

Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf Futteraufnahme und Mastleistung bei Fleckvieh-Tieren

A. STEINWIDDER

1. Einleitung

Im Berggebiet führt die Abnahme der Milchwirtschaft zur Freisetzung von Grünlandflächen. Eine Möglichkeit der Nutzung dieser Flächen stellt die Mast von Ochsen und Kalbinnen dar.

Die Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Fleckviehtieren wird wesentlich von der Fütterungsintensität, Kategorie (Geschlecht) und Mastdauer bestimmt (CROUSE et al. 1985, DUFEY 1988, SCHWARZ und KIRCHGESSNER 1990, SCHWARZ et al. 1992, SCHWARZ et al. 1995; AUGUSTINI et al. 1992, AUGUSTINI et al. 1993 a und b, STEINWIDDER et al. 1996, SCHWARZ et al. 1998). Diese Faktoren beeinflussen, neben den förderungspolitischen Rahmenbedingungen, die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit der Produkte sowohl in der Erzeugung als auch am Markt.

In einem Kooperationsprojekt der Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg (BVW) und Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein (BAL) wurden daher Fragen zur Mast von Kalbinnen und Ochsen auf der Grundfutterbasis Grassilage bearbeitet. Neben dem Einfluss des Geschlechts wurden auch die Einflüsse des Fütterungsregimes (Kraftfuttermittelversorgung)

und der Mastendmasse auf die Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit untersucht. Um auch einen Vergleich mit intensiven Mastverfahren auf der Grundfutterbasis Maissilage treffen zu können, wurde zusätzlich je eine Versuchsgruppe von Kalbinnen, Ochsen und Stieren mit Maissilage und Kraftfutter gemästet. In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse der Futteraufnahme und Mastleistung dargestellt. Weitere Mitteilungen behandeln Schlachtleistung und Fleischqualität sowie Wirtschaftlichkeit.

2. Versuchstiere und Methoden

Versuchsplan

Der Versuchsplan sah den Vergleich verschiedener Tierkategorien (Kalbinnen, Ochsen, Stiere) bei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten (hoch, niedrig, extensiv) und Grundfuttermitteln (Grassilage, Maissilage) vor. Bei Kalbinnen und Ochsen wurden jeweils alle drei Fütterungsintensitäten geprüft, wobei Grassilage als Grundfutter diente (2-faktorielle Versuchsanordnung). Um einen Vergleich zu praxisüblichen Mastverfahren anstellen zu können, wurden neben Kalb-

innen und Ochsen auch Stiere in den Versuch genommen, wobei Maissilage mit relativ hohem Kraftfutterniveau zur Anwendung kam (Tabelle 1).

Zu Versuchsbeginn wurden an zwei Terminen 81 Tiere zufällig auf die neun Versuchsgruppen aufgeteilt. Innerhalb der Grassilagegruppen wurde die Fütterungsintensität durch unterschiedlich hohe Kraftfutterergänzung differenziert (Tabelle 2). Je eine Gruppe der Kalbinnen und Ochsen erhielt von Mastbeginn bis Mastende eine von 1,5 auf 3,5 kg T pro Tier und Tag steigende Kraftfuttermenge (K_{hoch} bzw. O_{hoch}). Den Tieren der Versuchsgruppen $K_{niedrig}$ und $O_{niedrig}$ wurde im gesamten Versuch konstant 1,5 kg T Kraftfutter pro Tier und Tag vorgelegt. Im Gegensatz dazu erhielten die Tiere der Gruppen $K_{extensiv}$ und $O_{extensiv}$ bis 400 bzw. 450 kg Lebendmasse ausschließlich Grassilage (kein Kraftfutter) und erst in der Endmast 3 kg T Kraftfutter pro Tag angeboten. Die Umstellung auf das Kraftfutter wurde in diesen Gruppen schonend durchgeführt (langsame Steigerung der Kraftfuttermenge über zwei Wochen).

In allen drei Tierkategorien mit Maissilage wurde die Kraftfutterzulage im Mastverlauf ebenfalls von 1,5 auf 3,5 kg T/

Tabelle 1: Versuchsplan

Gruppe		K_{hoch}	O_{hoch}	$K_{niedrig}$	$O_{niedrig}$	$K_{extensiv}$	$O_{extensiv}$	$K_{Maissil}$	$O_{Maissil}$	$S_{Maissil}$
Grundfutter	kg	Grassilage ad libitum				Maissilage ad libitum				
Tierkategorie		Kalbin	Ochse	Kalbin	Ochse	Kalbin	Ochse	Kalbin	Ochse	Stier
Kraftfutterintensität		hoch		niedrig		extensiv – intensiv		hoch	hoch	hoch
Kraftfutter	kg T/Tag	1,5 – 3,5		1,5		0 – 3,0		1,5 – 3,5		
Lebendmasse-Beginn	kg	185	185	185	185	185	185	185	185	185
Lebendmasse-Ende ¹⁾	kg	450 – 570	500 – 620	450 – 570	500 – 620	450 – 570	500 – 620	450 – 570	500 – 620	570 – 690
Anzahl Tiere		10	10	10	10	10	10	7	7	7

¹⁾ Serielle Schlachtung

Autor: Dr. Andreas STEINWIDDER, Institut für Viehwirtschaft und Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A-8952 IRDNING; email: andreas.steinwider@bal.bmlf.gv.at

Tag gesteigert. Aus Platzgründen war die Tieranzahl innerhalb der Maissilagegruppen mit jeweils 7 Stück begrenzt. Die Mineralstoff- und Vitaminergänzung erfolgte durch Fütterung einer handelsüblichen Mineralstoffmischung im Umfang von 100 g pro Tier und Tag (Zusammensetzung je kg FM: 220 g Ca, 30 g P, 60 g Na, 1540 mg Mn, 5631 mg Zn, 750 mg Cu, 23 mg Se, 84 mg J, 55 mg Co, 400.000 IE Vitamin A, 70.000 IE Vitamin D₃, 1600 mg Vitamin E, B₁ 400 mg, B₂ 40 mg, B₁₂ 0,2 mg, Nicotinsäure 200 mg, B₆ 40 mg, Folsäure 5 mg, Biotin 0,75 mg). Die Fütterung der Tiere erfolgte zweimal täglich, die Futteraufnahme wurde über den gesamten Versuchszeitraum täglich individuell für jede Rationskomponente und jedes Tier erfasst.

Versuchstiere

Zwei Monate vor Versuchsbeginn wurden 81 Fleckviehkälber mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 110 kg zugekauft und an der BVW GmbH in Wieselburg aufgestellt. Die Kälber wurden mit 75 Lebenstagen von der Milchaustauschertränke abgesetzt und vor Versuchsbeginn einheitlich mit Gras- und Maissilage sowie Kälberkraftfutter (1 kg FM/Tag) gefüttert. Die Kastration von 37 männlichen Kälbern erfolgte vier Wochen nach dem Ankauf.

Die Tiere waren während des Versuchs in Anbindehaltung (Kurzstand mit Stroheinstreu) aufgestellt, wobei eine individuelle Fütterung und Futteraufnahmeerhebung gewährleistet war.

Die durchschnittlichen Tageszunahmen vom Einstelltermin bis Versuchsbeginn lagen für die Kalbinnen, Ochsen und Stiere bei 0,84, 0,92 bzw. 1,04 kg, das

durchschnittliche Lebensalter betrug zu Versuchsbeginn 155, 157 bzw. 148 Tage.

Mastdauer, Futteraufnahme und Mastleistung

Die Lebendmasse zu Versuchsbeginn lag im Durchschnitt bei 185 kg. Die Tiere wurden im Abstand von 14 Tagen vor der Morgenfütterung gewogen. Um dem unterschiedlichen Verfettungsgrad der Tierkategorien bei einer bestimmten Lebendmasse Rechnung zu tragen, wurden für Kalbinnen, Ochsen und Stiere unterschiedliche Mastendmassen festgelegt (im Durchschnitt 510, 560 bzw. 630 kg). Innerhalb einer Tierkategorie wurden die Tiere allerdings nicht zu einer konstanten Mastendmasse geschlachtet, sondern über einen Bereich von 120 kg (510 ± 60, 560 ± 60, 630 ± 60). Die angestrebten Mastendmassen betragen für Kalbinnen 450, 480, 510, 540 und 570 kg, für Ochsen 500, 530, 560, 590 und 620 kg sowie für Stiere 570, 600, 630, 660 und 690 kg. Mit dieser sogenannten seriellen Schlachtung der Versuchstiere kann der Einfluss der Mastendmasse auf die Mastleistungsparameter über eine lineare Regression mit einer relativ geringen Anzahl an Versuchstieren geschätzt werden. Dazu wurden die Tiere bereits zu Versuchsbeginn zufällig einem der in 30 kg Lebendmasse gestaffelten Schlachterminen zugeordnet. Nach Beendigung des Versuchs wurden die Tiere schonend zur Schlachtung auf den Königshof transportiert (Schlachtstätte sowie Fleischqualitätserfassung).

Chemische Analysen

Von der Grassilage wurden die Rohnährstoffe aus einer zweiwöchentlichen und von den restlichen Futtermitteln aus ei-

ner vierwöchentlichen Sammelprobe analysiert. Der Trockenmassegehalt der Silagen wurde dreimal wöchentlich von der Ein- und Rückwaage bestimmt. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der Alva (1983).

Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Von der Maissilage wurde die Verdaulichkeit in vivo mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1991) bestimmt. Die Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie der Grassilage erfolgte nach den Formeln der GfE (1998) auf der Grundlage des Gehaltes an Rohnährstoffen sowie der Enzymlöslichkeit (ELOS) nach der Cellulase-Methode (DE BOEVER et al. 1986). Der Energiegehalt des Kraftfutters wurde mit Hilfe der Verdauungskoeffizienten der DLG - Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG 1997) und den Ergebnissen der Nährstoffanalysen berechnet. Die täglichen Futtermengen und die jeweiligen Analyseergebnisse ergaben die Futter- und Nährstoffaufnahme. Aus dem Futterverzehr und den Zunahmen wurde der Energieaufwand für den Zuwachs berechnet.

In *Tabelle 3* ist der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Futtermittel angeführt. Die Grassilage wies einen Rohprotein-gehalt von knapp 14 % der Trockenmasse auf. Der Rohfaser- und Energiegehalt lag bei 27 % bzw. 9,1 MJ ME in der Trockenmasse. Die Maissilage wies einen geringen Rohprotein- (6,2 % der T) und Energiegehalt (10,1 MJ ME/kg T) auf. Der Energiegehalt des proteinarmen (EKF) bzw. proteinreichen Kraftfutters (PKF) lag bei 13,1 bzw. 12,9 MJ ME/kg T.

Tabelle 2: Tägliche Kraftfutterzuteilung
Daily concentrate regime

Lebendmasse	kg LM	180	200	250	300	350	400	> 450
Grundfutter Grassilage								
Kraftfutterintensität hoch	kg T	1,5 ¹⁾	2,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,5
Kraftfutterintensität niedrig	kg T	1,5 ¹⁾	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Kraftfutterintensität extensiv-intensiv								
Kalbinnen	kg T	0	0	0	0	0	3,0 ¹⁾	3,0
Ochsen	kg T	0	0	0	0	0	0	3,0 ¹⁾
Grundfutter Maissilage								
Kraftfutter	kg T	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,5
Proteinkraftfutter	kg T	0,9 ²⁾	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Energiekraftfutter	kg T	0,6 ¹⁾	1,1	1,6	2,1	2,6	2,6	2,6

¹⁾ EKF: 40 % Triticale, 40 % Körnermais und 20 % Erbsen

²⁾ PKF: Sojaextraktionsschrot-44

Versuchsauswertung

Die Versuchsdaten wurden mit dem Programm LSMLMW PC-1 Version statistisch ausgewertet (HARVEY 1987). Die Ergebnisse der *Tabelle 4* wurden nach Model 1 unter Berücksichtigung der fixen Effekte "Einstellungstermin", "Gruppe" und der Interaktion "Einstellungstermin x Gruppe" errechnet. Das statistische Modell der Ergebnisse in *Tabelle 2A (Tabellenanhang)* berücksichtigte zusätzlich die gruppenindividuelle lineare Regressionskomponente "Mastendmasse".

In den Ergebnistabellen werden die LSQ-Mittelwerte für die Versuchsgruppen, die P-Werte aus der Varianzanalyse und die Residualstandardabweichung angegeben. Die paarweisen Vergleiche zwischen den Gruppen erfolgten mit dem Bonferroni-Holm Test (ESSL, 1987). Signifikante Gruppendifferenzen ($P < 0,05$) sind in den Ergebnistabellen durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Die Beurteilung der Mastleistungsparameter im Verlauf des Versuchs erfolgte gruppenindividuell nach Model 3 unter

Berücksichtigung des zufälligen Effektes "Tier" genestet innerhalb des "Einstellungstermins". Dazu wurden die täglichen Futter- und Nährstoffaufnahme- und Mastleistungswerte der vierzehntägigen Ergebnisse der Tierwiegungen zu einem achtundzwanzigtägigen Datensatz zusammengefasst.

Ein Tier der Versuchsgruppe O_{niedrig} wurde auf Grund schlechter Zuwachsentwicklungen (Ausreißer $P < 0,10$) nicht in die Versuchsauswertung einbezogen (ESSL 1987). Zwei weitere Tiere der Gruppen O_{hoch}, K_{extensiv} mussten aus gesundheitlichen Gründen vorzeitig aus dem Versuch ausgeschieden werden.

3. Ergebnisse

Mastleistungsparameter im Versuchsverlauf

In den *Abbildungen 1 – 3* bzw. der *Tabelle 1A (Tabellenanhang)* sind die Ergebnisse zur Entwicklung der Tageszunahmen sowie der Futter- und Energieaufnahme und des Futter- und Energieaufwands im Mastverlauf dargestellt.

Die Tageszunahmen wurden sowohl im Verlauf als auch in der Höhe wesentlich

von der Fütterungsintensität als auch der Tierkategorie beeinflusst. Die Stiere wiesen über den gesamten Versuchsbereich die höchsten aktuellen Tageszunahmen auf. Die maximale Zuwachsleistung erreichten sie bei etwa 350 kg Lebendmasse mit knapp 1800g/Tag. Für die Ochsen ergaben sich, mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppe, die maximalen Zunahmen im Lebendmassebereich von 300 – 330 kg. Die höchsten Zunahmen der Ochsen wies die Gruppe O_{Maissil} auf. Eine Ausnahme stellte jedoch der Mastbereich dar. Hier führte die Ausmast der Gruppe O_{extensiv} zu höheren Zunahmen. Die Tageszunahmen von O_{hoch} lagen sowohl zu Mastbeginn als auch zu Mastende deutlich unter der vergleichbaren Maissilagegruppe. Die Gruppe O_{niedrig} erzielte im Vergleich zu O_{Maissil} über den gesamten Versuchsbereich etwa 150 - 200 g geringere Tageszunahmen.

Mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen lagen die Zunahmen der Kalbinnen in allen Fütterungsgruppen unter jenen der vergleichbaren Ochsengruppen. Die maximalen Tageszunahmen wurden bei geringerer Lebendmasse, im Bereich von 270 – 290 kg, erreicht. Die Überlegenheit der Ochsen gegenüber den Kalbinnen nahm mit ansteigender Lebendmasse zu. Die Gruppen K_{extensiv} und O_{extensiv} erreichten zu Mastbeginn Zunahmen von 600 – 700 g. Sie stiegen bis Mastende auf etwa 950 bzw. 1000 g an. Durch den in der intensiven Ausmast gestaffelten Beginn der Kraftfütterergänzung waren im Lebendmassebereich von etwa 400-450 kg die Kalbinnen den Ochsen überlegen.

Die tägliche Gesamtfuttermittelaufnahme der Kalbinnen- und Ochsengruppen betrug zu Mastbeginn 4,6 – 5,3 kg T, die Stiere lagen mit 4 kg T etwas tiefer. Erst ab 350 kg Lebendmasse erreichten die Stiere das Niveau der Ochsen und Kalbinnen. Bis zu 300 kg Lebendmasse unterschied sich die Gesamtfuttermittelaufnahme der Ochsen- und Kalbinnengruppen nur geringfügig, darüber hinaus waren die Ochsen- den vergleichbaren Kalbinnengruppen überlegen. Mit zunehmender Fütterungsintensität nahm diese Differenzierung zu.

Ab 450 bzw. 500 kg Lebendmasse ging die Futtermittelaufnahme der Gruppen K_{Maissil} bzw. O_{Maissil} und O_{hoch} leicht zurück. Mit steigender Kraftfütterzulage nahm im

**Tabelle 3: Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel
Nutrient and energy content of feedstuffs**

Futtermittel	Grundfutter		Kraftfutter		
	Grassilage	Maissilage	EKF	PKF	
Nährstoffe					
T	g/kg F	435	362	864	866
XP	g/kg T	138	62	134	448
XL	g/kg T	24	32	16	15
XF	g/kg T	270	181	34	73
XX	g/kg T	455	685	782	392
XA	g/kg T	112	40	34	72
UDP	g/kg T	21	16	33	157
nXP	g/kg T	116	121	171	293
RNB	g/kg T	4	-9	-6	25
Energiekonzentration					
ME	MJ/kg T	9,10	10,05	13,14	12,94
Gerüstsubstanzen					
NDF	g/kg T	443	379	114	132
ADF	g/kg T	306	202	43	90
ADL	g/kg T	45	19	7	8
Mineralstoffe					
Ca	g/kg T	7,8	1,9	3,8	3,2
P	g/kg T	3,2	2,2	3,6	6,8
Mg	g/kg T	3,4	1,7	1,9	3,6
K	g/kg T	29	11	8	24
Na	g/kg T	0,19	0,05	1,54	0,11
Mn	mg/kg T	78	26	59	39
Zn	mg/kg T	25	21	165	54
Cu	mg/kg T	7	5	24	14

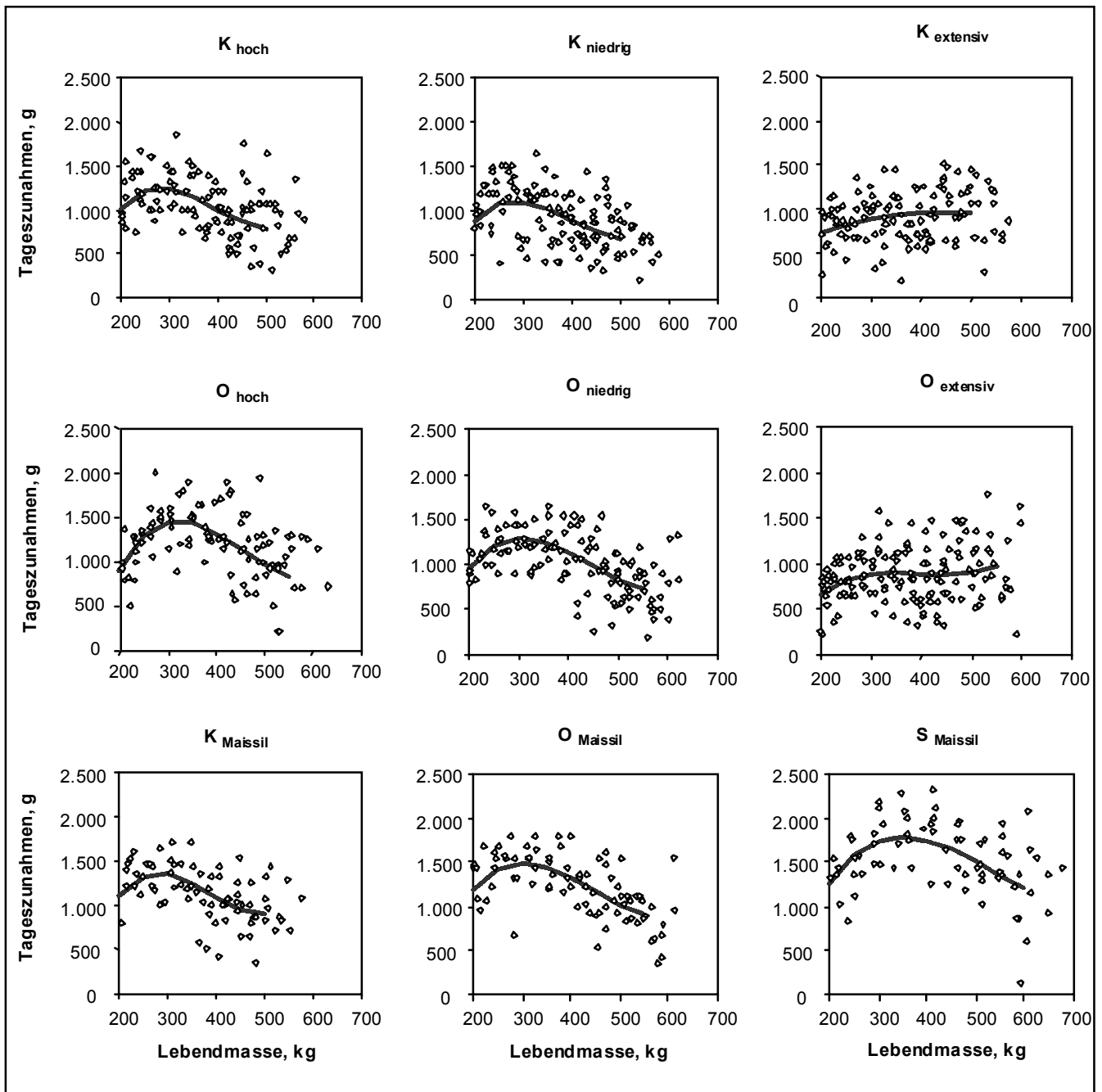


Abbildung 1: Entwicklung der Tageszunahmen in den Versuchsgruppen
Daily gains in experimental groups depending on live weight

Mastverlauf (K_{hoch} und O_{hoch}) der Anstieg der Silageaufnahme ab. Für die Gruppen $K_{extensiv}$ bzw. $O_{extensiv}$, welche bis 400 kg bzw. 450 kg Lebendmasse kein Kraftfutter erhielten, ergab sich zu Mastbeginn die höchste Grassilageaufnahme. Die Ergänzung der Grassilage mit 3 kg Kraftfutter führte in der intensiven Ausmast in diesen Gruppen zur höchsten Gesamtfuttermenge. Die Grundfutterverdrängung innerhalb der Grassilagegruppen betrug für die Kalbinnen bis 400 kg bzw. die Ochsen bis 450 kg Lebendmas-

se pro kg Kraftfutter durchschnittlich 0,85 kg T. Es wurde bis 400 bzw. 450 kg Lebendmasse weder ein Einfluss der Kraftfutterintensität (Gruppen $hoch$ bzw. Gruppen $niedrig$), noch der Lebendmasse oder der Tierkategorie auf die Grundfutterverdrängung festgestellt.

Die Energieaufnahme stieg von etwa 40–55 MJ ME zu Mastbeginn auf 85–110 MJ ME pro Tag zu Mastende an. Zu Mastbeginn ergab sich für die Gruppen $K_{extensiv}$ und $O_{extensiv}$ und auch für die Gruppe $S_{Maissil}$ die geringste Energie-

aufnahme (40–45 MJ ME/Tag). Die restlichen Gruppen lagen um 5–10 MJ ME darüber. Mit 350 kg Lebendmasse wiesen die Gruppen O_{hoch} und $S_{Maissil}$ sowie $O_{Maissil}$ die höchste Energieaufnahme auf. Die Gruppen $K_{extensiv}$, $O_{extensiv}$, $K_{niedrig}$ und $O_{niedrig}$ lagen deutlich zurück. Die höchste Energieaufnahme erreichten die Stiere mit etwa 600 kg Lebendmasse. Für die Ochsen der Gruppen $O_{Maissil}$ und O_{hoch} wurde ein Maximum bei 480–500 kg festgestellt. Die Gruppe $O_{niedrig}$ erzielte diese mit höherer Lebendmas-

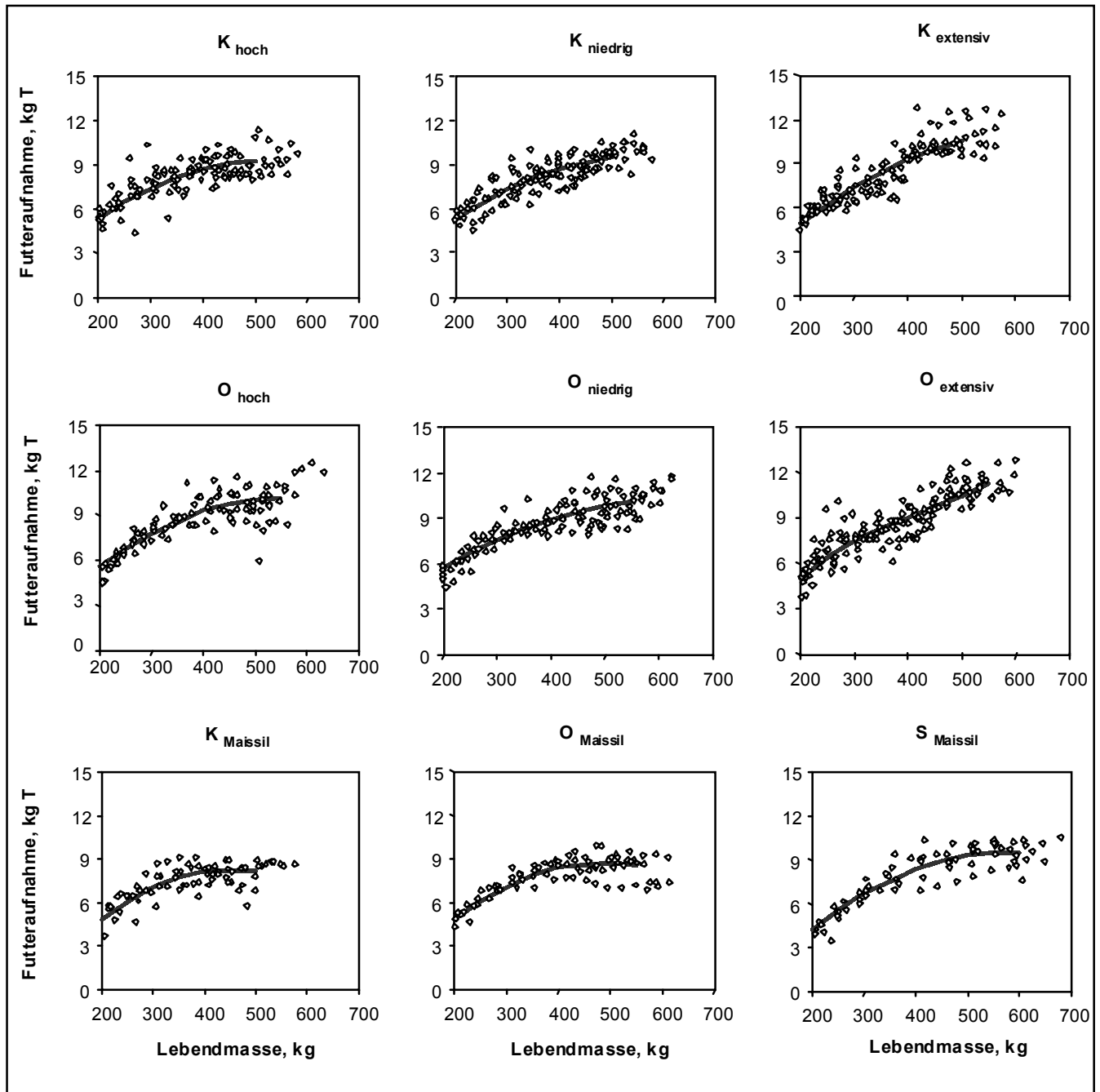


Abbildung 2: Entwicklung der Futtermittelaufnahme in den Versuchsgruppen
Feed intake in experimental groups depending on live weight

se im Bereich von 550 – 580 kg. Die Kalbinnen erreichten bei Maissilagefütterung die maximale Energieaufnahme bereits mit etwa 450 kg. In den Gruppen K_{hoch} und $K_{niedrig}$ stieg hingegen die Energieaufnahme bis 500 kg Lebendmasse noch an. Zu Mastende wiesen jeweils die Gruppen $K_{extensiv}$ und $O_{extensiv}$ die höchste Energieaufnahme auf.

Die Ergebnisse zum Futter- bzw. Energieaufwand pro kg Lebendmassezunahme zeigten im Mastverlauf, auch innerhalb der Gruppen, eine große Streuung.

Trotzdem weisen die Ergebnisse auf große Gruppendifferenzen hin. Über den gesamten Bereich ergab sich für die Stiere der geringste Futter- und Energieaufwand pro kg Zuwachs und die Kalbinnen lagen über den vergleichbaren Ochsen- und Ochsengruppen. Die zu Mastbeginn geringen Zunahmen der Gruppen $K_{extensiv}$ und $O_{extensiv}$ erhöhten in diesem Bereich auch den Futter- und Energieaufwand. Ab etwa 300 kg Lebendmasse stieg auch in den weiteren Versuchsgruppen der Futter- und Energieaufwand zunehmend an.

Zu Mastende lag der Energieaufwand in den Kalbinnen- bzw. Ochsen- bzw. Ochsengruppen im Bereich von 100 – 150 bzw. 110 – 180 MJ ME pro kg Zuwachs.

Mastleistungsergebnisse des Gesamtversuchs

In Tabelle 4 sind die durchschnittlichen Mastleistungsergebnisse, ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse, angeführt. Im Durchschnitt beendeten die Kalbinnen, Ochsen und Stiere mit 530, 570 bzw. 640 kg den Mastversuch.

Die Stiere erzielten mit 1519 g, gefolgt von den Gruppen O_{Maissil}, O_{hoch} und K_{Maissil} (1224, 1166 bzw. 1128 g) die höchsten täglichen Zunahmen. Für die Gruppen K_{hoch} und O_{niedrig} ergaben sich Tageszunahmen von 1047 und 1003 g. Die Kalbinnen und Ochsen der Gruppen K_{extensiv} und O_{extensiv}, welche Kraftfutter erst ab 400 bzw. 450 kg Lebendmasse erhielten, erreichten Tageszunahmen von 883 bzw. 866 g. Innerhalb der Grassilagegruppen lagen die Tageszunahmen der Ochsen bei niedriger und hoher Fütterungsintensität im Mittel um 100 g über denen der Kalbinnen. Mit abnehmender Fütterungsintensität (hoch, niedrig, extensiv) gingen die Tageszunahmen von durchschnittlich 1100 über 960 auf 870 g zurück.

Die tägliche Gesamtfutter- und Energieaufnahme der Ochsen war um durchschnittlich 0,6 kg T bzw. 5,5 MJ ME höher als die der Kalbinnen. Die höchste Gesamtfutteraufnahme wurde in den Gruppen O_{hoch} und O_{niedrig} festgestellt. Die Maissilagegruppen wiesen durchschnittlich die geringste Gesamtfutteraufnahme sowie den geringsten Energie- und Futtermittelverbrauch pro kg Lebendmassezunahme auf. Mit abnehmender Kraftfutterintensität nahm innerhalb der Grassilagegruppen der Energieaufwand tendenziell um durchschnittlich jeweils 5 MJ ME zu.

Der Einfluss der Mastendmasse auf die Futteraufnahme und Mastleistung bzw. der Gruppenvergleich bei gleicher Mastendmasse (559 kg) geht aus Tabelle 2A (Tabellenanhang) bzw. Abbildung 4 hervor. Die Rangierung der Gruppen entsprechend der Höhe der durchschnittlichen Tageszunahmen ergab ein mit Tabelle 4 vergleichbares Bild. Die Stiere erzielten gefolgt von den Gruppen O_{Maissil}, O_{hoch} und K_{Maissil} die höchsten täglichen Zunahmen. Mit zunehmender Mastendmasse nahmen die durchschnittlichen Tageszunahmen in den extensiv vorgemästeten und intensiv ausgemästeten Gruppen (K_{extensiv} und O_{extensiv}) sowie auch in den weiteren Grassilage-Ochsen (O_{hoch} und O_{niedrig}) tendenziell noch zu. Für die Maissilagegruppen (S_{Maissil}, O_{Maissil}, K_{Maissil}), und auch die weiteren Kalbinnengruppen, ergab sich ein gegenläufiger Trend.

Innerhalb der Maissilagegruppen wiesen die Stiere, gefolgt von den Ochsen und

Kalbinnen, mit 7,99, 7,75 und 7,42 kg tendenziell die höchste durchschnittliche Gesamtfutteraufnahme auf. Mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen lag die Gesamtfutteraufnahme der Ochsen auch bei Grassilagefütterung um 0,3 – 0,7 kg T über den Kalbinnen. Ein vergleichbares Ergebnis wurde auch in der durchschnittlichen täglichen Energieaufnahme festgestellt.

Der Energie- und Futterbedarf pro kg Lebendmassezunahme der Stiere war signifikant mit 54 MJ ME bzw. 4,9 kg T am geringsten. Der höchste Energie- und Futtermittelverbrauch ergab sich für die extensiv vorgemästeten Kalbinnen- und Ochsen (K_{extensiv} und O_{extensiv}) bzw. die Gruppe K_{niedrig}. Im gesamten Versuchszeitraum benötigten die Stiere bis 559 kg Lebendmasse 18,1 GJ ME. Für die Grup-

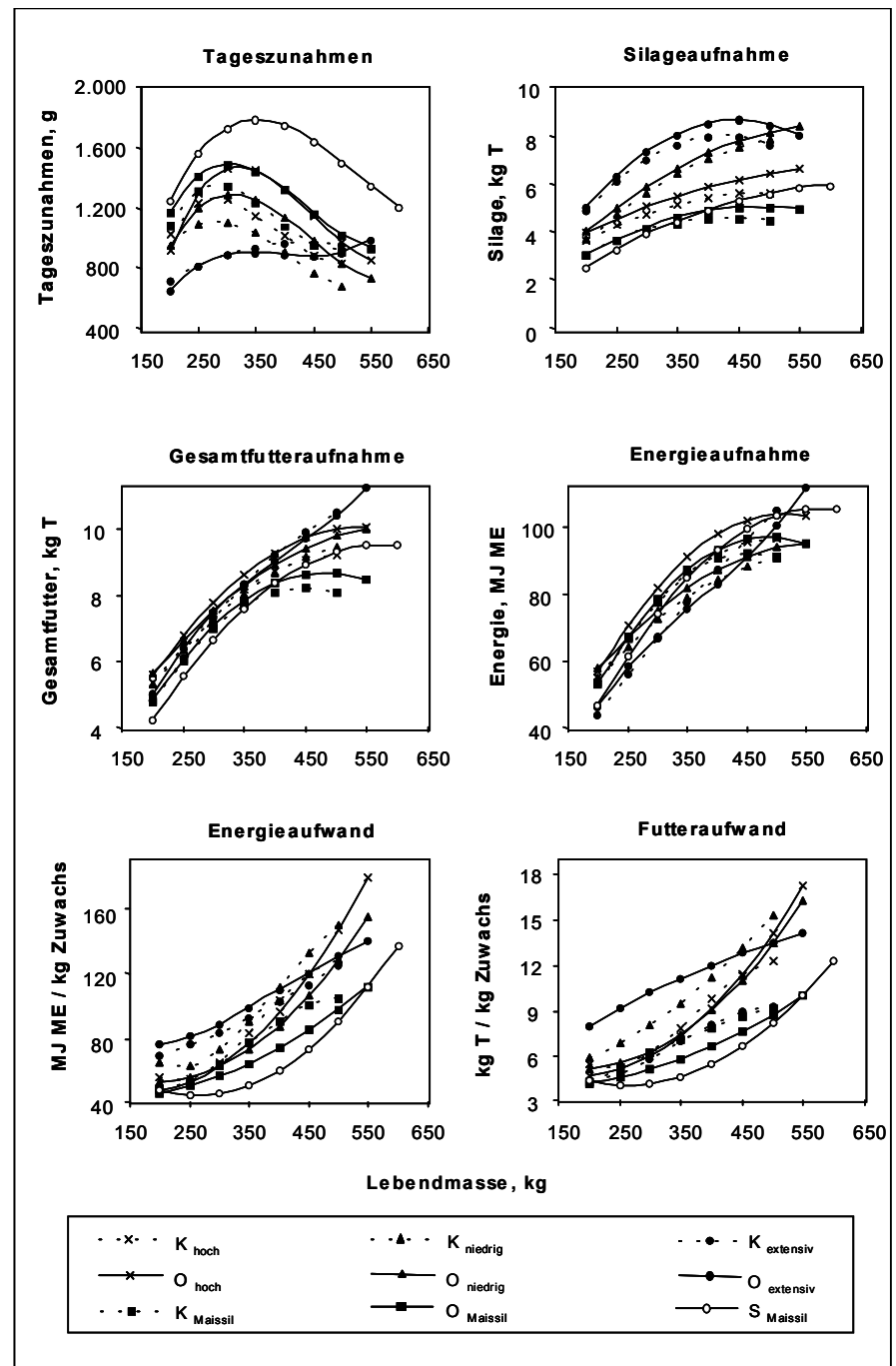


Abbildung 3: Entwicklung der Mastleistung in den Versuchsgruppen
Fattening performance in experimental groups depending on live weight

Tabelle 4: Rationskriterien, Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Mastleistung (Gruppenmittel ohne Berücksichtigung des Effektes der Mastendmasse)

Anzahl	n	K hoch	O hoch	K niedrig	O niedrig	K extensiv	O extensiv	K Maissil	O Maissil	S Maissil	S _e	P-Werte
Mastleistung												
Lebendmasse – Beginn	kg	170,9 ^b	194,7 ^{ab}	180,3 ^{ab}	199,7 ^a	183,8 ^{ab}	187,2 ^{ab}	176,6 ^{ab}	179,5 ^{ab}	193,6 ^{ab}	16,4	0,009
Lebendmasse – Ende	kg	532,6 ^b	562,9 ^{ab}	521,7 ^b	585,5 ^{ab}	538,3 ^b	565,9 ^{ab}	532,0 ^b	575,1 ^{ab}	637,1 ^a	45,5	<0,001
Tageszunahmen	g	1047 ^{bcd}	1166 ^b	918 ^{cd}	1003 ^{bcd}	883 ^d	866 ^d	1128 ^{bc}	1224 ^b	1519 ^a	143	<0,001
Futtermittelaufnahme pro Tag												
Silage	kg T	4,93 ^{de}	5,63 ^{cd}	6,28 ^{bc}	7,03 ^{ab}	7,00 ^{ab}	7,47 ^a	4,08 ^e	4,54 ^e	4,82 ^{de}	0,59	<0,001
Krafftutter	kg T	2,79 ^b	2,94 ^{ab}	1,55 ^c	1,55 ^c	0,96 ^d	0,71 ^e	2,92 ^{ab}	3,00 ^a	3,05 ^a	0,13	<0,001
EKF	kg T	2,79 ^a	2,94 ^{ab}	1,55 ^{cd}	1,55 ^{cd}	0,96 ^{de}	0,71 ^e	2,05 ^{cd}	2,12 ^{bc}	2,17 ^{cd}	0,13	<0,001
PKF	kg T	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,88 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a	0,01	<0,001
Mineralstoffmischung	kg T	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,01	0,890
Gesamtfutter	kg T	7,82 ^{ab}	8,66 ^a	7,93 ^{ab}	8,68 ^a	8,06 ^{ab}	8,28 ^a	7,11 ^b	7,63 ^{ab}	7,98 ^{ab}	0,66	<0,001
Grundfutteranteil	%	63,0 ^{de}	64,7 ^d	79,1 ^c	80,9 ^c	86,9 ^b	90,3 ^a	57,2 ^f	59,3 ^f	60,3 ^{ef}	2,2	<0,001
Energieaufnahme	MJ ME	81,64 ^{abc}	89,90 ^a	77,63 ^{bc}	84,31 ^{abc}	76,47 ^c	77,25 ^c	79,15 ^{abc}	84,68 ^{abc}	88,22 ^{ab}	6,52	<0,001
Futtermittelaufwand	kg T/kg Zuw.	7,58 ^{bc}	7,57 ^{bc}	8,77 ^{ab}	8,74 ^{ab}	9,19 ^a	9,65 ^a	6,39 ^{cd}	6,32 ^{cd}	5,32 ^d	1,05	<0,001
Energieaufwand	MJ ME/kg Zuw.	79,2 ^{ab}	78,6 ^{ab}	85,8 ^{ab}	84,9 ^{ab}	87,1 ^{ab}	90,0 ^a	71,1 ^{bc}	70,1 ^{bc}	58,9 ^c	10,5	<0,001
Futtermittelaufwand-Versuch												
Silage	kg T	1741 ^{cd}	1810 ^{cd}	2400 ^{bc}	2739 ^{ab}	2824 ^{ab}	3300 ^a	1320 ^d	1484 ^d	1427 ^d	473	<0,001
EKF	kg T	987 ^a	949 ^{ab}	595 ^{cd}	601 ^{cd}	394 ^{de}	317 ^e	657 ^{cd}	706 ^{bc}	644 ^{cd}	165	<0,001
PKF	kg T	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	280 ^a	290 ^a	262 ^a	29	<0,001
Mineralstoffmischung	kg T	35,3 ^{ab}	32,2 ^b	38,4 ^{ab}	38,8 ^{ab}	40,5 ^{ab}	44,1 ^a	31,9 ^b	33,1 ^{ab}	29,6 ^b	7,0	0,001
Gesamtfutter	kg T	2763 ^{abc}	2791 ^{abc}	3033 ^{abc}	3380 ^{ab}	3258 ^{abc}	3661 ^a	2289 ^c	2512 ^{bc}	2362 ^{bc}	630	<0,001
Energieaufnahme	MJ ME	28,854	28,972	29,675	32,812	30,910	34,170	25,481	27,885	26,138	6,343	0,121
Rationskriterien												
XP	g/kg T	133 ^a	134 ^a	133 ^a	133 ^a	133 ^a	133 ^a	130 ^{ab}	125 ^{bc}	123 ^c	3	<0,001
XL	g/kg T	22 ^d	22 ^d	23 ^c	23 ^c	23 ^b	23 ^b	26 ^a	26 ^a	26 ^a	1	<0,001
XF	g/kg T	187 ^d	191 ^d	224 ^c	233 ^b	247 ^a	253 ^a	122 ^e	126 ^e	126 ^e	5	<0,001
XX	g/kg T	564 ^b	558 ^b	513 ^c	505 ^d	485 ^e	476 ^f	665 ^a	667 ^a	669 ^a	5	<0,001
OM	g/kg T	906 ^b	905 ^b	893 ^c	893 ^c	889 ^d	885 ^e	942 ^a	944 ^a	944 ^a	2	<0,001
ME	MJ ME/kg T	10,45 ^b	10,39 ^b	9,80 ^c	9,72 ^c	9,48 ^d	9,33 ^e	11,14 ^a	11,09 ^a	11,07 ^a	0,07	<0,001
NDF	g/kg T	323 ^d	328 ^d	378 ^c	386 ^c	407 ^b	417 ^a	258 ^e	265 ^e	265 ^e	8	<0,001
ADF	g/kg T	207 ^d	210 ^d	250 ^c	258 ^c	274 ^b	283 ^a	136 ^e	139 ^e	139 ^e	7	<0,001

pen K_{extensiv} , O_{extensiv} bzw. K_{niedrig} ergab sich mit 32,9, 33,5 bzw. 35,7 GJ ME nahezu die doppelte Energieaufnahme. Mit zunehmender Mastendmasse stieg in allen Gruppen der durchschnittliche Futter- und Energieaufwand signifikant an.

4. Diskussion

Obwohl der Energiegehalt der im Versuch eingesetzten Gras- und Maissilage mit 9,1 bzw. 10,1 MJ ME/kg T als niedrig einzustufen ist, wurde in allen Versuchsgruppen ein sehr gutes Zunahmenniveau erreicht. SCHWARZ et al. (1992) erzielten beispielsweise bei Einsatz energiereicher Maissilage (10,8 MJ ME/kg T) und Ergänzung mit 1,6 kg Kraftfutter pro Tag mit Stieren, Ochsen und Kalbinnen der Rasse Fleckvieh in einem vergleichbaren Lebendmassebereich Tageszunahmen von 1210, 1013 und 985 g. Im vorliegenden Versuch erreichten innerhalb der Maissilagegruppen die Stiere, Ochsen und Kalbinnen bei Ergänzung mit durchschnittlich 3 kg T/Tag Kraftfutter Tageszunahmen von 1519 g, 1224 und 1128 g. Bei Einsatz von Grassilage als Grundfutter und Ergänzung mit durchschnittlich 2,9 kg T Kraftfutter ergaben sich für die Ochsen und Kalbinnen Tageszunahmen von 1166 und 1047 g. Auch bei niedriger Kraftfütterergänzung (durchschnittlich 1,6 kg T) wurden noch Zunahmen von 1003 bzw. 918 g pro Tag erreicht. Bei extensiver Grassilagevormast und Einsatz von 3 kg T Kraftfutter ab 450 bzw. 400 kg Lebendmasse, erreichten die Ochsen und Kalbinnen Zunahmen von 866 bzw. 883 g.

Sowohl ohne als auch mit Berücksichtigung der Mastendmasse in der Datenauswertung waren, mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen K_{extensiv} und O_{extensiv} die geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Tageszunahmen zwischen Ochsen und Kalbinnen vergleichbar stark ausgeprägt. Die Zunahmen der Ochsen lagen, bei durchschnittlich 40 kg höherer Mastendmasse, um 9 - 11 % über den Kalbinnen. Für die Stiere ergab sich eine um 35 bzw. 24 % höhere Zuwachsleistung als für die vergleichbare Kalbinnen und Ochsen Gruppe. Im Gegensatz dazu wurde unter extensiven Vormast und kurzer intensiver Ausmast zwischen den Gruppen O_{extensiv} und K_{extensiv} kein Geschlechts-

unterschied festgestellt. In Untersuchungen von SCHWARZ et al. (1992) und STEEN (1995) nahmen bei eingeschränkter Futtervorlage die geschlechtspezifischen Wachstumsunterschiede ebenfalls ab. In diesen Untersuchungen führte die restriktive Fütterung zu einer geringeren Differenzierung des Fett- und Proteinansatzes, insbesondere zwischen Ochsen und Kalbinnen. Bei hoher Fütterungsintensität weisen Kalbinnen und Ochsen im Vergleich zu Stieren einen deutlich höheren Fettansatz pro kg Zuwachs auf (TANNER et al. 1970, GETTYS et al. 1987, KIRCHGESSNER et al. 1994, STEEN und KILPATRICK 1995). Die hohe Fütterungsintensität in den Maissilagegruppen dürfte daher auch zu der im Vergleich zu Literaturangaben (HEDRICK et al. 1969, FIELD 1971, PRICE et al. 1978, CROUSE et al. 1985, SCHWARK et al. 1989, SCHWARZ et al. 1992, STEEN 1995) deutlicheren Differenzierung zwischen Stieren einerseits und Kalbinnen und Ochsen andererseits geführt haben.

Im vorliegenden Versuch erfolgte die Wägung der Tiere in vierzehntägigen Abständen. Die dadurch vom Fütterungsregime unabhängigen und unvermeidbaren Schwankungen bei der Lebendmassefeststellung sind eine Erklärung für die Streuungen der Tageszunahmen- und Futteraufwandergebnisse im Mastverlauf. Vergleichbar mit Ergebnissen von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990) zeigte sich aber auch in der vorliegenden Untersuchung mit zunehmender Lebendmasse eine verstärkte geschlechtsspezifische Differenzierung der Wachstumskurven. Die Kalbinnen bzw. Ochsen erreichten, mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen, den Wachstumsgipfel im Bereich von 270 - 290 bzw. 300 - 330 kg Lebendmasse. Für die Stiere ergab sich dieser mit etwa 350 kg Lebendmasse. Die extensiv vorgemästeten Gruppen K_{extensiv} und O_{extensiv} zeigten bis 400 kg Lebendmasse einen vergleichbaren und erst in der Ausmast bei erhöhter Energieversorgung einen differenzierten Verlauf. Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen erreichten die Stiere in den Untersuchungen von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990) das Maximum der Tageszunahmen bei etwa 300

kg Lebendmasse und damit um 50 kg früher. Eine Erklärung dafür stellt die im vorliegenden Versuch zunehmende Kraftfutterergänzung im Mastverlauf dar. Dieser Effekt könnte auch dazu geführt haben, dass es zwischen den Gruppen K_{Maissil} , K_{hoch} bzw. O_{Maissil} und O_{hoch} einerseits und K_{niedrig} bzw. O_{niedrig} andererseits, zu keiner wesentlichen Differenzierung bei der Erreichung des Wachstumsgipfels kam.

Die unterschiedlichen Verläufe der Tageszunahmen spiegeln sich auch im Effekt der Mastendmasse auf die durchschnittlichen (kumulativen) Tageszunahmen wider. Bedingt durch die relativ geringen Zunahmen zu Mastbeginn stiegen in den Ochsen Gruppen O_{niedrig} und O_{hoch} die kumulativen Tageszunahmen mit zunehmender Mastendmasse tendenziell an. Im Gegensatz dazu nahmen die kumulativen Tageszunahmen der Kalbinnen, mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppe, mit zunehmender Mastendmasse in der Tendenz ab. Ebenfalls ein Rückgang ergab sich für die Maissilagegruppen S_{Maissil} und O_{Maissil} . Auch SCHWARZ et al. (1992) stellten eine vergleichbare Wechselwirkung zwischen Fütterungsintensität und Mastendmasse auf die kumulativen Tageszunahmen fest. In den Untersuchungen von STEINWIDDER et al. (1996) ergab sich in der Kalbinnenmast auf der Basis Grassilage bei Ergänzung mit 2 kg Kraftfutter ab 400 - 430 kg Lebendmasse eine Abnahme der kumulativen Tageszunahmen, ohne Kraftfutter bis 500 kg Lebendmasse jedoch ein Anstieg.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990) erzielten in der vorliegenden Untersuchung die Ochsen und Kalbinnen zu Mastbeginn eine höhere Gesamtfuttermaterialeinnahme als die Stiere. Erst ab 350 kg erreichte die Gruppe S_{Maissil} das Futtermaterialeinnahmenniveau der vergleichbaren Ochsen- und Kalbinnengruppen. Die Futtermaterialeinnahme der Stiere stieg im weiteren Mastverlauf stärker an, sodass innerhalb der Maissilagegruppen die Stiere im Durchschnitt die höchste tägliche Gesamtfutter- und Energieaufnahme aufwiesen. Dies deckt sich auch mit den Angaben der Literatur (PRICE et al. 1978, JENKINS und FERRELL 1984, CROUSE et al. 1985, GETTYS et al.

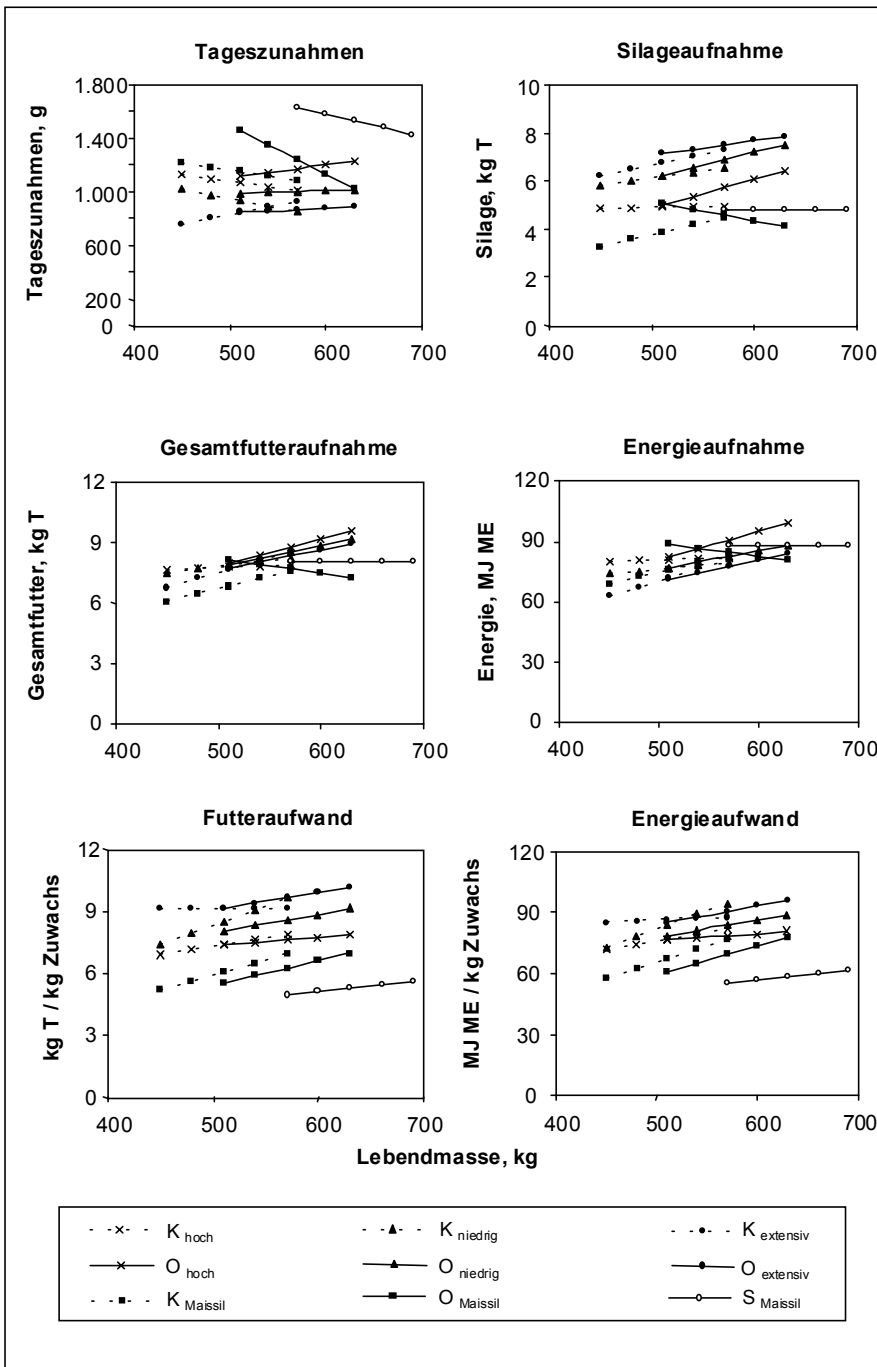


Abbildung 4: Mastleistung in Abhängigkeit von der Mastendmasse
Fattening performance depending on final weight

1987, SCHWARZ et al. 1992, STEEN 1995). Mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen stieg die Energie- und Futterraufnahme der Ochs mit zunehmender Lebendmasse stärker an als die der Kalbinnen und lag im Durchschnitt des gesamten Versuchszeitraumes über den Kalbinnen. Eine Erklärung dafür stellt der frühzeitigere und höhere Fettansatz von Kalbinnen dar. Bei hoher Fütterungsintensität wiesen in Untersuchungen von KIRCHGESSNER et al.

(1994) die Kalbinnen bis etwa 350 kg Lebendmasse den höchsten Fettansatz pro Tag bzw. bis 450 kg den höchsten Fettansatz pro kg Zuwachs auf. Erst im höheren Lebendmassebereich war der Fettansatz der Ochs stärker ausgeprägt. Mit zunehmender Verfettung (positive Energiebilanz) dürfte die Futterraufnahme zunehmend eingeschränkt werden (FOX et al. 1988, SCHWARZ und KIRCHGESSNER 1990, NRC 1996). Nach FOX et al. (1988) ist ab ei-

nem Körperfettgehalt von 21,3 % mit einem Rückgang der Futterraufnahme um 2,7 % je Anstieg des Körperfettgehaltes um 1 % zu rechnen. Die Ergebnisse von AUGUSTINI et al. (1992, 1993a, 1993b) zeigen jedoch, dass mit Kalbinnen und Ochs der Rasse Fleckvieh dieser Grenzwert auch bei intensiver Fütterung erst über 500 bzw. 650 kg Lebendmasse erreicht werden dürfte. Wie stark sich daher der Körperfettanteil zu Beginn und Mitte der Mast auf die Futterraufnahme auswirkt, kann entsprechend diesen Untersuchungen nicht geklärt werden. Nach SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1990) sollten Ergebnisse zur geschlechtsspezifischen Futterraufnahme jedenfalls unter Berücksichtigung des Verfettungsgrades der Tiere interpretiert werden. In diesem Zusammenhang ist auch der Einfluss der extensiven Vormast auf die hohe Futterraufnahme in der Ausmast (K_{extensiv} , O_{extensiv}) zu sehen. Diskontinuierlich bzw. restriktiv gemästete Tiere weisen im Vergleich zu intensiv gemästeten Tieren bei gleicher Lebendmasse einen geringeren Verfettungsgrad auf (PRICE et al. 1978, KIRCHGESSNER et al. 1984, KIRCHGESSNER et al. 1994, STEEN und KILPATRICK 1995).

Die Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter betrug innerhalb der Grassilagegruppen sowohl für Kalbinnen als auch Ochs bis zu einer Lebendmasse von 400 bzw. 450 kg 0,85 kg T. Es zeigte sich kein Einfluss der Lebendmasse auf die Grundfutterverdrängung. STEINWIDDER et al. (1996) stellten in einem Mastversuch mit Kalbinnen ebenfalls keinen Lebendmasseeinfluss auf die Grundfutterverdrängung fest. In jenen Untersuchungen war die Grundfutterverdrängung mit 0,6 kg T weniger stark ausgeprägt. Eine Erklärung dafür stellt die geringere Energiekonzentration des Grundfutters in den Untersuchungen von STEINWIDDER et al. (1996) dar. Mit abnehmender Grundfutterqualität verringert sich die Aufnahme bzw. Versorgung mit Energie, wodurch die Gesamtfutterraufnahme durch Kraftfutter weniger stark eingeschränkt wird (INRA 1989). SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1987) stellten in der Stiermast mit energiereicher Maissilage im Lebendmassebereich von 210 – 330 kg eine Grundfutterverdrängung von knapp 1 kg

T fest. Die Verdrängung war, wie auch in der vorliegenden Untersuchung, unabhängig von der Kraftfutterhöhe. In einem Mastversuch mit Stieren und Ochsen ermittelten PRICE et al. (1978) bei Erhöhung des Kraftfutteranteils von 20 auf 50 bzw. 80 % unabhängig von der Tierkategorie (Stier oder Ochse) die sehr hohe Verdrängung von Heu durch Kraftfutter im Ausmaß von 1,1 bzw. 1,2 kg. Insbesondere bei kraftfutterbetonter Rationsgestaltung und auch zunehmendem physiologischem Alter der Tiere (zunehmender Fettansatz) kann mit erhöhtem Kraftfuttereinsatz eine ansteigende Grundfutterverdrängung erwartet werden (FERREL et al. 1978, BRENNAN et al. 1987, INRA 1989, FLEISCHER et al. 1990). Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung ist ein Hinweis dafür, dass in den Grassilagegruppen weder die Fermentationsvorgänge im Pansen negativ durch Kraftfutter beeinflusst wurden noch bis zu einer Lebendmasse von 400 bzw. 450 kg die "physiologische Sättigung" zu einer Reduktion der Grundfuturaufnahme mit steigender Kraftfutterergänzung führte.

Auf Grund der versuchsbedingten starken Variation der Fütterungsintensität (9,3 – 11,1 MJ ME/kg T), und damit auch der Tageszunahmen, wurde eine beachtliche Differenzierung des Energie- und Futterraufwandes pro kg Zuwachs zwischen den Versuchsgruppen erreicht. Hohe Tageszunahmen erniedrigen den relativen Anteil des Erhaltungsbedarfs und verringern damit den Gesamtenergieaufwand pro kg Zuwachs. Gleichzeitig reduziert ein niedriger Fettgehalt im Zuwachs den Gesamtenergieaufwand auf Grund eines verringerten Leistungsbedarfs (KIRCHGESSNER et al., 1984). Die Kombination von hohen Tageszunahmen mit geringerem Fettansatz von Stieren erklären auch den geringen Futter- und Energieaufwand dieser Gruppe im vorliegenden Versuch. Es zeigte sich allerdings auch, dass bei niedriger Fütterungsintensität der positive Effekt des geringeren Fettansatzes durch den erhöhten Erhaltungsbedarfsanteil, bedingt durch geringere Tageszunahmen, zum Teil wieder aufgehoben wird. Mit abnehmender Fütterungsintensität stieg nämlich innerhalb der Ochsen- und Kalbinnengruppen der Energieaufwand an. Im

Vergleich zu den Stieren erhöhte sich bei sinkender Fütterungsintensität der Energieaufwand der Gruppen O^{Maissil?} O^{hoch?} O^{niedrig} und O^{extensiv} um 23, 45, 52 und 65 %. Für die Kalbinnen der Gruppen K^{Maissil?} K^{hoch?} K^{niedrig} und K^{extensiv} ergab sich im Vergleich zu den Stieren mit 37, 50, 68 und 62 % im Mittel ein noch höherer Energieaufwand. In Ergänzung zu Ergebnissen der Literatur deckt der vorliegende Versuch einen sehr weiten Intensitätsbereich ab. Die Auswirkungen auf den Energie- und Futterraufwand weichen daher in der Höhe und Intensität der Differenzierung von den Literaturangaben ab - die Richtung der Veränderungen stimmen jedoch überein. SCHWARZ et al. (1992) ermittelten unter ad libitum-Fütterungsbedingungen bis 500 kg Lebendmasse einen um 22 bzw. 28 % höheren Energieaufwand von Ochsen und Kalbinnen im Vergleich zu Stieren. Mit zunehmender Versuchsdauer nahm der Energieaufwand deutlich zu und stieg auch die Differenzierung zwischen den Tierkategorien an. Unter restriktiven Fütterungsbedingungen war der Energieaufwand um durchschnittlich 14 % erhöht und lag in der Ochsengruppe geringfügig über dem der Kalbinnen. Bei Schlachtung von Stieren, Ochsen und Kalbinnen mit einer Lebendmasse von 610, 560 bzw. 510 kg erhöhte sich in Untersuchungen von STEEN (1995) der Energieaufwand der Ochsen und Kalbinnen im Vergleich zu den Stieren um 23 bzw. 29 %. Bei restriktiver Fütterung war der Energieaufwand im Durchschnitt aller Tierkategorien um 18 % erhöht. Der Energieaufwand der Kalbinnen und Ochsen war gegenüber den Stieren um 20 % erhöht. Durch Zulage von 2 kg Gerste zu Grassilage in der Kalbinnenmast wurden von STEINWIDDER et al. (1996) eine Verringerung des Energieaufwands um 9 % festgestellt. LÖHNERT et al. (1999) berichten in der Mast mit Maissilage von einem 9 % höheren Energieaufwand der Ochsen im Vergleich zu Stieren. LANGBEHN und RAUE (1991) erzielten in Versuchen mit Kalbinnen, Ochsen und Stieren Tageszunahmen von 816, 943 bzw. 1025 g. Der Futterraufwand der Ochsen und Kalbinnen lag um 9 % höher als bei den Stieren. In Untersuchungen von CROUSE et al. (1985) war der Futter- bzw. Energieaufwand der Ochsen im Vergleich zu den Stieren um

18 bzw. 17 % erhöht. FIELD (1971) ermittelte aus einer Literaturübersicht dass Ochsen gegenüber Stieren einen um 13 % höheren Futterraufwand aufweisen.

Schlussfolgerungen

Mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen waren die geschlechtsspezifischen Unterschiede in den Tageszunahmen zwischen Ochsen und Kalbinnen in allen Fütterungsgruppen mit etwa 10 % vergleichbar stark ausgeprägt. Mit zunehmender Lebendmasse ist mit einer verstärkten Differenzierung zwischen den Tierkategorien zu rechnen. Unter extensiven Mastbedingungen sind hingegen die Mastleistungsunterschiede zwischen Kalbinnen und Ochsen nur gering. Bei hoher Fütterungsintensität kann in der Stiermast im Vergleich zu Ochsen- und Kalbinnenmast mit deutlich höheren (über + 30 bzw. + 20 %) Zuwachseleistungen gerechnet werden.

Im Mastverlauf stieg die Futter- und Energieaufnahme der Ochsen, mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen, stärker an als die der Kalbinnen. Bei extensiver Vormast sind, wie auch in der Zuwachseleistung, die Unterschiede in der Futterraufnahme zwischen Kalbinnen und Ochsen nur gering ausgeprägt. Im Endmastbereich erzielten extensiv vorgemästete Tiere im Vergleich zu intensiver aufgemästeten Gruppen eine höhere Futter- und Energieaufnahme.

Die mit Maissilage gefütterten Tiere wiesen den geringsten Energieaufwand je kg Zuwachs auf. Sowohl mit abnehmender Fütterungsintensität als auch zunehmender Mastendmasse ist mit einem Anstieg des Energieaufwandes je kg Zuwachs zu rechnen.

Zusammenfassung

In einem Rindermastversuch mit 81 Fleckviehtieren wurde der Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht (Kategorie) und Mastendmasse auf die Mastleistung geprüft. Der Versuchsplan sah den Vergleich verschiedener Tierkategorien (Kalbinnen, Ochsen, Stiere) bei unterschiedlichen Fütterungsintensitäten (hoch, niedrig, extensiv) und Grundfuttermitteln (Grassilage, Maissilage) vor. Bei Kalbinnen und Ochsen wurden jeweils alle drei Fütterungsintensitäten

geprüft, wobei Grassilage als Grundfutter diente (2-faktorielle Versuchsanordnung). Zum Vergleich mit praxisüblichen Mastverfahren wurden auch Stiere gemeinsam mit Kalbinnen und Ochsen bei relativ hoher Fütterungsintensität auf Maissilage-Basis geprüft. In der hohen Fütterungsintensität wurde das Kraftfutterniveau während der Mast von 1,5 auf 3,5 kg T gesteigert, in der niedrigen Fütterungsintensität war die Kraftfuttermenge mit 1,5 kg T während des gesamten Mastverlaufes durchgehend konstant. In der extensiven Fütterungsvariante erhielten die Kalbinnen und Ochsen bis 400 bzw. 450 kg Lebendmasse nur Grundfutter (kein Kraftfutter) und in der Endmast 3,0 kg T Kraftfutter. In allen drei Tierkategorien mit Maissilage wurde die Kraftfutterzulage im Mastverlauf wie in der intensiven Gruppe von 1,5 auf 3,5 kg T gesteigert. Die Lebendmasse zu Versuchsbeginn betrug 185 kg, die mittlere Lebendmasse zu Mastende war für Kalbinnen, Ochsen und Stiere 530, 570 bzw. 640 kg. Um den Einfluss der Mastendmasse auf die Leistung zu prüfen, wurden die Tiere einer Tierkategorie innerhalb eines Bereiches von 120 kg in 30 kg Stufen seriell geschlachtet.

Die höchsten Tageszunahmen erzielten die Stiere mit 1519 g, gefolgt von den Ochsen auf Maisilage-Basis (1224 g), den Ochsen auf hohem Fütterungsniveau mit Grassilage (1166 g) und den Kalbinnen mit Maissilage (1128 g). Innerhalb der Grassilage-Gruppen lagen die Tageszunahmen der Ochsen im Mittel von hoher und niedriger Fütterungsintensität um durchschnittlich 100 g über denen der Kalbinnen. Dagegen unterschieden sich die Tageszunahmen der Ochsen und Kalbinnen in der extensiven Fütterungsvariante mit 866 bzw. 883 g nicht signifikant. Die Tageszunahmen gingen mit abnehmender Kraftfutterintensität (hoch, niedrig, extensiv) stark zurück (1100, 960 bzw. 870 g). Mit Ausnahme der extensiv vorgemästeten Gruppen stieg mit zunehmender Lebendmasse die Futter- und Energieaufnahme der Ochsen stärker an als die der Kalbinnen. Mit abnehmender Fütterungsintensität sowie zunehmender Mastendmasse stieg der Futter- und Energieaufwand pro kg Zuwachs deutlich an.

LITERATUR

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- AUGUSTINI, C., W. BRANSCHIED, F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Mitteilung: Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlächtkörpern. *Fleischwirtschaft* 72, 1706-1711.
- AUGUSTINI, C., W. BRANSCHIED, F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1993 a: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 3. Mitteilung: Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Färsenschlächtkörpern. *Fleischwirtschaft* 73, 595-599.
- AUGUSTINI, C., W. BRANSCHIED, F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1993 b: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 4. Mitteilung: Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Ochenschlächtkörpern. *Fleischwirtschaft* 73, 1058-1066.
- BRENNAN, R.W., M.P. HOFFMAN, F.C. PARRISH, F. EPPLIN, S. BHIDE und E.O. HEADY, 1987: Effects of differing ratios of corn silage and corn grain on feedlot performance, carcass characteristics and projected economic returns. *J. Anim. Sci.* 64, 23-31.
- CROUSE, J.D., C.L. FERREL und L.V. CUNDIFF, 1985: Effects of sex, condition, genotype and diet on bovine growth and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 60, 1219-1227.
- DUFÉY, P.A., 1988: Fleischqualität von Ochsen im Test. Ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei extensiver Weidemast. *Landw. Schweiz* 1, 187-191.
- DE BOEVER, J.L., B.G. COTTYN, F.X. BUYSSE, F.W. WAINMAN und J.M. VANACKER, 1986: The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14, 203-214.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar.
- FERRELL, C.L., R.H. KOHLMEIER, J.D. CROUSE und H. GLIMP, 1978: Influence of dietary energy, protein and biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 46, 255-270.
- FIELD, R.A., 1971: Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.* 60, 1219-1227.
- FLEISCHER, J., E. BOLDT und M. HOFFMANN, 1990: Einfluss des Grobfutter-Konzentrat-Verhältnisses in einem Maissilagerationstyp auf die Futter- und Energieaufnahme, die Lebendmasseentwicklung und den Energieaufwand bei unterschiedlichen Mastendmassen von SMR-Bullen. *Tierzucht* 44, 65-67.
- FOX, D.G., C.J. SNIFFEN und J.D. O'CONNOR, 1988: Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66, 1475-1495.
- GETTYS, T.W., D.M. HENRICKS, P.M. BURROWS und B.D. SCHANBACHER, 1987: Partition of food intake between maintenance and gain among bovine sex phenotypes. *Anim. Prod.* 44, 209-217.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229-234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1998: Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzern. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 7, 141-150.
- HARVEY, W.R., 1987: User's guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA.
- HEDRICK, H.B., G.B. THOMPSON und G.F. KRAUSE, 1969: Comparison of feedlot performance of half-sib bulls, steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 29, 687-694.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition, Recommended Allowances and Feed Tables (Feed intake: the Fill Unit systems). Ed. R. Jarrige. INRA, Paris.
- JENKINS, T.G. und C.L. FERRELL, 1984: Characterisation of post-weaning traits of Simmental and Hereford bulls and heifers. *Anim. Prod.* 39, 255-264.
- KIRCHGESSNER, M., M.A. BECKENBAUER und F.J. SCHWARZ, 1984: Kompensatorisches Wachstum von Jungbullern bei der Mast mit Maissilage nach einer Energierestriktion in der Anfangsmast. 2. Mitteilung: Nährstoffaufwand und Schlachtkörperzusammensetzung. *Wirtschaftseig. Futter* 30, 217-228.
- KIRCHGESSNER, M., F.J. SCHWARZ, W. REIMANN, U. HEINDL und R. OTTO, 1994: Untersuchungen zum Energie- und Nährstoffansatz sowie zur Verwertung der Energie für das Wachstum bei Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. *J. Anim. Physiol. a. Nutr.* 71, 208-222.
- LANGBEHN, C. und F. RAUE, 1991: Wirtschaftliche Aspekte der Produktion von Qualitätsrindfleisch aus Erzeugersicht. *Tierzucht* 45, 551-552.
- LÖHNERT, H.-J., U. KIRCHHEIM und W.I. OCH-RIMENKO, 1999: Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung sowie Fleischqualität von Mastbullern und Ochsen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 8, 83.
- NRC (National research council), 1996: Nutrient requirements of beef cattle. 7th Edition. National Academy Press, Washington. 242 S.

- PRICE, M.A., G.W. MATHISON und R.T. BERG, 1978: Effects of dietary roughage level on the feedlot performance and carcass characteristics of bulls and steers. *Can. J. Anim. Sci.* 58, 303-311.
- SCHWARK, H.J., R. SCHMALFUß und M. GOLZE, 1989: Die Mast von Muehsen im Stall und auf der Weide. *Tierzucht* 43, 123-124.
- SCHWARZ, F.J., C. AUGUSTINI und M. KIRCHGESSNER, 1998: Gewichtsentwicklung sowie Schlachtkörper- und Fleischqualität von Fleckvieh- und Angus x Fleckvieh Färsen bei unterschiedlichen Fütterungsverfahren. *Züchtungskde.* 70, 61-74.
- SCHWARZ, F.J. und M. KIRCHGESSNER, 1987: Zum Einfluss unterschiedlicher Kraftfuttermengen auf Gewichtsentwicklung und Futteraufnahme in der Anfangsmast von Fleckviehbullen. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 64, 738-745.
- SCHWARZ, F.J. und M. KIRCHGESSNER, 1990: Mastleistung von Jungbullen, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskunde* 62, 384-396.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER, C. AUGUSTINI und W. BRANDSCHEID, 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 1. Mitteilung: Wachstumsverlauf von Jungbullen, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. *Fleischwirtschaft*, 72, 1-4.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER und U. HEINDL, 1995: Zum Energiebedarf wachsender Bullen, Färsen und Ochsen der Rasse Deutsches Fleckvieh. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 73, 27-37.
- STEEN, R.W.J., 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 42, 1-11.
- STEEN, R.W.J. und D.J. KILPATRICK, 1995: Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livest. Prod. Sci.* 43, 205-213.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, R. STEINWENDER, T. GUGGENBERGER, M. GREIMEL und A. SCHAUER, 1996: Einfluß der Fütterungsintensität und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Kalbinnen. *Die Bodenkultur* 47, 49-64.
- TANNER, J.E., R.R. FRAHM, R.L. WILLHAM und J.V. WHITEMAN, 1970: Sire x sex interactions and sex differences in growth and carcass traits of Angus bulls, steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 31, 1058-1064.

Tabellenanhang

**Tabelle 1A: Mastleistungsparameter in Abhängigkeit von der Lebendmasse
Fattening performance depending on live weight**

	K _{hoch}	O _{hoch}	K _{niedrig}	O _{niedrig}	K _{extensiv}	O _{extensiv}	K _{Maissil}	O _{Maissil}	S _{Maissil}
Lebendmasse-Mittel kg	LM _G	391,6476	366,6377	412,8226	353,1412	368,3491	363,8438	396,7976	424,6149
Tageszunahmen (g/Tag)	μ	1349	982	1092	933	893	1201	1335	1702
	b ₁	-3,0475	-2,5173	-3,1093	0,7389	-0,2876	-3,1392	-2,8913	-2,0649
	b ₂	-0,013267	-0,006551	-0,005243	-0,004314	-0,003131	-0,006501	-0,007421	-0,010209
	b ₃	0,00009096	0,00007674	0,00006036	0,00005927	0,0000417	0,00010193	0,00005759	0,00003528
	P-Wert b ₂ bzw. b ₃ (s _d)	<0,001 (275)	0,002 (276)	<0,001 (258)	0,038 (257)	0,028 (307)	<0,001 (263)	<0,001 (252)	0,070 (360)
Silage (kg T/Tag)	μ	5,81	6,63	7,41	7,67	8,24	7,83	4,90	5,15
	b ₁	0,0062	0,0130	0,0106	0,0088	0,0093	0,0095	0,0045	0,0078
	b ₂	-0,000023	-0,000014	-0,000026	-0,000061	-0,000057	-0,000054	-0,000026	-0,000018
	b ₃ (s _d)	<0,001 (0,70)	0,013 (0,70)	<0,001 (0,64)	<0,001 (0,78)	<0,001 (0,81)	<0,001 (0,71)	<0,001 (0,49)	<0,001 (0,64)
Gesamtfutter (kg T/Tag)	μ	8,34	8,29	9,07	8,38	8,60	7,83	8,35	8,67
	b ₁	0,0121	0,0116	0,0106	0,0189	0,0144	0,0095	0,0083	0,0114
	b ₂	-0,000041	-0,000038	-0,000026	-0,000029	-0,000021	-0,000055	-0,000048	-0,000037
	b ₃ (s _d)	<0,001 (0,73)	<0,001 (0,77)	<0,001 (0,59)	<0,001 (0,81)	0,00000012	<0,001 (0,71)	<0,001 (0,50)	<0,001 (0,69)
Energie (MJ ME/Tag)	μ	87,5	81,1	88,5	78,1	78,2	87,3	92,8	96,3
	b ₁	0,1287	0,1166	0,0857	0,2019	0,1504	0,1110	0,0958	0,1256
	b ₂	-0,000464	-0,000484	-0,000281	-0,000150	-0,000033	-0,0000620	-0,0000539	-0,000421
	b ₃ (s _d)	<0,001 (7,1)	<0,001 (7,3)	<0,001 (5,9)	0,032 (8,6)	0,037 (9,2)	<0,001 (7,2)	<0,001 (5,1)	<0,001 (7,2)
Energieaufwand (MJ ME/kg Zuwachs)	μ	87,6	97,2	92,2	93,4	102,6	81,5	73,5	66,5
	b ₁	0,3908	0,4029	0,3467	0,1863	0,2133	0,2795	0,2013	0,2599
	b ₂	0,000183	0,000882	0,000512	0,000178	0,000149	-0,000212	0,000328	0,000795
	b ₃ (s _d)	-0,00000638	-0,00000501	-0,00000012	-0,00000119	-0,00000119	-0,000000432	0,000000432	0,000000432
	P-Wert b ₂ bzw. b ₃ (s _d)	0,008 (33,7)	0,276 (105,5)	0,099 (66,0)	0,600 (42,2)	0,752 (61,7)	0,074 (24,6)	0,089 (24,2)	0,251 (97,4)
Futteraufwand (kg T/kg Zuwachs)	μ	8,3	10,0	9,5	10,1	11,5	7,3	6,6	6,0
	b ₁	0,0372	0,0390	0,0380	0,0140	0,0178	0,0240	0,0178	0,0235
	b ₂	0,000021	0,000093	0,000084	-0,000003	-0,000018	-0,000019	0,000029	0,000072
	b ₃ (s _d)	-0,00000061	-0,00000012	0,00000012	0,00000012	0,00000012	-0,00000036	-0,00000036	-0,00000036
	P-Wert b ₂ bzw. b ₃ (s _d)	0,007 (3,2)	0,225 (10,0)	0,092 (7,0)	0,725 (4,6)	0,692 (6,9)	0,089 (2,2)	0,087 (2,1)	0,246 (8,8)

$$y_G = \mu_G + b1_G * (LM - LM_G) + b2_G * (LM - LM_G)^2 + b3_G * (LM - LM_G)$$

Tabelle 24: Einfluss der Mastendmasse auf Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Mastleistung
Influence of final weight on feed and nutrient intake as well as fattening performance

	K _{hoch}	O _{hoch}	K _{niedrig}	O _{niedrig}	K _{extensiv}	O _{extensiv}	K _{MaisSil}	O _{MaisSil}	S _{MaisSil}	S _e	GR	LME	GR*LME
Tageszunahmen													
(g/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	1021 ^{cd}	1163 ^{bc}	862 ^d	998 ^{cd}	913 ^d	864 ^d	1099 ^{bcd}	1283 ^{ab}	1651 ^a	139	<0,001	0,133	0,251
	b	-0,9760	0,8895	-1,4773	0,2153	1,4341	0,3672	-1,0542	-3,6926	-1,6958			
Silage													
(kg T/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	4,95 ^{de}	5,58 ^d	6,49 ^{bc}	6,75 ^{ab}	7,19 ^{ab}	7,43 ^a	4,36 ^e	4,67 ^e	4,83 ^{cde}	0,50	<0,001	0,002	0,089
	b	0,0008	0,0117	0,0058	0,0107	0,0092	0,0060	0,0102	-0,0082	-0,0001			
Kraftfutter													
(kg T/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	2,81 ^a	2,93 ^a	1,55 ^b	1,55 ^b	1,08 ^c	0,68 ^d	2,97 ^a	2,98 ^a	3,06 ^a	0,09	<0,001	<0,001	<0,001
	b	0,0008	0,0024	0,0000	0,0054	0,0039	0,0015	0,0011	0,0000				
EKF													
(kg T/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	2,81 ^a	2,93 ^{ab}	1,55 ^c	1,55 ^{cd}	1,08 ^{de}	0,68 ^e	2,09 ^{bc}	2,10 ^{cd}	2,17 ^{cde}	0,09	<0,001	<0,001	<0,001
	b	0,0008	0,0024	0,0000	0,0054	0,0039	0,0015	0,0013	0,0000				
PKF													
(kg T/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,88 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a	0,00	<0,001	0,020	0,007
	b	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0002	0,0000	0,0000				
Gesamtfutter													
(kg T/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	7,86 ^{ab}	8,61 ^a	8,14 ^{ab}	8,40 ^{ab}	8,37 ^{ab}	8,21 ^{ab}	7,42 ^b	7,75 ^{ab}	7,99 ^{ab}	0,54	0,0135	<0,001	0,061
	b	0,0016	0,0142	0,0059	0,0108	0,0146	0,0100	-0,0070	-0,0001				
Energie													
(MJ ME/Tag)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	82,01 ^{ab}	89,39 ^a	79,30 ^b	81,81 ^{ab}	79,66 ^b	76,54 ^b	82,46 ^{ab}	85,75 ^{ab}	88,29 ^{ab}	5,33	<0,001	<0,001	0,052
	b	0,0143	0,1374	0,0446	0,0953	0,1532	0,1044	0,1222	-0,0668	-0,0008			
Energieaufwand													
(MJ ME/kg Zuwachs)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	81,38 ^{ab}	78,46 ^{ab}	92,34 ^a	82,77 ^{ab}	87,58 ^a	89,43 ^a	75,43 ^{ab}	67,75 ^b	54,40 ^c	10,28	<0,001	0,005	0,943
	b	0,0829	0,0339	0,1739	0,0792	0,0206	0,0851	0,1472	0,0577				
Futteraufwand													
(kg T/kg Zuwachs)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	7,80 ^{bcd}	7,55 ^{cde}	9,48 ^{ab}	8,50 ^{abcd}	9,20 ^{ab}	9,59 ^a	6,79 ^{de}	6,12 ^e	4,92 ^e	1,02	<0,001	0,007	0,912
	b	0,0082	0,0040	0,0191	0,0091	0,0003	0,0077	0,0124	0,0051				
Silage													
(kg T)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	1927 ^c	1790 ^{cd}	2924 ^{ab}	2493 ^b	2967 ^{ab}	3242 ^a	1549 ^{cd}	1388 ^d	992 ^d	297	<0,001	<0,001	0,356
	b	7,0005	5,5158	14,0081	9,3467	6,8781	8,5135	8,4554	6,0107	5,5831			
Kraftfutter													
(kg T)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	1092 ^a	943 ^{ab}	696 ^{cd}	571 ^{de}	448 ^e	302 ^e	1051 ^a	894 ^{ab}	628 ^{bcd}	117	<0,001	<0,001	0,059
	b	3,9460	1,6291	2,7101	1,1594	2,5894	2,2537	4,1898	6,3432	3,5588			
EKF													
(kg T)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	1092 ^a	943 ^{ab}	696 ^c	571 ^{cd}	448 ^{de}	302 ^e	740 ^{bc}	631 ^{cd}	446 ^{cde}	109	<0,001	<0,001	0,200
	b	3,9460	1,6291	2,7101	1,1594	2,5894	2,2537	3,0598	4,6616	2,5416			
PKF													
(kg T)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	0 ^d	311 ^a	263 ^b	182 ^c	16	<0,001	<0,001	<0,001
	b	0	0	0	0	0	1,1300	1,6816	1,0172				
Gesamtfutter													
(kg T)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	3057 ^{ab}	2765 ^{bc}	3666 ^a	3101 ^{ab}	3457 ^a	3587 ^a	2636 ^{bc}	2312 ^c	1641 ^c	389	<0,001	<0,001	0,668
	b	11,0784	7,1757	16,8931	10,5805	9,5124	10,8400	12,7747	12,5546	9,2594			
Energieaufnahme													
(MJ ME)	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ
	31,892 ^{abc}	28,707 ^{abc}	35,688 ^a	30,196 ^{abc}	32,923 ^{ab}	33,450 ^a	29,275 ^{abc}	25,597 ^{bc}	18,129 ^c	3886	<0,001	<0,001	0,684
	b	114,546	71,312	160,668	99,412	96,410	106,244	139,878	143,396	102,740			