

Futteraufnahme und Energieversorgung von Aufzuchtrindern für die Rindermast

Feed intake and energy supply of rearing cattle used for fattening

Leonhard Gruber^{1*}, Thomas Ettle², Frieder Schwarz³, Thomas Jilg⁴ und Martin Royer¹

Zusammenfassung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert, besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung, damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses (d.h. dessen Fett- und Proteingehalt) und daher auch auf den Energie- und Proteinbedarf. Aus diesem Grund ergibt sich die Notwendigkeit, die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE 1995) sowie die „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) zu überarbeiten und den geänderten genetischen Verhältnissen anzupassen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung der Lebendmasse und sowie der Futter- und Energieaufnahme in der Aufzuchtphase von Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein auf Grund bisher vorliegender Daten berichtet.

An der Untersuchung waren die Forschungsinstitute HBLFA Raumberg-Gumpenstein, LfL Grub, TUM Freising-Weihenstephan und LAZBW Aulendorf beteiligt. Insgesamt wurden 812 Datensätze aus 28 verschiedenen Aufzuchtversuchen mit einer durchschnittlichen Versuchsdauer von 112 Tagen für die Auswertungen kompiliert (Fleckvieh und Holstein, männliche und weibliche Kälber). Die Tiere erhielten zum Teil Milchtränke und die Futterration bestand aus Heu, Maissilage sowie Kraftfutter. Im Durchschnitt standen die Tiere 12,1 Wochen im Aufzuchtversuch und wiesen eine Lebendmasse von 124 kg auf, mit einer Spannweite von 39 - 222 kg. Die mittlere Futteraufnahme betrug 1,24 kg Grundfutter, 1,66 kg Kraftfutter und somit 2,90 kg Gesamtfutter (TM). Der Kraftfutteranteil belief sich auf 58 ± 13 % der TM (inkl. Milch-Tränke). Die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie der Nährstoffgehalt der Ration werden in Abhängigkeit von der Lebendmasse im

Summary

In recent years or rather decades the milk yield has continuously been increased both at the breed Holstein and at Fleckvieh, especially by means of the breeder's activities. Caused by the negative genetic correlation of milk yield and slaughter performance, the genotype's change heading for milk yield shows effects on the body composition and therefore on the composition of daily weight gain (i.e. fat and protein content) and on energy and protein requirement, as well. Therefore, it is necessary to revise the "Recommendations for energy and nutrient supply of fattening cattle" (GfE 1995) as well as the "Recommendations for energy supply of rearing calves and rearing cattle" (GfE 1997), in order to adapt them to the altered genetic conditions. These operations are carried out by a working group within the "Commission for requirement standards" of GfE. In the present work the development of live weight as well as feed intake and energy intake in the rearing period of Fleckvieh and Holstein cattle is reported on the base of the previously available data.

The Agricultural Research and Education Centre (AREC) Raumberg-Gumpenstein, Bavarian State Research Centre for Agriculture Grub, TUM University of Life Sciences Freising-Weihenstephan as well as LAZBW Agricultural Centre Aulendorf have been participating in these analyses. On the whole 812 records from 28 different rearing trials with an average duration of 112 days have been compiled for the assessment (Fleckvieh and Holstein, male and female calves). Partly, the animals got milk or milk replacer and the feeding ration consisted of hay, maize silage and concentrate. On average, the animals had been standing in the rearing trial for 12.1 weeks and obtained a mean live weight of 124 kg, showing a range of 39 - 222 kg. The mean feed intake amounted to 1.24 kg forage, 1.66 kg concentrate and 2.90 kg DM feed in total, consequently. The portion of concentrate reached a total of 58 ± 13 % of DM (milk included). Feed and nutrient intake as well as nutrient content of the ration is represented depending on live weight in the range of 70 - 190 kg. From these data equations are derived for the prediction of feed intake as well as for the estimation

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub, Prof.-Dürrwachter-Platz 3, D-85586 Poing

³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung (LTE), Liesel-Beckmann-Straße 2, D-85354 Freising-Weihenstephan

⁴ Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenbergerweg 99, D-88326 Aulendorf

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

Bereich von 70 bis 190 kg dargestellt. Aus den Daten werden Gleichungen zur Vorhersage der Futteraufnahme sowie zur Abschätzung des Energiebedarfs abgeleitet. Die Haupteinflussfaktoren sind jeweils die Lebendmasse und die Lebendmasse-Zunahme sowie im Falle der Futteraufnahme auch das Kraftfutterniveau.

Die Auswertungen zeigen, dass mit dem vorliegenden Datenmaterial Futteraufnahme und Energieaufwand von Jungtrindern mit zufriedenstellender Genauigkeit abgeschätzt werden können. Rassenspezifische Aussagen erfordern noch eine Ergänzung von Holstein-Daten.

Schlagwörter: Rinderaufzucht, Rassen, Lebendmasse, Futteraufnahme, Energieversorgung

of energy requirement. The main factors of influence are live weight and live weight gain as well as (in terms of feed intake) the level of concentrate, respectively.

Analyses show that a satisfying accuracy can be obtained by means of the available data for the assessment of feed intake and energy requirement of young cattle. Breed-specific statements still require a completion of the Holstein data.

Keywords: cattle rearing, breeds, liveweight, feed intake, energy supply

1. Einleitung

Sowohl bei der Rasse Holstein als auch bei Fleckvieh wurde die Milchleistung in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten laufend gesteigert (ZuchtData 2017, ADR 2018), ganz besonders auch durch züchterische Maßnahmen. Die dadurch bedingte Veränderung des Genotyps in Richtung „Milchleistung“ hat – auf Grund der negativen genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Fleischleistung (PIRCHNER 1979, ALPS und AVERDUNK 1984) – auch Auswirkungen auf die Körperzusammensetzung und damit auch auf die Zusammensetzung des täglichen Zuwachses bzw. dessen Fett- und Proteingehalt. Weiters führte die Züchtung auf höhere Milchleistung auch zu Tieren mit höherer Körpergröße und Körpermasse (GRUBER und LEDINEK 2017), und zwar auf Grund der positiven genetischen Korrelation zwischen Milchleistung und Lebendmasse (VEERKAMP 1998). Dies heißt auch, dass sich das physiologische Alter und damit die Körperzusammensetzung bei einer bestimmten Lebendmasse verändert hat und auch von höheren Mastendgewichten auszugehen ist.

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass die „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder“ (GfE 1995) sowie die „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtältern und Aufzuchttrindern“ (GfE 1997) einer Überarbeitung und Anpassung an die geänderten genetischen Verhältnisse bedürfen. Diese Arbeiten werden in einer Arbeitsgruppe im Rahmen des Ausschusses für Bedarfsnormen der GfE durchgeführt. In der vorliegenden Arbeit wird über die Entwicklung der Lebendmasse sowie der Futter- und Energieaufnahme in der Aufzuchtphase von Rindern der Rasse Fleckvieh und Holstein auf Grund bisher vorliegender Daten berichtet. Die Daten werden noch hinsichtlich Holstein und weiblicher Kälber aus weiteren Instituten ergänzt.

2. Material und Methoden

2.1 Herkunft der Daten

An der Untersuchung waren die in *Tabelle 1* angeführten Institute beteiligt. Ein wesentlicher Teil des Datenumfangs kommt aus den Forschungsinstituten in Grub und Weihenstephan, also aus einer Region mit klassischer, spezialisierter Rindermast (mit Fleckvieh-Bullen und auf Basis Maissilage). In Aulendorf wurden sowohl männliche als auch weibliche Kälber untersucht (Rasse Fleckvieh). In Raumberg-Gumpenstein standen Kälber der Rasse Fleckvieh und Holstein in den Versuchen, und zwar sowohl männlichen als auch weiblichen Geschlechts. Insgesamt wurden 812 Datensätze aus 28 verschiedenen Aufzuchtversuchen mit einer durchschnittlichen Versuchsdauer von 112 Tagen für die Auswertungen kompiliert.

2.2 Beschreibung des Datenmaterials und statistische Auswertung

Wesentliche Inhaltsstoffe der Futtermittel finden sich in *Tabelle 2*. Als Grundfutter wurden Heu und in den meisten Fällen Maissilage herangezogen, welche durchschnittliche Werte aufwiesen; allerdings mit großen Streuungsbereichen zwischen den Instituten bzw. den Versuchen. Das Heu wies im Durchschnitt 13,7 % XP, 29,6 % XF, 55,2 % NDF sowie 9,3 MJ ME auf. Die entsprechenden Werte der Maissilage betragen 7,8 % XP, 19,3 % XF, 42,1 % NDF sowie 10,9 MJ ME. Der Proteingehalt des Kraftfutters zeigte auf Grund diverser Versuchsfragestellungen einen großen Streuungsbereich (12 - 44 % XP) bei einem ME-Gehalt von $12,7 \pm 0,5$ MJ.

Tabelle 1: Beteiligte Institute und Datenumfang – Verteilung von Rasse und Geschlecht

Institut ¹⁾ (Kurzbezeichnung)	Versuche	Daten- sätze	Tiere	Versuchs- tage	Rassen	Geschlecht
Gumpenstein	2	102	82	64	FV, HF	m, w
Grub	11	278	515	112	FV, (BS)	m
Weihenstephan	11	240	726	98	FV	m
Aulendorf	4	192	123	174	FV	m, w
Summe	28	812	1.446	112	FV, HF	m, w

¹⁾ Genaue Institutsbezeichnung siehe unter Autoren

Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Futtermittel (in der TM)

Futtermittel	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Minimum	Maximum
Heu						
Rohprotein	g	137	27	19,9	78	183
Rohfett	g	22	7	32,4	12	39
Rohfaser	g	296	31	10,5	240	348
NDF	g	552	52	9,4	458	635
ADF	g	329	32	9,7	272	385
ADL	g	35	5	13,4	27	42
Rohasche	g	69	21	30,1	40	114
ME	MJ	9,3	0,5	5,4	8,5	10,4
nXP	g	127	9	6,8	109	142
Maissilage						
Rohprotein	g	78	7	8,8	58	90
Rohfett	g	31	4	13,8	23	39
Rohfaser	g	193	18	9,3	141	234
NDF	g	421	30	7,1	342	498
ADF	g	216	17	8,1	170	262
ADL	g	21	3	12,7	13	27
Rohasche	g	34	6	17,6	21	49
ME	MJ	10,9	0,2	2,2	10,4	11,5
Krafftutter						
Rohprotein	g	210	39	18,8	124	442
Rohfett	g	30	14	48,1	0	71
Rohfaser	g	55	27	49,7	0	114
NDF	g	188	56	30,1	0	283
ADF	g	76	33	43,3	0	159
ADL	g	17	12	73,2	0	54
Rohasche	g	64	27	41,5	35	214
ME	MJ	12,7	0,5	3,9	10,7	13,8
nXP	g	188	17	9,0	135	272
Milch bzw. Milchaustauscher						
Rohprotein	g	232	22	9,4	194	271
Rohfett	g	198	65	32,9	66	321
Rohfaser	g	4	3	89,2	0	11
NDF	g	–	–	–	–	–
ADF	g	–	–	–	–	–
ADL	g	–	–	–	–	–
Rohasche	g	77	14	18,5	54	100
ME	MJ	17,1	1,5	8,8	13,9	21,0
nXP	g	171	14	8,1	156	223

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Statgraphics (2014). Da in keinem der Forschungsinstitute Einrichtungen zur Erhebung der tierindividuellen Futteraufnahme vorhanden waren, wurden alle Daten pro Versuchsgruppe und Zeitintervall der Erhebung der Lebend-

masse (meistens 1 Woche) gemittelt (Lebendmasse, Alter, Futter- und Nährstoffaufnahme). Die Daten wurden mit der Prozedur GLM als Meta-Analyse unter Ausschaltung des Einflusses von Institut und Versuch innerhalb Institut nach folgendem Modell ausgewertet:

$$y = \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} + \text{INSTITUT} + \text{VERSUCH}(\text{INSTITUT}) + \text{RASSE} \times \text{GESCHLECHT} \times \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} + \text{LEBENDMASSE bzw. ALTER} \times \text{INSTITUT}$$

y = abhängige Variable
 RASSE = Fleckvieh, Holstein
 GESCHLECHT = männlich, weiblich
 LEBENDMASSE = Lebendmasse-Abschnitte (60-80, 80-100, 100-120, ..., 160-180, 180-200 kg LM)
 ALTER = Alters-Abschnitte (4-6, 6-8, 8-10, ..., 16-18, 18-20, 20-22 Lebenswochen)
 INSTITUT = Gumpenstein, Weihestephan, Grub, Aulendorf
 VERSUCH(Institut) = Versuch innerhalb Institut (1, 2, 3, ..., n)

Zur Abschätzung des Energieaufwandes (IME, MJ/Tag) wurden darüber hinaus die metabolische Lebendmasse ($LM^{0,75}$, kg), die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) und die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) als Regressionsvariable herangezogen.

$$\text{IME} = \text{RASSE} + \text{GESCHLECHT} + \text{INSTITUT} + \text{VERSUCH}(\text{INSTITUT}) + LM^{0,75} + LMZ + (LM^{0,75} \times LMZ)$$

Die Kriterien der Versuchstiere hinsichtlich Alter, Lebendmasse und Fütterung sind in *Tabelle 3* angeführt. Im Durchschnitt standen die Tiere 12,1 Wochen im Aufzuchtversuch und wiesen eine Lebendmasse von 124 kg auf, mit einer Spannweite von 39 - 222 kg. Die mittlere Futtermittelaufnahme betrug 1,24 kg Grundfutter, 1,66 kg Kraftfutter und somit 2,90 kg Gesamtfutter (TM). Der Kraftfutteranteil belief sich auf 58 ± 13 % der TM (inkl. Milch-Tränke).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Entwicklung der Lebendmasse und Futtermittelaufnahme

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Lebendmasse (LM) und Futtermittelaufnahme sind in *Abbildung 1* dargestellt. Im angeführten Bereich von 73 bis 188 kg Lebendmasse wie-

sen die Tiere ein Lebensalter von 37 bis 141 Tagen auf. In diesem Lebensabschnitt stiegen die Tageszunahmen bis 130 kg LM von 500 bis 1.225 g stark an und blieben im Anschluss daran auf dem hohen Niveau von etwa 1.300 g, ohne sich noch wesentlich zu erhöhen. Dieser Knick im Verlauf der Tageszunahmen fällt mit dem Absetzen der Milchtränke zu diesem Entwicklungsstadium zusammen und dürfte dessen Ursache sein.

Die Aufnahme an Grundfutter folgte einem S-förmigen Verlauf und stieg von 0,17 auf 2,60 kg TM pro Tag an. Die Kraftfutter-Aufnahme (inkl. Milch) erhöhte sich von 0,64 auf 2,10 kg TM und wird üblicherweise ab 2,0 bis 2,5 kg limitiert. Daraus ergibt sich eine Aufnahme an Gesamt-TM von 0,81 bis 4,71 kg pro Tag, wobei sich der Anstieg der Futtermittelaufnahme-Kurve sichtlich abschwächt. Der Anteil des Kraftfutters an der Gesamtfuttermittelaufnahme betrug im Mittel etwa 58 % der Trockenmasse mit einem Maximum von 62 % bei 110 kg LM.

Tabelle 3: Kriterien der Versuchstiere zu Lebendmasse und Fütterung

Parameter	Einheit	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Minimum	Maximum
Alter und Lebendmasse						
Versuchszeitraum	Wochen	12,1	5,2	43,2	0,1	24,9
Lebendmasse	kg	123,7	40,9	33,1	39,4	222,3
Lebendmasse-Zunahme	g/Tag	1.054	338	32,0	230	2.412
Futter- und Nährstoffaufnahme (kg/Tag)						
Milch bzw. MAT (> 0)	kg TM	0,62	0,16	25,4	0,17	0,98
Heu (> 0)	kg TM	0,32	0,18	55,2	0,001	1,15
Maissilage (> 0)	kg TM	1,08	0,79	73,1	0,01	3,17
Grundfutter	kg TM	1,24	0,89	72,1	0,001	3,66
Kraftfutter (inkl. Milch)	kg TM	1,66	0,55	33,3	0,44	3,05
Gesamtfutter	kg TM	2,88	1,35	47,0	0,47	5,83
Rohprotein	g XP	467	178	38,1	99	892
Nutzbares Rohprotein	g nXP	463	211	45,5	77	942
Energie	MJ ME	34,8	14,3	41,3	7,3	68,0
Kraftfutteranteil	% der TM	57,5	13,3	23,1	8,0	100,0
Nährstoffkonzentration des Grundfutters (in der TM)						
XF	g	241	39	16,4	147	331
NDF	g	483	55	11,3	361	607
ADF	g	271	43	16,0	187	357
ADL	g	28	6	20,7	14	42
Energie	MJ ME	10,2	0,6	5,8	8,5	11,5
XP	g	102	20	19,8	68	168
nXP	g	129	6	4,5	112	142
Nährstoffkonzentration des Kraftfutters (in der TM, inkl. Milch)						
XF	g	53	28	53,1	0,3	108
NDF	g	164	76	46,4	0,8	283
ADF	g	71	38	54,3	0,4	152
ADL	g	17	13	78,0	0,1	52
Energie	MJ ME	13,7	1,8	12,9	9,0	20,2
XP	g	214	22	10,4	124	273
nXP	g	182	12	6,5	132	229
Nährstoffkonzentration des Gesamtrations (in der TM)						
XF	g	113	41	36,1	0,9	216
NDF	g	263	93	35,6	1,2	413
ADF	g	134	49	36,7	0,5	249
ADL	g	19	9	45,4	0,1	41
Energie	MJ ME	12,7	1,8	14,4	9,3	20,1
XP	g	174	31	18,1	122	273
nXP	g	163	9	5,8	129	229
RNB	g	1,77	4,37	246,7	-4,78	15,52
XP/ME-Verhältnis	g/MJ	13,7	1,3	9,7	10,6	19,0

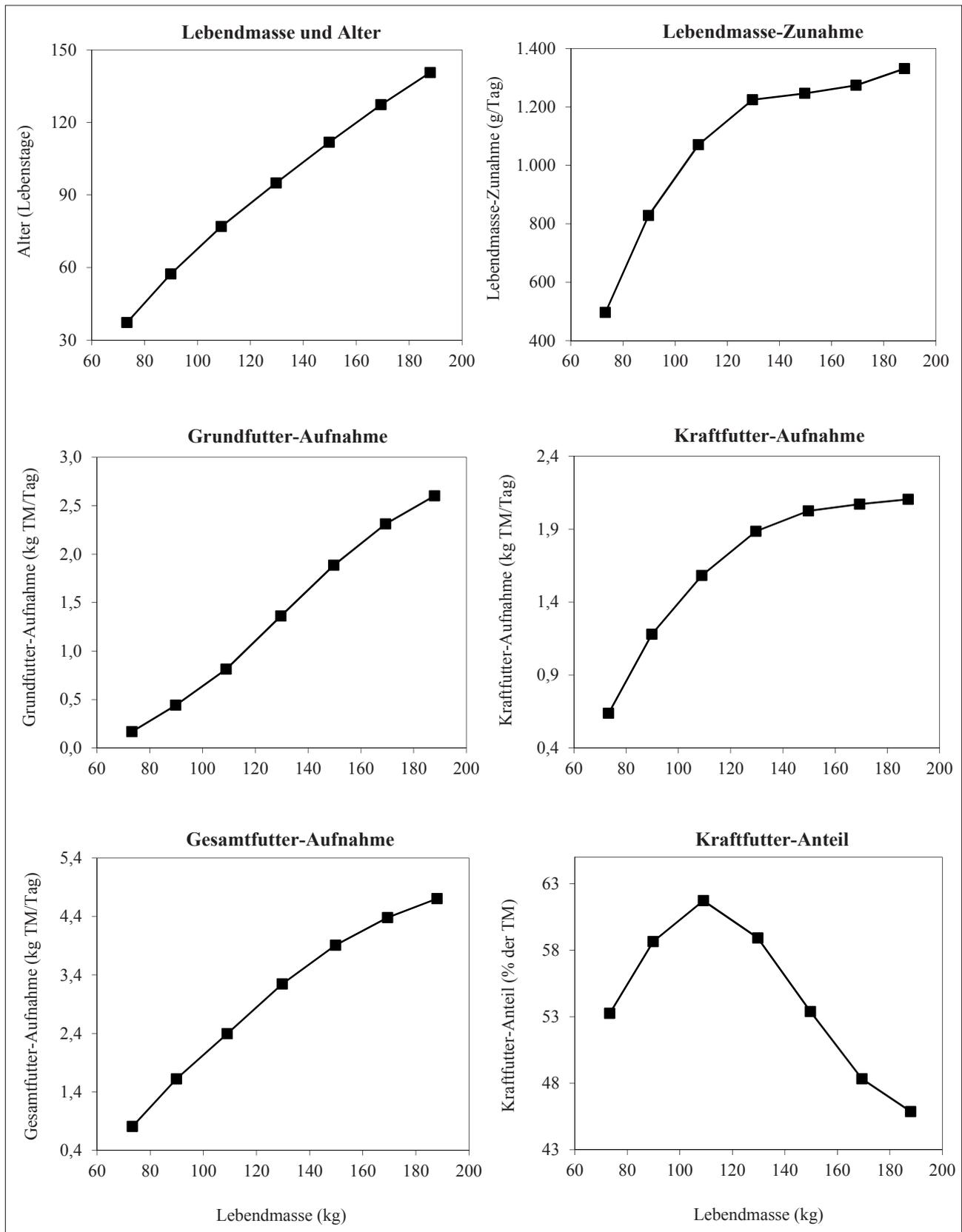


Abbildung 1: Lebendmasse-Entwicklung und Futteraufnahme von Jungrindern bis 200 kg Lebendmasse (General LSMean)

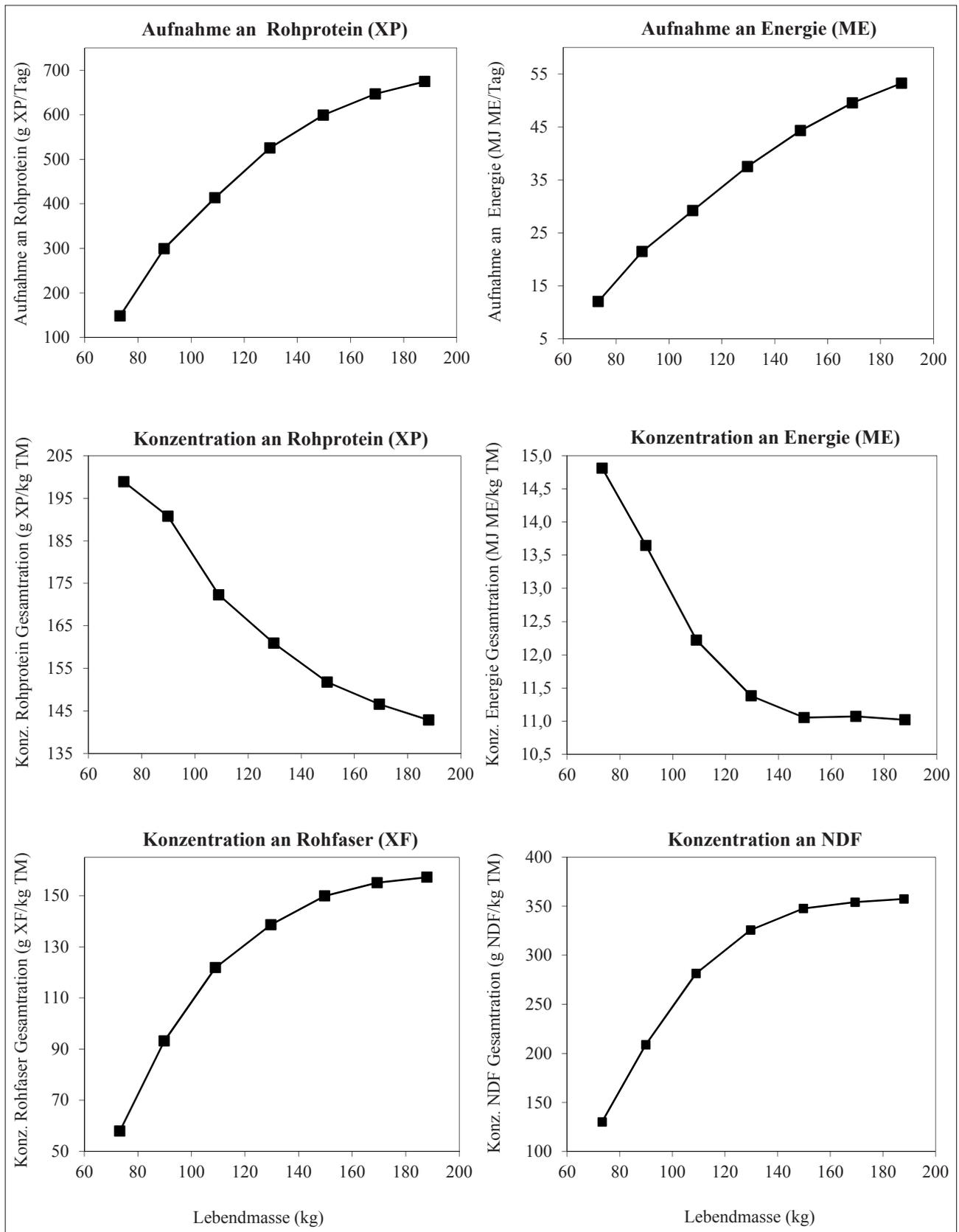


Abbildung 2: Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration von Jungrindern bis 200 kg Lebendmasse (General LSMean)

3.2 Entwicklung der Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration

Die Ergebnisse zur Entwicklung der Nährstoffaufnahme und Nährstoffkonzentration der Ration finden sich in *Abbildung 2*. Die Nährstoffaufnahme ist das Produkt von Trockenmasse-Aufnahme sowie der in den verschiedenen Futtermitteln enthaltenen Nährstoffe und folgt daher nicht vollständig der Futteraufnahme. So ist die relativ starke Abflachung des Anstiegs der Proteinaufnahme besonders das Ergebnis des zunehmenden Anteils der eiweißarmen Maissilage. Im Gegensatz dazu führt deren hohe Energiekonzentration (*Tabelle 2*) zu einem stetigen Anstieg der Energieaufnahme. Weiters wirkt noch die Zusammensetzung und Nährstoffkonzentration des Kraftfutters hinein. Diese Zusammenhänge bilden sich auch in der Nährstoffkonzentration der Ration ab. Sowohl der Gehalt an Protein als auch an Energie nimmt während der Aufzuchtphase deutlich ab (von 19,9 auf 14,3 % XP und von 14,8 auf 11,0 MJ ME), während der Gehalt an Faser deutlich ansteigt (von 5,8 auf 15,7 % XF und von 13,0 auf 35,7 % NDF).

3.3 Vorhersage der Futteraufnahme

Die Futter- und Energieaufnahme von Aufzucht- und Mastrindern wird – neben nutritiven Faktoren wie Kraftfutterniveau und Grundfutterqualität (d.h. von der Energiekonzentration) – vor allem von der Lebendmasse und dem Niveau der Lebendmasse-Zunahmen physiologisch gesteuert (MENKE 1987, INRA 1989)

Die Anwendung dieser biologischen Gesetzmäßigkeiten führte – analog zum Modell für die Ableitung des Energieaufwandes (Abschnitt 3.4) – zu einem Modell, in dem die Lebendmasse (LM, kg) und die Lebendmasse-Zunahmen (LMZ, g/Tag) als tierspezifische und das Kraftfutterniveau als nutritiver Einflussfaktor auf die Futteraufnahme herangezogen wurden. Es wurde sowohl ein Modell mit der Kraftfutter-Aufnahme (KFkg, kg TM/Tag) als auch mit dem Kraftfutter-Anteil (KF%, % der TM) errechnet.

In *Abbildung 3* sind diese Faktoren in ihrem Einfluss auf die Futteraufnahme (kg TM/Tag) graphisch dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Beziehung zwischen Futteraufnahme und Lebendmasse enger ist als zwischen Futteraufnahme und der Interaktion [Lebendmasse \times Lebendmasse-Zunahme] bzw. der Kraftfutteraufnahme. Mit den folgenden Modellen können 96 % bzw. 93 % der Varianz der Futteraufnahme im vorliegenden Datenmaterial erklärt werden. (Der Faktor Grundfutterqualität (ausgedrückt als Energiekonzentration, MJ ME/kg TM) erwies sich nicht als signifikant, da die Streuung des Datenmaterials hinsichtlich dieses Faktors zu gering war).

(1) Futteraufnahme (kg TM/Tag) =

$$3,66 + 0,114 \times (LM^{0,75} - 41,9) + 0,203 \times (LMZ - 1,174) - 0,0013 \times ((LM \times LMZ) - 177) + 0,648 \times (KFkg - 1,95)$$

$$R^2 = 95,9 \%, RSD = 0,18 \text{ kg TM bzw. } 5,0 \%$$

(2) Futteraufnahme (kg TM/Tag) =

$$3,66 + 0,161 \times (LM^{0,75} - 41,9) + 0,707 \times (LMZ - 1,174) - 0,0045 \times ((LM \times LMZ) - 177) + 0,0051 \times (KF\% - 54,3)$$

$$R^2 = 93,0 \%, RSD = 0,24 \text{ kg TM bzw. } 6,5 \%$$

Die Gegenüberstellung der tatsächlichen mit der geschätzten Futteraufnahme ('observed' vs. 'predicted')

zeigt eine zufriedenstellende Genauigkeit des Modells ($R^2 = 95,9 \%$) mit einem Schätzfehler von 0,18 kg TM bzw. 5,0 %. Wie auch beim Futteraufnahme-Modell für Milchkühe (GRUBER et al. 2004) wird die Vorhersagegenauigkeit etwas verringert, wenn an Stelle der Kraftfutter-Aufnahme (KFkg, kg TM/Tag) der Kraftfutter-Anteil (KF%, % der TM) verwendet wird ($R^2 = 93,0 \%$, Schätzfehler von 0,24 kg TM bzw. 6,5 %).

In *Abbildung 4* ist die Anwendung des vorliegenden Futteraufnahme-Modells in Abhängigkeit von der Lebendmasse-Zunahme (oben) und der Kraftfutteraufnahme (unten) auf die Futteraufnahme pro Tag bzw. pro kg Zuwachs bei unterschiedlicher Lebendmasse dargestellt. Die beiden Haupteinflussfaktoren wirken sich signifikant positiv auf die Futteraufnahme pro Tag aus, während der Futteraufwand pro kg Zuwachs mit diesen Faktoren abnimmt.

In den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchtrindern“ (GfE 1997) werden keine Angaben zur Futteraufnahme gemacht.

3.4 Ableitung des Energieaufwandes

In einem weiteren Schritt wurde versucht, aus den bisher vorliegenden Daten Gesetzmäßigkeiten zum Energieaufwand der Tiere in Abhängigkeit von der Lebendmasse (LM) und den Lebendmasse-Zunahmen (LMZ) abzuleiten. Dazu wurde unter Verwendung des unter Punkt 2.2 beschriebenen Modells die Energie-Aufnahme (MJ ME/Tag) auf die Variablen Lebendmasse ($LM^{0,75}$, kg), die Lebendmasse-Zunahme (LMZ, kg/Tag) und die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) bezogen.

Abbildung 5 zeigt, dass die Beziehung zwischen Lebendmasse und dem Energiebedarf sehr eng ist, zwischen Lebendmasse-Zunahme und Energiebedarf dagegen recht lose. Das deutet darauf hin, dass erstens dieser Parameter in seiner Feststellung mit relativ großer Ungenauigkeit behaftet ist und dass zweitens der Energiegehalt pro kg Lebendmasse-Zunahme recht unterschiedlich ausfallen kann. Eine signifikante Erhöhung der Schätzgenauigkeit bringt die Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$), welche besagt, dass der Energiebedarf für die Lebendmasse-Zunahme nicht unabhängig von der Lebendmasse ist. Die Beziehung zwischen Energiebedarf und der Interaktion ($LM^{0,75} \times LMZ$) ist enger als zwischen Energiebedarf und Lebendmasse-Zunahme (*Abbildung 5*).

(3) Energiebedarf (MJ ME) =

$$35,4 + 1,79 \times (LM^{0,75} - 37,6) + 13,2 \times (LMZ - 1,075) - 0,209 \times ((LM^{0,75} \times LMZ) - 42,1)$$

$$R^2 = 94,1 \%, RSD = 3,3 \text{ MJ ME [Modell 3]}$$

In *Abbildung 6* sind ebenfalls Auswertungen zum Energieaufwand in Abhängigkeit von der Lebendmasse und Lebendmasse-Zunahme dargestellt, wobei allerdings nicht von den Einzelergebnissen ausgegangen wurde, sondern von LS-Mittelwerten der einzelnen Lebendmasse-Abschnitte. Im ersten Modell (*Abbildung 6* oben) wurde die bereits angesprochene Wechselwirkung zwischen LM und LMZ mit einem Korrekturglied modelliert, das zeigt, dass der Energiebedarf für die Lebendmasse-Zunahme mit steigender Lebendmasse ebenfalls ansteigt. Im zweiten Modell wurde – wie bei den Einzeldaten – mit der Interaktion $LM^{0,75} \times LMZ$ gearbeitet, wobei sich mit diesen Daten die

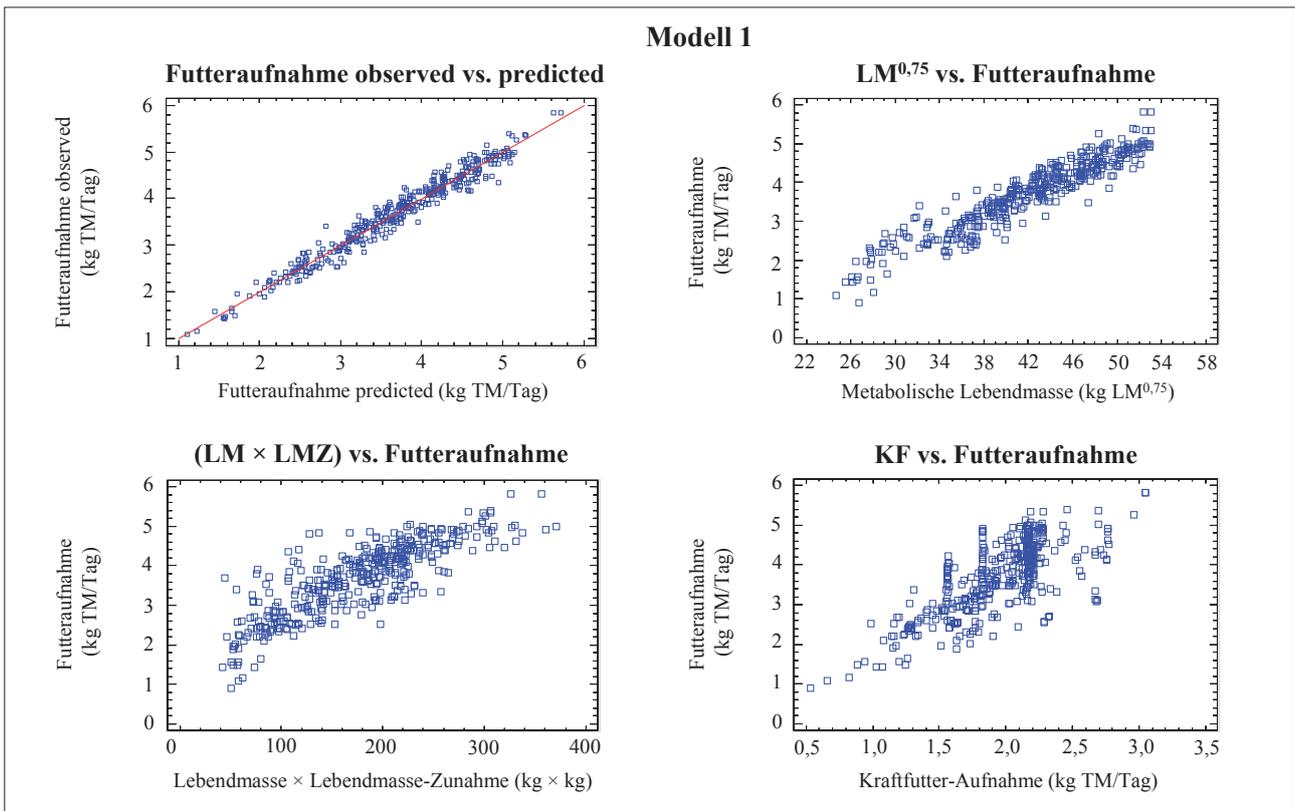


Abbildung 3: Ableitung der Vorhersage der Futteraufnahme (Modell 1)

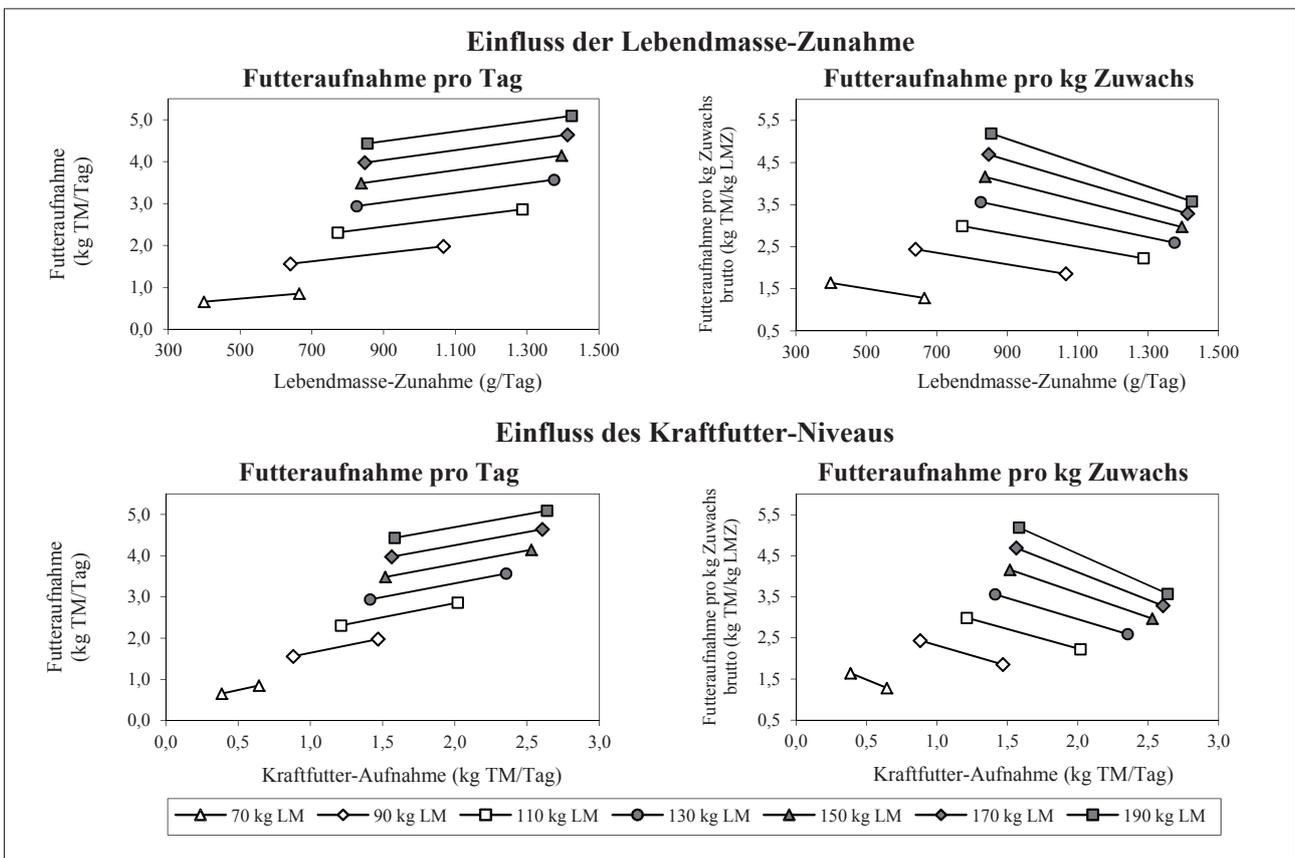


Abbildung 4: Einfluss von Lebendmasse-Zunahme bzw. Kraftfutter-Niveau auf die Futteraufnahme je Tag und pro kg Zuwachs (Modell 1)

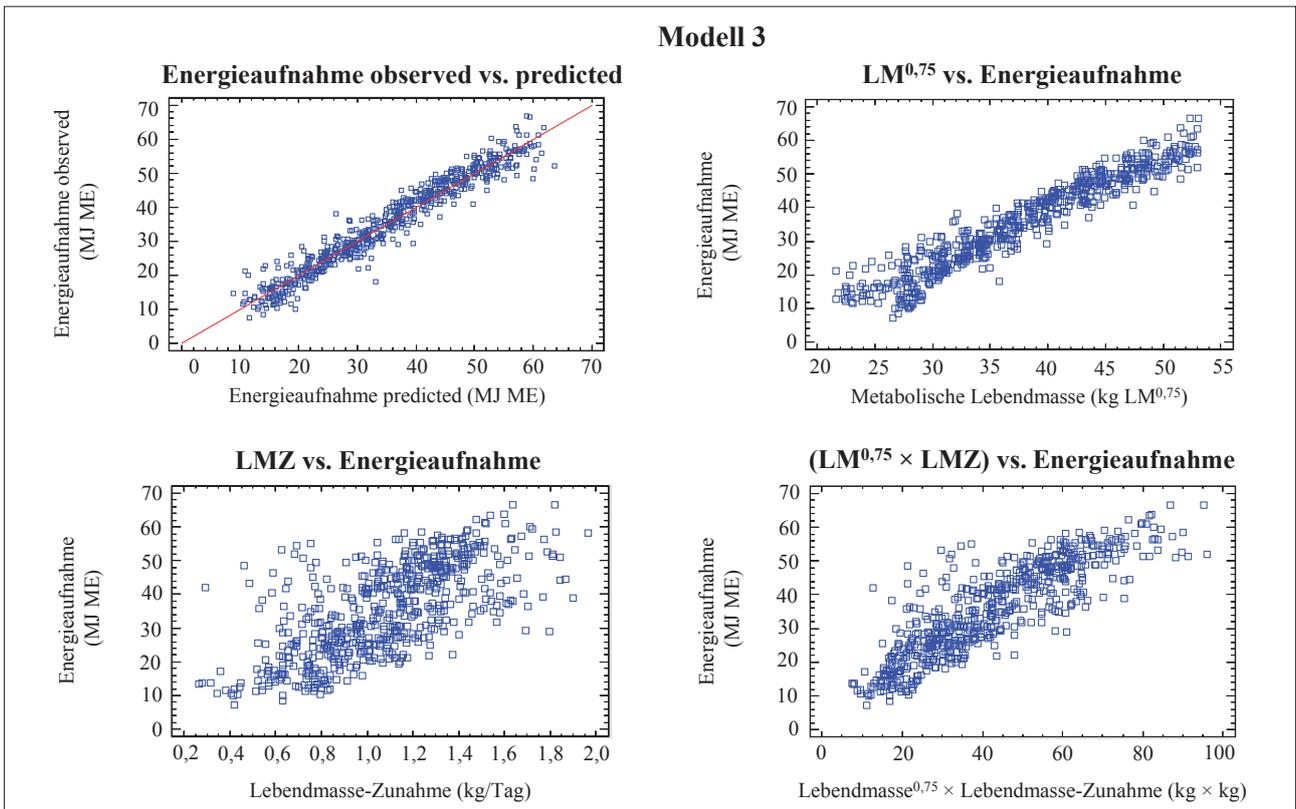


Abbildung 5: Ableitung des Energieaufwandes (Modell 3)

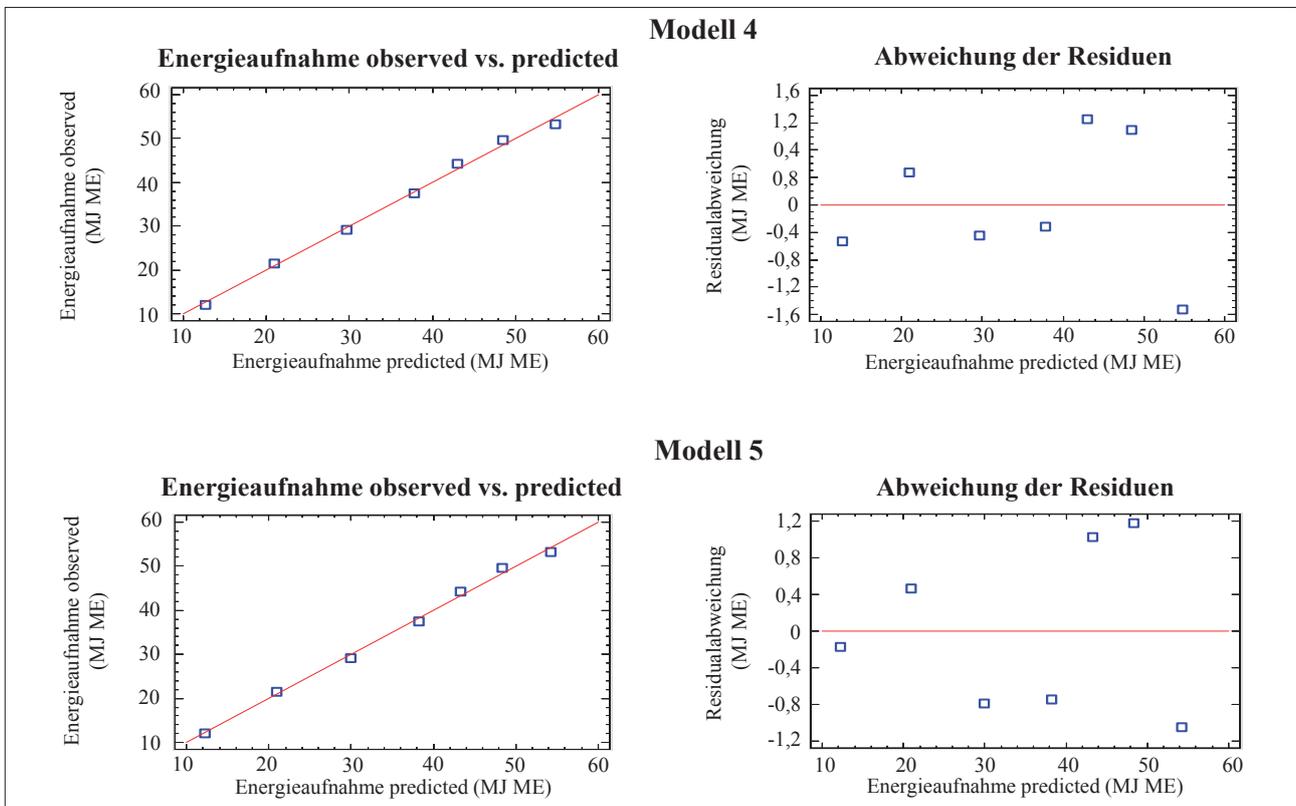


Abbildung 6: Ableitung des Energieaufwandes (Modell 4 und 5)

Lebendmasse-Zunahme als eigene Regressionsvariable als nicht signifikant erwies (*Abbildung 6* unten). Beide Modelle können den tatsächlichen Energieaufwand sehr gut abbilden, mit leichten Vorteilen des Modells 5, d.h. mit der Berücksichtigung der Interaktion zwischen LM und LMZ.

$$(4) \text{ Energiebedarf (MJ ME)} = 0,170 \times \text{LM}^{0,75} + \text{LMZ} \times 5,309 \times (1 + (4,088 \times (\text{LM}/139)))$$

$$R^2 = 99,4 \%, \text{ RSD} = 1,2 \text{ MJ ME [Modell 4]}$$

$$(5) \text{ Energiebedarf (MJ ME)} = 0,142 \times \text{LM}^{0,75} + 0,697 \times (\text{LM}^{0,75} \times \text{LMZ})$$

$$R^2 = 99,9 \%, \text{ RSD} = 1,0 \text{ MJ ME [Modell 5]}$$

Die Auswertungen zeigen, dass mit dem vorliegenden Datenmaterial Futtermittelaufnahme und Energieaufwand von Jungrindern mit zufriedenstellender Genauigkeit abgeschätzt werden können. Rassenspezifische Aussagen erfordern noch eine Ergänzung von Holstein-Daten. Ein direkter Vergleich mit den „Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchttrindern“ (GfE 1997) ist nicht möglich, da der Bereich der Lebendmasse-Zunahme in dieser Quelle mit 400 bis 800 g/Tag deutlich niedriger ist im vorliegenden Datenmaterial.

6. Literatur

ALPS, H. und G. AVERDUNK, 1984: Ein Beitrag zur Frage der Abhängigkeit von Merkmalen der Milchleistung und der Fleischleistung beim Fleckvieh. *J. Anim. Breed. Genet.* 101, 350-358.

ADR (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter), 2018: Rinderproduktion in Deutschland 2017. Broschüre. Herausgeber: Bundesverband Rind und Schwein e.V. Adenauerallee 174, 53113 Bonn.

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) – Ausschuss für Bedarfsnormen, 1995: Empfehlungen zur Energie- und

Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 85 S.

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) – Ausschuss für Bedarfsnormen, 1997: Empfehlungen zur Energieversorgung von Aufzuchtkälbern und Aufzuchttrindern. *Proc. Soc. Nutr. Nutr.* 6 (1997), 201-215.

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 Futtermittelaufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 116. VDLUFA-Kongress, Rostock, 13.-17. September 2004, Kongressband 2004, 484-504.

GRUBER, L. und M. LEDINEK, 2017: Effizienz der Milchproduktion in Abhängigkeit von Genotyp und Lebendmasse. 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.-06. April 2017, Irnding, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017, 23-39.

INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (Ed. R. Jarrige). John Libbey Eurotext London-Paris-Rome. 389 S.

MENKE, K.H., 1987: Richtzahlen für die praktische Fütterung. In: Tierernährung und Futtermittelkunde (K.H. Menke und W. Huss), 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 115f.

PIRCHNER, F., 1979: Genetischer Antagonismus bei Rindern. *Züchtungskunde* 51, 423-433.

Statgraphics Centurion 17, 2014: Statistical Analysis and Data Visualization Software.

VEERKAMP, R.F., 1998: Selection for economic efficiency of dairy cattle using information on live weight and feed intake: A review. *J. Dairy Sci.* 81, 1109-1119.

ZuchtData, 2017: ZuchtData Jahresbericht. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH (Egger-Danner et al.), 78 S.