

Abschlussbericht

Projektnummer: 2303
Projekttitel: **Einfluss des Protein/Energie-Verhältnisses auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckviehtieren**

Influence of protein/energy-rate on growth, carcass traits and meat quality of Simmental bulls.

Projektleiter: Dr. Andreas STEINWIDDER

Projektmitarbeiter: L. Gruber, T. Guggenberger, G. Maierhofer, A. Schauer, J. Häusler, J. Frickh und J. Gasteiner

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 (GEH 1995) zeigen sich insbesondere zu Mastbeginn Abweichungen – die Normen gehen hier von einem höheren Energie- und Rohproteinbedarf der Tiere aus.

Sowohl die Energie- als auch 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 Energieniveaus 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. Die chemisch-physikalischen Fleischparameter (Tropfsaft-, Grillsaft- und Kochsaftverluste, Scherkraft, Nährstoffgehalt, Farbe) wurden von der Energie- und Proteinversorgung ebenfalls nicht wesentlich beeinflusst. Bei der subjektiven Beurteilung der Fleischqualität durch Verkostung schnitt die Gruppe E1 am schlechtesten ab. Der Proteingehalt und Proteinansatz wurde weder vom Energie- noch vom Proteinversorgungsniveau signifikant beeinflusst. Die N-Ausscheidungen stiegen von P1 mit 35 kg pro Masttier bis P4 mit 56 kg pro Tier linear an. 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. Die Versuchsgruppen P1 (niedrige Proteinergänzung) fielen unabhängig von der Energieversorgung in den direktkostenfreien Leistungen deutlich ab.

Summary

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 T; E2 2,5 kg T, E3 increasing amount during fattening period of 2,6 to 3,9 kg T). 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-rate. In P1 the protein/energy-rate was 8.9. In group P2, P3 and P4 the protein/energy-rate 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 with increasing energy supply from 1214 g (E1) significantly 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 auf 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 only differed significantly 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 results was most pronounced at the beginning of the fattening period. In comparison with the feeding recommendations of the GEH (1995) the data of the experiment showed differences especially at the beginning of the fattening period – higher crude protein and energy levels are recommended by the GEH (1995).

With increasing energy and protein supply the killing out percentage and the EUROP classification of the carcass increased. In the energy level E1 and E2 the bulls in protein level P1 had the lowest EUROP fat and meet value. In the sensory evaluation of *M. semi tendinosus* and *M. longissimus dorsi* the values for tenderness, juiciness, taste and general impression were lowest in E1. On the average over all energy levels the protein supply did not affect the meat quality.

1 Einleitung

Sowohl das Wachstum als auch die Schlachtkörper- und Fleischqualität sowie die Nährstoffausscheidungen bzw. 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 (GEH 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, die Fleischqualität sowie ökonomische und ökologische Parameter untersucht werden.

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 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 angewöhnt. Die Aufteilung der Tiere auf die 12 Versuchsgruppen erfolgte unter Berücksichtigung der Lebendmasse, der Tageszunahmen bis zum Versuchsbeginn und der Genetik (Vater).

Mastversuch

Für den 2-faktoriellen Rindermastversuch wurden 120 Kälber auf die jeweils 12 Versuchsgruppen aufgeteilt. 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 dem im Mastverlauf abnehmenden Protein- und steigenden Energiebedarf (sinkendes XP/ME-Verhältnis) Rechnung getragen (GEH, 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 erfolgten nach Bedarf (GEH 1995).

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

	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 = $-0,000000000044 * LM^4 + 0,0000000974 * LM^3 - 0,00008 * LM^2 + 0,029 * LM - 0,02$

Die Tiere wurden in einem Tretmistlaufstall mit Stroheinstreu in Buchten zu jeweils 5 Tieren gehalten und täglich zweimal gefüttert. Mit Hilfe der elektronisch gesteuerten Tore 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 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 Rapsextraktionsschrot 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 (Leerkörpermasse = LM * 0,872).

Schlachtleistung und Fleischqualität

Insgesamt standen 116 Tiere für die Auswertung zur Verfügung. Die Schlachtkörperbeurteilung wurde nach der EUROP-Klassifizierung von vier unabhängigen Beurteilern durchgeführt. Die Zerlegung der rechten Schlachtkörperhälfte erfolgte nach 10tägiger Fleischreifung entsprechend der DLG-Schnittführung (AUGUSTINI et al. 1987). Für die Berechnung der prozentuellen Teilstückanteile am

Schlachtkörper wurde die rechte Schlachtkörpermasse (10 Tage nach der Schlachtung) herangezogen. Keule, Rücken (Roastbeef) und Filet wurden als wertvolle Teilstücke zusammengefasst. Die Teilstücke Brust- und Spannrippe, Fehlrippe, Hinter- und Vorderhese wurden entsprechend den Angaben von AUGUSTINI et al. (1992) grobgeweblich in Muskelfleisch, Fettgewebe, Knochen und Sehnen zerlegt.

Vom *Musculus longissimus dorsi* (*M. long. dorsi*) wurde nach der 10tägigen Fleischreifung im Bereich zwischen der 12. und 13. Rippe sowie vom *Musculus semitendinosus* (*M. semitend.*) eine Probe gezogen und der Trockenmasse-, Fett-, Rohprotein- und Aschegehalt bestimmt. Weiters wurden das Wasserbindungsvermögen (Tropfsaftverlust), die Kochsaft- und die Grillverluste bestimmt (HONIKLE1986). Zur Grillverlustbestimmung wurden 2,5 cm starke Fleischscheiben (*M. long. dorsi* und *M. semitend.*) herangezogen. Die Proben wurden auf einem P-2 Doppelplattenkontakt-Grill der Fa. Silex bei einer Plattentemperatur von 200° C zwischen Alufolien bis zum Erreichen einer Kerntemperatur von 60° C gegrillt. Unmittelbar vor und nach dem Grillvorgang (Grillverlust warm) sowie nach dem Abkühlen (Grillverlust kalt_{40 min.}) wurden die Fleischproben zur Ermittlung des Grillverlustes gewogen. Der Genusswert des Fleisches (*M. long. dorsi* und *M. semitend.*) wurde von vier Personen auf Basis einer subjektiven Beurteilung der Kriterien Saftigkeit (6 = sehr saftig, 1 = sehr trocken), Zartheit (6 = sehr zart, 1 = sehr zäh), Geschmack (6 = ausgezeichnet, 1 = nicht ausreichend) und Gesamteindruck (6 = ausgezeichnet, 1 = mangelhaft) ermittelt (WIRTH und HAUPTMANN 1980). Zur Bestimmung der Fleischfarbe wurden 10 Tage nach der Schlachtkörperreifung die Proben (*M. long. dorsi* und *M. semitend.*) gezogen und bis zur Untersuchung tiefgekühlt gelagert. Die Untersuchung der aufgetauten Proben erfolgte entweder am frischen Anschnitt oder nach 60minütiger Lufoxidation. Die Scherkraftmessung erfolgte sowohl am rohen als auch am gegrillten Fleisch mit der Warner-Bratzler-Fleischschere (Meat Shear, Model 3000 der Fa. G-R Electric, USA). Für die Scherkraftmessungen wurden die Proben 10 Tage nach der Schlachtung vom Schlachtkörper entnommen und bis zur Analyse tiefgefroren. Für die Scherkraftmessung an der gegrillten Probe wurden die ausgekühlten Fleischproben aus der Grillverlustbestimmung herangezogen.

Ökonomische Berechnungen

In Anlehnung an die Ergebnisse der Arbeitskreisberatung Rindermast (BMLFUW 2005) wurden die direktkostenfreien Leistungen aus den Versuchsdaten berechnet. Dazu wurde der Verkaufserlös auf Basis der in Tabelle 2 angegebenen Preismaske (Österreichische Rinderbörse, 44 Woche 2005) unter Berücksichtigung der Schlachtkörpermasse „kalt“ (=Schlachtkörper warm - 2 %), der EUROP-Fleisch- und Fettklassifizierung tierindividuell errechnet.

Tab. 2: Preismaske (Schlachtkörpermasse kalt; 320 – 450 kg; Österreichische Rinderbörse, 44 Woche 2005)

Fleischklasse	Basispreis + Qualitätszuschlag ¹⁾ (Euro netto/ kg SK kalt)
E	3,08
U	3,01
R	2,94

O	2,70
P	2,56

¹⁾ Fettklasse: 2,0 bis 3,5: keine Abschläge;
 Fettklasse: >3,5: -0,07 Euro/kg SK
 Fettklasse: <2,0: -0,10 Euro/kg SK

Als Direktkosten wurden alle Kosten zusammengefasst, die unmittelbar dem Betriebszweig nach Verursachung zugeordnet werden konnten. Die Futterkosten wurden tierindividuell aus den Futteraufnahmeerhebungen berechnet. Bei den Grundfuttermitteln (Maissilage, Heu) wurden dabei zusätzlich unvermeidliche Futterverluste von 3 % berücksichtigt. Der Kraftfutterbedarf (EKF und PKF) sowie der Bedarf an Mineralfutter wurde ohne Vorlageverluste entsprechend den Versuchsergebnissen in die Berechnungen aufgenommen. Die in Anlehnung an die Arbeitskreisberatung Rindermast (BMLFUW 2005) unterstellten Futterkosten sind in Tabelle 3 angeführt.

Tab. 3: Unterstellte Futterkosten (Cent je kg Trockenmasse)

Futtermittel	Direktkosten Cent/kg T
Maissilage	0,08
Heu	0,14
Kraftfutter	
Energiekraftfutter	0,15
Proteinkraftfutter	0,26
Mineral- und Wirkstoffergänzung (Kalk, Viehsalz, Mineral- und Wirkstoffmischung)	0,65

Die Kosten für die Einstreu (Tretmistlaufstall) wurden mit 0,12 Cent pro Masttag angesetzt wobei die Düngewirkung des Strohs (geringe unterstellte Kosten) berücksichtigt wurde. Als Gesundheitskosten sowie Maschinenkosten wurden jeweils 0,053 Cent pro Masttag, in Anlehnung an die Ergebnisse der Arbeitskreise Rindermast (BMLFUW 2005), in die Berechnungen aufgenommen. Die Kosten für Ausfälle wurden ebenfalls für alle Versuchsgruppen einheitlich mit 2 % der Direktkosten berücksichtigt. Als sonstige Direktkosten wurden 0,093 Cent pro Masttag angesetzt (BMLFUW 2005). Als Klassifizierungskosten, AMA-Beitrag und Vermarktungspauschale wurden zusätzlich 7,63 Euro pro Maststier vom Erlös abgezogen. Die Kälberkosten wurden entsprechend der Lebendmasse zu Versuchsbeginn mit Hilfe einer quadratischen Regression auf Basis der Preisangaben in Tabelle 4 tierindividuell berechnet.

Tab. 4: Unterstellte Kälberkosten (Euro pro kg Lebendmasse)

Lebendmasse, kg	Kälberkosten (Euro brutto /kg Lebendmasse)
101	4,38
125	4,17
188	3,21

Die direktkostenfreie Leistung wurde pro Maststier bzw. pro Masttag berechnet. Zusätzlich wurde auch die direktkostenfreie Leistung pro Mastplatz, unter Berücksichtigung einer 15tägigen Nichtbelegung des Mastplatzes, sowie die direktkostenfreie Leistung pro kg Zuwachs berechnet.

Um auch die Auswirkungen der Kälberpreise bzw. Kraftfutterkosten auf die Ergebnisse darstellen zu können, werden in den Ergebnistabellen drei weitere Berechnungsergebnisse (Kälberpreise: -15 %; Kraftfutterkosten: +15 %; Proteinkraftfutter: +15 %) angeführt.

Nährstoffausscheidungen und Nährstoffbilanzierung

Auf Basis der Versuchsergebnisse wurden die N- und P-Ausscheidungen berechnet und eine Modellkalkulation zur Nährstoffbilanz für einen Stiermastbetrieb durchgeführt.

Die Errechnung des Nährstoffgehaltes im Ganz- bzw. Schlachtkörper erfolgte entsprechend den Angaben von KIRCHGESSNER et al. (1995). Dazu wurden die Fehlrippe und der Bug chemisch auf den Trockenmasse-, Rohprotein- und Gesamtfettgehalt untersucht. Aus diesen Ergebnissen wurde auch der kumulative N-Ansatz errechnet. Dazu wurden zusätzlich zu Mastbeginn 12 Kälber geschlachtet und ebenfalls chemisch untersucht (KIRCHGESSNER et al. 1995). Aus der Differenz von aufgenommenem und angesetzttem N wurden die N-Ausscheidungen errechnet (EC 2004). Zur Berechnung der P-Ausscheidungen wurde von der im Versuch ermittelten P-Aufnahme der P-Ansatz von 6,6 je kg Zuwachs (GEH 1995) abgezogen.

Die Abschätzung der Kotalausscheidungen (kg T/Tag) erfolgten mit Hilfe der im Hammelversuch ermittelten Verdauungskoeffizienten für die Organischen Masse der eingesetzten Rationskomponenten. Dabei wurde ein Rohaschegehalt von 15 % je kg Kottrockenmasse unterstellt. Zur Abschätzung der N-Ausscheidungen über den Kot bzw. Harn wurden die im Hammelversuch ermittelten scheinbaren Verdauungskoeffizienten des Rohproteins herangezogen. Der Anteil des anrechenbaren (feldfallenden) N am gesamt anfallenden N der Ausscheidungen wurde mit 75 % angenommen. Die Differenz zwischen stallfallendem und anrechenbarem (feldfallenden) Stickstoff ergibt sich auf Grund der unvermeidbaren, vor allem gasförmigen, N-Verluste. Je nach Aufstallung, Düngerlagerung und Ausbringungstechnik (System, Lagerdauer etc.) werden anrechenbare N-Anteile von etwa 60 % (Kompost) bis 85 % (Jauche) vom stallfallenden N angegeben (FAP 1994; FACHBEIRAT 2000).

GRUBER und STEINWIDDER (1996) zeigten in einer Literaturübersichtsarbeit, dass die Nährstoffbilanz pro Futterfläche neben der Rationsgestaltung und Leistung der Tiere wesentlich vom Tierbesatz pro Flächeneinheit beeinflusst wird. Daher wurden unabhängig von gesetzlich bestehenden Tierbesatzobergrenzen bzw. Nährstoffausbringungsobergrenzen modellhaft Varianten zur Nährstoffrücklieferung auf die Futterflächen berechnet.

Bei *Variante 1 (V1)* wird davon ausgegangen, dass der Betrieb das Grundfutter selbst erzeugt und das Kraft- und Mineralergänzungsfutter vollständig zukaft. Dabei wurde ein Grundfuttertrockenmasseertrag von 14.000 kg T Maissilage und 8.000 kg Heu pro ha unterstellt. Der mögliche Tierbesatz ergibt sich dabei aus dem Grundfutteraufkommen und dem mittleren jährlichen Grundfutterbedarf der Stiere wobei auch hier 3 % unvermeidbarer Futterverluste berücksichtigt wurden.

Bei *Variante 2 (V2)* wurde davon ausgegangen, dass der Betrieb das Grundfutter und das Energiekraftfutter selbst erzeugt und das Proteinkraft- und Mineralergänzungsfutter vollständig zukaft. Dabei wurde ein Energiekraftfütterertrag (Getreide) von 5.000 kg T pro ha unterstellt. Der mögliche Tierbesatz ergibt sich dabei aus dem Grundfutter- und Energiekraftfutteraufkommen und dem mittleren jährlichen Bedarf an Grundfutter und Energiekraftfutter der Stiere, wobei auch hier 3 % unvermeidbarer Grundfütterverluste berücksichtigt wurden.

Bei der N- und P-Bilanzierung wurden dem Anfall der Nährstoffe (Tierbesatz, Nährstoffausscheidungen/Tier etc.) dem Entzug der Pflanzen (Ertrag, N- bzw. P-Gehalt der Futtermittel) gegenübergestellt. Eine legume N-Bindung (Grünlandfläche) sowie ein Nährstoffeintrag über Niederschläge, aber auch etwaige Auswaschungsverluste, wurden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Ebenso wurde auch ein möglicher Nährstoffentzug über Stroh bzw. eine Nährstoffrücklieferung durch die Einstreu auf die Fläche nicht berücksichtigt.

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.

Die Schlachtleistungs- und Fleischqualitätsdaten wurden nach dem Modell 1 des Statistikprogramms LSMLMW PC-1 mit den fixen Effekten „Energieniveau“, „Proteinniveau“, „Wiederholung“, „Vater“, der Interaktion „Energieniveau x Proteinniveau“ und der linearen Regressionsvariable „Lebendmasse vor der Schlachtung“ ausgewertet (HARVEY 1987).

Die statistischen Auswertung der ökonomischen und ökologischen Parameter erfolgte 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“ .

3 Ergebnisse

Nährstoffgehalt der Futtermittel

In Tabelle 5 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 wurde 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.

Tab. 5. Nährstoff- und Energiegehalt der Futtermittel (je kg Trockenmasse)

		Grundfutter		Krafftutter	
		Maissilage	Heu	Energie (EKF)	Protein (PKF)
Trockenmasse	g/kg FM	314	874	878	891
Nährstoffe	g/kg T				
XP		82	142	126	473
XL		28	20	22	24
XF		228	285	48	79
XA		45	89	29	75
XX		618	464	776	349
NDF		441	543	187	167
ADF		254	325	59	115
ADL		27	36	10	33
NFC		404	207	638	261
Stärke		209	0	610	72
Zucker		5	110	34	110
nXP		129	125	160	273
RNB		-8	3	-6	32
UDP		20	29	30	142
Verdaulichkeit	%				
dO		72,5	66,1	84,0	85,4
dXP		55,2	62,8	64,0	89,0
dXL		77,4	36,9	73,7	43,1
dXF		62,9	66,2	52,5	63,0
Energiekonzentration	MJ/kg T				
ME		10,57	8,86	13,07	13,20
Mengenelemente	g/kg T				
Calcium		2,1	6,2	1,7	4,8
Phosphor		2,2	2,7	3,2	9,0
Magnesium		1,6	2,8	1,4	3,8
Kalium		13,0	22,9	7,7	22,4
Natrium		0,07	0,37	0,51	0,32
Spurenelemente	mg/kg T				
Mangan		28	119	26	52
Zink		24	33	27	61
Kupfer		5,9	10,5	4,4	14,1

Mastleistung – gesamte Versuchsperiode

In den Tabellen 6 und 7 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 Energieversorgung von E1 (=1,3 kg T Krafftutter) auf E2 (=2,5 kg T Krafftutter) zu einer Erhöhung der Tageszunahmen um 131 g. Die weitere Steigerung von E2 auf E3 (=3,5 kg T Krafftutter) 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 Grundfuttermverdrängung 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 %.

Tab. 6. Mastleistung in den Hauptgruppen – gesamte Versuchsperiode

		Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
		E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Tiere	Anzahl	39	37	40	29	30	29	28				
Lebendmasse Beginn	kg	158,4	158,2	157,8	156,0	157,9	159,2	159,4	18,9	0,988	0,900	0,892
Lebendmasse Ende	kg	642,2	648,5	652,7	642,1	647,8	650,5	650,8	12,9	0,003	0,046	0,065
Versuchstage	Tage	420,3	378,4	362,1	441,4	382,9	367,1	356,4	36,2	<0,001	<0,001	0,201
Tageszunahmen	g/Tag	1214	1345	1385	1149	1313	1378	1418	119	<0,001	<0,001	0,514
Leerkörper-Tageszunahmen	g/Tag	1110	1233	1267	1045	1198	1267	1304	111	<0,001	<0,001	0,683
Futtermittelaufnahme												
Heu	kg T	0,33	0,30	0,26	0,29	0,30	0,29	0,29	0,03	<0,001	0,333	0,314
Maissilage	kg T	5,32	4,69	3,83	4,27	4,75	4,70	4,73	0,48	<0,001	0,001	0,418
Grundfutter	kg T	5,64	4,99	4,09	4,56	5,05	4,99	5,02	0,49	<0,001	0,001	0,378
Grundfutter	% v. Ges.	79,8	65,3	53,3	65,3	66,7	66,3	66,3	1,9	<0,001	0,049	0,092
Energie-KF	kg T	0,66	1,82	2,79	2,35	2,02	1,55	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	0,06	<0,001	<0,001	<0,001
Kraftfutter	kg T	1,29	2,53	3,48	2,37	2,44	2,46	2,48	0,07	<0,001	<0,001	<0,001
Gesamtfutter ¹⁾	kg T	7,03	7,61	7,67	7,02	7,59	7,55	7,59	0,51	<0,001	<0,001	0,573
Nährstoffaufnahme												
Energie	MJ ME	75,5	84,2	86,7	77,5	83,7	83,4	84,0	5,5	<0,001	<0,001	0,594
Rohprotein	g	863	990	1026	695	884	1048	1211	61	<0,001	<0,001	0,004
Rohprotein	g/kg T	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
UDP	g	227	259	267	169	226	279	331	16	<0,001	<0,001	<0,001
nXP	g	1005	1127	1161	969	1089	1138	1196	72	<0,001	<0,001	0,354
RNB	g/Tag	-23	-22	-22	-44	-33	-14	2	3	0,296	<0,001	<0,001
Rohfaser	g	1365	1287	1133	1159	1284	1291	1313	114	<0,001	<0,001	0,514
Stärke	g	1582	2152	2545	2349	2265	1991	1766	122	<0,001	<0,001	0,730
NDF	g	2713	2663	2453	2463	2678	2648	2650	219	<0,001	0,002	0,558
ADF	g	1555	1477	1307	1313	1466	1486	1518	131	<0,001	<0,001	0,478
XP-Aufwand	g/kg Zuw.	702	731	741	606	678	763	852	58	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	5,7	0,758	<0,001	0,540

¹⁾ inkl. Mineral- und Wirkstoffe

Tab. 7. Mastleistungsergebnisse in den Untergruppen – gesamte Versuchsperiode

		Energieniveau x Proteinniveau											
		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	Anzahl	10	10	10	9	9	9	9	10	10	11	10	9
Lebendmasse Beginn	kg	154,4	156,4	160,8	162,1	154,7	156,0	159,9	162,4	159,0	161,3	157,0	153,7
Lebendmasse Ende	kg	626,7	645,7	645,5	651,0	649,0	644,8	650,8	649,4	650,5	652,9	655,3	652,1
Versuchstage	Tage	486,8	416,2	395,7	382,6	445,2	373,5	352,2	342,9	392,3	359,2	353,4	343,6
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
Futtermittelaufnahme													
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
UDP	g	155	209	254	291	168	234	293	343	184	234	289	360
nXP	g	894	1008	1039	1081	966	1123	1194	1226	1046	1137	1182	1280
RNB	g/Tag	-42	-31	-15	-3	-44	-33	-15	4	-46	-34	-14	6
Rohfaser	g	1259	1394	1395	1411	1141	1320	1353	1334	1076	1139	1125	1193
Stärke	g	1861	1738	1439	1289	2385	2334	2079	1808	2801	2723	2453	2202
NDF	g	2559	2794	2753	2746	2437	2749	2771	2697	2393	2492	2422	2507
ADF	g	1421	1584	1595	1619	1291	1507	1561	1547	1227	1308	1302	1389
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

Mastleistungsdaten im Versuchsverlauf

In den Abbildungen 1 und 2 ist der Verlauf der Futter- und Energieaufnahme im Versuch dargestellt. Unabhängig von der Proteinversorgung lag die Futter- und Energieaufnahme in E1 unter jener von E2 und E3, welche sich nur zu 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. Abbildung 3 zeigt, dass insbesondere in der ersten Masthälfte die Rohproteinaufnahme innerhalb der 3 Energieniveaus die Energieaufnahme der Tiere deutlich beeinflusste.

Abb. 1. Gesamtfutteraufnahme im Mastverlauf

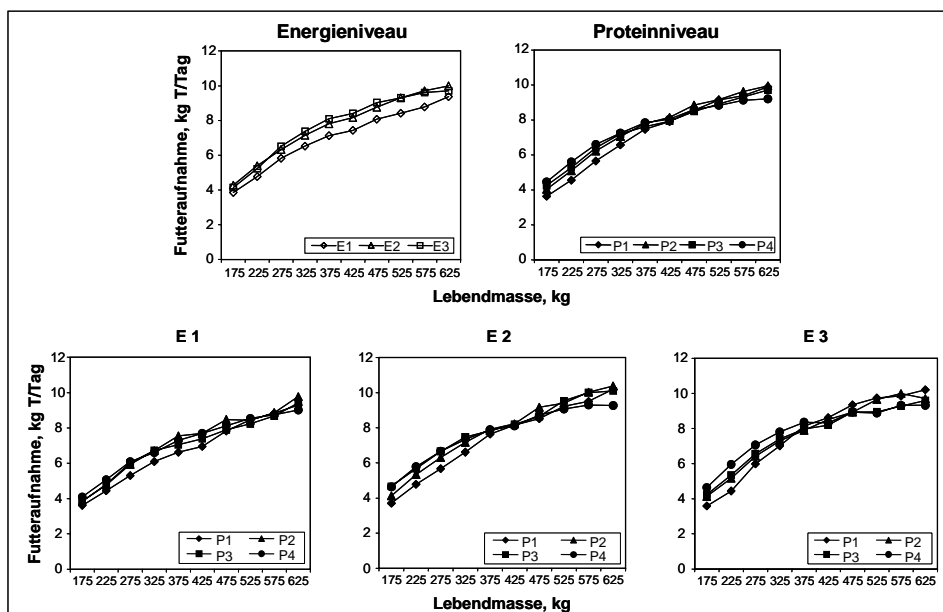


Abb. 2. Energieaufnahme im Mastverlauf

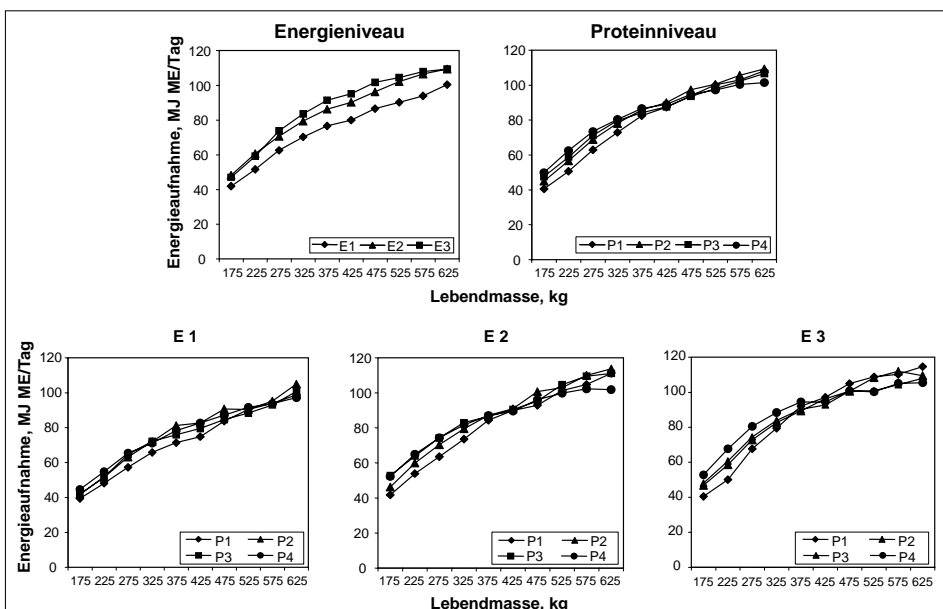
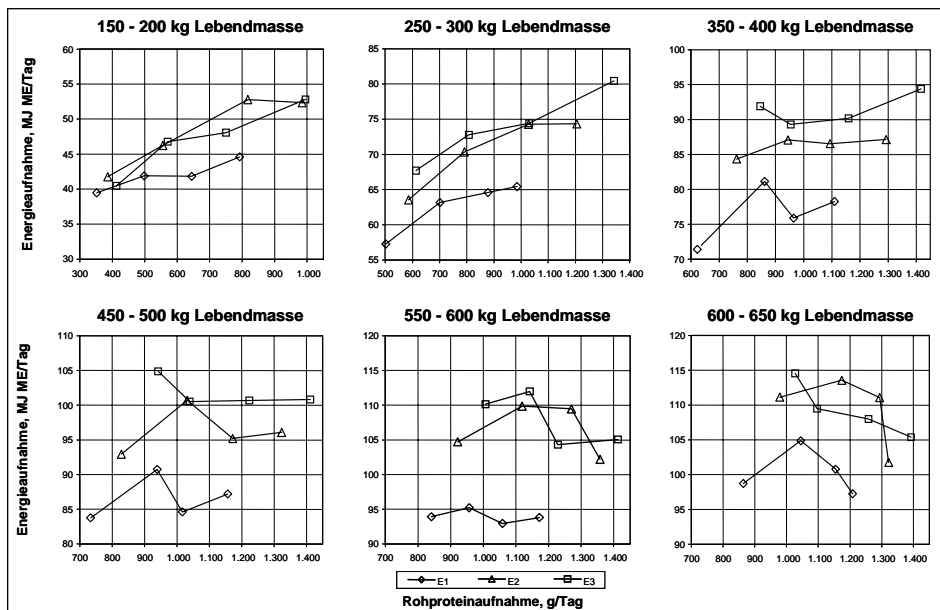


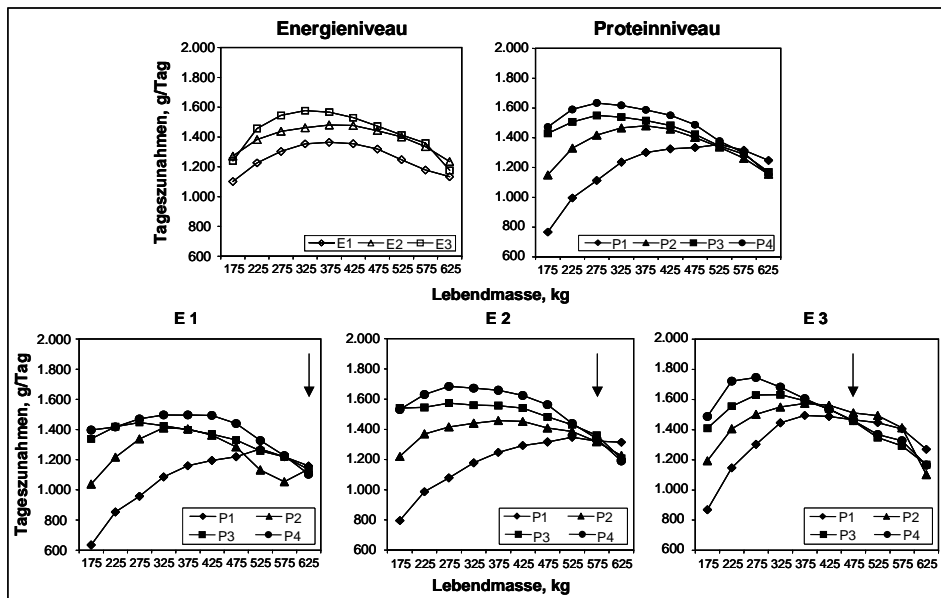
Abb. 3. Zusammenhang zwischen Rohprotein- und Energieaufnahme



In Abbildung 4 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 Zuwachsleistungen. 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 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 Wachstumsmaximum 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 4 (siehe Pfeile) zeigt, nahm die Bedeutung des XP/ME-Verhältnisses für die Tageszunahmen im Mastverlauf mit zunehmender Energieversorgung ab.

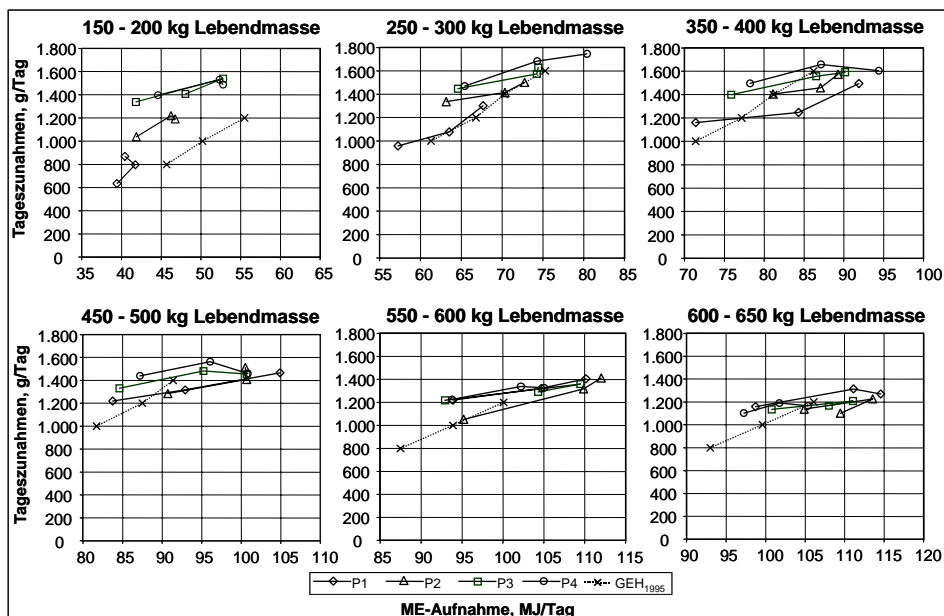
Abb. 4. Tageszunahmen im Mastverlauf



Gegenüberstellung der Versuchsergebnisse und Versorgungsempfehlungen

In Abbildung 5 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 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 dies laut Empfehlungen zu erwarten gewesen wäre (GEH 1995), während ab 250 kg Lebendmasse eine gute Übereinstimmung zwischen den Empfehlungen der GEH (1995) und den vorliegenden Versuchsergebnissen bestehen.

Abb. 5. Energieaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GEH, 1995)



Der Zusammenhang zwischen Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen für die 3 Energieversorgungsniveaus sowie die XP-Versorgungsempfehlungen sind in Abbildung 6 dargestellt. In allen Energieversorgungsniveaus erzielten die Versuchstiere zu Mastbeginn bei geringerer Proteinversorgung deutlich höhere Tageszunahmen als diese laut Versorgungsempfehlungen (GEH 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 7 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.

Die errechnete nXP-Versorgungsbilanz (Bilanz = errechnete Aufnahme – Versorgungsempfehlung) ist in Abbildung 8 dargestellt. Zu Mastbeginn lag 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. 6. Rohproteinaufnahme und Tageszunahmen und Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (GEH 1995)

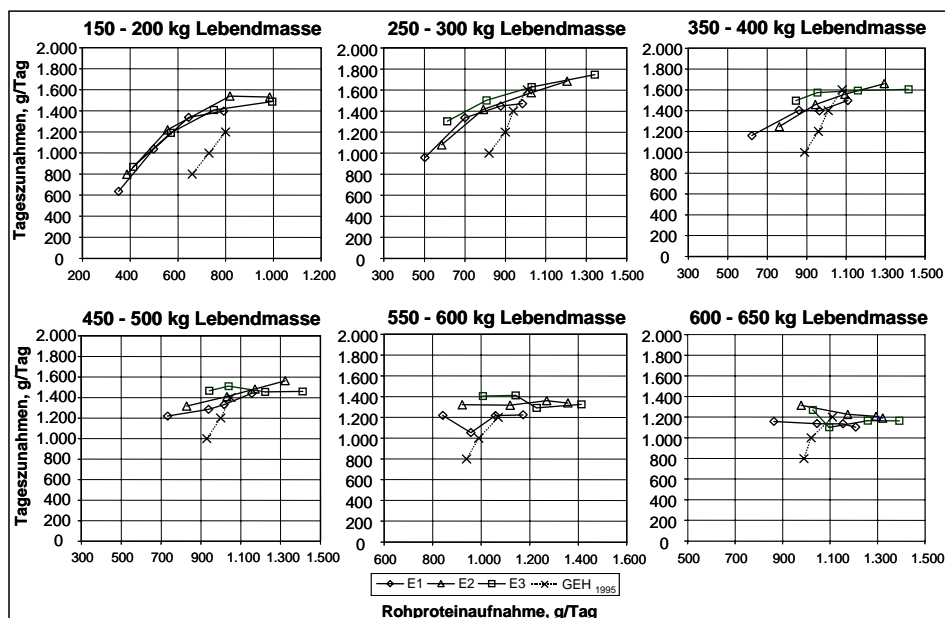


Abb. 7. Zusammenhang zwischen XP/ME-Verhältnis und Tageszunahmen

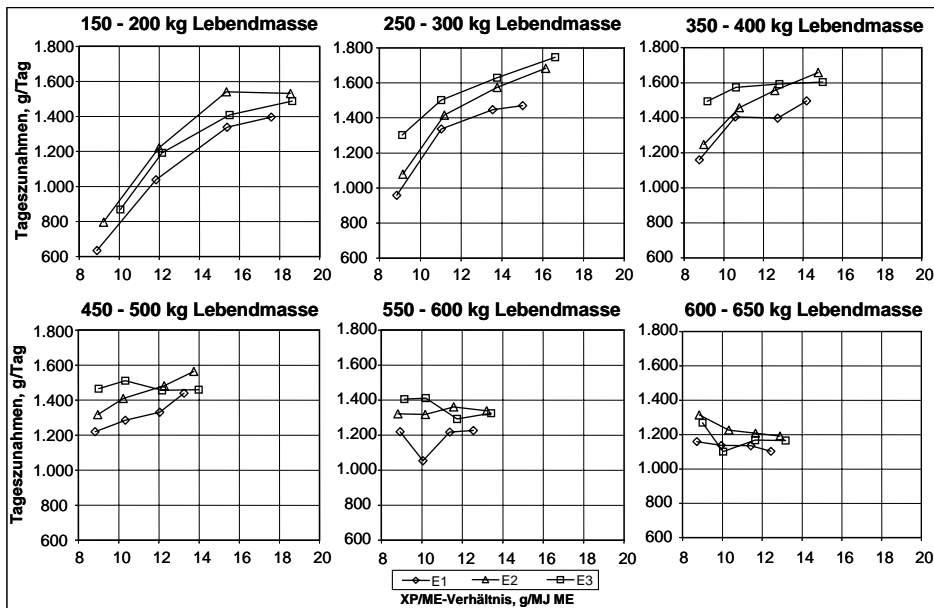
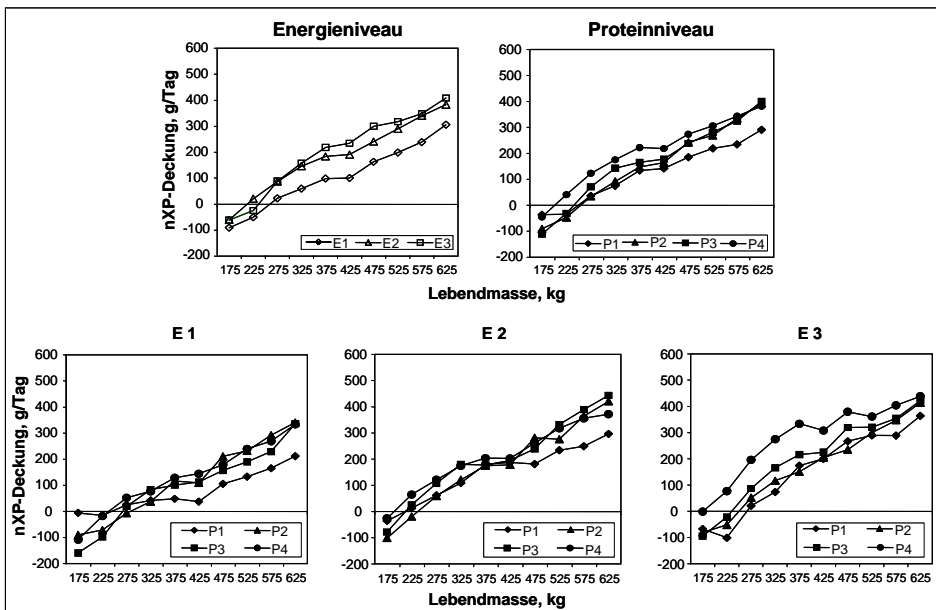


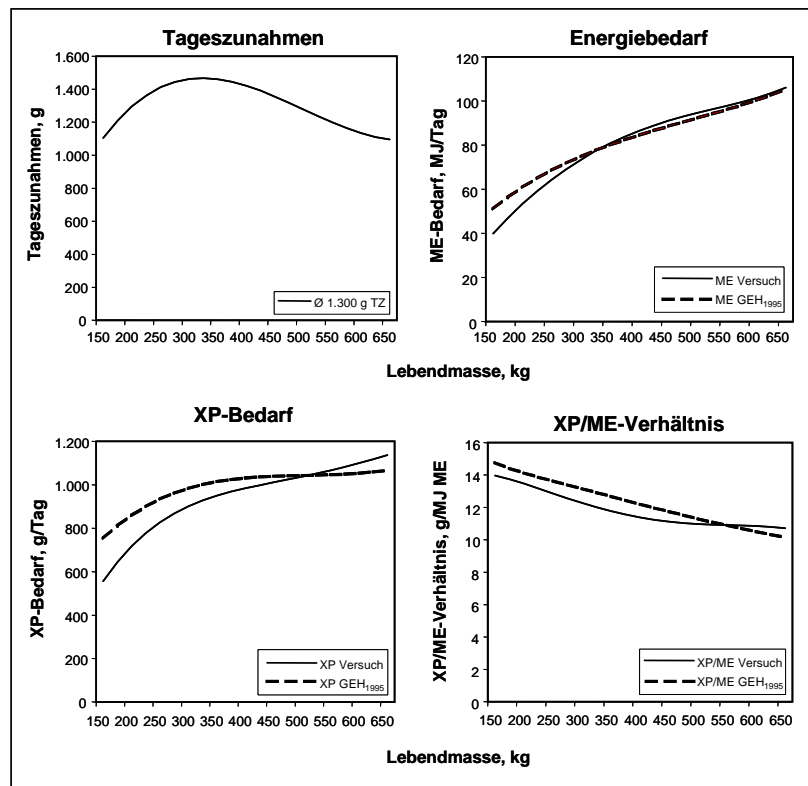
Abb. 8. nXP-Versorgung im Mastverlauf



Im folgenden Abschnitt werden die Versuchsergebnisse den aktuellen Versorgungsempfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GEH 1995) für die Stiermast mit der Rasse Fleckvieh auch an einem Beispiel gegenübergestellt. Dabei wird auf die Parameter Energie- und Rohproteinversorgung, Stickstoffangebot im Pansen sowie die Versorgung mit nutzbarem Rohprotein eingegangen. Im ersten Auswertungsschritt wurde mit Hilfe einer regressionsanalytischen Auswertung aller Versuchsdaten (alle Gruppen) der Zusammenhang zwischen Energie- bzw. Proteinaufnahme und den Tageszunahmen im Mastverlauf abgeleitet. In einem weiteren Schritt wurde der Zusammenhang zwischen Energie- bzw. Proteinaufnahme und den Tageszunahmen im Mastverlauf für die 3 Energieversorgungsniveaus getrennt ausgewertet. In Abbildung 9 sind die errechneten Ergebnisse aus den gesamten Versuchsdaten den Normen anhand eines Beispiels (1300 g Tageszunahmen in der Mastperiode) gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass sich hinsichtlich Energiebedarf ab einer Lebendmasse von etwa 300 kg die Versuchsergebnissen sich sehr gut mit den Normen decken. Demgegenüber wäre laut Norm zu Mastbeginn eine höhere Energieversorgung (ca. 15–5 MJ ME/Tag) erforderlich gewesen.

Auch bei der Proteinversorgung wurden im Versuch Abweichungen zu den Versorgungsempfehlungen festgestellt. Von Mastbeginn bis Mastmitte wurde aus den Versuchsdaten ein um 150–200 g geringerer Rohproteinbedarf pro Tag ermittelt. Zu Mastende zeigte sich ein umgekehrtes Bild – hier wird in den Versorgungsempfehlungen von einem etwas geringeren Rohproteinbedarf ausgegangen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass im Versuch zu Mastende die Rohproteinaufnahme zwischen den Versuchsgruppen eine geringere Variabilität aufwies und auch die Tageszunahmen nur mehr gering davon beeinflusst wurden. Die zu Mastbeginn suboptimal versorgten Tiere dürften hier auch einen Teil der Zuwachsleistung kompensiert haben. Eine über den derzeitigen Versorgungsempfehlungen liegende Proteinversorgung sollte daher nicht aus dem vorliegenden Versuch abgeleitet werden.

Abb. 9: Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (Norm) der GEH (1995) mit den Ergebnissen des Versuches anhand eines Beispiels (mittlere Tageszunahmen 1300 g von 150–665 kg LM)



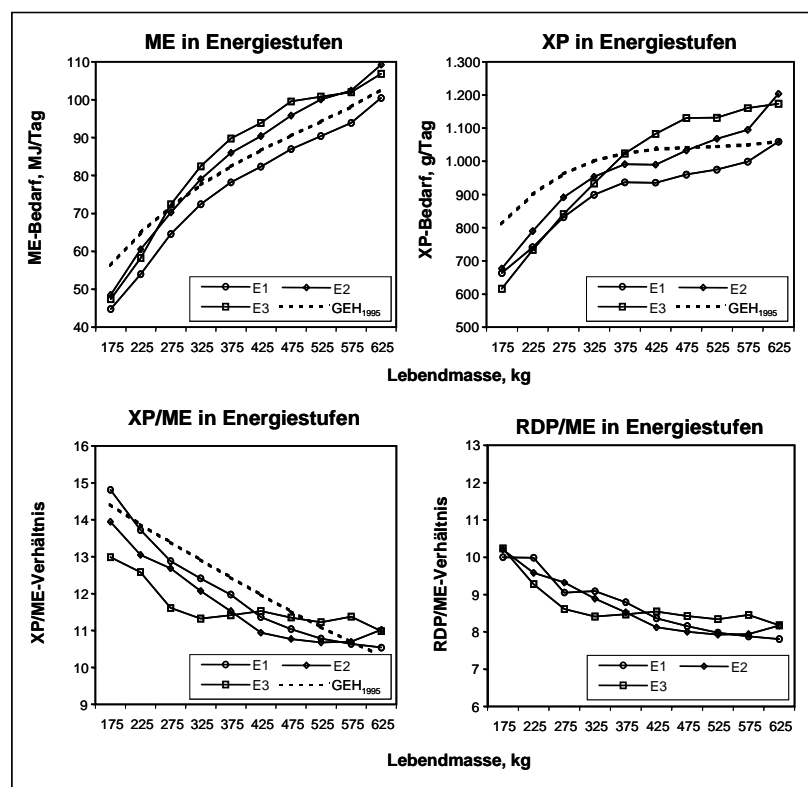
Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Energie- bzw. Proteinaufnahme und den Tageszunahmen im Mastverlauf für die 3 Energieversorgungsniveaus getrennt, dann zeigt sich ein vergleichbares Bild (Abbildung 10). Unabhängig von den Energieversorgungsgruppen war zu Mastbeginn ein geringerer Energiebedarf als in den Normen feststellbar. Für die Versuchsgruppen E1 trifft dies für die gesamte Mastperiode zu.

Beim Proteinbedarf zeigt sich ein vergleichbares Bild wie in der Gesamtauswertung. Mit Ausnahme von E1, wo über den gesamten Mastbereich ein geringerer Proteinbedarf festgestellt wurde, war in E2 und E3 der Proteinbedarf zu Mastbeginn geringer und zu Mastende höher als dies in den Versorgungsempfehlungen angegeben wird. Dabei muss jedoch - wie oben bereits ausgeführt - berücksichtigt werden, dass im Versuch zu Mastende die Rohproteinaufnahme zwischen den Versuchsgruppen eine geringere Variabilität aufwies und auch die Tageszunahmen nur mehr gering davon beeinflusst wurden. Die zu Mastbeginn suboptimal versorgten Tiere dürften hier auch einen Teil der Zuwachseleistung kompensiert haben.

Beim Vergleich von E2 und E3 fällt auf, dass zu Mastbeginn mit steigender Energieversorgung der Proteinergänzungsbedarf reduziert werden kann.

Ein Maß zur Beschreibung der N-Versorgung der Pansenmikroben stellt das Verhältnis von RDP (=Pansenabbaubares Rohprotein) zu Energie dar. Dabei zeigt sich, dass zu Mastende etwa ein RDP/ME-Verhältnis von 8 erforderlich wäre. Geht man von einer Mikrobenproteinbildung (MP) von 10,1 g MP pro MJ ME aus (GFE 2001), dann entspräche dies einer Deckung des N-Bedarfs der Pansenmikroben von etwa 70–80 % über RDP – etwa 20–30 % des N-Bedarfs wären zu Mastende über den ruminohepatischen Kreislauf gedeckt. Einschränkend muss aber auch hier dazu angeführt werden, dass im vorliegenden Versuch zu Mastende die Proteinversorgung nur eine geringe Variabilität aufwies und auch die Tageszunahmen nur mehr gering von der Proteinversorgung beeinflusst wurden. Zudem war auch die Behandlung der Stiere in den Aufmastphasen davor nicht einheitlich.

Abb. 10: Gegenüberstellung der Versorgungsempfehlungen (Norm) der GEH (1995) mit den Ergebnissen in den 3 Energieversorgungsstufen des Versuchs (mittlere Tageszunahmen 1300 g von 150 – 665 kg LM)



Schlachtleistung

In den Tabellen 8 und 9 sind die Ergebnisse zur Schlachtleistung sowie zum Nährstoffansatz angeführt. Es bestanden keine Wechselwirkungen zwischen der Energie- und Proteinversorgung. Sowohl die Energie- als auch 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 und fiel die Gruppe P1 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 Energieversorgungs-niveaus die Tiere in E3. Innerhalb der Proteinversorgungs-niveaus vielen die Tiere der Gruppe P1 signifikant von 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 stieg demgegenüber im Ganz- und Schlachtkörper von E1 bis E3 signifikant an. Der Proteingehalt und Proteinansatz wurde 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 spiegelten 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 wurde demgegenüber nicht von der Proteinversorgung beeinflusst.

Die Teilstückanteile am Schlachtkörper wurde von der Energieversorgung nicht signifikant beeinflusst. Mit Ausnahme des Keulenteils, der in P1 am höchsten war, hatte auch die Proteinversorgung keinen Einfluss auf die Schlachtkörperteilstückzusammensetzung. Wie die Tabellen 10 und 11 zeigen, wurde demgegenüber der Fettgewebeanteil in den untersuchten vier Teilstücken mit zunehmender Energieversorgung jeweils signifikant erhöht.

Tab. 8. Schlachtleistung (Haupteffekte)

		Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
		E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Tiere	Anzahl	39	37	40	29	30	29	28				
Lebendmasse Schlachtung	Kg	640,1	645,8	648,1	637,6	645,3	647,8	647,9	11,2	0,008	0,002	0,016
Schlachtkörper (warm)	Kg	372,3	370,1	378,1	368,9	373,2	375,7	376,1	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	Punkte (5=E)	3,8	3,8	4,1	3,7	4,0	4,0	4,1	0,4	0,003	0,008	0,901
Fettgewebeklasse	Punkte (1=sehr gering)	3,1	3,0	3,2	2,9	3,1	3,2	3,2	0,4	0,134	0,140	0,399
Nierenfett	Kg	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	Kg	95,2	100,3	105,4	99,6	95,0	103,8	102,9	10,0	0,003	0,033	0,938
Gesamtfett - Schlachtkörper	Kg	52,4	55,5	58,6	55,1	52,0	57,8	57,2	7,0	0,004	0,023	0,918
Protein - Ganzkörper	Kg	110,7	107,2	108,7	107,9	107,5	112,0	108,0	10,0	0,356	0,318	0,836
Protein - Schlachtkörper	Kg	71,7	69,2	70,3	69,8	69,5	72,6	69,8	11,9	0,355	0,316	0,834
Schlachtkörperteilstücke												
Wertvolle Teilstücke	% v. SK	38,9	38,7	38,3	39,1	38,5	38,3	38,5	1,1	0,139	0,071	0,681
Hinterhese	% v. SK	4,6	4,5	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	0,3	0,438	0,699	0,799
Vorderhese	% v. SK	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	0,2	0,608	0,664	0,622
Bug	% v. SK	13,6	13,5	13,4	13,6	13,5	13,5	13,5	0,7	0,515	0,913	0,154
Keule	% v. SK	29,3	29,1	28,8	29,6	29,0	28,6	28,9	1,0	0,116	0,014	0,532
Filet	% v. SK	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	0,1	0,531	0,310	0,613
Hochrippe	% v. SK	8,0	8,0	8,0	7,9	8,0	8,1	8,0	0,5	0,985	0,544	0,336
Dünnungen	% v. SK	10,3	10,5	10,5	10,2	10,5	10,7	10,4	0,8	0,322	0,126	0,999

Tab. 9. Schlachtleistung (Untergruppen)

		Energieniveau x Proteinniveau											
		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	Anzahl	10	10	10	9	9	9	9	10	10	11	10	9
Lebendmasse Schlachtung	kg	623,3	643,9	646,6	646,6	642,5	642,7	647,5	650,5	647,1	649,4	649,4	646,6
Schlachtkörper (warm)	kg	367,4	373,6	371,0	377,2	366,6	369,5	373,0	371,2	372,9	376,5	383,0	380,0
Ausschlachtung (warm)	%	57,1	58,1	57,7	58,6	57,0	57,4	58,0	57,7	58,0	58,5	59,6	59,1
Fleischigkeitsklasse	Punkte (5=E)	3,6	4,0	3,8	4,0	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2
Fettgewebeklasse	Punkte (1=sehr gering)	2,7	3,2	3,1	3,1	2,9	2,9	3,2	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3
Nierenfett	kg	10,1	10,2	11,2	11,3	11,1	11,2	12,7	12,0	10,6	11,2	14,3	12,9
Nährstoffgehalt													
Gesamtfett - Ganzkörper	kg	93,6	89,8	99,0	98,3	101,1	93,9	105,9	100,4	104,0	101,3	106,4	110,0
Gesamtfett - Schlachtkörper	kg	51,3	48,8	55,2	54,3	56,3	51,3	58,8	55,5	57,6	55,8	59,3	61,8
Protein - Ganzkörper	kg	107,4	110,4	115,4	109,8	109,0	106,4	107,2	106,0	107,3	105,9	113,4	108,0
Protein - Schlachtkörper	kg	69,4	71,4	75,0	71,1	70,5	68,7	69,3	68,5	69,3	68,4	73,6	69,8
Schlachtkörperteilstücke													
Wertvolle Teilstücke	% v. SK	39,5	38,7	38,8	38,4	39,3	38,5	38,2	38,6	38,5	38,4	38,0	38,5
Hinterhese	% v. SK	4,6	4,5	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,5	4,4	4,4
Vorderhese	% v. SK	3,1	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,1	3,0	3,0
Bug	% v. SK	13,4	13,8	13,7	13,5	13,8	13,4	13,2	13,3	13,4	13,1	13,7	13,5
Keule	% v. SK	29,7	29,1	29,3	28,9	29,9	29,0	28,4	29,0	29,1	28,9	28,2	28,8
Filet	% v. SK	1,6	1,6	1,5	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Hochrippe	% v. SK	8,2	8,0	7,9	8,0	7,8	7,9	8,3	8,0	7,8	8,0	8,1	8,1
Dünnungen	% v. SK	10,0	10,3	10,5	10,3	10,3	10,6	10,7	10,4	10,2	10,5	10,8	10,6

Tab. 10. Fleisch- und Fettgewebeanteile in Teilstücken (Haupteffekte)

			Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
			E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Brust- und Spannrippe													
	Fleisch	% v. Br.+Sp.	57,4	55,5	55,1	57,0	56,6	55,3	55,0	3,6	0,024	0,126	0,906
	Fett	% v. Br.+Sp.	26,9	29,1	29,4	27,4	28,3	29,2	29,1	3,8	0,015	0,337	0,986
Fehlrippe													
	Fleisch	% v. Fehl.	69,8	68,0	69,0	68,5	68,9	69,5	68,8	3,2	0,080	0,731	0,078
	Fett	% v. Fehl.	12,4	13,7	14,1	13,1	13,1	13,6	14,0	2,1	0,004	0,356	0,888
Hinterhesse													
	Fleisch	% v. H.	45,7	45,2	45,4	45,1	45,8	45,6	45,1	2,0	0,616	0,529	0,563
	Fett	% v. H.	9,2	9,6	10,6	9,1	9,6	10,1	10,4	1,9	0,006	0,089	0,067
Vorderhesse													
	Fleisch	% v. V.	47,7	47,7	47,5	47,4	47,3	48,6	47,3	2,7	0,924	0,223	0,198
	Fett	% v. V.	8,8	9,8	9,7	9,1	9,1	9,4	10,1	2,0	0,060	0,230	0,014

Tab. 11. Fleisch- und Fettgewebeanteile in Teilstücken (Untergruppen)

			Energieniveau x Proteinniveau											
			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	Anzahl		10	10	10	9	9	9	9	10	10	11	10	9
Brust- und Spannrippe														
	Fleisch	% v. Br.+Sp.	59,2	58,1	56,1	56,1	56,5	56,1	54,4	54,8	55,3	55,7	55,4	53,9
	Fett	% v. Br.+Sp.	26,0	26,5	27,8	27,3	27,4	29,0	30,3	29,8	28,8	29,2	29,4	30,2
Fehlrippe														
	Fleisch	% v. Fehl.	68,7	71,1	70,5	68,8	69,5	67,2	67,1	68,2	67,2	68,5	70,8	69,3
	Fett	% v. Fehl.	12,0	12,3	12,7	12,6	13,4	13,2	14,3	14,1	13,9	13,7	13,6	15,2
Hinterhesse														
	Fleisch	% v. H.	45,3	45,7	45,8	45,9	45,3	45,6	44,8	45,1	44,8	46,1	46,3	44,4
	Fett	% v. H.	8,1	9,5	9,9	9,3	8,1	9,0	10,0	11,3	11,2	10,2	10,4	10,8
Vorderhesse														
	Fleisch	% v. V.	46,8	47,8	49,5	46,6	49,0	47,0	47,7	47,3	46,4	47,2	48,5	48,0
	Fett	% v. H.	8,7	9,1	8,7	8,6	9,9	9,9	9,9	9,4	8,8	8,3	9,6	12,2

Fleischqualität

Die Ergebnisse zur chemisch-physikalischen Fleischqualität sowie die subjektive Beurteilung der Fleischqualität durch Verkostung sind in den Tabellen 12 und 13 zusammengefasst. 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.

Bei der subjektiven Beurteilung der Fleischqualität durch Verkostung (Tab. 12 und 13) zeigte sich ein deutlicher Effekt der Energieversorgung auf die untersuchten Parameter. Die Gruppe E1 schnitt in der Beurteilung der 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.

In der Fleischfärbung (Tab. 14 und Tab. 15) 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 oxydierten Anschnittfläche (Fleischfarbe nach 60 Minuten) waren die oben beschriebenen Effekte weniger deutlich ausgeprägt.

Tab. 12. Merkmale der Fleischqualität (Hauptgruppen)

			Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
			E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Tropfsaftverluste													
	<i>m. long. dorsi</i>	%	3,7	3,47	3,4	3,7	3,2	3,3	3,7	1,3	0,618	0,366	0,387
	<i>m. semitend.</i>	%	2,3	2,5	2,4	2,4	2,5	2,3	2,4	1,1	0,793	0,952	0,580
Grillsaftverluste													
	<i>m. long. dorsi</i>	% (warm)	17,3	16,5	16,6	16,5	16,9	16,7	17,1	0,5	0,359	0,830	0,299
		% (kalt)	27,1	26,0	26,4	26,5	26,3	26,5	26,7	1,0	0,278	0,955	0,649
	<i>m. semitend.</i>	% (warm)	20,8	20,2	19,8	20,0	21,1	19,2	20,9	0,7	0,299	0,022	0,820
		% (kalt)	30,5	29,9	29,5	29,8	30,8	29,1	30,1	0,9	0,158	0,039	0,715
Kochsaftverluste													
	<i>m. long. dorsi</i>	%	36,9	37,8	36,7	39,2	35,9	36,7	36,8	4,4	0,517	0,056	0,595
	<i>m. semitend.</i>	%	41,6	41,9	41,0	42,5	40,7	41,6	41,3	3,5	0,531	0,321	0,148
Scherkraft													
	<i>m. long. dorsi</i>	kg	4,6	4,2	4,7	4,2	4,7	4,4	4,6	1,6	0,353	0,620	0,512
	<i>m. semitend.</i>	kg	3,2	3,4	3,3	3,0	3,4	3,3	3,4	0,7	0,721	0,155	0,835
Verkostung													
	<i>m. long. dorsi</i>	Punkte (1-6, 6=sehr gut)											
	Saftigkeit		3,4	3,7	3,6	3,6	3,5	3,6	3,5	0,9	0,045	0,370	0,001
	Zartheit		3,6	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	1,0	0,010	0,881	0,006
	Geschmack		3,5	3,7	3,7	3,7	3,6	3,7	3,5	0,8	0,058	0,515	0,069
	Gesamteindruck		3,5	3,7	3,7	3,7	3,6	3,7	3,6	0,8	0,028	0,702	0,010
	<i>m. semitend.</i>	Punkte (1-6, 6=sehr gut)											
	Saftigkeit		3,6	3,9	3,7	3,8	3,6	3,8	3,8	0,7	0,011	0,142	0,001
	Zartheit		3,8	4,1	4,1	4,1	3,9	4,0	4,0	0,9	0,033	0,332	0,098
	Geschmack		3,7	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	0,7	0,001	0,589	0,475
	Gesamteindruck		3,7	4,0	3,9	3,9	3,8	3,9	3,8	0,7	0,013	0,575	0,004

Tab. 13. Merkmale der Fleischqualität (Untergruppen)

		Energieniveau x Proteinniveau											
		E1 P1	E1 P2	E1 P3	E1 P4	E2 P1	E2 P2	E2 P3	E2 P4	E3 P1	E3 P2	E3 P3	E3 P4
Grillsaftverluste													
<i>m. long. dorsi</i>	% (warm)	16,2	17,2	18,0	17,7	16,7	17,5	15,4	16,5	16,7	15,9	16,6	17,1
	% (kalt)	26,6	26,6	27,7	27,4	26,0	26,8	25,6	25,6	26,7	25,4	26,2	27,1
<i>m. semitend.</i>	% (warm)	21,1	21,8	19,5	20,7	19,8	21,4	19,0	20,8	19,1	20,1	19,1	21,1
	% (kalt)	30,7	31,4	29,5	30,3	29,3	31,4	29,2	29,8	29,5	29,6	28,8	30,2
Scherkraft													
<i>m. long. dorsi</i>	kg	3,9	4,7	5,0	4,7	4,1	4,9	3,8	3,9	4,6	4,6	4,3	5,3
<i>m. semitend.</i>	kg	2,9	3,4	3,2	3,4	3,0	3,7	3,3	3,4	3,2	3,3	3,2	3,4
Verkostung													
<i>m. long. dorsi</i>	Punkte (1-6, 6=sehr gut)												
	Saftigkeit	3,6	3,5	3,2	3,4	3,8	3,2	3,8	3,9	3,6	3,8	3,8	3,2
	Zartheit	3,6	3,7	3,3	3,6	4,0	3,6	4,0	4,1	3,7	4,1	4,0	3,4
	Geschmack	3,7	3,6	3,4	3,3	3,7	3,6	3,8	3,8	3,6	3,7	3,9	3,5
	Gesamteindruck	3,6	3,6	3,3	3,5	3,8	3,5	3,8	3,9	3,7	3,8	3,9	3,3
<i>m. semitend.</i>	Punkte (1-6, 6=sehr gut)												
	Saftigkeit	3,6	3,5	3,5	3,9	4,2	3,7	3,8	4,0	3,8	3,6	4,1	3,5
	Zartheit	4,0	3,7	3,7	3,9	4,2	3,9	4,0	4,2	4,1	4,1	4,3	3,8
	Geschmack	3,8	3,7	3,5	3,7	4,2	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	4,0	3,8
	Gesamteindruck	3,8	3,6	3,6	3,9	4,1	3,9	3,9	4,0	3,8	3,9	4,2	3,6

Tab. 14. Nährstoffgehalt und Fleischfarbe (Hauptgruppen)

	Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
	E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Nährstoffgehalt											
<i>m. long. dorsi</i>											
Trockenmasse g	243	246	247	246	242	246	248	9	0,241	0,161	0,079
Fett g	13,6	17,7	16,8	17,8	13,5	16,0	16,9	8,9	0,147	0,326	0,027
Rohprotein g	215	213	214	213	214	215	215	7	0,476	0,616	0,717
<i>m. semitend.</i>											
Trockenmasse g	233	236	235	232	233	238	236	8	0,456	0,030	0,302
Fett g	11,3	13,3	12,5	11,0	10,8	15,2	12,5	5,9	0,385	0,024	0,743
Rohprotein g	205	206	207	206	206	206	206	7	0,692	0,998	0,067
Fleischfarbe – frischer Anschnitt											
<i>m. long. dorsi</i>											
₂ L ₁₀ *-Helligkeit	37,8	38,1	38,5	37,6	38,3	38,2	38,4	2,4	0,488	0,699	0,092
₂ a ₁₀ *-Rotton	7,1	7,0	7,0	7,7	6,7	6,9	6,7	1,1	0,913	0,009	0,939
₂ b ₁₀ *-Gelbton	4,7	4,9	4,8	4,7	4,7	4,9	4,9	1,0	0,826	0,808	0,129
₂ c _{ab} *-Buntton	8,6	8,6	8,6	9,1	8,3	8,5	8,4	1,2	0,999	0,084	0,890
<i>m. semitend.</i>											
₂ L ₁₀ *-Helligkeit	43,4	42,2	42,6	42,5	43,0	43,0	42,4	2,2	0,087	0,656	0,319
₂ a ₁₀ *-Rotton	8,0	8,0	7,8	8,5	8,1	7,7	7,5	1,1	0,723	0,013	0,290
₂ b ₁₀ *-Gelbton	7,3	6,8	6,4	7,0	6,9	7,0	6,6	1,2	0,009	0,647	0,292
₂ c _{ab} *-Buntton	10,9	10,5	10,1	11,0	10,7	10,4	9,9	1,4	0,046	0,060	0,120
Fleischfarbe - 60 Minuten											
<i>m. long. dorsi</i>											
₂ L ₁₀ *-Helligkeit	38,0	38,0	38,2	37,9	37,9	38,1	38,4	2,3	0,860	0,815	0,273
₂ a ₁₀ *-Rotton	10,9	11,0	10,7	11,6	10,6	10,9	10,4	1,5	0,619	0,038	0,871
₂ b ₁₀ *-Gelbton	8,9	9,0	8,8	9,1	8,7	8,9	8,8	1,2	0,804	0,774	0,500
₂ c _{ab} *-Buntton	14,1	14,2	13,9	14,8	13,7	14,1	13,7	1,8	0,654	0,114	0,941
<i>m. semitend.</i>											
₂ L ₁₀ *-Helligkeit	43,4	42,6	42,4	42,4	43,2	42,9	42,7	2,1	0,099	0,488	0,192
₂ a ₁₀ *-Rotton	12,2	12,0	11,9	12,7	12,0	11,9	11,5	1,7	0,811	0,100	0,242
₂ b ₁₀ *-Gelbton	11,4	10,8	10,4	11,2	11,0	10,8	10,6	1,6	0,045	0,570	0,069
₂ c _{ab} *-Buntton	16,7	16,2	15,9	17,0	16,3	16,1	15,7	2,1	0,244	0,167	0,086

Tab. 15. Nährstoffgehalt und Fleischfarbe (Untergruppen)

		Energieniveau x Proteinniveau											
		E1 P1	E1 P2	E1 P3	E1 P4	E2 P1	E2 P2	E2 P3	E2 P4	E3 P1	E3 P2	E3 P3	E3 P4
Nährstoffgehalt													
	<i>m. long. dorsi</i>												
	Trockenmasse g	241	242	243	247	253	239	248	245	243	246	247	251
	Fett g	10,3	14,2	13,2	16,8	27,1	10,8	16,8	16,2	15,9	15,5	18,0	17,6
	Rohprotein g	217	214	217	214	211	213	214	215	212	215	214	216
	<i>m. semitend.</i>												
	Trockenmasse g	229	235	234	235	235	232	241	235	233	231	239	238
	Fett g	10,2	11,6	12,2	11,4	11,4	10,5	18,0	13,3	11,3	10,3	15,5	12,8
	Rohprotein g	201	207	208	205	210	207	202	205	207	205	208	208
Fleischfarbe – frischer Anschnitt													
	<i>m. long. dorsi</i>												
	₂ L ₁₀ *-Helligkeit	38,0	37,3	38,1	37,7	36,9	39,7	36,8	39,0	38,0	38,0	39,5	38,4
	₂ a ₁₀ *-Rotton	7,7	7,0	6,9	6,6	7,7	6,5	7,1	6,5	7,6	6,6	6,8	6,9
	₂ b ₁₀ *-Gelbton	5,0	4,5	4,8	4,6	4,7	5,2	4,4	5,2	4,6	4,3	5,4	5,0
	₂ c _{ab} *-Buntton	9,3	8,4	8,4	8,1	9,1	8,4	8,4	8,4	8,9	8,0	8,8	8,6
	<i>m. semitend.</i>												
	₂ L ₁₀ *-Helligkeit	42,8	43,5	43,1	44,3	42,0	42,5	43,4	41,0	42,8	43,0	42,5	42,0
	₂ a ₁₀ *-Rotton	9,1	7,9	7,6	7,5	8,3	8,1	8,3	7,3	8,2	8,2	7,3	7,6
	₂ b ₁₀ *-Gelbton	7,8	7,3	6,9	7,2	6,9	7,0	7,4	6,1	6,3	6,3	6,6	6,6
	₂ c _{ab} *-Buntton	12,1	10,8	10,3	10,5	10,6	10,8	11,2	9,4	10,3	10,5	9,6	9,9
Fleischfarbe - 60 Minuten													
	<i>m. long. dorsi</i>												
	₂ L ₁₀ *-Helligkeit	38,5	37,8	37,9	37,9	36,8	38,6	37,3	39,0	38,3	37,3	39,1	38,4
	₂ a ₁₀ *-Rotton	11,3	10,8	11,0	10,4	12,1	10,6	11,1	10,2	11,3	10,3	10,6	10,5
	₂ b ₁₀ *-Gelbton	9,2	8,8	8,9	8,7	9,3	9,0	8,5	9,0	8,7	8,3	9,3	8,8
	₂ c _{ab} *-Buntton	14,6	14,0	14,1	13,7	15,3	13,9	14,1	13,7	14,3	13,3	14,1	13,7
	<i>m. semitend.</i>												
	₂ L ₁₀ *-Helligkeit	43,2	43,5	43,1	43,8	41,3	44,2	42,8	41,9	42,6	42,0	42,8	42,4
	₂ a ₁₀ *-Rotton	13,0	11,9	11,9	11,8	13,1	11,7	12,6	10,8	12,0	12,4	11,3	12,0
	₂ b ₁₀ *-Gelbton	11,8	11,5	10,9	11,4	11,5	10,8	11,5	9,4	10,3	10,6	9,9	11,0
	₂ c _{ab} *-Buntton	17,6	16,6	16,2	16,4	17,5	15,9	17,1	14,3	15,9	16,3	15,0	16,2

Ökonomische Ergebnisse

In den Tabellen 16 und 17 sind die betriebswirtschaftlichen Auswertungsergebnisse für die Haupt- und Untergruppen angeführt. In den Tabellen 18 und 19 sind zusätzlich die Auswirkungen bei sich ändernden Kosten für Kälber, Kraftfutter bzw. Proteinkraftfutter auf die wirtschaftlichen Ergebnisse dargestellt.

Unabhängig von der Energieversorgung (E1 bis E3) fallen die Versuchsgruppen P1 (niedrige Proteinergänzung) auf Grund der geringeren Mast- und Schlachtleistung bei den direktkostenfreien Leistungen deutlich ab. Dies trifft auch für die zusätzlich berechneten Varianten bei geänderten Kostenverhältnissen zu (Tabellen 18 und 19).

Innerhalb von E1 lagen die direktkostenfreien Leistungen (pro Tier, Mastplatz, Zuwachs und Masttag) von Gruppe P4 geringfügig über P2 und P3. Innerhalb von E2 fällt auf, dass zusätzlich zur Gruppe P1 auch die Gruppe P2 in den direktkostenfreien Leistungen von den Gruppen P3 und P4 abfiel. Dieser Effekt ist auf das schlechtere Abschneiden der Tiere in P2 bei der Schlachtkörperbeurteilung zurückzuführen.

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.

Wie die Ergebnisse in den Tabellen 18 und 19 zeigen, ist der oben beschriebene Trend prinzipiell auch bei variierenden Kosten für Kälber, Kraftfutter bzw. Proteinkraftfutter zu beobachten. Steigende Kraftfutterkosten (oder auch abnehmende Maissilagekosten) verringern jedoch den positiven Effekt der Energieversorgung (Kraftfutterfütterung) auf die Wirtschaftlichkeit. Erwartungsgemäß ist mit zunehmenden Kosten für das Proteinkraftfutter auch aus wirtschaftlicher Sicht ein knapper Einsatz von Proteinkraftfutter (P2 bis P3) anzustreben.

Tab. 16: Direktkosten, Erlöse und direktkostenfreie Leistung (Hauptgruppen)

			Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
			E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
Direktkosten													
	Kälberkosten	Euro/Kalb	579,4	583,1	578,2	583,4	579,3	577,9	580,5	60,9	0,346	0,571	0,128
	Grundfutter	Euro/Stier	196,5	159,1	126,4	172,6	164,8	154,4	150,9	17,4	<0,001	<0,001	0,479
	Krafftutter	Euro/Stier	108,8	168,8	214,6	151,1	154,5	168,5	182,1	14,3	<0,001	<0,001	0,229
	Mineral- und Wirkstoffe	Euro/Stier	23,9	23,1	22,8	25,9	23,1	22,4	21,6	2,5	0,145	0,000	0,802
	Futterkosten	Euro/Stier	329,3	350,9	363,7	349,6	342,4	345,2	354,7	28,0	<0,001	0,387	0,345
	Futterkosten	Euro/Tag	0,80	0,95	1,02	0,81	0,91	0,96	1,02	0,05	<0,001	<0,001	0,306
	Futterkosten	Euro/kg Zuwachs	0,66	0,71	0,73	0,71	0,69	0,70	0,72	0,06	<0,001	0,402	0,374
	Einstreu	Euro/Stier	50,3	45,3	43,3	52,8	45,8	43,9	42,6	4,3	<0,001	<0,001	0,201
	Tiergesundheit	Euro/Stier	22,1	19,9	19,0	23,2	20,1	19,3	18,7	1,9	<0,001	<0,001	0,201
	Maschinen	Euro/Stier	22,1	19,9	19,0	23,2	20,1	19,3	18,7	1,9	<0,001	<0,001	0,201
	Tierausfallsanteil	Euro/Stier	20,4	20,7	20,8	21,0	20,5	20,4	20,6	0,8	0,126	0,034	0,709
	Sonstige Direktkosten	Euro/Stier	16,8	15,1	14,4	17,6	15,3	14,6	14,2	1,4	<0,001	<0,001	0,201
	Schlachtung u. Vermarktung	Euro/Stier	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6				
Direktkosten	Euro/Stier		1048,0	1062,6	1066,3	1078,5	1051,1	1048,3	1057,8	39,9	0,126	0,034	0,709
Erlös	Euro/Stier		1197,3	1195,6	1228,8	1182,9	1207,0	1217,6	1221,4	31,1	<0,001	<0,001	0,468
Direktkostenfreie Leistung													
	DKFL pro Stier	Euro/Stier	149,4	133,0	162,5	104,3	155,9	169,3	163,7	52,7	0,068	<0,001	0,737
	DKFL pro Masttag	Euro/Tag	0,40	0,38	0,47	0,26	0,43	0,49	0,48	0,17	0,079	<0,001	0,909
	DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz	138,8	134,0	163,4	92,5	149,5	170,5	169,2	58,5	0,079	<0,001	0,904
	DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs	0,28	0,27	0,33	0,19	0,30	0,35	0,34	0,12	0,094	<0,001	0,901

Tab. 17: Direktkosten, Erlöse und direktkostenfreie Leistung (Untergruppen)

			Energieniveau x Proteinniveau												
			E1P1	E1P2	E1P3	E1P4	E2P1	E2P2	E2P3	E2P4	E3P1	E3P2	E3P3	E3P4	
Direktkosten															
	Kälberkosten	Euro/Kalb	581,1	570,3	579,0	587,1	584,6	585,1	579,2	583,7	584,4	582,6	575,4	570,8	
	Grundfutter	Euro/Stier	214,5	203,2	185,1	183,4	171,1	163,3	156,1	145,9	132,4	127,8	121,9	123,4	
	Krafftutter	Euro/Stier	94,7	101,8	113,8	125,1	163,3	159,0	170,6	182,2	195,4	202,7	221,1	239,2	
	Mineral- und Wirkstoffe	Euro/Stier	26,4	23,7	23,5	22,0	26,3	23,1	21,3	21,7	24,9	22,6	22,3	21,3	
	Futterkosten	Euro/Stier	335,5	328,7	322,4	330,4	360,6	345,4	348,0	349,7	352,7	353,0	365,4	383,9	
	Futterkosten	Euro/Tag	0,70	0,80	0,83	0,88	0,82	0,93	1,00	1,04	0,91	0,99	1,04	1,13	
	Futterkosten	Euro/kg Zuwachs	0,68	0,66	0,65	0,67	0,73	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,74	0,77	
	Einstreu	Euro/Stier	58,3	49,8	47,4	45,8	53,3	44,7	42,1	41,0	47,0	43,0	42,3	41,1	
	Tiergesundheit	Euro/Stier	25,6	21,9	20,8	20,1	23,4	19,6	18,5	18,0	20,6	18,9	18,6	18,1	
	Maschinen	Euro/Stier	25,6	21,9	20,8	20,1	23,4	19,6	18,5	18,0	20,6	18,9	18,6	18,1	
	Tierausfallsanteil	Euro/Stier	20,9	20,2	20,1	20,4	21,3	20,6	20,4	20,5	20,8	20,6	20,7	20,9	
	Sonstige Direktkosten	Euro/Stier	19,4	16,6	15,8	15,3	17,8	14,9	14,0	13,7	15,7	14,3	14,1	13,7	
	Schlachtung u. Vermarktung	Euro/Stier	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	
Direktkosten			Euro/Stier	1074,1	1037,0	1033,9	1046,8	1092,1	1057,5	1048,4	1052,3	1069,4	1058,8	1062,7	1074,1
Erlös			Euro/Stier	1170,1	1206,6	1193,5	1219,2	1174,1	1192,3	1209,9	1206,1	1204,4	1222,1	1249,5	1239,0
Direktkostenfreie Leistung															
	DKFL pro Stier	Euro/Stier	96,0	169,6	159,6	172,4	82,0	134,8	161,5	153,8	135,1	163,3	186,8	164,8	
	DKFL pro Masttag	Euro/Tag	0,23	0,44	0,44	0,47	0,21	0,37	0,48	0,47	0,35	0,46	0,55	0,51	
	DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz	82,1	154,5	153,1	165,7	72,6	131,3	167,3	164,8	122,8	162,7	191,0	177,2	
	DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs	0,16	0,32	0,31	0,33	0,15	0,27	0,34	0,33	0,25	0,33	0,39	0,36	

Tab. 18: Direktkostenfreie Leistung bei abweichenden Kälber-, Kraftfutter- bzw. Proteinkraftfutterkosten (Hauptgruppen)

	Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte			
	E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P	
Variante: Kälberpreise - 15 %												
DKFL pro Stier	Euro/Stier	238,0	222,2	251,0	193,6	244,5	257,7	252,5	52,1	0,073	<0,001	0,722
DKFL pro Masttag	Euro/Tag	0,61	0,63	0,72	0,47	0,66	0,74	0,74	0,18	0,043	<0,001	0,892
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz	215,7	219,4	250,4	165,7	232,4	257,2	258,6	63,7	0,044	<0,001	0,886
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs	0,44	0,44	0,51	0,33	0,47	0,52	0,52	0,13	0,054	<0,001	0,884
Variante: Kraftfutterkosten + 15 %												
DKFL pro Stier	Euro/Stier	132,7	107,2	129,7	81,2	132,2	143,5	135,8	54,2	0,105	<0,001	0,733
DKFL pro Masttag	Euro/Tag	0,36	0,31	0,38	0,21	0,36	0,42	0,40	0,17	0,288	<0,001	0,905
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz	124,7	109,4	131,4	73,3	127,3	145,3	141,3	58,6	0,280	<0,001	0,899
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs	0,25	0,22	0,26	0,15	0,26	0,30	0,29	0,12	0,307	<0,001	0,897
Variante: Proteinkraftfutter + 15 %												
DKFL pro Stier	Euro/Stier	139,8	123,4	152,9	104,1	149,5	156,4	144,9	27,9	0,070	0,003	0,739
DKFL pro Masttag	Euro/Tag	0,37	0,35	0,44	0,26	0,41	0,45	0,43	0,17	0,080	<0,001	0,910
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz	130,0	124,1	153,8	92,3	143,6	157,8	150,2	58,4	0,081	<0,001	0,904
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs	0,26	0,25	0,31	0,18	0,29	0,32	0,30	0,12	0,095	<0,001	0,902

Tab. 19: Direktkostenfreie Leistung bei abweichenden Kälber-, Kraftfutter- bzw. Proteinkraftfutterkosten (Untergruppen)

			Energieniveau x Proteinniveau											
			E1P1	E1P2	E1P3	E1P4	E2P1	E2P2	E2P3	E2P4	E3P1	E3P2	E3P3	E3P4
Variante: Kälberpreise - 15 %														
DKFL pro Stier	Euro/Stier		184,9	256,8	248,1	262,2	171,4	224,3	250,1	243,1	224,5	252,4	274,9	252,2
DKFL pro Masttag	Euro/Tag		0,42	0,66	0,67	0,71	0,41	0,62	0,74	0,74	0,58	0,72	0,80	0,77
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz		148,4	230,2	234,5	249,6	145,1	216,6	257,5	258,5	203,8	250,6	279,7	267,6
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs		0,30	0,47	0,48	0,50	0,29	0,44	0,53	0,52	0,41	0,50	0,57	0,54
Variante: Kraftfutterkosten + 15 %														
DKFL pro Stier	Euro/Stier		81,5	154,0	142,1	153,2	57,0	110,4	135,4	125,9	105,2	132,3	153,0	128,3
DKFL pro Masttag	Euro/Tag		0,20	0,40	0,39	0,42	0,15	0,31	0,40	0,39	0,27	0,38	0,45	0,40
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz		71,4	141,4	137,6	148,3	52,6	108,3	141,0	135,8	95,9	132,3	157,4	139,8
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs		0,14	0,29	0,28	0,30	0,11	0,22	0,29	0,27	0,19	0,27	0,32	0,28
Variante: Proteinkraftfutter + 15 %														
DKFL pro Stier	Euro/Stier		95,5	162,4	146,5	154,7	81,8	128,3	148,4	135,0	134,8	157,7	174,3	145,0
DKFL pro Masttag	Euro/Tag		0,23	0,42	0,40	0,43	0,21	0,36	0,44	0,42	0,35	0,45	0,51	0,45
DKFL pro Mastplatz	Euro/Mastplatz		81,7	148,4	141,0	149,0	72,6	125,2	153,9	144,8	122,7	157,2	178,5	156,7
DKFL pro kg Zuwachs	Euro/kg Zuwachs		0,16	0,30	0,29	0,30	0,15	0,25	0,31	0,29	0,25	0,32	0,36	0,32

Nährstoffausscheidungen und Nährstoffbilanzierung

In den Tabellen 20 und 21 sind die Ergebnisse zu den Nährstoffausscheidungen und zur Flächenbilanzierung für die Haupt- und Untergruppen angeführt. Über die gesamte Mastperiode betrug die N- bzw. P Aufnahme pro Maststier etwa 57 bzw. 9,3 kg. Der N- bzw. P-Ansatz lag bei etwa 11,5 bzw. 3,3 kg, sodass sich eine mittlere N- bzw. P-Verwertung von knapp 21 bzw. 35 % errechnete. 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 den Tabellen 20 und 21 dargestellt, bestanden im Proteinansatz (N-Ansatz) keine Gruppenunterschiede. Die N-Ausscheidungen nahmen daher pro Maststier von 43 kg in E1 auf 47 kg in E3 zu. Die durchschnittlichen N-Ausscheidungen pro Masttag stiegen von 108 g in E1 auf 132 g in E3 an. Erwartungsgemäß deutlich wurden die N-Ausscheidungen von der Proteinversorgung beeinflusst. In P1 wurden N-Ausscheidungen von 36 kg pro Maststier und in P4 bereits von 56 kg errechnet. Die durchschnittlichen N-Ausscheidungen stiegen von 84 g in P1 auf 161 g in P4 an.

Wenn der anfallende Dünger ausschließlich auf der Grundfutterfläche ausgebracht werden würde (V1), dann würde das Angebot an anrechenbarem N von Gruppe E1 auf E3 von 150 kg auf 247 kg ansteigen. In diesem Fall würde in E3 eine deutlich positive N-Bilanz (=N-Überschuss) mit +63 kg vorliegen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass hier eine Wechselwirkung mit der Proteinversorgung festgestellt wurde. Je höher der Kraftfutteranteil war (E1 auf E3) umso stärker führte die Zunahme der Proteinversorgung zu einer Erhöhung der N-Bilanz pro Grundfutterflächeneinheit, da sich auf Grund der Grundfutterverdrängung der mögliche Tierbesatz erhöhte.

Ein vergleichbarer Effekt zeigte sich auch in der P-Bilanz. Sowohl mit steigender Energieversorgung (höherer möglicher Tierbesatz) als auch mit zunehmender Proteinversorgung (höherer P-Gehalt im Kraftfutter) nahm der P-Überschuss zu. Demgegenüber zeigte sich in der 2. Berechnungsvariante (V2), bei Ausbringungsmöglichkeit des Düngers auf die Grundfutterfläche sowie zusätzlich die Fläche die für die Erzeugung des Energiekraftfutters erforderlich wäre, ein anderes Bild. Für nahezu alle Versuchsgruppen würde sich in diesem Fall eine negative bis ausgeglichene N- und P-Bilanz ergeben. Für E1 errechnet sich, unabhängig von der Proteinversorgung, eine N-Bilanz von -44 kg N, in E3 ergeben sich Werte von -29 kg N. Durch Erhöhung der Proteinversorgung von P1 auf P4 würde die N-Bilanz in P1 mit -73 kg auf +11 kg ansteigen.

Tab. 20: Nährstoffausscheidungen und Flächenbilanzierung (Hauptgruppen)

		Energieniveau (E)			Proteinniveau (P)				s _e	P-Werte		
		E1	E2	E3	P1	P2	P3	P4		E	P	E x P
N-Aufnahme und N-Ausscheidung												
N-Aufnahme	kg/Stier	55,5	57,7	58,6	48,0	53,4	60,2	67,5	4,6	0,016	<0,001	0,085
N-Ansatz	kg/Stier	11,7	11,2	11,4	11,3	11,2	11,9	11,3	1,6	0,345	0,315	0,896
N-Verwertung	%	21,7	19,9	20,1	24,1	21,3	19,9	16,9	3,1	0,040	<0,001	0,916
N-Ausscheidungen	kg/Stier	43,4	46,4	47,1	36,5	42,1	48,1	55,8	4,6	0,003	<0,001	0,075
N-Ausscheidungen	g/Tag	108,1	127,8	132,4	84,3	111,0	135,0	160,7	10,6	<0,001	<0,001	0,009
N-Ausscheidungen Kot	g/Tag	43,3	48,8	50,2	44,5	48,1	48,2	48,9	3,6	<0,001	<0,001	0,614
N-Ausscheidungen Harn	g/Tag	64,7	79,1	82,2	39,8	62,9	86,9	111,8	7,7	<0,001	<0,001	<0,001
N-Konzentration Gülle	g/kg T	46,5	53,9	58,6	38,1	47,3	57,6	68,9	2,2	<0,001	<0,001	<0,001
P-Aufnahme und P-Ausscheidung												
P-Aufnahme	kg/Stier	9,5	9,3	9,2	9,2	9,0	9,3	9,8	0,6	0,116	<0,001	0,039
P-Ansatz	kg/Stier	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0,0	<0,001	<0,001	<0,001
P-Verwertung	%	34,6	35,4	35,7	35,8	36,5	35,1	33,4	2,3	0,110	<0,001	0,051
P-Ausscheidungen	kg/Stier	6,2	6,0	6,0	5,9	5,8	6,1	6,6	0,6	0,116	<0,001	0,039
P-Ausscheidungen	g/Tag	15,2	16,3	16,7	13,5	15,2	16,8	18,7	0,9	<0,001	<0,001	<0,001
V1: Dünger auf Grundfutterfläche												
Tierbesatz ²⁾	Tiere/ha	5,2	5,8	6,9	6,4	5,8	5,9	5,9	0,6	<0,001	0,003	0,628
N-Anfall (anrechenbar)	kg/ha	149,9	196,2	246,8	145,7	175,7	213,8	255,4	9,3	<0,001	<0,001	<0,001
P-Anfall	kg/ha	28,5	33,7	41,8	31,3	32,0	35,8	39,6	2,6	<0,001	<0,001	<0,001
N-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-33,6	12,7	63,3	-37,8	-7,8	30,4	71,9	9,3	<0,001	<0,001	<0,001
P-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-1,4	3,9	11,9	1,5	2,1	6,0	9,7	2,6	<0,001	<0,001	<0,001
V2: Dünger auf Grundfutter- u. EKF-Fläche												
Tierbesatz ²⁾	Tiere/ha	4,1	3,3	2,9	3,1	3,1	3,5	4,0	0,2	<0,001	<0,001	0,060
N-Anfall (anrechenbar)	kg/ha	123,6	116,0	107,0	69,4	94,4	127,8	170,4	6,3	<0,001	<0,001	0,003
P-Anfall	kg/ha	22,9	19,5	17,7	15,0	17,2	21,4	26,5	1,0	<0,001	<0,001	0,093
N-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-43,9	-32,4	-28,7	-72,6	-53,1	-25,3	11,0	5,1	<0,001	<0,001	0,240
P-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-1,4	-4,3	-4,6	-4,5	-5,7	-3,2	-0,2	3,2	<0,001	<0,001	0,669

¹⁾V1: 183,5 kg N-Entzug/ha; 30,1 kg P-Entzug/ha; V2: 167,5 kg N-Entzug/ha; 24,3 kg P-Entzug/ha

²⁾ ∅ Lebendmasse=405 kg (360-450)

Tab. 21: Nährstoffausscheidungen und Flächenbilanzierung (Untergruppen)

		Energieniveau x Proteinniveau											
		E1P1	E1P2	E1P3	E1P4	E2P1	E2P2	E2P3	E2P4	E3P1	E3P2	E3P3	E3P4
N-Aufnahme und -Ausscheidung													
N-Aufnahme	kg/Stier	47,2	53,2	57,7	63,9	49,3	53,8	61,1	66,5	47,4	53,1	61,8	72,1
N-Ansatz	kg/Stier	11,4	11,5	12,5	11,6	11,5	11,0	11,2	11,0	11,1	11,0	12,1	11,3
N-Verwertung	%	24,6	22,2	21,4	18,5	23,8	20,8	18,4	16,5	23,8	20,9	19,8	15,8
N-Ausscheidungen	kg/Stier	35,7	41,6	45,1	51,3	37,7	42,7	49,8	55,4	36,2	42,0	49,6	60,7
N-Ausscheidungen	g/Tag	75,1	100,2	119,5	137,3	85,1	115,4	144,2	166,5	92,8	117,4	141,3	178,3
N-Ausscheidungen Kot	g/Tag	41,0	44,4	43,2	44,7	45,1	49,7	50,9	49,3	47,5	50,2	50,4	52,8
N-Ausscheidungen Harn	g/Tag	34,2	55,9	76,3	92,6	40,0	65,7	93,4	117,2	45,3	67,2	90,9	125,5
N-Konzentration Gülle	g/kg T	33,6	42,5	50,7	59,3	38,5	47,8	59,0	70,1	42,2	51,5	63,1	77,4
P-Aufnahme und -Ausscheidung													
P-Aufnahme	kg/Stier	9,6	9,3	9,4	9,7	9,3	9,0	9,3	9,6	8,7	8,8	9,3	10,2
P-Ansatz	kg/Stier	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
P-Verwertung	%	34,2	35,4	34,8	33,8	35,6	36,4	35,5	34,1	37,8	37,6	35,1	32,3
P-Ausscheidungen	kg/Stier	6,3	6,0	6,2	6,4	6,0	5,7	6,0	6,3	5,4	5,5	6,1	6,9
P-Ausscheidungen	g/Tag	13,2	14,6	15,8	17,0	13,5	15,5	17,2	18,9	13,8	15,3	17,3	20,2
V1: Dünger auf Grundfutterfläche													
Tierbesatz ²⁾ (GF-Fläche)	Tiere/ha	5,6	5,0	5,2	5,1	6,4	5,6	5,5	5,7	7,1	6,9	7,0	6,7
N-Anfall (anrechenbar)	kg/ha	110,3	136,4	162,7	190,3	147,1	173,3	211,5	252,9	179,6	217,3	267,2	323,1
P-Anfall	kg/ha	26,7	26,5	29,7	31,2	31,2	31,3	33,0	38,5	36,0	38,1	43,8	49,1
N-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-73,2	-47,1	-20,8	6,8	-36,4	-10,2	28,1	69,4	-3,8	33,8	83,8	139,6
P-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-3,1	-3,4	-0,2	1,2	1,4	1,5	4,1	8,6	6,2	8,3	14,0	19,2
V2: Dünger auf Grundfutter- u. EKF-Fläche													
Tierbesatz ²⁾ (GF u. EKF-Fläche)	Tiere/ha	3,7	3,7	4,3	4,8	3,0	3,0	3,3	3,8	2,6	2,7	3,0	3,3
N-Anfall (anrechenbar)	kg/ha	72,8	102,9	139,3	179,3	68,4	94,0	129,0	172,4	66,8	86,4	115,1	159,6
P-Anfall	kg/ha	17,4	19,8	25,0	29,4	14,5	16,9	20,6	26,1	13,1	14,8	18,7	24,0
N-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-82,3	-60,7	-32,4	-0,1	-71,0	-51,6	-22,2	15,2	-64,4	-47,1	-21,1	17,9
P-Bilanz ¹⁾	kg/ha	-2,0	-3,9	-1,0	1,3	-4,6	-6,4	-4,6	-1,5	-7,0	-7,0	3,9	0,4

¹⁾V1: 183,5 kg N-Entzug/ha; 30,1 kg P-Entzug/ha; V2: 167,5 kg N-Entzug/ha; 24,3 kg P-Entzug/ha

²⁾ Ø Lebendmasse=405 kg (360-450)

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit werden die Versuchsergebnisse zum Einfluss der Energie- und Proteinversorgung auf die Mastleistung, Schlachtleistung, Fleischqualität sowie auf ökonomische und ökologische Parameter in der Mast von Fleckvieh-Jungstieren über einen Lebendmassebereich von 160–650 kg dargestellt. Die Differenzierung in der Energieversorgung wurde durch gestaffelte Kraftfuttergaben (E1: 1,3 kg T; E2: 2,6 kg T; E3: steigend im Mastverlauf von 2,6 auf 3,9 kg T/Tag) bei ad libitum Grundfutterangebot erreicht. Als Grundfutter wurde Maissilage mittlerer Energiekonzentration (10,6 MJ ME/kg T) zur freien Aufnahme sowie 8 % Heu (8,9 MJ ME/kg T) zur Strukturergänzung eingesetzt. Die Differenzierung der Proteinversorgung (P1–P4) erfolgte über unterschiedliche Kraftfutterzusammensetzungen. In den 3 Energieversorgungsniveaus (E1, E2, E3) wurde im jeweiligen Proteinniveau das gleiche XP/ME-Verhältnis angestrebt. Im Mastverlauf wurde das XP/ME-Verhältnis in P1 konstant gehalten, in P2 bis P4 ging dieses zurück.

Im Durchschnitt über die gesamte Mastperiode stieg die tägliche Gesamtfuttermenge von 7,03 kg T in E1 auf 7,61 kg T bzw. 7,67 kg T in den Gruppe E2 bzw. E3 pro Tier an. Die tägliche Energieaufnahme erhöhte sich von 75,5 MJ ME in E1 auf 84,2 MJ in E2 und 86,7 MJ ME in E3. Die Kraftfüttererhöhung von E1 auf E2 bzw. von E2 auf E3 führte zu einer zunehmenden Grundfuttermengeverdrängung von 0,52 bzw. 0,95 kg T pro kg T Kraftfutter. In den 4 Proteinniveaus stieg die durchschnittliche Gesamtfuttermenge von P1 mit 7,02 auf knapp 7,6 in den Gruppen P2, P3 und P4 an. In allen 3 Energieniveaus wurde zu Mastbeginn (bis etwa 350–400 kg LM) im hohen Proteinniveau die jeweils höchste Gesamtfutter- und Energieaufnahme festgestellt. Am deutlichsten war dieser Effekt in E3 ausgeprägt und dauerte im Mastverlauf auch am längsten an. Zu Mastende zeigten demgegenüber die Tiere in P1 und P2 eine etwas höhere Futtermengeaufnahme. In einem vergleichbaren Versuch von SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1995) führte die Erhöhung der Kraftfütterzulage von 2,3 auf 3,5 kg Kraftfutter zu energiereicher Maissilage noch zu einer deutlicheren Zunahme der Futter- und Energieaufnahme. Die Grundfuttermengeverdrängung durch Kraftfutter lag bei freier Maissilageaufnahme bei 0,46. Eine ebenfalls geringere Grundfuttermengeverdrängung (0,45 kg T) stellten GRUBER und LETTNER (1985) mit Fleckviehtieren fest. In deren Versuch, auf Basis energiereicher Maissilage, führte die Steigerung der Kraftfüttergabe von 0,9 kg T/Tag über 1,8 auf 2,9 kg T/Tag zwar zu einer Erhöhung der Futtermengeaufnahme, aber zu keiner Verbesserung der Zuwachsraten, wodurch sich der Futtermengeaufwand 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 Grundfuttermengeverdrängung wurde im Versuch nämlich zu Mastbeginn (160–250 kg) und zu Mastende (500–650 kg) festgestellt. In beiden Abschnitten führte die Kraftfüttererhöhung von E2 auf E3 zu einer Grundfuttermengeverdrängung von über 1. SCHWARZ und KIRCHGESSNER (1987) stellten in der Bullenmast mit energiereicher Maissilage im Lebendmassebereich von 210–330 kg eine Grundfuttermengeverdrängung 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 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 Zuwachspotential nicht ausgeschöpft wird, kann mit zunehmender Nährstoffdichte eine Zunahme der Futter- und Energieaufnahme, der Tageszunahmen und damit auch eine 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 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 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 Tageszuwachspotential der Fleckviehtiere nahezu ausgeschöpft wurde und daher in E3 bereits vermehrt Fett angesetzt wurde. Insbesondere bei kraftfutterbetonter Rationsgestaltung und auch zunehmendem physiologischem Alter der Tiere (zunehmender Fettansatz) kann mit erhöhtem Kraftfuttereinsatz 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. 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 GEH (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 3 Energieniveaus innerhalb der Proteinversorgungsstufen (P1...P4) das gleiche XP/ME-Verhältnis angestrebt. Demzufolge erhöhte sich von E1–E3 auch die Rohproteinergänzung. Unabhängig von der Energieversorgung stieg die 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 im Falle von N-Mangel 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, sodass sich die Verdaulichkeit und Futteraufnahme reduziert. Im vorliegenden Versuch lag die Rohproteinkonzentration in P1 mit 9–10 % deutlich über dieser Grenze. Berücksichtigt man die Angaben der GEH (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 sogar im Mastverlauf 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 GEH (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 zurück gehen 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 (g/Tag) nur geringfügig. Das Auftreten einer möglichen 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 errechnet wurde, 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) zeigte 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 250–600 kg Lebendmasse ein durchschnittlicher Proteingehalt von 11 % in der Trockenmasse bzw. ein Protein-/Energieverhältnis von 10 ausreichend sind. 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 wurden 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 GEH (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.

Sowohl die Energie- als auch Proteinversorgung beeinflusste die Ausschachtung der Jungbullen signifikant. Bei hoher Energieversorgung wurde die beste Ausschachtung 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, was sich trotz 12stündiger Nüchternung auch auf die Ausschachtung auswirkte. Die Ausschachtung wird wesentlich von der Größe und Füllung des Verdauungstraktes beeinflusst. Vor allem die Fütterung in den letzten Wochen vor der Schlachtung beeinflusst, neben der Rasse, Nüchternungsdauer und Mastendmasse, das Verdauungstraktvolumen. Je rohfaserreicher und je nährstoffärmer das Futter, desto mehr nimmt der Verdauungstraktinhalt zu und verringert sich auch die Ausschachtung (AUGUSTINI et al. 1987).

Bei der subjektiven Klassifizierung der Schlachtkörper nach dem EUROP-System lagen in der Fleischigkeitsklasse 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. 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 (Schlachtkörperlänge), sodass trotz gleicher Mastendmasse bei längerer Mastdauer und damit zunehmender Schlachtkörperlänge, die Fleischfülle subjektiv schlechter beurteilt wurde. Wie in den Untersuchungen von SCHWARZ et al. (1995) spiegelten sich auch in den vorliegenden Untersuchung die bei der Schlachtkörperzerlegung 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 Schlachtkörper, 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 Schlacht- und Ganzkörper zunahm. SCHWARZ et al. (1995) stellten vergleichbare Ergebnisse fest, wobei in deren Untersuchung jedoch der Nierenfett- und Fettgewebeanteil bei hoher Proteinergänzung

wieder tendenziell zurück ging. 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.

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 anstieg, 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 der Rasse Fleckvieh 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.

Bei der ökonomischen Auswertung der Versuchsergebnisse zeigte sich deutlich, dass unabhängig von der Energieversorgung (E1 bis E3) die Versuchsgruppen P1 (niedrige Proteingergänzung) bei den direktkostenfreien Leistungen deutlich abfielen. Dies ist sowohl auf die geringere Mastleistung (längere Versuchsdauer, erhöhter Futterbedarf) als auch auf die geringeren Verkaufserlöse, auf Grund der schlechteren Klassifizierungsergebnisse, zurückzuführen. Vergleichbare Ergebnisse bei suboptimalen Mastleistungsbedingungen werden auch in der Praxis beobachtet (BMLFUW 2005). Obwohl die Tageszunahmen der Tiere in E3P4 tendenziell unter den Gruppen E2P3, E3P4 und E2P4

lagen, erreichten die Tiere in E3P3 die höchsten direktkostenfreien Leistungen. Diese Gruppe erreichte höhere Erlöse da die Ausschachtung (Schlachtkörpermasse) und Klassifizierung besser waren. Auch die Versuchsgruppe E3P4 lag in den direktkostenfreien Leistungen leicht über den Gruppe E3P2, E1P4, E2P3 und E2P4 die auf vergleichbarem Niveau lagen. Dieser Trend blieb prinzipiell auch bei variierenden Kosten für Kälber, Kraftfutter bzw. Proteinkraftfutter erhalten. Mit steigenden Kraftfutterkosten, aber auch bei abnehmenden Maissilagekosten, verringert sich jedoch der positive Effekt der Energieversorgung (Kraftfuttersteigerung) auf die Wirtschaftlichkeit. Erwartungsgemäß ist mit zunehmenden Kosten für das Proteinkraftfutter auch aus wirtschaftlicher Sicht ein knapper Einsatz an Proteinkraftfutter (P2 bis P3) erforderlich.

Die errechneten N-Ausscheidungen lagen im Durchschnitt bei 46 kg pro Maststier, 123 g pro 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 35 auf 56 kg pro Maststier (Mastperiode) linear an. Die durchschnittlichen täglichen N-Ausscheidungen verdoppelten sich nahezu von 84 g in P1 auf 161 g in 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. Die Arbeit von GRUBER und STEINWIDDER (1996) weist auf die große Bedeutung des Tierbesatzes bei der Nährstoffbilanzierung hin. Auch die vorliegenden Modellkalkulationen auf Basis der Versuchsergebnisse zeigen, dass bei ausschließlicher Grundfutterproduktion am Betrieb und bei hohem Kraftfutterzukauf sowie Ausbringung des anfallenden Düngers ausschließlich auf der Grundfutterfläche mit deutlich positiven Nährstoffbilanzen gerechnet werden müsste.

Schlussfolgerungen

- Bei hoher Kraftfutterergänzung muss insbesondere zu Mastbeginn mit einer starken Grundfutterverdrängung gerechnet werden. Die Steigerung der Kraftfuttergabe von etwa 35 % der

Gesamtfutteraufnahme 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 GEH (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 Ausschachtung. 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 Gruppen 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.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei allen Mitarbeitern des Instituts für Nutztierforschung sowie der Abteilung für Analytik der HBLFA Raumberg-Gumpenstein für die gewissenhafte und konsequente Tierbetreuung, Futterbereitung, Versuchsdurchführung, Datenerfassung, Probenanalytik und Mitarbeit bei der Manuskriptverfassung sehr herzlich.

Literatur

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), 1983: Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Selbstverlag ALVA.
- AUGUSTINI, C., 1987: Einfluss produktionstechnischer Faktoren auf die Schlachtkörper- und Fleischqualität beim Rind. In: Rindfleisch. Schlachtkörper und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7. Herausgeber: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach, 339 S.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN und L. LÜDDEN, 1987: Schlachtwert: Grundbegriffe und Erfassung. In: Rindfleisch. Schlachtkörper und Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 7. Herausgeber: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach, 339 S.
- AUGUSTINI, C., V. TEMISAN, E. KALM und M. GUHE, 1990: Mastintensität und Fleischqualität beim Rind. Mitteilungsblatt der BAFF Kulmbach, 29, 123–129.
- AUGUSTINI, C., W. BRANSCHIED, F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1992: Wachstumsspezifische Veränderung der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse Deutsches Fleckvieh. 2. Einfluss von Fütterungsintensität und Schlachtgewicht auf die grobgewebliche Zusammensetzung von Jungbullenschlachtkörpern. Fleischwirtschaft 72, 1706–1711.
- BMLFUW, 2005: Rindermast 2005. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen Rindermast in Österreich. Bericht des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. 42 S.
- BRENNAN, R.W., M.P. HOFFMAN, F.C. PARRISH, F. EPPLIN, S. BHIDE and 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), 1991: DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer. 6. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 112 S.

- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- EC (European Commission), 2004: Livestock Manures – Nitrogen Equivalents. Booklet – European Commission, DG Environment – D1, 200 Rue de la Loi, B-1049 Brussels, 27 S.
- ESSL, A., 1987: Statistische Methoden in der Tierproduktion. Verlagsunion Agrar, 316 S.
- FACHBEIRAT, 2000: Richtlinien für die Sachgerechte Düngung – Anleitung zur Auswertung von Bodenuntersuchungsergebnissen im Bereich der Landwirtschaft. Herausgeber: Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 31 S.
- FAVERDIN, P., D. M'HAMED and 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.
- FAP (Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Reckenholz, Station fédérale recherche de agronomie de Changins, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene Liebefeld), 1994: Grundlagen für Düngung im Acker- und Futterbau. Landwirtschaftliche Beratungszentrale (LBL), Lindau, Eigenverlag, 40 S.
- FERRELL, C.L., R.H. KOHLMEIER, J.D. CROUSE and 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 and 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. a. Anim. Nutr.* 77, 1–9.
- FLEISCHER, J., E. BOLDT und M. HOFFMANN, 1990: Einfluss des Grobfutter-Konzentrat-Verhältnisses in einem Maissilagerationstyp auf die Futter- und Energieaufnahme, die Lebendmasseentwicklung und den Energieaufwand bei unterschiedlichen Mastendmassen von SMR-Bullen. *Tierzucht* 44, 65–67.
- FOX, D.G., C.J. SNIFFEN and J.D. O'CONNOR, 1988: Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66, 1475–1495.
- FRICKH, J.J., A. STEINWIDDER und R. BAUMUNG, 2003: Einfluss von Rationsgestaltung, Geschlecht und Mastendmasse auf die Fleischqualität von Fleckvieh-Tieren. *Züchtungskde.* 75, 16–30.
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG Verlag Frankfurt, 85 S.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1991: Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 65, 229–234.
- 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, Band 60 – Kongressband 2004*, 484–504.

- GRUBER, L. und A. STEINWIDDER, 1996: Einfluss der Fütterung auf die Stickstoff- und Phosphorausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere – Modellkalkulationen auf Basis einer Literaturübersicht. *Die Bodenkultur* 47, 255–277.
- HARVEY, W.R., 1987: User`s guide for mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, USA.
- HEINDL, U., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zur Schätzung der Futterraufnahme von Mastrindern. *Züchtungskde.* 68, 357–368.
- HONIKEL, K.O., 1986: Wasserbindungsvermögen von Fleisch. In: *Chemisch-physikalische Merkmale der Fleischqualität. Kulmbacher Reihe Band 6.* Herausgeber: Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung, BAFF Kulmbach, 214 S.
- 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.
- KALM, E., R. PREISINGER, M. GUHE, G. SCHMIDT, C. AUGUSTINI und M. HENNING, 1991: Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität von Bullen, Ochsen und Färsen bei differenten Mastverfahren. *Tierzucht*, 45 (12), 534-535.
- 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. a. 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. a. Anim. Nutr.* 74, 165–174.
- NRC (National Research Council), 2000: *Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised Edition, 1996,* National Academy Press, 232 S.
- RAGLAND-GRAY, K.K., H.E. AMOS, M.A. MCCANN, C.C. WILLIAMS, J.L. SARTIN, C.R. BARB and 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 Kraftfuttermengen auf die Gewichtsentwicklung und Futterraufnahme in der Anfangsmast von Fleckviehbullen. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 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. Mitteilung: Versuchsplan und Mastleistung. *Züchtungskde.* 67, 49–61.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER, C. AUGUSTINI und V. TEMISAN, 1991: Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität von Jungbullen der Rasse Fleckvieh nach unterschiedlicher Weizen- oder Körnermaiszulage in der Endmast. *Züchtungskde.* 63, 317–327.
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER, C. AUGUSTINI, W. REIMANN, R. OTTO und U. HEINDL, 1994: Einfluss von Fütterungsintensität und Mastendmasse auf die Nährstoffgehalte von Muskel-, Fett- und Knochengewebe sowie auf Sehnen des Schlachtkörpers von Jungbullen, Färsen und Ochsen der Rasse Fleckvieh. *Züchtungskde.* 66, 297–311
- SCHWARZ, F.J., M. KIRCHGESSNER und U. HEINDL, 1995: Zum Energiebedarf wachsender Bullen, Färsen und Ochsen der Rasse Deutsches Fleckvieh. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 73, 27–37.

- 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. Second Edition, Cornell University Press, 476 S.
- 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.
- WIRTH, F. und S. HAUPTMANN, 1980: Sensorik – Ausbildung für Sachverständige der DLG-Qualitätsprüfung für Fleischerzeugnisse. Problemstellung und Ziele (Teil 1). Fleischwirtschaft 60, 27–34.

Abbildungsanhang

Abbildung 1a: Rohproteinaufnahme im Mastverlauf

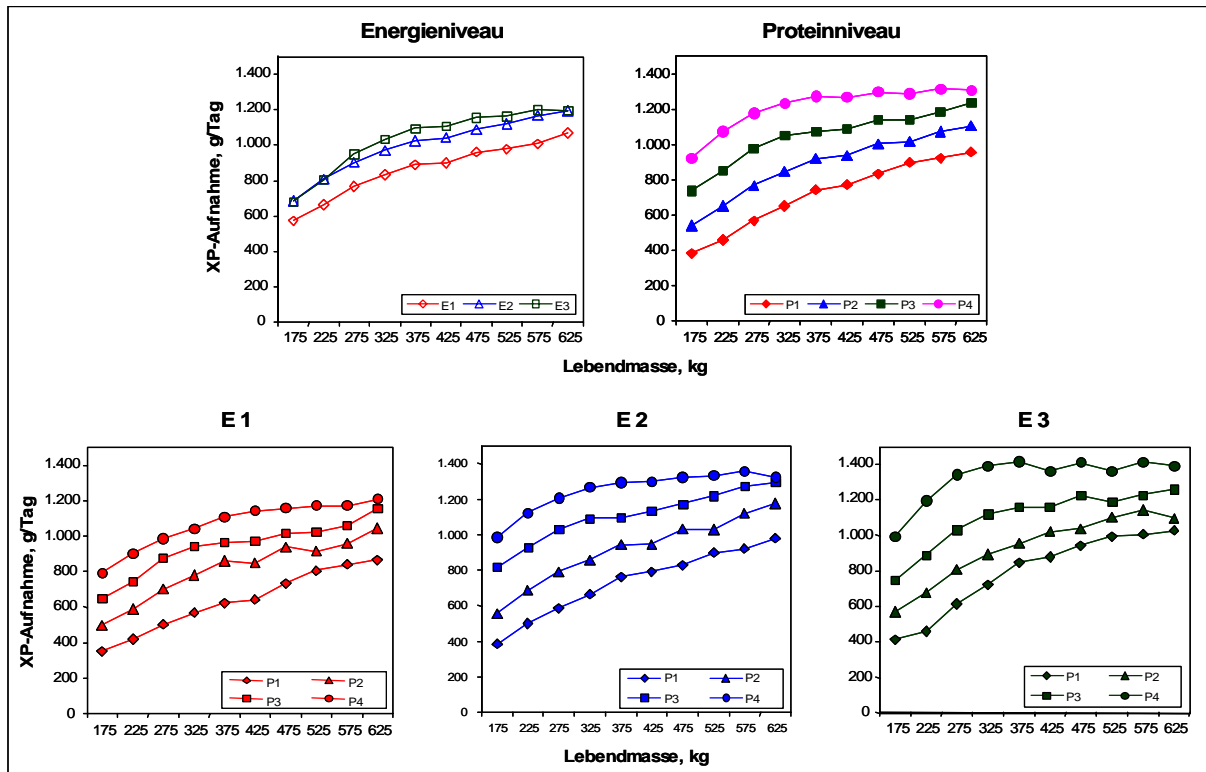


Abbildung 2a: XP/ME-Verhältnis im Mastverlauf

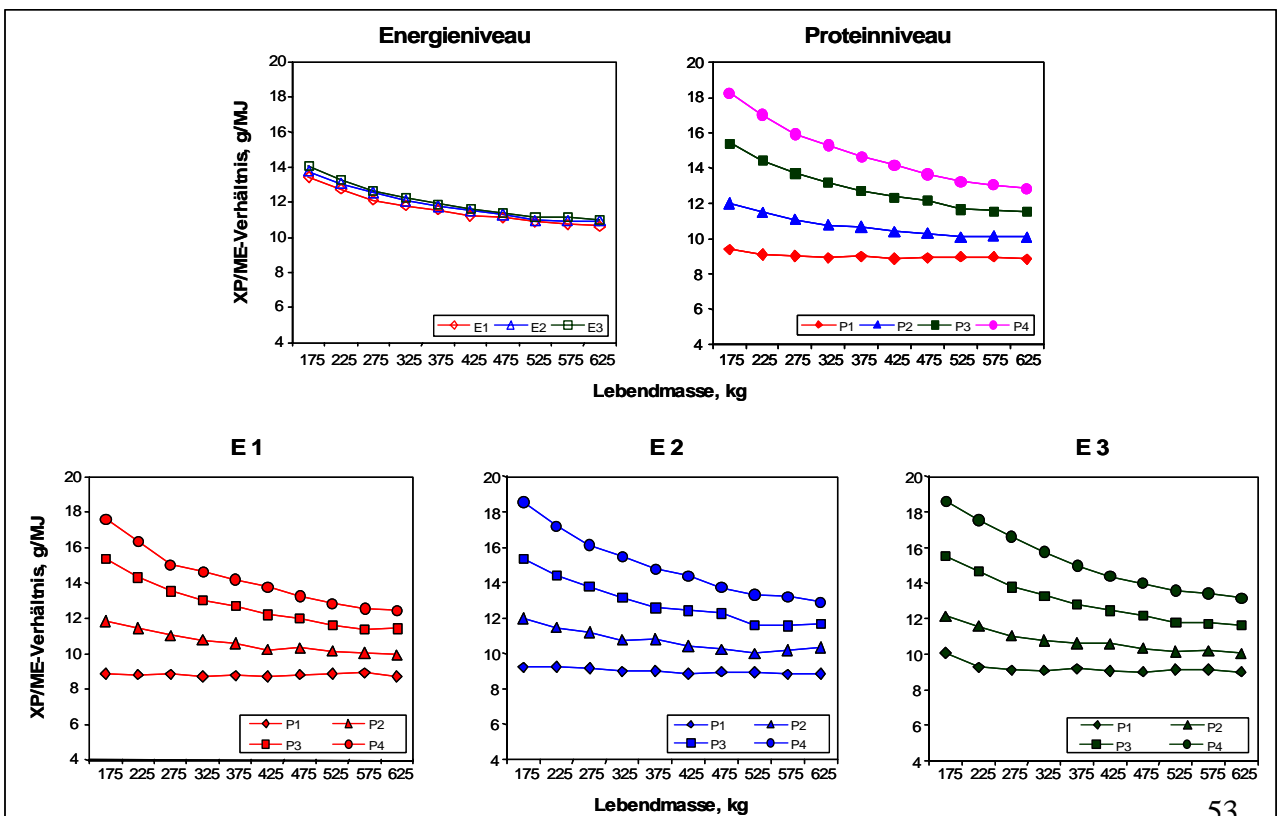


Abbildung 3a: Energiebedarfsdeckung im Mastverlauf (Bedarfsdeckung = Aufnahme – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995)

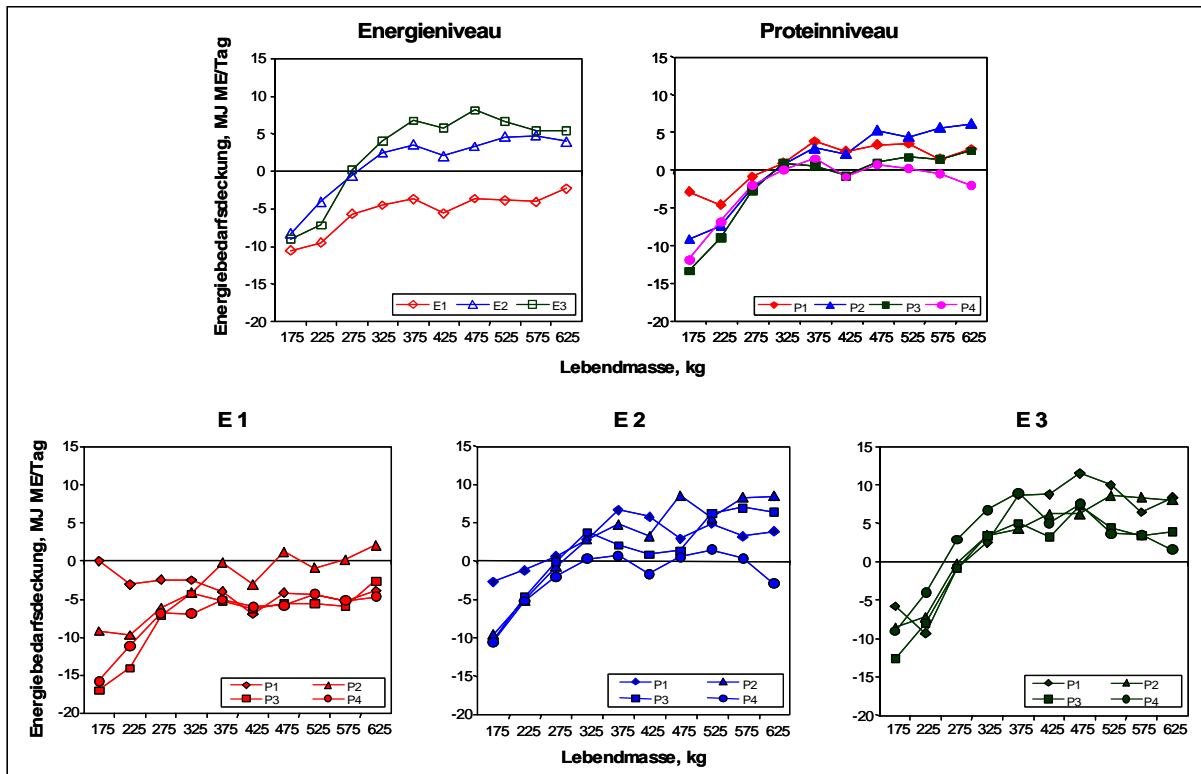


Abbildung 4a: Rohproteinbedarfsdeckung im Mastverlauf (Bedarfsdeckung = Aufnahme – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995)

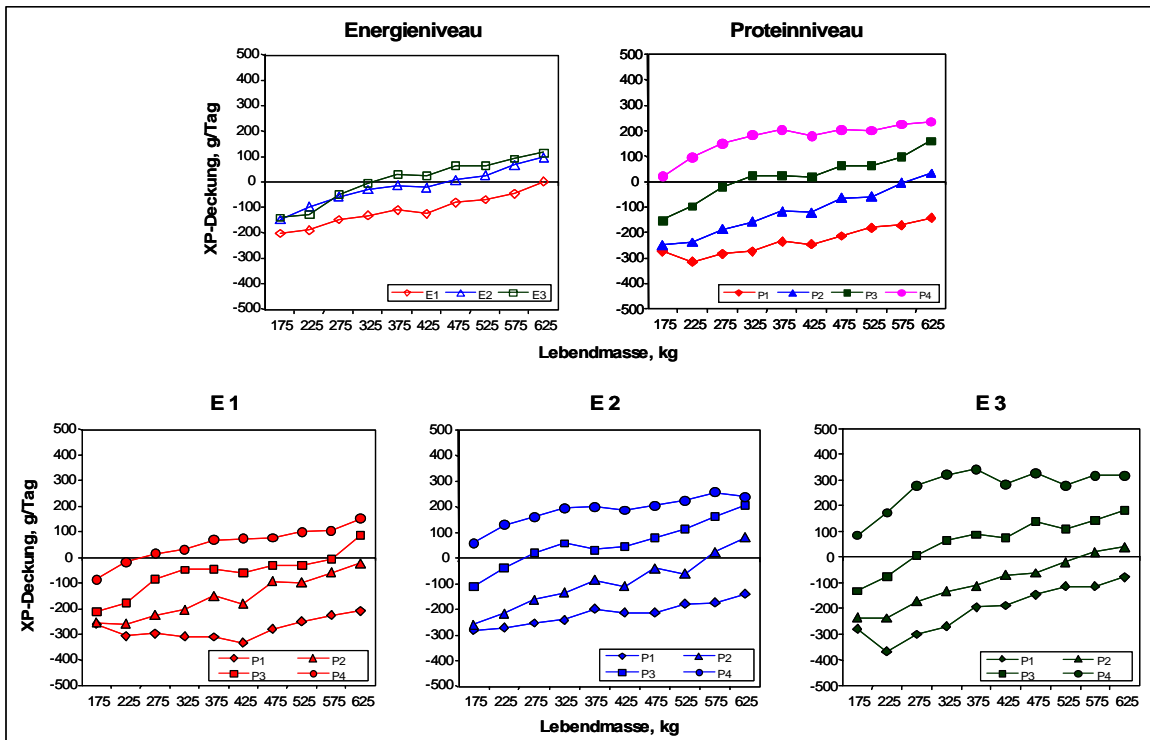


Abbildung 5a: N-Bedarfsdeckung im Pansen (Annahme: 10,1 g Mikrobenprotein/MJ ME und 20 % N-Rückfluss über ruminohepatischen Kreislauf)

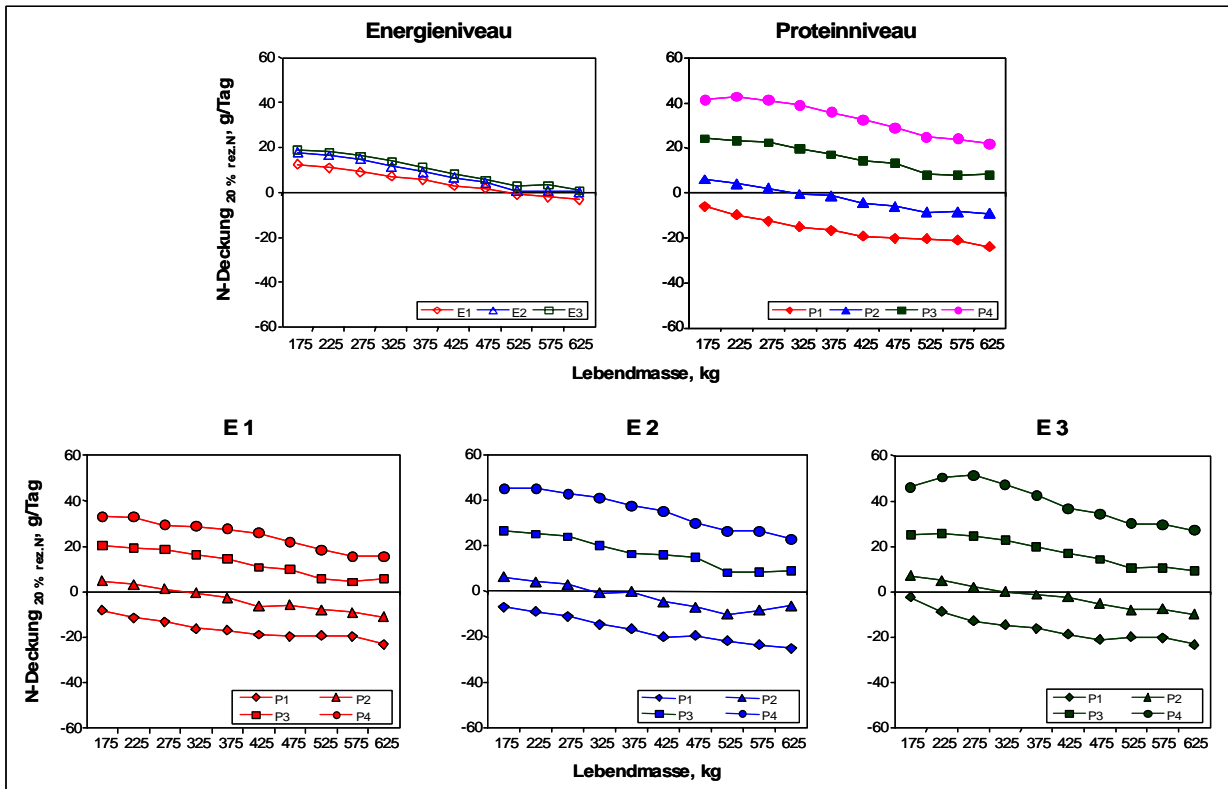


Abbildung 6a: nXP-Bedarfsdeckung im Mastverlauf ohne Berücksichtigung einer möglichen N-Unterversorgung (Berechnung: $RNB\ g = XP - nXP / 6,25$; Bedarfsdeckung = Versorgung – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995)

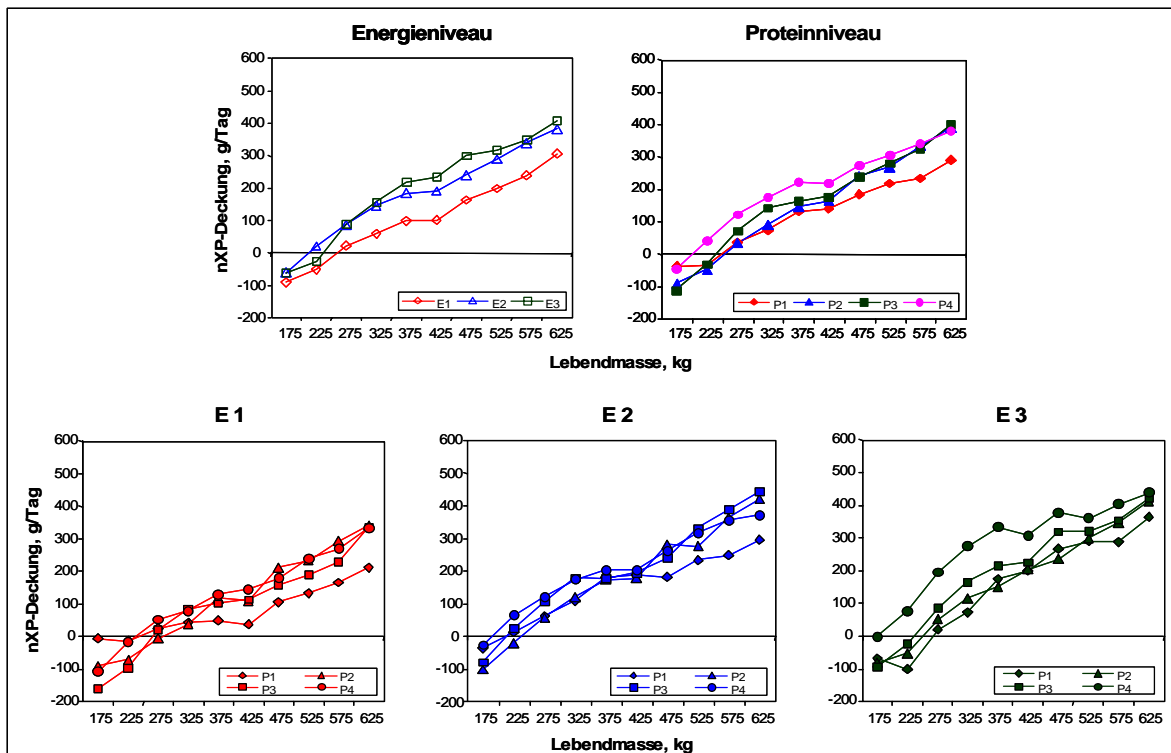


Abbildung 7a: nXP-Bedarfsdeckung im Mastverlauf unter Berücksichtigung der auf Grund der Energieversorgung (10,1 g MP/MJ ME-Aufnahme) bzw. N-Versorgung (Annahme: bis zu 20 % N-Rückfluss über ruminohepatischen Kreislauf) potentiell möglichen nXP-Bildung (Bedarfsdeckung = Versorgung – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995)

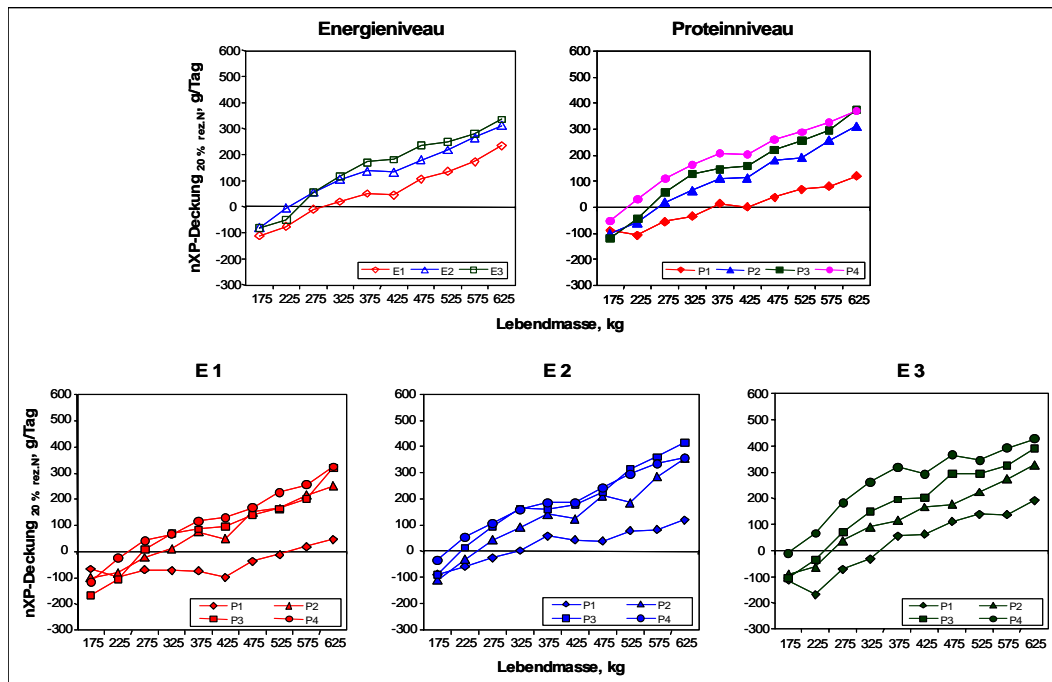


Abbildung 8a: Gesamtfutteraufnahme im Mastverlauf (Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

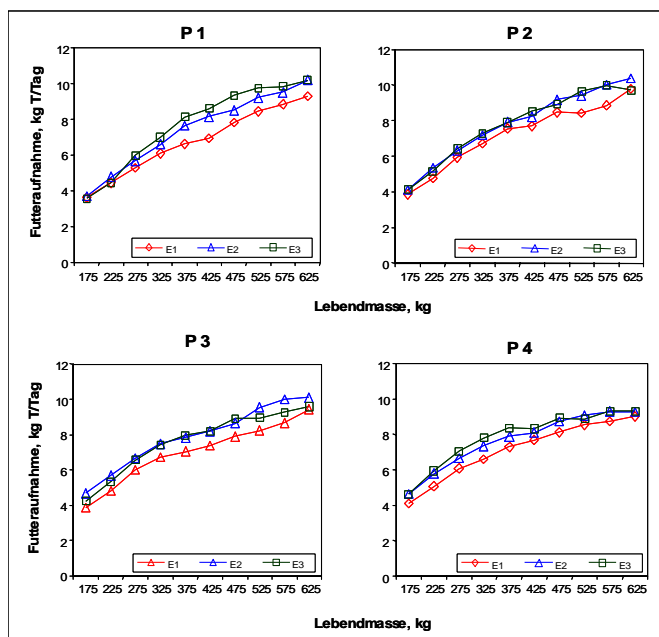


Abbildung 9a: Energieaufnahme im Mastverlauf (Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

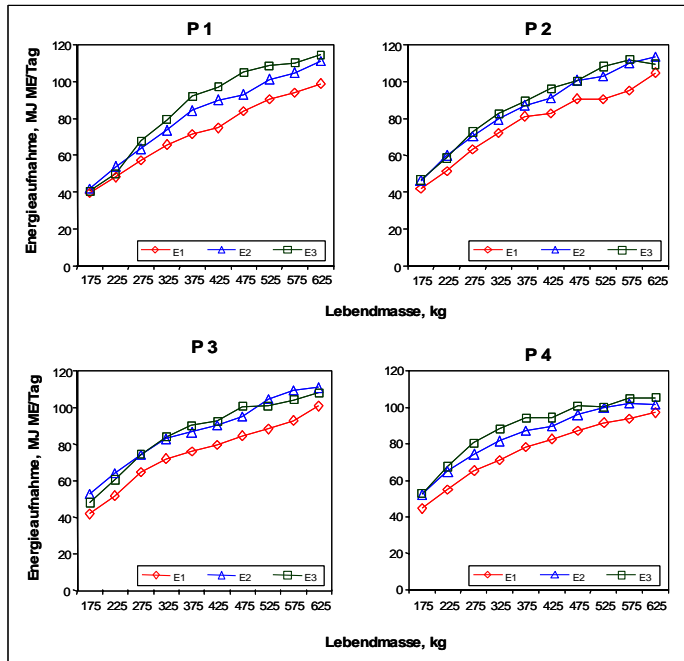


Abbildung 10a: Rohproteinaufnahme im Mastverlauf (Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

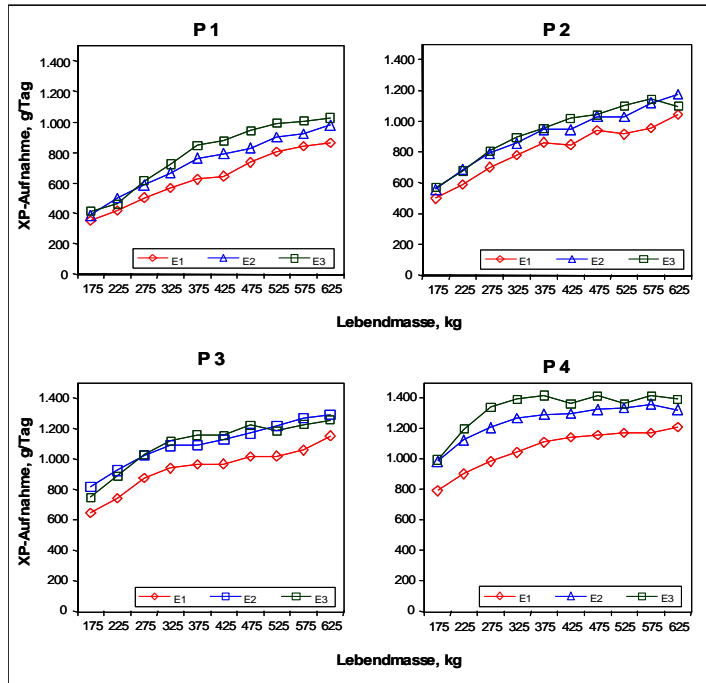


Abbildung 11a: XP/ME-Verhältnis im Mastverlauf (Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

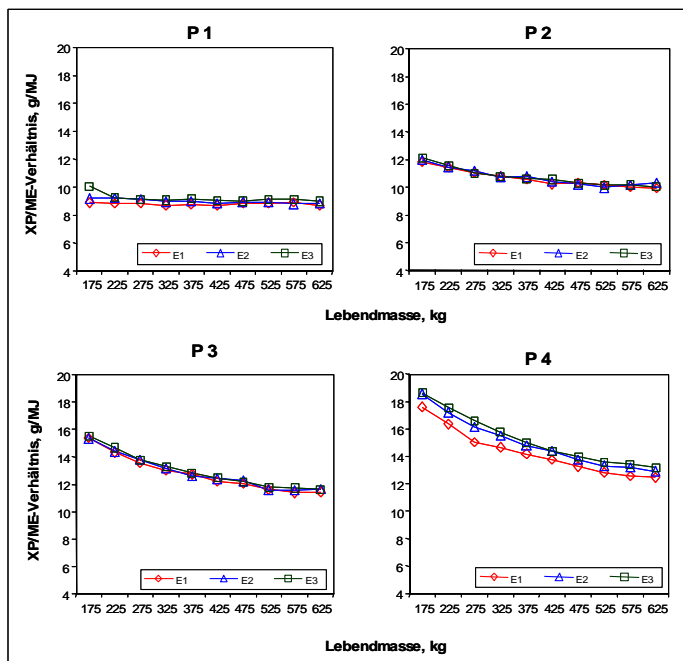


Abbildung 12a: Tageszunahmen im Mastverlauf (Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

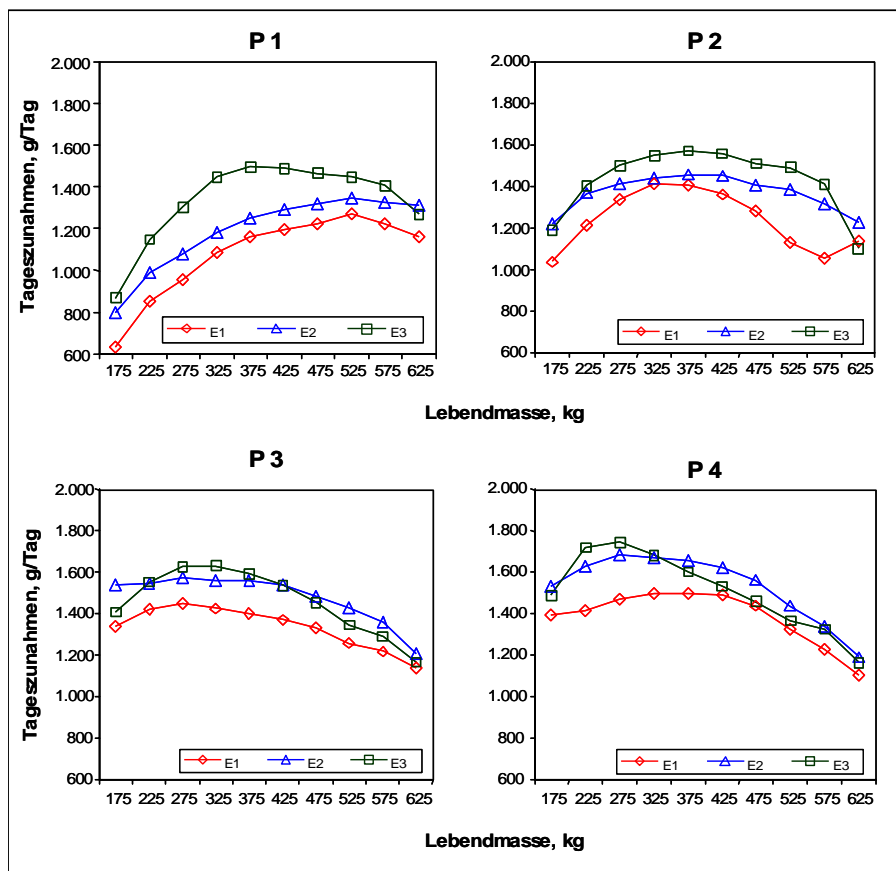


Abbildung 13a: Energiebedarfsdeckung im Mastverlauf (Bedarfsdeckung = Aufnahme – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995; Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

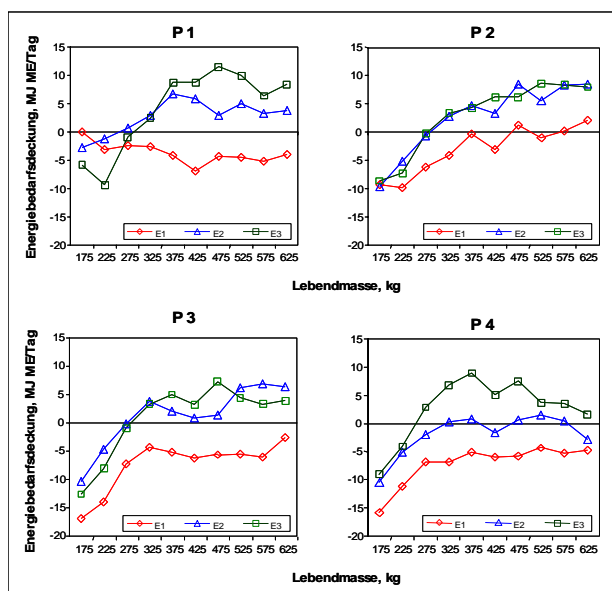


Abbildung 14a: N-Bedarfsdeckung im Pansen (Annahme: 10,1 g Mikrobenprotein/MJ ME und 20 % N-Rückfluss über ruminohepatischen Kreislauf; Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

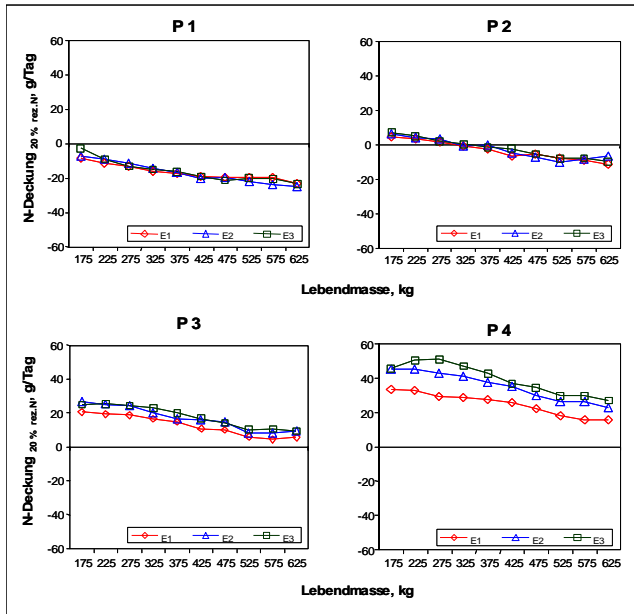


Abbildung 15a: nXP-Bedarfsdeckung im Mastverlauf ohne Berücksichtigung einer möglichen N-Unterversorgung (Berechnung: $RNB\ g = XP - nXP / 6,25$; Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

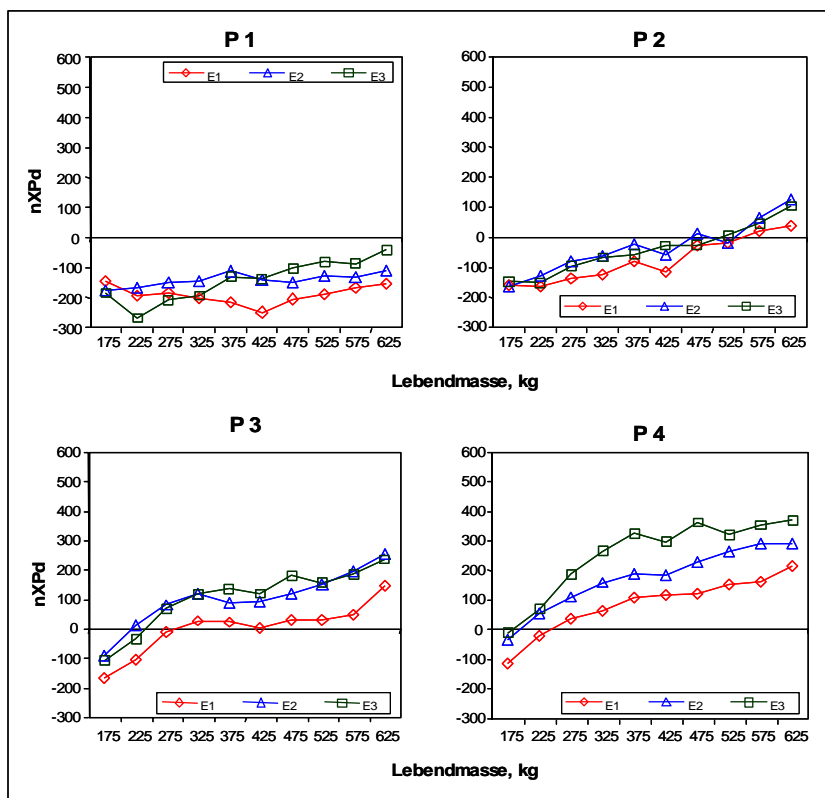


Abbildung 16a: nXP-Bedarfsdeckung im Mastverlauf unter Berücksichtigung der auf Grund der Energieversorgung (10,1 g MP/MJ ME-Aufnahme) bzw. N-Versorgung (Annahme: bis zu 20 % N-Rückfluss über ruminohepatischen Kreislauf) potentiell möglichen nXP-Bildung (Bedarfsdeckung = Versorgung – Bedarf laut Versorgungsempfehlungen der GEH 1995; Versuchsgruppen innerhalb P1, P2, P3 u. P4)

