

EINFLUSS DER PROTEIN- UND ENERGIEVERSORGUNG AUF DIE MAST- UND SCHLACHTLEISTUNG VON FLECKVIEH-STIEREN

Andreas STEINWIDDER¹, Leonhard GRUBER¹, Thomas GUGGENBERGER¹,
Johann GASTEINER¹, Anton SCHAUER¹, Günther MAIERHOFER¹ und Johann
HÄUSLER¹

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.

Proteinversorgung beeinflusste die Ausschachtung der Jungbullen signifikant. Mit 58,8 % lag diese in E3 signifikant über E2 bzw. E1, welche 57,5 bzw. 57,9 % erzielten. Im niedrigen Proteinversorgungsniveau P1 erreichten die Tiere die geringste Ausschachtung. In der EUROP-Fleischigkeitsklasse lagen die Tiere in E3 signifikant über E2 und E1. Innerhalb der Proteinniveaus fielen die Jungbullen der Gruppe P1 von den anderen Gruppen signifikant ab. Der errechnete Fettgehalt stieg im Ganz- und Schlachtkörper von E1 bis E3 signifikant an und lag in P1 und P2 auf tieferem Niveau als in P3 und P4. Proteingehalt und Proteinansatz wurden weder vom Energie- noch vom Proteinversorgungsniveau signifikant beeinflusst. Die chemisch-physikalischen Fleischparameter (Tropfsaft-, Grillsaft- und Kochsaftverluste, Scherkraft, Nährstoffgehalt, Farbe) wurden von der Energie- und Proteinversorgung ebenfalls nicht wesentlich

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, A-8952
Irdning.

andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

beeinflusst. Bei der subjektiven Beurteilung der Fleischqualität durch Verkostung schnitt die Gruppe E1 am schlechtesten ab. Die N-Ausscheidungen stiegen von P1 mit 36,1 kg pro Masttier bzw. 84 g pro Tier und Tag bis P4 mit 56,0 kg pro Tier bzw. 160 g pro Tier und Tag linear an.

VPLIV OSKRBE Z BELJAKOVINAMI IN ENERGIJO NA PRIREJO MESA IN KLAVNOST BIKOV LISASTE PASME

IZVLEČEK

V poskusu smo 120 govejih pitancih svetlo lisaste pasme s težo 158 do 648 kg različno oskrbovali z energijo in beljakovinami. Energijo so dobivali v treh nivojih (E1, E2, E3). Živali so v poskusu dobivale naraščajočo količino koncentrata od začetnih 1,3 (E1), 2,5 (E2) in 2,6 (E3) kg SS na začetku- ter do 3,9 kg SS na koncu pitanja. Osnovna krma je bila sestavljena iz 92 % koruzne silaže in 8 % sena. Oskrbo s surovimi beljakovinami smo spreminjali v štirih stopnjah (P1-P4) v smislu naraščajočega razmerja XP/ME. V varianti P1 je bilo razmerje XP/ME skozi ves poskus 8,9. V varianti P2-P4 pa razmerje XP/ME ni bilo konstantno, temveč se je zmanjševalo. V varianti P2 se je razmerje XP/ME zmanjšalo od 12,4 na začetku pa do 10,4 ob koncu pitanja, v P3 pa od 16,0 na 12,0 in v P4 od 19,5 do 13,5.

Dnevni prirasti so se v povprečju celotnega poskusa zviševali z višjo energetske oskrbe od 1214 g (E1) na 1345 g (E2) in na 1385 g (E3). Hkrati se je povečala tudi konzumacija skupne krme (energije) od 7,03 kg SS (75,5 MJ ME) (E1) preko 7,61 kg SS (84,2 MJ ME) (E2) na 7,67 kg SS (86,7 MJ ME) (E3) na žival. Zvišana oskrba z beljakovinami je izboljšala priraste od 1149 (P1) na 1313 g (P2) in (le malo) na 1378 g (P3) in 1414 g (P4). Konzumacija celotne krme (energije) se je statistično značilno razlikovala na eni strani v varianti P1 s 7,02 kg SS (77,5 MJ ME) in na drugi strani v P2-P4 s povprečno 7,6 kg SS (84 MJ ME). Vpliv različne oskrbe z energijo in beljakovinami na priraste se je najbolj odražal na začetku pitanja. Primerjava rezultatov preizkusa in priporočil normativa (GFE 1995) je pokazala zlasti v začetku pitanja na odstopanja; normativ izhaja tu iz višje potrebe po energiji in beljakovinah.

Oskrba z beljakovinami signifikantno vpliva na klavne lastnosti mladih bikov. Z 58,8 % je bila ta v E3 varianti signifikantno višja od E2 (57,5 %) oz. E1 (57,9 %). Pri nizki oskrbi z beljakovinami P1 so dosegale živali najnižjo klavnost. Po ocenjevalni lestvici EUROP za mišično tkivo, so bile živali iz E3 statistično značilno nad E2 in E1. Znotraj beljakovinskih nivojev so se mladi biki P1 signifikantno razlikovali od drugih skupin. Izračunana vsebnost masti v trupih in v klavnih polovicah se je signifikantno zvišala od E1 do E3 in je bila v P1 in P2 na nižjem nivoju kot v P3 in P4. Različna oskrba z beljakovinami in energijo ni bistveno vplivala na kemijske in fizikalne lastnosti kakovosti mesa (izcedni sok, izguba soka pri pečenju in kuhanju, žilavost, vsebnost hranil, barva). Pri senzoričnem ocenjevanju parametrov kakovosti mesa, so bili le-ti najnižji v skupini E1. Izločanje dušika se je linearno povečevalo od P1 s 36,1 kg po pitancu oziroma 84 g po živali dnevno do P4 s 56,0 kg po živali oziroma 160 g dnevno.

INFLUENCE OF PROTEIN AND ENERGY INTAKE ON PERFORMANCE OF SIMMENTAL BULLS

ABSTRACT

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).

The killing out percentage was significantly higher in E3 (58.5) than that of E2 (57.5 %) and E1 (57.9 %). Within the energy groups the killing out percentage of P1 was lowest. The EUROP classification of the muscle tissue of group E3 was superior to that of E2 and E1. Within the protein groups the muscle tissue in P1 was worse. The fat deposition increased from E1 to E3 significantly and was higher in P3 and P4 than in P1 and P2. The chemical and physical meat quality parameters (drip-, grilling- and cooking losses, shear force, nutrient content and meat colour) were not altered considerably due to the different protein and energy supply. In E1 the sensory measured parameters of meat quality were lowest. The N-excretion increased linear from group P1 with 36.1 kg per fattened bull (84 g per day) to 56.0 kg (160 g per day) in group P4.

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 Maissilage, sehr hohe Mengen von Protein- und Energiekraftfutter erforderlich. Zu Mastende werden demgegenüber teilweise immer noch über den Normen liegende Proteinkraftfuttermengen eingesetzt. Es sollte daher im vorliegenden Versuch der Einfluss der Protein- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistung und Fleischqualität sowie N-Ausscheidung untersucht werden.

2. MATERIAL UND ARBEITSMETHODEN

Der Versuch wurde mit 120 männlichen Kälbern der Rasse Fleckvieh in 6 Versuchsdurchgängen durchgeführt. Die Kälber stammten von 5 Vätern mit positivem Fleischzuchtwert 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-Rispenschieben) 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). 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 dieses 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 % Trockenschnitzel zusammen. Die Ergänzung mit Mineralstoffen und Spurenelementen erfolgte nach Bedarf (GFE, 1995).

Tab. 1. Versuchsplan (Tieranzahl = 120; n = 10 pro Subgruppe)

Tab. 1. Experimental design (Number of animals = 120; n = 10 per sub group)

Tab. 1. Načrt preizkusa (število živali = 120; n = 10 v podskupini)

| | 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 kg T/Tag = $-0,000000000044 * LM^4 + 0,0000000974 * LM^3 - 0,00008 * LM^2 + 0,029 * LM - 0,02$

3. ERGEBNISSE

Mastleistung

Der 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.

In den Tabellen 2 sind die Mastleistungsergebnisse der Hauptgruppen 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 Energieversorgung 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 nur 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 Kraftfutterniveaus 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 Kraftfütterergänzung 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 %.

Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse und Versorgungsempfehlungen

In Abbildung 1 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 als das Energieversorgungsniveau. 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.

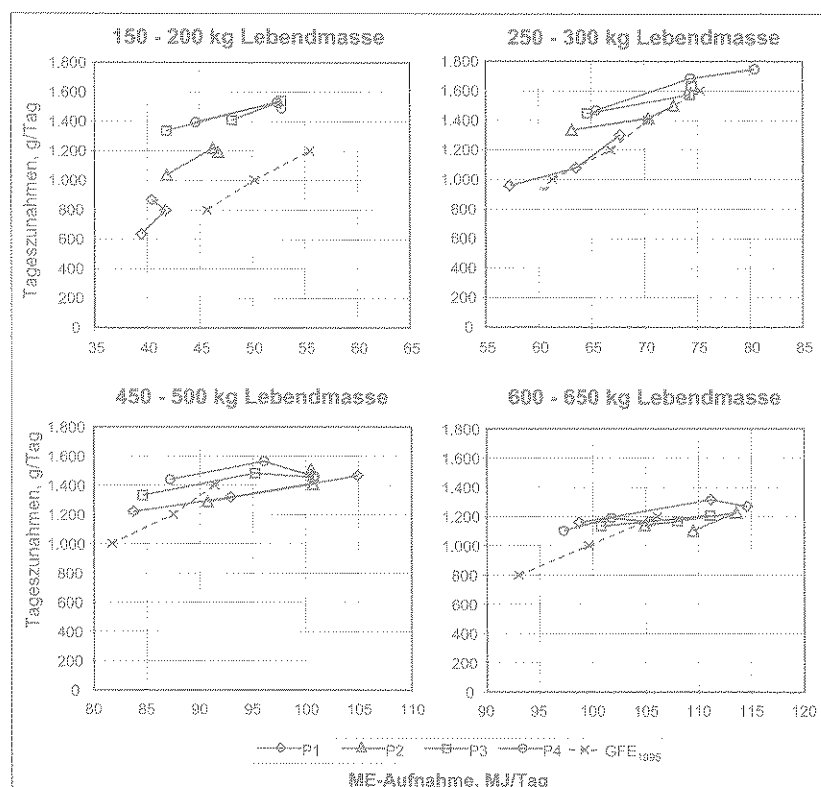


Abb. 1. Energieaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995)

Pict. 1. Energy intake and daily gains as well as recommendations (GFE, 1995)

Sl. 1. Izkoristljivost energije in dnevni prirast ter primerjava med oskrbo in priporočili (Gfe, 1995)

Tab. 2. Mastleistung in den Hauptgruppen – gesamte Versuchsperiode

Tab. 2. *Fattening performance (main effects) – whole experiment*

Tab. 2. *Pitanje v glavnih skupinah – celotno preizkuševalno obdobje*

| | Energieniveau (E) | | | Proteinniveau (P) | | | | P-Werte | | | |
|----------------------------|-------------------|--------|------|-------------------|------|------|------|----------------|--------|--------|--------|
| | E1 | E2 | E3 | P1 | P2 | P3 | P4 | s _e | E | P | Exp |
| Tiere | | Anzahl | | | | | | | | | |
| Lebendmasse Beginn | 39 | 37 | 40 | 29 | 30 | 29 | 28 | 18,9 | 0,988 | 0,900 | 0,892 |
| Lebendmasse Ende | 158 | 158 | 158 | 156 | 158 | 159 | 159 | 12,9 | 0,003 | 0,046 | 0,065 |
| Versuchstage | 642 | 648 | 653 | 642 | 648 | 650 | 651 | 36,2 | <0,001 | <0,001 | 0,201 |
| Tageszunahmen | 420 | 378 | 362 | 441 | 383 | 367 | 356 | 119 | <0,001 | <0,001 | 0,514 |
| Leerkörper-Tageszunahmen | 1214 | 1345 | 1385 | 1149 | 1313 | 1378 | 1418 | 111 | <0,001 | <0,001 | 0,683 |
| Tägliche Futeraufnahme | 1110 | 1233 | 1267 | 1045 | 1198 | 1267 | 1304 | | | | |
| Heu | 0,33 | 0,30 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,29 | 0,29 | 0,03 | <0,001 | 0,333 | 0,314 |
| Maisilage | 5,32 | 4,69 | 3,83 | 4,27 | 4,75 | 4,70 | 4,73 | 0,48 | <0,001 | 0,001 | 0,418 |
| Grundfutter | 5,64 | 4,99 | 4,09 | 4,56 | 5,05 | 4,99 | 5,02 | 0,49 | <0,001 | 0,001 | 0,378 |
| Grundfutter | 79,8 | 65,3 | 53,3 | 65,3 | 66,7 | 66,3 | 66,3 | 1,9 | <0,001 | 0,049 | 0,092 |
| Energie-KF | 0,66 | 1,82 | 2,79 | 2,35 | 2,02 | 1,55 | 1,11 | 0,10 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Protein-KF | 0,64 | 0,71 | 0,69 | 0,02 | 0,42 | 0,91 | 1,37 | 0,06 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Kraffutter | 1,29 | 2,53 | 3,48 | 2,37 | 2,44 | 2,46 | 2,48 | 0,07 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Gesamtfutter ¹⁾ | 7,03 | 7,61 | 7,67 | 7,02 | 7,59 | 7,55 | 7,59 | 0,51 | <0,001 | <0,001 | 0,573 |
| Nährstoffaufnahme | | | | | | | | | | | |
| Energie | 75,5 | 84,2 | 86,7 | 77,5 | 83,7 | 83,4 | 84,0 | 5,5 | <0,001 | <0,001 | 0,594 |
| Rohprotein | 863 | 990 | 1026 | 695 | 884 | 1048 | 1211 | 61 | <0,001 | <0,001 | 0,004 |
| Rohprotein | 122 | 129 | 133 | 99 | 116 | 138 | 158 | 2 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| XP/ME-Verhältnis | 11,4 | 11,8 | 11,8 | 9,0 | 10,6 | 12,6 | 14,4 | 0,2 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| RNB | -23 | -22 | -22 | -44 | -33 | -14 | 2 | 3 | 0,296 | <0,001 | <0,001 |
| XP-Aufwand | 702 | 731 | 741 | 606 | 678 | 763 | 852 | 58 | 0,014 | <0,001 | 0,104 |
| ME-Aufwand | 62,5 | 63,5 | 63,0 | 67,7 | 64,1 | 60,8 | 59,3 | 5,7 | 0,758 | <0,001 | 0,540 |

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

Der Zusammenhang zwischen Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen für die drei Energieversorgungsniveaus sowie die XP-Versorgungsempfehlungen sind in Abbildung 2 dargestellt. In allen Energieversorgungsniveaus 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 3 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) 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 errechnete nXP-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.

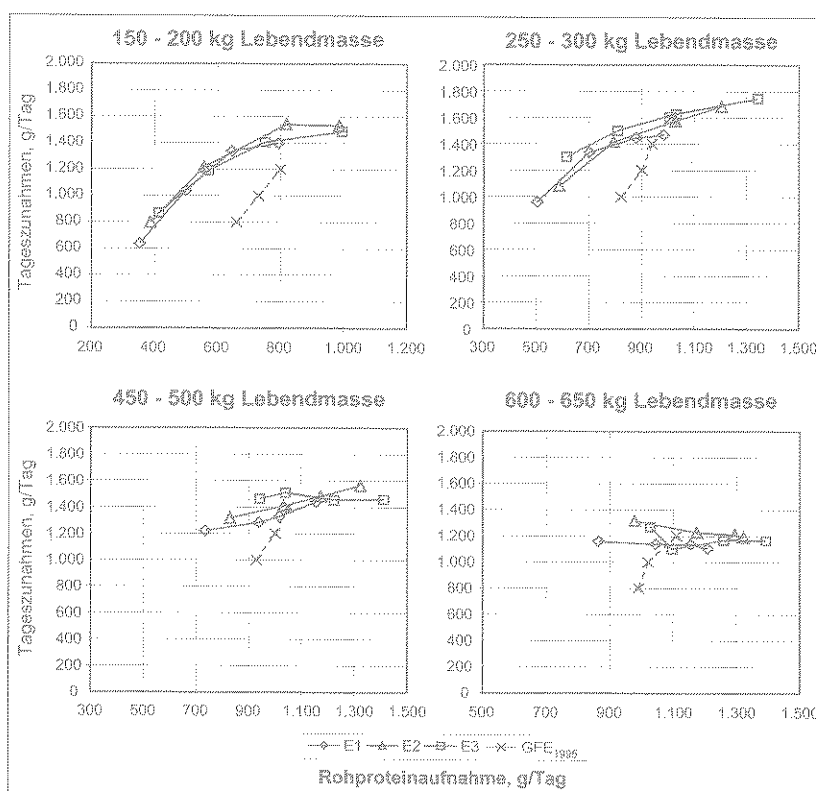


Abb. 2. Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GFE, 1995)

Pict. 2. Crude Protein intake and daily gains as well as recommendations (GFE, 1995)

Sl. 2. Izkoristljivost surovih beljakovin in dnevni prirast ter primerjava med oskrbo in priporočili (Gfe, 1995)

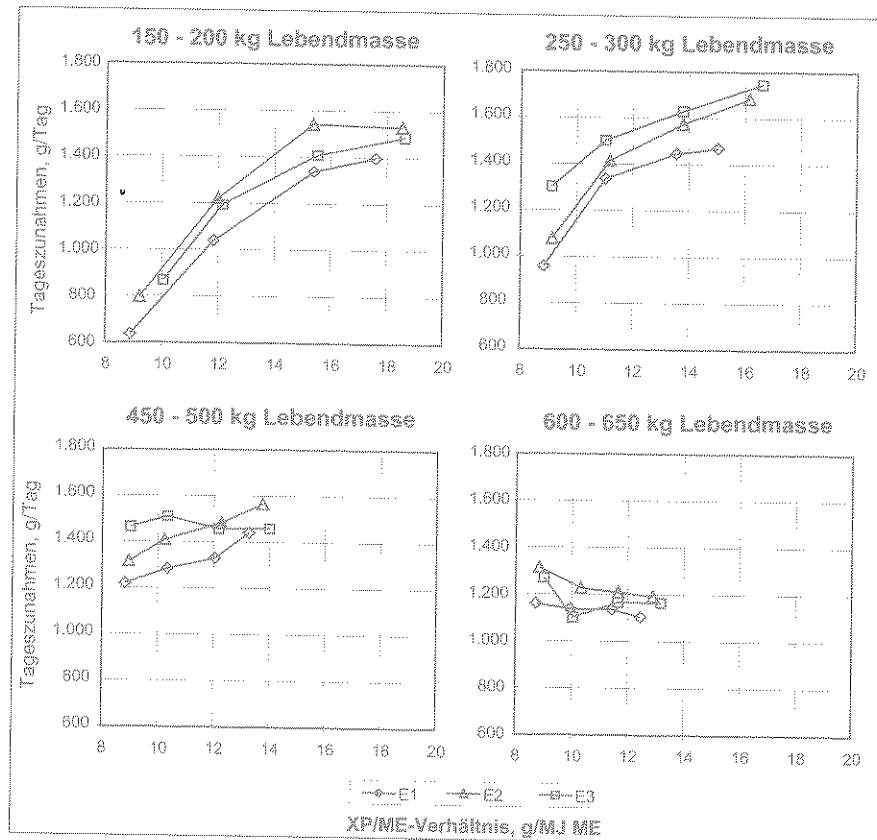


Abb. 3. Zusammenhang zwischen XP/ME-Verhältnis und Tageszunahmen
 Pict. 3. XP/ME-ratio and daily gains
 SL. 3. Povezava med XP/ME razmerjem in dnevnim prirastom

Schlachtleistung, Fleischqualität und N-Ausscheidungen

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse zur Schlachtleistung sowie zum Nährstoffansatz für die Haupteffekte angeführt. Es bestanden keine Wechselwirkungen zwischen der Energie- und Proteinversorgung. Sowohl die Energie- als auch die Proteinversorgung beeinflussten die Ausschachtung der Jungbullen signifikant. Mit 58,8 % lag diese in E3 signifikant über E2 bzw. E1, welche 57,5 bzw. 57,9 % erzielten. Innerhalb der Proteinversorgungsniveaus erzielten die Tiere in P3 bzw. P4 mit 58,4 bzw. 58,5 die höchste Ausschachtung, die Gruppe P1 fiel mit 57,4 % ab.

Bei der Fleischigkeitsklasse wurden vergleichbare Einflüsse festgestellt. Im Durchschnitt wurden die Tiere der Handelsklasse „U“ zugeordnet. Die beste Beurteilung erreichten innerhalb der Energieversorgungsniveaus die Tiere in E3. Innerhalb der Proteinversorgungsniveaus fielen die Tiere der Gruppe P1 signifikant gegenüber P2, P3 und P4 ab. Die Nierenfettmenge nahm mit ansteigender Energieversorgung von E1 bis E3 von 10,7 auf 12,2 kg tendenziell zu. Die Fettgewebeklasse wurde nicht signifikant beeinflusst - sie lag in E1, E2 und E3 bei 3,1, 3,0 und 3,2. Der Fettgehalt sowie der Fettansatz stiegen demgegenüber im Ganz- und Schlachtkörper von E1 bis E3 signifikant an. Proteingehalt und Proteinansatz wurden nicht von der Energieversorgung beeinflusst. Die Proteinversorgung hatte auf die Nierenfettmenge einen signifikanten Einfluss: sie lag in P1 und P2 tiefer als in P3 und P4. In der subjektiven Beurteilung der Fettgewebeklasse spiegeln sich diese Ergebnisse nicht in dieser Deutlichkeit wider. Die Tiere in P1 wiesen im Durchschnitt eine etwas geringere Fettgewebeklasse auf, wobei aber keine gesicherten

Gruppenunterschiede bestanden. Im Ganz- und Schlachtkörper ergaben sich die höchsten Fettgehalte in P3 und P4. Der Proteingehalt im Ganz- und Schlachtkörper sowie der Proteinansatz wurden demgegenüber nicht von der Proteinversorgung beeinflusst. Die Teilstückanteile am Schlachtkörper wurden von der Energieversorgung nicht signifikant beeinflusst. Mit Ausnahme beim Keulenteil, der in P1 am höchsten war, hatte auch die Proteinversorgung keinen Einfluss auf die Schlachtkörperzusammensetzung. Wie Tabelle 2 zeigt, wurde demgegenüber der Fettgewebeanteil in den untersuchten vier Teilstücken mit zunehmender Energieversorgung jeweils signifikant erhöht.

Die Tropfsaft-, Grillsaft- und Kochsaftverluste sowie die Scherkraftmessergebnisse und der Nährstoffgehalt im *M. long. dorsi* und *M. semitend.* wurden durch die Energieversorgung nicht signifikant beeinflusst. Die Proteinversorgung beeinflusste die chemisch-physikalische Fleischqualität ebenfalls nur geringfügig. Im *M. semitend.* wies die Gruppe P3 den höchsten Fett- und Trockenmassegehalt und die geringsten Grillsaftverluste auf. In der Fleischfärbung des frischen Anschnitts zeigte sich durch die unterschiedliche Energieversorgung nur ein signifikanter Einfluss auf den Gelb- und Buntton im *M. semitend.*. Diese gingen von E1 bis E3 signifikant zurück. Mit steigender Proteinversorgung verringerte sich in beiden Teilstücken der Rotton signifikant und der Buntton tendenziell. Bei der oxidierten Anschnittfläche (Fleischfarbe nach 60 Minuten) waren die oben beschriebenen Effekte weniger deutlich ausgeprägt. Bei der subjektiven Beurteilung der Fleischqualität durch Verkostung zeigte sich ein deutlicher Effekt der Energieversorgung auf die untersuchten Parameter. Die Gruppe E1 schnitt in der Beurteilung von Saftigkeit, Zartheit, Geschmack und im Gesamteindruck schlechter ab. Bei diesen Merkmalen zeigte sich teilweise eine Wechselwirkung zwischen der Energie- und Proteinversorgung. In E1 wurde die Fleischqualität, unabhängig von der Proteinversorgung, schlechter beurteilt. In E2 fiel demgegenüber die Gruppe P2 und in E3 die Gruppe P4 etwas ab.

Aus der Differenz von N-Aufnahme und N-Ansatz wurden die N-Verwertung und N-Ausscheidungen errechnet. Da bei differenzierter Energieversorgung laut Versuchsplan ein vergleichbares XP/ME-Verhältnis in den Energieversorgungsniveaus angestrebt wurde, nahm die N-Aufnahme von E1 bis E3 zu. Wie in Tabelle 3 dargestellt ist, bestanden im Proteinansatz keine Gruppenunterschiede. Die N-Ausscheidungen nahmen daher pro Masttier von 43,0 kg in E1 auf 47,6 kg in E3 zu. Die durchschnittlichen N-Ausscheidungen pro Masttag stiegen von 108 g in E1 auf 132 g in E3. Erwartungsgemäß deutlich wurden die N-Ausscheidungen von der Proteinversorgung beeinflusst. In P1 wurden von 36,1 kg pro Masttier und in P4 bereits 56,0 kg errechnet. Die durchschnittlichen N-Ausscheidungen stiegen von 84 g in P1 auf 160 g in P4 an.

Tab. 3. Schlachtleistung und N-Ausscheidungen
 Tab. 3. *Carcass quality and N-excretion*
 Tab. 3. *Klavne lastosti in izločanje N*

| | Energieniveau (E) | | | Proteiniveau (P) | | | | P-Werte | | | |
|--------------------------------------|-------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|
| | E1 | E2 | E3 | P1 | P2 | P3 | P4 | Se | E | P | E x P |
| Tiere | 39 | 37 | 40 | 29 | 30 | 29 | 28 | | | | |
| Lebendmasse Schlachtung | 640 | 646 | 648 | 638 | 645 | 648 | 648 | 11,2 | 0,008 | 0,002 | 0,016 |
| Schlachtkörper (warm) | 372 | 370 | 378 | 369 | 373 | 376 | 376 | 7,8 | <0,001 | 0,007 | 0,488 |
| Ausschlachtung (warm) | 57,9 | 57,5 | 58,8 | 57,4 | 58,0 | 58,4 | 58,5 | 1,2 | <0,001 | 0,006 | 0,491 |
| Fleischigkeitsklasse | 3,8 | 3,8 | 4,1 | 3,7 | 4,0 | 4,0 | 4,1 | 0,4 | 0,003 | 0,008 | 0,901 |
| Fettgewebeklasse | 3,1 | 3,0 | 3,2 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 0,4 | 0,134 | 0,140 | 0,399 |
| Nierenfett | 10,7 | 11,8 | 12,2 | 10,6 | 10,9 | 12,7 | 12,1 | 2,7 | 0,059 | 0,014 | 0,815 |
| Nährstoffgehalt | | | | | | | | | | | |
| Gesamtfett - Ganzkörper | 95,2 | 100,3 | 105,4 | 99,6 | 95,0 | 103,8 | 102,9 | 10,0 | 0,003 | 0,033 | 0,938 |
| Gesamtfett - Schlachtkörper | 52,4 | 55,5 | 58,6 | 55,1 | 52,0 | 57,8 | 57,2 | 7,0 | 0,004 | 0,023 | 0,918 |
| Protein - Ganzkörper | 110,7 | 107,2 | 108,7 | 107,9 | 107,5 | 112,0 | 108,0 | 10,0 | 0,356 | 0,318 | 0,836 |
| Protein - Schlachtkörper | 71,7 | 69,2 | 70,3 | 69,8 | 69,5 | 72,6 | 69,8 | 11,9 | 0,355 | 0,316 | 0,834 |
| Nährstoffansatz (errechmeter) | | | | | | | | | | | |
| Fettansatz | 72,4 | 77,7 | 83,0 | 76,9 | 72,4 | 81,2 | 80,3 | 12,0 | 0,002 | 0,036 | 0,935 |
| Proteinansatz | 73,4 | 70,2 | 71,9 | 70,8 | 70,6 | 75,0 | 71,0 | 10,4 | 0,468 | 0,355 | 0,787 |
| N-Ausscheidungen | | | | | | | | | | | |
| N-Aufnahme | 54,7 | 57,6 | 59,1 | 47,4 | 53,6 | 60,1 | 67,4 | 5,5 | 0,006 | <0,001 | 0,129 |
| ME-Aufnahme | 30,4 | 31,2 | 31,4 | 33,1 | 31,6 | 29,9 | 29,4 | 3,3 | 0,475 | 0,001 | 0,515 |
| N-Ansatz | 21,5 | 19,5 | 19,5 | 23,9 | 21,1 | 20,0 | 16,9 | 3,41 | 0,023 | <0,001 | 0,964 |
| N-Ausscheidungen | | | | | | | | | | | |
| N-Ausscheidungen | 43,0 | 46,3 | 47,6 | 36,1 | 42,3 | 48,1 | 56,0 | 5,5 | 0,001 | <0,001 | 0,137 |
| N-Ausscheidungen | 108 | 128 | 132 | 84 | 111 | 135 | 160 | 11 | <0,001 | <0,001 | 0,021 |

4. DISKUSSION

Mastleistung

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 Grundfuttermverdrängung durch Kraftfutter lag bei freier Maissilageaufnahme bei 0,46. Eine ebenfalls geringere Grundfuttermverdrängung (0,45 kg T) stellten GRUBER und LETTNER (1985) mit Fleckviehtieren fest. In deren Versuch, auf Basis energiereicher Maissilage, führte die Steigerung der Kraftfuttermgabe von 0,9 kg T/Tag über 1,8 auf 2,9 kg T/Tag zwar zu einer Erhöhung der Futtermaufnahme, aber zu keiner Verbesserung der Zuwachsleistungen, wodurch sich der Futtermaufwand 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 Grundfuttermverdrängung wurde im Versuch nämlich zu Mastbeginn (160–250 kg) und zu Mastende (500–650 kg) festgestellt. In beiden Abschnitten führte die Kraftfuttermhöhung von E2 auf E3 zu einer Grundfuttermverdrängung von über 1. SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1987) stellten in der Bullenmast mit energiereicher Maissilage im Lebendmassebereich von 210–330 kg eine Grundfuttermverdrängung 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 Zulagenhöhe, der Kraftfuttermzusammensetzung und dem Mastabschnitt, im Ausmaß von 0,5–1,0 kg T je kg Kraftfuttermzulage 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 Futtermaufnahme wird sowohl von futter- als auch tierspezifischen Faktoren bestimmt (HEINDL et al., 1996). In jenen Fällen, in denen durch die Rationsgestaltung das genetisch festgelegte Zuwachspotential nicht ausgeschöpft wird, kann mit zunehmender Nährstoffdichte mit einer Zunahme der Futter- und Energieaufnahme, der Tageszunahmen und damit auch einer Verringerung des Futtermaufwandes 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 Futtermaufwand, sondern es sind auch Rückkoppelungen auf die Futtermaufnahme 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 Futtermaufnahme erst ab einem Körperfettgehalt von 21,3 % aus, welcher im Versuch in keiner Gruppe auch nur annähernd erreicht wurde. Die geringen Unterschiede in der Futtermaufnahme und der Mastleistung zwischen E2 und E3 deuten aber darauf hin, dass bei einer Kraftfuttermergänzung von knapp 2,6 kg T (E2) das Tageszuwachspotential der Fleckviehtiere nahezu ausgeschöpft wurde und daher in E3 bereits vermehrt Fett angesetzt wurde. Insbesondere bei kraftfuttermbetonter Rationsgestaltung und auch zunehmendem physiologischen Alter der Tiere (zunehmender Fettansatz) kann mit erhöhtem Kraftfuttermereinsatz eine ansteigende Grundfuttermverdrängung 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 Kraftfuttermzulage (50–55 % des Gesamtfutters) in E3 bereits auf die Verdaulichkeit des Grundfutters und damit auch auf die Futtermaufnahme 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 zunehmendem 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 (NH₃, 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; GEH, 1995). Nach VAN SOEST (1994) ist erst ab einem Rohproteingehalt der Ration von 6-8 % der N-Bedarf der Mikroben nicht mehr zu decken, so dass 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 Futterraufnahme 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 Futterraufnahme durch die Proteinversorgung sehr stark beeinflusst. Auch SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) stellten keine signifikante Wechselwirkung zwischen der Protein- und Energiezufuhr hinsichtlich Tageszunahmen fest. Obwohl zu Mastbeginn rechnerisch eine negative nXP-Versorgungsbilanz vorlag, reichte offensichtlich bei zunehmender Energieaufnahme und damit ansteigenden Tageszunahmen die ansteigende 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.

Schlachtleistung, Fleischqualität und N-Ausscheidungen

Sowohl die Energie- als auch Proteinversorgung beeinflusste die Ausschächtung der Jungbullen signifikant. Bei hoher Energieversorgung wurde die beste Ausschächtung festgestellt. Innerhalb der Proteinniveaus fielen die Tiere in P1 signifikant ab. In E1 war der Grundfutteranteil in der Gesamtration über die gesamte Mastdauer am höchsten. Die Tiere in P1 wiesen zu Mastende die höchste Gesamtfuttermenge auf (STEINWIDDER et al., 2005), was sich trotz 12stündiger Nüchternung auch auf die Ausschächtung auswirkte. Diese wird wesentlich von der Größe und Füllung des Verdauungstraktes beeinflusst. Vor allem die Fütterung in den letzten Wochen vor der Schlächtung beeinflusst - neben der Rasse, Nüchternungsdauer und Mastendmasse - das Verdauungstraktvolumen. Je rohfaserreicher und je nährstoffärmer das Futter, desto mehr nimmt der relative Anteil des Verdauungstraktinhaltes zu und verringert sich die Ausschächtung (AUGUSTINI et al., 1987).

Bei der subjektiven Klassifizierung der Schlächtkörper nach dem EUROP-System lagen in der Fleischigkeitsklasse die Tiere in E3 signifikant besser als in E2 und E1. Innerhalb der Proteinniveaus lagen signifikant die Jungbullen der Gruppe P1 unter den anderen Gruppen. Demgegenüber wurde die Fettgewebeklasse weder von der Energie- noch von der Proteinversorgung signifikant beeinflusst. In einer vergleichbaren Untersuchung mit Fleckvieh-Jungbullen von SCHWARZ et al. (1995) wurden weder die Fleisch- noch die Fettgewebeklasse von der Energie- bzw. der Proteinversorgung beeinflusst. Möglicherweise kam es in der vorliegenden Untersuchung zu Veränderungen der Körperproportionen (Schlächtkörperlänge), sodass trotz gleicher Mastendmasse bei längerer Mastdauer und damit zunehmender Schlächtkörperlänge die Fleischfülle subjektiv schlechter beurteilt wurde. Wie in den Untersuchungen von SCHWARZ et al. (1995) spiegelten sich auch in den vorliegenden Untersuchungen die bei der Schlächtkörperzerlegung festgestellten Fettanteile nicht in der Beurteilung der EUROP-Fettgewebeklasse wider. Mit steigender Energieversorgung lag nämlich trotz zunehmender Nierenfettmenge, ansteigender Fettgewebemenge in den Teilstücken Brust- und Spannrippe, Fehlrippe, Hinterhese und Vorderhese sowie höherem Fettgehalt im Ganz- und Schlächtkörper die subjektive Beurteilung der Fettgewebeklasse in allen Energieversorgungsniveaus auf vergleichbarem Niveau. Auch mit steigender Proteinversorgung wurde die EUROP-Fettgewebeklasse nicht signifikant beeinflusst, obwohl die Nierenfettmenge und der Fettgehalt im Schlächt- und Ganzkörper zunahm. SCHWARZ et al. (1995) stellten vergleichbare Ergebnisse fest, wobei in ihrer Untersuchung jedoch der Nierenfett- und Fettgewebeanteil bei hoher Proteinergänzung wieder tendenziell zurückging. Aus Literaturdaten schließen die Autoren, dass mit zunehmender Proteinversorgung und damit ausgelöstem höheren Wachstum Masttiere einen höheren Fettansatz aufweisen dürften. Möglicherweise können über den Wachstumseinfluss hinausgehende Rohproteingaben die Verfettung aber wieder geringfügig reduzieren (SCHWARZ et al., 1995). In der vorliegenden Untersuchung nahmen jedoch die Tageszunahmen von P3 auf P4 im Durchschnitt über die gesamte Mastdauer noch um 40 g zu (STEINWIDDER et al., 2005).

Obwohl mit steigender Energieversorgung die Nierenfettmenge, der Fettgewebeanteil in den Teilstücken Brust- und Spannrippe, Fehlrippe, Hinterhese und

Vorderhese sowie der Fettgehalt im Ganz- und Schlachtkörper anstiegen, ergaben sich keine Einflüsse der Energieversorgung auf den Nährstoffgehalt, die Scherkraftmessungen und die Saftverluste im *M. long. dorsi* und *M. semitend.*. Auch bezüglich der Fleischfarbe wurden, mit Ausnahme des leichten Rückgangs des Gelb- und Bunttons am frischen Anschnitt des *M. semitend.*, keine wesentlichen Veränderungen festgestellt. Vergleichbar mit dem Effekt der Energieversorgung war auch der Einfluss der Proteinversorgung auf die untersuchten Qualitätsparameter gering ausgeprägt. Veränderungen ergaben sich nur im Nährstoffgehalt und den Grillsaftverlusten im *M. semitend.* Die Gruppe P3 wies hier den höchsten Fett- und Trockenmassegehalt und die geringsten Grillsaftverluste auf. Mit steigender Proteinversorgung verringerte sich sowohl im *M. long. dorsi* als auch im *M. semitend.* der Rotton. Übereinstimmend mit den Ergebnissen von SCHWARZ et al. (1995) und FRICKH et al. (2003) wiesen auch in der vorliegenden Untersuchung die Fleckvieh-Jungbullen generell einen geringen intramuskulären Fettgehalt auf. Jungbullen dieser Rasse zeigen nämlich ein hohes Muskelbildungsvermögen und gegenläufig dazu eine geringe Neigung zum Fettansatz (AUGUSTINI et al., 1992). Obwohl sich im Nährstoffgehalt der Muskelproben keine Gruppenunterschiede ergaben, schnitt bei der Verkostung der Teilstücke *M. long. dorsi* und *M. semitend.* die Gruppe E1 unabhängig von der Proteinversorgung bei der Beurteilung von Saftigkeit, Zartheit, Geschmack und Gesamteindruck schlechter als E2 und E3 ab. Neben dem intramuskulären Fettgehalt werden die sensorischen Eigenschaften von Rindfleisch auch wesentlich vom Lebensalter beeinflusst (AUGUSTINI, 1987; KALM et al., 1991). Bei hoher Mastintensität und damit geringerem Schlachalter können bei der sensorischen Beurteilung Defizite im intramuskulären Fettgehalt durch Verbesserungen in anderen Muskeleigenschaften teilweise ausgeglichen werden.

Die errechneten N-Ausscheidungen lagen im Durchschnitt bei 46 kg/Maststier, 123 g/Masttag bzw. 45 kg pro Mastplatz und Jahr. Da sich der errechnete kumulative Proteinansatz (gesamte Mastperiode) der Jungbullen nicht zwischen den Versuchsgruppen unterschied, erhöhten sich die N-Ausscheidungen mit zunehmender Proteinergänzung sehr deutlich. Bei Bedarfsangepasster Fütterung geben GRUBER und STEINWIDDER (1996) auf Basis von Modellkalkulationen N-Ausscheidungen von 41–43 kg pro Mastplatz und Jahr an. In der vorliegenden Untersuchung stiegen diese pro Mastplatz und Jahr von 31 kg in P1 auf 59 kg in P4 bzw. von 36 auf 56 kg pro Maststier (Mastperiode) linear an. Pro kg Zuwachs erhöhten sich die mittleren N-Ausscheidungen von 73 (P1) auf 113 g (P4). Da im Versuchsplan innerhalb der Proteinniveaus in allen Energieversorgungsgruppen das gleiche XP/ME-Verhältnis angestrebt wurde, nahmen die N-Ausscheidungen mit zunehmender Energieergänzung leicht zu. Auch bei GRUBER und STEINWIDDER (1996) zeigte sich mit zunehmender Mastintensität ein leichter Anstieg der N-Ausscheidungen, da in der Rindermast die N-Versorgung auch an die Energieaufnahme (XP/ME-Verhältnis) zu koppeln ist und zudem der kumulative N-Ansatz nicht wesentlich variiert. In den Untersuchungen von KIRCHGESSNER et al. (1994) mit Fleckvieh-Jungbullen wurde nämlich von der Energieversorgung zwar der N-Ansatz im Mastverlauf beeinflusst, jedoch lag über die gesamte Mastperiode (200–650 kg LM) der kumulative N-Ansatz bei hoher bzw. begrenzter Energieversorgung auf vergleichbarem Niveau.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Bei hoher Kraftfutterergänzung muss insbesondere zu Mastbeginn mit einer starken Grundfuttermitteldrängung gerechnet werden. Die Steigerung der Kraftfutttergabe von etwa 35 % der Gesamtfuttermittelaufnahme in E2 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 diese auf Grund der Energie- und Rohproteinaufnahme bzw. errechneten nXP-Versorgung zu erwarten gewesen wären. Die Normen gehen hier von einem deutlich höheren XP-, ME- bzw. nXP-Bedarf aus.
- 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 unabhängig von der Energieversorgungsgruppe bei Rohproteinkonzentrationen unter 10 % bzw. einem XP/ME-Verhältnis unter 9 noch kein Rückgang der Tageszunahmen festgestellt.
- Die EUROP-Klassifizierungsergebnisse der Schlachtkörper wurden von der Energie- und Proteinversorgung beeinflusst. In der Fleischigkeitsklasse lagen die Tiere in E3 signifikant besser als in E2 und E1. Innerhalb der Proteinniveaus fielen die Jungbullen der Gruppe P1 von den anderen Gruppen signifikant ab. Mit steigender Kraftfutterergänzung verbesserte sich auch die Ausschächtung. Überraschenderweise zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt im Schlachtkörper bzw. den Teilstücken und den Ergebnissen der subjektiven EUROP-Fettklassifizierung. Weder die Energie- noch die Proteinversorgung beeinflussten die EUROP-Fettklasse signifikant.
- Mit steigender Energieversorgung erhöht sich der Fettgehalt im Ganzkörper, Schlachtkörper und in den untersuchten Teilstücken. Bei der subjektiven Beurteilung der Fleischproben durch Verkostung schnitt die Gruppe E1, unabhängig von der Proteinversorgung, bei der Saftigkeit, Zartheit, dem Geschmack und dem Gesamteindruck schlechter als E2 und E3 ab. Demgegenüber zeigte jedoch die Energieversorgung keine signifikanten Einflüsse auf den Nährstoffgehalt, die Scherkräftmessungsergebnisse und die Saftverluste der Fleischproben. Die Proteinversorgung beeinflusste die chemisch-physikalische Fleischqualität nur geringfügig.
- Unabhängig von der Energieversorgung (E1 bis E3) vielen die Stiere der Versuchsgruppen P1 (niedrige Proteinergänzung) bei den direktkostenfreien Leistungen deutlich ab. Von allen im Versuch geprüften Varianten erreichten die Tiere in E3P3 die höchsten direktkostenfreien Leistungen. Diese wurden gefolgt von der Gruppe E3P4. Die Versuchsgruppe E3P2 lag in den direktkostenfreien Leistungen auf vergleichbarem Niveau wie die Gruppen E1P4, E2P3 und E2P4.
- Da der kumulative Proteinansatz nicht von der Fütterung beeinflusst wurde, nahmen mit steigender Proteinergänzung die N-Ausscheidungen stark zu. Die durchschnittlichen täglichen N-Ausscheidungen verdoppelten sich nämlich nahezu von 84 g in P1 auf 161 g in P4. Da in allen Energieversorgungsgruppen das gleiche XP/ME-Verhältnis angestrebt wurde, nahmen die N-Ausscheidungen mit zunehmender Energieergänzung ebenfalls leicht zu. Bei der Nährstoffflächenbilanz zeigte sich, dass neben der Fütterung und Leistung der Tiere, vor allem die Menge an Zukauffutter bzw. der Tierbesatz pro Fläche beachtliche Einflüsse auch die Ergebnisse hat. Eine flächengebundene Tierhaltung mit möglichst geschlossenen Nährstoffkreisläufen ist erforderlich.

6. LITERATURVERZEICHNIS UND AUSFÜHRLICHE VERÖFFENTLICHUNG:

www.raumberg-gumpenstein.at (Aktuelle Ergebnisse: 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2006)