

Einfluss der Rohprotein- und Energieversorgung in der Fleckvieh-Jungbullenmast

I. Mastleistung

A. STEINWIDDER, L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER,
G. MAIERHOFER und J. HÄUSLER*

1 Einleitung

Sowohl das Wachstum als auch die Schlachtkörper- und Fleischqualität sowie die Nährstoffausscheidungen und ferner ökonomische Fragen werden in der Rindermast wesentlich von der Energie- und Proteinversorgung beeinflusst. Mit der Umstellung der Energiebewertung in der Rindermast wurden von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie 1995 (GfE, 1995) auch Versorgungsempfehlungen für die Mast von Fleckviehbullen herausgegeben. Nährstoff- und Energieansatz bzw. -bedarf wurden dazu in umfangreichen Untersuchungen in Weihenstephan ermittelt (KIRCHGESSNER et al., 1994; KIRCHGESSNER et al., 1995; SCHWARZ u. KIRCHGESSNER, 1995; SCHWARZ et al., 1995). Im Gegensatz zu den bis dahin üblichen Versorgungsempfehlungen wurden insbesondere zu Mastbeginn die Empfehlungen für Rohprotein und Energie angehoben (GRUBER, 1996; STEINWIDDER, 1996), demgegenüber gingen sie für Rohprotein zu Mastende zurück.

In der Praxis stößt man bei angestrebten hohen Zunahmen besonders zu Mastbeginn immer wieder an die Grenzen einer wiederkäuergerechten Rationsgestaltung. Entsprechend den derzeitigen Normen sind hier, auch bei Einsatz von energiereicher Mais-silage, sehr hohe Mengen von Protein- und Energiekraftfutter erforderlich. Zu Mastende werden demgegenüber teilweise immer noch über den Normen liegende Proteinkraftfutturmengen eingesetzt. Es sollte daher im vorliegenden Versuch der Einfluss der Protein- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistung und Fleischqualität untersucht werden. Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse zur Mastleistung dargestellt.

2 Material und Methoden

Tiere und Aufzucht

Der Versuch wurde mit 120 männlichen Kälbern der Rasse Fleckvieh in 6 Versuchsdurchgängen durchgeführt. Die Kälber stammten von 5 Vätern mit positivem Fleisch-zuchtwert ab und wurden mit einer Lebendmasse (LM) von durchschnittlich 65 kg zugekauft. Anschließend wurden sie in Gruppenhaltung mit Vollmilchtränke (bis Ende der 12. Lebenswoche), Kälberkraftfutter (Kälberstarter), Kälberheu (1. Schnitt, Ähren-Ris-penschieben) und ab Beginn der 13. Lebenswoche mit Maissilage aufgezogen. In den letzten zwei Wochen vor Versuchsbeginn wurden die Kälber im Versuchsstall an die CALAN-Technik, welche der Erfassung der individuellen Futteraufnahme dient, sowie an die spätere Fütterungsreihenfolge gewöhnt. Die Aufteilung der Tiere auf die 12 Versuchsgruppen erfolgte unter Berücksichtigung der Lebendmasse, der Tageszunahmen bis zum Versuchsbeginn und der Genetik (Vater).

* Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdring 38. E-mail: andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

Mastversuch

Es wurden 3 Energie- und 4 Proteinversorgungsniveaus gewählt. Die Energieniveaus unterschieden sich in der täglich angebotenen Kraftfuttermenge, wobei in der niedrigen Energiestufe (E1) 1,30 kg T Kraftfutter pro Tier und Tag, in der mittleren Energiestufe (E2) 2,60 kg T und in der hohen Energiestufe (E3) eine im Mastverlauf von 2,6 auf 3,9 kg T steigende Kraftfuttermenge zusätzlich zum Grundfutter gefüttert wurde. Das Grundfutter setzte sich aus 92% Maissilage und 8% Heu zusammen. Die Maissilage wurde zur freien Aufnahme (tägliche Futterreste über 3%) angeboten.

Das Kraftfutter bestand in Abhängigkeit vom Proteinniveau (P1-P4) aus unterschiedlichen Anteilen an Protein- und Energiekraftfutter. Diese Anteile errechneten sich aus einem angestrebten XP/ME-Verhältnis in der jeweiligen Proteinversorgungsstufe. Das XP/ME-Verhältnis einer bestimmten Proteinstufe wurde während des Mastverlaufes nur in P1 konstant gehalten, in P2, P3 und P4 ging es zurück (Tabelle 1). Damit wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass im Mastverlauf der Proteinbedarf weniger stark steigt als der Energiebedarf (sinkendes XP/ME-Verhältnis, GFE, 1995).

Das Proteinkraftfutter setzte sich aus 66,7% Sojaextraktionsschrot-HP und 33,3% Rapsextraktionsschrot und das Energiekraftfutter aus 30% Gerste, 30% Weizen, 30% Körnermais und 10% Trockenschnitzeln zusammen. Die Ergänzung mit Mineralstoffen und Spurenelementen erfolgte nach Bedarf (GFE, 1995).

Die Tiere wurden in einem Tretmistlaufstall mit Stroheinstreu in Buchten zu jeweils 5 Tieren gehalten und täglich zweimal gefüttert. Mit Hilfe von elektronisch gesteuerten Toren konnte eine Einzeltierfütterung durchgeführt werden. Die Tiere wurden wöchentlich zur gleichen Zeit immer vor der Fütterung gewogen. Eine Rationsanpassung erfolgte täglich individuell mit Hilfe eines Rationsprogramms. Der Rohnährstoffgehalt der Grundfuttermittel (Weender Analysen, Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente) wurde aus 2-monatlichen Sammelproben ermittelt. Der Trockenmassegehalt der Maissilage wurde täglich und der des Kraftfutters monatlich erfasst. Der T-Gehalt der Maissilage wurde entsprechend dem Vorschlag von WEISSBACH und KUHLA (1995) hinsichtlich der Verluste an flüchtigen Fettsäuren bei der Trockenmassebestimmung

Tab. 1. Versuchsplan (Tieranzahl = 120; n = 10 pro Subgruppe)
Experimental design (number of animals = 120; n = 10 per sub group)

	Proteinniveau ¹⁾			
	P1	P2	P3	P4
XP/ME-Verhältnis	8,9	12,4-10,4	16,0-12,0	19,5-13,5
Energieniveau E1	P1E1	P2E1	P3E1	P4E1
Kraftfutter, kg T/Tier u. Tag	1,3	1,3	1,3	1,3
Energieniveau E2	P1E2	P2E2	P3E2	P4E2
Kraftfutter, kg T/Tier u. Tag	2,6	2,6	2,6	2,6
Energieniveau E3 ²⁾	P1E3	P2E3	P3E3	P4E3
Kraftfutter, kg T/Tier u. Tag	2,6-3,9	2,6-3,9	2,6-3,9	2,6-3,9

¹⁾ XP/ME-Verhältnis:

P1: XP/ME = 8,9 (konstant im Mastverlauf)

P2: $XP/ME = 0,000008 * LM^2 - 0,01040 * LM + 13,8$ (abnehmend im Mastverlauf)

P3: $XP/ME = 0,000016 * LM^2 - 0,02081 * LM + 18,7$ (abnehmend im Mastverlauf)

P4: $XP/ME = 0,000024 * LM^2 - 0,03130 * LM + 23,6$ (abnehmend im Mastverlauf)

²⁾ zunehmende Kraftfuttergabe im Mastverlauf

E3: $KF \text{ kg T/Tag} = -0,000000000044 * LM^4 + 0,0000000974 * LM^3 - 0,00008 * LM^2 + 0,029 * LM - 0,02$

korrigiert. Die chemischen Analysen erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Verdaulichkeit der Futtermittel wurde in vivo mit Hammeln nach den Leitlinien der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1991) bestimmt. Die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) wurde entsprechend den Angaben der GfE (2001) – unter Berücksichtigung des in den DLG-Futterwerttabellen (DLG, 1997) angegebenen UDP-Anteils der eingesetzten Futtermittel – errechnet. Für Soja- und Raps-Extraktionsschrot wurde ein UDP-Anteil von 30% unterstellt. Zur Ermittlung der Leerkörper-Tageszunahmen wurde die Leerkörpermasse zu Versuchsbeginn von jener vor der Schlachtung abgezogen und durch die Versuchstage geteilt. Die Feststellung des Verdauungstraktinhalts erfolgte bei der Schlachtung individuell für jeden Bullen. Die Leerkörpermasse zu Versuchsbeginn wurde aus Schlachtergebnissen von 12 zusätzlich aufgezogenen männlichen Kälbern errechnet ($\text{Leerkörpermasse} = \text{LM} \times 0,872$).

Versuchsauswertung

Die Mastleistungsdaten wurden nach dem Modell 1 des Statistikprogramms LSMLMW PC-1 (HARVEY, 1987) mit den fixen Effekten „Energieniveau“, „Proteinniveau“, „Wiederholung“, „Vater“, der Interaktion „Energieniveau x Proteinniveau“ und den linearen Regressionsvariablen „Lebendmasse zu Versuchsbeginn“ und „Lebendmasse zu Versuchsende“ ausgewertet. In den Ergebnistabellen werden die LSQ-Mittelwerte der Haupteffekte „Energieniveau“ und „Proteinniveau“, die P-Werte aus der Varianzanalyse und die Residualstandardabweichung angegeben. Die Auswertung der Mastleistungsparameter im Versuchsverlauf erfolgte in Lebendmasseabschnitten zu jeweils 50 kg (Mastbeginn–200 kg, 200–250 kg etc.). Dazu wurden die Mastleistungsdaten jedes Tieres im Abschnitt individuell gemittelt. Diese Daten wurden ebenfalls nach dem Modell 1 mit den fixen Effekten „Energieniveau“, „Proteinniveau“, „Wiederholung“, „Vater“, der Interaktion „Energieniveau x Proteinniveau“ sowie der linearen Regressionsvariablen „Lebendmasse im Abschnitt“ ausgewertet. Ein Tier der Versuchsgruppe E1P1 wurde auf Grund schlechter Zuwachsentwicklungen (Ausreißer $P < 0,10$) nicht in die Versuchsauswertung einbezogen (Essl., 1987). Drei weitere Tiere mussten aus gesundheitlichen Gründen vorzeitig aus dem Versuch ausgeschieden werden.

3 Ergebnisse

Nährstoffgehalt der Futtermittel

In Tabelle 2 ist der durchschnittliche Nährstoffgehalt der Futtermittel angeführt. Trockenmasse-, Energie- und Nährstoffgehalt der Maissilage entsprechen den zu erwartenden Werten in einer Maisgrenzlage. Das zur Strukturergänzung eingesetzte Heu wies im Mittel einen Rohfasergehalt von 28,5% und einen Rohproteingehalt von 14% auf. Die Verdaulichkeit der organischen Masse lag bei 66%. Das Energiekraftfutter erzielte einen Rohproteingehalt von 12,6% und einen Energiegehalt von 13,1 MJ ME je kg Trockenmasse. Im Proteinkraftfutter (PKF) wurden ein Rohproteingehalt von 47% und ein Energiegehalt von 13,2 MJ ME festgestellt. Der XP-Gehalt im PKF lag daher geringfügig unter dem aus Tabellenwerken errechneten Wert.

Mastleistung – gesamte Versuchsperiode

In den Tabellen 3 und 4 sind die Mastleistungsergebnisse über die gesamte Versuchsperiode zusammengefasst. Die hohen Tageszunahmen von 1315 g im Mittel über alle Gruppen weisen auf sehr gute Versuchsbedingungen und hohes genetisches Potential der Versuchstiere hin. In den Hauptgruppen führte die Steigerung der Energieversor-

Tab. 2. Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel (je kg Trockenmasse)
Nutrient and energy content of feedstuffs (per kg DM)

	T	XP	nXP	RNB	UDP	XL	XF	XA	NDF	ADF	NFC	Stärke	Zucker	ME
	g/kg FM	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	MJ
Maissilage	314	82	129	-8	20	28	228	45	441	254	404	209	5	10,57
Heu	874	142	125	3	29	20	285	89	543	325	207	0	110	8,86
Energiekraft- futter (EKF)	878	126	160	-6	30	22	48	29	187	59	638	610	34	13,07
Proteinkraft- futter (PKF)	891	473	273	32	142	24	79	75	167	115	261	72	110	13,20

gung von E1 (= 1,3 kg T Kraftfutter) auf E2 (= 2,5 kg T Kraftfutter) zu einer Erhöhung der Tageszunahmen um 131 g. Die weitere Steigerung von E2 auf E3 (= 3,5 kg T Kraftfutter) erhöhte die Zunahmen nur mehr geringfügig – und zwar um 40 g.

Auch bei den Proteinversorgungsniveaus war ein ähnlicher Effekt feststellbar. Von P1 (= 0 kg PKF) auf P2 (= 0,4 kg PKF) stiegen die Zunahmen um 164 g an. Die weitere Steigerung der Proteinversorgung von P2 auf P3 (= 0,9 kg PKF) und von P3 auf P4 (= 1,4 kg PKF) erhöhte die Tageszunahmen noch mehr um 65 bzw. 40 g. Die Leerkörper-Tageszunahmen wurden in einem vergleichbaren Ausmaß von den Versuchsfaktoren beeinflusst. Auffallend sind die geringen Futteraufnahmen in den niedrigen Proteinversorgungsgruppen P1.

In den Untergruppen zeigte sich, dass die Steigerung des Kraftfuttersniveaus von E2 auf E3 – insbesondere in den Proteinniveaus P3 und P4 – zu keinem weiteren Anstieg in den durchschnittlichen Tageszunahmen führte. Ein vergleichbarer Trend wurde hier auch in der Futteraufnahme festgestellt. Mit steigendem Kraftfuttereinsatz ging erwartungsgemäß die Grundfutteraufnahme zurück. Obwohl im Versuch auch Heu zur Strukturergänzung eingesetzt wurde, zeigte sich bei Erhöhung des Kraftfutteranteils am Gesamtfutter von 30–35 % (E2) auf 45–50 % (E3) bereits eine Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter von etwa 1:1. Nur in Gruppe P1 war dieser Effekt weniger stark ausgeprägt. Hier führte jedoch die höhere Kraftfutterergänzung indirekt auch zu einer besseren XP-Versorgung; in den Proteingruppen P1–P4 erfolgte nämlich die Proteinergänzung entsprechend einem angestrebten XP/ME-Verhältnis. Daher nahm mit steigender Energieaufnahme auch die Rohproteinaufnahme zu. Zu Mastbeginn lag die Rohproteinkonzentration in E1 bei 14,7 %, in E2 bei 15,5 und in E3 bei 16,0 % und ging bis Mastende auf 11,4 %, 12,0 % bzw. 12,4 % je kg Trockenmasse zurück. Je nach Energieniveau (E1–E3) lag die Proteinkonzentration zu Mastbeginn in P1 bei 9,7–11,3 %, in P2 bei 13,0–13,7 %, in P3 bei 16,8–17,6 und in P4 bei 19,2–21,3 %. Im letzten Mastabschnitt betrug diese in P1 9,2–10,1 % in P2 10,7–11,3 %, in P3 12,2–13,1 und in P4 13,4–14,9 %.

Mastleistungsdaten im Versuchsverlauf

In Abbildung 1 ist der Verlauf der Futteraufnahme im Versuch dargestellt. Unabhängig von der Proteinversorgung lag diese in E1 unter jener von E2 und E3, welche sich nur zur Mastmitte unterschieden. Bis zu einer Lebendmasse von etwa 350 kg wurde in allen 3 Energieniveaus bei hoher Proteinergänzung (P4) die jeweils höchste Gesamtfutter- und Energieaufnahme festgestellt. Am deutlichsten war dieser Effekt in E3 ausgeprägt und dauerte im Mastverlauf auch länger (bis ca. 400 kg) an. Zu Mastende zeigten demgegenüber die Tiere in P1 und P2 eine etwas höhere Futteraufnahme als die Tiere in P3 und P4. Insbesondere in der ersten Masthälfte beeinflusste die Rohproteinaufnahme – innerhalb der 3 Energieniveaus – die Energieaufnahme der Tiere deutlich (Abbildung 2).

Tab. 3. Mastleistung in den Hauptgruppen – gesamte Versuchsperiode
 Fattening performance (main effects) – whole experiment

	Energieniveau (E)						Proteinniveau (P)						P-Werte		
	E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	E	P	E x P	
Tiere	39	37	40	29	30	29	28								
Lebendmasse Beginn	kg	158	158	156	158	159	159	18,9	0,988	0,900	0,892				
Lebendmasse Ende	kg	642	648	653	642	648	651	12,9	0,003	0,046	0,065				
Versuchstage	Tage	420	378	362	441	383	356	36,2	<0,001	<0,001	0,201				
Tageszunahmen	g/Tag	1214	1345	1385	1149	1313	1378	1418	<0,001	<0,001	0,514				
Leerkörper-Tageszunahmen	g/Tag	1110	1233	1267	1045	1198	1304	111	<0,001	<0,001	0,683				
Tägliche Futteraufnahme															
Heu	kg T	0,33	0,30	0,26	0,29	0,30	0,29	0,29	<0,001	0,333	0,314				
Maissilage	kg T	5,32	4,69	3,83	4,27	4,75	4,73	4,73	<0,001	0,001	0,418				
Grundfutter	kg T	5,64	4,99	4,09	4,56	5,05	5,02	5,02	<0,001	0,001	0,378				
Grundfutter	% v. Ges.	79,8	65,3	53,3	65,3	66,7	66,3	66,3	<0,001	0,049	0,092				
Energie-KF	kg T	0,66	1,82	2,79	2,35	2,02	1,11	0,10	<0,001	<0,001	<0,001				
Protein-KF	kg T	0,64	0,71	0,69	0,02	0,42	0,91	1,37	<0,001	<0,001	<0,001				
Krautfutter	kg T	1,29	2,53	3,48	2,37	2,44	2,48	2,48	<0,001	<0,001	<0,001				
Gesamtfutter ¹⁾	kg T	7,03	7,61	7,67	7,02	7,59	7,59	7,59	<0,001	<0,001	0,573				
Nährstoffaufnahme															
Energie	MJ ME	75,5	84,2	86,7	77,5	83,7	83,4	84,0	<0,001	<0,001	0,594				
Rohprotein	g	863	990	1026	695	884	1048	1211	<0,001	<0,001	0,004				
Rohprotein	g/kg T	122	129	133	99	116	138	158	<0,001	<0,001	<0,001				
XP/ME-Verhältnis		11,4	11,8	11,8	9,0	10,6	12,6	14,4	<0,001	<0,001	<0,001				
RNB	g/Tag	-23	-22	-22	-44	-33	-14	2	0,296	<0,001	<0,001				
XP-Aufwand	g/kg Zuw.	702	731	741	606	678	763	852	0,014	<0,001	0,104				
ME-Aufwand	MJ/kg Zuw.	62,5	63,5	63,0	67,7	64,1	60,8	59,3	0,758	<0,001	0,540				

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

Tab. 4. Mastleistungsergebnisse in den Untergruppen – gesamte Versuchsperiode
Fattening performance (subgroups) – whole experiment

	Anzahl	Energieniveau x Proteiniveau											
		E1 P1	E1 P2	E1 P3	E1 P4	E2 P1	E2 P2	E2 P3	E2 P4	E3 P1	E3 P2	E3 P3	E3 P4
Tiere	10	10	10	10	9	9	9	9	10	10	10	10	9
Lebendmasse Beginn	kg	154	156	161	162	155	156	160	162	159	161	157	154
Lebendmasse Ende	kg	627	646	646	651	649	645	651	649	650	653	655	652
Versuchstage	Tage	487	416	396	383	445	374	352	343	392	359	353	344
Tageszunahmen	g/Tag	1046	1208	1286	1315	1130	1340	1431	1478	1270	1390	1418	1462
Leerkörper-Tageszunahmen	g/Tag	947	1116	1163	1215	1045	1207	1330	1350	1144	1270	1306	1346
Tägliche Futteraufnahme													
Heu	kg T	0,33	0,34	0,32	0,31	0,28	0,31	0,31	0,29	0,27	0,26	0,26	0,25
Maissilage	kg T	4,95	5,47	5,41	5,44	4,14	4,88	4,92	4,81	3,71	3,90	3,76	3,96
Grundfutter	kg T	5,28	5,81	5,72	5,75	4,42	5,19	5,23	5,10	3,98	4,15	4,01	4,21
Grundfutter	% v. Ges.	78,8	80,5	80,0	80,0	63,3	66,2	66,2	65,5	53,7	53,5	52,6	53,4
Energie-KF	kg T	1,26	0,86	0,41	0,10	2,47	2,09	1,61	1,12	3,32	3,10	2,64	2,11
Protein-KF	kg T	0,04	0,44	0,87	1,19	0,00	0,44	0,96	1,44	0,01	0,39	0,90	1,47
Kraftfutter	kg T	1,30	1,30	1,28	1,29	2,47	2,53	2,57	2,56	3,33	3,49	3,53	3,58
Gesamtfutter ¹⁾	kg T	6,67	7,21	7,10	7,13	6,99	7,82	7,90	7,76	7,41	7,75	7,65	7,89
Nährstoffaufnahme													
Energie	MJ ME	71,6	77,5	76,3	76,8	77,3	86,2	87,3	85,8	83,4	87,4	86,5	89,3
Rohprotein	g	632	812	944	1063	693	914	1102	1250	761	927	1097	1320
Rohprotein	g/kg T	94	112	133	149	99	117	139	160	103	119	143	166
XP/ME-Verhältnis		8,8	10,5	12,4	13,9	9,0	10,6	12,6	14,6	9,1	10,6	12,7	14,8
RNB	g/Tag	-42	-31	-15	-3	-44	-33	-15	4	-46	-34	-14	6
XP-Aufwand	g/kg Zuw.	592	674	732	808	625	686	778	836	602	675	777	910
ME-Aufwand	MJ/kg Zuw.	68,1	64,1	59,2	58,5	69,5	64,7	61,8	57,9	65,5	63,4	61,4	61,6

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

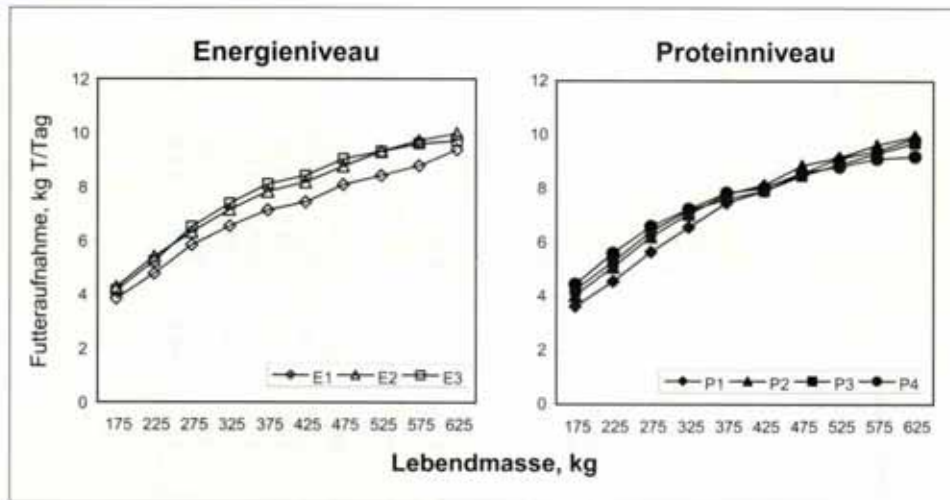


Abb. 1. Gesamtfutteraufnahme im Mastverlauf
Feed intake depending on live weight

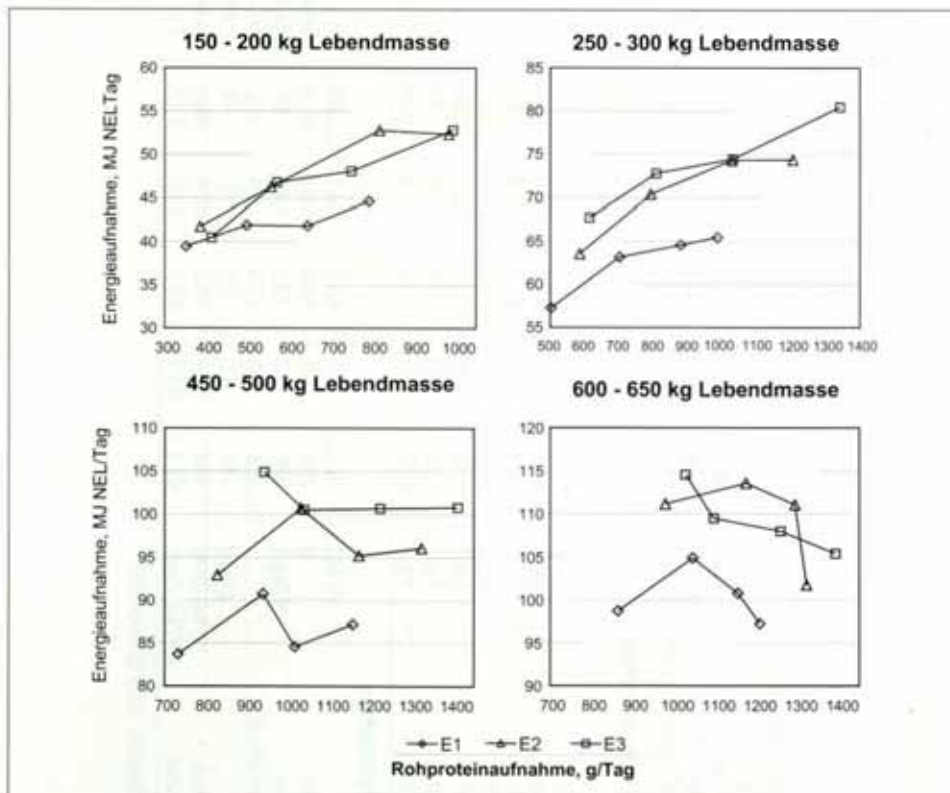


Abb. 2. Zusammenhang zwischen Rohprotein- und Energieaufnahme
Crude protein and energy intake

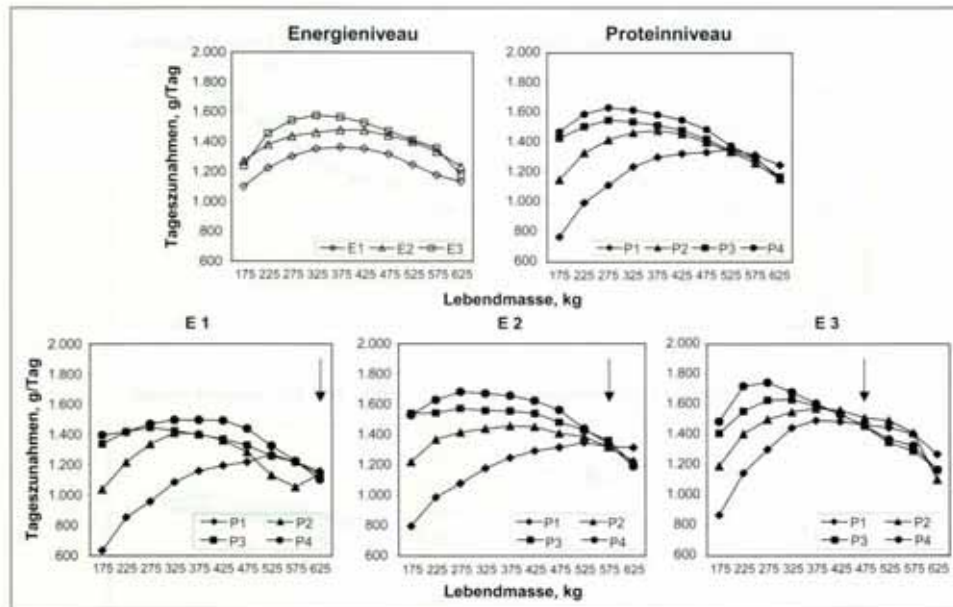


Abb. 3. Tageszunahmen im Mastverlauf
Daily gains depending on live weight

In Abbildung 3 sind die Verläufe der Tageszunahmen in den Versuchsgruppen dargestellt. Unabhängig von der Proteinversorgung zeigten die Tiere in E1 im Vergleich zu E2 praktisch über die gesamte Mastperiode täglich um etwa 150 g geringere Zuwachslösungen. Von 200–500 kg Lebendmasse unterschieden sich auch die Zunahmen zwischen E2 und E3 sehr deutlich.

Innerhalb der Energieniveaugruppe E1 zeigte sich zu Mastbeginn zwischen P1, P2 und P3 eine deutliche Differenzierung in den täglichen Zunahmen. Zwischen P3 und P4 unterschieden sich die Zunahmen bei niedriger Energieergänzung nur geringfügig. Zu Mastmitte lag die Gruppe P4 jedoch signifikant über P3 und P2, welche hier auf vergleichbarem Zunahmenniveau lagen. Mit Ausnahme von Gruppe P2, die zu Mastende in den Zunahmen unerwartet abfiel, lagen die weiteren Proteingruppen im letzten Abschnitt auf vergleichbarem Zunahmenniveau. Obwohl die Tageszunahmen in E2 deutlich über E1 lagen, wurde prinzipiell ein mit E1 vergleichbarer Verlauf der Wirkung der Proteinergänzung auf die täglichen Zunahmen festgestellt. In E3 führte die differenzierte Proteinversorgung zu Mastbeginn in allen Versorgungsstufen zu einer deutlichen Zunahmenbeeinflussung. Mit steigender Proteinversorgung wurde das Wachstummaximum deutlich in die vorderen Mastabschnitte verschoben. Zu Mastende konnten die Tiere in P1 und P2 die zu Mastbeginn geringeren Zunahmen teilweise wieder kompensieren. Wie Abbildung 3 (siehe Pfeile) zeigt, nahm die Bedeutung des XP/ME-Verhältnisses für die Tageszunahmen im Mastverlauf mit zunehmender Energieversorgung ab.

Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse und Versorgungsempfehlungen

In Abbildung 4 ist der Zusammenhang zwischen Energieaufnahme und Tageszunahmen für die 4 Proteinversorgungsniveaus sowie die ME-Versorgungsempfehlungen bei unterschiedlichen Tageszunahmen in ausgewählten Mastabschnitten dargestellt. Im ersten Abschnitt beeinflusste das Proteinniveau (XP/ME-Verhältnis) die Zunahmen deutlicher

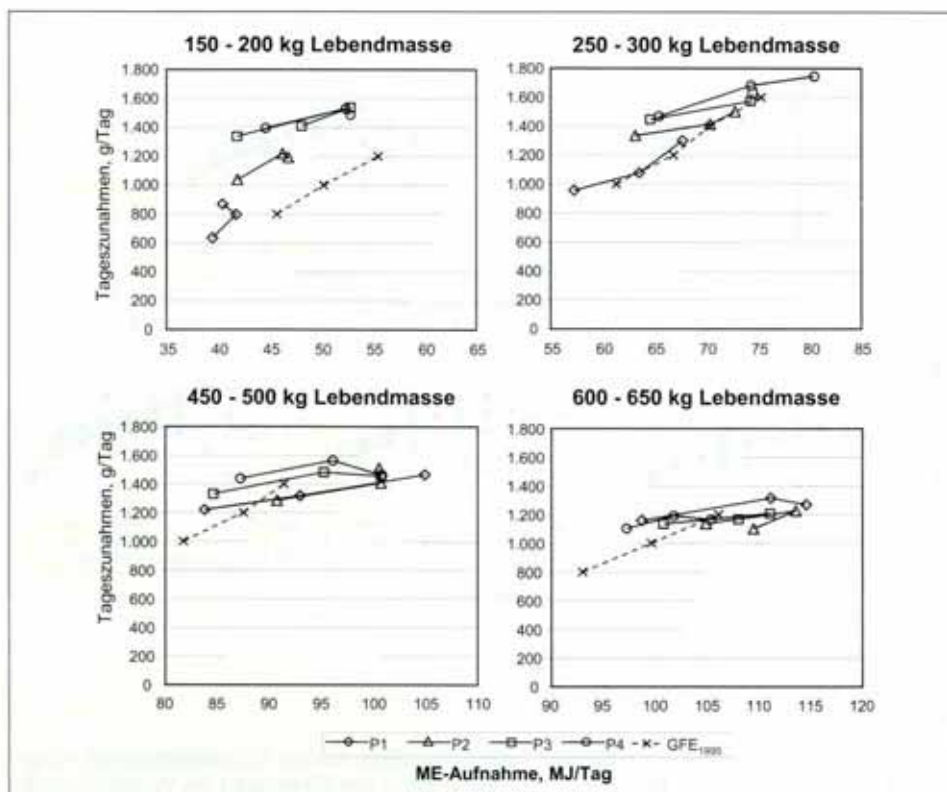


Abb. 4. Energieaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995)
Energy intake and daily gains as well as recommendations (GFE, 1995)

als das Energieversorgungs-niveau. Im weiteren Mastverlauf nahm dieser Effekt ab. Die Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen zeigt, dass bis etwa 250 kg Lebendmasse die Tiere aller Proteinversorgungsgruppen bei geringerer Energieaufnahme höhere Tageszunahmen erreichten als laut Empfehlungen zu erwarten gewesen wäre (GFE, 1995), während ab 250 kg Lebendmasse sehr gute Übereinstimmungen zwischen den Empfehlungen der GFE (1995) und den vorliegenden Versuchsergebnissen bestehen.

Der Zusammenhang zwischen Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen für die drei Energieversorgungs-niveaus sowie die XP-Versorgungsempfehlungen sind in Abbildung 5 dargestellt. In allen Energieversorgungs-niveaus erzielten die Versuchstiere zu Mastbeginn bei geringerer Proteinversorgung deutlich höhere Tageszunahmen als laut Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995) zu erwarten gewesen wären. Mit zunehmender Mastdauer nahm der Effekt der Rohproteinergänzung auf die Tageszunahmen ab. Zu Mastende wurde kein positiver Effekt steigender Rohproteingehalte auf die Zunahmen mehr festgestellt.

Der Einfluss des XP/ME-Verhältnisses auf die Tageszunahmen ist in Abbildung 6 dargestellt. Dabei zeigt sich, dass vor allem in der ersten Masthälfte mit steigender Energieversorgung (E2, E3) das XP/ME-Verhältnis zurückgehen kann. Während beispielsweise im Mastabschnitt von 150-200 kg Lebendmasse bei niedriger Energieversorgung (E1)

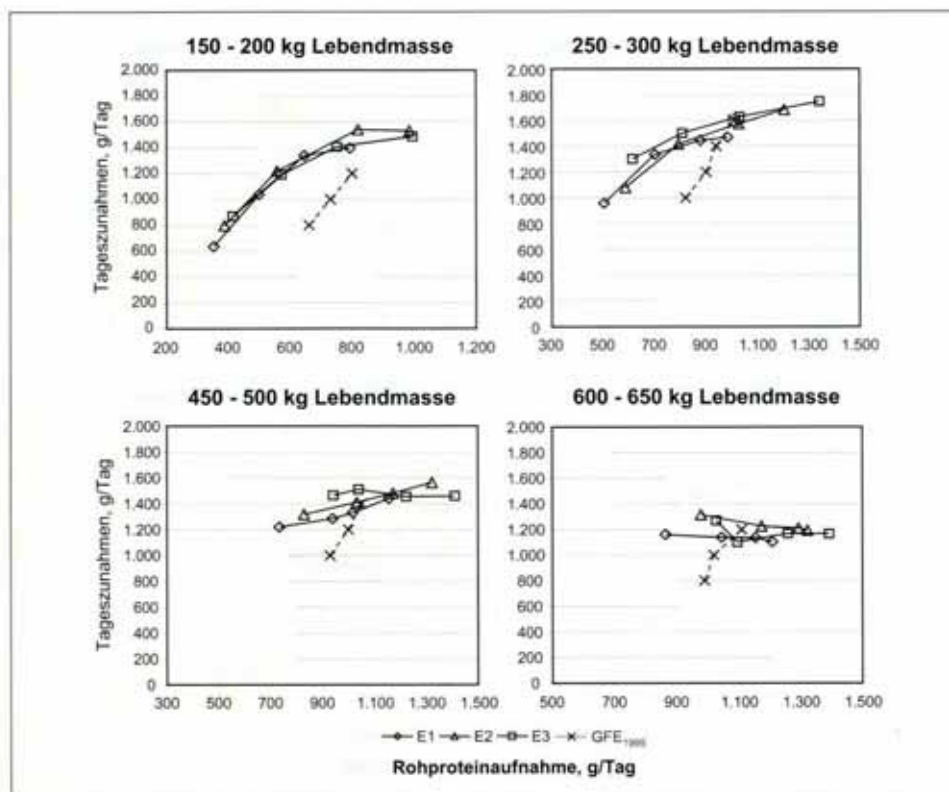


Abb. 5. Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995)
Crude protein intake and daily gains as well as recommendations (GFE, 1995)

selbst bei hohem Proteinangebot von knapp 18 g XP/MJ ME noch nicht die maximale Zuwachsleistung erreicht wurde, genügte bei hoher Energieversorgung (E3) ein Protein/Energie-Verhältnis von 15,5 g XP/MJ ME, um die maximalen Tageszunahmen zu erreichen. Zu Mastmitte (350–400 kg LM) wurden in E3 bei einem XP/ME-Verhältnis von etwa 12 die maximalen Tageszunahmen erreicht. In E2 und vor allem E1 waren diese mit einem XM/ME-Verhältnis von 14 noch nicht erreicht. Zu Mastende wurde demgegenüber bei einem XP/ME-Verhältnis unter 9 (10% XP i. d. T) noch kein Rückgang der Tageszunahmen festgestellt. Es zeigte sich mit steigender Proteinversorgung sogar ein leichter Trend zu niedrigeren Tageszunahmen.

In der errechneten XP-Versorgung lag zu Mastbeginn in allen Versuchsgruppen eine negative nXP-Versorgungsbilanz vor. Ab einer Lebendmasse von 250–300 kg wurde eine im weiteren Mastverlauf zunehmend positive nXP-Bilanz errechnet.

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit werden die Versuchsergebnisse zum Einfluss der Energie- und Proteinversorgung auf die Mastleistung von Fleckvieh-Jungbullen über einen Lebendmassebereich von 160–650 kg dargestellt. Die Differenzierung in der Energieversorgung wurde durch gestaffelte Kraftfuttergaben bei ad libitum-Grundfutterangebot

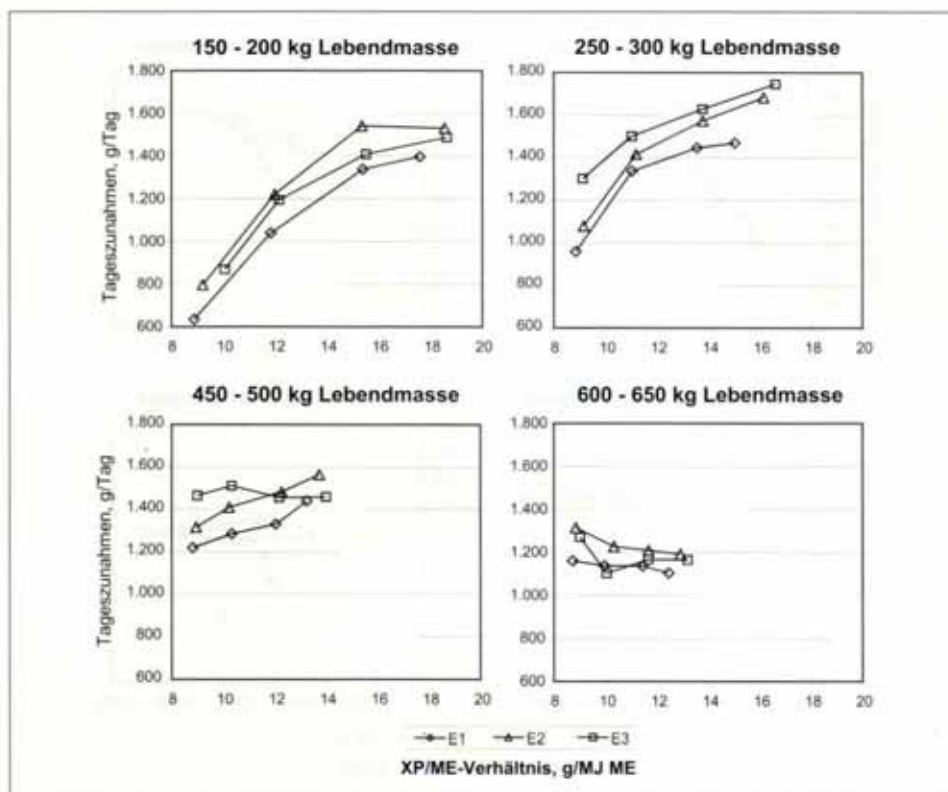


Abb. 6. Zusammenhang zwischen XP/ME-Verhältnis und Tageszunahmen
XP/ME-ratio and daily gains

erreicht, die Differenzierung der Proteinversorgung erfolgte über unterschiedliche Kraftfutterzusammensetzung.

In einem vergleichbaren Versuch von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) führte die Erhöhung der Kraftfutterzulage von 2,3 auf 3,5 kg Kraftfutter zu energiereicher Maissilage noch zu einer deutlicheren Zunahme der Futter- und Energieaufnahme. Die Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter lag bei freier Maissilageaufnahme bei 0,46. Eine ebenfalls geringere Grundfutterverdrängung (0,45 kg T) stellten GRUBER und LETTNER (1985) mit Fleckviehtieren fest. In deren Versuch – auf Basis energiereicher Maissilage – führte die Steigerung der Kraftfutttergabe von 0,9 kg T/Tag über 1,8 auf 2,9 kg T/Tag zwar zu einer Erhöhung der Futteraufnahme, aber zu keiner Verbesserung der Zuwachsleistungen, wodurch sich der Futteraufwand je kg Zuwachs erhöhte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der vorliegende Versuch bereits ab etwa 160 kg Lebendmasse durchgeführt wurde und auch die Mastendmasse höher lag. Die höchste Grundfutterverdrängung wurde im Versuch nämlich zu Mastbeginn (160–250 kg) und zu Mastende (500–650 kg) festgestellt. In beiden Abschnitten führte die Kraftfuttterhöhung von E2 auf E3 zu einer Grundfutterverdrängung von über 1. SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1987) stellten in der Bullenmast mit energiereicher Maissilage im Lebendmassebereich von 210–330 kg eine Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter von knapp 1 kg T fest. Nach SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) wird Maissilage durch Kraftfutter in Abhängigkeit von der Energiekonzentration des Grundfutters, der Zula-

genhöhe, der Kraftfutterzusammensetzung und dem Mastabschnitt im Ausmaß von 0,5–1,0 kg T je kg Kraftfutterzulage aus der Ration verdrängt. Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse muss zudem das für mastbetonte Fleckvieh-Jungbullen erreichte hohe durchschnittliche Zunahmenniveau berücksichtigt werden, wobei zusätzlich der weite Lebendmassebereich zu beachten ist. Die Futteraufnahme wird sowohl von futter- als auch tierspezifischen Faktoren bestimmt (HEINDL et al., 1996). In jenen Fällen, in denen durch die Rationsgestaltung das genetisch festgelegte Wachstumspotential nicht ausgeschöpft wird, kann mit zunehmender Nährstoffdichte mit einer Zunahme der Futter- und Energieaufnahme, der Tageszunahmen und damit auch einer Verringerung des Futteraufwandes gerechnet werden. Demgegenüber führt bei begrenztem Proteinansatzvermögen eine Erhöhung des Fütterungsniveaus zu einem zunehmenden Fettansatz (KIRCHGESSNER et al., 1994). Dadurch erhöht sich nicht nur der Futteraufwand, sondern es sind auch Rückkoppelungen auf die Futteraufnahme möglich. Eine starke Verfettung des Tieres kann einen negativen Rückkoppelungseffekt auf die Futter- und Energieaufnahme ausüben (NRC, 2000). Jedoch gehen Fox et al. (1988) von einem Rückgang der Futteraufnahme erst ab einem Körperfettgehalt von 21,3% aus, welcher im Versuch in keiner Gruppe auch nur annähernd erreicht wurde. Die geringen Unterschiede in der Futteraufnahme und der Mastleistung zwischen E2 und E3 deuten aber darauf hin, dass bei einer Kraftfutterergänzung von knapp 2,6 kg T (E2) das Tageswachstumspotential der Fleckviehtiere nahezu ausgeschöpft wurde und daher in E3 bereits vermehrt Fett angesetzt wurde. Insbesondere bei kraftfutterbetonter Rationsgestaltung und auch zunehmendem physiologischen Alter der Tiere (zunehmender Fettansatz) kann mit erhöhtem Kraftfuttereinsatz eine ansteigende Grundfuttermitteldrängung erwartet werden (FERREL et al., 1978; BRENNAN et al., 1987; INRA, 1989; FLEISCHER et al., 1990). Die Tiere in E3 wiesen auch den höchsten Fettansatz auf (STEINWIDDER et al., 2005). In den ersten Mastabschnitten dürfte sich die hohe Kraftfutterzulage (50–55% des Gesamtfutters) in E3 bereits auf die Verdaulichkeit des Grundfutters und damit auch auf die Futteraufnahme ausgewirkt haben. Die Rohfaserkonzentration ging nämlich zu Mastbeginn von 17% in E1 auf 14% in E3 zurück. Im Durchschnitt über die gesamte Mast lag die XF-(NDF-) Konzentration bei 19,3, 16,9 und 14,8% (38,6, 35,0, 32,0%) in E1, E2 bzw. E3. In diesem Zusammenhang ist auch der Anstieg der Futteraufnahme bei zunehmender Proteinergänzung in den ersten Mastabschnitten zu diskutieren. Mit zunehmender Proteinergänzung verringerte sich nämlich der Stärke- und stieg der Rohproteingehalt in der Ration an. Dies dürfte durch den geringeren Anteil rasch fermentierbarer Kohlenhydrate bzw. den höheren Anteil von pH-Wert pufferndem Rohprotein zu stabileren Pansenverhältnissen beigetragen haben.

Vergleichbar mit der Futter- und Energieaufnahme erhöhten sich die durchschnittlichen Tageszunahmen mit steigender Kraftfutterergänzung deutlich von 1214 g (E1) auf 1345 g (E2) und nur mehr gering auf 1385 g (E3). Wie die Gegenüberstellung der ME-Versorgungsempfehlungen und Versuchsergebnisse zeigt, erreichten die Tiere zu Mastbeginn praktisch unabhängig von der Proteinversorgung höhere Zunahmen als laut Empfehlungen der GfE (1995) zu erwarten gewesen wären. Sowohl die hohen Tageszunahmen als auch der relativ geringe Futter- und Energieaufwand je kg Zuwachs deuten auf einen im Vergleich zu den Untersuchungen von KIRCHGESSNER et al. (1994) festgestellten geringeren Fett- und damit Energieansatz der im Versuch eingesetzten mastbetonten Fleckviehbullen zu Versuchsbeginn hin.

Die Auswirkungen der Proteinversorgung auf die Futteraufnahme können nicht unabhängig von der Energieversorgung diskutiert werden. Um dem bei steigender Energieversorgung auch zunehmenden N-Bedarf der Pansenmikroben Rechnung zu tragen, wurde daher im Versuch in allen drei Energieniveaus innerhalb der Proteinversorgungsstufen (P1 bis P4) das gleiche XP/ME-Verhältnis angestrebt. Demzufolge erhöhte sich von E1–E3 auch die Rohproteinergänzung. Unabhängig von der Energieversorgung

stieg die tägliche Futter- und Energieaufnahme von P1 auf P2 signifikant von 7,0 auf 7,6 kg T (78 auf 84 MJ ME) an und unterschied sich nicht zwischen P2, P3 und P4. Die Gruppen P1 fielen in allen drei Energieversorgungsstufen nur in der ersten Masthälfte stark ab. Bei sehr niedrigen Rohproteingehalten in der Ration kann auf Grund der verbesserten N-Versorgung der Pansenmikroben ein Anstieg der Futteraufnahme erwartet werden (SCHWARZ und KIRCHGESSNER, 1995). Die Pansenmikroben benötigen nämlich für ihr Wachstum N-Komponenten (NH_3 , Peptide und Aminosäuren). Dieser Stickstoff kann aus dem abgebauten Futterprotein und bis zu einem gewissen Grad aus dem N-Recycling über den rumino-hepatischen Kreislauf kommen (VAN SOEST, 1994; GFE, 1995). Nach VAN SOEST (1994) ist erst ab einem Rohproteingehalt der Ration von 6–8% der N-Bedarf der Mikroben nicht mehr zu decken, sodass Verdaulichkeit und Futteraufnahme reduziert werden. Im vorliegenden Versuch lag die Rohproteinkonzentration in P1 mit 9–10% deutlich über dieser Grenze. Berücksichtigt man die Angaben der GFE (1995), wonach die Pansenmikroben ihren N-Bedarf bis zu 20–30% aus rezirkuliertem N decken können, dann lag in P1 trotzdem über die gesamte Mastperiode eine negative ruminale N-Bilanz vor. Diese nahm im Mastverlauf sogar zu, was sich jedoch nicht in den Futteraufnahmedaten zeigte. Möglicherweise deutet dies auf ein im Mastverlauf zunehmendes N-Recycling-Potential hin, welches aber zu Mastbeginn unter den Angaben der GFE (1995) liegen könnte. In Untersuchungen von FIEMS et al. (1997) erhöhte sich sowohl mit steigendem Rohproteingehalt – aber vor allem auch mit steigender Lebendmasse – die Blutharnstoffkonzentration.

Möglicherweise ist der mit zunehmender Rohproteinergänzung festgestellte Anstieg in der Futteraufnahme und vor allem der Tageszunahmen zu Mastbeginn auch auf eine metabolische Wirkung zurückzuführen, welche auch in der Milchviehfütterung diskutiert wird (FAVERDIN et al., 2003; GRUBER et al., 2004). Das Wachstum und der Nährstoffansatz werden über Hormone gesteuert (GH, IGF-I, Insulin, Cortisol und Steroide). Laut RANGLAND-GRAY et al. (1997) kann nämlich bei steigender Aminosäurenversorgung im Dünndarm das Wachstum (Lebendmasse- und Proteinzuwachs) durch den Anstieg anaboler Hormone positiv beeinflusst werden.

Deutlicher als die Futteraufnahme wurden sowohl der Verlauf als auch die durchschnittlichen Tageszunahmen von der Proteinversorgung beeinflusst. Im Durchschnitt erhöhten sich die täglichen Zunahmen von P1 (1149 g) auf P2 (1313 g) stark und danach nur mehr degressiv über P3 (1378 g) auf P4 (1418 g). Insbesondere in der ersten Masthälfte war eine starke Differenzierung des Zunahmenverlaufs durch die gestaffelte Proteinergänzung festzustellen. Vergleichbare Ergebnisse wurden auch von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) festgestellt. Die Gegenüberstellung von Tageszunahmen und XP/ME-Verhältnis der Ration zeigt, dass mit zunehmender Energieaufnahme in der ersten Masthälfte das XP/ME-Verhältnis zurückgehen kann. Während beispielsweise im Mastabschnitt von 150–200 kg Lebendmasse bei niedriger Energieversorgung (E1) selbst bei sehr hohem Proteinangebot von knapp 18 g XP/MJ ME noch nicht die maximale Zuwachsleistung erreicht wurde, genügte bei hoher Energieversorgung (E3) ein Protein/Energie-Verhältnis von 15,5 g XP/MJ ME, um maximale Tageszunahmen zu erreichen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass bei festgesetztem XP/ME-Verhältnis mit steigender Energie- auch die XP-Aufnahme zunahm. Daher unterschieden sich in der ersten Masthälfte die Tageszunahmen zwischen den Energieversorgungsstufen bei vergleichbarer Rohproteinaufnahme nur geringfügig. Eine mögliche Wechselwirkung zwischen Energie- und Proteinversorgung wurde durch die spezielle Versuchsanstellung verhindert, da die Proteinversorgung an das XP/ME-Verhältnis gekoppelt wurde. Zudem wurde im vorliegenden Versuch auch die Futteraufnahme durch die Proteinversorgung sehr stark beeinflusst. Auch SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) stellten keine signifikante Wechselwirkung zwischen der Protein- und Energiezufuhr hinsichtlich der Tageszunahmen fest. Obwohl zu Mastbeginn rechnerisch eine negative nXP-Versorgungsbilanz vorlag, reichte offensichtlich bei zunehmender Energieaufnah-

me und damit ansteigenden Tageszunahmen die zunehmende Mikrobenproteinbildung aus, um den nXP-Bedarf der Tiere zu decken.

In einer umfangreichen Literaturlauswertung (GRUBER und LETTNER, 1991) erwies sich ein Anstieg der Tageszunahmen von Masttieren nur bis zu einem XP/ME-Verhältnis von etwa 11. Eine gewisse Verbesserung der Tageszunahmen bei hoher Proteinversorgung wurde festgestellt, wenn die Mast in einem sehr frühen Wachstumsstadium begonnen wurde oder wenn Tiere mit sehr hohem Proteinansatzvermögen bzw. sehr hoher Zuwachsleistung gemästet wurden. Aus eigenen Untersuchungen mit Fleckvieh-Bullen bei mittleren Tageszunahmen von knapp 1170 g ziehen die Autoren den Schluss, dass von 250 bis 600 kg Lebendmasse ein durchschnittlicher Proteingehalt von 11 % in der Trockenmasse bzw. ein Protein-/Energieverhältnis von 10 ausreichend ist. Demgegenüber wurden im vorliegenden Versuch im ersten Mastabschnitt (150–200 kg) und bei deutlich höherem Zunahmenniveau erst bei einer Rohproteinkonzentration von über 16 % bzw. einem XP/ME-Verhältnis über 14–16 (je nach Energieversorgung) die höchsten Tageszunahmen erreicht. Zu Mastende wurde bei Rohproteinkonzentrationen unter 10 % bzw. einem XP/ME-Verhältnis unter 9 noch kein Rückgang der Tageszunahmen festgestellt. Auch SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) erreichten mit Fleckvieh-Bullen im ersten Mastabschnitt (212–357 kg) bei einer Rohproteinkonzentration von über 14 % und einem XP/ME-Verhältnis von 12–15 (je nach Energieversorgung) die höchsten Zunahmen. Bei hoher Energieversorgung wurde im letzten Mastabschnitt (471–623 kg) mit einer Rohproteinkonzentration von 10 % bzw. einem XP/ME-Verhältnis von 9 noch kein Rückgang der Zunahmen festgestellt. Aus den Versorgungsempfehlungen der GFE (1995) kann bei 200 kg Lebendmasse und Tageszunahmen von 1400 g ein XP/ME-Verhältnis von 14,6 bzw. bei einer Lebendmasse von 600 kg und Tageszunahmen von 1200 g ein XP/ME-Verhältnis von 10,7 abgeleitet werden.

Schlussfolgerungen

Bei hoher Kraftfutterergänzung muss insbesondere zu Mastbeginn mit einer starken Grundfutterverdrängung gerechnet werden. Die Steigerung der Kraftfuttergabe von etwa 35 % der Gesamtfuttermenge auf etwa 50–55 % in E3 verringerte bereits tendenziell die Gesamtfutter- und Energieaufnahme. In der ersten Masthälfte wurde ein deutlicher Effekt der Rohproteinaufnahme auf die Futter- und Energieaufnahme festgestellt.

Im Vergleich zu den Versorgungsempfehlungen der GFE (1995) erreichten im vorliegenden Versuch die fleischbetonten Mastbullen der Rasse Fleckvieh zu Mastbeginn höhere Zunahmen als auf Grund der Energie- und Rohproteinaufnahme bzw. errechneten nXP-Versorgung zu erwarten gewesen wären.

In der ersten Masthälfte kann mit zunehmender Energieversorgung das XP/ME-Verhältnis in der Ration zurückgehen. Zu Mastbeginn (150–200 kg LM) konnte bei niedriger Energieversorgung selbst bei einem Protein/Energie-Verhältnis von etwa 18 g XP/MJ ME noch nicht die maximale Zuwachsleistung erreicht werden, bei hoher Energieversorgung reichte demgegenüber ein XP/ME-Verhältnis von 15–16 aus. Zu Mastende wurde demgegenüber unabhängig von der Energieversorgungsgruppe bei Rohproteinkonzentrationen unter 10 % bzw. einem XP/ME-Verhältnis unter 9 noch kein Rückgang der Tageszunahmen festgestellt.

Zusammenfassung

In einem 2-faktoriell angelegten Versuch wurden 120 Mastbullen der Rasse Fleckvieh im Mastbereich von 158–648 kg Lebendmasse unterschiedlich mit Energie und Rohprotein versorgt. Die Energiezufuhr variierte in drei Stufen (E1, E2, E3). In E1 erhielten die

Tiere 1,3 kg T, in E2 2,5 kg T Kraftfutter und in E3 eine von 2,6 kg T zu Mastbeginn auf 3,9 kg T Kraftfutter im Mastverlauf steigende Kraftfuttermenge. Das Grundfutter setzte sich aus 92% Maissilage und 8% Heu zusammen. Die Rohproteinzufuhr variierte in vier Stufen (P1–P4) entsprechend einem angestrebten XP/ME-Verhältnis. In P1 lag das XP/ME-Verhältnis über die gesamte Versuchsdauer bei 8,9. Das XP/ME-Verhältnis in P2–P4 wurde im Mastverlauf nicht konstant gehalten, sondern folgte einem abnehmendem Verlauf. In P2 ging das XP/ME-Verhältnis von 12,4 zu Mastbeginn auf 10,4 zu Mastende, in P3 von 16,0 auf 12,0 und in P4 von 19,5 auf 13,5 zurück.

Die täglichen Zunahmen erhöhten sich im Mittel der Gesamtmast mit steigender Energiezufuhr deutlich von 1214 g (E1) auf 1345 g (E2) und nur mehr gering auf 1385 g (E3). Gleichzeitig stieg auch die tägliche Gesamtfutter-(Energie-)aufnahme von 7,03 kg T (75,5 MJ ME) (E1) über 7,61 kg T (84,2 MJ ME) (E2) auf 7,67 kg T (86,7 MJ ME) (E3) pro Tier an. Die steigende Rohproteinversorgung verbesserte die Zunahmen von 1149 g (P1) deutlich auf 1313 g (P2) und geringer auf 1378 g (P3) und 1414 g (P4). Die Gesamtfutter-(Energie-)aufnahme unterschied sich nur signifikant zwischen einerseits P1 mit 7,02 kg T (77,5 MJ ME) und andererseits P2–P4 mit durchschnittlich 7,6 kg T (84 MJ ME). Der Einfluss der unterschiedlichen Energie- und Rohproteinzufuhr auf die Mastleistung war zu Mastbeginn am deutlichsten ausgeprägt. Bei Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse und den Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995) zeigen sich insbesondere zu Mastbeginn Abweichungen – die Normen gehen hier von einem höheren Energie- und Rohproteinbedarf der Tiere aus.

Schlüsselwörter: Rindermast, Energie- und Proteinversorgung, Mastleistung

Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien.
- 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.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) (1997): DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt.
- ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, Wien, 316 S.
- FAVERDIN, P., D. M'HAMED und R. VERITE (2003): Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects on ruminal digestion. *Anim. Sci.* **76**, 137–146.
- 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.
- FIEMS, L. O., B. G. COTTYN, C. V. BOUCQUE, D. F. BOGAERTS, C. VAN EENAEME und J. M. VANACKER (1997): Effect of beef type, body weight and dietary protein content on voluntary feed intake, digestibility, blood and urine metabolites and nitrogen retention. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **77**, 1–9.
- FLEISCHER, J., E. BOLDT und M. HOFFMANN (1990): Einfluss des Grobfutter-Konzentrations-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.

- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **65**, 229–234.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG Verlag Frankfurt.
- GRUBER, L. (1996): Neue Bedarfsnormen in der Rindermast. Konsequenzen für die praktische Fütterung. *Der Förderungsdienst* **44**, 233–243.
- GRUBER, L. und F. LETTNER (1985): Einfluss verschieden hoher Kraftfuttergaben in der Rindermast mit energiereicher Maissilage auf Mast- und Schlachtleistung und Wirtschaftlichkeit. *Wirtschaftseig. Futter* **31**, 243–272.
- GRUBER, L., F. J. SCHWARZ, D. ERDIN, B. FISCHER, H. SPIEKERS, H. STEINGASS, U. MEYER, A. CHASSOT, T. JILG, A. OBERMAIER und T. GUGGENBERGER (2004): Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. *VDLUFA-Schriftenreihe*, **60** – Kongressband 2004, 484–504.
- HEINDL, U., F. J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER (1996): Zur Schätzung der Futteraufnahme von Mastrindern. *Züchtungskunde*. **68**, 357–368.
- HARVEY, W.R. (1987): User's guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA.
- 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.
- KIRCHGESSNER, M., F. J. SCHWARZ, W. REIMAN, 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. Nutr.* **71**, 208–222.
- KIRCHGESSNER, M., U. HEINDL und F. J. SCHWARZ (1995): Schätzung der Gehalte und des Ansatzes von Nährstoffen im Schlacht- und Ganzkörper wachsender Rinder der Rasse Deutsches Fleckvieh. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **74**, 165–174.
- NRC (National Research Council 2000): Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. Edition, 1996, National Academy Press.
- RAGLAND-GRAY, K. K., H. E. AMOS, M. A. McCANN, C. C. WILLIAMS, J. L. SARTIN, C. R. BARB und F. M. KAUTZ (1997): Nitrogen metabolism and hormonal responses of steers fed wheat silage and infused with amino acids or casein. *J. Anim. Sci.* **75**, 3038–3045.
- SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1987): Zum Einfluss unterschiedlicher Kraftfuttergaben auf die Gewichtsentwicklung und Futteraufnahme in der Anfangsmast von Fleckviehbullen. *Bayer. Landw. Jb.* **64**, 738–745.
- SCHWARZ, F. J. und M. KIRCHGESSNER (1995): Zum Einfluss unterschiedlicher Rohprotein- und Energiezufuhr auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Jungbullen. 1. Mitt.: Versuchsplan und Mastleistung. *Züchtungskunde*. **67**, 49–61.
- SCHWARZ, F. J., M. KIRCHGESSNER und U. HEINDL (1995): Zum Energiebedarf wachsender Bullen, Färsen und Ochsen der Rasse Deutsches Fleckvieh. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* **73**, 27–37.
- STEINWIDDER, A. (1996): Ableitung des Proteinbedarfes von Mastrindern der Rasse Fleckvieh. *Ernährungsberatung von Haustieren*. 24.-25.10.1996. Radenci (Slowenien), Tagungsbericht, 40–49.
- STEINWIDDER, A., L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER, G. MAIERHOFER und J. HÄUSLER (2005): Einfluss des Protein/Energie-Verhältnisses auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckviehtieren. *Forum angewandte Forschung* 06./07.04 2005, Tagungsbericht, 52–55.
- VAN SOEST, P.J. (1994): *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, N.Y., 2nd ed.

WEISSBACH, F. und S. KUHLA (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierernährg. **23**, 189-214.

Influence of protein and energy intake on performance of Simmental bulls 1st communication: Fattening performance

by A. STEINWIDDER, L. GRUBER, T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, A. SCHAUER,
G. MAIERHOFER und J. HÄUSLER

In a two-factorial experiment 120 Simmental bulls were fed with different amounts of energy and crude protein during the fattening period of 158 to 648 kg of LW. The supply of energy differed in three levels (E1, E2, E3) varying by different amounts of concentrate (E1 1.3 kg DM; E2 2.5 kg DM, E3 increasing amount during fattening period of 2.6 to 3.9 kg DM). The roughage consisted of about 92% corn silage and 8% hay. The supply of crude protein differed in four levels (P1-P4) depending on the protein/energy-ratio. In P1 the protein/energy-ratio was 8.9. In group P2, P3 and P4 the protein/energy-ratio decreased during fattening period (P2 from 12.4 to 10.4; P3 from 16.0 to 12.0; P4 from 19.5 to 13.5). The average daily gains raised significantly with increasing energy supply from 1214 g (E1) to 1345 g (E2) and further only slightly to 1385 g (E3). At the same time the mean daily feed intake increased from 7.03 kg DM to 7.61 kg DM (E2) and 7.67 kg DM (E3) and the mean daily energy intake from 75.5 MJ ME (E1) to 84.2 MJ ME (E2) and 86.7 MJ ME (E3) per bull. The increasing CP intake improved the average daily gains from 1149 g (P1) significantly to 1313 g (P2), 1378 g (P3) and 1414 g (P4), respectively. The average daily feed and energy intake differed significantly only between P1 (7.02 kg DM; 77.5 MJ ME) on the one hand and P2 to P4 on the other hand (7.6 kg DM; 84 MJ ME). The influence of the different crude protein and energy levels on the fattening performance was most pronounced at the beginning of the fattening period. In comparison with the feeding recommendations of GFE (1995) the data of the present experiment showed differences especially at the beginning of the fattening period - higher crude protein and energy levels are recommended by the GFE (1995).

Keywords: beef cattle, growth, energy and protein supply, fattening performance