.01.2011 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
TABELLENVERZEICHNIS	XI
ABKÜRZUNGSÜBERSICHT	XIII
1 EINLEITUNG	1
2 PROBLEMSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	3
3 STAND DES WISSENS	7
3.1 Das Magensystem beim Kalb	7
3.1.1 Fütterungsabhängige Pansenschleimhautentwicklung	9
3.1.1.1 Variabilität der Pansenzotten	9
3.1.1.2 Untersuchungsergebnisse zum alters- und ernährungsabhängigen Zottenwachstum	10
3.1.1.3 Pansenregionales Zottenwachstum	13
3.1.2 Wachstumsintensität des Vormagensystems	14
3.1.3 Vormagenmotorik	15
3.1.3.1 Verlauf der Pansenkontraktion	15
3.1.3.2 Funktion der Pansenmotorik	15
3.1.4 Beginn des Wiederkauens	16
3.2 Individuelle Kälberfütterung	17
3.2.1 Futtermittel in der Kälberaufzucht	17
3.2.1.1 Milchaustauscher	18
3.2.1.2 Kraftfutter	20
3.2.1.3 Heu	22
3.2.1.4 Trinkwasser	23
3.2.2 Technische Systeme zur Futteraufnahme- und Leistungserfassung	25
3.2.2.1 Tieridentifizierungssystem	26
3.2.2.2 Tränke-Versorgungstechnik	26
3.2.2.3 Körpertemperatur-Messsystem	29
3.2.2.4 Gewichts-Erfassungssystem	32
3.2.2.5 Kraftfutter-Abruftechnik	34
3.2.2.6 Trinkwasser-Versorgungstechnik	36
3.2.2.7 Grundfutter-Erfassungstechnik	37
3.2.2.8 Betriebsrechner	38
3.2.3 Tieraktivität	39
3.2.3.1 Direkte Aktivitätsmessung – Tierbewegung	39
3.2.3.2 Indirekte Aktivitätsmessung – Futterabruf- und -aufnahmeverhalten	40
3.2.3.2.1 Tränke	40

3.2.3.2.2	Kraftfutter	45
3.2.3.2.3	Raufutter	45
3.2.3.2.4	Trinkwasser.....	46
4	MATERIAL UND METHODIK	47
4.1	Versuchsaufbau	47
4.1.1	Versuchsstall	47
4.1.2	Versuchstechnik	48
4.1.2.1	Tieridentifikationssystem	49
4.1.2.2	Tränkestand mit Tränkeautomat, Fiebermesssystem und Teiltierwaage	50
4.1.2.3	Kraftfutterautomat	52
4.1.2.4	Trinkwassermesssystem	53
4.1.2.5	Grundfutterwiegetrog.....	53
4.1.2.6	Betriebscomputer und Software.....	55
4.1.2.7	Videotechnik	56
4.1.2.8	Klimadatenerfassung.....	56
4.1.3	Tiere.....	57
4.1.4	Fütterungsregime	57
4.1.4.1	Milchtränke	58
4.1.4.2	Kraftfutter.....	59
4.1.4.3	Heu.....	59
4.1.4.4	Trinkwasser	59
4.2	Datenerhebung und –management	60
4.2.1	Automatische Datenerfassung	60
4.2.1.1	Datenfluss.....	61
4.2.1.2	Automatisch erfasste Parameter.....	62
4.2.1.3	Datenaufbereitung.....	63
4.2.1.4	Auswertungsmethodik.....	63
4.2.2	Referenzmessungen	64
4.2.2.1	Bestimmung der Messgenauigkeit der Technik.....	65
4.2.2.2	Feststellen des Beginns der Pansenkontraktion	67
4.2.2.3	Schlachtungen von Tieren	68
4.2.3	Statistische Auswertung.....	71
5	ERGEBNISSE	73
5.1	Analyse der automatisch erfassten und generierten Daten.....	73
5.1.1	Analysierte Datenmenge	74
5.1.2	Messgenauigkeit der verwendeten Technik	74
5.1.3	Temperatur und relative Luftfeuchte im Tierbereich.....	78
5.1.4	Futtraufnahme.....	78

5.1.4.1	Entwicklung der Futteraufnahme und des Tiergewichts	79
5.1.4.2	Abhängigkeit der Aufnahmemengen von Alter und Tiergewicht	82
5.1.4.2.1	Einfache Korrelationen.....	82
5.1.4.2.2	Multiple Korrelationen	85
5.1.4.3	Futteraufnahme in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	88
5.1.4.4	Einfluss des Klimas auf die Futteraufnahme	91
5.1.4.4.1	Futteraufnahme und absolute Tageswerte.....	92
5.1.4.4.2	Futteraufnahme und relative Differenzen zum Vortag	93
5.1.4.4.3	Futteraufnahme und relative Differenzen zu zwei vorausgegangenen Tagen	94
5.1.4.4.4	Futteraufnahme und relative Differenzen aus Sollkurven.....	95
5.1.4.5	Aktivität der Tiere und Auslastung der Fütterungstechnik.....	97
5.1.4.5.1	Altersabhängige Besuche an den Stationen	97
5.1.4.5.2	Verweildauer an den Stationen	100
5.1.4.5.3	Futteraufnahme je Besuch und je Zeiteinheit.....	105
5.1.4.5.4	Anzahl Tränkeabbrüche.....	106
5.1.5	Fazit	106
5.2	Pansenphysiologische Parameter und deren Beeinflussbarkeit	108
5.2.1	Beginn der Pansenaktivität.....	108
5.2.2	Analyse der Pansenzottenparameter	109
5.2.2.1	Einfluss des Alters auf die Pansenzottenausbildung	110
5.2.2.2	Abhängigkeiten der einzelnen Zottenparameter voneinander.....	111
5.2.2.3	Abhängigkeiten der einzelnen Regionen.....	112
5.2.2.4	Untersuchung der linken/rechten und oberen/unteren Pansenhälften hinsichtlich der Zottendichte.....	112
5.2.2.5	Gruppierung der Pansenregionen und Analyse der Zottenparameter	112
5.2.2.5.1	Analyse der Pansenparameter aller Tiere.....	113
5.2.2.5.2	Geschlechtsspezifische Analyse der Pansenparameter	115
5.2.2.6	Gewicht und Fläche des Reticulorumens und dessen Beziehung zur Zottendichte.....	116
5.2.3	Beziehung zwischen der Futteraufnahme und den Pansenparametern	116
5.2.4	Korrelationen zwischen der Futteraufnahme und den Schlachtparametern an verschiedenen Pansenregionen	117
5.2.5	Fazit	118
6	DISKUSSION	121
6.1	Technik	121
6.1.1	Funktion und Messgenauigkeit	121
6.1.1.1	Tränkeautomat mit Doppelkammernuckel	121
6.1.1.2	Teilkörperwaage	122
6.1.1.3	Kraftfutterautomat	124
6.1.1.4	Trinkwasserautomat.....	124
6.1.1.5	Wiegetrog.....	125

6.1.2	Stallklima	126
6.1.3	Futteraufnahme.....	127
6.1.3.1	Entwicklung der Aufnahmemengen.....	127
6.1.3.2	Einfluss des Alters auf die Aufnahmemenge.....	129
6.1.3.3	Einfluss der Aufnahmemenge auf die Lebendmasse.....	133
6.1.3.4	Einfluss des Geschlechts auf die Aufnahmemenge.....	134
6.1.3.5	Einfluss des Klimas auf die Aufnahmemenge	135
6.1.3.6	Aktivität und Besuchsverhalten an den Futterstationen	137
6.1.3.6.1	Tränkeautomat	137
6.1.3.6.2	Kraftfutterabrufstation.....	140
6.1.3.6.3	Trinkwasserautomat	142
6.1.3.6.4	Wiegetröge.....	143
6.1.3.6.5	Gesamtanzahl der Besuche	144
6.1.4	Fazit Technik.....	145
6.2	Pansen	149
6.2.1	Beginn der ruminalen Aktivität.....	149
6.2.2	Zottenparameter, Pansengewicht und -fläche.....	150
6.2.2.1	Maße und Abhängigkeiten	150
6.2.2.2	Gruppierungen und Geschlecht	154
6.2.2.3	Pansengewicht und -fläche	156
6.2.3	Fazit Pansen	156
6.3	Technik – Futteraufnahme – Pansen.....	158
6.3.1	Zottenparameter und Aufnahmemengen.....	158
6.3.2	Passage des Futters	160
6.3.3	Pansengewicht und -fläche.....	161
6.3.4	Fazit Technik – Futteraufnahme – Pansen.....	161
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	163
7.1	Technik	163
7.2	Pansen	165
7.3	Technik – Futteraufnahme – Pansen.....	166
8	ZUSAMMENFASSUNG	169
9	SUMMARY	173
10	LITERATURVERZEICHNIS	177
11	ANHANG	199