

Diss. ETH Nr. 14343

**Produktionsparameter von Mutterkühen unter
Einbezug von alpinen und subalpinen Weiden**

ABHANDLUNG

Zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
DANIEL K. ERDIN
Dipl. Ing. -Agr. ETH
geboren am 24. Juli 1962
von Gansingen (AG)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. N. Künzi, Referent
Prof. Dr. M. Kreuzer, Korreferent
Dr. K. Tschümperlin, Korreferent

Zürich 2001

DANK

Mein Dank gilt allen Personen, die in irgendeiner Weise zu der vorliegenden Arbeit beigetragen haben. Speziell bedanke ich mich bei:

Prof. Dr. N. Künzi, Institut für Nutztierwissenschaften ETHZ, für das Thema, die stets gewährte, grosszügige Unterstützung und die Übernahme des Referates.

Prof. Dr. M. Kreuzer, Institut für Nutztierwissenschaften der ETHZ, für die Übernahme des Korreferats.

Dr. K. Tschümperlin für die Planung des Projektes, seine Unterstützung in vielen Bereichen des Projektes sowie die Übernahme des Korreferats.

Dr. H. Leuenberger, der als Leiter der Forschungsstationen Chamau, Frübüel und Alp Weissenstein viel zum Gelingen des Projekts beigetragen und unter anderem den Schlachtzeitpunkt der Absetzer bestimmt hat.

Den Mitarbeitern der Forschungsstationen Chamau, Frübüel und Alp Weissenstein für ihren Einsatz im Rahmen dieses Projektes.

Der Firma Gattiker AG und deren Mitarbeitern in Freienbach für die Schlachtung der Absetzer.

Der Firma Viaca AG und deren Mitarbeitern in Geuensee für die Zerlegung der Absetzer.

Der Firma Anicom und insbesondere Herrn H. Dal Cere für die Unterstützung bei der Datenerfassung im Schlachthof.

Der Metzger-Treuhand AG in Dübendorf und insbesondere Herrn J. Müller für die Angaben zur wirtschaftlichen Kalkulation vom Schlachttier bis zu den zerlegten Fleischstücken.

Der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere, RAP, in Posieux für die Durchführung der zahlreichen Futtermittelanalysen.

Dem schweizerischen Fleckviehzuchtverband für die Hilfe bei der Suche nach geeigneten Simmental-Kühen.

Dem schweizerischen Verband der Ammen- und Mutterkuhhalter für die Zusammenarbeit im Herdebuchbereich und die vielfältigen Kontakte.

Meinen Arbeitskollegen und Arbeitskolleginnen in der Gruppe Tierzucht für das angenehme Arbeitsklima sowie für Anregungen und Unterstützung in vielen Bereichen, insbesondere Frau Dr. C. Marguerat für die kritische Durchsicht der Dissertation.

Dr. B. Estermann und Dr. F. Sutter von der Gruppe Tierernährung der ETH Zürich für die stets gute Zusammenarbeit.

Den Verantwortlichen des Laur-Fonds der ETH Zürich für die Bewilligung eines Beitrages an die Druckkosten.

Meiner Frau Daniela für ihr Verständnis und ihre Unterstützung.

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	<i>iv</i>
ZUSAMMENFASSUNG	<i>viii</i>
SUMMARY	<i>xi</i>
1. EINLEITUNG	1
2. MATERIAL UND METHODEN	3
2.1. Versuchsdurchführung	3
2.1.1. Dauer des Versuches	3
2.1.2. Versuchsplan	3
2.1.3. Tiermaterial	4
2.1.4. Haltung und Fütterung	5
2.1.5. Futtermittel	6
2.1.6. Schlachtung, Zerlegung, Fleischanalysen	9
2.2. Datenerhebung	9
2.2.1. Lebendgewicht der Kühe und der Absetzer	9
2.2.2. Futterverzehr der Kühe und der Absetzer	10
2.2.3. Futtermittelanalysen	11
2.2.4. Schlachtdaten der Absetzer	11
2.2.5. Zerlegedaten der Absetzer	12
2.2.6. Fleischanalysen der Absetzer	15
2.2.7. Schlachtkörperwert der Absetzer	16
2.3. Auswertungsmethoden	20
2.3.1. Verwendete Software	20
2.3.2. Versuchsdesign	20
2.3.3. Statistische Modelle	21
2.3.4. Kreuzvalidierung	24
2.3.5. Schätzung von Gewichtskurven	24
2.3.6. Ausgangsmo­delle	26
2.3.7. Effekte	28
2.3.8. Vorgehen	29
2.3.9. Darstellung der statistischen Resultate	30

3. Ergebnisse	32
3.1. Versuchsablauf	32
3.2. Einschränkungen der Effekte	33
3.3. Kühe	34
3.3.1. Verlauf der Lebendgewichtskurve der Kühe	34
3.3.2. Futteraufnahme der Kühe	38
3.3.2.1. Trockensubstanz-Verzehr der Kühe	38
3.3.2.2. Energie-Aufnahme der Kühe	41
3.4. Absetzer	46
3.4.1. Geburtsgewicht der Kälber	46
3.4.2. Änderung des Lebendgewichts der Kälber	47
3.4.3. Futterverzehr der Kälber	48
3.4.3.1. Trockensubstanz-Verzehr der Kälber	49
3.4.3.2. Energie-Aufnahme der Kälber	50
3.4.3.3. Gerstenfütterung der Kälber	53
3.4.4. Mastleistung der Absetzer	54
3.4.4.1. Alter der Absetzer bei der Schlachtung	54
3.4.4.2. Tageszunahmen der Absetzer	56
3.4.5. Schlachtleistung der Absetzer	58
3.4.5.1. CHTAX-Fleischigkeitsklasse der Absetzer	58
3.4.5.2. CHTAX-Ausmastgrad der Absetzer	60
3.4.5.3. Anteil Bauchhöhlenfett der Absetzer	61
3.4.5.4. Schlachtausbeute der Absetzer	61
3.4.5.5. Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte der Absetzer	62
3.4.5.6. Fleischanteil der Absetzer	63
3.4.5.7. Knochenanteil der Absetzer	64
3.4.5.8. Fett- und Sehnenanteil der Absetzer	65
3.4.5.9. Fleisch-Knochen-Verhältnis der Absetzer	65
3.4.5.10. Fleisch-Fett-Verhältnis der Absetzer	66
3.4.5.11. Anteil wertvolle Fleischstücke der Absetzer	67
3.4.5.12. Auskühlverlust der Absetzer	69
3.4.5.13. Schwund bei den Absetzern	70
3.4.6. Eigenschaften des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer	71
3.4.6.1. pH-Werte des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer	71
3.4.6.2. Chemische Zusammensetzung des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer	72
3.4.7. Schlachtkörperwert	76

3.4.7.1. <i>Bruttoerlöse und Bruttomargen pro Absetzer</i>	76
3.4.7.2. <i>Relative Bruttoerlöse und relative Bruttomargen</i>	77
4. Diskussion	79
4.1. Kühe	79
4.1.1. <i>Verlauf der Lebendgewichtskurve der Kühe</i>	79
4.1.2. <i>Trockensubstanz- und Energie-Aufnahme der Kühe</i>	80
4.2. Absetzer	83
4.2.1. <i>Geburtsgewicht und Gewichtsentwicklung der Absetzer</i>	83
4.2.2. <i>Trockensubstanz-Verzehr und Energie-Aufnahme der Absetzer</i>	83
4.2.3. <i>Alter der Absetzer und Dauer der Ausmast</i>	84
4.2.4. <i>Tageszunahmen und Gewicht der kalten linken Schlachthälfte der Absetzer</i>	85
4.2.5. <i>Anteil Bauchhöhlenfett und Schlachtausbeute der Absetzer</i>	86
4.2.6. <i>Anteile an Fleisch, Knochen, Fett und Sehnen sowie die entsprechenden Verhältnisse bei den Absetzern</i>	86
4.2.7. <i>Anteil wertvolle Fleischstücke der Absetzer</i>	87
4.2.8. <i>Auskühlverlust und Schwund bei den Absetzern</i>	88
4.2.9. <i>Qualitätsparameter und Zusammensetzung des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer</i>	88
4.2.10. <i>Fettgewebe der Absetzer</i>	89
4.2.11. <i>Sensorische Fleischqualität der Absetzer</i>	90
4.2.12. <i>Schlachtkörperwert der Absetzer</i>	92
4.2.13. <i>Wirtschaftliche Würdigung</i>	93
5. SCHLUSSFOLGERUNGEN	94
5.1. <i>Allgemein</i>	94
5.2. <i>Folgerungen für die Praxis: Produktion von schlachtreifen Absetzern mit Kühen des Zweinutzungstyps</i>	95
5.3. <i>Problematik des schlachtreifen Absetzers in der Schweiz</i>	97
6. LITERATURVERZEICHNIS	98
ANHANG	103

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Δ LG	Lebendgewichtsänderung
ρ	Parameter für die Abhängigkeit der Varianz-Covarianz-Werte von einem zufälligen Effekt
Abs	zufälliger Effekt des Absetzers
AIC	Akaike Information Criterion
anova	S-PLUS [®] -Funktion für die Varianzanalyse eines bestehenden Modells oder für den Vergleich von zwei bestehenden Modellen mittels einer Varianzanalyse
aov	S-PLUS [®] -Funktion für die Varianzanalyse (ANOVA)
APD	im Darm absorbierbares Protein in Gramm
AV	Auskühlverlust in Prozent des Schlachtgewichts = 100 * (Schlachtgewicht – kaltes Schlachtgewicht) / Schlachtgewicht
AwF	Anteil wertvolle Fleischstücke als Prozentsatz des Gewichts aller Fleischstücke der linken Schlachtkörperhälfte
BIC	Bayesian Information Criterion
Chamau	ETH-Forschungsstation Chamau, Gemeinde Hünenberg, Kanton Zug, 400 m ü. Meer
CHTAX	Einschätzungssystem für grosses Schlachtvieh und Schlachtkälber in der Schweiz, Proviande, Bern
DFD	Abkürzung für „dark, firm, dry“, fehlerhafte Fleischqualität mit dunklem, zähem und trockenem Fleisch
drop1	S-PLUS [®] -Funktion, die für jeden fixen Effekt eines einfachen linearen Modells einen P-Wert berechnet, in dem sie das ganze Modell mit dem um den betreffenden fixen Effekt reduzierten Modell vergleicht
ECM	nach Energiegehalt korrigierte Milch: 1 kg ECM entspricht 3.14 MJ
EUROP	Einstufungssystem für grosses Schlachtvieh und Schlachtkälber in der Europäischen Gemeinschaft
F	F-Wert der statistischen Auswertung
F1	F1-Kreuzungen Angus x Simmental
FG	Freiheitsgrade

Früebüel	ETH-Forschungsstation Früebüel, Gemeinde Walchwil, Kanton Zug, 1000 m ü. Meer
g	Gramm
Geschlecht	Faktoreffekt für das Geschlecht der Absetzer mit den beiden Stufen „weiblich“ und „männlich-kastriert“
gls	S-PLUS [®] -Funktion zur Schätzung von erweiterten linearen Modellen mit Maximum Likelihood oder Restricted Maximum Likelihood
HV	Hinterviertel
Jahr	Faktoreffekt für das Jahr, in welchem die betreffenden Versuchstiere auf der Weide waren, mit den beiden Stufen „1998“ und „1999“
kg	Kilogramm
KL	zufälliger Effekt der Kuh in einer bestimmten Laktation
kNEL	Energiekonzentration des Futters in MJ NEL pro kg Trockensubstanz
L2	Faktoreffekt für die Laktation der Mutterkühe mit den beiden Stufen „erste Laktation“ sowie „zweite oder höhere Laktion“
LG	Lebendgewicht in kg
LG ^{0.75}	metabolisches Lebendgewicht in kg ^{0.75}
LGM	Lebendgewicht der Mutter
lm	S-PLUS [®] -Funktion zur Schätzung von einfachen linearen Modellen
lme	S-PLUS [®] -Funktion zur Schätzung von gemischten linearen Modellen
L TZ	Lebendtageszunahme = (Lebendgewicht - Geburtsgewicht)/Alter bei der Schlachtung in Tagen
M	Summe der Bruttomargen des schlachtenden Betriebes und des Zerlegebetriebes (M23 + M34)
M23	Bruttomarge des schlachtenden Betriebes (P3-P2)
M23r	relative Bruttomarge des schlachtenden Betriebes pro kg kaltes Schlachtgewicht
M34	Bruttomarge des verarbeitenden Betriebes
M34r	relative Bruttomarge des verarbeitenden Betriebes pro kg kaltes Schlachtgewicht
ML	Maximum Likelihood

MJ	Megajoule
Mr	Summe der Bruttomargen des schlachtenden Betriebes und des Zerlegebetriebes (M23 + M34) pro kg kaltes Schlachtgewicht
NEL	Nettoenergie Laktation in MJ
NEV	Nettoenergie Mast in MJ
NTZ	Nettotageszunahme = (kaltes Schlachtgewicht - 1/2 Geburtsgewicht)/Alter bei der Schlachtung
P	Wert für die statistische Wahrscheinlichkeit bzw. Signifikanz. Liegt im Bereich von 0 bis 1.
P1	Bruttoerlös des Landwirtes für ein Schlachttier
P1r	relativer Bruttoerlös des Landwirtes pro kg Schlachtgewicht
P2	Einstandskosten des schlachtenden Betriebes für ein Schlachttier
P2r	relative Einstandskosten des schlachtenden Betriebes pro kg kaltes Schlachtgewicht
P3	Bruttoerlös des schlachtenden Betriebes für den ausgekühlten, grob zerlegten Schlachtkörper.
P3r	relativer Bruttoerlös des schlachtenden Betriebes pro kg kaltes Schlachtgewicht
P4	Bruttoerlös des Zerlegebetriebes für den zerlegten Schlachtkörper „von Metzger zu Metzger“
P4r	relativer Bruttoerlös des Zerlegebetriebes „von Metzger zu Metzger“ pro kg kaltes Schlachtgewicht
pH	negativer Logarithmus zur Basis 10 der Wasserstoffionen-Konzentration in einer wässrigen Lösung, Massstab für die saure bzw. basische Reaktion des betreffenden Mediums
pH1	pH im longissimus dorsi-Muskel 1 h nach der Schlachtung
pH48	pH im longissimus dorsi-Muskel 48 h nach der Schlachtung
Phase	Zeitliche- bzw. standortliche Phasen der Entwicklung der Absetzer mit den drei Stufen „vor der Alpung“, „während der Alpung“ und „nach der Alpung“
PSE	Abkürzung für „pale, soft, exudative“, fehlerhafte Fleischqualität mit blassem, weichem und wässrigem Fleisch
Rasse	Faktoreffekt für die Rasse der Mutterkühe mit den beiden Stufen „Angus“ und „Simmental“
RA1 bis RA5	Futtrationen der Absetzer

RK1 bis RK5	Futtrationen der Mutterkühe
RAP	Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux
REML	Restricted Maximum Likelihood
RP	Rohprotein in Gramm
Saison	Faktoreffekt für die Kalbe- bzw. Geburtssaison der Kühe bzw. Kälber mit den beiden Stufen „Herbst“ und „Frühling“
Serie	zufälliger Effekt der Schlachtserie
SG	(warmes) Schlachtgewicht gemäss Schlachtgewichtsverordnung
SGk	kalttes Schlachtgewicht, Wägung 48h nach der Schlachtung
Stao	Standort der Tiere mit den drei Stufen „Chamau“, „Früebüel“ und „Weissenstein“
SVAMH	Schweizerische Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhhalter
T1	Temperatur im longissimus dorsi-Muskel 1 h nach der Schlachtung
T48	Temperatur im longissimus dorsi-Muskel 48 h nach der Schlachtung
Tag	Laktationstag bei den Kühen bzw. Alter in Tagen bei den Absetzern
Temp	Fleischtemperatur im longissimus dorsi-Muskel zum Zeitpunkt der entsprechenden pH-Messung in Grad Celsius
TS	Trockensubstanz
Typ	Faktoreffekt für den genetischen Typ der Absetzer mit den beiden Stufen „Angus“ und „F1-Kreuzungen Angus x Simmental“
VIF	Variance inflation factor, Mass für die Korrelation innerhalb der Design-Matrix der fixen Effekten eines statistischen Modells
VV	Vorderviertel
Weissenstein	ETH-Forschungsstation Alp Weissenstein, Gemeinde Bergün, Kanton Graubünden, 1900 bis 2600 m ü. Meer
Woche	Laktationswoche bei den Kühen bzw. Alterswoche bei den Absetzern
Woche2	Zeitpunkt nach dem Kalben in 2-Wochen-Intervalle unterteilt

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Projekt wurde auf den Forschungsstationen der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH), Zürich, die Produktion von schlachtreifen Absetzern mit Mutterkühen der Rassen Angus und Simmental unter Einbezug der Alpung untersucht. Dabei sollten die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welche Vor- und Nachteile weisen die beiden Kuhtypen – Fleischtyp und Zweinutzungstyp – im Vergleich auf?
 - Was gilt es im Zusammenhang mit der Alpung zu beachten? Welcher Kalbezeitpunkt ist optimal?
 - Wie kann die Wirtschaftlichkeit des Produktionssystems verbessert werden?
- Zusätzlich sollte das Projekt Daten zur Mutterkuhhaltung für das Kernprojekt von PRIMALP sowie Produktionsparameter für interessierte Kreise liefern. PRIMALP ist ein interdisziplinäres Projekt der ETH Zürich und untersucht die Primärproduktion im Alpenraum.

Kühe der Rassen Angus und Simmental wurden mit Angus-Stieren belegt. Die Kälber der genetischen Typen Angus und Angus x Simmental kamen vom Oktober 1997 bis April 1998 und Oktober 1998 bis April 1999 zur Welt. Die männlichen Kälber wurden kastriert. Die Kühe und die Kälber standen im Winter nach der Geburt auf der Forschungsstation Chamau im Tal (400 m ü. Meer), im Frühling auf der Forschungsstation Frübüel (1000 m ü. Meer) und im Sommer auf der Forschungsstation Alp Weissenstein (2000 m ü. Meer). Nach der Alpung wurden die im Herbst geborenen Kälber auf dem Frübüel ausgemästet, die im Frühling geborenen Kälber auf der Chamau. Die schlachtreifen Absetzer wurden unmittelbar nach dem Absetzen mit einem durchschnittlichen Alter von 344 Tagen geschlachtet. Es wurden die folgenden Merkmale erfasst: Lebendgewicht der Kühe und der Kälber, Trockensubstanz-Verzehr und Energie-Aufnahme der Kühe und der Kälber auf der Chamau, Mast- und Schlachtleistungsergebnisse der Absetzer, Gewicht der Schlachtkörperbestandteile (Fleisch, Knochen, Fett und Sehnen, Anteil wertvolle Fleischstücke), pH-Werte und die chemische Zusammensetzung des longissimus dorsi-Muskels. Anhand der Preise der einzelnen Fleischstücke wurde der Erlös des Schlachtkörpers auf den Stufen Produzent, schlachtender Betrieb und Zerlegebetrieb absolut und pro kg Schlachtgewicht berechnet. Die Daten wurden mit einfachen und gemischten linearen Modellen ausgewertet.

Das Gewicht der Simmental-Kühe wurde unmittelbar nach dem Kalben durchschnittlich um 61 kg (1. Laktation) bzw. 50 kg (2. und folgende Laktation) höher geschätzt als jenes der Angus-Kühe. Das Gewicht der Simmental-Kühe sank leicht nach dem Kalben und stieg gegen Ende der Laktation wieder an. Das Gewicht der Angus-Kühe nahm zu Beginn leicht zu, blieb dann lange Zeit stabil, um gegen Ende der Laktation wieder anzusteigen. Bei den erstlaktierenden Angus-Kühen wurde über die ganze Laktation eine Gewichtszunahme geschätzt. Bei beiden Rassen wurde ein negativer Einfluss der Alpung auf das Gewicht der Kühe festgestellt. Bei Laktationsbeginn (Wochen 2 bis 10) wurden keine Unterschiede im Trockensubstanz-Verzehr und der Energie-Aufnahme zwischen den beiden Rassen festgestellt. Der Trockensubstanz-Verzehr stieg in Abhängigkeit von der Laktationswoche zu Beginn der Auswertungsperiode stark an und stabilisierte sich gegen Woche 10. Die Milchleistung (73 Laktationen) wurde in dieser Phase auf durchschnittlich 9 kg energiekorrigierte Milch pro Kuh und Tag geschätzt, ohne Unterschied zwischen den beiden Rassen. In den Wochen 33 bis 43 wurde für die Simmental-Kühe ein höherer Trockensubstanz-Verzehr und eine höhere Energieaufnahme (34 Laktationen) geschätzt als für die Angus-Kühe, trotz der Berücksichtigung des metabolischen Lebendgewichts. Der Unterschied entsprach durchschnittlich 2.6 kg energiekorrigierter Milch.

Das Geburtsgewicht der F1-Kälber Angus x Simmental wurde unter Berücksichtigung des Gewichts der Mutter um 3.3 kg (N = 81) signifikant höher geschätzt als jenes der Angus-Kälber. Der Trockensubstanz-Verzehr der Kälber wurde in den Wochen 33 bis 43 auf durchschnittlich 5.1 kg (35 Kälber) geschätzt. Die durchschnittliche Energie-Aufnahme wurde im Bereich von 27 bis 28 MJ NEL geschätzt. Dabei stiegen der Trockensubstanz-Verzehr und die Energie-Aufnahme bei den F1-Kälbern steiler an als bei den Angus-Kälbern. Der Unterschied in der Zunahme der Energie-Aufnahme betrug 0.4 MJ NEL pro Woche. Die im Herbst geborenen F1-Absetzer waren bei der Schlachtung mit einem geschätzten Alter von 369 Tagen (N = 78) signifikant älter als die restlichen Absetzer. Die F1-Absetzer und die männlichen Absetzer (Ochsen) wurden bei der Beurteilung der Fleischigkeitsklasse nach CHTAX höher eingestuft als die Angus-Absetzer und die weiblichen Absetzer. Entsprechend war auch die Schlachtausbeute bei den F1-Absetzern und den Ochsen höher als bei den Angus-Absetzern und den weiblichen Absetzern (Differenz von 1.1 und 1.2 Einheiten). F1-Ochsen von Müttern in zweiter oder höherer Laktation erzielten die höchsten Tageszunahmen und das höchste Schlachtgewicht. Die

Differenz zwischen F1- und Angus-Absetzern wurde bei den Nettotageszunahmen auf 60 g (N = 78) geschätzt, beim Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte auf 11.5 kg (N = 72). Der Anteil wertvolle Fleischstücke in Prozent der Fleischmenge (N = 72) wurde für die F1-Absetzer um 1.1 Einheiten höher geschätzt als für die Angus-Absetzer. Die weiblichen Absetzer erzielten einen um 0.5 Einheiten höheren Anteil wertvolle Fleischstücke als die Ochsen. Der intramuskuläre Fettgehalt im longissimus dorsi-Muskel lag mit 1.4 % (N = 67) tief. Er wurde nur durch das Versuchsjahr signifikant beeinflusst. Der Bruttoerlös für die Schlachtkörper (N = 72) wurde für die F1-Absetzer für die Stufen Landwirt, schlachtender Betrieb und Zerlegebetrieb um 176, 199 und 275 sFr. pro Schlachttier höher berechnet als für die Angus-Absetzer. Die F1-Absetzer erzielten in allen wirtschaftlichen Merkmalen bessere Resultate als die Angus-Absetzer. Beim relativen Bruttoerlös und der relativen Bruttomarge pro kg kaltes Schlachtgewicht erzielten die männlichen Angus-Absetzer auf der Stufe des Zerlegebetriebes das schlechteste Resultat. Die Angus-Absetzer waren jedoch insgesamt schneller schlachtreif als die F1-Absetzer. Dies kann je nach Art der Vermarktung ein wichtiger Vorteil sein.

Die Produktion von schlachtreifen Absetzern mit im Herbst bis anfangs Winter geborenen Kälbern unter Einbezug von alpinen Weiden kann unter den Voraussetzungen dieses Versuches nicht empfohlen werden. Kälber, die am Ende des Winters oder zu Beginn des Frühlings geboren werden, eignen sich besser. Damit sie innerhalb vom Produktionszyklus die Schlachtreife erreichen, benötigen sie ernährungsphysiologisch bessere Bedingungen als im vorliegenden Versuch. Aufgrund der besseren Mast- und Schlachtleistungsergebnisse der F1-Absetzer kann der Einsatz von Zweinutzungstypen als Mutterkühe für die Produktion von schlachtreifen Absetzern empfohlen werden.

SUMMARY

The present research project - production of calves (slaughtered immediately after weaning) with suckler cows of the breeds Angus and Simmental - has been investigated on the research stations of the Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich. The project should answer the following questions:

- Which are possible (dis-)advantages of the two cow types – beef or dual purpose breed?
- What has to be considered with respect to the use of alpine pastures? Which is the optimal calving season?
- How can the profitability of the production system be improved?

This research project should also provide data on suckler beef production for the core project of PRIMALP as well as production parameters for interested parties. PRIMALP is a interdisciplinary project of the ETH Zürich and investigates the primary production in the alpine region.

Angus and Simmental cows were inseminated with Angus bulls. The calves of the genetical types Angus and Angus x Simmental were born between October 1997 and April 1998 and between October 1998 and April 1999. Male calves were castrated. During wintertime, after calving, the cows and the calves were housed on the research station Chamau (400 m a.s.l.), in spring they stayed on the research station Frübüel (1000 m a.s.l.) and in summer on the research station Alp Weissenstein (2000 m a.s.l.). Subsequently, calves born in autumn were finished in Frübüel, those born in spring were finished in Chamau. The calves were weaned and slaughtered immediately thereafter with an average age of 344 days. The following data were recorded: live weight of the cows and the calves, dry matter intake and energy intake of the cows and the calves in Chamau, growth performance and carcass quality of the calves, carcass composition (lean meat, bones, fat and sinews, percentage of premium cuts), pH measures and chemical composition of the muscle longissimus dorsi. The gross income - per calf and per kg of carcass - was calculated for the three levels production, slaughter and dressing. The data were analyzed with linear and mixed models.

Immediately after calving, the live weight of the Simmental cows was estimated 61 kg (first lactation) and 50 kg (second and higher lactations) higher on average than the weight of the Angus cows. The Simmental cows lost weight after calving and gained weight again at the end of lactation. The Angus cows

gained weight at the beginning of the lactation, remained unchanged in the midst of lactation and gained weight again at the end of lactation. Angus cows in first lactation gained weight during the whole lactation. The stay on Alp Weissenstein had a negativ effect on the weigth of the cows of both breeds. At the beginning of lactation (weeks 2 until 10), no difference was found for dry matter intake and energy intake between the two breeds. At the beginning of the evaluation period, dry matter intake rose intensively in function of week of lactation and stabilized at week 10. For this period, the daily milk production (73 lactations) was estimated with an average of 9 kg of energy corrected milk per cow, without any difference between the two breeds. Between week 33 and 43, a higher dry matter intake and a higher energy intake (34 lactations) was estimated for Simmental cows than for Angus cows, even if the metabolic live weigth was included in the statistical model. On average, the difference corresponded to 2.6 kg of energy corrected milk.

With consideration of the weight of the mother, the birth weight of the crossbred calves Angus x Simmental was estimated significantly higher than the birth weight of the Angus calves. The difference was 3.3 kg (N = 81). The average dry matter intake of the calves was estimated 5.1 kg (35 calves) between week 33 and 43. The average energy intake was estimated between 27 and 28 MJ NEL (N = 35) between week 33 and 43. Dry matter intake and energy intake of the crossbred calves rose faster than the dry matter and energy intake of the Angus calves. The difference in the increase of energy intake was 0.4 MJ NEL per week. At the time of slaughter, the crossbred calves born in automn were significantly older than the other calves, with an estimated age of 369 days (N = 78). According to the CHTAX classification grid, the carcass conformation of crossbred calves and of male calves (steers) was better rated than the carcass conformation of Angus calves and female calves. Correspondingly, crossbred calves and steers had a higher dressing percentage than Angus calves and female calves (difference of 1.1 and 1.2 units). Crossbred steers of mothers in second or higher lactation obtained the highest daily gains and the highest carcass weight. The difference between crossbred calves and Angus calves was 60 g (N = 78) for daily net weight gain and 11.5 kg (N = 72) for the weight of the chilled left side of the carcass. The part of premium cuts as percentage of lean meat (N = 72) was estimated 1.1 units higher for crossbred than for Angus calves and 0.5 units higher for female calves than for steers. Intramuscular fat in the muscle longissimus dorsi was low with 1.4 % (N = 67). It was only influenced by the year of the investigation. On the levels production,

slaughter and dressing, the gross income of an average carcass (N = 72) of a crossbred calf was 176, 199 and 275 Swiss Francs per carcass higher than the gross income for an average carcass of an Angus calf. The crossbred calves obtained better results than the Angus calves in all economic traits. On the level dressing, male Angus obtained the worst result for the gross income per carcass and per kg of chilled carcass. However, the Angus calves needed less time to be finished for slaughter than the crossbred calves. Depending on the commercialization, this could be an important advantage.

Under the conditions of the present research project, the production of calves slaughtered immediately after weaning including alpine pasturing cannot be recommended with calves born between autumn and the beginning of winter. Calves born between the end of winter and the beginning of spring are better suited. They need better conditions for nutrition than offered in the present project to reach a sufficient degree of finishing during the production cycle. Due to the better growth performance and the higher carcass quality of the crossbred calves, dual purpose cows can be recommended for the production of calves slaughtered immediately after weaning.

1. EINLEITUNG

Die Mutterkuhhaltung ist in vielen Ländern eine weit verbreitete Produktionsform. Die USA weisen z.B. mehr Mutterkühe als Milchkühe auf (USDA, 1999). In der Schweiz wurde dieses Haltungssystem spät eingeführt, nämlich zu Beginn der 70er Jahre. Die schweizerische Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhhalter (SVAMH) wurde erst am 26. Februar 1977 gegründet (SVAMH, 2000). In den Schweizer Mutterkuhbetrieben werden neben Mastremonten vor allem schlachtreife Absetzer produziert. Mit zunehmender Sensibilisierung der Konsumenten für Umwelt und Tierschutz stieg die Nachfrage nach Fleisch von schlachtreifen Absetzern in den letzten Jahren stark an. Die SVAMH verfügt für diesen Produktionstyp seit 1987 über eine rechtlich geschützte Marke (+Natura Beef+). In der Schweiz profitiert die Mutterkuhhaltung zudem seit längerer Zeit von Direktzahlungen des Bundesamtes für Landwirtschaft. Damit soll eine Alternative zur Milchproduktion unterstützt werden.

Als Ausgangsbasis für das vorliegende Projekt dienten mehrere Themenbereiche bzw. aktuelle Fragen insbesondere der Schweizer Mutterkuhhaltung:

1. Durch den anhaltenden Trend zu reinrassigen Fleischerassen verschlechtert sich die Milchleistung der Muttertiere zusehends. Bei der Einführung einer modernen Zuchtwertschätzung durch die SVAMH (Berweger, 1998) wurden deshalb auch die maternalen Effekte – und somit vor allem die Milchleistung der Muttertiere – stark gewichtet. Eine schnelle Verbesserung des maternalen Effekts kann auch durch den Einsatz von vorhandenen fleischbetonten Zweinutzungsrasen (Simmental, Original-Braunvieh) erreicht werden. Am besten würden diese Zweinutzungsrasen als Mutterlinien zusammen mit fleischbetonten Vaterlinien in der Produktion von F1- oder F2-Masttieren genutzt. Im Gegensatz zu vielen anderen Ländern (McMorris et al., 1986; Morris et al., 1993) wird in der Schweizer Mutterkuhhaltung für die Produktion von Schlachttieren häufig mit reinrassigen Tieren gearbeitet. Ein möglicher Grund dafür ist, dass die Bestände eher klein sind und die Zucht und die Mast meist auf demselben Betrieb mit demselben Stier erfolgen (Berweger, 1998).
2. Die Rassenvielfalt hat sich infolge der Liberalisierung des Zuchtwesens in der Schweiz - vor allem auch in der Mutterkuhhaltung - in den letzten Jahren stark erweitert. Zur Wahl der richtigen Rasse fehlen jedoch häufig objektive Kriterien.
3. Die Mutterkuhhaltung gewinnt auch im Berggebiet zunehmend an Bedeutung. Für diese Entwicklung gibt es verschiedene Gründe: Sicherlich führen zu kleine

Milchkontingente, teure Investitionen für die Milchproduktion und eine für die Milchproduktion qualitativ oft unbefriedigende Futterbasis zum Umstieg auf die Mutterkuhhaltung. Dies gilt auch bei der Nutzung von Sömmerungsweiden im Alpenraum.

4. In der Schweiz wurde im Bereich Mutterkuhhaltung (schlachtreife Absetzer) bisher wenig geforscht und es liegt dementsprechend wenig Datenmaterial vor, welches von interessierten Kreisen verwendet werden könnte.

Das vorliegende Projekt wurde als Teilprojekt des Polyprojekts Primärproduktion im Alpenraum, PRIMALP, der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich, geplant und auf den Forschungsstationen Chamau, Frübüel und Alp Weissenstein durchgeführt. Das Polyprojekt PRIMALP untersucht die nachhaltige Primärproduktion im Alpenraum. Es umfasst Projekte, welche strategische und wirtschaftliche Fragen angehen ("best policies") und solche, die produktionstechnischen Fragestellungen nachgehen ("best practices").

Der vorliegende Versuch hat zum Ziel, im Bereich "best practices" Antworten auf folgende Fragen bezüglich der Produktion von schlachtreifen Absetzern zu geben:

- Welche Vor- und Nachteile weisen die beiden Kuhtypen – Zweinutzungstyp und reiner Fleischtyp – im Vergleich auf?
- Was gilt es im Zusammenhang mit der Alpung zu beachten? Welcher Kalbezeitpunkt ist optimal?
- Wie kann die Wirtschaftlichkeit des Produktionssystems eingeschätzt werden?

Zudem sollen soweit möglich Kennzahlen zur Produktion von schlachtreifen Absetzern unter Einbezug der Alpung bestimmt werden. Diese Daten sollen ins Kernprojekt von PRIMALP einfließen.

Zu diesem Zweck wurde die in der Schweizer Mutterkuhhaltung am weitesten verbreitete Rasse Angus (SVAMH 2000) mit der Zweinutzungsrasse Simmental in einem extensiven Haltungssystem unter Einschluss der Alpung verglichen. Von Herbst 1997 bis Frühling 2000 wurden Daten bezüglich Lebendgewichtsentwicklung sowie Futtermittelverzehr der Kühe und Kälber, der Mast- und Schlachtleistung der Absetzer sowie deren Fleischqualität erhoben. Parallel zum vorliegenden Projekt wurden bei demselben Tiermaterial Verzehrerhebungen auf der Weide sowie Respirometrieversuche durchgeführt (Estermann, 2001). Das Projekt Estermann untersuchte vermehrt ökologische Fragestellungen, während das vorliegende Projekt produktionsorientierte und wirtschaftliche Fragestellungen bearbeitete.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

2.1.1. Dauer des Versuches

Für die Untersuchung der Aufwand- und Ertragsverhältnisse von Angus- und Simmental-Mutterkühen bei der Produktion von schlachtreifen Absetzern wurde am Institut für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich ein Versuch geplant. Dieser wurde von Oktober 1997 (Einstellung der ersten Mutterkühe) bis März 2000 (Schlachtung und Zerlegung der letzten Absetzer) auf den ETH-Forschungsstationen Chamau (Chamau), Frübüel (Frübüel) und Alp Weissenstein (Weissenstein) durchgeführt.

2.1.2. Versuchsplan

Es wurden vier Durchgänge mit je 24 Mutterkühen vorgesehen. Ein Durchgang entsprach der Dauer einer Laktation. Die Kühe der Durchgänge 1 und 3 sollten im Herbst kalben, jene der Durchgänge 2 und 4 im Frühling (Tabelle 1). Zum Zeitpunkt des Kalbens sollten die Kühe auf der Chamau stehen. Auf dem Frübüel war im Frühling die Vorweide geplant und die Herbstweide nach der Alpabfahrt für die Durchgänge 1 und 3. Im Sommer sollten sich die Tiere auf dem Weissenstein aufhalten. Die Schlachtung der Absetzer war beim Erreichen einer mittleren Fettauflage vorgesehen, entsprechend der Fettklasse 3 im CHTAX-System. Diese ist vergleichbar mit der Fettklasse 3 im EUROP-System.

Tabelle 1: Geplante Durchgänge

Durchgang	Kalbeperiode	Schlachtung der Absetzer	Anzahl Mutterkühe
1	November 1997 – Dezember 1997	September 1998 – Oktober 1998	24
2	März 1998 – April 1998	Januar 1999 – Februar 1999	24
3	November 1998 – Dezember 1998	September 1999 – Oktober 1999	24
4	März 1999 – April 1999	Januar 2000 – Februar 2000	24

2.1.3. Tiermaterial

Die eingesetzten Mutterkühe entstammten je zur Hälfte der Rasse Angus bzw. Simmental. Alle Angus- und Simmental-Kühe ausser einer Simmental-Kuh, welche sich bei Versuchsbeginn schon auf der Chamau befand, wurden von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben zugekauft. Da der Schweizer Angus-Bestand erst in den letzten Jahren grösstenteils durch Verdrängungskreuzungen entstanden ist, wiesen alle Angus-Kühe einen gewissen Fremdblutanteil auf (Tabelle 2). Beim Zukauf wurde auf einen möglichst tiefen Fremdblutanteil geachtet. Der durchschnittliche Angus-Blutanteil der Herdebuchkühe der Sektion Angus der SVAMH betrug im Jahr 1999 72.8 % und im Jahr 2000 73.2 %. Von 29 Simmental-Kühen hatten 9 Tiere den Rassencode 60 und 20 Tiere den Rassencode 70. Das heisst, dass die Simmental-Kühe beinahe reinrassig waren, ohne nennenswerten Anteil an Red Holstein-Genetik.

Tabelle 2: Blutanteile der eingesetzten Mutterkühe der Rasse Angus

Angus-Blutanteil in Prozent	Anzahl Mutterkühe
>90 %	3
>80 – 90 %	7
>70 – 80 %	9
>60 – 70 %	7
>50 – 60 %	1
Ø 76 %	27

Die Kühe wurden am Ende der Trächtigkeit zugekauft. Die Angus- wie auch die Simmental-Kühe wurden mit Stieren der Rasse Angus belegt, bzw. waren schon vor dem Zukauf mit Angus-Stieren belegt worden. Von den 25 eingesetzten Angus-Stiere wiesen 14 einen Fremdblutanteil zwischen 8 und 48 % auf. Dies betraf vor allem die Stiere mit Schweizer Herkunft. Im Durchschnitt wiesen die Väter der Kälber einen Angus-Blutanteil von 92 % auf, da Stiere mit überdurchschnittlich hohem Angus-Blutanteil vermehrt eingesetzt wurden. Die Anzahl Kälber nach dem Angus-Blutanteil der Väter sind in Tabelle 3 aufgeführt. Durch die grosse Anzahl eingesetzter Stiere und deren möglichst zufällige Verteilung im Rahmen des Versuchs sollten systematische Vätereffekte vermieden werden.

Tabelle 3: Angus-Blutanteil der Väter und entsprechende Anzahlen an geschlachteten Absetzer nach Typ

Angus-Blutanteil des Vaters	Anzahl geschlachtete Kälber		
	Angus	Angus x Simmental	Total
100 %	22	18	40
90.1 – 100 %	0	1	1
80.1 - 90 %	11	13	24
70.1 - 80 %	1	6	7
60.1 - 70 %	3	1	4
50.1 - 60 %	1	0	1
ohne Angabe	1	0	1
Ø 92 %	Ø 92 %	Ø 91 %	78

2.1.4. Haltung und Fütterung

In den Monaten November bis anfangs Mai wurden die Mutterkühe auf der Chamau gehalten. In dieser Zeit sollten alle Mutterkühe kalben. Die 24 Mutterkühe eines Durchganges konnten in einem ursprünglich für Milchkühe erbauten Laufstall mit Liegeboxen eingestallt werden. Der für die Mutterkühe vorgesehene Teil des Laufstalls wurde zu diesem Zweck angepasst. Die Spaltenböden wurden mit Gummimatten abgedeckt. Im Freien wurde ein Auslauf erstellt. Für die Kälber wurden Kälbernischen eingebaut. Die Kälber hatten zudem Liegemöglichkeiten im Kopfbereich der Kühe. Die Liegeboxen wurden eingestreut. Die Frühlingsgruppe wurde bis zum erstmaligen Kalben in einem alten Stallgebäude der Chamau auf Tiefstreu gehalten. Die Herbstgruppe wechselte aus dem Laufstall ins Fruebüel und die Frühlingsgruppe aus dem alten Stall in den Laufstall der Chamau. Weitere 18 Kühe wurden in einem Zweiflächenstall gehalten mit Spaltenboden im Fressbereich und Tiefstreu im Liegebereich. Die Mutterkühe wurden jeweils in der Galtphase mit Hapadex[®] entwurmt. Bei einigen Kühen, welche erst unmittelbar vor oder nach dem Kalben auf den Betrieb kamen, war dies nicht mehr möglich. Von den Absetzern wurden nur die Herbstkälber des ersten Jahres mit einem Paratect Flex[®] Bolus gegen Würmer behandelt. Die restlichen drei Serien blieben unbehandelt, da aufgrund der Milchaufnahme der Kälber mit einem geringen Infektionsdruck von Seiten der Magen-Darm-Parasiten gerechnet wurde (Scharf, 1998).

Anfangs Mai bis Mitte Juni sowie in den Monaten September und Oktober waren die Tiere auf der Weide im Fruebüel. Von Mitte Juni bis anfangs September wurden die Tiere auf der Alp Weissenstein auf der Weide gehalten. Die Herbstkälber wurden nach der Alpfung im Fruebüel ausgemästet, die Frühlingskälber auf der Chamau. In Tabelle 4 sind die jeweiligen Standorte der Versuchstiere aufgeführt.

Tabelle 4: Standorte und Aufstallungssysteme der Versuchstiere

Zeitpunkt des Wechsels	Herbstgruppe	Frühlingsgruppe
Einstellung vor dem Kalben, Durchgänge 1 und 2: Oktober 1997 bis Februar 1998	Chamau: Boxenlaufstall	Chamau: Tiefstreu
13.03.98	Fruebüel: Stall	Chamau: Boxenlaufstall
11.05.98	Fruebüel: Weide	Fruebüel: Weide
24.06.98	Weissenstein: Alpweide	Weissenstein: Alpweide
12.09.98	Fruebüel: Weide	Chamau: Zweiflächenstall
Einstellung für Durchgang 3: September-Oktober 1998	Chamau: Boxenlaufstall	Chamau: Tiefstreu
Einstellung für Durchgang 4: Januar-Februar 1999		
09.03.99	Chamau: Zweiflächenstall	Chamau: Boxenlaufstall
19.05.99	Fruebüel: Weide	Fruebüel: Weide
18.06.99	Weissenstein: Alpweide	Weissenstein: Alpweide
04.09.99		Chamau: Zweiflächenstall
11.09.99	Fruebüel: Weide	

2.1.5. Futtermittel

Die Fütterung der Kühe und der Absetzer erfolgte unterschiedlich gemäss Standort und Laktationsstadium der Mutterkühe bzw. Alter der Kälber. Als Mineralstoffergänzung erhielten Kühe und Kälber zu jedem Zeitpunkt ein Gemisch aus Kochsalz (NaCl) und einer Mineralstoffmischung zur freien Aufnahme vorgesetzt. Die beiden Komponenten wurden immer nach Gewicht im Verhältnis 1:1 gemischt. Die Mineralstoffmischung (Kroni 580 Selen, Locher und Co. AG, Altstätten, Schweiz) enthielt die folgenden Mengenelemente: 12 % Calcium, 6 % Phosphor, 4 % Natrium und 3 % Magnesium. In einem kg waren des weiteren die folgenden Vitamine und Spurenelemente enthalten: 600'000 IE Vitamin A,

60'000 IE Vitamin D, 1500 mg Vitamin E, 3000 mg Zink, 1500 mg Mangan, 500 mg Kupfer, 30 mg Selen, 20 mg Jod und 10 mg Kobalt.

Kühe Ration RK1

Die Ration RK1 wurde ab der vierten Laktationswoche auf der Chamau sowie in ähnlicher Zusammensetzung als Ergänzung zur Weide auf dem Frübüel verfüttert. Sie wurde auf der Chamau mit einem Mischwagen erstellt. Auf dem Frübüel war kein Mischwagen vorhanden und die einzelnen Komponenten wurden von Hand verabreicht. Ziel war ein konstanter Silage-Anteil in der Mischung von 50 % der Trockensubstanz und ein Energiegehalt der Mischung von 5.0 MJ NEL. Zu dieser Ration wurden die erwähnte Mineralstoffmischung und Wasser zur freien Aufnahme zur Verfügung gestellt. Von den Komponenten dieser Ration wurden Proben gesammelt und der Gehalt an Trockensubstanz (TS) sowie an Rohasche, Rohprotein (RP) und Rohfaser bestimmt. Die Analyse der Futtermittel erfolgte an der Forschungsstation für Nutztiere (RAP). Der durchschnittliche Gehalt der Ration RK1 ist in Tabelle 5 ersichtlich.

Tabelle 5: Zusammensetzung der Ration RK1

Futtermittel	% TS-Anteil	% TS-Gehalt	MJ NEL	g APD	g RP
Grassilage	50	50 ± 10.2	5.5 ± 0.4	75 ± 7	135 ± 25
Heu mittlere Qualität	35	86 ± 1.6	4.9 ± 0.3	70 ± 6	77 ± 15
Gerstenstroh	15	86 ± 1.7	3.3 ± 0.1	45 ± 8	35 ± 7
Mischung total	100	68	5.0	69	100

Kühe Ration RK2

Die Ration RK2 wurde nach dem Absetzen bzw. der Schlachtung der Absetzer (Galtphase) bis zum Ende der vierten Laktationswoche auf der Chamau verabreicht. Mit dieser Ration sollte einerseits eine Verfettung der Kühe vor dem Kalben verhindert werden und andererseits die Milchleistung der Kühe zu Beginn der Laktation reduziert werden, um Kälberdurchfall zu vermeiden. Die Ration wurde im Mischwagen erstellt. Ziel war ein möglichst konstanter Silage-Anteil von 25 % in der Trockensubstanz und ein Energiegehalt der Mischung von 4.5 MJ NEL. Zu dieser Ration wurden die Mineralstoffmischung und Wasser zur freien Aufnahme zur Verfügung gestellt. Von den Komponenten dieser Ration wurden Proben gesammelt. Der Gehalt an Trockensubstanz sowie an Rohasche, Rohprotein und Rohfaser wurde bestimmt. Der durchschnittliche Gehalt der Ration RK2 ist in Tabelle 6 ersichtlich.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Ration RK2

Futtermittel	% TS-Anteil	% TS-Gehalt	MJ NEL	g APD	g RP
Grassilage	25	50 ± 10.2	5.5 ± 0.4	75 ± 7	135 ± 25
Heu mittlere Qualität	40	86 ± 1.6	4.9 ± 0.3	70 ± 6	77 ± 15
Gerstenstroh	35	86 ± 1.7	3.3 ± 0.1	45 ± 8	35 ± 7
Mischung total	100	77	4.5	63	77

Kühe Ration RK3

Während der Vorweide im Frübüel im Frühling vor der Alpung erhielten die Kühe Weidegras. Als Ergänzungsfutter erhielten sie während der Umstellung auf die Weide eine Ration mit ähnlicher Zusammensetzung wie Ration RK1 (Grassilage und Dürrfutter) in abnehmenden Mengen. Diese Ration wurde jedoch nicht näher untersucht. Angaben zu den Gehalten des Weidegrases können bei Estermann (2001) gefunden werden.

Kühe Ration RK4

Auf der Alp Weissenstein wurden die Kühe ausschliesslich geweidet und erhielten kein zusätzliches Futter. Angaben zu den Gehalten des Weidegrases auf der Alp können bei Estermann (2001) gefunden werden. Wasser war ad libitum ab Tränke verfügbar.

Kühe Ration RK5

Nach der Alpung weideten die Kühe im Herbst auf dem Frübüel. Zum Weidegras wurde eine Ergänzungsfütterung in ähnlicher Zusammensetzung wie Ration RK1 (Grassilage und Dürrfutter) verabreicht. Ration RK5 entspricht somit in etwa der Ration RK3. Der Anteil der Ergänzungsfütterung stieg gegen Ende der Weidesaison auf 100 % an.

Absetzer Ration RA1

Nach der Geburt erhielten die Kälber im Laufstall der Chamau im Kälberschlupf ein Dürrfutter von guter Qualität (\varnothing 5.5 MJ NEL, 93 g APD pro kg TS) zur freien Aufnahme. Die Herbstgruppe erhielt in der nachfolgenden Periode im Maststall die gleiche Ration.

Absetzer Ration RA2

Auf dem Frübüel wurden die Kälber zusammen mit den Kühen geweidet. Die Kälber hatten Zugang zu demselben Ergänzungsfutter RK3 wie die Kühe.

Absetzer Ration RA3

Auf dem Weissenstein frassen die Kälber wie die Kühe ausschliesslich Weidegras.

Absetzer Ration RA4

Im Herbst wurden die Kälber auf dem Frübüel geweidet. Dazu erhielten sie das gleiche Ergänzungsfutter wie die Kühe und in den letzten zwei Monaten vor der Schlachtung steigende Mengen an gebrochener Gerste im Bereich von 2 bis 4 kg Frischsubstanz pro Tier und Tag.

Absetzer Ration RA5

Kälber die vor der Schlachtung nochmals im Maststall der Chamau eingestallt wurden (Frühlingsgruppen bzw. Durchgänge 2 und 4), erhielten die Ration RA1 sowie maximal 1 kg gebrochene Gerste.

2.1.6. Schlachtung, Zerlegung, Fleischanalysen

Der Zeitpunkt der Schlachtung wurde subjektiv anhand von Metzgergriffen bestimmt. Ziel war eine leichte, gleichmässige Fettabdeckung der Schlachtkörper. Dies entspricht der Fettklasse 3 der CHTAX-Skala. Die Schlachtung erfolgte bei der Firma Gattiker AG in Freienbach. Zwei Tage nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper bei der Firma Viaca AG in Geuensee zerlegt. Die Fleischanalysen wurden durch das UFAG Labor in Sursee durchgeführt.

2.2. DATENERHEBUNG**2.2.1. Lebendgewicht der Kühe und der Absetzer**

Die Mutterkühe und die Kälber wurden alle zwei Wochen jeweils zwischen 05:30 und 06:00 Uhr auf einer fahrbaren Tierwaage gewogen. Im Laufstall der Chamau war dies bei den Mutterkühen nicht erforderlich, da dort die Kühe von Montag bis Freitag jeden Morgen zwischen 05:30 und 06:00 Uhr über eine automatische Viehwaage getrieben wurden. Diese Viehwaage war mit der Software Dairyplan

4.5 (Westfalia Landtechnik, Oelde, Deutschland) gekoppelt und die Daten konnten elektronisch übernommen werden.

2.2.2. Futterverzehr der Kühe und der Absetzer

Kühe

Im Laufstall der Chamau wurde der Verzehr der Kühe mit einer elektronischen Grundfutteranlage mit Einzelfressplätzen (Westfalia Landtechnik, Oelde, Deutschland) kontinuierlich erhoben. Die Mutterkühe hatten innerhalb einer Bucht Zugang zu allen Fressplätzen mit der für sie vorgesehenen Mischung. In einer Bucht befanden sich jeweils 12 Fress- und Liegeplätze für die entsprechende Anzahl Mutterkühe und deren Kälber. Die Identifikation der Kühe erfolgte über einen Responder. Im Maststall der Chamau war eine Anlage mit Calan-Toren (American Calan Inc., Northwood, NH, USA) installiert. Jedes Tier hatte seinen eigenen Fressplatz und hatte nur zu diesem Zugang. Auch hier erfolgte die Identifikation der Kühe über Responder. Im Maststall wurde während 4 Tagen in der Woche der Verzehr manuell mit Ein- und Rückwaage erhoben. Auf dem Frübüel und auf dem Weissenstein war auf der Weide keine direkte Verzehrerhebung möglich. Im Rahmen des Projekts Estermann (Estermann, 2001) wurde der Verzehr von einigen Kühen und Absetzern indirekt anhand der Alkan-Indikator-Methode geschätzt.

Absetzer

Die erste Zeit nach der Geburt verbrachten die Kälber jeweils im Boxenlaufstall der Chamau. In dieser Phase wurde der Verzehr der Kälber nicht erhoben. Auf der Weide im Frübüel und auf dem Weissenstein wurde der Verzehr wie bei den Kühen mit der indirekten Alkan-Indikator-Methode im Rahmen des Projektes Estermann (Estermann, 2001) geschätzt. Im Zweiflächenstall der Chamau hatten die Absetzer je ein eigenes Calan-Tor. Die Identifikation der Kälber erfolgte wie bei den Kühen über einen Responder. Auf diese Weise konnten insbesondere der Verzehr der Absetzer der Frühlingsgruppe nach der Alpung erhoben werden. Dazu wurde wie bei den Kühen der Futterverzehr an 4 Tagen in der Woche manuell mit Ein- und Rückwaage erhoben. Im Frübüel wurde im Stall während der Ausmast jeweils nur der Gesamtverzehr an Gerste täglich und gruppenweise erhoben, da die Einrichtungen für eine exakte Verzehrerhebung fehlten. Im ersten Jahr waren

alle Absetzer in derselben Gruppe, im zweiten Jahr war die Herde nach der Rasse der Mutterkühe in zwei Gruppen getrennt.

2.2.3. Futtermittelanalysen

Mit Hilfe einer standardisierten Methode wurde die Trockensubstanz (TS) der im Stall auf der Chamau eingesetzten Futtermittel bestimmt. An der eidgenössischen Forschungsanstalt für Nutztiere, Posieux, wurden die Futtermittel auf ihre Gehalte an Rohasche, Rohprotein (nach Kjehldahl) und Rohfaser analysiert. Bei der Gerste wurde auch das Rohfett (nach Berntrop) bestimmt. Die Nährwerte wurden gemäss den Schätzgleichungen der Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP, 1999) berechnet. Die Häufigkeit der Trockensubstanzbestimmungen und der Analysen der Futtermittel ist aus Tabelle 7 ersichtlich.

Tabelle 7: Häufigkeit der Trockensubstanz-Bestimmungen und der Analysen bei den eingesetzten Futtermitteln

Futtermittel	Intervall zwischen TS-Bestimmungen	Intervall zwischen Analysen
Grassilage	3 bis 4 Tage	2 Wochen
Dürrfutter	1 Woche	2 Wochen
Stroh	2 Wochen	1 Monat
Gerste	2 Wochen	1 Monat

Während der Weidephasen im Frübüel und auf der Alp Weissenstein sammelte die Gruppe Tierernährung der ETH Zürich im Rahmen des Projektes Estermann auf den betreffenden Flächen Grasproben. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Proben in ihrer Zusammensetzung möglichst der Auswahl der jeweiligen Tierkategorie entsprachen. Von diesen Proben wurden im Labor der Gruppe Tierernährung die Trockensubstanz und die chemische Zusammensetzung bestimmt. Genauere Angaben zum Gehalt der Weidebestände bzw. des durch Kühe und Absetzer selektiv aufgenommenen Grünfutters können den Publikationen der Gruppe Tierernährung (Estermann, 2001) entnommen werden.

2.2.4. Schlachtdaten der Absetzer

Die Schlachtung der Absetzer erfolgte durch das Personal des Schlachthofes Gattiker AG in Freienbach. Bis Ende 1999 klassierten Angestellte des Schlachthofes die lebenden Absetzer gemäss CHTAX-System. Ab dem 1. Januar 2000 klassierten Experten der Branchenorganisation Proviande die

Absetzer. Das Personal des Schlachthofes erhob unmittelbar nach der Schlachtung das Schlachtgewicht (Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement, 1995). Mitarbeiter der Gruppe Tierzucht erhoben die folgenden Daten:

- Bauchhöhlenfett als Summe von Beckenhöhlenfett, Nierenfett und Hodenfett in kg
- pH im longissimus dorsi-Muskel auf der Höhe zwischen 7. und 8. Rippe, eine Stunde nach der Schlachtung (pH1)
- Schlachtkörpertemperatur an derselben Stelle zum gleichen Zeitpunkt (T1) wie pH1.

Der pH wurde jeweils mit einem Allion[®]-pH-Messgerät (Sensor EB4K Dt 1000, Firma Wintion AG, Gerzensee, Schweiz) erhoben. Das Verhältnis zwischen warmem Schlachtgewicht (SG) und Lebendgewicht (LG) entspricht der Schlachtausbeute. Die Absetzer wurden am Morgen vor dem Transport zum Schlachthof ein letztes Mal gewogen. Der Anteil Bauchhöhlenfett (Beckenhöhlenfett, Nierenfett und Hodenfett) am Lebendgewicht wurde als Prozentsatz desselben berechnet.

2.2.5. Zerlegedaten der Absetzer

Bis zur Zerlegung wurden die Schlachtkörperhälften im Kühlraum bei 4° Celsius gelagert. Der Abstand zwischen Schlachtung und Zerlegung betrug jeweils zwei Tage. Für die Zerlegung wurden die Schlachtkörperhälften in die Firma Viaca AG in Geuensee gebracht. Unmittelbar vor der Zerlegung erhoben Mitarbeiter der Gruppe Tierzucht die folgenden Daten an der ausgekühlten linken Schlachtkörperhälfte:

- Den pH im longissimus dorsi-Muskel auf der Höhe zwischen 7. und 8. Rippe 48 Stunden nach der Schlachtung (pH48).
- Die Schlachtkörpertemperatur an derselben Stelle 48 Stunden nach der Schlachtung (T48).

Nach dem Abstechen (Grobzerlegung) der linken Schlachtkörperhälfte in die fünf Teilstücke Schild und Hals, Laffe, Lempen, Nierstück sowie Stotzen, wurde deren Gewicht ermittelt. Dies ergab das Gewicht der ausgekühlten linken Schlachtkörperhälfte. Dieses Gewicht multipliziert mit dem Faktor 2 ergab den Schätzwert für das kalte Schlachtgewicht (SGk). Anschliessend erfolgte die Feinzerlegung der fünf grossen Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte nach

Verwendung. Dabei wurde immer dieselbe Schnittführung angewendet. Sie entsprach dem Betriebsstandard des Unternehmens Viaca AG. Alles Fleisch wurde verkaufsfertig dressiert. Das Gewicht aller anfallenden Teilstücke erhoben. In den Tabellen 8 und 9 sind die Teilstücke mit den entsprechenden Preisen pro kg Gewicht und den Bewertungsfaktoren gemäss den Angaben der Metzger-Treuhand AG in Dübendorf (2001b) für die Woche 8 des Jahres 2001 aufgeführt. Die Preise entsprechen den durchschnittlichen Verkaufspreisen von drei grossen Schweizer Fleischhandelsfirmen „von Metzger zu Metzger“. Beim Vorderviertel (VV) entspricht der Bewertungsfaktor 1 einem Preis von 8.07 sFr./kg, beim Hinterviertel (HV) von 13.16 sFr./kg. Die Tabellen 8 und 9 bilden auch die Legende zur Grafik 1, die einen schlachtreifen Absetzer darstellt (nach Schläpfer, 1988 und Verband Schweizer Metzgermeister, 1986, angepasst).

Tabelle 8: Teilstücke des Vorderviertels (VV) nach Preisen geordnet (Woche 8, 2001)

Teilstück	Preis pro kg in sFr.	Bewertungsfaktor
Hohrücken* (1)	23.83	2.9527
Dicke Schulter (2)	16.50	2.0445
Schulterfilet (3)	16.50	2.0445
Schulterspitz (4)	16.10	1.9949
Brustspitz (5)	12.37	1.5327
Brustkern (6)	12.37	1.5327
Hals (7)	12.60	1.5612
Bug, Schenkel und Deckel (8)	10.93	1.3543
Halsdeckel und Hohrückendeckel (9)	10.93	1.3543
Federstück (10)	10.90	1.3506
Lempen (11)	10.90	1.3506
Fleischabschnitte des VV	6.60	0.8178
Fett und Sehnen des VV	0.05	0.0062
Knochen der Laffe	- 0.30	- 0.0372
Knochen des VV ohne Laffe	- 0.30	- 0.0372

Die Summe der Gewichte der in den Tabellen 8 und 9 mit einem Stern (*) markierten Teilstücke ergab das Gewicht der wertvollen Fleischstücke. Im Verhältnis zum Gewicht aller Fleischstücke der linken Schlachtkörperhälfte ergab dies den Anteil an wertvollen Fleischstücken (AwF). Die Knochen haben einen

negativen Wert, da für ihre Entsorgung bezahlt werden muss. Die Differenz zwischen dem Gewicht der fünf grossen Teilstücke (als Schätzwert für SGk) und der Summe der Teilstücke nach der Zerlegung ergibt den Schwund, der in Prozent des SGk angegeben wird.

Tabelle 9: Teilstücke des Hinterviertels (HV) nach Preisen geordnet (Woche 8, 2001)

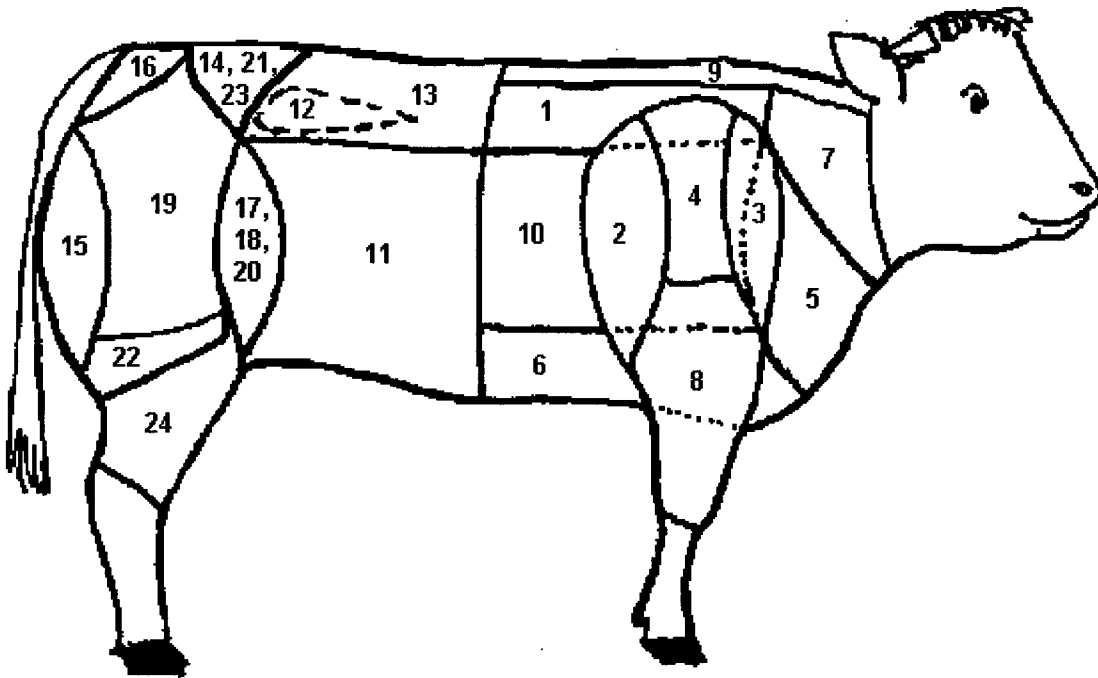
Teilstück	Preis pro kg in sFr.	Bewertungsfaktor
Filet* (12)	46.27	3.5163
Roastbeef* (13)	26.20	1.9911
Huft* (14)	25.73	1.9554
runder Mocken* (15)	23.60	1.7935
Eck- und Mittelstück* (16)	23.00	1.7479
flache Nuss* (17)	22.27	1.6924
runde Nuss* (18)	22.27	1.6924
Unterspälte* (19)	18.40	1.3983
Eckstückdeckel, Vorschlagschale und weisses Stück (20)	14.47	1.0997
Huftdeckel (21)	14.47	1.0997
Rosenstück (22)	12.27	0.9325
Huftzapfen (23)	10.93	0.8306
Schenkel (24)	10.93	0.8306
Fleischabschnitte des HV	6.60	0.5016
Häute der Bratenstücke des HV	0.05	0.0038
Fett und Sehnen des HV	0.05	0.0038
Knochen des Nierstücks	- 0.30	- 0.0023
Knochen des HV ohne Nierstück.	- 0.30	- 0.0023

Zusätzlich wurden die folgenden Parameter berechnet:

- das Fleisch-Knochen-Verhältnis als Verhältnis des Gewichts der Fleischstücke zum Gewicht der Knochen in der linken Schlachtkörperhälfte.
- das Fleisch-Fett-Verhältnis als Verhältnis der Summe des Gewichts der Fleischstücke zum Gewicht des Fettes und der Sehnen der linken Schlachtkörperhälfte.
- der Fleischanteil als Prozentsatz des Fleisches von Fleisch, Fett und Sehnen sowie Knochen der linken Schlachtkörperhälfte.

- der Fett- und Sehnenanteil als Prozentsatz des Fettes und der Sehnen von Fleisch, Fett und Sehnen sowie Knochen der linken Schlachtkörperhälfte.
der Knochenanteil als Prozentsatz der Knochen von Fleisch, Fett und Sehnen sowie Knochen der linken Schlachtkörperhälfte.

Grafik 1: Schlachtreifer Absetzer mit eingezeichneten Fleischstücken (Legende in den Tabellen 8 und 9)



Die Zuordnung der Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte in die drei Hauptkomponenten Fleisch, Knochen, Fett und Sehnen erfolgte analog zu Schläpfer (1988). Die Häute der Bratenstücke des Hinterviertels wurden zu Fett und Sehnen gerechnet.

2.2.6. Fleischanalysen der Absetzer

Für die Fleischanalysen wurde vom Entrecôte der linken Schlachtkörperhälfte, d.h. dem blossgelegten longissimus dorsi-Muskel (ohne Fettauflage), ein Stück von 300-400 g entnommen. Die Entnahmestelle entsprach der Stelle, an welcher zuvor die pH- und die Temperaturmessungen erfolgten, d.h. dorsal zwischen der 7. und der 8. Rippe. Die Analysen wurden im UFAG-Labor in Sursee gemäss

schweizerischem Lebensmittelbuch (Unbekannt, 1988) durchgeführt. Tabelle 10 gibt eine Übersicht der durchgeführten Fleischanalysen.

Tabelle 10: Am longissimus dorsi-Muskel durchgeführte Fleischanalysen

Analyse	Methode
Wassergehalt	Trocknung bei 102° Celsius, gravimetrisch
Mineralstoffe	Veraschung bei 550° Celsius, gravimetrisch
Gesamtfett	Gravimetrisch nach Säureaufschluss
Gesamtstickstoff	Kjehldahl-Methode, Titration
Bindegewebsprotein (Hydroxyprolin)	Photometrisch

Aus den Analyseresultaten wurden die folgenden zusätzlichen Werte berechnet:

- Gesamtprotein als Gesamtstickstoff * 6.25
- Wertbestimmendes Protein als Gesamtprotein abzüglich Bindegewebsprotein

2.2.7. Schlachtkörperwert der Absetzer

Zur wirtschaftlichen Bewertung der Absetzer sollte der Schlachtkörperwert je auf den Stufen Schlachtung, Grobzerlegung sowie Teilstücke („von Metzger zu Metzger“) berechnet werden. Die verwendete Methode basierte auf der Methode von Schläpfer (1988) und wurde zum Teil erweitert. Es kann zwischen dem Bruttoerlös des Landwirtes (P1), den Einstandskosten des schlachtenden Betriebes (P2), dem Bruttoerlös des schlachtenden Betriebes (P3) sowie dem Bruttoerlös des Zerlegebetriebs (P4) unterschieden werden.

Bruttoerlös des Landwirtes (P1)

Zur Bestimmung der Verkaufspreise der Absetzer wurde die Woche 8 des Jahres 2001 gewählt. Für die Absetzer wurden die Ankaufspreise für konventionelle Rinder und Ochsen gemäss dem durchschnittlich bezahlten Wochenpreis der Woche 8 des Jahres 2001 (Bauernzeitung vom 23.2.01) eingesetzt. Zuschläge und Abzüge wurden gemäss den Fleischigkeitsklassen und Fettklassen (gemäss Ausmastgrad) der CHTAX-Einstufung für konventionelle Grossviehmasttiere berechnet. Es wurden keine weiteren Abzüge oder Zuschläge eingesetzt. Aufgrund der damaligen Marktsituation waren die resultierenden Preise pro kg Schlachtgewicht tief. Dies ist jedoch von untergeordneter Bedeutung, da vor allem die Relationen zwischen unterschiedlichen Kategorien von Absetzern (Typ, Geschlecht) von Interesse sind. Diese fallen unabhängig vom generellen

Preisniveau als Funktion der CHTAX-Einstufung an. In Tabelle 11 werden die Preise pro kg Schlachtgewicht mit den Korrekturen gemäss der CHTAX-Einstufung dargestellt. Die CHTAX-Klasse T3 wird als Basis verwendet. Für Ochsen wurden in dieser Klasse 6.60 sFr., für Rinder 6.50 sFr pro kg Schlachtgewicht bezahlt.

Tabelle 11: Preise pro kg SG in sFr. nach CHTAX-Einstufung (Woche 8, 2001)

Kategorie	Ochsen			Rinder		
	Fettklasse			Fettklasse		
Fleischigkeitsklasse	2	3	4	2	3	4
C	7.05	7.35	6.75	7.00	7.30	6.70
H	6.70	7.00	6.40	6.65	6.95	6.35
T+	6.50	6.80	6.20	6.45	6.75	6.15
T	6.30	6.60	6.00	6.20	6.50	5.90
T-	6.10	6.40	5.80	5.95	6.25	5.65

Ausgehend vom Preis pro kg Schlachtgewicht gemäss CHTAX-Einstufung erfolgt die weitere Kalkulation. Der Gesamterlös des Schlachttieres gemäss CHTAX-Einstufung und kg Schlachtgewicht entspricht dem Bruttoerlös des Landwirts und wird in der Folge mit P1 abgekürzt. Der Preis, den der Landwirt pro kg Schlachtgewicht erhält, wird dementsprechend mit P1r bezeichnet.

Einstandskosten des schlachtenden Betriebes (P2)

Zur Berechnung der Estandskosten des schlachtenden Betriebes für ein Schlachttier werden die folgenden Parameter eingesetzt:

Sigelerlös pro kg Schlachtgewicht (SG):	0.50 sFr.
Gebühren für Schlachtabfälle pro kg SG:	0.10 sFr.
Mehrwertsteuer:	2.4 %
Auskühlverlust (AV):	1 – 2 %

Der Sigel (Metzger-Treuhand AG, 2001b) und die Gebühren für die Entsorgung der Schlachtabfälle (Metzger-Treuhand AG, 2001a) können nur pauschal als Betrag pro kg Schlachtgewicht (SG) berücksichtigt werden. Der Sigel enthält alle Teile des Schlachttieres, welche gewinnbringend verwertet werden können und nicht im Schlachtgewicht enthalten sind. Dazu gehören insbesondere die Haut und die Leber. Der Auskühlverlust (AV) wird für jeden Absetzer individuell als Differenz

zwischen dem Schlachtgewicht und dem doppelten Gewicht der ausgekühlten fünf grossen Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte (SGk) berechnet. Für den Schlachtbetrieb ergeben sich somit die folgenden relativen Einstandskosten P2r pro kg kaltes Schlachtgewicht:

$$P2r = 100 * [(P1r + 0.50 - 0.10) - P1r * 0.024] / (100 - AV)$$

bzw. die absoluten Einstandskosten (P2) für den ganzen Absetzer:

$$P2 = SGk * [(P1r + 0.50 - 0.10) - P1r * 0.024]$$

Zuerst wird der Sigelerlös mit durchschnittlich 0.50 sFr. pro kg Schlachtgewicht abgezogen. Anschliessend werden die Gebühren für die Entsorgung der Schlachtabfälle mit 0.10 sFr. pro kg Schlachtgewicht addiert. Von diesem Wert wird die Mehrwertsteuer von 2.4 %, berechnet anhand des Bruttoerlöses des Landwirtes pro kg kaltes Schlachtgewicht (P1r), abgezogen. Die relativen Einstandskosten werden anschliessend noch um den Auskühlverlust (AV) des betreffenden Absetzers korrigiert.

Bruttoerlös des schlachtenden Betriebes (P3)

Der Bruttoerlös P3 des schlachtenden Betriebes ergab sich als Summe des Gewichts des linken Vorderviertels und des linken Hinterviertels multipliziert mit dem entsprechenden Preis und dem Faktor 2. Der relative Bruttoerlös (P3r) entsprach P3 dividiert durch das Gewicht der ausgekühlten linken Schlachtkörperhälften und den Faktor 2.

$$P3 = 2 * (\text{Gewicht}_{VV} * \text{Preis}_{VV} + \text{Gewicht}_{HV} * \text{Preis}_{HV})$$

$$P3r = P3 / (\text{Gewicht}_{VV} + \text{Gewicht}_{HV}) / 2$$

Gemäss den Angaben der Metzger-Treuhand AG für die Woche 8 des Jahres 2001 wurden die folgenden Werte eingesetzt:

$$\text{Preis}_{VV} = \text{Preis pro kg ausgekühlten Vorderviertel in sFr.:} \quad 7.10$$

$$\text{Preis}_{HV} = \text{Preis pro kg ausgekühlten Hinterviertel in sFr.:} \quad 10.20$$

Für die Berechnung der Bruttomarge M23 wurden vom Bruttoerlös P3 die Estandskosten P2 abgezogen. Die relative Bruttomarge M23r wurde als M23 dividiert durch SGk berechnet.

$$M23 = P3 - P2$$

$$M23r = M23 / SGk$$

Bruttoerlös des Zerlegebetriebes (P4)

Die Summe der Gewichte aller Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte von 1 bis i multipliziert mit ihrem entsprechenden Preis (gemäss den Tabellen 8 und 9) und dem Faktor 2 ergaben den Bruttoerlös P4 des Zerlegebetriebes „von Metzger zu Metzger“. Die Bruttomarge M34, d.h. die Bruttomarge des Zerlegebetriebes für ein Schlachtvieh, entsprach P4 abzüglich P3.

$$P4 = 2 * \sum(\text{Gewicht von Teilstück}_i * \text{Preis}_i)$$

$$M34 = P4 - P3$$

M34r, die relative Bruttomarge pro kg kaltes Schlachtgewicht, ergab sich somit als M34 dividiert durch SGk.

$$M34r = M34 / SGk$$

Die Bruttomarge ist entscheidend für die Rentabilität des schlachtenden Betriebes (M23, M23r) bzw. des Zerlegebetriebes (M34, M34r). Insbesondere müssen mit der Marge die verbleibenden Kosten (Löhne; andere variable Kosten wie z.B. Elektrizität, Verbrauchsmaterial, Wasser; fixe Kosten wie z.B. Gebäude) gedeckt werden. In diesem Zusammenhang sind die absoluten und die relativen Bruttomargen von Bedeutung, d.h. die Bruttomarge pro Absetzer sowie jene pro kg SGk.

2.3. AUSWERTUNGSMETHODEN

2.3.1. Verwendete Software

Zur Auswertung wurden die Daten in Microsoft® Access97 zusammengestellt und anschliessend mit der Statistiksoftware S-PLUS® 2000 Professional Release 2 für Windows, ausgewertet.

2.3.2. Versuchsdesign

Der Versuch war so angelegt, dass die wichtigsten Einflüsse als fixe Effekte mit je zwei Faktorstufen, sogenannte k^2 -Faktoren (Mathsoft®, 1995), ausgewertet werden konnten. Dieses Design hat den Vorteil, dass für Fälle ohne Interaktion keine linearen Kontraste getestet werden müssen, da für jeden fixen Effekt nur ein Kontrast vorliegt. Beim vorliegenden Versuch lag in allen Auswertungen ein unbalanciertes Design vor. Für den Fall von signifikanten Interaktionen wurde deshalb vorgesehen, die betroffenen Faktoren zu einem neuen Faktor zu vereinigen, da in unbalancierten Modellen das gemeinsame Schätzen und Testen von Haupteffekten und Interaktionen nicht korrekt durchgeführt werden kann. Durch die Kombination von zwei k^2 -Faktoren entsteht ein Faktor mit vier Stufen und sechs linearen Kontrasten zwischen diesen Stufen. Falls nur Faktoren mit zwei Stufen in einer Auswertung vorkamen, wurden Summenkontraste verwendet. Waren bei mindestens einem Faktor mehr als zwei Stufen vorhanden, so wurden „treatment“-Kontraste eingesetzt. Bei den Summenkontrasten gilt, dass die unterschiedlichen Stufen eines Effekts zusammen 0 ergeben. Beim „treatment“-Kontrast wird die erste Stufe als 0 definiert und die anderen Stufen in Relation dazu. Ist mehr als ein Kontrast pro Faktor vorhanden, so ergibt der „treatment“-Kontrast in den meisten Fällen die bessere Designmatrix als der Summenkontrast, d.h. es besteht eine weniger hohe gegenseitige Abhängigkeit innerhalb der Design-Matrix. Zu den fixen Faktoreffekten kamen je nach Auswertung kontinuierliche Variablen (auch Covariablen oder Regressoren) hinzu, wie z.B. Laktationswoche bei den Kühen oder Alter der Absetzer bei der Schlachtung. Diese kontinuierlichen Variablen dienten in manchen Fällen zur Korrektur der Daten auf ein vergleichbares Niveau. Bei wiederholten Messungen an demselben Tier musste der zufällige Effekt des Tieres mitberücksichtigt werden im Sinne eines Wiederholbarkeits- oder longitudinalen Modells. Bei den Kühen wurde der zufällige

Effekt der Kuh innerhalb einer bestimmten Laktation berücksichtigt. Eine Kuh, welche in beiden Versuchsjahren im Versuch war, erhielt damit zwei zufällige Effekte, für jedes Jahr bzw. jede Laktation einen. Bei jenen Auswertungen der Absetzer, die auf Daten beruhten, welche während oder nach der Schlachtung erhoben worden waren, musste der Effekt der Schlachtserie berücksichtigt bzw. überprüft werden. Dieser Effekt wurde ebenfalls als zufälliger Effekt in die Modelle integriert. Dadurch wird eine Art Split Plot Modell für diese unbalancierten Auswertungen erreicht.

2.3.3. Statistische Modelle

Für die unterschiedlichen Datensätze wurden somit grundsätzlich vier Modelltypen verwendet.

Gemischte lineare Modelle

Ein gemischtes Modell kann in der folgenden Form dargestellt werden (Searle et al., 1992):

$$Y = Xb + Zu + e$$

wobei

Y: Vektor mit den N beobachteten Werten

X: N * p Design-Matrix der fixen Effekte

b: Vektor der p fixen Effekte

Z: N * r Design Matrix der zufälligen Effekte

u: Vektor der r zufälligen Effekte

e: Vektor der N zufälligen Fehler

Zur Schätzung dieses Modells wurde die S-PLUS[®]-Funktion lme (nlme library Version 3.3, Pinheiro und Bates, 2000a und 2000b) benutzt. Die Funktion lme ist mit der SAS Prozedur „mixed“ (Littell et al. 1998) vergleichbar. Die Funktion lme bestimmt die Schätzwerte für die fixen und zufälligen Effekte eines gegebenen Modells iterativ und benutzt dazu als Methode Maximum Likelihood (ML) oder Restricted Maximum Likelihood (REML). ML und REML werden allgemein bei der Auswertung von unbalancierten Daten bevorzugt. Mit der S-PLUS[®]-Funktion lme können auch unterschiedliche Varianzen in Abhängigkeit von fixen Effekten (heteroscedastic variance) geschätzt werden. Da die Signifikanz der Modelle bzw.

der einzelnen Faktoren im Modell anhand von Loglikelihood-Tests durchgeführt werden sollte, wurde generell Maximum Likelihood als Schätzmethode gewählt. Durch den Loglikelihood-Test können allerdings nur geschachtelte Modelle, bei denen das eine Modell eine reduzierte Version des anderen Modells darstellt, direkt miteinander verglichen werden. Andere Modelle müssen über das Akaike Information Criterion (AIC) (Sakamoto et al., 1986) oder das Bayesian Information Criterion (BIC) (Schwarz, 1978) verglichen werden. Diese werden nach den beiden nachfolgenden Formeln berechnet. Je kleiner die berechneten Werte sind, desto besser wird die abhängige Variable durch das Modell gemäss Definition der Formeln geschätzt.

$$\text{AIC} = -2 * \log(\text{maximum likelihood}) + 2 * \eta$$

$$\text{BIC} = -2 * \log(\text{maximum likelihood}) + \eta * \log(N)$$

wobei

η = Anzahl Parameter im Modell

N = Anzahl Datensätze im Modell

Das AIC begünstigt eher Modelle mit vielen Effekten. Dies ist bei sehr grossen Datenbeständen, wie sie z.B. in Herdebuchauswertungen vorkommen (Berweger, 1998) sinnvoll. Das BIC bevorzugt eher Modelle mit möglichst wenigen Effekten. Aufgrund der relativ bescheidenen Datenmenge und des unbalancierten Designs wurde deshalb zum Vergleich von nicht geschachtelten Modellen in der vorliegenden Arbeit das BIC als Kriterium verwendet. Gegenüber der Alternative mit der Verwendung des AIC erhöhte sich dadurch tendenziell das Risiko für den Fehler zweiter Art.

Erweiterte lineare Modelle

Die S-PLUS[®]-Funktion `gls` (nlme Version 3.3, Pinheiro und Bates, 2000a und 2000b) schätzt lineare Modelle iterativ und benutzt dazu ebenfalls ML oder REML. Im Vergleich zur Varianzanalyse bzw. zur traditionellen Least-Square-Regression besteht bei der Funktion `gls` die Möglichkeit, einen zufälligen Effekt über eine entsprechende Varianz-Covarianz-Matrix zu berücksichtigen. Das Ausmass der Abhängigkeit der Varianz-Covarianz-Werte vom zufälligen Effekt wird mit dem Parameter ρ bestimmt, der im Bereich von 0 (keine Abhängigkeit) bis 1 (völlige Abhängigkeit) liegt. Zudem können wie bei der Funktion `lme` unterschiedliche

Varianzen, z.B. in Abhängigkeit von einem fixen Effekt, modelliert und geschätzt werden. Dabei muss bei der Funktion `gls` jedoch im Gegensatz zur Funktion `lme` nicht unbedingt ein zufälliger Effekt mitberücksichtigt werden. Die Funktion `gls` übernimmt in der Auswertung der vorliegenden Versuchsdaten somit eine Übergangsstellung zwischen den gemischten Modellen der Funktion `lme` und den einfachen linearen Modellen, auf welche im nächsten Abschnitt eingegangen wird. Die statistischen Tests sind bei den `gls`-Modellen grundsätzlich gleich wie bei den `lme`-Modellen. Zur Gewichtung des zufälligen Effektes wird der Parameter ρ auch für alle `lme`-Modelle angegeben.

Einfache lineare Modelle

Für Datensätze ohne zufällige Effekte und mit homogener Varianz kann ein einfaches lineares Modell verwendet werden, welches nur fixe Effekte berücksichtigt. Falls die gleiche Terminologie wie beim gemischten Modell verwendet wird, kann dieses Modell folgendermassen definiert werden:

$$Y = Xb + e$$

wobei

Y: Vektor mit den N beobachteten Werten

X: $N * p$ Design-Matrix der fixen Effekte

b: Vektor der p fixen Effekte

e: Vektor der N zufälligen Fehler

Zur Auswertung dieses Modelltyps können die S-PLUS[®]-Funktionen `aov` und `lm` (Chambers und Hastie, 1996 sowie Venables und Ripley, 1999) verwendet werden. Die Signifikanz der einfachen Effekte und aller Einfach-Interaktionen wurde mit der Funktion `drop1` getestet. Diese vergleicht das vollständige Modell gegen das um einen Effekt reduzierte Modell. Diese marginale Methode wird den unbalancierten Daten besser gerecht als eine sequentielle Varianzanalyse.

Nicht-parametrische Tests

Wenn die Ausgangswerte offensichtlich nicht normalverteilt waren und eine Transformation zu keinen akzeptablen Residuenplots mit den vorgängig erwähnten statistischen Modellen führte, mussten nicht-parametrische Tests durchgeführt werden. Beim vorliegenden Design eignete sich dazu insbesondere der Kruskal-

Wallis-Rangsummen-Test. Dieser ist das nicht-parametrische Equivalent zur Einweg-Varianzanalyse auf der Basis der Normalverteilung. Da mit diesem Test jedoch nur ein Effekt pro Modell getestet werden kann, sind bei mehreren zu prüfenden Effekten multiple Tests - d.h. eine statistische Auswertung pro Effekt – notwendig. Dadurch wird die Aussagekraft der betreffenden Teststatistiken relativiert.

2.3.4. Kreuzvalidierung

Die Kreuzvalidierung ist eine Standardmethode zur Prüfung der Qualität von linearen Modellen (Tschümperlin, 1996). Dabei wird das zu prüfende lineare Modell

$$Y = Xb + e$$

anstatt mit N Datensätzen jeweils mit N-1 Datensätzen geschätzt. Anschliessend wird aufgrund der berechneten Parameter eine Schätzung für die abhängige Variable des nicht verwendeten Datensatzes erstellt. Dies ergibt N Schätzwerte für Y, die in Relation zu den N wahren Werten eine Schätzung für das Bestimmtheitsmass und für den Standardfehler liefern. Bei Modellen mit einem zufälligen Effekt wird das zufällige Modell jeweils anhand jener Datensätze geschätzt, welche nicht von demselben zufälligen Effekt beeinflusst werden wie der aktuelle Testrecord. Dies ergibt einen Schätzwert für das Bestimmtheitsmass aufgrund der fixen Effekte. Die Unterschiede zwischen dem Bestimmtheitsmass und dem Standardfehler des jeweiligen Modells sowie den entsprechenden kreuzvalidierten Werten kann insbesondere bei unbalancierten Modellen als Qualitätskriterium dienen. Die Unterschiede sollten möglichst klein sein.

2.3.5. Schätzung von Gewichtskurven

Kühe

Für jede Kuh wurde anhand der vorhandenen Gewichte innerhalb einer Laktation das Gewicht mit einem Polynom 8. Grades in Funktion des Laktationstages gemäss folgender Gleichung geschätzt:

$$\text{Gewicht}_t = b_0 + b_1 * t + b_2 * t^2 + b_3 * t^3 + b_4 * t^4 + b_5 * t^5 + b_6 * t^6 + b_7 * t^7 + b_8 * t^8 + e$$

t: Laktationstag

b₀: Intercept bzw. Gewicht am Laktationstag 0

b₁ bis b₈: Koeffizienten der Polynome des Laktationstages

e: Fehler der Schätzung

Das Polynom 8. Grades wurde aufgrund von drei Kriterien gewählt: Erstens musste die Anzahl zu schätzender Koeffizienten deutlich tiefer sein als die Anzahl der vorhandenen Gewichtsmessungen. Dies war bei ca. 25 bis 30 Messungen und 9 zu schätzenden Koeffizienten der Fall. Zweitens musste die Kurve dem Gewichtsverlauf möglichst gut folgen können ohne – drittens – zu geringe und zufällige Schwankungen zu berücksichtigen. Das Polynom 8. Grades war in diesem Sinne ein brauchbarer Kompromiss. Anhand der geschätzten Koeffizienten konnten für jede Kuh in jeder Laktation das Gewicht sowie die Gewichtsänderung in einer bestimmten Woche berechnet werden. Die Gewichtsänderung (ΔLG) ergab sich als erste Ableitung des Polynoms gemäss der folgenden Formel:

$$\Delta LG = b_1 + 2b_2 * t + 3b_3 * t^2 + 4b_4 * t^3 + 5b_5 * t^4 + 6b_6 * t^5 + 7b_7 * t^6 + 8b_8 * t^7 + e$$

Das wöchentliche Gewicht und die Gewichtsänderung in einer Woche wurden insbesondere zur Auswertung des Trockensubstanz-Verzehrs und der Energie-Aufnahme benötigt.

Absetzer

a) Polynom

Für die Absetzer wurde individuell die Gewichtskurve mit einem Polynom 8. Grades wie für die Kühe geschätzt. Das Geburtsgewicht und das Gewicht vor der Schlachtung wurden für die Schätzung miteinbezogen. Der Zweck war derselbe wie für die Kühe, nämlich wöchentliche Schätzwerte für das Gewicht und die Gewichtsänderung zu erhalten. Diese Schätzwerte dienten für die Auswertung des Trockensubstanz-Verzehrs und der Energie-Aufnahme.

b) Sigmoide Kurve

Bei fünf der 78 ausgewerteten Absetzer fehlte das Geburtsgewicht, da die Kühe erst unmittelbar nach dem Kalben auf die Chamau gekommen waren. Zur

Berechnung der Tageszunahmen musste deshalb ein Geburtsgewicht anhand der vorhandenen Wägungen (zwei Wochen Intervall) geschätzt werden. Um sicherzustellen, dass eine solche Schätzung im anliegenden Grenzbereich zu den vorhandenen Werten in jedem Fall einen realistischen Wert ergab, wurde eine sigmoide Kurve (Archer et al., 1998) gemäss folgender Beschreibung verwendet:

$$\text{Gewicht}_t = \text{EG} * \exp[\ln(\text{GG}) - \ln(\text{EG})] * \exp(-k * t)$$

EG: geschätztes Endgewicht des ausgewachsenen Tieres

GG: geschätztes Geburtsgewicht

t: Lebenstag

k: Parameter der Funktion

Das Gewicht des Tieres zum Zeitpunkt t ist eine Funktion des Geburtsgewichts, des Endgewichts, des Parameters k sowie des Alters in Tagen t. Falls die Gewichtswerte logarithmisiert werden (Logarithmus naturalis), erhält die Funktion die folgende Form:

$$\log(\text{Gewicht}_t) = \log(\text{EG}) + (\log(\text{GG}) - \log(\text{EG})) * \exp(-k * t)$$

Diese Kurve ist im Bereich von $t = 0$, d.h. bei der Geburt, sehr flach. Falls der nächste vorhandene Datensatz nahe beim Nullpunkt liegt – im vorliegenden Fall beträgt die Distanz theoretisch maximal 14 Tage – so garantiert diese Funktion für das Geburtsgewicht positive Schätzwerte in einem realistischen Bereich.

2.3.6. Ausgangsmodelle

Nachfolgend werden alle verwendeten Ausgangsmodelle aufgeführt. Soweit dies möglich und sinnvoll war, wurden in den Auswertungen auch alle Einfach-Interaktionen zwischen den fixen Effekten berücksichtigt, auch wenn sie in der Folge nicht explizit aufgeführt werden.

Kühe

Modell k1) Gewichtsverlauf

$$y_{ijklmno} = \mu + \text{Rasse}_i + L2_j + \text{Jahr}_k + \text{Saison}_l + \text{Stao}_m + b_1 * \text{Woche}2 + b_2 * \text{Woche}2^2 + b_3 * \text{Woche}2^3 + KL_n + e_{ijklmno}$$

Die Lebendgewichtsdaten wurden als Mittel von 2-Wochen-Intervallen (Basis Laktationswoche) berechnet, da dies der übliche bzw. maximale Abstand zwischen zwei Messungen war. Bei diesem Modell wurden „treatment“-Kontraste für die fixen Effekte verwendet.

Modell k2) Trockensubstanz-Verzehr und Energie-Aufnahme

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Rasse}_i + L2_j + \text{Jahr}_k + \text{Saison}_l + b_1 * \text{Woche} + b_2 * \text{Woche}^2 + b_3 + \text{LG}^{0.75} + b_4 * \Delta\text{LG} + b_5 * \text{kNEL} + \text{KL}_m + e_{ijklmn}$$

Der Trockensubstanz-Verzehr (in kg pro Tag) und die Energie-Aufnahme (in MJ NEL pro Tag) wurden als Wochenmittel berechnet.

Absetzer

Modell a1) Geburtsgewicht

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + \text{Saison}_m + b_1 * \text{LGM} + e_{ijklmn}$$

Dieses Modell enthält keinen zufälligen Effekt.

Modell a2) Gewichtsentwicklung

$$Y_{ijklmnop} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + \text{Saison}_m + \text{Phase}_n + \text{Abs}_o + e_{ijklmnop}$$

Bei diesem Modell werden „treatment“-Kontraste verwendet.

Modell a3) Trockensubstanz-Verzehr und Energie-Aufnahme

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + b_1 * \text{Woche} + b_2 * \Delta\text{LG} + b_3 * \text{kNEL} + \text{Abs}_m + e_{ijklmn}$$

bzw.

$$Y_{ijklmn} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + b_1 * \text{LG} + b_2 * \Delta\text{LG} + b_3 * \text{kNEL} + \text{Abs}_m + e_{ijklmn}$$

Da die Datensätze nur von Absetzern stammten, welche zur Frühlingsgruppe gehörten, entfiel im Modell a3 der fixe Effekt Saison.

Modell a4) Alter bei der Schlachtung

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + \text{Saison}_m + \text{Serie}_n + e_{ijklmno}$$

Modell a5) Mast- und Schlachtleistungsmerkmale

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + \text{Saison}_m + b_1 * \text{Tag} + \text{Serie}_n + e_{ijklmno}$$

Modell a6) pH-Werte

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{Typ}_i + \text{Geschlecht}_j + L2_k + \text{Jahr}_l + \text{Saison}_m + b_1 * \text{Temp} + \text{Serie}_n + e_{ijklmno}$$

2.3.7. Effekte

μ ist der Intercept des jeweiligen Modells. Werden alle im Modell vorhandenen Covariablen um ihren jeweiligen Mittelwert korrigiert, so entspricht μ einem geschätzten Mittelwert der abhängigen Variablen.

Fixe Effekte mit Faktorstufen

Geschlecht:	Geschlecht der Absetzer, mit den zwei Stufen „weiblich“ und „männlich kastriert“
Jahr:	Versuchsjahr, mit den zwei Stufen „1998“ und „1999“.
L2:	Laktation der Mutterkuh, mit den zwei Stufen „erstlaktierende Kühe“ und „Kühe in zweiter oder höherer Laktation“.
Rasse:	Rasse der Mutterkühe mit den beiden Stufen „Angus“ und „Simmental“.
Saison:	Versuchssaison, bezogen auf den Kalbezeitpunkt der Kuh bzw. die Geburt des Kalbes, mit den zwei Stufen „Herbst“ (anfangs Oktober bis Ende Januar) und „Frühling“ (anfangs Februar bis Ende April).
Stao:	Standort der Tiere mit den drei Stufen „Chamau“, „Früebüel“ und „Weissenstein“.
Typ:	Typ der Absetzer, mit den beiden Stufen „Angus“ und „F1-Kreuzungen Angus x Simmental“.
Phase:	Zeitliche- bzw. standortliche Phasen der Entwicklung der Absetzer mit den drei Stufen „vor der Alpung (Chamau und Früebüel)“, „während der Alpung (Weissenstein)“ und „nach der Alpung (Chamau und Früebüel)“.

Kontinuierliche fixe Effekte: Covariablen

Koeffizienten von Covariablen wurden mit b gekennzeichnet.

ΔLG :	Lebendgewichtsänderung des Tieres in kg pro Tag
kNEL:	Energiekonzentration des Futters in MJ NEL pro kg TS
LG:	Lebendgewicht des Tieres in kg
$LG^{0.75}$:	metabolisches Lebendgewicht des Tieres als Gewicht in $kg^{0.75}$.
LGM:	Gewicht des Muttertieres unmittelbar nach dem Kalben in kg

Tag:	Laktationstag bei den Kühen bzw. Alter in Tagen bei den Absetzern
Temp:	Fleischtemperatur zum Zeitpunkt der entsprechenden pH-Messung in Grad Celsius.
Woche:	Laktations- bzw. Alterswoche
Woche2:	Zeitpunkt nach dem Kalben in 14-Tage-Abschnitte bzw. 2-Wochen-Intervalle unterteilt

Zufällige Effekte

Abs:	Zufälliger Effekt des Absetzers, je nach Auswertung im Bereich von 35 bis 78 Tieren.
Serie:	Zufälliger Effekt der Schlachtserie, insgesamt 15 Schlachtserien. Da nicht bei allen Schlachtserien alle Erhebungen durchgeführt worden sind, teilweise weniger als 15 Serien.
KL:	Zufälliger Effekt der Kuh in einer bestimmten Laktation (Kuh x Laktation), mit maximal 78 unterschiedlichen zufälligen Effekten.

2.3.8. Vorgehen

Da mit einer gewissen Korrelation innerhalb der Design-Matrix X gerechnet werden musste, wurden die Modelle mit wenigen Ausnahmen kreuzvalidiert. Zudem wurde bei allen Modellen der variance inflation factor (VIF) berechnet. Dies ist ein Mass für die Korrelation innerhalb der Design-Matrix X und dient als Massstab für eine allfällige Überschätzung der Varianz des Modells. Der VIF wird als Diagonale der Kehrmatrix der Korrelationen in der Design-Matrix ohne die erste Spalte (diese entspricht dem Intercept) berechnet. In den Modellen der vorliegenden Arbeit wird jeweils der Durchschnitt dieses Vektors angegeben. Dieser Wert sollte möglichst nahe beim Minimum liegen, nämlich bei 1. Hohe Werte im VIF erhöhen die Varianz im Modell und können so zu verzerrten P-Werten führen. Die Wahl des Kontrastes bei fixen Effekten mit Faktorstufen beeinflusst den VIF. Alle kontinuierlichen Effekte - mit Ausnahme des metabolischen Körpergewichts - wurden immer um den Mittelwert korrigiert. Durch diese Massnahme wurde erreicht, dass der Intercept der betreffenden Modelle einem geschätzten Mittelwert entsprach. Dadurch wurde die Interpretation der Modellresultate vereinfacht.

Gemischte Modelle

Das beste Modell wurde anhand von Likelihood-Ratio-Tests (Kriterium $P < 0.05$) für geschachtelte bzw. mit den BIC-Werte für nicht geschachtelte Modelle gesucht. Beide Kennzahlen wurden mit der S-PLUS[®]-Funktion `anova` (Pinheiro und Bates, 2000b) ermittelt. Ausgangspunkt war immer das vollständige Modell mit allen Interaktionen. Nicht signifikante fixe Effekte wurden schrittweise eliminiert. Falls bei der grafischen Kontrolle der Datensätze ein Verdacht auf unterschiedliche Varianz der Daten in Abhängigkeit von einem bestimmten Effekt bestand, wurde dies mit Likelihood-Ratio-Tests kontrolliert. Mit einem Likelihood-Ratio-Test wurde die Signifikanz des zufälligen Effekts überprüft. Der zufällige Effekt wurde in jedem Fall im Modell belassen, da er die Gefahr einer Überschätzung der signifikanten Effekte verminderte. Zur Beurteilung des zufälligen Effekts wurde jeweils der Parameter ρ , Mass für die Abhängigkeit der Varianz vom zufälligen Effekt, geschätzt.

Einfache lineare Modelle

Anhand der S-PLUS[®]-Funktion `drop1` (Chambers und Hastie, 1996) wurden nicht signifikante Effekte eliminiert, bis nur noch signifikante Effekte verblieben. Die Funktion `drop1` berechnete für jeden Effekt einen P-Wert aufgrund des Vergleichs des Ausgangsmodells gegen das um den betreffenden Effekt reduzierte Modell.

2.3.9. Darstellung der statistischen Resultate

Im allgemeinen wurden zugunsten einer übersichtlicheren Darstellung sowie aus Platzgründen bei den statistischen Modellen nur die signifikanten Effekte aufgeführt. Zur Aussagekraft der Teststatistiken wird die folgende Regelung angenommen:

Irrtumswahrscheinlichkeit P und deren Interpretation:

- < 0.001 hoch signifikant, abgekürzt ***
- < 0.01 signifikant, abgekürzt **
- < 0.05 schwach signifikant, abgekürzt *
- ≥ 0.05 nicht signifikant, abgekürzt ns.

Lineare Kontraste bei Faktoreffekten mit mehr als zwei Stufen wurden mit dem Bonferroni-Holmes-Test (Essl, 1987) zum generellen Niveau $P = 0.01$ geprüft.

Unterschiedliche Buchstaben bei den einzelnen Stufen von Faktoreffekten mit mehr als zwei Stufen bedeuten, dass sich die betreffenden Stufen mit $P < 0.01$ unterscheiden. Hat ein Faktoreffekt nur zwei Stufen und somit einen linearen Kontrast, so entspricht der P-Wert des Kontrasts jenem des Effekts an und für sich. In diesem Fall werden deshalb keine unterschiedlichen Buchstaben aufgeführt.

Die Darstellung der Modellresultate erfolgt im allgemeinen in einer dreigeteilten Tabelle:

- a) Signifikanz der fixen Effekte
- b) Schätzwerte für die fixen Effekte und für allfällige Stufen innerhalb von fixen Effekten mit Faktorstufen.
- c) Bestimmtheitsmasse und Standardfehler.

Um die Interpretation zu vereinfachen wurde zu den Schätzwerten für Faktorstufen von fixen Effekten immer der Intercept addiert. Am Fuss der Tabelle wird der Durchschnitt des variance inflation factors (VIF) angegeben, bei gemischten Modellen zudem ρ als Massstab für die Bedeutung des zufälligen Effektes.

3. ERGEBNISSE

3.1. VERSUCHSABLAUF

Gegenüber dem ursprünglichen Versuchsplan musste der Zeitraum der Kalbepereoden aus verschiedenen Gründen erweitert werden:

1. war die Beschaffung der geplanten Anzahl von mit Angus-Stieren belegten Simmental-Kühen mit Kalbetermin im gewünschten Intervall nicht möglich.
2. starben vor allem in den ersten beiden Kalbepereoden einige Kälber an Durchfall. Es wurde versucht, Ausfälle durch erneuten Zukauf von Mutterkühen zu ersetzen.
3. führte die künstliche Besamung der Mutterkühe im Vergleich zum Natursprung zu längeren bzw. stärker streuenden Serviceperioden und somit längeren Zwischenkalbezeiten.

Tabelle 12: Durchgänge, Kalbepereoden und Anzahl Absetzer in unterschiedlichen Datensets

Durchgang	Kalbepereode	Anzahl Absetzer mit Daten von			
		Geburt	Schlachtung	Zerlegung	Analyse
1 = 1998 Herbst	Oktober 1997 – Januar 1998	21	20	14	9
2 = 1998 Frühling	Februar 1998 – April 1998	19	17	17	17
3 = 1999 Herbst	Oktober 1998 – Januar 1999	24	23	23	23
4 = 1999 Frühling	Februar 1999 – April 1999	17	18	18	18
Total		81	78	72	67

Die zur Auswertung vorhandenen Datensätze der Absetzer sind in Tabelle 12 erfasst. Die ausgewertete Anzahl Absetzer lag unter den ursprünglich geplanten 96 Absetzern. Für die Auswertung des Geburtsgewichts standen 81 Kälber zur Verfügung. Von 78 Absetzern standen die Schlachtdaten bis und mit Schlachtgewicht zur Verfügung. Durch ein Versehen im Schlachthaus wurde die zweite Schlachtserie nicht kontrolliert zerlegt, womit bei der Zerlegung noch die Daten von 72 Absetzern verfügbar waren. Die Fleischanalysen wurden erst ab der dritten Schlachtserie und somit bei 67 Absetzern durchgeführt. Die Verteilung der Datensätze nach Schlachtdatum ist in Tabelle 13 ersichtlich. Insgesamt wurden die

Absetzer in 15 Serien von drei bis sechs Tieren geschlachtet. Von den Kühen wurden nur die Daten jener 78 Laktationen ausgewertet, bei denen die Resultate des entsprechenden Absetzers in die Auswertung miteinbezogen werden konnten. Diese 78 Laktationen wurden von 55 Mutterkühen erbracht.

Tabelle 13: Anzahl Absetzer nach Schlachtserie insgesamt und unterteilt nach Typ unter Angabe des Schlachtdatums, des Jahres und der Saison

Serie	Schlachtdatum	Jahr	Saison	Angus	F1	Total
01	03.11.98	1998	Herbst	1	4	5
02	17.11.98	1998	Herbst	2	4	6
03	01.12.98	1998	Herbst	4	2	6
04	15.12.98	1998	Herbst	2	1	3
05	02.02.99	1998	Frühling	4	2	6
06	23.02.99	1998	Frühling	3	3	6
07	09.03.99	1998	Frühling	2	3	5
08	02.11.99	1999	Herbst	2	4	6
09	16.11.99	1999	Herbst	3	2	5
10	14.12.99	1999	Herbst	4	2	6
11	18.01.00	1999	Herbst	3	3	6
12	25.01.00	1999	Frühling	1	5	6
13	08.02.00	1999	Frühling	5	1	6
14	22.02.00	1999	Frühling	0	3	3
15	21.03.00	1999	Frühling	3	0	3
Alle Serien				39	39	78

3.2. EINSCHRÄNKUNGEN DER EFFEKTE

Bei den Auswertungen zeigte sich, dass aufgrund des unbalancierten Designs gewisse Effekte mehr oder weniger stark miteinander vermischt waren, insbesondere die Effekte Jahr und Laktation der Mutter sowie Saison und Alter der Absetzer bei der Schlachtung (Tabelle 14). Das Bestimmtheitsmass von Modellen, die Laktation und Jahr bzw. Saison und Alter zusammen berücksichtigten, reduzierte sich bei der Kreuzvalidierung in bedeutendem Ausmass. Dass die betreffenden Effekte nicht genügend unabhängig voneinander waren, war auch aus den hohen variance inflation factors (VIF) in diesen Modellen ersichtlich. Deshalb wurden in der Folge jeweils nur Laktation oder Jahr (bei den Mutterkühen und den Absetzern) sowie Saison oder Alter bei der Schlachtung (bei den

Absetzern) in den Modellen berücksichtigt. Da auch die übrigen Effekte je nach Modell mehr oder weniger stark korreliert waren, wurde bei allen Modellen zur Kontrolle der Durchschnitt des VIF angegeben, wenn dieser nicht definitionsgemäss 1 war (z.B. bei maximal einem fixen Effekt im Modell).

Tabelle 14: Korrelationen zwischen fixen Effekten mit Summenkontrasten bei den Absetzern in Prozent (78 Datensätze)

Effekt	Typ	Geschlecht	Laktation	Jahr	Saison
Geschlecht	- 5.3	-	6.7	- 12.4	- 5.3
Laktation	- 13.6	6.7	-	51.5	9.2
Jahr	0.4	- 12.4	51.5	-	- 10.8
Saison	- 0.1	- 5.3	9.2	- 10.8	-
Alter	- 10.4	26.9	- 5.9	0.5	- 48.7

3.3. KÜHE

3.3.1. Verlauf der Lebendgewichtskurve der Kühe

Die Lebendgewichtsdaten wurden als Mittelwert von 2-Wochen-Intervallen ausgewertet. Dazu wurde das Modell k1 verwendet. Aufgrund der vorhandenen Daten wurden 24 Intervalle zu 2 Wochen ausgewertet. Dies entsprach der Zeit von Laktationstag 1 bis 336. Bei den Angus- und Simmental-Kühen waren je 39 zufällige Effekte (Kuh x Laktation) im Modell, die je 26 Angus- und 29 Simmental-Kühen entsprachen. Bei der statistischen Analyse zeigte sich, dass eine gemeinsame Auswertung der Datensätze der Angus- und der Simmental-Kühe wegen Korrelationen zwischen den Effekten Typ, Laktation, Standort und Laktationsphase kaum sinnvoll zu lösen war. Deshalb wurden die Datensätze nach der Rasse der Kühe in einen Angus- und einen Simmental-Datensatz aufgeteilt. Damit wurde bewusst auf einen direkten statistischen Vergleich der Lebendgewichtsdaten der beiden Rassen verzichtet.

Gewichtsverlauf bei den Angus-Kühen

Die Resultate sind in Tabelle 15 aufgeführt. Aufgrund des Polynoms dritten Grades für die Covariable der 2-Wochen-Intervalle (Woche2) ergab sich ein sehr hoher VIF. Orthogonale Polynome konnten wegen der Interaktion zwischen den Effekten Woche2 und Laktation nicht verwendet werden. Die hohe Korrelation in der

Design-Matrix beeinträchtigte jedoch nur die P-Werte der Covariablen Woche2 (linear, quadratisch und kubisch) und des Intercepts (nicht aufgeführt). Der P-Wert für den Loglikelihood-Vergleich des Modells mit einem Polynom dritten Grades gegen dasselbe Modell mit einem Polynom zweiten Grades wird dadurch nicht beeinflusst. Der entsprechende P-Wert war kleiner als 0.001 und diente als Entscheidungsgrundlage für den Verbleib des kubischen Effektes. Neben dem Polynom der 2-Wochen-Intervalle waren der Effekt des Standorts und der Interaktion von Laktation und 2-Wochen-Abschnitten hoch signifikant. Der P-Wert des Effektes der Laktation war wegen der zuvor erwähnten Berücksichtigung der Interaktion nicht interpretierbar. Bei der Interpretation der Schätzwerte muss berücksichtigt werden, dass sogenannte "treatment"-Kontraste für die fixen Effekte mit Faktorstufen gewählt wurden. Gemäss der Auswertung stieg das Gewicht der Angus-Kühe zu Beginn der Laktation kurz an, blieb dann lange Zeit relativ stabil und stieg im letzten Drittel nochmals deutlich an. Beim Standorteinfluss nahmen die Gewichte von der Chamau zum Frübüel und zur Alp Weissenstein immer mehr ab. Die entsprechenden Kontraste waren signifikant. Die Gewichtskurve der erstlaktierenden Kühe wies eine höhere Steigung auf als jene der Kühe in höheren Laktationen, d.h. dass die erstlaktierenden Kühe durchschnittlich mehr an Gewicht zunahmten. Der geschätzte Gewichtsunterschied von anfänglich 71 kg zwischen den Kühen in erster und jenen in höheren Laktationen verringerte sich somit zusehends. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation war hoch signifikant ($P < 0.001$) und hatte den grössten Einfluss, was insbesondere aus den Bestimmtheitsmassen des Modells ersichtlich war. Das Bestimmtheitsmass für das Modell mit Berücksichtigung des zufälligen Effekts betrug 92.4 %, das Bestimmtheitsmass nur für die fixen Effekte betrug 26.0 %. Das anhand der Kreuzvalidierung errechnete Bestimmtheitsmass für die fixen Effekte lag bei 18.5 %.

Tabelle 15: Gewichtsverlauf der Anguskühe in kg

a) Fixe Effekte			
Effekte	FG	F	P
Laktation	1	14.40	< 0.001
Standort	2	92.28	< 0.001
Woche2	1	10.84	< 0.001
Woche2 ²	1	17.42	< 0.001
Woche2 ³	1	36.83	< 0.001
Laktation:Woche2	1	19.06	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekte	Stufe	N	Schätzwert (kg)
Intercept		953	479
Laktation	Laktation 1	353	479
	Laktation 2ff	600	550
Standort	Chamau	471	479 ^a
	Früebüel	236	469 ^b
	Weissenstein	246	456 ^c
Woche2:Laktation	Laktation 1	353	3.522
	Laktation 2ff	600	2.690
Woche2 ²		953	- 0.402
Woche2 ³		953	0.016
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	92.4	26.0	18.5
Standard-Fehler (kg)	19.0	58.2	61.4

Der Durchschnitt des VIF betrug 164.11. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 39 Stufen, ρ wurde auf 89.4 % geschätzt. Schätzwerte von Stufen mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich mit $P < 0.01$.

Gewichtsverlauf bei den Simmental-Kühen

Auch bei dieser Auswertung wurden "treatment"-Kontraste für die fixen Effekte mit Faktorstufen gewählt. Da keine Interaktionen zwischen den 2-Wochen-Abschnitten und anderen Effekten vorlagen, konnten für die statistischen Tests orthogonale Polynome verwendet werden. Im Vergleich zum vorhergehenden Modell wurde dadurch auch der durchschnittliche Wert des VIF in beträchtlichem Ausmass gesenkt. Der P-Wert für den loglikelihood-Vergleich des Modells mit Polynom zweiten Grades gegen dasselbe Modell nur mit linearem Effekt war kleiner als 0.001. Der betreffende Wert in der Tabelle für den Gesamteffekt des orthogonalen Polynoms zweiten Grades wurde nur vollständigheitshalber angegeben. Neben

dem Polynom der 2-Wochen-Intervalle waren der Effekt der Laktation und des Standorts ebenfalls hoch signifikant.

Tabelle 16: Gewichtsverlauf der Simmental-Kühe in kg

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Laktation	1	17.70	< 0.001
Standort	2	132.32	< 0.001
Polynom(Woche2) 2. Grades	1	99.20	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (kg)
Intercept		953	540
Laktation	Laktation 1	353	540
	Laktation 2ff	600	600
Standort	Chamau	471	540 ^a
	Früebüel	236	525 ^b
	Weissenstein	246	514 ^c
Woche2		953	-4.211
Woche2 ²		953	0.139
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	89.9	33.9	27.4
Standard-Fehler (kg)	19.3	47.7	50.7

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.150. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 39 Stufen, ρ wurde auf 83.7 % geschätzt. Schätzwerte von Stufen mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich mit $P < 0.01$.

Der Unterschied zwischen Kühen in erster Laktation und jenen in höherer Laktation wurde konstant auf 60 kg geschätzt. Wie bei den Angus-Kühen liess sich in Abhängigkeit vom Standort eine signifikante Reduktion des Gewichts in der Reihenfolge Chamau – Früebüel – Weissenstein erkennen. Das Gewicht der Simmental-Kühe sank zu Beginn deutlich ab, um gegen Laktationsende wieder anzusteigen. Auch hier war der Einfluss der fixen Effekte schwach im Vergleich zum hoch signifikanten Einfluss ($P < 0.001$) des zufälligen Effektes Kuh x Laktation.

3.3.2. Futteraufnahme der Kühe

Der Trockensubstanz-Verzehr und die Energie-Aufnahme wurden für die Wochen 2 bis 10 sowie für die Wochen 33 bis 43 nach dem Kalben geschätzt. In diesen beiden Abschnitten waren die Daten hinsichtlich der unterschiedlichen Effekte am besten balanciert. Für diese Auswertungen wurde das Modell k2 verwendet.

3.3.2.1. Trockensubstanz-Verzehr der Kühe

Woche 2 bis 10

Tabelle 17: Täglicher Trockensubstanz-Verzehr der Kühe in kg in den Wochen 2 bis 10

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Laktation	1	9.86	0.025
Woche: Polynom 2ten Grades	2	70.51	< 0.001
LG ^{0.75}	1	64.05	< 0.001
ΔLG	1	18.67	< 0.001
MJ NEL/kg TS	1	65.08	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (kg)
Intercept		557	- 0.27
Laktation	Laktation 1	272	- 0.73
	Laktation 2ff	285	0.19
Woche [§]		557	0.275
Woche ^{§§}		557	- 0.038
LG ^{0.75}	kg ^{0.75}	557	0.112
MJ NEL/kg TS ^{§§}		557	2.254
ΔLG ^{§§§}	kg	557	0.306
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	77.0	56.4	54.2
Standard-Fehler (kg)	1.18	1.54	1.58

§ Die Woche wurde beim linearen und quadratischen Element auf Woche 6 korrigiert.

§§ Die Energiekonzentration wurde auf 4.9 MJ NEL/kg TS korrigiert.

§§§ ΔLG wurde auf -0.17 kg korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.247. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 73 Stufen, ρ wurde auf 40.8 % geschätzt.

Die Resultate sind in Tabelle 17 aufgeführt. Der lineare und der quadratische Effekt der Woche waren hoch signifikant. Der Loglikelihood-Test des Modells mit einem Polynom zweiten Grades gegen dasselbe Modell jedoch ohne den quadratischen Effekt ergab einen P-Wert der kleiner war als 0.001. Das metabolische Lebendgewicht ($LG^{0.75}$), die Lebendgewichtsänderung (ΔLG) sowie die Energiekonzentration des Futters waren ebenfalls hoch signifikant. Der Einfluss der Laktation war schwach signifikant. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation war hoch signifikant ($P < 0.001$). Für Schätzungen in der Praxis konnte das Modell reduziert werden (Tabelle 18). Das Bestimmtheitsmass für die Schätzung aufgrund der fixen Effekte fiel dabei von 56.4 % auf 50.1 %. Der Standardfehler der Schätzung stieg von 1.54 auf 1.64 kg Trockensubstanz.

Tabelle 18: Reduziertes Modell zur Schätzung des Trockensubstanz-Verzehrs der Kühe in kg in den Wochen 2 bis 10

a) Schätzwerte			
Fixe Effekte	Einheit	N	Schätzwert (kg)
Woche [§]		557	0.271
Woche ^{§2}		557	- 0.037
$LG^{0.75}$	$kg^{0.75}$	557	0.110
MJ NEL/kg TS ^{§§}		557	2.254
b) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	76.4	50.1	48.3
Standard-Fehler (kg)	1.20	1.64	1.68

[§] Die Woche wurde beim linearen und quadratischen Element auf Woche 6 korrigiert.

^{§§} Die Energiekonzentration wurde auf 4.9 MJ NEL/kg TS korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.080. Der zufällige Effekt hatte 73 Stufen, ρ wurde auf 46.5 % geschätzt.

Woche 33 bis 43

Die Resultate sind in Tabelle 19 aufgeführt. Die Signifikanz des Effektes Rasse war ohne praktische Bedeutung, da dieser Effekt im vorliegenden Modell bloss die Lage der beiden durch die Covariablen „Woche innerhalb Rasse“ geschätzten Kurven bestimmte. Die Werte für die Rasse waren somit je nach Parametrisierung der Variablen Woche frei verschiebbar und die Signifikanz hing von der Parametrisierung ab. Der Effekt „Woche innerhalb Rasse“ hingegen war unabhängig von der Parametrisierung hoch signifikant. Schwach signifikant waren

die Effekte der Laktation sowie des $LG^{0.75}$. Die Effekte Jahr, Energiekonzentration und Änderung des Körpergewichts zeigten keinen Einfluss.

Tabelle 19: Täglicher Trockensubstanz-Verzehr der Kühe in kg in den Wochen 33 bis 43

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	29.63	< 0.001
Laktation	1	4.37	0.045
$LG^{0.75}$	1	5.30	0.022
Woche innerhalb Typ	2	10.40	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (kg)
Intercept		367	6.97
Typ	Angus	192	5.96
	Simmental	175	7.96
Laktation	Laktation 1	121	6.54
	Laktation 2ff	246	7.40
$LG^{0.75}$	$kg^{0.75}$	367	0.043
Woche [§] innerhalb Typ	Angus	367	- 0.020
	Simmental	367	0.112
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	72.0	44.7	36.3
Standard-Fehler (kg)	1.03	1.38	1.49

[§] Die Woche wurde auf Woche 38 korrigiert. D.h. 33 bis 43 wurde zu -5 bis 5.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.161. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 34 Stufen, p wurde auf 45.0 % geschätzt.

Für Schätzungen in der Praxis konnte das Modell reduziert werden: der Intercept wurde im Effekt Rasse integriert und neben der Rasse wurde nur noch das metabolische Lebendgewicht ($LG^{0.75}$) im Modell belassen (Tabelle 20). Die Energiekonzentration erbrachte keinen relevanten Informationsgewinn, da sie in dieser Phase wenig schwankte. Das Modell kann dennoch nur für Energiekonzentrationen im Bereich des Versuchs verwendet werden.

Tabelle 20: Reduziertes Modell zur Schätzung des Trockensubstanz-Verzehrs in kg in den Wochen 33 bis 43

a) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (kg)
Typ	Angus	121	3.69
	Simmental	246	5.41
LG ^{0.75}		367	0.066
b) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	70.3	39.2	34.0
Standard-Fehler (kg)	1.06	1.45	1.51

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.063. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 34 Stufen, ρ wurde auf 46.8 % geschätzt.

3.3.2.2. Energie-Aufnahme der Kühe

Woche 2 bis 10

Die Resultate der Auswertung für die Wochen 2 bis 10 nach dem Kalben sind in Tabelle 21 aufgeführt. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 73 Stufen bei 54 unterschiedlichen Kühen und war hoch signifikant ($P < 0.001$). Die fixen Effekte Laktation, Woche als Polynom 2. Grades, das LG^{0.75} und die Energiekonzentration in der Ration waren ebenfalls hoch signifikant. Für die Kühe in zweiter oder höherer Laktation wurde eine um 5.1 MJ NEL höhere Energie-Aufnahme geschätzt als für die erstlaktierenden Kühe. Zu Beginn der Laktation stieg der Verzehr stark an und flachte gegen Woche 10 zunehmend ab. Pro kg LG^{0.75} wurde eine Energie-Aufnahme von 0.487 MJ NEL geschätzt. Auf 0.1 MJ zusätzliche NEL pro kg Trockensubstanz stieg die Energie-Aufnahme insgesamt um 2.4 MJ NEL an. Wurde die Covariable Energie-Konzentration (MJ NEL/kg TS) weggelassen, so veränderten sich die anderen Schätzwerte nicht in einem relevanten Ausmass, das Bestimmtheitsmass nahm jedoch ab.

Tabelle 21: Tägliche Energie-Aufnahme der Kühe in MJ NEL in den Wochen 2 bis 10

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Laktation	1	12.37	< 0.001
Woche als Polynom 2. Grades	2	58.01	< 0.001
LG ^{0.75}	1	51.33	< 0.001
MJ NEL/kg TS	1	297.55	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (MJ NEL)
Intercept		557	5.9
Laktation	Laktation 1	272	3.3
	Laktation 2ff	285	8.4
Woche [§]		557	1.254
Woche ^{§2}		557	- 0.171
LG ^{0.75}	kg ^{0.75}	557	0.487
MJ NEL/kg TS ^{§§}		557	24.020
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell		Fixer Teil
Bestimmtheitsmass (%)	81.1		64.6
Standard-Fehler (MJ NEL)	6.0		7.7

[§] Die Woche (linear und quadratisch) wurde auf Woche 6 korrigiert

^{§§} Die Energiekonzentration wurde auf 4.9 MJ NEL korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.264. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 73 Stufen, ρ wurde auf 40.2 % geschätzt.

Auch dieses Modell konnte ohne relevanten Informationsverlust (Tabelle 22) reduziert werden. Das Bestimmtheitsmass für die Schätzung aufgrund der fixen Effekte fiel dabei von 64.6 % auf 61.0 %. Der Standardfehler der Schätzung stieg von 7.7 auf 8.1 MJ NEL.

Tabelle 22: Reduziertes Modell zur Schätzung der Energie-Aufnahme der Kühe in MJ NEL in den Wochen 2 bis 10

a) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (MJ NEL)
Woche		557	1.25
Woche ^{§2}		557	-0.17
LG ^{0.75}	kg ^{0.75}	557	0.54
MJ NEL/kg TS ^{§§}		557	24.38
b) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	81.2	61.0	59.5
Standard-Fehler (MJ NEL)	5.9	8.1	8.2

[§] Die Woche (linear und quadratisch) wurde auf Woche 6 korrigiert

^{§§} Die Energiekonzentration wurde auf 4.9 MJ NEL korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.15. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 73 Stufen, ρ wurde auf 45.6 % geschätzt.

Woche 33 bis 43

Die Resultate befinden sich in Tabelle 23. Die Kühe der Rasse Angus nahmen durchschnittlich um 10 MJ NEL weniger Energie auf als jene der Rasse Simmental. Die Energieaufnahme stieg bei den Simmental-Kühen an, während sie bei den Angus eher leicht sank. Für die Kühe in Laktation 2ff wurde eine um 4.8 MJ NEL höhere Energie-Aufnahme geschätzt. Pro kg LG^{0.75} wurde eine Energie-Aufnahme von 0.214 MJ NEL geschätzt. Bei einer Steigerung der Energie-Konzentration um 0.1 MJ NEL pro kg Trockensubstanz stieg die Energie-Aufnahme insgesamt um 1.5 MJ NEL an.

Tabelle 23: Tägliche Energie-Aufnahme der Kühe in MJ NEL in den Wochen 33 bis 43

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	29.84	< 0.001
Laktation	1	5.37	0.027
LG ^{0.75}	1	5.38	0.021
MJ NEL/kg TS	1	38.26	< 0.001
Woche innerhalb Rasse	1	9.69	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (MJ NEL)
Intercept		367	33.6
Typ	Angus	192	28.6
	Simmental	175	38.6
Laktation	Laktation 1	121	31.2
	Laktation 2ff	246	36.0
LG ^{0.75}	kg ^{0.75}	367	0.214
MJ NEL/kg TS [§]		367	15.218
Woche ^{§§} innerhalb Rasse	Angus	192	- 0.136
	Simmental	175	0.527
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	70.9	42.7	34.3
Standard-Fehler (MJ NEL)	5.0	6.8	7.3

[§]Die Energiekonzentration wurde auf 4.9 MJ NEL korrigiert.

^{§§}Die Woche wurde auf Woche 38 korrigiert

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.241. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 34 Stufen, ρ wurde auf 45.0 % geschätzt.

Für Schätzungen in der Praxis wurde das Modell um die Effekte Laktation, Woche innerhalb Typ und Energiekonzentration reduziert. Zur weiteren Vereinfachung wurde der Intercept im Rasseneffekt integriert (Tabelle 24). Das Bestimmtheitsmass für die in diesem Fall relevante Schätzung aufgrund der fixen Effekte fiel dabei von 42.7 % auf 37.1 %. Der Standardfehler der Schätzung stieg von 6.8 auf 7.1 MJ NEL.

Tabelle 24: Reduziertes Modell zur Schätzung der Energie-Aufnahme in MJ NEL am Laktationsende

a) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (MJ NEL)
Typ	Angus	192	20.6
	Simmental	175	28.9
LG ^{0.75}	kg ^{0.75}	367	0.301
b) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	64.7	37.1	32.4
Standard-Fehler (MJ NEL)	5.6	7.1	7.4

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.061. Der zufällige Effekt Kuh x Laktation hatte 34 Stufen, ρ wurde auf 39.0 % geschätzt.

3.4. ABSETZER

3.4.1. Geburtsgewicht der Kälber

Der Datensatz für die Geburtsgewichte der Kälber unterschied sich von den folgenden Datensätzen. Die Ursache lag darin begründet, dass fünf Mutterkühe erst kurz nach der Geburt des Kalbes auf die Chamau gelangten. Das Geburtsgewicht der betreffenden Kälber war nicht bekannt. Zudem standen Geburtsgewichte von Kälbern zur Verfügung, die anschliessend vorzeitig aus dem Versuch austraten. Insgesamt konnten die Geburtsgewichte von 81 Kälbern ausgewertet werden.

Tabelle 25: Geburtsgewicht der Kälber in kg

a) Fixe Effekte				
Effekt		FG	F	P
Typ		1	9.13	0.002
Geschlecht		1	6.04	0.015
Laktation		1	24.04	< 0.001
LGM		1	5.77	0.012
b) Schätzwerte				
Effekt	Stufe-Einheit	N	Varianz	Schätzwert (kg)
Intercept		81		38.7
Typ	Angus	39	0.640	37.0
	F1	42	1.000	40.3
Geschlecht	Weiblich	35		37.5
	Männlich	46		39.9
Laktation	Laktation 1	36		36.0
	Laktation 2ff	45		41.4
LGM [§]	kg	81		0.019
c) Parameter				
Parameter			Modell	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)			42.3	35.8
Standard-Fehler (kg)			4.6	4.7

[§]Das Lebendgewicht der Mutter (LGM) wurde um den Mittelwert von 545 kg korrigiert. Der Durchschnitt des VIF betrug 1.212.

Als Ausgangsmodell wurde das einfache lineare Modell a1 verwendet. Die Resultate aus diesem Modell sind in Tabelle 25 aufgeführt. Die Daten wurden mit einer unterschiedlichen Streuung in Funktion des Typs modelliert. Für den Effekt Angus betrug die geschätzte Varianz bloss 64 % der Varianz des Effektes der F1-Kreuzungen ($P = 0.008$). Der Effekt der Laktation der Mutter war hoch signifikant,

jener des Typs war signifikant und die Effekte Gewicht der Mutter sowie Geschlecht des Kalbes waren schwach signifikant. Der Unterschied zwischen den Kälbern von mehrlaktierenden und jenen von erstlaktierenden Kühen wurde auf 5.4 kg geschätzt. Die Differenz zwischen Angus- und F1-Kälbern wurde auf 3.5 kg geschätzt. Eine Abweichung des Lebendgewichts der Mutter um 1 kg bewirkte eine geschätzte Änderung des Geburtsgewichts beim Kalb von 0.019 kg. Das Geburtsgewicht war deutlich positiv korreliert mit Mengenmerkmalen der Mast- und Schlachtleistung (Tabelle 26). Es war sehr schwach korreliert mit dem Anteil an wertvollen Fleischstücken (AwF).

Tabelle 26: Korrelation des Geburtsgewichts der Absetzer mit einigen Parametern der Mast- und Schlachtleistung in Prozent

Parameter	Wertepaare N	Korrelation mit dem Geburtsgewicht in Prozent
Lebendgewicht (LG)	73	42.9
Lebentageszunahmen (LTZ)	73	33.3
Schlachtgewicht (SG)	73	39.7
Nettotageszunahmen (NTZ)	67	35.1
Gewicht der Fleischstücke	67	45.6
Anteil wertvolle Fleischstücke (AwF)	67	1.9

3.4.2. Änderung des Lebendgewichts der Kälber

Die Änderung des Lebendgewichts der Kälber zwischen zwei Messpunkten wurde ausgewertet. Dazu wurde das Modell a2 benutzt. Die Resultate sind in Tabelle 27 aufgeführt. Da der fixe Effekt Saison x Phase mehrere Kontraste hatte, wurde das Modell mit „treatment“-Kontrasten ausgewertet. Das beste Modell enthielt die Effekte Typ, Geschlecht sowie Saison x Phase. Da die Varianz offensichtlich stark vom Effekt Saison x Phase abhing ($P < 0.001$), wurde sie dementsprechend im Modell berücksichtigt. Die Varianz nahm tendenziell von Phase 1 zu Phase 3 zu. Obwohl der Effekt Saison x Phase hoch signifikant war, wurden zwischen den 15 Stufen keine signifikanten Kontraste gefunden. Der zufällige Effekt Tier war nicht signifikant ($P = 0.325$). Das Modell hatte ein sehr tiefes Bestimmtheitsmass, d.h. die Änderung des Lebendgewichts wurde durch das Modell schlecht geschätzt.

Tabelle 27: Änderung des Lebendgewichts der Kälber in Gramm pro Tag

a) Fixe Effekte				
Effekt		FG	F	P
Typ		1	10.20	0.002
Geschlecht		1	20.17	< 0.001
Saison x Phase		5	6.48	< 0.001
b) Schätzwerte				
Effekt	Stufe	N	Varianz	Schätzwert (g)
Intercept		1698		859
Typ	Angus	839		859
	F1	859		927
Geschlecht	weiblich	771		859
	männlich	927		955
Saison x Phase	Herbst x vor Alpung	565	1.00	859 ^a
	Herbst x Alpung	233	1.31	798 ^a
	Herbst x nach Alpung	156	1.80	991 ^a
	Frühling x vor Alpung	188	0.89	782 ^a
	Frühling x Alpung	190	0.81	912 ^a
	Frühling x nach Alpung	366	1.18	933 ^a
c) Parameter				
Parameter		Ganzes Modell	Fixer Teil	
Bestimmtheitsmass (%)		4.5	3.4	
Standard-Fehler (g)		385	386	

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.153. Der zufällige Effekt Absetzer hatte 78 Stufen, ρ wurde auf 0.3 % geschätzt.

3.4.3. Futterverzehr der Kälber

Verzehrrecords standen von 35 Kälbern der Frühlingsgruppe zur Verfügung. Diese Kälber standen vor der Schlachtung auf der Chamau. Die Kälber der Herbstgruppe waren vor der Schlachtung auf dem Fruebüel, womit von diesen Kälbern keine Verzehrdaten verfügbar waren. Aus den vorhandenen Tageswerten wurden Wochenmittel gebildet. Um optimale Voraussetzungen für die Auswertung zu schaffen, wurde ein bezüglich fixer Effekte möglichst balanciertes Datenset gesucht. Die Wahl fiel gemäss diesem Kriterium auf die Daten aus den Alterswochen 33 bis 43. Die Auswertung erfolgte nach Modell a3. Da einerseits Alter und Gewicht stark korreliert waren ($r = 54.9\%$) und andererseits die Interpretation von Modellen mit gleichzeitiger Berücksichtigung von Alter und

Lebendgewicht schwierig war, wurden die Daten einmal mit der Covariablen Alter in Wochen und einmal mit der Covariablen Lebendgewicht ausgewertet. Die Angaben zur Gerstenfütterung wurden getrennt nach Herbst- bzw. Frühlingsgruppe ausgewertet.

3.4.3.1. Trockensubstanz-Verzehr der Kälber

Die Resultate der betreffenden Auswertung sind in den Tabellen 28 (nach Alter) und 29 (nach Lebendgewicht) zu finden. Im Modell mit Berücksichtigung der Lebenswoche waren die fixen Effekte Woche, Woche x Typ und NEL-Konzentration im Futter (MJ NEL/kg TS) hoch signifikant. Bei Einbezug des Lebendgewichts war dieses zusammen mit der NEL-Konzentration im Futter hoch signifikant, während der Effekt Lebendgewicht x Typ signifikant war. Die Gewichtsänderung war in beiden Modellen an der Grenze zur Signifikanz. Sie war jedoch mit Woche und Gewicht korreliert (21.9 bzw. 39.9 %).

Tabelle 28: Trockensubstanz-Verzehr der Kälber nach Alter in kg

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Woche	1	207.31	< 0.001
Woche x Typ	1	12.97	< 0.001
MJ NEL/kg TS	1	38.48	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (kg)
Intercept		345	5.1
Woche [§] x Typ	Angus	170	0.146
	F1	175	0.222
MJ NEL/kg TS ^{§§}		345	1.006
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	77.4	43.1	40.0
Standard-Fehler (kg)	0.573	0.871	0.889

[§]Die Woche wurde auf Woche 38 korrigiert.

^{§§}Die Energiekonzentration wurde auf 5.4 MJ NEL/kg TS korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.122. Der zufällige Effekt Absetzer hatte 35 Stufen, ρ wurde auf 56.7 % geschätzt.

Gemäss der Auswertung stieg der Verzehr an Trockensubstanz in der untersuchten Periode allgemein an, bei den Kreuzungstieren allerdings stärker als bei den Angus-Kälbern. Der zufällige Effekt des einzelnen Kalbes war in beiden

Modellen hoch signifikant ($P < 0.001$). Gemäss Bestimmtheitsmass und Standard-Fehler liess sich der Verlauf des Trockensubstanz-Verzehrs mit dem Alter besser schätzen als mit dem Lebendgewicht.

Tabelle 29: Trockensubstanz-Verzehr der Kälber nach Lebendgewicht in kg

a) Ffixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Lebendgewicht	1	151.14	< 0.001
Lebendgewicht x Typ	1	7.76	0.006
MJ NEL/kg TS	1	53.61	< 0.001
b) Schätzwerte			
b) Schätzwerte	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (kg)
Intercept		345	5.1
Lebendgewicht [§] x Typ	Angus	170	0.017
	F1	175	0.025
MJ NEL/kg TS ^{§§}	MJ NEL/kg TS	345	1.221
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	75.0	38.0	36.0
Standard-Fehler (kg)	0.603	0.920	0.951

[§]Das Lebendgewicht der Kälber wurde um den Mittelwert von 283 kg korrigiert.

^{§§}Die Energiekonzentration wurde auf 5.4 MJ NEL/kg TS korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.071. Der zufällige Effekt Absetzer hatte 35 Stufen, ρ wurde auf 57.0% geschätzt.

3.4.3.2. Energie-Aufnahme der Kälber

Tabelle 30: Übersicht der Energie- und Proteinaufnahme der Kälber

Einheit	N	Mittelwert \pm Standardabweichung	Minimum	Maximum
MJ NEL	345	28.7 \pm 7.2	11.5	47.0
MJ NEV	345	28.6 \pm 7.5	11.3	47.7
g RP	345	632 \pm 167	244	1164
g APD	345	448 \pm 114	182	740

Obwohl bei Masttieren die Energieaufnahme normalerweise in MJ Nettoenergie Mast (NEV) gerechnet wird, wurde bei den Kälbern in Anlehnung an die RAP (RAP, 1999) die Energieaufnahme in MJ Nettoenergie Laktation (NEL) geschätzt. Gemäss Definition (RAP, 1999) schwankt der NEV-Gehalt von Futtermitteln stärker in Funktion der Umsetzbarkeit der Futterenergie als der NEL-Gehalt. Tabelle 30 zeigt eine Übersicht der Energie- und Eiweissaufnahme der Kälber in MJ NEL, MJ

NEV, g Rohprotein (RP) und g im Darm absorbierbarem Protein (APD). Wie erwartet streuten die NEV-Werte etwas stärker als die NEL-Werte. Bei den vorliegenden Daten war die NEL-Aufnahme hoch korreliert mit der NEV-Aufnahme ($r = 99.9\%$). Da die Rationenzusammensetzung nach der Energie erfolgte, war die Protein-Aufnahme eng mit der Energieaufnahme gekoppelt. Die Korrelation zwischen der RP-Aufnahme und der NEL-Aufnahme betrug 96.4% , die entsprechende Korrelation zwischen der APD-Aufnahme und der NEL-Aufnahme betrug 99.8% . Auf eine Auswertung für die Protein-Aufnahme wurde aufgrund der erwähnten Korrelationen verzichtet.

Tabelle 31: Energie-Aufnahme der Kälber in MJ NEL nach Alter

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	1.12	0.285
L2	1	7.57	0.010
Woche x Typ	2	116.47	< 0.001
MJ NEL/kg TS	1	148.04	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (MJ NEL)
Intercept		345	27.4
Typ	Angus	170	26.7
	F1	175	28.0
Laktation	Laktation 1	116	25.6
	Laktation 2ff	229	29.1
Woche [§] x Typ	Angus	170	0.82
	F1	175	1.22
MJ NEL/kg TS ^{§§}	MJ NEL/kg TS	345	10.50
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	84.0	63.1	58.6
Standard-Fehler (MJ NEL)	3.04	4.46	4.66

[§]Das Alter der Kälber wurde auf Woche 38 korrigiert.

^{§§}Die Energiekonzentration wurde auf 5.4 MJ NEL/kg TS korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.159. Der zufällige Effekt Absetzer hatte 35 Stufen, ρ wurde auf 35.6 % geschätzt.

Wie beim Trockensubstanz-Verzehr erfolgte die Auswertung in zwei Modellen, einmal mit Einbezug des Alters (Lebenswoche) und einmal mit Einbezug des

Lebendgewichts. Die Resultate der betreffenden Auswertungen sind in den Tabellen 31 und 32 zu finden. Unter Einbezug des Alters (Tabelle 31) waren die Covariablen Woche x Typ und NEL-Konzentration hoch signifikant. Bei den F1-Kälbern wurde der Anstieg der Energieaufnahme um 0.40 MJ NEL pro Woche höher geschätzt als bei den Angus-Kälbern. Der Effekt der Laktation war schwach signifikant. Der zufällige Effekt des Kalbes war hoch signifikant ($P < 0.001$).

Tabelle 32: Energie-Aufnahme der Kälber in MJ NEL nach Gewicht

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Lebendgewicht	1	166.75	< 0.001
Lebendgewicht x Typ	1	7.86	0.005
MJ NEL/kg TS	1	171.87	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (MJ NEL)
Intercept		345	27.9
Gewicht [§] x Typ	Angus	170	0.10
	F1	175	0.14
MJ NEL/kg TS ^{§§}		345	11.64
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	82.4	52.2	50.3
Standard-Fehler (MJ NEL)	3.19	5.02	5.20

[§]Das Lebendgewicht der Kälber wurde auf 283 kg korrigiert.

^{§§}Die Energiekonzentration wurde auf 5.4 MJ NEL/kg TS korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.071. Der zufällige Effekt Absetzer hatte 35 Stufen, ρ wurde auf 59.6 % geschätzt.

Beim Modell mit der Covariablen Lebendgewicht (Tabelle 32) waren der Einfluss des Lebendgewichts und der Energiekonzentration hoch signifikant. Die Interaktion von Typ und Lebendgewicht war signifikant. Auch bei diesem Modell war der zufällige Effekt des Tieres hoch signifikant ($P < 0.001$). Die fixen Effekte Woche, Woche x Typ und Energie-Konzentration im Futter (MJ NEL/kg TS) waren hoch signifikant. Das Modell mit der Covariablen Alter ermöglichte eine präzisere Schätzung als das Modell mit der Covariablen Lebendgewicht: das Bestimmtheitsmass war höher und der Standard-Fehler tiefer.

3.4.3.3. Gerstenfütterung der Kälber

Kälber der Herbstgruppe auf dem Fruebüel

Im ersten Jahr wurde auf dem Fruebüel ab dem 12.9.1998 bis am 14.12.1998 und somit während maximal 94 Tagen Gerste verfüttert. Die letzten Kälber dieser Gruppe von 20 Tieren wurden am 15.12.1998 geschlachtet. Bei einem durchschnittlichen Trockensubstanz-Gehalt der gebrochenen Gerste von 86 % erhielten diese Kälber im Mittel während 60 Tagen rund 2.0 kg Gerste (TS) täglich oder 120 kg Gerste (TS) pro Tier. Infolge der summarischen Erfassung konnte nur die Dauer der Gerstenfütterung verglichen werden. Dabei zeigten sich keine signifikanten Einflüsse der Effekte Typ und Geschlecht. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war zu 100 % mit der Dauer der Gerstenfütterung korreliert.

Im zweiten Versuchsjahr wurde wesentlich länger Gerste verfüttert, und die Menge stieg tendenziell gegen das Ende der Ausmast an. Im Durchschnitt wurden während 84 Tagen 291 kg Gerste (TS) pro Kalb verfüttert, was einer durchschnittlichen Tagesmenge von 3.5 kg Trockensubstanz entsprach. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Gerstenfütterung innerhalb der Effekte Typ und Geschlecht. In Tabelle 33 sind die Durchschnittswerte für die beiden Versuchsjahre nach Typ und Geschlecht aufgeführt. Die Anzahl Tiere ist in Klammern gesetzt.

Tabelle 33: Dauer der Gerstenfütterung in Tagen für die Kälber der Herbstgruppe auf dem Fruebüel

Effekt	Stufe	Dauer in Tagen	
		1998	1999
Typ	Angus	63 ± 19 (9)	87 ± 27 (13)
	F1	57 ± 14 (11)	80 ± 35 (10)
Geschlecht	weiblich	62 ± 21 (10)	74 ± 30 (10)
	männlich	58 ± 11 (10)	91 ± 29 (13)

Kälber der Frühlingsgruppe auf der Chamau

Im ersten Versuchsjahr begann die Gerstenfütterung am 23.12.1998 und endete am 5.3.1999 (maximal 72 Tage). Im zweiten Jahr begann sie am 18.1.2000 und endete am 17.3.2000 (maximal 59 Tage). Es wurde 1 kg Gerste (Frischsubstanz) pro Tier und Tag gefüttert. Dies entsprach bei einem durchschnittlichen Trockensubstanz-Gehalt von 86 % einer Trockensubstanz-Menge von 0.86 kg. Eine parametrische Auswertung der Dauer der Gerstenfütterung war nicht möglich,

da die Daten einer Rechtecksverteilung entsprachen und zudem die Dauer der Fütterung zu 100 % mit dem Effekt Schlachtserie korreliert war. In Tabelle 34 befinden sich die Werte der durchschnittlichen Fütterungsdauer nach Geschlecht, Jahr, Laktation der Mutter und Typ sowie die P-Werte der Kruskal-Wallis-Rangsummen-Tests für die betreffenden Effekte. Signifikante Unterschiede bestanden nach dieser Auswertung zwischen weiblichen und männlichen Kälbern sowie zwischen den beiden Versuchsjahren.

Tabelle 34: Dauer der Gerstenfütterung in Tagen für die Kälber auf der Chamau – fixe Effekte

Effekt	Stufe	N	Dauer in Tagen	P-Wert
Geschlecht	weiblich	17	22 ± 19	< 0.001
	männlich	18	53 ± 18	
Jahr	1998	17	55 ± 15	< 0.001
	1999	18	22 ± 20	
Laktation	Laktation 1	12	48 ± 25	0.051
	Laktation 2ff	23	32 ± 22	
Typ	Angus	18	41 ± 22	0.423
	F1	17	35 ± 27	

3.4.4. Mastleistung der Absetzer

Einer der 79 geschlachteten Absetzer wurde nicht in die Auswertung miteinbezogen. Er hatte längere Zeit an einer Entzündung der Atemwege gelitten und fiel in den meisten Auswertungen grafisch deutlich als Ausreisser auf. Es verblieben somit 78 Absetzer, deren Daten für die statistische Auswertung verwendet werden konnten.

3.4.4.1. Alter der Absetzer bei der Schlachtung

Das Alter der Absetzer bei der Schlachtung wurde mit Modell a4 ausgewertet. Bei der statistischen Analyse waren zwei Modelle gemäss BIC gleichwertig. In der Folge wurden deshalb beide präsentiert. Im Modell 1 (Tabelle 35) blieb der zufällige Effekt Serie signifikant im Modell ($P < 0.001$), ρ wurde auf 43 % geschätzt. Weiter hatte nur die Faktorkombination von Typ und Saison einen hoch signifikanten Einfluss. Von den sechs Kontrasten waren jedoch nur jene zwischen der Stufe Kreuzungskälber Herbst und den restlichen drei Stufen signifikant. Die F1-Absetzer der Herbstgruppe waren zum Zeitpunkt der Schlachtung signifikant älter als die restlichen Absetzer.

Table 35: Age of the Absetzer at the Slaughter in Days (Model 1)

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ x Saison	3	7.69	<0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (Tage)
Intercept		78	342
Typ x Saison	F1 Frühling	17	324 ^a
	Angus Frühling	18	330 ^a
	Angus Herbst	21	346 ^a
	F1 Herbst	22	369 ^b
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	66.4	27.6	23.2
Standard-Fehler (Tage)	19.4	26.2	27.1

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.002. Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 15 Stufen, ρ wurde auf 43.1 % geschätzt. Schätzwerte mit unterschiedlichen Buchstaben unterschieden sich mit der Irrtumswahrscheinlichkeit $P < 0.01$.

Auch im Modell 2 (Tabelle 36) war der zufällige Effekt der Serie signifikant ($P = 0.004$). Es verblieben zudem die fixen Effekte Saison, Typ innerhalb Saison und Jahr innerhalb Saison im Modell. Die P-Werte der fixen Effekte konnten mit Ausnahme des Saisoneffekts aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten nicht klar interpretiert werden. Auch bezüglich der Kontraste konnte nur für den Saisoneffekt eine klare Aussage gemacht werden. Eine korrekte Überprüfung der übrigen Kontraste wäre theoretisch nur mit einem kombinierten Faktor Rasse-Jahr-Saison mit 8 Stufen und somit 28 Kontrasten möglich gewesen. Die Resultate des Modells 2 widersprachen der Aussage des Modells 1 nicht. Es konnte zumindest Tendenzen aufzeigen. Das Alter der im Herbst geborenen F1-Absetzer wurde auch mit Modell 2 höher geschätzt als jenes der restlichen Absetzer. Zusätzlich wurde in Modell 2 ein höheres Alter für die im Herbst geborenen Absetzer des zweiten Versuchsjahres geschätzt.

Table 36: Age of the Absetzer at Slaughter in Days (Model 2)

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Saison	1	14.06	0.003
Typ innerhalb Saison	2	7.01	0.002
Jahr innerhalb Saison	2	5.52	0.022
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (Tage)
Intercept		78	343
Saison	Herbst	43	357
	Frühling	35	329
Typ innerhalb Saison	F1 Frühling	17	327
	Angus Frühling	18	332
	Angus Herbst	21	344
	F1 Herbst	22	369
Jahr innerhalb Saison	1999 Frühling	18	326
	1998 Frühling	17	332
	1998 Herbst	20	335
	1999 Herbst	23	378
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	65.5	45.8	38.6
Standard-Fehler (Tage)	19.3	22.5	24.3

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.003. Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 15 Stufen, ρ wurde auf 26.2 % geschätzt.

3.4.4.2. Tageszunahmen der Absetzer

Die Lebendtageszunahmen (LTZ) der Absetzer wurden mit Modell a5 ausgewertet. Die Resultate sind in Tabelle 37 aufgeführt. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.814$). Typ und Geschlecht waren hoch signifikant, Laktation und Alter bei der Schlachtung schwach signifikant. Der Unterschied zwischen Angus- und F1-Absetzern wurde auf 97 g pro Tag geschätzt, jener zwischen den weiblichen und den männlichen Absetzern auf 113 g. Absetzer von Kühen in zweiter oder höherer Laktation hatten um 43 g höhere Zunahmen. Je später die Absetzer geschlachtet wurden, desto tiefer waren ihre Lebendtageszunahmen.

Tabelle 37: Lebendtageszunahmen (LTZ) der Absetzer in Gramm

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	26.28	< 0.001
Geschlecht	1	34.72	< 0.001
Laktation	1	5.08	0.028
Alter	1	6.14	0.016
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (g)
Intercept		78	946
Typ	Angus	39	906
	F1	39	1003
Geschlecht	Weiblich	36	898
	Männlich	42	1011
Laktation	Laktation 1	34	933
	Laktation 2ff	44	976
Alter ^s	Tage	78	- 0.8
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fix	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	47.1	44.9	37.3
Standard-Fehler (g)	76	78	84

^sDas Alter wurde um den Mittelwert von 344 Tagen korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.070. Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 15 Stufen, ρ wurde auf 2.0 % geschätzt.

Für die Auswertung der Nettotageszunahmen (NTZ) wurde dasselbe Modell wie für die Lebendtageszunahmen angewandt. Grundsätzlich wurden damit auch dieselben Resultate erzielt (Tabelle 38): Hoch signifikante Effekte für Typ und Geschlecht, schwach signifikante Effekte für die Laktation der Mutter sowie das Alter bei der Schlachtung. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war ebenfalls nicht signifikant ($P = 0.603$).

Tabelle 38: Nettotageszunahmen der Absetzer in Gramm

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	34.85	< 0.001
Geschlecht	1	46.28	< 0.001
Laktation	1	5.90	0.018
Alter	1	4.53	0.038
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (g)
Intercept		78	478
Typ	Angus	39	448
	F1	39	508
Geschlecht	weiblich	36	443
	männlich	42	513
Laktation	Laktation 1	34	465
	Laktation 2ff	44	490
Alter ^s	Tage	78	- 0.4
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	55.2	51.4	44.8
Standard-Fehler (g)	41	42	45

^sDas Alter wurde um den Mittelwert von 344 Tagen korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.070. Der zufällige Effekt Serie umfasste 15 Stufen, ρ wurde auf 4.3 % geschätzt.

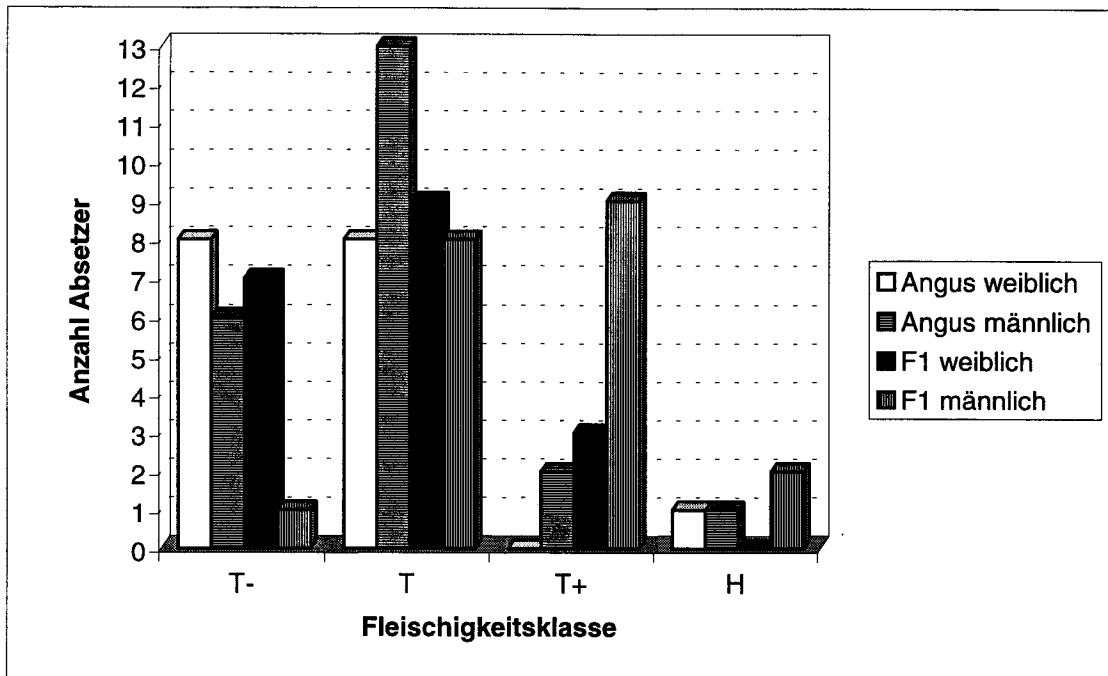
3.4.5. Schlachtleistung der Absetzer

Für die Auswertung der Schlachtleistungsmerkmale wurde im allgemeinen das Modell a5 verwendet.

3.4.5.1. CHTAX-Fleischigkeitsklasse der Absetzer

Die Fleischigkeitsklassen lagen im Bereich von T- (tiefste Klassierung im Versuch) bis H (höchste Klassierung im Versuch). Die Verteilung der Absetzer in den einzelnen Klassen ist in Grafik 2 nach Typ und Geschlecht ersichtlich.

Grafik 2: Anzahl Absetzer in den CHTAX-Fleischigkeitsklassen nach Typ und Geschlecht



Da für diese Resultate mit nur 4 Stufen (T-, T, T+, H) mit Sicherheit keine Normalverteilung vorlag, wurde ein allfälliger Einfluss der Effekte mit dem Kruskal-Wallis-Rangsummen-Test geprüft. Für jeden zu prüfenden Effekt musste eine Test-Statistik erstellt werden. Dies entsprach einer multiplen Testsituation und ergab somit P-Werte, die nur schlecht interpretiert werden konnten. Tabelle 39 präsentiert die Ergebnisse.

Tabelle 39: Resultate der Kruskal-Wallis-Tests für die CHTAX-Fleischigkeitsklassen, aufsteigend nach P-Werten geordnet, N=78

Effekt	Stufen	P-Wert
Geschlecht	weiblich – männlich	0.004
Typ	Angus – F1	0.018
Jahr	1998 – 1999	0.025
Serie	15 Stufen	0.030
Saison	Herbst – Frühling	0.051
L2	Laktation 1 – Laktation 2ff	0.586

Die tiefsten P-Werte wiesen die Effekte Geschlecht und Typ auf. Für die Bewertung der Qualität der Schlachtkörperbewertung war die Korrelation der

Fleischigkeitsklassen mit objektiven Parametern des Schlachtkörpers (Tabelle 40) von Bedeutung.

Tabelle 40: Rang-Korrelationen zwischen CHTAX-Fleischigkeitsklassen und objektiven Schlachtkörpermassen in Prozent (72 Absetzer)

Parameter	LG	SA	SG	Fleisch	WF	F/K	FA	AwF [§]
Fleischigkeitsklasse	49	58	60	57	57	30	4	-5
Lebendgewicht (LG)		28	97	96	92	9	21	-14
Schlachtausbeute (SA)			50	57	57	22	11	7
Schlachtgewicht (SG)				99	95	14	23	-11
Gewicht der Fleischstücke (Fleisch)					97	20	34	-7
Gewicht der wertvollen Fleischstücke (WF)						20	36	15
Fleisch-Knochen-Verhältnis (F/K)							58	-9
Fleischanteil (FA)								6

[§]Anteil wertvolle Fleischstücke

Für die Parameter in Tabelle 40 wurden keine relevanten Unterschiede zwischen den üblichen Pearson'schen Produkt-Moment-Korrelationen und den Rang-Korrelationen nach Spearman gefunden. Da die Resultate der Fleischigkeitsklassen nur in 4 Stufen anfielen, wurden nur die Rang-Korrelationen aufgeführt. Für die Fleischigkeitsklassen bestand eine mässig starke Korrelation von 58 % mit der Schlachtausbeute. Auffällig waren die Korrelationen von ähnlicher Stärke mit den Mengenparametern Lebendgewicht, Schlachtgewicht, Gewicht der Fleischstücke und dem Gewicht der wertvollen Fleischstücke. Bei den relativen Parametern bestand nur eine schwache Korrelation zwischen der Fleischigkeitsklasse und dem Fleisch-Knochen-Verhältnis (F/K).

3.4.5.2. CHTAX-Ausmastgrad der Absetzer

Der überwiegende Teil der Absetzer wurde in Fettklasse 3 eingestuft. Es war das angestrebte Ziel des Versuchs, möglichst alle Tiere mit einem von den Abnehmern gewünschten Ausmastgrad - entsprechend Fettklasse 3 - zu schlachten. Die Anzahl Absetzer in den verschiedenen Fettklassen, nach Typ unterteilt, wird in Tabelle 41 aufgeführt. Da nur 3 der 78 Absetzer nicht in der Fettklasse 3 waren, konnten keine signifikanten Einflüsse von Effekten erwartet werden. Auf eine statistische Auswertung wurde deshalb verzichtet.

Tabelle 41: Anzahl Absetzer nach Fettklasse und Typ

Typ	Fettklasse			Total
	2	3	4	
Angus	1	37	1	39
F1	1	38	0	39
Total	2	75	1	78

3.4.5.3. Anteil Bauchhöhlenfett der Absetzer

Der Anteil des Fettes in der Bauchhöhle (Beckenhöhlenfett, Nierenfett und Hodenfett) wurde als Prozentsatz des Lebendgewichts ausgewertet. Der Effekt Geschlecht war hoch signifikant, der Effekt Saison signifikant. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.109$). Die Resultate sind in Tabelle 42 aufgeführt.

Tabelle 42: Anteil Bauchhöhlenfett der Absetzer in Prozent des Lebendgewichts

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Geschlecht	1	21.19	< 0.001
Saison	1	13.00	0.003
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (%)
Intercept		78	2.37
Geschlecht	Weiblich	36	2.63
	Männlich	42	2.11
Saison	Herbst	43	2.10
	Frühling	35	2.64
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	54.4	39.0	34.3
Standard-Fehler (Prozent)	0.439	0.483	0.501

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.002. Der zufällige Effekt Serie hatte 15 Stufen, ρ wurde auf 17.1 % geschätzt.

3.4.5.4. Schlachtausbeute der Absetzer

Die Effekte Typ und Geschlecht hatten einen signifikanten Effekt auf die Schlachtausbeute. F1-Absetzer hatten durchschnittlich eine um 1.1 Einheiten höhere Schlachtausbeute als die Angus-Absetzer. Ein noch grösserer Unterschied

von 1.2 Einheiten wurde zwischen den beiden Geschlechtern zugunsten der männlichen Absetzer geschätzt. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.136$). Die Resultate sind in Tabelle 43 aufgeführt.

Tabelle 43: Schlachtausbeute der Absetzer in Prozent des Lebendgewichts

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	9.93	0.003
Geschlecht	1	11.04	0.002
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwerte (%)
Intercept		78	50.0
Typ	Angus	39	49.5
	F1	39	50.6
Geschlecht	Weiblich	36	49.4
	Männlich	42	50.6
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	38.0	21.0	15.0
Standard-Fehler (Prozent)	1.46	1.56	1.63

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.003. Der zufällige Effekt Serie hatte 15 Stufen, ρ wurde auf 12.7 % geschätzt.

3.4.5.5. Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte der Absetzer

Das Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte diente zur Schätzung des kalten Schlachtgewichts und entsprach diesem annäherungsweise zu 50 %. Im statistischen Modell war der zufällige Effekt der Schlachtserie nicht signifikant ($P = 0.745$). Die Effekte des Typs, des Geschlechts und des Alters waren hoch signifikant, der Effekt der Laktation der Mutter war signifikant. Bei den F1-Absetzern war das Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte durchschnittlich 11.5 kg höher als bei den Angus-Absetzern. Ein Unterschied in derselben Grösse wurde zwischen männlichen und weiblichen Absetzern geschätzt. Die Schlachtkörperhälften von Absetzern von höher laktierenden Kühen waren durchschnittlich um 6.1 kg schwerer als jene von erstlaktierenden Kühen. Für jeden zusätzlichen Tag bis zur Schlachtung nahm das geschätzte Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälften um 179 g zu. Die Resultate befinden sich in Tabelle 44.

Tabelle 44: Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte der Absetzer in kg

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	39.23	< 0.001
Geschlecht	1	37.17	< 0.001
Laktation	1	10.40	0.002
Alter	1	32.82	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe-Einheit	N	Schätzwert (kg)
Intercept		72	90.2
Typ	Angus	37	84.5
	F1	35	96.0
Geschlecht	weiblich	34	84.5
	männlich	39	96.0
Laktation	Laktation 1	28	87.2
	Laktation 2ff	45	93.3
Alter ^s	Tage	73	0.179
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass	70.4	68.8	64.0
Standard-Fehler (kg)	7.3	7.4	8.0

^sDas Alter wurde um den Mittelwert von 344 Tagen korrigiert.

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.063. Der zufällige Effekt Schlachtserie umfasste 14 Stufen, ρ wurde auf 2.8 % geschätzt.

3.4.5.6. Fleischanteil der Absetzer

Die Resultate liegen in Tabelle 45 vor. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.502$). Der Effekt des Jahres war hoch signifikant. Der Effekt der Saison war signifikant, jener des Typs schwach signifikant. Zudem war die Streuung der Werte bei den Angus-Absetzern grösser als bei den F1-Absetzern. Die unterschiedliche Varianz war schwach signifikant ($P = 0.011$) und wurde dementsprechend im Modell berücksichtigt. Die F1-Kreuzungen hatten einen um 0.6 Einheiten höheren Fleischanteil als die Angus-Absetzer. 1999 war der Fleischanteil 1.7 Einheiten höher als im Jahr 1998. Im Herbst geborene Absetzer hatten einen um 0.9 Einheiten höheren Fleischanteil als im Frühling geborene Absetzer.

Tabelle 45: Fleischanteil der Absetzer als Prozentsatz des Gewichts der linken Schlachtkörperhälfte

a) Fixe Effekte				
Effekt		FG	F	P
Typ		1	6.5	0.014
Jahr		1	45.4	< 0.001
Saison		1	7.0	0.023
b) Schätzwerte				
b) Effekt	Stufe	N	Varianz	Schätzwert (%)
Intercept		72		69.0
Typ	Angus	37	1.61	68.7
	F1	35	1.00	69.3
Jahr	1998	31		68.2
	1999	41		69.9
Saison	Herbst	37		69.5
	Frühling	35		68.6
c) Parameter				
Parameter	Ganzes Modell		Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	47.9		47.9	40.7
Standard-Fehler (Prozent)	0.83		0.82	1.19

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.008. Der zufällige Effekt Schlachtserie umfasste 14 Stufen, p wurde auf 1.0 % geschätzt.

Interessant war die Tatsache, dass die Korrelation zwischen dem Fleischanteil und dem Fleisch-Fett-Verhältnis mit 83.5 % höher war als jene zwischen dem Fleischanteil und dem Fleisch-Knochen-Verhältnis von 57.4 %. Dies, obwohl mit Ausnahme von drei Absetzern alle in der gleichen Fettklasse 3 klassiert waren.

3.4.5.7. Knochenanteil der Absetzer

Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.977$). Es wurden auch keine signifikanten fixen Effekte gefunden. Die Durchschnittswerte betragen 20.3 ± 1.0 % für die Angus-Absetzer ($N = 37$) und 20.2 ± 1.0 % für die F1-Absetzer ($N = 35$).

3.4.5.8. Fett- und Sehnenanteil der Absetzer

Bei unbeeinflusstem Knochenanteil sollte der Fett- und Sehnenanteil komplementär zum Fleischanteil sein. Die statistischen Analysen für die Anteile von Fleisch, Knochen sowie Fett- und Sehnen waren in diesem Sinne nicht voneinander unabhängig. Die Resultate sind in der Tabelle 46 aufgeführt. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.999$). Der Effekt Jahr war hoch signifikant. Die Effekte Typ ($P = 0.061$) und Saison ($P = 0.173$) waren nicht signifikant. Im Jahr 1998 hatten die Absetzer einen um 1.4 Einheiten höheren Fett- und Sehnenanteil als im Jahr 1999. Im Gegensatz zur Auswertung des Fleischanteils (Tabelle 45) wurden keine signifikanten Effekte des Typs oder der Saison gefunden.

Tabelle 46: Fett- und Sehnenanteil der Absetzer in Prozent der linken Schlachtkörperhälfte

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Jahr	1	32.39	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (%)
Intercept		72	10.5
Jahr	1998	31	11.6
	1999	41	9.7
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	31.6	31.6	27.1
Standard-Fehler (Prozent)	1.34	1.34	1.39

Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 14 Stufen, ρ wurde auf - 3.2 % geschätzt.

3.4.5.9. Fleisch-Knochen-Verhältnis der Absetzer

Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.998$). Nur der fixe Effekt Jahr war schwach signifikant. Das Verhältnis war im Jahr 1999 um 0.07 Einheiten höher. Die Resultate sind in Tabelle 47 zusammengestellt.

Tabelle 47: Fleisch-Knochen-Verhältnis der Absetzer

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Jahr	1	5.08	0.044
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (Verhältnis)
Intercept		72	3.41
Jahr	1998	31	3.39
	1999	41	3.46
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	6.8	6.8	1.8
Standard-Fehler (Verhältnis)	0.19	0.19	0.20

Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 14 Stufen, ρ wurde auf 0.0 % geschätzt.

3.4.5.10. Fleisch-Fett-Verhältnis der Absetzer

Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.999$). Nur der Effekt des Jahres war hoch signifikant. Für das Jahr 1999 wurde das Verhältnis um 1.33 Einheiten höher geschätzt als für das Jahr 1998. Die Resultate befinden sich in Tabelle 48.

Tabelle 48: Fleisch-Fett-Verhältnis der Absetzer

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Jahr	1	34.13	< 0.001
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (Verhältnis)
Intercept		72	6.64
Jahr	1998	31	5.97
	1999	41	7.30
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	32.8	32.8	28.6
Standard-Fehler (Verhältnis)	0.93	0.95	0.97

Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 14 Stufen, ρ wird auf - 3.8 % geschätzt.

3.4.5.11. Anteil wertvolle Fleischstücke der Absetzer

Der zufällige Effekt der Schlachtserie war hoch signifikant ($P < 0.001$). Der Parameter ρ wurde mit 41.0 % entsprechend hoch geschätzt. Der Effekt des Typs verblieb hoch signifikant im Modell, jener des Geschlechts und des Jahres nur schwach signifikant. Die F1-Absetzer hatten einen um 1.1 Einheiten höheren Anteil an wertvollen Fleischstücken (AwF) als die Angus-Absetzer. Der Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Absetzern betrug 0.5 Einheiten zugunsten der weiblichen Absetzer. Der Anteil an wertvollen Fleischstücken war im Jahr 1999 um 0.8 Einheiten höher als im Jahr 1998. Die Resultate befinden sich in Tabelle 49.

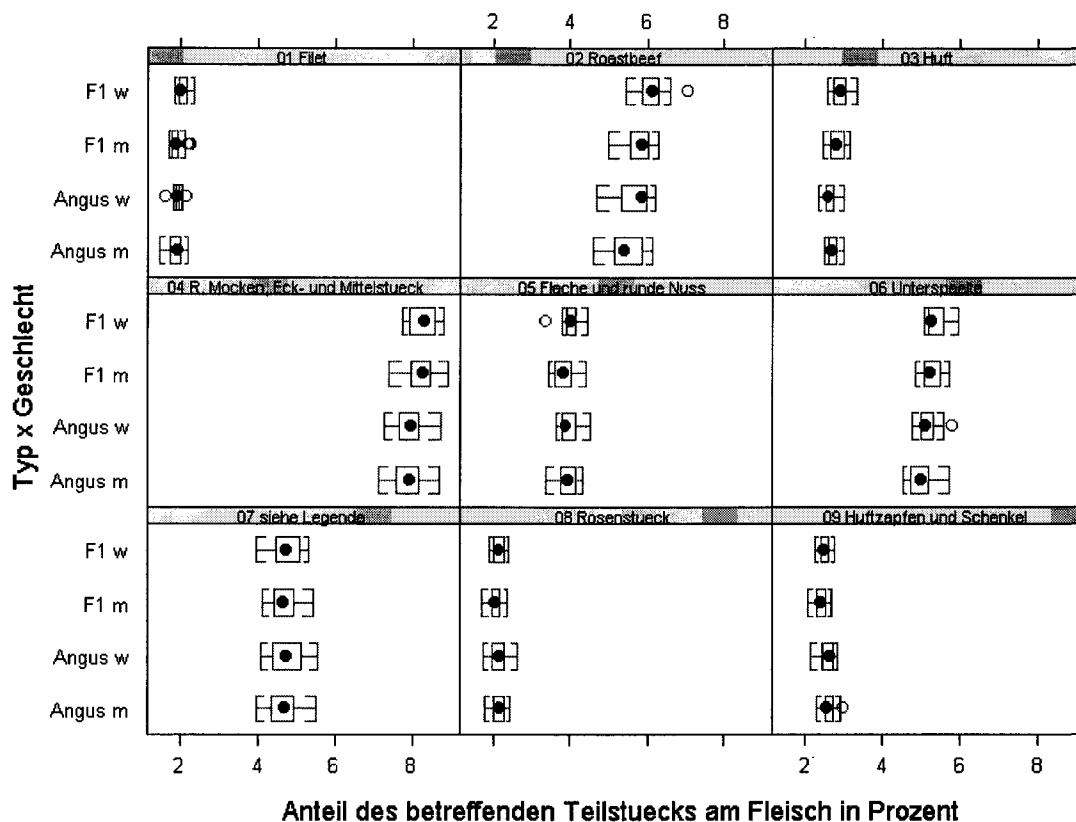
Tabelle 49: Anteil wertvolle Fleischstücke (AwF) der Absetzer in Prozent

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	33.56	< 0.001
Geschlecht	1	6.07	0.017
Jahr	1	5.12	0.043
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (%)
Intercept		72	30.4
Typ	Angus	37	29.9
	F1	35	31.0
Geschlecht	Weiblich	33	30.7
	Männlich	39	30.2
Jahr	1998	31	30.8
	1999	41	30.0
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	67.3	28.6	24.6
Standard-Fehler (% AwF)	0.69	0.97	0.95

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.012. Der zufällige Effekt Schlachtserie hatte 14 Stufen, ρ wurde auf 41.0 % geschätzt.

Die Resultate der statistischen Auswertung wurden durch die Grafik 3 mit den prozentualen Anteilen der Fleischstücke des Hinterviertels am Fleisch optisch bestätigt. Die Unterschiede waren insbesondere bei den Teilstücken Roastbeef (02), runder Mocken und Eck- und Mittelstück (04) sowie Unterspälte (06) auffällig.

Grafik 3: Box and Whisker Plot der prozentualen Anteile der Fleischstücke des Hinterviertels am Gesamtfleisch gemäss Typ x Geschlecht



Teilstück 07 entspricht dem gemeinsamen Gewicht des Eckstückdeckels, der Vorschlagschale, des weissen Stückes und des Hufdeckels.

Um den Einfluss des zufälligen Effekts der Schlachtserie auf den AwF näher zu untersuchen, wurde für vier Fleischstücke der Einfluss der Serie auf den Anteil des jeweiligen Fleischstückes am Fleisch der linken Schlachtkörperhälfte überprüft. Es wurde vermutet, dass der Einfluss der Schlachtserie auf Fleischstücke, bei denen die Schnittführung für den Metzger genau vorgegeben ist, klein ist und dementsprechend gross auf Fleischstücke, bei denen der Metzger bei der Schnittführung relativ viel Freiheit hat. Als Vertreter der ersten Gruppe wurden das Filet und der runde Mochen ausgewählt, als Vertreter der zweiten Gruppe der Hohrücken und das Roastbeef. Massstab für den Einfluss der Schlachtserie war der Parameter ρ für die Abhängigkeit der Varianz der abhängigen Werte vom zufälligen Effekt. Anhand der geschätzten 95 %-Vertrauensintervalle war ersichtlich, dass nur beim Hohrücken ein (hoch) signifikanter Einfluss der

Schlachtserie vorlag, währenddem sich der Wert p für das Roastbeef, das Filet und den runden Mocken nicht signifikant von 0 unterschied. Von den fixen Effekten waren jeweils nur der Typ und/oder das Geschlecht signifikant. Die Resultate für die Anteile der betreffenden Auswertungen befinden sich in Tabelle 50.

Tabelle 50: Einfluss des Typs, des Geschlechts und des Jahres sowie der Schlachtserie auf den Anteil des Hohrückens, des Roastbeefs, des Filets und des runden Mockens am Fleisch der Absetzer

a) Fixe Effekte						
Fleischstück	F			P		
	Typ	Geschlecht	Jahr	Typ	Geschlecht	Jahr
Hohrücken (%)	5.37	1.06	3.76	0.024	0.308	0.077
Roastbeef (%)	14.23	6.04	2.15	< 0.001	0.017	0.168
Filet (%)	2.77	4.29	0.94	0.102	0.043	0.937
Runder Mocken (%)	22.68	0.10	0.15	< 0.001	0.755	0.709
b) Zufälliger Effekt						
Fleischstück			ρ (%)	Intervall ^s (%)	P	
Hohrücken (%)			38.7	15.8 – 61.9	< 0.001	
Roastbeef (%)			14.9	- 4.5 – 43.8	0.167	
Filet (%)			12.5	- 5.4 – 40.0	0.222	
Runder Mocken (%)			5.6	- 8.4 – 28.7	0.513	

^s95%-Vertrauensintervall für den Schätzwert ρ

3.4.5.12. Auskühlverlust der Absetzer

Der Auskühlverlust wurde als Unterschied zwischen dem (warmen) Schlachtgewicht unmittelbar nach der Schlachtung und dem mit dem Faktor 2 multiplizierten Gewicht der fünf grossen Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte als Prozentsatz des Schlachtgewichts gemessen. Der zufällige Effekt der Serie war ohne signifikanten Einfluss ($P = 0.067$) auf den Auskühlverlust. Allein der Effekt Jahr verblieb signifikant im Modell, mit tieferen Auskühlverlusten im Jahr 1998 als im Jahr 1999. Die Resultate werden in Tabelle 51 aufgeführt.

Tabelle 51: Auskühlverlust bei den Absetzern als Prozentsatz des warmen Schlachtgewichts

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Jahr	1	12.40	0.004
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert (%)
Intercept		72	1.47
Jahr	1998	31	0.99
	1999	41	1.94
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	44.5	23.8	19.8
Standard-Fehler	0.77	0.85	0.87

Der Durchschnitt des VIF betrug 1.000. ρ wurde auf 10.0 % geschätzt.

Auf der Suche nach Gründen für den unterschiedlichen Auskühlverlust in den beiden Versuchsjahren wurde auch die Temperatur im longissimus dorsi-Muskel 48 h nach der Schlachtung (T48) untersucht. T48 hatte jedoch keinen Einfluss auf den Auskühlverlust und wurde selber ausschliesslich vom zufälligen Effekt Schlachtserie beeinflusst ($P < 0.001$, $\rho = 91.8$ %).

3.4.5.13. Schwund bei den Absetzern

Der Schwund wurde als Unterschied zwischen dem Gewicht der fünf grossen Teilstücke und dem Gewicht der Teilstücke nach der Feinzerlegung als Prozentsatz des Gewichts der fünf grossen Teilstücke gemessen. Aufgrund dieser Berechnungsart waren auch negative Werte möglich. Der zufällige Effekt der Serie war nicht signifikant ($P = 0.059$). Es waren auch keine fixen Effekte signifikant. Geschätzt wurde ein tendenzieller Einfluss des Jahres ($P = 0.073$). Dabei wurde tendenziell ein höherer Schwund im Jahr 1998 geschätzt, sozusagen komplementär zu den Ergebnissen des Modells zum Auskühlverlust (Tabelle 51). Im Durchschnitt betrug der Schwund 0.6 ± 0.7 %.

3.4.6. Eigenschaften des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

3.4.6.1. pH-Werte des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

Beide pH-Werte wurden mit Modell a6 ausgewertet. Dieses Modell berücksichtigte auch die Temperatur des Fleisches an der Messstelle zum Zeitpunkt der Messung.

pH1-Wert

Zwei Absetzer (beide Angus, männlich, Mutter in zweiter Laktation, Jahr 1999, Herbst) aus derselben Schlachtserie (10. Serie) hatten pH1-Werte kleiner als 6 mit Verdacht auf PSE-Fleisch. Eine Elimination dieser beiden Absetzer führte zu keiner grundsätzlichen Veränderung des Modells. Deshalb wurden die beiden Werte im Datensatz belassen. Der zufällige Effekt der Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.239$). Auch die Temperatur des Fleisches hatte keinen signifikanten Einfluss ($P = 0.371$). Der pH1-Wert wurde für das Jahr 1998 signifikant um 0.25 Einheiten höher geschätzt als für das Jahr 1999. Die Resultate befinden sich in Tabelle 52.

Tabelle 52: pH1-Wert des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Jahr	1	13.50	0.003
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert
Intercept		78	6.67
Jahr	1998	37	6.79
	1999	41	6.54
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	34.7	20.8	16.9
Standard-Fehler	0.23	0.25	0.25

Der zufällige Effekt Schlachtserie umfasste 15 Stufen, ρ wurde auf 10.0 % geschätzt.

pH48-Wert

Zwei Absetzer (ein F1-Ochse und ein weiblicher Angus-Absetzer, beide mit erstlaktierender Mutter, Jahr 1998, Herbstgeburt, Schlachtserie 1 und 3) hatten pH48-Werte über 6.0, welche auf DFD-Fleisch hinweisen könnten. Diese Tiere fielen grafisch und in den Modellen als mögliche Ausreisser auf. Da ihre

Elimination die Aussagen der statistischen Analyse nicht grundsätzlich beeinflusste, wurden die betreffenden Datensätze miteinbezogen. Die Resultate des Modells befinden sich in Tabelle 53. Der zufällige Effekt der Serie verblieb hoch signifikant im Modell ($P < 0.001$). Der Effekt Typ verblieb schwach signifikant im Modell. Im Gegensatz zum zufälligen Effekt der Schlachtserie war der fixe Effekt des Typs nahezu unbedeutend, dies war auch an den Bestimmtheitsmassen ersichtlich. Die F1-Absetzer hatten durchschnittlich um 0.06 Einheiten höhere Werte beim pH48 als die Angus-Absetzer.

Tabelle 53: pH48-Wert des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Typ	1	6.80	0.011
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert
Intercept		72	5.62
Typ	Angus	37	5.59
	F1	35	5.65
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	75.7	4.7	2.2
Standard-Fehler	0.087	0.155	0.156

Der zufällige Effekt Serie hatte 14 Stufen, ρ wurde auf 68.5 % geschätzt.

3.4.6.2. Chemische Zusammensetzung des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

In Tabelle 54 befinden sich die Resultate der chemischen Analyse des Probestücks vom longissimus dorsi-Muskel getrennt nach Typ. Von den ersten beiden Serien waren noch keine Analysen gemacht worden. Deshalb lagen nur Resultate von 13 Schlachtserien mit 67 Absetzern vor. Der Gehalt an Rohasche schwankte nur wenig. Es wurden keine signifikanten Einflüsse auf diesen Wert gefunden. Dementsprechend wurden keine Modelle für die Rohasche präsentiert.

Tabelle 54: Mittelwerte und Standardabweichungen der chemischen Analyse des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

Typ	Angus	F1	Total
Anzahl Untersuchungen	36	31	67
Rohasche (%)	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2
Wasser (%)	74.8 ± 0.7	74.5 ± 0.8	74.7 ± 0.8
Protein (%)	21.9 ± 0.6	22.1 ± 0.5	22.0 ± 0.5
Bindegewebsprotein (%)	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1
intramuskuläres Fett (%)	1.6 ± 0.7	1.4 ± 0.6	1.5 ± 0.7

Wasser

Nur der Effekt Geschlecht verblieb schwach signifikant im Modell. Der zufällige Effekt Schlachtserie war nicht signifikant ($P = 0.120$). Für männliche Absetzer wurde ein um 0.4 Einheiten höherer Wasseranteil geschätzt. Die Resultate sind in Tabelle 55 aufgeführt.

Tabelle 55: Anteil Wasser im longissimus dorsi-Muskel

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Geschlecht	1	4.70	0.034
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert
Intercept		69	74.7
Geschlecht	Weiblich	31	74.5
	Männlich	36	74.9
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	35.2	12.3	6.6
Standard-Fehler	0.65	0.71	0.73

Der zufällige Effekt Serie hatte 13 Stufen, ρ wurde auf 15.7 % geschätzt.

Intramuskuläres Fett

Die Werte für den intramuskulären Fettgehalt im longissimus dorsi-Muskel mussten logarithmisiert werden, damit die Residuen der Modelle befriedigend verteilt waren. In Tabelle 56 werden die Schätzwerte für die logarithmisierten Anteile und die entsprechenden rücktransformierten Werte angegeben. Der zufällige Effekt der Serie war schwach signifikant ($P = 0.025$). Ebenso war der Effekt des Jahres schwach signifikant. Für das Jahr 1999 wurde ein um 0.4 Einheiten höherer intramuskulärer Fettgehalt als für das Jahr 1998 geschätzt.

Tabelle 56: Anteil Intramuskuläres Fett im longissimus dorsi-Muskel der Absetzer als Logarithmus des Prozentsatzes

a) Fixe Effekte				
Effekt		FG	F	P
Jahr		1	6.88	0.024
b) Schätzwerte				
Effekt	Stufe	N	Schätzwert	Rücktransformiert
Intercept		67	0.3178	1.4
Jahr	1998	26	0.1535	1.2
	1999	41	0.4821	1.6
c) Parameter				
Parameter		Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)		43.5	17.2	13.2
Standard-Fehler		0.320	0.359	0.373

Der zufällige Effekt Serie hatte 13 Stufen, ρ wurde auf 20.3 % geschätzt.

Protein

Der zufällige Effekt der Serie war hoch signifikant ($P < 0.001$). Der fixe Effekt Geschlecht war schwach signifikant. Für die weiblichen Absetzer wurde ein um 0.2 Einheiten höherer Protein-Gehalt als für die männlichen Absetzer geschätzt. Die Resultate werden in Tabelle 57 präsentiert.

Tabelle 57: Anteil Protein im longissimus dorsi-Muskel der Absetzer in Prozent

a) Fixe Effekte				
Effekt		FG	F	P
Geschlecht		1	5.65	0.021
b) Schätzwerte				
Effekt	Stufe	N	Schätzwert	
Intercept		67	22.0	
Geschlecht	Weiblich	31	22.1	
	Männlich	36	21.9	
c) Parameter				
Parameter		Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)		49.6	7.5	3.8
Standard-Fehler		0.41	0.51	0.53

Der zufällige Effekt Serie hatte 13 Stufen, ρ wurde auf 32.8 % geschätzt.

Bindegewebsprotein

Der zufällige Effekt der Serie ($P = 0.019$) war schwach signifikant. Von den fixen Effekten war nur die Saison schwach signifikant. Die im Herbst geborenen Absetzer hatten 0.12 Einheiten mehr Bindegewebe als die im Frühling geborenen Absetzer. Die Resultate sind in Tabelle 58 aufgeführt.

Tabelle 58: Anteil Bindegewebsprotein im longissimus dorsi-Muskel der Absetzer

a) Fixe Effekte			
Effekt	FG	F	P
Saison	1	8.74	0.013
b) Schätzwerte			
Effekt	Stufe	N	Schätzwert
Intercept		67	0.46
Saison	Herbst	32	0.52
	Frühling	35	0.40
c) Parameter			
Parameter	Ganzes Modell	Fixer Teil	Kreuzvalidiert
Bestimmtheitsmass (%)	47.2	20.6	16.6
Standard-Fehler	0.01	0.11	0.11

Der zufällige Effekt Serie hatte 13 Stufen, ρ wurde auf 22.5 % geschätzt.

3.4.7. Schlachtkörperwert

Die berechneten durchschnittlichen Bruttoerlöse und Bruttomargen nach Typ und Geschlecht befinden sich in Tabelle 59.

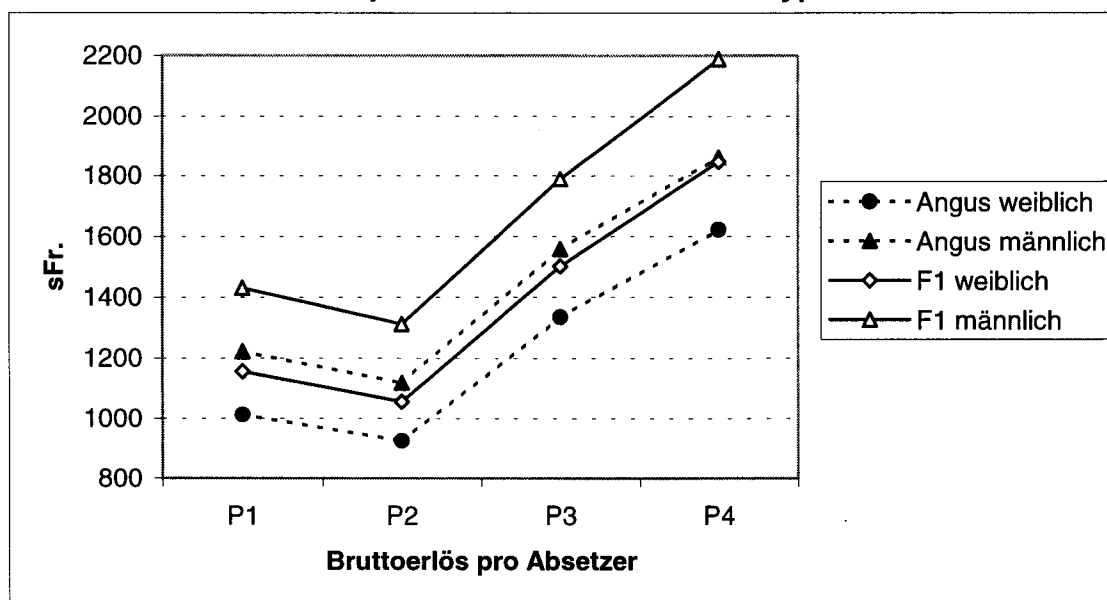
Tabelle 59: Bruttoerlöse und Bruttomargen pro Absetzer nach Typ und Geschlecht in sFr., in Klammern Resultate pro kg kaltes Schlachtgewicht (bei P1r pro kg warmes Schlachtgewicht)

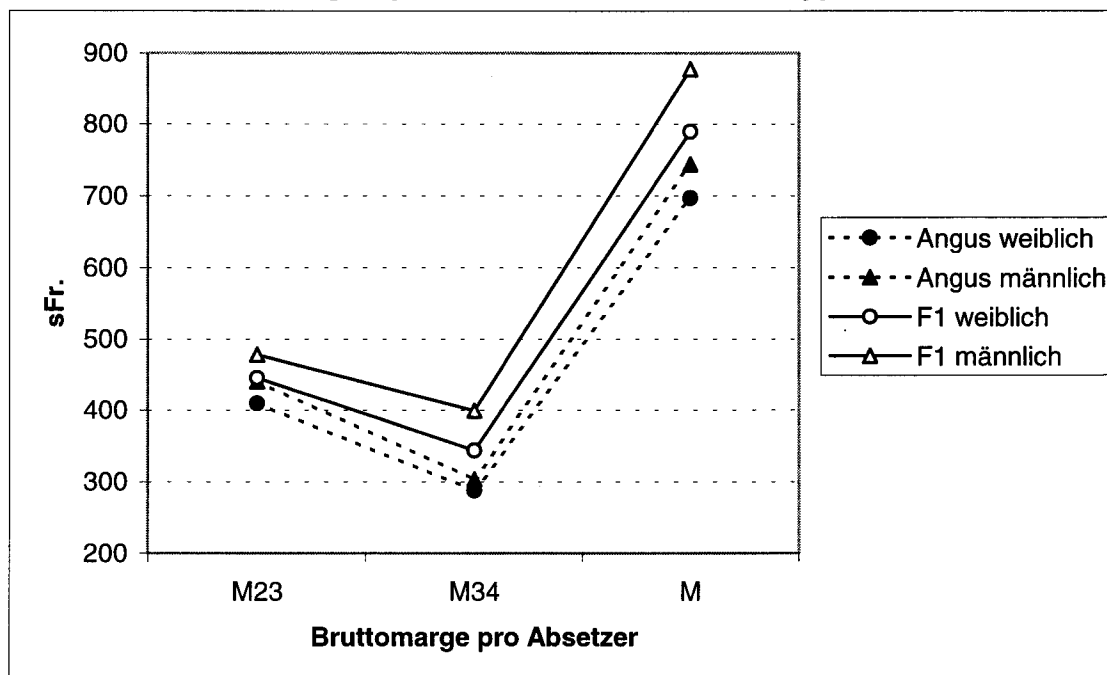
Stufe	Angus weiblich (n = 16)	Angus männlich (n = 21)	F1 weiblich (n = 17)	F1 männlich (n = 18)	Durchschnitt (n = 72)
P1 (P1r)	1013 (6.37)	1222 (6.57)	1156 (6.46)	1431 (6.69)	1212 (6.53)
P2 (P2r)	925 (5.90)	1118 (6.10)	1057 (6.00)	1311 (6.23)	1109 (6.06)
P3 (P3r)	1335 (8.51)	1559 (8.51)	1502 (8.54)	1789 (8.51)	1553 (8.52)
P4 (P4r)	1622 (10.35)	1862 (10.17)	1846 (10.49)	2188 (10.41)	1886 (10.35)
M23 (M23r)	409 (2.61)	441 (2.42)	445 (2.53)	478 (2.28)	444 (2.45)
M34 (M34r)	287 (1.84)	303 (1.66)	344 (1.96)	399 (1.90)	333 (1.83)
M (Mr)	697 (4.45)	744 (4.07)	789 (4.50)	877 (4.18)	777 (4.28)

3.4.7.2. Bruttoerlöse und Bruttomargen pro Absetzer

Anhand von Grafik 4 ist ersichtlich, dass bei den Bruttoerlösen pro Absetzer immer dieselbe Reihenfolge gewahrt wird. Den höchsten Bruttoerlös pro Absetzer realisierten auf jeder Stufe die männlichen F1, gefolgt von den männlichen Angus, den weiblichen F1 und den weiblichen Angus.

Grafik 4: Bruttoerlöse pro Absetzer in sFr. nach Typ und Geschlecht



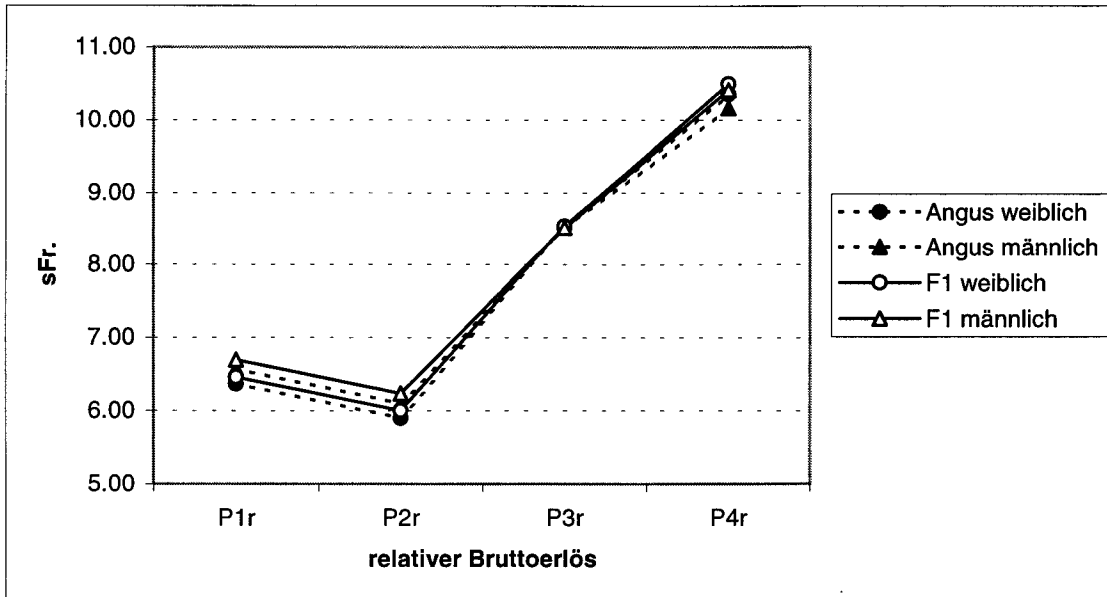
Grafik 5: Bruttomargen pro Absetzer in sFr. nach Typ und Geschlecht

Die Rangordnung war auch bei den Bruttomargen pro Absetzer in Grafik 5 für M23 (schlachtender Betrieb) und M34 (Zerlegebetrieb) konstant und somit auch für die gesamte Bruttomarge für Schlachtung und Zerlegung zusammen (M). Die Bruttomargen der F1-Absetzer waren höher als jene der Angus-Absetzer, innerhalb des Typs waren die Bruttomargen der männlichen Absetzer höher als jene der weiblichen Absetzer.

3.4.7.2. Relative Bruttoerlöse und relative Bruttomargen

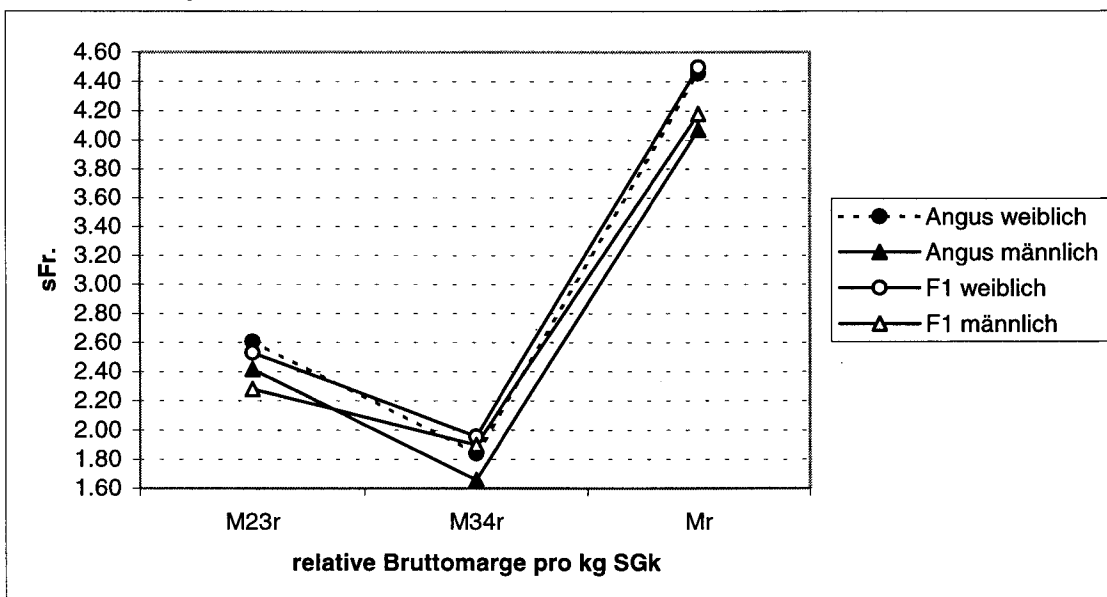
Entsprechend der Einstufung nach CHTAX wurde auf der Stufe P1r bzw. P2r für die männlichen Absetzer (Ochsen) mehr bezahlt als für die weiblichen, innerhalb des gleichen Geschlechts für die F1-Absetzer mehr als die für Angus-Absetzer (Grafik 6). Beim relativen Bruttoerlös P3r bestanden keine nennenswerten Unterschiede, während beim relativen Bruttoerlös P4r des Zerlegebetriebes vor allem die männlichen Angus deutlich abfielen. Das heisst, dass auf der Stufe des Preises „von Metzger zu Metzger“ die männlichen Angus-Schlachtkörper den geringsten Wert gemessen in sFr./kg kaltes Schlachtgewicht aufwiesen.

Grafik 6: Relative Bruttoerlöse pro kg kaltes Schlachtgewicht (bei P1r warmes Schlachtgewicht) in sFr. nach Typ und Geschlecht



Bei der relativen Bruttomarge erzielten die weiblichen Absetzer die besseren Resultate als die männlichen, innerhalb desselben Geschlechts die F1-Absetzer die besseren als die Angus-Absetzer. Insgesamt bestand ein Unterschied von mehr als 0.20 sFr. pro kg SGk zugunsten der weiblichen Absetzer (Grafik 7).

Grafik 7: Relative Bruttomargen pro kg kaltes Schlachtgewicht in sFr. nach Typ und Geschlecht



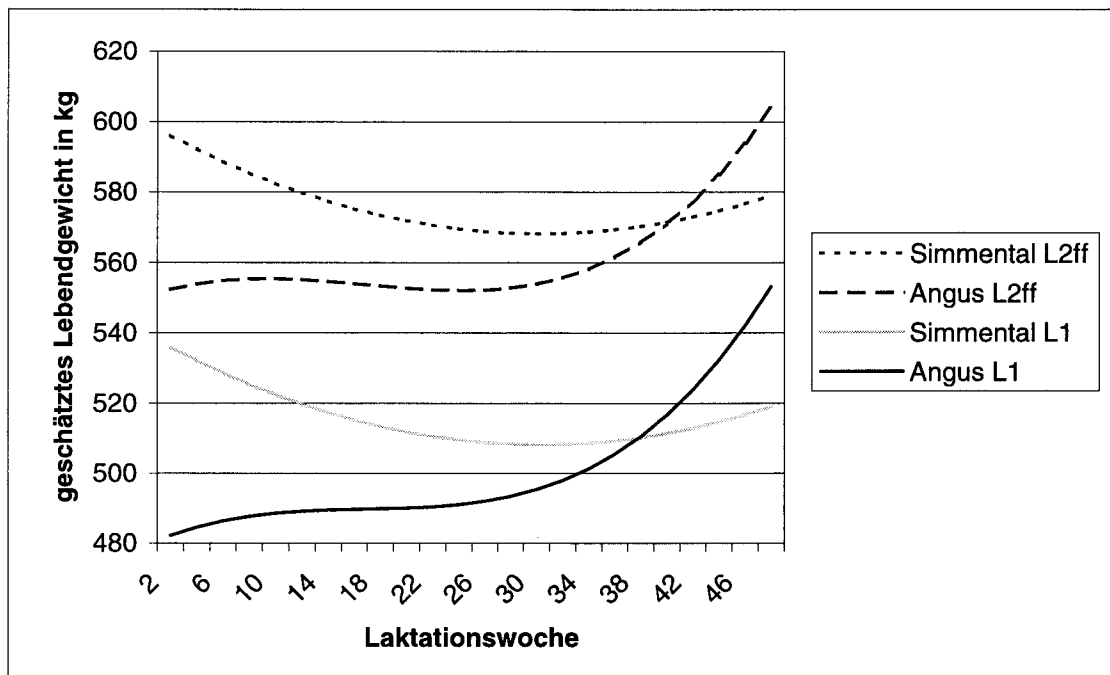
4. DISKUSSION

4.1. KÜHE

4.1.1. Verlauf der Lebendgewichtskurve der Kühe

Der Gewichtsunterschied zwischen Angus- und Simmental-Kühen war klein. Sinclair et al. (1998) gaben bei einem ähnlichen Gewichtsunterschied zwischen den beiden Rassen leicht höhere Gewichte für Angus- und Simmental-Mutterkühe an. Archer et al. (1998) fanden bei Angus-Rindern unterschiedlichen Alters eine beträchtliche Varianz im Gewicht zwischen Linien, welche auf unterschiedliche Wachstumsraten gezüchtet worden waren. Der bedeutendere Unterschied zwischen erstlaktierenden Kühen und solchen in höheren Laktationen innerhalb der beiden Rassen (Grafik 8) ist in der Praxis von untergeordneter Bedeutung, da die Mutterkühe in der schweizerischen Herdebuchpopulation eine lange Nutzungsdauer von durchschnittlich etwa 6 Laktationen bzw. Kalbungen haben. Dadurch ist der Anteil erstlaktierender Mutterkühe geringer als in Milchviehpopulationen (SVAMH, 1999). Im schweizerischen Herdebuchbestand betrug er 1999 18 %. Die erstlaktierenden Angus-Kühe wiesen im Vergleich zu den Angus-Kühen in zweiter und folgenden Laktationen eine höhere Gewichtszunahme auf. Diese kann mit grösster Wahrscheinlichkeit als Wachstum interpretiert werden. Die deutliche Gewichtsabnahme bei den Simmental-Kühen zu Beginn der Laktation deutet auf einen Abbau von Körpersubstanz hin. Grundsätzlich wäre nämlich aufgrund des ansteigenden Verzehrs (Kapitel 4.1.2) zu Beginn der Laktation bei stabilem Leerkörpergewicht mit einem Anstieg des Gesamtgewichts aufgrund des ansteigenden Gewichts des Verdauungstrakts zu rechnen. Entsprechend könnte das zunehmende Gewicht des Verdauungstrakts der Grund für den leichten Anstieg des Gewichts bei den Angus-Kühen zu Beginn der Laktation sein. Bei den Simmental- und den Angus-Kühen wurde ein signifikanter, negativer Einfluss der Alpung auf das Lebendgewicht geschätzt. Insgesamt sind die Gewichtsänderungen relativ zum Lebendgewicht jedoch gering. Der bedeutendste Einflussfaktor im Modell ist der zufällige Effekt des einzelnen Tieres in einer bestimmten Laktation.

Grafik 8: Geschätzte Gewichtsentwicklung in Funktion der Woche nach dem Kalben, unterteilt nach Rasse und Laktation



4.1.2. Trockensubstanz- und Energie-Aufnahme der Kühe

Woche 2 bis 10

In der Startphase erfolgte in den Wochen 2 bis 10 ein deutlicher Verzehrsanstieg verbunden mit einer Zunahme der Energie-Aufnahme. Unter Berücksichtigung des metabolischen Körpergewichtes konnte zu diesem Zeitpunkt kein Effekt der Rasse gefunden werden. Dies bedeutet, dass in diesem Zeitabschnitt zwischen den beiden Rassen von demselben Verhältnis zwischen dem Energiebedarf für die Erhaltung und für die Milchproduktion ausgegangen werden muss. Als Voraussetzung für diese Interpretation musste die Verwertung der Energie bei beiden Rassen für die Erhaltung und für die Milchproduktion grundsätzlich gleich erfolgen. Diese These wird durch die Arbeit von Reynolds und Tyrrell (2000) gestützt. Sie fanden keine grundsätzlichen Unterschiede in der Energieverwertung zwischen laktierenden Fleisch- und Milchrindern. Münger (1997) kam anhand von Versuchen mit Holstein-, Jersey- und Simmental-Kühen zum Schluss, dass zwischen den betreffenden Rassen keine Unterschiede in der Effizienz der Energieverwertung bzw. der Wirkungsgrade der Energieverwertung für die

Erhaltung und die Milchproduktion an und für sich bestanden, die zur Verfügung stehende Energie jedoch unterschiedlich auf die verschiedenen Produktionsrichtungen (insbesondere Erhaltung und Milch) aufgeteilt wurde. Interessanterweise wurde für den Trockensubstanz-Verzehr und die Energie-Aufnahme ein Effekt der Laktation geschätzt, zusätzlich zur Berücksichtigung des Gewichtsunterschiedes zwischen Kühen in erster und höheren Laktationen über das metabolische Körpergewicht. Der äusserst schwache Einfluss der geschätzten Lebendgewichtsänderung auf den Trockensubstanz-Verzehr deutet darauf hin, dass die tatsächliche Lebendgewichtsänderung nur sehr schlecht geschätzt werden konnte. Dies erstaunt nicht, da sich bei Wiederkäuern das messbare Lebendgewicht und dessen Schwankungen schlecht zur Charakterisierung der tatsächlich ablaufenden Vorgänge eignen (Schwager-Suter et. al., 2001). Bei der Schätzung der Energie-Aufnahme waren dieselben Effekte signifikant wie bei der Schätzung der Trockensubstanz-Aufnahme, mit Ausnahme der Lebendgewichtsänderung, welche ganz wegfiel. Bei einem geschätzten Koeffizienten von 0.487 MJ NEL (Tabelle 21) bzw. 0.54 MJ NEL (Tabelle 22) pro kg metabolisches Lebendgewicht, wurde der über den Standardkoeffizienten von 0.293 (RAP, 1999) hinausgehende Anteil der Energieversorgung mit grösster Wahrscheinlichkeit für die Milchproduktion eingesetzt. In der Woche 6 ergab sich damit für eine Kuh von durchschnittlich 570 kg in zweiter oder höherer Laktation mit beiden Modellen eine geschätzte Milchproduktion von ca. 9 kg energiekorrigierte Milch (RAP, 1999) pro Tag. Die Milchproduktion wurde in dieser Phase nicht direkt von der Rasse beeinflusst, sie stand jedoch im Verhältnis zum metabolischen Lebendgewicht. Ansotegui et al. (1991) hatten mit der weigh-suckle-weigh Technik in den ersten drei Monaten nach dem Kalben bei Angus- und Hereford-Mutterkühen durchschnittliche Tagesmilchmengen zwischen 5.2 und 9.9 kg geschätzt. Sehr wahrscheinlich wurde im vorliegenden Versuch die Milchleistung nach dem Kalben vor allem durch das Aufnahmevermögen des Kalbes begrenzt, weshalb in dieser Phase kein Einfluss der Rasse der Kuh gefunden wurde.

Woche 33 bis 43

Anhand der vereinfachten Schätzung der Energie-Aufnahme in Tabelle 24 konnte auf einfache Weise der Unterschied in der Milchleistung zwischen den beiden

Rassen geschätzt werden. Der Koeffizient von 0.301 des vereinfachten Modells wich nur unwesentlich vom Standardkoeffizienten von 0.293 zur Schätzung des Erhaltungsbedarfs anhand des metabolischen Körpergewichts gemäss der eidgenössischen Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (RAP 1999) ab. Die Energie-Aufnahme für die Milchproduktion wurde auf 20.6 (Angus-Kühe) bzw. 28.9 (Simmental-Kühe) MJ NEL geschätzt. Dies entsprach einer Menge von 6.6 bzw. 9.2 kg energiekorrigierte Milch. Dabei war die Schätzung der Differenz zwischen den beiden Rassen mit einem Schätzwert von 8.3 MJ NEL bzw. 2.6 kg energiekorrigierte Milch aus statistischer Sicht genauer als die absoluten Schätzwerte. Die Annahme eines unterschiedlichen Erhaltungsbedarfs pro kg metabolisches Lebendgewicht schien zwischen Mutterkühen der beiden im Versuch eingesetzten Rassen wenig wahrscheinlich. Der höhere Energiebedarf der Simmental-Kühe könnte teilweise durch den Wiederaufbau von Körperreserven hervorgerufen werden. Dies würde jedoch zu einer ähnlichen Aussage führen, da die Kühe in diesem Fall zu einem früheren Zeitpunkt, d.h. auf dem Frübüel oder auf der Alp Weissenstein, mehr Milch gegeben und somit Körperreserven abgebaut haben müssten. Estermann (2001) fand auf der Weide bei Simmental-Kühen derselben Herde ebenfalls einen höheren Trockensubstanz-Verzehr als bei Angus-Kühen, auch unter Berücksichtigung des metabolischen Lebendgewichtes. Sinclair et al. (1998) massen mit der weigh-suckle-weigh-Methode bei Angus-Kühen Tages-Milchleistungen zwischen 5 und 7 kg, bei Simmental-Kühen zwischen 7.5 und 10 kg. Sie fanden bei den Simmental-Kühen zudem immer höhere Gehalte an Milchinhaltstoffen als bei den Angus-Kühen. Wagner et al. (1986) fanden mit derselben Methode bei Hereford x Simmental-Kühen eine um durchschnittlich 5.5 kg höhere Tages-Milchproduktion als bei reinen Hereford-Kühen sowie Kreuzungskühen des Typs Hereford x Angus. Ein Unterschied im Bereich der geschätzten 2.6 kg energiekorrigierte Milch in den Laktationswochen 33 bis 43 scheint für die beiden Rassen somit in einem realistischen Bereich zu liegen.

4.2. ABSETZER

4.2.1. Geburtsgewicht und Gewichtsentwicklung der Absetzer

Das Geburtsgewicht der Angus-Kälber war auch mit Berücksichtigung des Gewichts der Muttertiere im Modell signifikant tiefer als jenes der F1-Kälber. Steinwender und Gold (1989) hatten für Kreuzungen Fleckvieh x deutsche Angus etwas tiefere als die vorliegenden Geburtsgewichte gefunden. Sie fanden jedoch ebenfalls höhere Geburtsgewichte für die männlichen im Vergleich zu den weiblichen Kälbern. Da das Geburtsgewicht mit den Mengenparametern der Mast- und Schlachtleistung mittlere Korrelationen aufwies (Tabelle 26), übertrugen sich die beim Geburtsgewicht gefundenen Einflüsse der fixen Effekte teilweise auf diese nachfolgenden Auswertungen. Die Entwicklung des Lebendgewichts konnte anhand der Wägungen im 2-Wochen-Intervall offensichtlich nur schlecht geschätzt werden. Der zufällige Anteil der Varianz war zu gross, als dass die fixen Effekte, insbesondere Saison * Phase, präzise beschrieben werden könnten. Immerhin waren die Resultate für Typ und Geschlecht grundsätzlich gleich wie bei den Lebend- und Nettotageszunahmen. Tendenziell waren die Tageszunahmen der im Herbst geborenen Kälber auf der Alp schlechter als jene der im Frühling geborenen Kälber (Tabelle 27). Dies konnte dadurch erklärt werden, dass die im Frühling geborenen Kälber auf der Alp mehr von der Milchleistung der Muttertiere profitieren konnten, während die im Herbst geborenen Kälber bei sinkender Milchleistung der Muttertiere ihren Bedarf vermehrt von der Weide decken mussten. In diesem Sinne konnte bei den Herbstkälbern auch eine Tendenz zu kompensatorischem Wachstum nach der Alpfung festgestellt werden, da diese Gruppe nach der Alpfung tendenziell die höchsten Zunahmen an Lebendgewicht aufwies. Michel (1988) hatte in einer ähnlichen Situation mit Aufzuchtrindern von Milch- und Zweinutzungsrasen kompensatorisches Wachstum anschliessend an eine Alpungsperiode mit mässiger Versorgung gefunden.

4.2.2. Trockensubstanz-Verzehr und Energie-Aufnahme der Absetzer

Parallel zu den unterschiedlichen Wachstumskurven der beiden Typen stieg der Trockensubstanz-Verzehr der beiden Typen nach Alter und auch nach Gewicht unterschiedlich schnell an. Der signifikant höhere Anstieg des Trockensubstanz-

Verzehrs der F1-Absetzer liess sich mit den gefundenen höheren Tageszunahmen gut erklären. Die statistischen Modelle deuteten darauf hin, dass in der untersuchten Phase ein Wechsel erfolgte: Gemäss dem unterschiedlichen Anstieg des Trockensubstanz-Verzehrs und der Energie-Aufnahme hatten die Angus-Absetzer im Bereich vor der Woche 38 einen höheren Trockensubstanz-Verzehr bzw. eine höhere Energie-Aufnahme in Verhältnis zum Gewicht bzw. zum Alter als die F1-Absetzer. Dies würde bedeuten, dass die F1-Absetzer vor der Woche 38 deutlich mehr Milch als die Angus-Absetzer aufnehmen konnten, da sonst ihr besserer Tageszuwachs nicht zu erklären war. Estermann (2001) fand bei denselben Absetzern zu einem früheren Zeitpunkt keine Unterschiede zwischen Angus- und F1-Absetzern in der Futteraufnahme auf der Weide, jedoch höhere Zunahmen bei den F1-Absetzern. Im Bereich nach der Woche 38 nahmen die F1-Absetzer für ihre höheren Tageszunahmen mehr Trockensubstanz und somit mehr Energie über das Futter auf als die Angus-Absetzer. McMorris und Wilton (1986) fanden einen höheren Verzehr bei Hereford-Kälbern als bei Simmental-Kälbern aufgrund der schwachen Milchleistung der Hereford-Mütter. Der Laktationseffekt beim Modell in Abhängigkeit des Alters der Absetzer liess sich durch die unterschiedliche Gewichtsentwicklung der Absetzer gemäss der Laktation ihrer Mütter erklären. In allen Modellen für den Trockensubstanz-Verzehr und die Energie-Aufnahme der Absetzer wurde ein grosser Einfluss des einzelnen Absetzers und damit indirekt der Milchleistung der einzelnen Mutterkuh gefunden. Die Bestimmtheitsmasse unter Berücksichtigung des zufälligen Effekts der Absetzer waren dementsprechend hoch (zwischen 75.0 % und 84.0 %) und deutlich besser als mit alleiniger Berücksichtigung der fixen Effekte. Die Berücksichtigung der Energiekonzentration verbesserte die Modelle entscheidend. Steen et al. (1998) fanden bei der Mast von Ochsen der Rassen Charolais, Limousin und Simmental mit Grassilage ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Energiekonzentration in der Trockensubstanz auf die Trockensubstanz-Aufnahme. Die geschätzte Energie-Aufnahme war unter Berücksichtigung der beträchtlichen Varianz durchaus mit den Angaben der RAP (1999) vergleichbar.

4.2.3. Alter der Absetzer und Dauer der Ausmast

Bei der Produktion von schlachtreifen Absetzern sollten diese spätestens bei einem Alter von zehn bis elf Monaten geschlachtet werden. Auf diese Weise bleibt

der Mutterkuh bei einer angestrebten Zwischenkalbezeit von zwölf Monaten noch eine minimale Galtphase. Die Gerstenfütterung am Ende der Mast diente dazu, nach der Alpung möglichst schnell die Schlachtreife der Absetzer herbeizuführen. Sie sollte Effekte des Versuchsjahres und der Kalbesaison kompensieren. Darunter fallen die Qualität der Weide sowie die Milchleistung der Mutterkühe. Die Herbstgruppe auf dem Frübüel erhielt im Vergleich zur Frühlingsgruppe auf der Chamau deutlich mehr Gerste: im ersten Versuchsjahr (1998) betrug die Differenz pro Absetzer 78 kg Trockensubstanz, im zweiten Versuchsjahr (1999) betrug sie 275 kg. Gemäss Typ konnten jedoch keine Unterschiede gefunden werden. Die verzehrte Menge Gerste stieg mit dem Alter der Absetzer bei der Schlachtung an. Die Gruppe der im Herbst geborenen Absetzer des zweiten Versuchsjahres (1999) wurde am ältesten und verzehrte auch am längsten und am meisten Gerste. Das signifikant höhere durchschnittliche Alter der F1-Absetzer der Herbstgruppe bei der Schlachtung konnte einerseits mit der Spätreife der Simmentaler (Chambaz et al., 2001a) und andererseits mit dem deutlich negativeren Einfluss der Alpung bei der Herbstgruppe erklärt werden.

4.2.4. Tageszunahmen und Gewicht der kalten linken Schlachthälfte der Absetzer

Bei den Merkmalen Lebendtageszunahme, Nettotageszunahme und dem Gewicht der kalten linken Schlachthälfte wurden dieselben signifikanten Effekte gefunden. Sinclair et al. (1998) fanden höhere Wachstumsraten bei Simmental-Kälbern als bei Angus-Kälbern. Das höhere Wachstumspotential übertrug sich offensichtlich auf die Kreuzungen Angus x Simmental. Wahrscheinlich profitierten die F1-Absetzer zusätzlich von Heterosiseffekten. Hirooka et al. (1998) fanden einen positiven Heterosiseffekt auf das Schlachtkörpergewicht bei Kreuzungen von holländischem Schwarz- und Rotfleckvieh sowie von Piemontesern. Das höhere Wachstumspotential von Ochsen im Vergleich zu Rindern ist allgemein bekannt. Hinks et al. (1999) fanden bei den Ochsen von Hereford- und Charolais-Kreuzungen deutlich höhere Lebend- und Schlachtgewichte und höhere Fleischmengen als bei den entsprechenden Rindern. Die Unterschiede lagen zwischen 5 und 10 Prozent. Die schlechteren Resultate der Absetzer der erstlaktierenden Kühe waren insbesondere durch zwei Gründe erklärbar: Die Absetzer von erstlaktierenden Kühen waren bei der Geburt leichter. Zudem hatten

ihre Mütter relativ zum metabolischen Körpergewicht eine tiefere Energieaufnahme als die Mutterkühe in höherer Laktation (Tabellen 21 und 23). Dies hatte eine tiefere Milchleistung bei den erstlaktierenden Mutterkühen und somit schlechtere Voraussetzungen für die Kälber zur Folge. Das Alter hatte bei den Lebendtageszunahmen und den Nettotageszunahmen einen negativen Effekt, da bei vergleichbarem Ausmastgrad die Tiere mit schlechteren Zunahmen zwangsläufig älter wurden. In diesem Sinne hatte das Alter einen positiven Einfluss auf das Gewicht der kalten linken Schlachtkörperhälfte.

4.2.5. Anteil Bauchhöhlenfett und Schlachtausbeute der Absetzer

Der signifikant höhere Anteil Bauchhöhlenfett der weiblichen Absetzer war eine Ursache für ihre tiefere Schlachtausbeute. Der höhere Anteil Bauchhöhlenfett bei den Frühlingsabsetzern, welche durchschnittlich jünger als die Herbstabsetzer waren, konnte zwei Ursachen haben: Die Frühlingsabsetzer wiesen auf der Alp tendenziell bessere Zunahmen auf als die Herbstabsetzer und konnten anschliessend länger im Tal unter guten Bedingungen ausgemästet werden. Chambaz et al. (2001a) fanden für mittelintensiv ausgemästete Ochsen der Rassen Angus und Simmental keinen signifikanten Unterschied in der Schlachtausbeute. Sie fanden für die beiden Rassen Werte zwischen 53.9 % bis 55.0 %, allerdings wurden die Simmental-Ochsen bedeutend älter als die Angus-Ochsen und die Ochsen beider Rassen bedeutend älter als die Absetzer im vorliegenden Versuch. Das Lebendgewicht der Absetzer wurde am Morgen des Schlachttages, vor dem Transport und an den ungenücherten Tieren erhoben. Dies erklärte neben dem vergleichsweise tiefen Alter die tiefen Werte für die Schlachtausbeute. Von Bedeutung waren deshalb vor allem die geschätzten Effekte. Das bessere Resultat der F1-Absetzer konnte nicht definitiv interpretiert werden. Mögliche Ursachen waren die bessere Versorgung der F1-Absetzer mit Milch und ein allfälliger Heterosiseffekt.

4.2.6. Anteile an Fleisch, Knochen, Fett und Sehnen sowie die entsprechenden Verhältnisse bei den Absetzern

Die Anteile an Fleisch, Knochen sowie an Fett und Sehnen ergänzen sich zu 100 %. Da beim Knochenanteil keine signifikanten Einflüsse gefunden wurden, sollten sich Fleisch- sowie Fett- und Sehnenanteil komplementär verhalten. Dies

war jedoch nur beim Effekt Jahr der Fall, wo im ersten Versuchsjahr (1998) ein tieferer Fleischanteil und ein höherer Fett- und Sehnenanteil gefunden wurden. Beim Fleischanteil wurden zudem schwach signifikante Effekte für Typ und Saison gefunden. Chambaz et al. (2001a) hatten für reine Simmental-Ochsen in einer von zwei Mastserien trotz höherem Alter ein signifikant höheres Fleisch-Fett-Verhältnis gefunden als für reine Angus-Ochsen. Dies entsprach dem Resultat der vorliegenden Arbeit und widerspiegelte die generell spätere Schlachtreife der Simmental-Rasse und damit entsprechend auch der F1-Kreuzungen. Augustini et al. (1993a und 1993b) gaben für Ochsen und Rinder bei 350 kg Lebendgewicht ebenfalls keine relevanten Unterschiede im Fleischanteil an. Allerdings lagen die Fleischanteile auf tieferem Niveau als in der vorliegenden Arbeit. Dementsprechend war auch beim Fleisch-Knochen-Verhältnis und beim Fleisch-Fett-Verhältnis nur ein Effekt des Jahres (schwach bzw. hoch signifikant) zu finden. Beide Verhältnisse lagen im zweiten Versuchsjahr (1999) höher. Der Grund dafür könnten allenfalls unterschiedliche Bedingungen auf der Weide gewesen sein. Eventuell spielte jedoch auch der grössere Anteil von erstlaktierenden Mutterkühen im ersten Versuchsjahr eine gewisse Rolle.

4.2.7. Anteil wertvolle Fleischstücke der Absetzer

Augustini et al. (1992, 1993a, 1993b) fanden bei Mastmuni, -Rindern und -Ochsen in Abhängigkeit vom Alter einen zunehmenden Anteil des Vorderviertels. Die Bedeutung des Effekts war bei den Muni grösser als bei den Ochsen und bei letzteren grösser als bei den Rindern. Dieser Effekt könnte auch bei den Ochsen des vorliegenden Versuches aufgetreten sein und den Unterschied zu den weiblichen Tieren begründen. Chambaz et al. (2001a) fanden bei Simmental-Ochsen höhere Pistola-Anteile als bei Angus-Ochsen. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Die Angus-Ochsen hatten einen leicht höheren Fettanteil als die Simmental-Ochsen. Es könnte sich somit um einen rassenbedingten, genetischen Effekt handeln. Reimann et al. (1994a und 1994b) fanden bei Muni, Ochsen und Rindern der Rasse deutsches Fleckvieh, dass im Verlauf der Mast anteilmässig mehr Fett in den Fleischstücken des Vorderviertels als des Hinterviertels eingelagert wurde. Der Einfluss des Typs auf den Anteil wertvolle Fleischstücke könnte somit auch Ausdruck der unterschiedlichen Schlachtreife sein. Der zufällige Effekt der Schlachtserie auf den Anteil wertvolle Fleischstücke

könnte mehrere Ursachen haben: Es kann angenommen werden, dass innerhalb einer Schlachtserie ein ähnlicher Ausmastgrad bzw. Fettanteil im Fleisch bestand. Dies könnte den Anteil wertvolle Fleischstücke beeinflusst haben. Der Effekt der Schlachtserie auf das Gewicht von vier Fleischstücken (Hohrücken, Roastbeef, runder Mocken und Filet) mit unterschiedlich genau definierter Schnittführung bei der Zerlegung war bei den Stücken mit weniger genau definierter Schnittführung grösser. Somit könnte der zufällige Effekt der Schlachtserie zu einem gewissen Grad dem Einfluss der verschiedenen Personen im Zerlegebetrieb entsprechen. Der Effekt des Jahres kann am besten mit dem unterschiedlichen physiologischen Alter und Ausmastgrad erklärt werden, welcher über die Fetteinlagerung im Körper den Anteil wertvolle Fleischstücke beeinflusst.

4.2.8. Auskühlverlust und Schwund bei den Absetzern

Beim Auskühlverlust war nur der Effekt des Jahres schwach signifikant. Möglich wäre, dass der geringere Fettanteil des Schlachtkörpers bei den Tieren des zweiten Jahres zu höheren Auskühlverlusten führte. Der tendenzielle Einfluss der Schlachtserie über den allenfalls leicht unterschiedlichen Ausmastgrad widersprach dieser These nicht. Allerdings waren auch leicht unterschiedliche Bedingungen nach Jahr und Schlachtserie im Hinblick auf die Verarbeitung und die Kühlung im Schlachthaus eine mögliche Ursache. Es bestand die Tendenz zu einem gegenläufigen Effekt beim Schwund. Hier war der Effekt der Schlachtserie hoch signifikant. Dass Unterschiede in der Behandlung der Schlachtkörper im Schlachthaus gemäss Schlachtserie bestanden, wurde durch den hoch signifikanten Einfluss der Schlachtserie auf die Temperatur im longissimus dorsi-Muskel 48 h nach der Schlachtung (T48) bestätigt.

4.2.9. Qualitätsparameter und Zusammensetzung des longissimus dorsi-Muskels der Absetzer

pH-Werte

Für den Einfluss des Jahres auf den pH1 konnte keine Erklärung gefunden werden. Mit 0.25 Einheiten war der geschätzte Unterschied nicht sehr bedeutend. Die zwei Angus-Absetzer mit Werten unter pH 6 im longissimus dorsi-Muskel lagen im PSE-Bereich (Dufey, 1988). In Analogie zu den tieferen pH48-Werten bei den Angus-Absetzern des vorliegenden Versuches hatte Dufey (1988b) bei Mastmunis

des Typs Angus x Simmental ebenfalls tiefere pH48-Werte gefunden als bei reinen Simmental-Mastmunis. Bei Mastochsen derselben Typen fand er keine Unterschiede (Dufey, 1988a). Für die zwei Absetzer mit Tendenz zu DFD-Fleisch konnte keine Erklärung gefunden werden. Im Vergleich zum Einfluss der Schlachtserie war der Einfluss des Typs gering. Der Einfluss der Schlachtserie konnte mit der gemeinsamen Lagerung und Verarbeitung der Fleischstücke innerhalb derselben Schlachtserie erklärt werden.

Fleischanalysen

Der signifikant tiefere Wasser-Anteil der weiblichen Absetzer im longissimus dorsi-Muskel war mit einem höheren Protein-Gehalt verbunden. Der intramuskuläre Fettgehalt war einerseits vom Jahr und andererseits von der Schlachtserie abhängig. Beide Effekte konnten in Beziehung zum Ausmastgrad und zur Fetteinlagerung stehen. Der höhere Anteil an intramuskulärem Fett im zweiten Versuchsjahr (1999) stimmte gut überein mit dem tieferen Anteil an wertvollen Fleischstücken in diesem Jahr (Kapitel 4.2.7.). Die Tatsache, dass die Absetzer des zweiten Versuchsjahres (1999) das bessere Fleisch-Fett-Verhältnis hatten, liess darauf schliessen, dass die Ausmast in diesem Jahr mit einer besseren Fleischigkeit aber gleichzeitig einem höheren intramuskulären Fettgehalt besser gelungen ist. Der höhere Anteil an Bindegewebsprotein der Herbstgeburten konnte zumindest teilweise damit erklärt werden, dass sie bei der Schlachtung durchschnittlich älter waren. Dufey (1988a) fand bei Weidemast-Ochsen der Rassen Angus höhere intramuskuläre Fettgehalte im m. semimembranaceus (Eckstück) und m. longissimus dorsi (Roastbeef) als bei den entsprechenden Kreuzungen Angus x Simmental. In der vorliegenden Arbeit wurden jedoch keine Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung nach Typ gefunden. Eventuell wurden allfällige Unterschiede im intramuskulären Fettgehalt durch die Schlachtung bei gleichem Ausmastgrad verwischt.

4.2.10. Fettgewebe der Absetzer

Im vorliegenden Versuch wurden mögliche Einflüsse auf den Anteil Bauchhöhlenfett, den Fett- und Sehnenanteil und den intramuskulären Fettgehalt im longissimus dorsi-Muskel untersucht. Auffällig waren die unterschiedlichen signifikanten Effekte (Tabelle 60), trotz einheitlicher Bestimmung des Schlachtzeitpunktes nach Ausmastgrad. Der Effekt des Versuchsjahres konnte mit

unterschiedlichen Bedingungen auf der Weide (Futterqualität, Besatzdichte) am besten erklärt werden. Der Saisoneffekt war korreliert mit der Dauer der Mast insgesamt und entsprach zwei unterschiedlichen Ausmastverfahren: die Absetzer der Herbstgruppe wurden kurz und intensiv ausgemästet bei einer längeren Lebensdauer, die Absetzer der Frühlingsgruppe wurden länger aber weniger intensiv ausgemästet bei einer kürzeren Lebensdauer. Dies führte zu einem tieferen Anteil Bauchhöhlenfett bei der Herbstgruppe. Im ersten Versuchsjahr (1998) wiesen die Absetzer einen höheren Fett- und Sehnenanteil auf und dementsprechend ein tieferes Fleisch-Fett-Verhältnis. Ein gegenläufiger Effekt konnte beim intramuskulären Fettgehalt festgestellt werden, dessen Anteil im longissimus dorsi-Muskel im zweiten Versuchsjahr (1999) höher war. Diese unterschiedlichen Effekte wurden durch die unterschiedliche Fetteinlagerung in Funktion des Geschlechts der Tiere, der Intensität der Fütterung, dem physiologischen Alter der Tiere und der betroffenen Körperteile verursacht (Augustini et al., 1993a und 1993b).

Tabelle 60: Effekte auf Parameter der Fetteinlagerung.

	Geschlecht	Jahr	Saison	Serie
Anteil Bauchhöhlenfett	***	ns	**	ns
Fett- und Sehnenanteil	ns	***	ns	ns
Fleisch-Fett-Verhältnis	ns	***	ns	ns
Intramuskuläres Fett	ns	*	ns	*

4.2.11. Sensorische Fleischqualität der Absetzer

Maltin et al. (1998) gaben eine Übersicht über Einflüsse auf die sensorische Fleischqualität:

- die Muskelfasertypen beeinflussen Zartheit und Saftigkeit
- das intramuskuläre Fett beeinflusst vor allem die Saftigkeit
- das Geschlecht beeinflusst den Gehalt an löslichem und unlöslichem Bindegewebsprotein, welches seinerseits die Zartheit beeinflusst.
- die Sarkomerlänge beeinflusst die Zartheit und hängt ihrerseits stark von der Lagerung des Schlachtkörpers und der Kühlung ab.

In diesem Sinne ist es klar, dass die einfachen Fleischanalysen der vorliegenden Arbeit keine direkten Rückschlüsse auf die sensorische Fleischqualität erlaubten.

Schwarz et al. (1998) erwähnten für Weidemastrinder einen minimalen Gehalt von 2.5 % intramuskulärem Fett im Fleisch, damit die mit einem erhöhten intramuskulären Fettgehalt korrelierten positiven sensorischen Eigenschaften zumindest teilweise erreicht wurden. In diesem Sinn lag der intramuskuläre Fettgehalt bei den Absetzern des vorliegenden Projektes zu tief. Dufey (1988a und 1988b) fand, dass die Einkreuzung von Angus in Simmental die sensorische Fleischqualität gegenüber reinen Simmental signifikant verbessert. Schwarz et al. (1998) fanden einen höheren intramuskulären Fettgehalt im longissimus dorsi-Muskel bei Mastrindern des Typs deutsches Fleckvieh x Angus als bei solchen des Typs reinrassiges Fleckvieh. Zudem war der Anteil des löslichen Bindegewebsproteins höher, wobei letzteres in Beziehung zu einer höheren Zartheit des Fleisches stand. Bei der sensorischen Beurteilung schlossen die Kreuzungen Fleckvieh x Angus insgesamt besser ab als die reinen Fleckvieh-Tiere. Allerdings war der Einfluss unterschiedlicher Mastverfahren grösser als jener des Genotyps. Chambaz et al. (2001b) fanden, dass die sensorische Fleischqualität von Angus-Ochsen bei semi-intensiver Mast signifikant besser war als jene von Simmental-Ochsen. Allerdings attestierten sie auch den Simmental-Ochsen eine gute Fleischqualität. Insgesamt konnte somit erwartet werden, dass die sensorische Fleischqualität der Kreuzungen eher schlechter war als jene der reinen Angus, jedoch besser als jene von reinen Simmental-Tieren.

Aufgrund einer Literaturübersicht und eigener Resultate schlossen Hoving-Bolink et al. (1999), dass eine intensive Mast mit vergleichsweise kurzer Mastdauer zu einer besseren Fleischqualität führte als eine extensive Mast von längerer Dauer. Fleisch von mit Maissilage gemästeten Tieren hatte zudem weniger Lebergeschmack als solches von mit Grassilage gemästeten Tieren. Aberle et al. (1981) fanden beim sensorischen Vergleich des Fleisches von unterschiedlich intensiv gemästeten Mastochsen die schlechtesten Resultate bei extensiv gemästeten Tieren. Das Resultat einer öffentlichen Degustation und einer parallelen objektiven Degustation durch eine geübte Jury an der RAP (Dufey, 1987) weisen auch in diese Richtung: Das Fleisch von schlachtreifen Absetzern wurde leicht schlechter bewertet als das Fleisch von intensiv gemästeten und älteren Munis mit wesentlich höherem Schlachtgewicht. Die Produktion von schlachtreifen Absetzern mit vergleichsweise tiefen Zunahmen und einem dementsprechend tiefen Schlachtgewicht bei relativ hohem Alter bietet wohl

grundlegend eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine geringere sensorische Qualität des Fleisches.

4.2.12. Schlachtkörperwert der Absetzer

Anhand des Schlachtkörperwerts sollten zwei Fragen beantwortet werden:

- Wird der Produzent gemäss dem Marktwert seines Tieres entlohnt bzw. entspricht das Taxationssystem den Margen des Schlacht- und des Zerlegebetriebes?
- Wodurch werden Erlöse und Margen - absolut und relativ - am meisten beeinflusst?

Die CHTAX-Fleischigkeitsklassen wiesen die beste Korrelation mit der Schlachtausbeute auf. Dies war insofern von Bedeutung, als bei höherer Schlachtausbeute weniger Schlachtabfälle zur Entsorgung und mehr verkäufliches Fleisch pro Schlachttier anfielen. Die Schlachtabfälle wurden in der vorliegenden Arbeit bei der Berechnung der Preise und Margen mit fixen Kosten von 0.10 sFr. pro kg Schlachtgewicht berücksichtigt. Dies entsprach Kosten im Bereich von 0.27 sFr. pro kg Schlachtabfälle gemäss der Metzger Treuhand AG (2001a). Bei diesen Grössenordnungen hatte die Schlachtausbeute nur wenig Einfluss auf die durch Schlachtabfälle verursachten Kosten. Die CHTAX-Fleischigkeitsklasse war auch mit Mengenparametern (Lebendgewicht, Schlachtgewicht, Fleischmenge) korreliert. Die Beziehung zum Fleisch-Knochen-Verhältnis war schwach, jene zum Fleischanteil und zum Anteil wertvolle Fleischstücke nicht existent (Tabelle 40). Mit der CHTAX-Fleischigkeitsklasse wurde im vorliegenden Versuch somit die bessere Schlachtausbeute und die insgesamt höhere Menge an Fleisch pro Schlachteinheit belohnt. Dadurch, dass die CHTAX-Einstufung mit relativen Fleischigkeitsparametern nur wenig korreliert war, ergaben sich über die Preisdifferenzierung negative Korrelationen zwischen den Fleischigkeitsklassen und den Margen des Schlacht- und Zerlegebetriebs pro kg kaltes Schlachtgewicht. Damit stellte sich die Frage, wie gut sich das CHTAX-Einstufungssystem im vorliegenden Fall für die Bezahlung nach Schlachtgewicht eignete. Unabhängig von der CHTAX-Einstufung konnte als bester Massstab für den Wert des Schlachtkörpers der absolute und der relative Bruttoerlös (pro kg kaltes Schlachtgewicht) des Schlachtkörpers „von Metzger zu Metzger“ benutzt werden. Diese beiden Parameter, unter Berücksichtigung der Schlachtabfälle, sollten sich auch in der CHTAX-Einstufung

und dem daraus resultierenden Ankaufspreis des Tieres widerspiegeln. Die besseren Resultate der weiblichen Absetzer pro kg kaltes Schlachtgewicht aufgrund des höheren Anteils an wertvollen Fleischstücken könnten durchaus eine systematische Ursache haben. Falls der Geschlechtseffekt generell auftritt (Schläpfer, 1988), müssten weibliche Tiere bei gleichem Schlachtgewicht eher leicht besser, auf jeden Fall jedoch nicht schlechter bezahlt werden. Der Unterschied zwischen den weiblichen Absetzern und den Ochsen betrug 0.13 sFr. pro kg kaltes Schlachtgewicht zugunsten der weiblichen Absetzer auf der Stufe des Zerlegebetriebes.

Die F1-Absetzer erzielten auf allen Stufen deutlich höhere Bruttoerlöse und Bruttomargen pro Schlachtkörper als die Angus-Absetzer, vor allem auf Grund des höheren Schlachtgewichts. Bei den relativen Bruttoerlösen und Bruttomargen pro kg Schlachtgewicht waren die Unterschiede zwischen den beiden Typen klein.

4.2.13. Wirtschaftliche Würdigung

Die Alpung der Herbstkälber scheint insgesamt wenig interessant, da mit einer längeren Mastdauer und höheren Kosten in der Ausmast gerechnet werden muss, falls marktkonforme Schlachtkörper der Fettklasse 3 das Ziel sind. Zudem scheint es in jeder Hinsicht unmöglich, einen jährlichen Produktionszyklus beizubehalten. Ein weiterer Vorteil der Frühlingstiere liegt darin, dass die Mutterkuh während der Phase der hohen Milchleistung geweidet werden kann und trotz erhöhtem Bedarf mit verhältnismässig günstigem Weidegras ernährt werden kann. Estermann (2001) kam aufgrund der Auswertung der Weidedaten zu einem ähnlichen Schluss. Gleichzeitig kann ein positiver Effekt des tieferen Alters der im Frühling geborenen Absetzer bei der Schlachtung auf die sensorische Fleischqualität erwartet werden. Die Angus-Absetzer wurden insgesamt schneller schlachtreif als die F1-Absetzer, was je nach Art der Vermarktung ein entscheidender Vorteil sein kann.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

5.1. ALLGEMEIN

Die Produktion von schlachtreifen Absetzern in der durch den Produktionszyklus vorgegebenen Zeitspanne wurde im vorliegenden Versuch nicht erreicht. Dies lag vor allem an den harten Bedingungen auf der steilen und auf 2000 m ü. Meer gelegenen Alp Weissenstein. Die Absetzer der Rasse Angus wurden unter diesen extensiven Bedingungen insgesamt schneller schlachtreif als die Kreuzungstiere Angus x Simmental, trotz der tieferen Milchleistung der Angus-Kühe. Für die Label-Produktion, bei der eine gewisse Altersgrenze bei der Schlachtung nicht überschritten werden darf, eignen sich Angus-Absetzer bei schlechten Bedingungen somit eher besser. Die Erwartung, dass die höhere Milchleistung der Simmental-Kühe allenfalls die Mastdauer der F1-Kreuzungen im Vergleich zu den reinen Angus verkürzen könnte, wurde nicht bestätigt. Grundsätzlich ergaben sich die folgenden Verbesserungsmöglichkeiten, wobei die Massnahmen entsprechend ihrer Durchführbarkeit aufgeführt sind:

- Produktion von Mastremonten anstelle von schlachtreifen Absetzern.
- Nutzung von Alpen in tieferer Lage und mit besseren Weidebeständen.
- Besseres Weidemanagement auf der Alp mit kleineren Weideschlägen.
- Intensive Endmast im Tal.
- Intensive Fütterung der im Herbst geborenen Kälber nach der Geburt im Tal, vor Weide und Alpung.

Die Ende Winter bis Frühling geborenen Tiere wurden insgesamt schneller schlachtreif und eigneten sich deshalb besser für die Alpung. Sie profitierten auf der Alp von der noch hohen Milchleistung der Mutter und waren dadurch weniger auf das Futterangebot der Alpweiden angewiesen. Zudem kamen diese Absetzer jünger ins Tal, womit mehr Zeit für die Ausmast blieb. Eine rechtzeitige Ausmast für die Produktion von schlachtreifen Absetzern scheint aufgrund des vorliegenden Versuches allerdings auch bei Frühlingsgeburten nur bei sehr guten Alpungsbedingungen möglich zu sein. Steinwender und Gold (1989) empfahlen aufgrund eigener Versuche die Periode von Mitte Januar bis Mitte März als besten Zeitraum für die Kalbungen. Sie erwähnten neben den besseren ernährungsphysiologischen Bedingungen für die Kälber auch arbeitswirtschaftliche Vorteile.

Die F1-Absetzer profitierten von einem höheren Wachstumspotential – dies zeichnete sich schon mit den höheren Geburtsgewichten ab -, von der höheren Milchleistung ihrer Mütter sowie von Heterosiseffekten (Morris et al., 1993). Die F1-Kreuzungen waren in allen wirtschaftlich relevanten Output-Merkmalen des Mast- und Schlachtleistungskomplexes den reinen Angus-Absetzern überlegen oder zumindest ebenbürtig. Der Versuch deutet darauf hin, dass die gute Milchleistung, die zur Produktion von schlachtreifen Absetzern benötigt wird, sehr gut mit fleischbetonten Zweinutzungsrasen eingebracht werden kann. Dadurch kann die langwierige züchterische Verbesserung von maternalen Eigenschaften bei Fleischerassen umgangen werden. Als zusätzlicher Vorteil können bei Kreuzungsprodukten positive Heterosiseffekte erwartet werden. Allerdings benötigen die Simmental-Kühe und deren F1-Absetzer einen höheren Input an Futtermitteln: einerseits aufgrund der höheren Tiergewichte, andererseits aufgrund der im Vergleich höheren indirekten Produktion über den Weg Futter-Milchproduktion-Wachstum (Estermann, 2001).

Die Taxation nach CHTAX-Fleischigkeitsklassen hat die schwereren Absetzer und damit insbesondere die Ochsen und die F1-Absetzer bevorteilt. Dabei konnte das Fleisch-Knochen-Verhältnis jedoch nicht befriedigend geschätzt werden. Der eigentlich zu schätzende Fleischanteil (Schläpfer, 1988) schwankte vor allem in Funktion des Fett- und Sehnenanteils im Schlachtkörper, der mit der Fettklasse nicht erfasst werden konnte. In diesem Versuch wäre für die Absetzer eine Bezahlung nach Schlachtgewicht mit Zuschlägen für schwerere bzw. Abzügen für leichtere Tiere genauso berechtigt gewesen wie die vorgenommene Bezahlung nach CHTAX-Fleischigkeitsklassen. Die weiblichen Absetzer erzielten bei den wertvollen Fleischstücken bei beiden genetischen Typen leicht bessere Resultate als die Ochsen.

5.2. FOLGERUNGEN FÜR DIE PRAXIS: PRODUKTION VON SCHLACHTREIFEN ABSETZERN MIT KÜHEN DES ZWEINUTZUNGSTYPUS

Im Gegensatz zu Ländern mit räumlich getrennter Fleisch- und Milchproduktion besteht in der Schweiz die Möglichkeit zur weitgehenden Arbeitsteilung zwischen Milchvieh- und Fleischerhaltung. Remonten aus Milchproduktionsbetrieben,

seien es Zweinutzungstypen oder F1-Kreuzungen zwischen Milch- und Fleischrassen (Korn und Langholz, 1986), würden sich insbesondere zur Produktion von schlachtreifen Absetzern bestens eignen. Der vorliegende Versuch zeigte mögliche Vorteile eines solchen Systems bezüglich Mast- und Schlachtleistung auf. Die verwendete Mutterlinie sollte im Idealfall die folgenden Eigenschaften kombinieren:

- gute Milchleistung
- gute Mast- und Schlachtleistung
- Frühreife
- eher kleinrahmig
- gute Fleischqualität
- gute Fruchtbarkeit

Die eingesetzte Vaterlinie sollte möglichst die folgenden Eigenschaften einbringen:

- sehr gute Mast- und Schlachtleistung
- eher frühreif aber dennoch möglichst grossrahmig
- gute Fleischqualität

Mögliche Zwei- oder Dreiweg-Kreuzungen zur wirtschaftlichen Produktion von schlachtreifen Absetzern (aber auch von Mastremonten) unter Schweizer Bedingungen sollten so rasch wie möglich evaluiert werden. Mittel- und langfristig könnten damit z.B. bei den schlachtreifen Absetzern zwei bis drei Kreuzungskombinationen mit anerkannt guten Eigenschaften grösstenteils die Vielfalt der heute eingesetzten Rassen ersetzen. Davon hätten alle Beteiligten Vorteile (Davis et al., 1983):

- Der Produzent würde über ein Tiermaterial verfügen, welches aufgrund der konstanten Blutanteile definierte Eigenschaften hat und bei entsprechender Haltung einen guten Erlös garantiert. Heterosiseffekte könnten bei F1-Muttertieren für überdurchschnittliche Fruchtbarkeit und bei den Masttieren für überdurchschnittliche Leistungen sorgen.
- Der Verwerter würde ein bezüglich Schlachtausbeute, Fleischanteil und Ausmastgrad optimiertes Schlachtier erhalten.
- Der Konsument könnte ein Produkt mit guter sensorischer Fleischqualität kaufen.

Die eigentliche Zuchtarbeit in der Mutterkuhhaltung könnte sich auf die Produktion von sogenannten „Terminal Sires“ in Reinzuchtbetrieben beschränken. Ein grosser

Teil der benötigten Mutterkühe könnten Zweinutzungstypen oder Kreuzungen Fleischrasse x Milchrasse aus Milchviehbetrieben sein.

5.3. PROBLEMATIK DES SCHLACHTREIFEN ABSETZERS IN DER SCHWEIZ

Die Produktion von schlachtreifen Absetzern ist in der Schweiz verbreitet. International findet sie wenig Beachtung. Hinsichtlich einer sensorisch optimalen Fleischqualität weist die in der Schweiz etablierte Produktionsform einige systembedingte Nachteile auf:

- Die eher extensive Mast führt zu einer sensorisch schlechteren Fleischqualität als die intensive Mast derselben Tiere (Aberle et al., 1981).
- Die kurze Mastdauer und die geringen Zunahmen erschweren das Erreichen eines optimalen Ausmastgrades.
- Gemäss gewissen Autoren führt die Mast mit Gras und Grassilage im Vergleich zur Mast mit Maissilage zu einer sensorisch eher schlechteren Fleischqualität (Hoving-Bolink et al., 1999).

Auch Dufey (1987) stellte fest, dass bei schlachtreifen Absetzern nicht in jedem Fall eine bessere sensorische Fleischqualität als bei der konventionellen Mast zu erwarten ist. Zur Zeit werden schlachtreife Absetzer in der Schweiz insbesondere mit Argumenten bezüglich Tierhaltung und Ökologie vermarktet. Falls die sensorische Fleischqualität in Zukunft vermehrt an Bedeutung gewinnt, so kann man sich Optimierungsmaßnahmen in den folgenden Bereichen vorstellen:

- Einsatz von Mutterkühen mit höherer Milchleistung
- Verbesserte Qualität des Futterangebots
- Intensivierte Endmast
- Gezielte Rassenwahl bzw. Rassenkombination unter Berücksichtigung der Frühreife

Unter diesen Gesichtspunkten kann die Produktion von schlachtreifen Absetzern weiter optimiert werden. Demzufolge besteht noch Handlungs- und Forschungsbedarf.

6. LITERATURVERZEICHNIS

- Aberle, E.D., Reeves, E.S., Judge, M.D., Hunsley, R.E. und Perry, T.W. (1981): Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. *J. Anim. Sci.* 52 (4) 757-763.
- Ansotegui, R.P., Havstad, K.M., Wallace, J.D. und Hallford, D.M. (1991): Effects of milk intake on forage intake and performance of suckling range calves. *J. Anim. Sci.* 69, 899-904.
- Archer, J. A., Herd, R.M., Arthur, P.F. und Parnell, P.F. (1998): Correlated responses in rate of maturation and mature size of cows and steers to divergent selection for yearling growth rate in Angus cattle. *Livest. Prod. Sci.* 54, 183-192.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz F.J. und Kirchgessner, M. (1992): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. *Fleischwirtsch.* 72 (12) 1706-1711.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz F.J. und Kirchgessner, M. (1993a): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 3. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Färsenschlachtkörpern. *Fleischwirtsch.* 73 (5) 595-599.
- Augustini, C., Branscheid, W., Schwarz F.J. und Kirchgessner, M. (1993b): Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 3. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Ochseneschlachtkörpern. *Fleischwirtsch.* 73 (9) 1058-1066.
- Bauernzeitung vom 23.2.2001, 90. Jahrg. (8) 40, Schweizer Agrar-Medien GmbH, Bern.
- Berweger, M. (1998): Populationsparameter und Zuchtwerte für Gewichtsmerkmale bei Fleischrindern in der Schweiz. Diss. ETH Nr. 12619.
- Chambaz, A., Morel, I., Scheeder, M.R.L., Kreuzer, M. und Dufey, P.-A. (2001a): Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat. 1. Growth performance and carcass quality. *Arch. Tierz.* 44 (4) 395-411

- Chambaz, A., Kreuzer, M., Scheeder, M.R.L. und Dufey, P.-A. (2001b): Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at a target level of intramuscular fat. 2. Meat quality. Arch. Tierz. (eingereicht).
- Chambers, J.M. und T.J. Hastie (1996): Statistical Models in S. AT & T Bell Laboratories, London.
- Dufey, P.-A. (1987): Comparaison de trois types de viande bovine provenant de différents modes d'engraissement pratiqués en Suisse. Revue suisse agric. 19 (5) 239-242.
- Dufey, P.-A. (1988a): Fleischqualität von Ochsen im Test - ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei extensiver Weidemast. Landwirtsch. Schweiz 1 (3) 187-191.
- Dufey, P.-A. (1988b): Fleischqualität von Jungmuni im Test: ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei Stallmast. Landwirtsch. Schweiz 1 (6) 337-341.
- Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement (1995): Schlachtgewichtsverordnung (SGV) vom 3. März 1995. AS 1995 1739, SR 817.190.4. <http://www.admin.ch/ch/d/sr/sr.html>
- Essl, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Österreichischer Agrarverlag, Wien, ISBN 3-7040-0859-1.
- Estermann, B.L. (2001): Nutrient cycling in suckler beef systems including alpine grazing: Breed and calving season effects and comparison with other livestock system options. Diss. ETH Nr. 14228.
- Hinks, C.E., Hunter, E.A., Lowman, B.G. und Scott, N.A. (1999): Effect of breed type, sex, method of rearing, winter nutrition and subsequent grazing treatment on lifetime performance and carcass composition in a 20-month beef system: carcass characteristics. J. Anim. Sci. 69, 465-472.
- Hirooka H., Groen, Ab F. und van der Werf, J.H.J. (1998): Estimation of additive and non-additive genetic parameters for carcass traits on bulls in dairy, dual purpose and beef cattle breeds. Livest. Prod. Sci. 54, 99-105.
- Hoving-Bolink, A.H., Hanekamp, W.J.A und Walstra, P. (1999): Effects of diet on carcass, meat and eating quality of once-bred Piemontese x Friesian heifers. Livest. Prod. Sci. 57, 267-272.
- Korn, v. St. und Langholz, H.-J. (1986). Mutterkuhhaltung mit Einfachgebrauchskreuzungen. Züchtungskunde 58 (5), 349-363.
- Littell, R.C., Henry, P.R. und Ammermann, C.B. (1998): Statistical Analysis of repeated measures data using SAS procedures. J. Anim. Sci. 76, 1216-1231.
- Maltin, C.A., Sinclair, K.D., Warris, P.D., Grant, C.M., Porter, A.D., Delday, M.I. und Warkup, C.C. (1998): The effects of age at slaughter, genotype and finishing system on

- the biochemical properties, muscle fibre type characteristics and eating quality of bull beef from suckled calves. *J. Anim. Sci.* 66, 341-348.
- MathSoft (1995): S-PLUS Guide to Statistical and Mathematical Analysis, Version 3.3. Seattle.
- McMorris M.R. und Wilton, J.W. (1986): Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. *J. Anim. Sci.* 63, 1361-1372.
- Metzger-Treuhand AG (2001a): Entsorgungskosten bei Lohnschlachtungen, Hausschlachtungen, Arbeiten für Selbstvermarkter. Merkblatt der Metzger-Treuhand AG, Dübendorf.
- Metzger-Treuhand AG (2001b): Persönliche Mitteilung durch Hr. J. Müller.
- Michel, A. (1988): Einfluss von Aufzuchtintensität, Erstkalbealter und Alpung auf Wachstum und Milchleistung von Rindern unterschiedlicher Zuchtrichtung. Diss. ETH Nr. 8533.
- Münger A. (1997): Energie- und Stickstoffverwertung bei Milchkühen verschiedener Rassen. Diss. ETH Nr. 11929.
- Morris, C.A., Baker, R.L., Hickey, S.M., Johnson, D.L., Cullen, N.G. und Wilson, J.A. (1993). Evidence of genotype by environment interaction for reproductive and maternal traits in beef cattle. *J. Anim. Prod.* 56, 69-83.
- Pinheiro, J.C. und Bates, D.M. (2000a): NLME Software for mixed effect models. Version 3.3. vom 12.6.2000. <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/departments/sia/NLME/index.html>.
- Pinheiro, J.C. und Bates, D.M. (2000b): Mixed-Effects Models in S and S-PLUS. Springer-Verlag, New York, ISBN 0-387-98957-9.
- RAP (1999): Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. Überarbeitete Auflage. 327 S. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale Zollikofen.
- Reimann, W., Schwarz, F.J., Augustini C., Heindl, U., Otto, R. und Kirchgessner, M. (1994a): Zum Einfluss von Fütterungsintensität und Geschlecht auf die Nährstoffgehalte in kompletten Teilstücken wachsender Mastrinder der Rasse deutsches Fleckvieh. 1. Keule, Filet, Fehl- und Hochrippe. *Fleischwirtsch.* 74 (2) 184-188.
- Reimann, W., Schwarz, F.J., Augustini C., Heindl, U., Otto, R. und Kirchgessner, M. (1994b): Zum Einfluss von Fütterungsintensität und Geschlecht auf die Nährstoffgehalte in kompletten Teilstücken wachsender Mastrinder der Rasse deutsches Fleckvieh. 2. Fleischdünnung, Knochendünnung, Brust, Spannrippe, Bug, Kamm und Hessen. *Fleischwirtsch.* 74 (3) 331-335.

- Reynolds, C.K. und Tyrrell, H.F. (2000): Energy metabolism in lactating beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78, 2696-2705
- Sakamoto, Y., Ishiguro, M. und Kitagawa, G. (1986). Akaike Information Criterion Statistics, Reidel, Dordrecht, Niederlande.
- Scharf, G. (1998): Untersuchungen zur Epidemiologie und Prophylaxe von Endoparasitosen bei Kälbern und Kühen in Schweizer Mutterkuhhaltungen. Diss. Univ. Zürich
- Schlöpfer, E. (1988): Bewertung und Einschätzung von Schlachttieren der Kategorien Kühe, Jungbullen und Kälber unter schweizerischen Verhältnissen. Diss. ETH Nr. 8560.
- Schwager-Suter, R., Stricker, C., Erdin, D. und Künzi, N. (2001): Quantification of changes in body weight and body condition scores during lactation by modelling individual energy balance and total net energy intake. *J. Anim. Sci.* 72, 325-334.
- Schwarz, F.J., Augustini, C. und Kirchgessner, M. (1998): Gewichtsentwicklung sowie Schlachtkörper und Fleischqualität von Fleckvieh- und Angus x Fleckvieh-Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. *Züchtungskunde* 70 (1) 61-74.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *Anal. of Statistics* 6, 461-464.
- Searle, S.R., Casella, G., McCulloch, C.E. (1992): Variance components. Wiley & Sons, New York.
- Sinclair, K.D., Yildiz, S., Quintans, G. und Broadbent, P.J. (1998): Annual energy intake and the performance of beef cows differing in body size and milk potential. *J. Anim. Sci.* 66, 643-655.
- Steen, R.W.J., Gordon, F.J., Dawson, L.E.R., Park, R.S., Mayne, C.S., Agnew, R.E., Kilpatrick, D.J. und Porter, M.G. (1998): Factors affecting the intake of grass silage by cattle and prediction of silage intake. *J. Anim. Sci.* 66, 115-127.
- Steinwender, R. und Gold, H. (1989): Produktionstechnik und Gebrauchskreuzungen in der Mutterkuhhaltung. *Bodenkult.* 40 (4) 335-354.
- Verband Schweizer Metzgermeister (1986): Lehrbuch für Metzger. Erste Aufl., Verband Schweizer Metzgermeister.
- SVAMH (1999): 19. Jahresbericht der Schweizerischen Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhhalter, Brugg.
- SVAMH (2000): Homepage der schweizerischen Vereinigung der Ammen- und Mutterkuhhalter, [http:// www.svamh.ch](http://www.svamh.ch).
- Tschümperlin, K. (1996): Schätzung der Körperzusammensetzung am lebenden Rind. Diss. ETH Nr. 11447.
- Unbekannt (1988): Schweizerisches Lebensmittelbuch. EDMZ, Bern.

- USDA (1999): Statistics of cattle, hogs and sheep. [http:// www.usda.gov/ nass/ pubs/ agr99/ acro99.htm](http://www.usda.gov/nass/pubs/agr99/acro99.htm)
- Venables, W.N. und Ripley, B.D. (1999): Modern Applied Statistics with S-PLUS. 3. Ausgabe, Springer, New York.
- Wagner, M.W., Havstad, K.M., Doornbos, D.E. und Ayers, E.L. (1986): Forage intake of rangeland beef cows with varying degrees of crossbred influence. *J. Anim. Sci.* 63, 1484-1490.

ANHANG

Bedeutung der Spaltenüberschriften in den Tabellen des Anhangs

μ = Mittelwert

σ = Standardabweichung

A = Angus-Absetzer

F1 = F1-Absetzer Angus x Simmental

w = weibliche Absetzer

m = männliche Absetzer (Ochsen)

H = im Herbst geborene Absetzer (Oktober, November, Dezember und Januar)

F = im Frühling geborene Absetzer (Februar, März und April)

Anhang 1: Resultate der Mast- und Schlachtleistung - Mittelwert und Standardabweichung sowie Mittelwert nach Typ, Geschlecht und Geburtssaison

Merkmal	$\mu \pm \sigma$	Typ		Geschlecht		Saison	
		A	F1	w	m	H	F
81 Datensätze							
Geburtsgewicht (kg)	39.1 \pm 6.0	37.7	40.5	37.5	40.4	38.5	39.9
78 Datensätze							
Alter (Tage)	344 \pm 31	339	349	336	351	357	328
Lebendgewicht (kg)	370 \pm 48	350	389	342	393	384	352
Schlachtgewicht (kg)	185.5 \pm 27.2	173.9	197.1	169.2	199.4	193.4	175.7
Schlachtausbeute (%)	50.1 \pm 1.8	49.6	50.6	49.4	50.7	50.3	49.8
Bauhöhlenfett (kg)	8.5 \pm 2.1	7.9	9.1	9.0	8.1	8.0	9.2
Bauhöhlenfett (%)	2.3 \pm 0.6	2.3	2.4	2.6	2.1	2.1	2.6
pH1	6.7 \pm 0.3	6.6	6.7	6.7	6.6	6.7	6.7
T1 (° Celsius)	33.7 \pm 3.1	33.7	33.6	32.6	34.6	33.7	33.7
LTZ (g)	962 \pm 106	924	1000	910	1006	969	953
NTZ (g)	482 \pm 61	458	507	449	511	488	475
72 Datensätze							
pH48	5.6 \pm 0.2	5.6	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6
T48 (° Celsius)	1.8 \pm 1.5	1.9	1.6	1.8	1.7	1.7	1.9
kalte, linke Schlachthälfte (kg)	91.2 \pm 13.3	85.9	96.8	83.3	97.8	95.5	86.6
Fleisch (kg)	62.7 \pm 9.6	58.7	66.9	57.4	67.2	66.1	59.1
Fett und Sehnen (kg)	9.5 \pm 1.8	9.2	9.8	8.8	10.1	9.7	9.4
Knochen (kg)	18.4 \pm 2.8	17.4	19.5	16.7	19.8	19.2	17.6
Fleischanteil (%)	69.2 \pm 1.5	68.8	69.5	69.2	69.1	69.6	68.7
Fett- u. Sehnenanteil (%)	10.5 \pm 1.6	10.8	10.2	10.6	10.5	10.2	10.9
Knochenanteil (%)	20.3 \pm 1.0	20.3	20.2	20.2	20.4	20.2	20.4
FKV	3.42 \pm 0.20	3.39	3.44	3.44	3.40	3.46	3.38
Fleisch-Fett-Verhältnis	6.73 \pm 1.14	6.55	6.93	6.68	6.78	6.98	6.48
wertvolles Fleisch (kg)	19.0 \pm 2.9	17.5	20.6	17.6	20.2	20.0	18.0
AwF (%)	30.3 \pm 1.1	29.8	30.8	30.7	30.0	30.2	30.4
Kühlverlust (%)	1.5 \pm 1.0	1.4	1.6	1.5	1.5	1.6	1.4
Schwund (%)	0.6 \pm 0.7	0.6	0.6	0.5	0.7	0.6	0.6

LTZ = Lebendtageszunahmen, NTZ = Nettotageszunahmen, FKV = Fleisch-Knochen-Verhältnis, AwF = Anteil wertvolle Fleischstücke in Prozent der gesamten Fleischmenge

Anhang 2: Gewicht der einzelnen Teilstücke der linken Schlachtkörperhälfte in kg (72 Datensätze) - Mittelwert und Standardabweichung sowie Mittelwert nach Typ, Geschlecht und Geburtssaison

Merkmal	$\mu \pm \sigma$	Typ		Geschlecht		Saison	
		A	F1	w	m	H	F
Vorderviertel							
Hohrücken (kg)	1.65 ± 0.31	1.59	1.71	1.47	1.80	1.75	1.54
dicke Schulter (kg)	1.85 ± 0.29	1.76	1.95	1.66	2.01	1.93	1.77
Schulterfilet (kg)	0.85 ± 0.13	0.80	0.90	0.80	0.90	0.88	0.82
Schulterspitz (kg)	1.36 ± 0.25	1.23	1.49	1.24	1.46	1.43	1.28
Brustspitz (kg)	1.57 ± 0.29	1.46	1.69	1.46	1.66	1.68	1.45
Brustkern (kg)	1.49 ± 0.29	1.40	1.59	1.38	1.59	1.58	1.40
Hals (kg)	1.86 ± 0.43	1.68	2.05	1.63	2.06	1.98	1.73
Bug, Schenkel und Deckel (kg)	4.90 ± 1.13	4.50	5.33	4.37	5.35	5.42	4.36
Hals- und Hohrücken-deckel (kg)	4.01 ± 0.83	3.74	4.29	3.44	4.48	4.28	3.71
Federstück (kg)	2.96 ± 0.63	2.75	3.18	2.65	3.22	2.98	2.93
Lempen (kg)	6.08 ± 1.01	5.80	6.38	5.67	6.43	6.13	6.03
Fleischabschnitte (kg)	5.25 ± 1.65	5.07	5.44	4.89	5.55	5.60	4.88
Fett- und Sehnen (kg)	5.47 ± 1.04	5.29	5.66	5.15	5.75	5.53	5.42
Knochen der Laffe (kg)	3.48 ± 0.61	3.26	3.70	3.07	3.82	3.61	3.33
Knochen ohne Laffe (kg)	6.50 ± 0.97	6.25	6.76	5.98	6.94	6.83	6.15
Hinterviertel							
Filet (kg)	1.21 ± 0.20	1.11	1.32	1.14	1.27	1.28	1.14
Roastbeef (kg)	3.61 ± 0.61	3.26	3.97	3.41	3.78	3.76	3.45
Huft (kg)	1.74 ± 0.30	1.58	1.91	1.60	1.86	1.82	1.66
runder Mocken (kg)	1.34 ± 0.26	1.21	1.48	1.22	1.43	1.41	1.26
Eck- und Mittelstück (kg)	3.73 ± 0.60	3.44	4.04	3.45	3.97	3.95	3.50
flache Nuss (kg)	1.27 ± 0.18	1.20	1.35	1.20	1.33	1.31	1.23
runde Nuss (kg)	1.19 ± 0.20	1.11	1.27	1.09	1.27	1.23	1.14
Unterspälte (kg)	3.26 ± 0.53	2.98	3.55	3.03	3.45	3.44	3.07
Eckstückdeckel, Vorschlagschale und weisses Stück (kg)	2.31 ± 0.43	2.16	2.48	2.12	2.48	2.42	2.20
Huftdeckel (kg)	0.65 ± 0.14	0.61	0.68	0.61	0.67	0.70	0.59
Rosenstück (lkg)	1.34 ± 0.20	1.26	1.41	1.24	1.42	1.37	1.30
Huftzapfen (kg)	0.30 ± 0.06	0.30	0.30	0.27	0.31	0.32	0.27
Schenkel (kg)	1.29 ± 0.20	1.23	1.35	1.185	1.38	1.36	1.22
Fleischabschnitte (kg)	5.67 ± 1.15	5.50	5.84	5.19	6.07	6.11	5.19
Fett und Sehnen (kg)	4.04 ± 0.89	3.93	4.16	3.66	4.37	4.12	3.96
Knochen des Nierstücks (kg)	2.10 ± 0.33	2.00	2.21	1.91	2.26	2.17	2.03
Knochen ohne Nierstück (kg)	6.31 ± 1.01	5.85	6.79	5.76	6.77	6.55	6.05

Anhang 3: Analysedaten der Proben aus dem longissimus dorsi-Muskel in Prozent der gesamten Probemasse (67 Datensätze) - Mittelwert und Standardabweichung sowie Mittelwerte nach Typ, Geschlecht und Geburtssaison

Merkmal	$\mu \pm \sigma$	Typ		Geschlecht		Saison	
		A	F1	w	m	H	F
Wasser (%)	74.7 \pm 0.8	74.8	74.5	74.4	74.9	74.6	74.8
Mineralstoffe (%)	1.2 \pm 0.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Fett ^s (%)	1.5 \pm 0.7	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	1.6
Gesamtprotein (%)	22.0 \pm 0.5	21.9	22.1	22.1	21.8	22.2	21.8
Bindegewebsprotein (%)	0.5 \pm 0.1	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4

^sDiese Werte sind nicht normalverteilt. Die Aussagekraft der Mittelwerte und der Standardabweichung sind deshalb reduziert.

LEBENS LAUF

Name und Vorname: Erdin Daniel Kurt

Geboren: 24. Juli 1962

Heimatort: Gansingen (AG)

Primarschule: 1969 - 1974 Gränichen (AG)

Bezirksschule: 1974 - 1978 Gränichen (AG)

Mittelschule: 1979 - 1982 Alte Kantonsschule Aarau

Abschluss: Matura Typus A

Studium:

1982 - 1983 10 Monate landwirtschaftliches Praktikum in Oron-la-Ville, Kanton Waadt

1983 - 1990 Agronomiestudium an der ETH Zürich, Fachrichtung Nutztierwissenschaften.

1990 Diplom als Ingenieur Agronom ETH, Fähigkeitsausweis für das Lehramt an landwirtschaftlichen Schulen

Berufliche Tätigkeit:

1990 Unterrichtsassistent für Tierernährung an der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft in Zollikofen, Bereich Tierernährung (3 Monate)

1990 Assistent am Institut für Nutztierwissenschaften der ETHZ, Gruppe Ernährungsbiologie (5 Monate)

1991 - 1996 Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Landwirtschaftsdepartement des Kantons Freiburg, Geschäftsführer dreier kantonaler Tierzuchtverbände

1996 - 2001 Oberassistent der Gruppe Tierzucht am Institut für Nutztierwissenschaften der ETH Zürich, Sektorleiter Rindvieh auf der Forschungsstation Chamau der ETH Zürich