

# Effizienz bei Milchkühen – Einfluss von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium

*Efficiency of dairy cows – influence of breed, lactation and stage of lactation*

Leonhard Gruber<sup>1\*</sup> und Martin Stegellner<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Auf 19 landwirtschaftlichen Fachschulen in Österreich wurden im Jahr 2012 in jedem Quartal bei insgesamt 701 Kühen (Laktationszahl von 1 bis 15) der Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer, Brown Swiss, Red Holstein und Holstein Friesian (FV, BV, PI, BS, RH, HF) sowie diversen Kreuzungen die Lebendmasse, die Körpermaße und die Körperkondition erhoben. Aus den Daten der Milchleistungskontrolle (Milchmenge und Milchinhaltsstoffe) wurde die Effizienz pro kg Lebendmasse (LM) kalkuliert (Milch pro LM, ECM pro LM, Fett und Eiweiß pro LM; in g/kg) und der Einfluss von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium statistisch analysiert. Es wurden 7 Rassen-Gruppen gebildet (FV 100-87,5, FV 87,5-50, BV 100/PI 100-87,5, PI 87,5-50, BS 100-50, RH 87,5-50, HF 100/RH 100-87,5), 5 Klassen an Laktationszahlen (1, 2, 3, 4 und  $\geq 5$ ) und 13 Klassen (Monate) an Laktations- sowie Trockenstehzeit (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 sowie 12, 13).

Die Rassen unterschieden sich hinsichtlich Lebendmasse, Milchleistung und Effizienz hochsignifikant ( $P < 0,001$ ). Mit steigender Milchbetonung ging die Lebendmasse zurück (761, 766, 726, 739, 698, 712, 665 kg LM), die Milchleistung nahm wie erwartet zu (25,5, 26,1, 20,6, 25,8, 28,2, 27,9, 28,4 kg ECM/d), ebenso stieg die Effizienz mit dem Grad der Milchbetonung an (34,0, 34,5, 30,2, 34,8, 41,8, 39,0, 43,1 g ECM/kg LM). Für die objektive Gesamtbeurteilung einer Rasse muss auch die Mastleistung der Nachkommen miteinberechnet werden. Auch die Laktationszahl übte auf Lebendmasse und Milchleistung einen hochsignifikanten Einfluss auf. Die Milcheffizienz erhöht sich mit der Laktationszahl der Kühe, weil die Milchleistung mit dem Alter in einem höheren Ausmaß ansteigt als die Lebendmasse. Die Lebendmasse betrug in den 5 Laktationsklassen 654, 713, 741, 755, 757 kg ( $P < 0,001$ ), die Milchleistung 22,5, 25,9, 26,7, 28,2, 27,0 kg ECM/d ( $P < 0,001$ ) und die Effizienz belief sich auf 35,4, 37,1, 37,1, 38,4, 35,9 g ECM/kg LM ( $P = 0,047$ ). Hinsichtlich Laktationsstadium erreichte die Lebendmasse im 3. Laktationsmonat den Tiefpunkt, während sowohl Milchleistung als auch Effizienz mit fortschreitender Laktation abnahmen. Bei der Beurteilung der Effizienz ist folglich das Laktationsstadium unbedingt zu

## Abstract

Nineteen Austrian agricultural colleges represented the localities for the assessment of live weight, body measurements, and body condition of 701 cows (lactation number 1 – 15) of the breeds Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer, Brown Swiss, Red Holstein and Holstein Friesian (FV, BV, PI, BS, RH, HF) as well as different crossbreeds in each quarter of 2012. The data from milk yield recording (milk yield and content) offered the basis for the calculation of efficiency per kg live weight (milk per LW, ECM per LW, fat and protein per LW; g/kg) and for a statistical analysis of the influence of breed, lactation number and stage of lactation. Seven breed groups (FV 100-87.5, FV 87.5-50, BV 100/PI 100-87.5, PI 87.5-50, BS 100-50, RH 87.5-50, HF 100/RH 100-87.5), five categories in terms of lactation number (1, 2, 3, 4 and  $\geq 5$ ) as well as 13 classes (months) concerning lactation and dry period (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 and 12, 13) were composed.

The breeds showed highly significant differences in terms of live weight, milk yield and efficiency ( $P < 0.001$ ). The higher the milk yield potential was, the less live weight they showed (761, 766, 726, 739, 698, 712, 665 kg LM) and the milk yield increased, as expected (25.5, 26.1, 20.6, 25.8, 28.2, 27.9, 28.4 kg ECM/d). Likewise efficiency increased with the level of milk yield potential (34.0, 34.5, 30.2, 34.8, 41.8, 39.0, 43.1 g ECM/kg LM). For an objective overall assessment of a breed it is also important to consider the fattening performance of the progeny. Lactation number also had a highly significant impact on live weight and milk yield. Milk efficiency increased with increasing lactation number of the cows, because with increasing age the milk yield uses to increase to a higher extent than live weight. In the 5 classes of lactation number the live weight amounted to 654, 713, 741, 755, 757 kg ( $P < 0.001$ ), milk yield to 22.5, 25.9, 26.7, 28.2, 27.0 kg ECM/d ( $P < 0.001$ ) and efficiency accounted for 35.4, 37.1, 37.1, 38.4, 35.9 g ECM/kg LW ( $P = 0.047$ ). Concerning the stage of lactation live weight achieved a nadir in the 3<sup>rd</sup> month of lactation, whereas milk yield as well as efficiency decreased with proceeding lactation. Accordingly, the stage of lactation has to be considered when assessing the efficiency and has to be expressed in terms of milk yield per standard lactation.

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: [leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at](mailto:leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at)

berücksichtigen bzw. auf der Basis Milchleistung pro Standardlaktation zu kalkulieren.

Es zeigten sich leicht positive partielle Korrelationen zwischen Milchleistung und Lebendmasse ( $r = +0,13$  bis  $+0,16$ ) und deutliche negative Korrelationen zwischen Milcheffizienz und Lebendmasse ( $r = -0,25$  bis  $-0,29$ ). Höhere Milchleistungen gehen also mit Kühen von höherer Lebendmasse und größerem Rahmen einher. Dementsprechend geht allerdings die Milcheffizienz mit steigender Lebendmasse zurück, und zwar deutlicher als die Lebendmasse mit der Milchleistung ansteigt. Die negativen Korrelationen zwischen BCS und Milchleistung sowie Milcheffizienz deuten darauf hin, dass eine höhere Milchleistung und günstige Milcheffizienz zu verstärkter Mobilisation und den damit verbundenen Stoffwechselproblemen führt.

*Schlagwörter:* Effizienz, Lebendmasse, Rasse, Laktationszahl, Laktationsstadium

Slightly positive partial correlations existed between milk yield and live weight ( $r = +0.13$  to  $+0.16$ ) and significantly negative correlations were found between milk efficiency and live weight ( $r = -0.25$  to  $-0.29$ ). After all higher milk yields come along with cows of higher live weight and larger skeletal frame. On the other hand, milk efficiency shows a decrease with increasing live weight – namely more significantly than the increase of milk yield with a higher live weight. The negative correlations between BCS and milk yield as well as milk efficiency point to the fact, that a higher milk yield and milk efficiency lead to enhanced mobilisation and the corresponding metabolism problems.

*Keywords:* efficiency, live weight, breed, lactation number, stage of lactation

## 1. Einleitung und Problemstellung

Die Milchleistung der Kühe ist in Österreich von 1950 bis 2010 von etwa 3.000 auf 6.850 kg pro Kuh und Laktation gestiegen (ZAR 2011), im Durchschnitt um 64 kg pro Jahr. Seit dem Jahr 2012 liegt die durchschnittliche Herdenleistung eines österreichischen Betriebes über 7.000 kg Milch pro Kuh und Jahr und dieser Trend hält an (ZAR 2014). In anderen Ländern der westlichen Welt sind das Milchleistungsniveau und dessen jährliche Steigerung noch deutlich höher (LUCY 2001, KNAUS 2009). Diese hohen Milchleistungen beruhen einerseits auf der Verbesserung der genetischen Grundlage durch Zuchtmaßnahmen (Selektion und Kreuzung) und andererseits auf der Verbesserung der Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau), sowie auf tiergerechteren Haltungsbedingungen (Laufstall, Stallklima, Kuhkomfort etc.).

Da Milchleistung und Lebendmasse genetisch positiv korreliert sind, führt die Zucht auf Milchleistung zu Tieren mit höherer Lebendmasse und größerem Rahmen (KROGMEIER 2009). Dies erhöht auch den Erhaltungsbedarf. Somit muss eine Kuh mit höherer Lebendmasse mehr Milch produzieren, um die gleiche Nährstoffeffizienz zu erlangen wie eine Kuh mit geringerer Lebendmasse. Eine 850 kg schwere Kuh müsste 8.100 kg Milch pro Jahr geben, um die Nährstoffeffizienz einer 550 kg schweren Kuh mit 5.900 kg Milch zu erreichen (STEINWIDDER 2009). Nach GRUBER et al. (2004) erhöht sich die Gesamtfuttermittelaufnahme pro kg Milchleistung durchschnittlich nur um 0,22 kg TM. Daher ist eine höhere Energiekonzentration für die Deckung des zusätzlichen Nährstoffbedarfes nötig. Auf dieser Basis berechnete STEINWIDDER (2009) einen Kraftfutteranteil von 18 % für eine 550 kg schwere Kuh, aber einen Anteil von 27 % für eine Kuh mit 850 kg. GRUBER (2013) hat auf Basis der Nährstoffversorgungsempfehlungen der GfE (2001) errechnet, dass Kühe im Durchschnitt um 844 kg ECM mehr leisten müssen, wenn ihre Lebendmasse um 100 kg ansteigt, um die gleiche Nährstoffeffizienz (4,75 MJ NEL pro kg ECM) zu erreichen. THOMET et al. (2002) und STEINWIDDER (2009) weisen darauf hin, dass für eine zukünftig effiziente Ressourcennutzung die Einbeziehung der Lebendmasse in der Milchviehzucht nötig ist.

In der vorliegenden Arbeit wird auf Basis eines umfangreichen Datenmaterials die Lebendmasse und Milchleistung – sowie davon abgeleitet – die Effizienz der Milchleistung für die gängigsten Rassen und deren Kreuzungen in Abhängigkeit von Laktationszahl und Laktationsstadium beschrieben.

## 2. Literaturübersicht

Die Effizienz der Milchkühe, insbesondere die Futtereffizienz, beschäftigt die Wissenschaft schon seit langer Zeit. Bereits 1864 wurde von Professor Kühn auf die Bedeutung der Futterausnutzungs- und Futterverwertungsfähigkeit der Kühe hingewiesen (KÜHN 1864 in GRAVERT 1985).

Nach GRAVERT (1985) besteht ein enger Zusammenhang zwischen Milchleistung und Futtereffizienz. Dieser Autor berichtet von einer partiellen Korrelation zwischen Milchleistung und Futtereffizienz von 0,91 (unter Konstanthaltung der Körpergröße). Weiters wurde eine genetische Korrelation zwischen FCM und Futtereffizienz im Ausmaß von 0,95 ermittelt. Die partielle Korrelation zwischen Futtereffizienz und Körpergröße (unter Konstanthaltung der Milchleistung) wird mit 0,33 beschrieben. Dies bedeutet, dass bei gleicher Milchleistung kleinere Kühe effizienter sind als größere (GRAVERT 1985, YEREX et al. 1988). Dennoch sind größere Tiere in der Futterverwertung häufig effizienter als kleinere, da sie den steigenden Erhaltungsbedarf durch höhere Milchleistung kompensieren (GRAVERT 1985). HOOVEN et al. (1968) ermittelten genetische Korrelationen zwischen Effizienz und Milchleistung im Ausmaß von 0,92, zwischen Effizienz und Lebendmasse im Ausmaß von 0,17 und zwischen Lebendmasse und Milchmenge im Ausmaß von 0,28. Dies bedeutet, dass die Effizienz ganz entscheidend von der Höhe der Milchleistung bestimmt wird, die Effizienz allerdings mit steigender Lebendmasse zurückgeht und auch ein positiver Zusammenhang zwischen Lebendmasse und Milchleistung besteht. Die Rasse hat einen großen Einfluss auf die Futtereffizienz. DILLON et al. (2003) beschreiben einen signifikanten Effekt der Rasse auf die Trockenmasseaufnahme pro 100 kg LM bzw. pro 100 kg metabolischer LM. So haben HF-Kühe eine höhere Trockenmasseaufnahme als Kühe der Rassen Montbéliarde (MB) und Normande (NM).

Die Gewichtsveränderung vom Zeitpunkt der Abkalbung bis zum Ende der Laktation hat einen signifikanten Einfluss auf die Futtereffizienz, gemessen in FCM pro verbrauchte Nettoenergie (HOOVEN et al. 1968). HICKMAN und BOWDEN (1971) stellten fest, dass durch eine Steigerung der Effizienz bei HF-Kühen die Gewichtszunahmen innerhalb der Laktation abnehmen, aber die Abkalbegewichte gleich bleiben. Dies wird eher durch eine bessere Verwertbarkeit des Futters als durch Mobilisation von Körperfettreserven bestimmt. Zudem bedingt die Selektion auf Futtereffizienz eine Abnahme der Körpergrößen der Tiere.

STEINWIDDER (2009) kam in einer Modellrechnung zu dem Ergebnis, dass eine 550 kg schwere Kuh mit einer jährlichen Milchleistung von 5.900 kg ECM eine vergleichbare Futterkonvertierungseffizienz aufweist wie eine 850 kg schwere Kuh mit 8.100 kg ECM. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die Milchleistung einer Kuh mit steigender Lebendmasse je 100 kg Lebendmasse um 12 - 13 % ansteigen muss, um die gleiche Futterkonvertierungseffizienz zu erreichen. Da aber der Futteraufnahmeanstieg bei steigender Lebendmasse und Milchleistung nicht ausreicht, um den zusätzlichen Erhaltungsbedarf zu decken, müssen Kühe mit höherer Lebendmasse zu Erzielung der gleichen Futterkonvertierungseffizienz eine konzentriertere, kraftfutterbetontere Ration erhalten. Dies wiederum erhöht die Anfälligkeit für Stoffwechselstörungen (STEINWIDDER 2009).

Spezialisierte Milchrassen sind hinsichtlich Milcheffizienz gegenüber Zweinutzungsrassen im Vorteil, da sie bei gleicher Lebendmasse eine deutlich höhere Milchleistung aufweisen (THOMET 2007). Vor allem in Low-Input-Produktionssystemen eignen sich laut HAIGER und KNAUS (2010) auf Lebensleistung gezüchtete Holstein Friesian-Kühe besser als Fleckviehkühe, da diese um 17 % leichter sind und bei etwa gleicher Milchleistung 8 % weniger Futterenergie pro kg ECM benötigen. Dies ermöglicht eine höhere Flächeneffizienz. Nach HAIGER und KNAUS (2010) ist folglich die forcierte Zucht auf größere bzw. schwerere Tiere – wegen ihrer höheren Futteraufnahme und Leistung – ganzheitlich betrachtet ein Trugschluss. Deshalb sollte bei der Zuchtwertschätzung die ECM-Leistung auf die metabolische Lebendmasse bezogen werden. COLEMAN et al. (2010) sehen den Parameter 'kg ECM pro kg met. LM' nur als ersten Schritt in Richtung der Definition der tatsächlichen Effizienz. Sie soll in Zukunft auch die Variation der Lebendmasse und Körperkondition und idealerweise den Futtermittelverbrauch beinhalten.

Auf Flächenleistung bezogen zeigen kleinere Tiere eine höhere Effizienz als größere. In einem dreijährigen Versuch von THOMET (2007) produzierte die Herde von kleineren Tieren eine um 9,1 % bzw. 5,8 % höhere Milchmenge im Vergleich zu den größeren Tieren bei gleichem Herdengesamtgewicht.

Damit gezielt auf Futtereffizienz selektiert und gezüchtet werden kann, ist die Heritabilität dieses Parameters von entscheidender Bedeutung. Nach HOOVEN et al. (1968) ist die Heritabilität der Futtereffizienz (0,46) um 0,16 niedriger als die der Milchleistung (0,62). Somit ist die indirekte Selektion auf Futtereffizienz über die Milchleistung genau so effektiv wie die direkte Selektion auf Futtereffizienz (FREMAN 1967, HOOVEN et al. 1968, HICKMAN und BOWDEN 1971, GRAVERT 1985). Angaben zu Heritabi-

lität von Milcheffizienzparametern (Milch bzw. ECM pro LM, Fett und Eiweiß pro LM) konnten in der Literatur nicht gefunden werden.

### 3. Material und Methoden

#### 3.1 Datenerhebung

Auf 19 landwirtschaftlichen Fachschulen aus allen Bundesländern Österreichs wurden insgesamt 701 Kühe vierteljährlich gewogen und gemessen. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich von Februar 2012 bis Jänner 2013. Mitarbeiter und Schüler der jeweiligen Fachschulen erhoben mittels Viehmessstock und Viehmaßband sechs genau definierte Körpermaße. Der Brustumfang wurde unmittelbar nach der Vorderhand, der Bauchumfang an der größten Stelle des Bauchumfanges, die Brusttiefe unmittelbar nach der Vorderhand, die Kreuzhöhe im Bereich der Hüfthöcker als senkrechter Abstand vom Kreuzbein zum Boden, die Mittelhandlänge als Strecke vom Widerrist bis zur gedachten Linie der beiden Hüfthöcker und die Körperbreite wurde auf Höhe des Beckens gemessen. Die Lebendmasse wurde mit Viehwaagen einmal pro Erhebung auf den jeweiligen Betrieben festgestellt. Die Beurteilung der Körperkondition anhand einer 5-Punkte-Skala nach EDMONSON et al. (1989) wurde durch Mitarbeiter der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die Milchleistungsdaten aller Kühe im Erhebungszeitraum wurden von der ZuchtData zur Verfügung gestellt. Um die Milchleistung der Kühe am entsprechenden Erhebungstag zu schätzen, wurden die Milchleistungsdaten der Leistungskontrolle vor und nach dem Erhebungstag linear interpoliert. Die Laktations- und Trockenstehtage wurden mit Hilfe des vorangegangenen Abkalbedatums ermittelt. Die Abstammungsdaten mit den entsprechenden Kreuzungsrassen und Fremdgenanteilen aller Tiere wurden ebenfalls von der ZuchtData bereitgestellt.

#### 3.2 Einteilung in Klassen für Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium

Auf Grund der Verteilung der Untersuchung über das gesamte Bundesgebiet waren die gängigsten in Österreich vertretenen Rassen vorhanden (Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer, Brown Swiss, Red Holstein und Holstein Friesian; FV, BV, PI, BS, RH, HF) sowie auch diverse Kreuzungen, wie sie sich aus der Zuchtpraxis ergeben. Aus den 'reinen' Rassen und den Kreuzungstieren mit unterschiedlichem Fremdgenanteil wurden folgende 7 Klassen an Rassen gebildet (FV 100-87,5, FV 87,5-50, BV 100/PI 100-87,5, PI 87,5-50, BS 100-50, RH 87,5-50, HF 100/RH 100-87,5). Die Zahlen hinter der Rasse geben den prozentuellen Genanteil der Eigenrasse an, der Rest auf 100 ist der jeweilige Fremdgenanteil. Im Falle von Fleckvieh und Pinzgauer war der Kreuzungspartner vorwiegend Red Holstein, bei Brown Swiss und Red Holstein wurde hauptsächlich mit Holstein Friesian eingekreuzt. Weiters wurden 5 Klassen an Laktationszahlen (1, 2, 3, 4 und  $\geq 5$ ) und 13 Klassen (Monate) an Laktations- sowie Trockenstehtage gebildet (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 sowie 12, 13; d.h. 11 Monate für die Laktation und 2 Monate für die Trockenstehtage).

Die Verteilung der Daten in den verschiedenen Klassen der Laktationszahl und des Laktations- bzw. Trockenstadiums innerhalb der 7 Rassen-Gruppen ist in *Tabelle 1* angeführt. Bei einer Gesamtanzahl von  $N = 2.221$  waren Fleckvieh (Rasse 1 und 2) mit  $n = 953$  Erhebungen und Brown Swiss (Rasse 5) mit  $n = 658$  Erhebungen am häufigsten vertreten. Holstein (Rasse 6 und 7) trug mit  $n = 374$  in etwas geringerem Umfang zu den Daten bei. Bezüglich Laktationszahl ging die Anzahl der Daten mit steigendem Alter zurück, wie es auch dem natürlichen Altersaufbau einer Herde entspricht (680, 437, 351, 264, 489 in Laktation 1, 2, 3, 4,  $\geq 5$ ). Hinsichtlich Laktationsstadium war die Verteilung ausgeglichen (durchschnittlich  $n = 153$  je Stadium). Insgesamt zeigt die Aufstellung, dass die einzelnen Unterklassen für eine statistische Analyse vollständig und ausreichend mit Daten besetzt sind. Eine ‘Summary Statistic’ über die wichtigsten Parameter nach Schule und Rasse ist im Tabellenanhang angeführt (*Tabelle A1* und *A2*). Die *Tabelle A1* zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Schulen hinsichtlich Milchleistung, Milcheffizienz sowie Lebensmasse und Körpermaßen, die zum Teil durch die verschiedenen Rassen, aber auch durch unterschiedliches Management- und Umweltniveau bedingt sind. Auch die in *Tabelle A2* angeführten Ergebnisse zu den einzelnen Rassen sind von diversen Unterschieden im Management und Futterniveau überlagert.

### 3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikprogramm SAS (Version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedur MIXED durchgeführt. Zur Analyse der Daten wurde folgendes Modell angewendet:

$$Y_{ijklmn} = \mu + R_i + L_j + Z_k + S_l + (R \times L)_{ij} + (R \times Z)_{ik} + (L \times Z)_{jk} + K(S)_m + \mathcal{E}_{ijklmn}$$

$Y_{ijklmn}$  = Beobachtungswert des abhängigen Parameters  
 $\mu$  = Intercept  
 $R_i$  = fixer Effekt der Rasse  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ )  
 $L_j$  = fixer Effekt der Laktationszahl  $j$  ( $j = 1, 2, 3, 4, \geq 5$ )  
 $Z_k$  = fixer Effekt der Zeit  $k$  ( $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; 12, 13$ )  
 $S_l$  = fixer Effekt der Schule ( $l = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19$ )  
 $(R \times L)_{ij}$  = Wechselwirkung zwischen Rasse  $i$  und Laktationszahl  $j$   
 $(R \times Z)_{ik}$  = Wechselwirkung zwischen Rasse  $i$  und Laktationsstadium  $k$   
 $(L \times Z)_{jk}$  = Wechselwirkung zwischen Laktationszahl  $j$  und Laktationsstadium  $k$   
 $K(S)_m$  = zufälliger Effekt Kuh genestet innerhalb Schule  
 $\mathcal{E}_{ijklmn}$  = Restkomponente

Auf Grund der Struktur der Daten (verschiedene Schulbetriebe, mehrere Kühe innerhalb Schule) wurde der (zufällige) Effekt des Tieres mit dem Statement RANDOM Kuh(Schule) berücksichtigt. Als Kovarianzstruktur im Statement RANDOM wurde Type = VC (Variance components) gewählt, das bei Testläufen mit den wichtigsten Parametern den geringsten AIC-Wert (Akaike information criterion) ergab (‘smaller is better’). Die für den Test der fixen Effekte festzulegende Anzahl der Freiheitsgrade im Nenner wurde nach der Methode KENWARD-ROGER näherungsweise ermittelt. Multiple Vergleiche der Least

*Tabelle 1: Verteilung der Daten in den Klassen für Laktationszahl, Laktations- bzw. Trockenstadium innerhalb der Rassen*

	Rasse							Summe
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Laktationszahl</b>								
1	239	53	16	53	187	57	75	680
2	151	28	24	12	134	60	28	437
3	135	28	10	16	106	22	34	351
4	89	38	22	25	69	9	12	264
$\geq 5$	139	53	14	44	162	27	50	489
Summe	753	200	86	150	658	175	199	2.221
<b>Laktation / Trockenstehzeit</b>								
laktierend	649	172	66	128	586	152	179	1932
trocken	104	28	20	22	72	23	20	289
Summe	753	200	86	150	658	175	199	2.221
<b>Laktations- bzw. Trockenstadium</b>								
1	51	30	8	17	65	18	23	212
2	64	11	2	9	55	8	12	161
3	72	15	7	12	56	15	20	197
4	54	14	6	13	60	15	22	184
5	50	16	9	12	48	19	17	171
6	61	15	5	10	35	15	15	156
7	62	11	6	10	34	11	11	145
8	42	13	4	6	48	11	18	142
9	56	18	6	7	57	13	14	171
10	50	10	3	9	28	8	7	115
11	41	7	4	8	35	5	6	106
12	36	13	11	8	30	4	8	110
13	54	6	2	4	34	13	9	122
Summe	693	179	73	125	585	155	182	1.992

Squares-Mittelwerte wurden mit der PDIFF Option des LS-MEANS Statements nach der Methode TUKEY-KRAMER berechnet. Als Signifikanzschwelle diente eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ( $P < 0,05$ ). Zur Kalkulation der Restkomponente wurde der RMSE-Wert (root mean square error) als Wurzel des Residual-Wertes herangezogen. Die partiellen Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern wurden mit der Prozedur GLM unter Verwendung des gleichen (oben angeführten) Modells errechnet, d.h. unter Berücksichtigung der fixen Effekte von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium und deren Wechselwirkungen sowie des fixen Effekts der Schule und dem zufälligen Effekt der Kuh innerhalb Schule.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

Der Einfluss der Haupteffekte Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium auf Lebendmasse, Milchleistung und Milcheffizienz ist in *Tabelle 2* und *3* sowie den *Abbildungen 1 - 3* angeführt. Der Einfluss der Wechselwirkungen zwischen diesen Effekten ist in *Abbildung 4* dargestellt.

### 4.1 Einfluss der Rasse

Der Faktor Rasse übte in nahezu allen Kriterien der Milchleistung und Milcheffizienz sowie Lebendmasse und Körpermaße einen hochsignifikanten Einfluss aus ( $P < 0,001$ ). Nur im Gehalt an Milchinhaltsstoffen traten zwischen den Rassen keine signifikanten Unterschiede auf, ebenso bei der Körperbreite. Die Milchleistungen der kombinierten Zweinutzungsrasen FV 100-87,5, FV 87,5-50 und PI 87,5-50 waren recht ähnlich (25,5, 26,1, 25,8 kg ECM/d). Dagegen lag die Leistung der milchbetonten Gruppen – wie zu erwarten – auf einem signifikant höheren Niveau (28,2, 27,9, 28,4 kg ECM/d). Die Differenz zwischen diesen Gruppen macht knapp 2,4 kg ECM/d aus (*Abbildung 1*). Nur die Gruppe BV 100/PI 100-87,5 zeigte eine deutlich geringere Milchleistung (20,6 kg ECM/d). Bei der Interpretation dieser Milchleistungsergebnisse ist zu beachten, dass sie wohl hinsichtlich Laktationszahl und Laktationsstadium statistisch korrigiert sind (LS-Means), allerdings das Umweltniveau (besonders Kraftfuttermenge, Grundfutterqualität) nicht berücksichtigt werden konnte, da diesbezüglich keine Erhebungen durchgeführt wurden. Allerdings wird vom fixen Effekt ‘Schule’ ein bestimmter Anteil dieser Umwelteinflüsse übernommen.

Die offiziellen Ergebnisse der ZAR (2014) weisen für Fleckvieh, Braunvieh, Holstein und Pinzgauer Leistungen von 7.103, 7.111, 8.483 und 5.616 kg Milch aus (305-Tage-Standardlaktation) bzw. 536, 541, 625 und 402 kg Fett und Eiweiß. Daraus errechnen sich 7.199, 7.234, 8.459 und 5.460 kg ECM. Daraus geht hervor, dass der Unterschied zwischen Fleckvieh und Holstein in der vorliegenden Untersuchung geringer ist als im österreichischen Populationsdurchschnitt. Weiters lagen die Leistungen von Brown Swiss und Pinzgauer in der vorliegenden Untersuchung relativ zu Fleckvieh höher als in der offiziellen Milchleistungsstatistik. Die Ursachen für diese Diskrepanzen liegen aller Wahrscheinlichkeit nach im unterschiedlichen Futterniveau der einzelnen Schulbetriebe (im Vergleich zum Landesdurchschnitt) und im unterschiedlichen Anteil an (milchbetonten) Kreuzungspartnern (im Vergleich zum durchschnittlichen Fremdenanteil der jeweiligen Rasse

in Österreich; dies betrifft besonders den Anteil von Red Holstein bei Pinzgauer).

Die höhere Leistung von milchbetonten Zweinutzungsrasen im Vergleich zu kombinierten ergibt sich aus der unterschiedlichen Verteilung der aufgenommenen Nährstoffe in Richtung Milcherzeugung bzw. Körperretention sowie auch aus der mit der Züchtung auf Milchleistung verbundenen Veranlagung zu verstärkter Mobilisation (YAN et al. 2006). Dies wurde in vielen Versuchen bestätigt – auch unter Berücksichtigung verschiedener Futterniveaus (Genotyp-Umwelt-Interaktion). Entsprechende Ergebnisse sind in der Literaturübersicht zusammengestellt (*Tabelle A3*). Für den mitteleuropäischen Raum wird auf umfangreiche Feldversuche von HAIGER und Mitarbeiter verwiesen (HAIGER et al. 1987, HAIGER und SÖLKNER 1995, HAIGER und KNAUS 2010). Auch in umfangreichen und langfristigen Fütterungsversuchen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden häufig kombinierte und milchbetonte Zweinutzungsrasen – unter identischen Umweltbedingungen (Haltung, Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) – verglichen (GRUBER et al. 1991, GRUBER et al. 1995, GRUBER et al. 2014, LEDINEK und GRUBER 2014). In der Schweiz wurden vor allem Fleckvieh und Braunvieh mit Brown Swiss und Holstein verglichen (KÜNZI 1969, ZAUGG 1976, BIERI 1982) und in Holland Schwarzbunte und Rotbunte mit Holstein und Jersey (KORVER 1982, OLDENBROEK 1984 a und b, OLDENBROEK 1986, OLDENBROEK 1988). Die milchbetonten Tiere wiesen durchwegs eine höhere Milchleistung auf und ganz besonders eine günstigere Milcheffizienz (Milch pro LM, Milch pro Futter).

In der vorliegenden Untersuchung ging die Lebendmasse mit dem Grad der Milchbetonung zurück (*Abbildung 1*). Kühe der Rasse Fleckvieh wogen etwas mehr als 760 kg (FV 100-87,5, FV 87,5-50), Brown Swiss-Kühe hatten eine Lebendmasse von 698 kg und Holstein-Kühe eine Lebendmasse von 665 kg (*Tabelle 2*). Dies wird in zahlreichen Versuchen bestätigt (siehe Literaturübersicht in *Tabelle A3*). Die Nutzungsrichtung der Kühe und die daraus sich ergebenden Körperproportionen spiegeln sich auch in den Körpermaßen wider, die durchwegs ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Rassen aufweisen. Relativ zur Lebendmasse sind milchbetonte Kühe im Vergleich zu kombinierten Kühen höher und schmaler sowie auch länger (*Tabelle 2*). Und wie zu erwarten, ist das unterschiedliche Mobilisationsvermögen der Kuhtypen auch an der Körperkondition sichtbar. Die kombinierten Typen weisen 3,50, 3,46, 3,70, 3,42 BCS auf (FV 100-87,5, FV 87,5-50, BV 100/PI 100-87,5, PI 87,5-50), während die milchbetonten Kühe durch niedrigere Körperkondition charakterisiert sind (2,91, 3,15, 2,97 BCS für BS 100-50, RH 87,5-50, HF 100/RH 100-87,5).

Aus Milchleistung und Lebendmasse errechnet sich der Effizienzparameter ‘Milchleistung pro Lebendmasse’ (in g Milch/kg LM bzw. g ECM/kg LM oder g FettEiw/kg LM). In allen diesen Effizienzparametern weisen die im vorliegenden Versuch geprüften Rassen bzw. Genotypen signifikante Unterschiede auf. Wie sich aus der Diskussion der Ergebnisse für Milchleistung und Lebendmasse abzeichnet, ergeben sich für kombinierte Kuhtypen geringere Effizienzwerte als für milchbetonten Kühe. Die Kühe der Rasse Fleckvieh und Pinzgauer erreichen eine Effizienz von etwa 34 bis 35 g ECM/kg LM (34,0, 34,5, 34,8 g für FV 100-

Tabelle 2: Einfluss der fixen Effekte Rasse und Laktationszahl auf Milchleistung, Lebendmasse und Körpermaße sowie Milcheffizienz

Parameter	Einheit	Rasse (R)				Laktationszahl (L)							RMSE	R	P-Wert		R × L
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4			≥5	L	
<b>Milchleistung</b>																	
Milchleistung	kg	24,4 <sup>b</sup>	25,1 <sup>bc</sup>	20,8 <sup>a</sup>	25,8 <sup>bcd</sup>	27,5 <sup>cd</sup>	27,6 <sup>cd</sup>	28,2 <sup>d</sup>	22,2 <sup>a</sup>	25,3 <sup>b</sup>	26,2 <sup>bc</sup>	27,7 <sup>c</sup>	26,6 <sup>bc</sup>	3,7	<0,001	<0,001	0,102
Fettegehalt	%	4,37	4,34	3,85	4,11	4,22	4,19	4,19	4,13	4,19	4,23	4,19	4,17	0,54	0,736	0,736	0,875
Eiweißgehalt	%	3,53	3,51	3,46	3,42	3,48	3,40	3,40	3,45	3,49	3,43	3,46	3,45	0,23	0,267	0,267	0,089
Fettmenge	kg	1,07 <sup>b</sup>	1,09 <sup>b</sup>	0,82 <sup>a</sup>	1,05 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>	1,14 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>	0,92 <sup>a</sup>	1,07 <sup>b</sup>	1,10 <sup>bc</sup>	1,16 <sup>c</sup>	1,11 <sup>bc</sup>	0,21	<0,001	<0,001	0,031
Eiweißmenge	kg	0,86 <sup>b</sup>	0,87 <sup>bc</sup>	0,72 <sup>a</sup>	0,87 <sup>bc</sup>	0,95 <sup>c</sup>	0,92 <sup>bc</sup>	0,94 <sup>c</sup>	0,77 <sup>a</sup>	0,88 <sup>b</sup>	0,89 <sup>c</sup>	0,90 <sup>c</sup>	0,90 <sup>c</sup>	0,13	<0,001	<0,001	0,239
Fett- und Eiweißmenge	kg	1,92 <sup>b</sup>	1,96 <sup>b</sup>	1,54 <sup>a</sup>	1,92 <sup>b</sup>	2,11 <sup>b</sup>	2,07 <sup>b</sup>	2,11 <sup>b</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,94 <sup>b</sup>	1,99 <sup>bc</sup>	2,10 <sup>c</sup>	2,02 <sup>bc</sup>	0,31	<0,001	<0,001	0,058
ECM-Leistung	kg	25,5 <sup>b</sup>	26,1 <sup>bc</sup>	20,6 <sup>a</sup>	25,8 <sup>bc</sup>	28,2 <sup>c</sup>	27,9 <sup>bc</sup>	28,4 <sup>c</sup>	22,5 <sup>a</sup>	25,9 <sup>b</sup>	26,7 <sup>bc</sup>	28,2 <sup>c</sup>	27,0 <sup>bc</sup>	4,0	<0,001	<0,001	0,042
<b>Lebendmasse und Körpermaße</b>																	
Lebendmasse	kg	761 <sup>d</sup>	766 <sup>d</sup>	726 <sup>bcd</sup>	739 <sup>cd</sup>	698 <sup>b</sup>	712 <sup>bc</sup>	665 <sup>a</sup>	654 <sup>a</sup>	712 <sup>b</sup>	741 <sup>c</sup>	755 <sup>c</sup>	757 <sup>c</sup>	37	<0,001	<0,001	0,017
Brustumfang	cm	215 <sup>cd</sup>	216 <sup>d</sup>	212 <sup>bcd</sup>	213 <sup>bcd</sup>	210 <sup>ab</sup>	211 <sup>bc</sup>	207 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	211 <sup>b</sup>	213 <sup>c</sup>	216 <sup>d</sup>	216 <sup>d</sup>	5	<0,001	<0,001	0,140
Bauchumfang	cm	260 <sup>b</sup>	266 <sup>c</sup>	259 <sup>ab</sup>	261 <sup>bc</sup>	254 <sup>a</sup>	258 <sup>ab</sup>	254 <sup>a</sup>	249 <sup>a</sup>	257 <sup>b</sup>	262 <sup>c</sup>	263 <sup>c</sup>	264 <sup>c</sup>	8	<0,001	<0,001	0,324
Brusttiefe	cm	78,7 <sup>a</sup>	79,7 <sup>b</sup>	77,6 <sup>a</sup>	80,1 <sup>b</sup>	78,9 <sup>ab</sup>	79,7 <sup>b</sup>	79,0 <sup>ab</sup>	75,9 <sup>a</sup>	78,6 <sup>b</sup>	79,8 <sup>c</sup>	80,8 <sup>d</sup>	80,5 <sup>cd</sup>	2,7	0,049	<0,001	0,004
Kreuzhöhe	cm	144 <sup>ab</sup>	145 <sup>ab</sup>	142 <sup>a</sup>	145 <sup>b</sup>	148 <sup>c</sup>	146 <sup>bc</sup>	145 <sup>b</sup>	144 <sup>a</sup>	145 <sup>bc</sup>	145 <sup>bc</sup>	146 <sup>c</sup>	145 <sup>bc</sup>	2	<0,001	<0,001	0,416
Mittelhandlänge	cm	95,2 <sup>b</sup>	96,3 <sup>bc</sup>	91,3 <sup>a</sup>	96,1 <sup>bc</sup>	96,3 <sup>bc</sup>	96,1 <sup>bc</sup>	97,5 <sup>c</sup>	91,9 <sup>a</sup>	95,2 <sup>b</sup>	95,8 <sup>bc</sup>	97,7 <sup>d</sup>	97,2 <sup>cd</sup>	4,7	<0,001	<0,001	0,239
Körperbreite	cm	56,5	56,2	55,3	56,7	54,8	55,9	55,8	53,8 <sup>a</sup>	56,0 <sup>b</sup>	56,2 <sup>bc</sup>	57,0 <sup>c</sup>	56,4 <sup>bc</sup>	3,2	0,078	<0,001	0,179
Body Condition Score Punkte		3,50 <sup>cd</sup>	3,46 <sup>c</sup>	3,70 <sup>d</sup>	3,42 <sup>c</sup>	2,91 <sup>a</sup>	3,15 <sup>b</sup>	2,97 <sup>ab</sup>	3,26 <sup>c</sup>	3,34 <sup>b</sup>	3,39 <sup>b</sup>	3,31 <sup>ab</sup>	3,21 <sup>a</sup>	0,26	<0,001	0,003	<0,001
<b>Milcheffizienz</b>																	
Milch pro LM	g/kg	32,5 <sup>a</sup>	33,3 <sup>a</sup>	30,7 <sup>a</sup>	34,9 <sup>a</sup>	40,8 <sup>bc</sup>	38,8 <sup>b</sup>	43,1 <sup>c</sup>	35,2	36,4	36,6	37,9	35,5	5,4	<0,001	0,111	0,008
ECM pro LM	g/kg	34,0 <sup>ab</sup>	34,5 <sup>ab</sup>	30,2 <sup>a</sup>	34,8 <sup>b</sup>	41,8 <sup>cd</sup>	39,0 <sup>c</sup>	43,1 <sup>d</sup>	35,4 <sup>a</sup>	37,1 <sup>ab</sup>	37,1 <sup>ab</sup>	38,4 <sup>b</sup>	35,9 <sup>a</sup>	5,6	<0,001	0,047	0,005
Fett und Eiweiß pro LM	g/kg	2,56 <sup>ab</sup>	2,58 <sup>b</sup>	2,24 <sup>a</sup>	2,58 <sup>b</sup>	3,13 <sup>cd</sup>	2,90 <sup>c</sup>	3,20 <sup>d</sup>	2,64 <sup>c</sup>	2,77 <sup>bc</sup>	2,76 <sup>bc</sup>	2,86 <sup>c</sup>	2,67 <sup>ab</sup>	0,43	<0,001	0,045	0,008

87,5, FV 87,5-50, PI 87,5-50), während die Effizienz der milchbetonten Kühe bei 39 bis 43 g ECM/kg LM liegt (41,8, 39,0, 43,1 g für BS 100-50, RH 87,5-50, HF 100/RH 100-87,5). Mit steigender Milchbetonung erhöht sich also die Milcheffizienz (Abbildung 1). Nur die Gruppe BV 100/PI 100-87,5 hebt sich durch eine deutlich geringere Milcheffizienz ab (30,2 g ECM/kg LM).

Die günstigere Effizienz höher veranlagter Tiere wurde in vielen Versuchen bestätigt (z.B. OLDENBROEK et al. 1984, HAIGER et al. 1987, GRUBER et al. 1995, VEERKAMP et al. 1995, BUCKLEY et al. 2000, siehe auch Tabelle A3). Die bessere Verwertung ist die Folge von höherer Futtermittelaufnahme und intensiverer Mobilisation (MÜNGER 1994, MAYNE und GORDON 1995, VEERKAMP et al. 1995). Bei dieser Bewertung sollte allerdings nicht übersehen werden, dass die Mast- und Schlachtleistung der Nachkommen von milchbetonten Kühen niedriger ist als die von kombinierten Tieren (ZAUGG 1976, ROHR und DAENICKE 1978, DAENICKE und ROHR 1978, HUTH 1978, KÖGEL und ALPS 1978, BURGSTALLER et al. 1984, HEGEDÜS und BURGSTALLER 1985, ALPS et al. 1985, ROSENBERGER et al. 1985, HAIGER und KNAUS 2010). Der Grund liegt im unterschiedlichen täglichen Körperansatz von Protein und Fett dieser Nutzungstypen, der zu einem unterschiedlichen Energiebedarf pro kg Zuwachs und auch zu einer unterschiedlichen Schlachtkörperzusammensetzung führt (GfE 1995, CSIRO 2007). Die ZAR (2014) gibt den täglichen Zuwachs von Versteigerungsstieren der Rasse Fleckvieh mit 1.373 g und der Rasse Pinzgauer mit 1.162 g an. Der Tageszuwachs auf Eigenleistungsstationen für Fleckvieh beträgt 1.393 bzw. 1.463 g. Für die Stiere der milchbetonten Rassen gibt es in Österreich keine Erhebungen.

## 4.2 Einfluss der Laktationszahl

Die Laktationszahl übte einen signifikanten Einfluss auf die Milchmenge und die Lebendmasse aus, die beide mit zunehmendem Alter signifikant anstiegen (Tabelle 2, Abbildung 2). Der Anstieg wurde allerdings von Laktation zu Laktation geringer. Die größten Veränderungen erfolgten von der ersten zur zweiten Laktation. Sowohl hinsichtlich Milchleistung als auch Lebendmasse gab es zwischen 4. und ≥5. Laktation keine Unterschiede. Die Milchleistung betrug in Laktation 1, 2, 3, 4 und ≥5 22,5, 25,9, 26,7, 28,2 und 27,0 kg ECM und die Lebendmasse belief sich auf 654, 712, 741, 755 und 757 kg. Im Gehalt der Milch an Fett und Eiweiß unterschieden sich die Laktationen nicht. Diese Entwicklung der Milchleistung in Abhängigkeit von der Laktationszahl ist für die einzelnen Rassen auch in der offiziellen Milchleistungsstatistik Österreichs gegeben (ZAR 2014). Mit dem Alter ändern sich natürlich auch die Körperproportionen und damit die Körpermaße signifikant. Dies betrifft nicht sosehr die Höhe der Tiere, sondern besonders deren Länge und Breite.

Die mit dem Alter gleichlaufende Entwicklung von Milchleistung und Lebendmasse führt dazu, dass sich die Milcheffizienz mit dem Anstieg der Laktationszahl in wesentlich geringerem Ausmaß ändert (Tabelle 2,

Tabelle 3: Einfluss des fixen Effektes Laktationsstadium auf Milchleistung, Lebendmasse und Körpermaße sowie Milcheffizienz

Parameter	Einheit	Zeit (Z)											RMSE	P-Werte			
		Laktationsstadium (Monate)												Z	R × Z	L × Z	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
<b>Milchleistung</b>																	
Milchleistung	kg	31,5	33,1	30,4	29,4	27,4	26,1	24,1	22,8	21,2	19,4	16,4	3,7	<0,001	0,413	<0,001	
Fettgehalt	%	4,17	3,88	4,09	4,06	4,05	4,08	4,19	4,16	4,24	4,35	4,73	0,54	<0,001	0,622	0,002	
Eiweißgehalt	%	3,35	3,09	3,29	3,39	3,39	3,43	3,51	3,56	3,63	3,66	3,91	0,23	<0,001	0,002	0,300	
Fettmenge	kg	1,34	1,30	1,25	1,20	1,11	1,08	1,02	0,95	0,92	0,84	0,79	0,21	<0,001	0,648	<0,001	
Eiweißmenge	kg	1,06	1,03	0,97	0,97	0,93	0,90	0,85	0,81	0,77	0,71	0,64	0,13	<0,001	0,248	<0,001	
Fett- und Eiweißmenge	kg	2,40	2,33	2,22	2,16	2,03	1,97	1,87	1,75	1,70	1,55	1,42	0,31	<0,001	0,422	<0,001	
ECM-Leistung	kg	32,2	32,0	30,2	29,3	27,4	26,4	24,8	23,3	22,3	20,4	18,4	4,0	<0,001	0,425	<0,001	
<b>Lebendmasse und Körpermaße</b>																	
Lebendmasse	kg	702	719	691	697	698	699	709	719	725	727	737	37	<0,001	<0,001	0,426	
Brustumfang	cm	210	209	209	209	210	211	211	213	212	211	213	5	<0,001	<0,001	0,074	
Bauchumfang	cm	252	258	253	253	256	256	258	257	260	260	263	8	<0,001	<0,001	0,013	
Brusttiefe	cm	78,0	78,7	77,9	77,9	78,5	79,1	78,8	79,1	79,2	79,9	80,0	2,7	<0,001	0,011	0,575	
Kreuzhöhe	cm	145	146	145	145	145	145	145	145	145	145	145	2	0,566	0,760	0,547	
Mittelhandlänge	cm	94,1	94,5	95,1	95,1	95,7	95,1	95,4	95,4	95,8	96,3	95,8	4,7	0,786	0,786	0,044	
Körperbreite	cm	55,4	55,3	54,7	55,3	56,0	55,2	56,2	56,1	56,0	56,2	56,3	3,2	0,004	0,368	0,292	
Body Condition Score	Punkte	3,30	3,16	3,11	3,18	3,22	3,13	3,16	3,27	3,29	3,26	3,48	0,26	<0,001	0,006	0,027	
<b>Milcheffizienz</b>																	
Milch pro LM	g/kg	45,5	47,6	43,8	42,1	39,2	37,6	33,8	32,1	29,1	26,4	22,0	5,4	<0,001	0,026	<0,001	
ECM pro LM	g/kg	46,2	45,9	43,3	41,7	39,3	38,0	34,5	32,6	30,5	27,7	24,7	5,6	<0,001	0,005	<0,001	
Fett und Eiweiß pro LM	g/kg	3,43	3,33	3,18	3,08	2,92	2,83	2,59	2,45	2,31	2,10	1,92	0,43	<0,001	0,006	<0,001	

Abbildung 2; P = 0,045 bis 0,111). In der 5. Laktation ging die Milcheffizienz sogar wieder zurück (35,4, 37,1, 37,1, 38,4, 35,9 g ECM/kg LM).

### 4.3 Einfluss des Laktationsstadiums

Infolge der hormonellen Steuerung der Milchbildung im Organismus ist – wie bekannt – ein deutlicher Rückgang der Milchleistung im Laufe der Laktation festzustellen (FALCONER 1971, VERNON 1988). Aus Tabelle 3 und Abbildung 3 geht klar hervor, dass sowohl die Milchleistung als auch die Milcheffizienz im Laufe der Laktation signifikant zurückgehen, während der Gehalt an Milchinhaltsstoffen ansteigt. Nach einem Abfall zu Laktationsbeginn steigt auch die Lebendmasse an, und zwar als Folge des Wiederauffüllens der Körperreserven als auch des fötalen Wachstums. Mit Ausnahme der Kreuzhöhe nehmen auch alle Körpermaße zu.

Die gegenteilige Entwicklung von Milchleistung und Lebendmasse führt zu einem starken Rückgang der Milcheffizienz. Sie nimmt im Mittel aller Rassen und Laktationszahlen von 46,2 auf 24,7 g ECM/kg LM ab. Daher ist bei Aussagen über die Milcheffizienz unbedingt das Laktationsstadium zu berücksichtigen bzw. bei der Berechnung der Effizienz die Milchleistung pro Standardlaktation heranzuziehen.

### 4.4 Einfluss der Wechselwirkungen

Hinsichtlich Milchleistung (kg Milch/d) und Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett und Protein, %) bestanden keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Rasse und Laktationszahl, d.h. die Entwicklung der Milchleistung mit zunehmendem Alter erfolgte für alle Rassen in gleicher Weise. Dagegen ergaben sich hinsichtlich Fettmenge, Fett- und Eiweiß-Menge und die Milchleistung (in ECM, kg/d) signifikante Wechselwirkungen mit P = 0,031 bis 0,058 (Tabelle 2). Eine signifikante Wechselwirkung zwischen Rasse und Laktationszahl wurde ganz besonders hinsichtlich Lebendmasse und BCS festgestellt, während sich bei den Körpermaßen mit Ausnahme der Brusttiefe keine signifikanten Wechselwirkungen ergaben. In den Parametern der Milcheffizienz traten dagegen hochsignifikante Wechselwirkungen zwischen Rasse und Laktationszahl auf. Bei den kombinierten Tieren (FV 100-87,5, FV 87,5-50, BV 100/PI 100-87,5, PI 87,5-50) stieg die Milcheffizienz mit zunehmender Laktationszahl kontinuierlich an, während diese bei den milchbetonten Kühen (BS 100-50, RH 87,5-50, HF 100/RH 100-87,5) ab der 3. bis 4. Laktation wieder abnahm (Abbildung 4). Dies kann sowohl durch Unterschiede in der physiologischen Reife (d.h. Wachstumsentwicklung) als auch durch den unterschiedlichen Alterungsprozess und damit verbundenen Stoffwechselanfälligkeiten bedingt sein.

Wechselwirkungen zwischen Rasse und Laktationsstadium traten in den Milchleistungsparametern mit Ausnahme des Milcheiweißgehaltes nicht auf (Tabelle 3). Die Milchleistungsparameter verhielten sich also während der Laktation für alle Rassen in

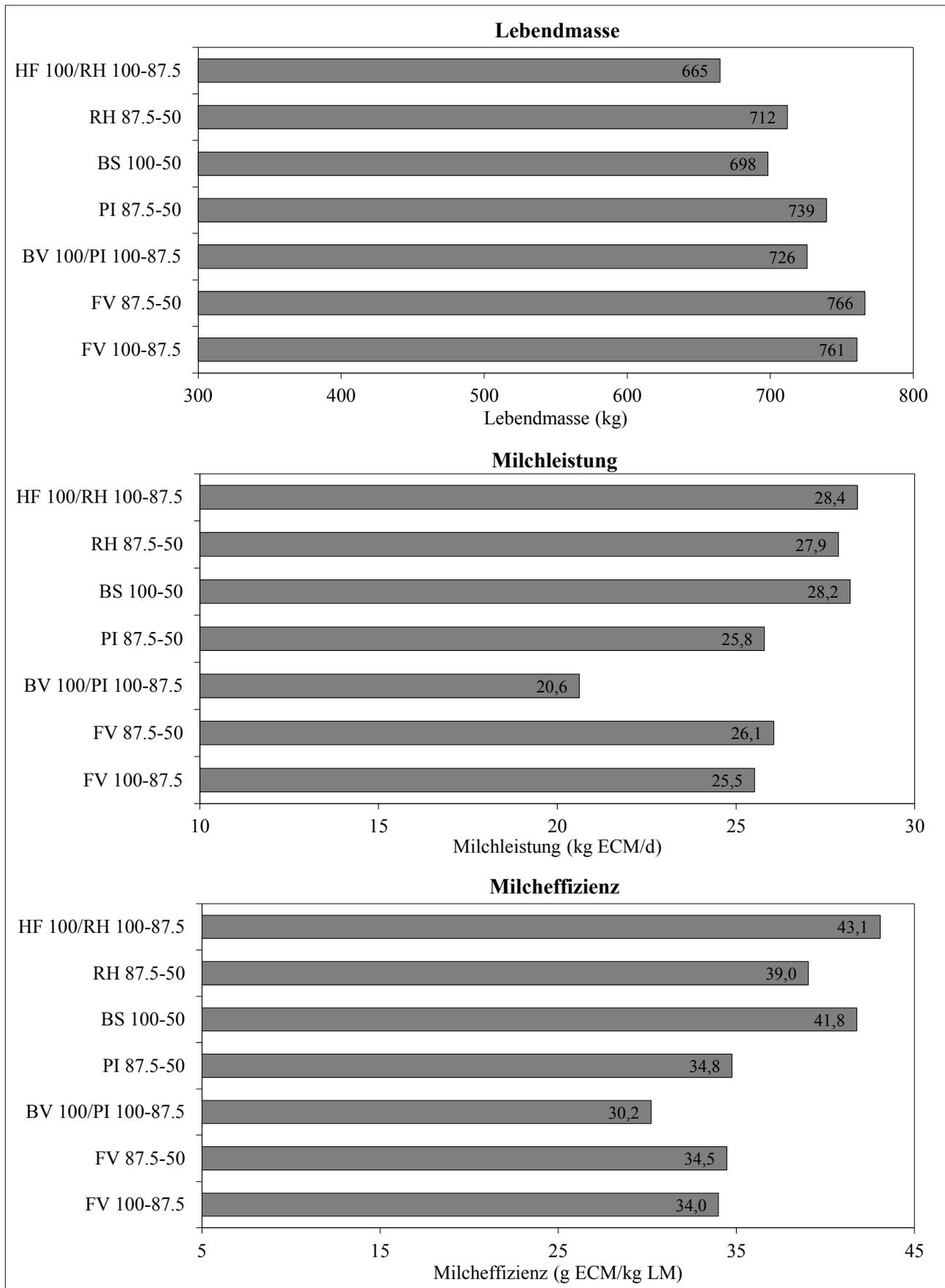


Abbildung 1: Einfluss der Rasse auf Lebendmasse, Milchleistung und Milcheffizienz

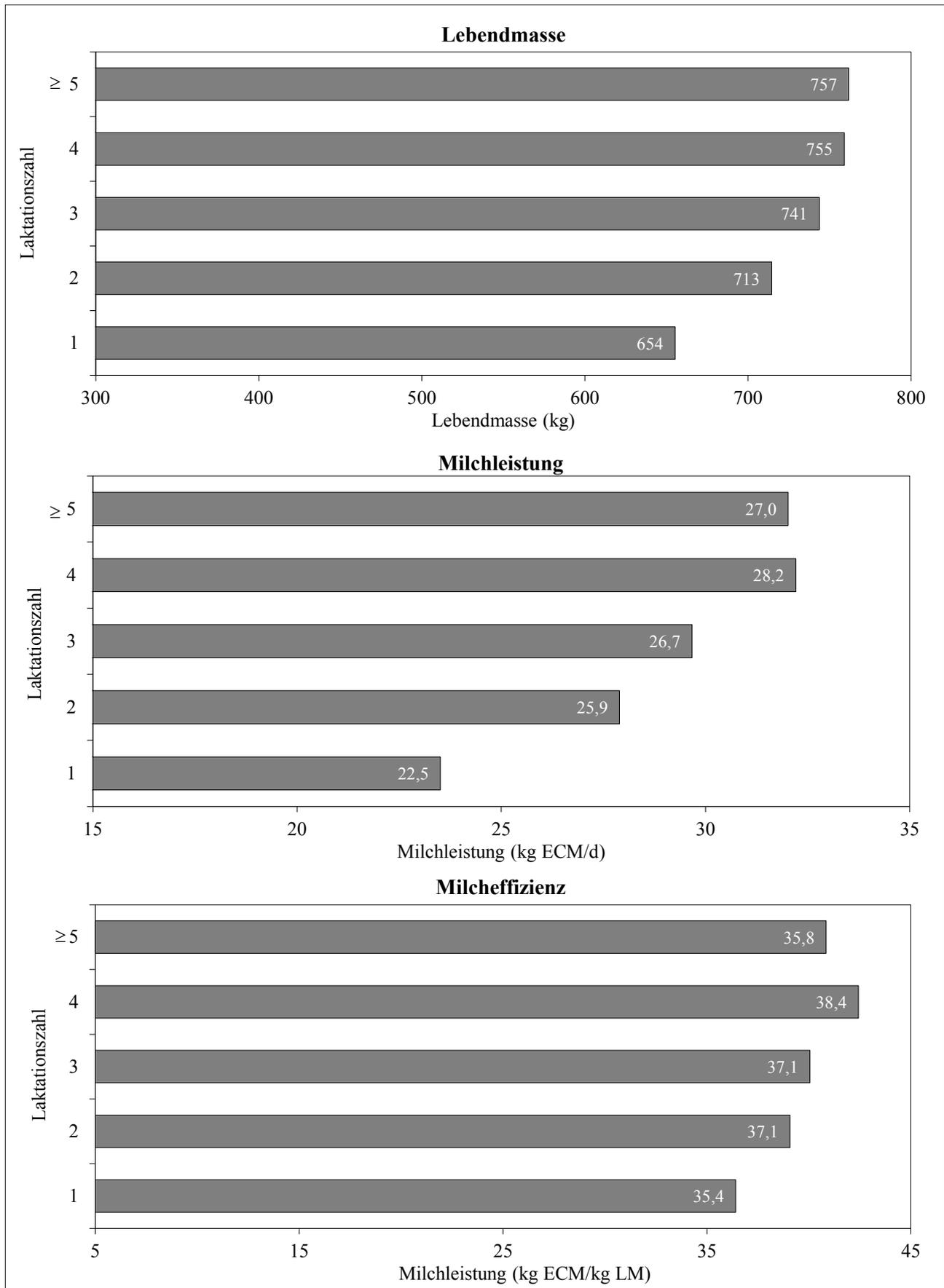


Abbildung 2: Einfluss der Laktationszahl auf Lebendmasse, Milchleistung und Milcheffizienz

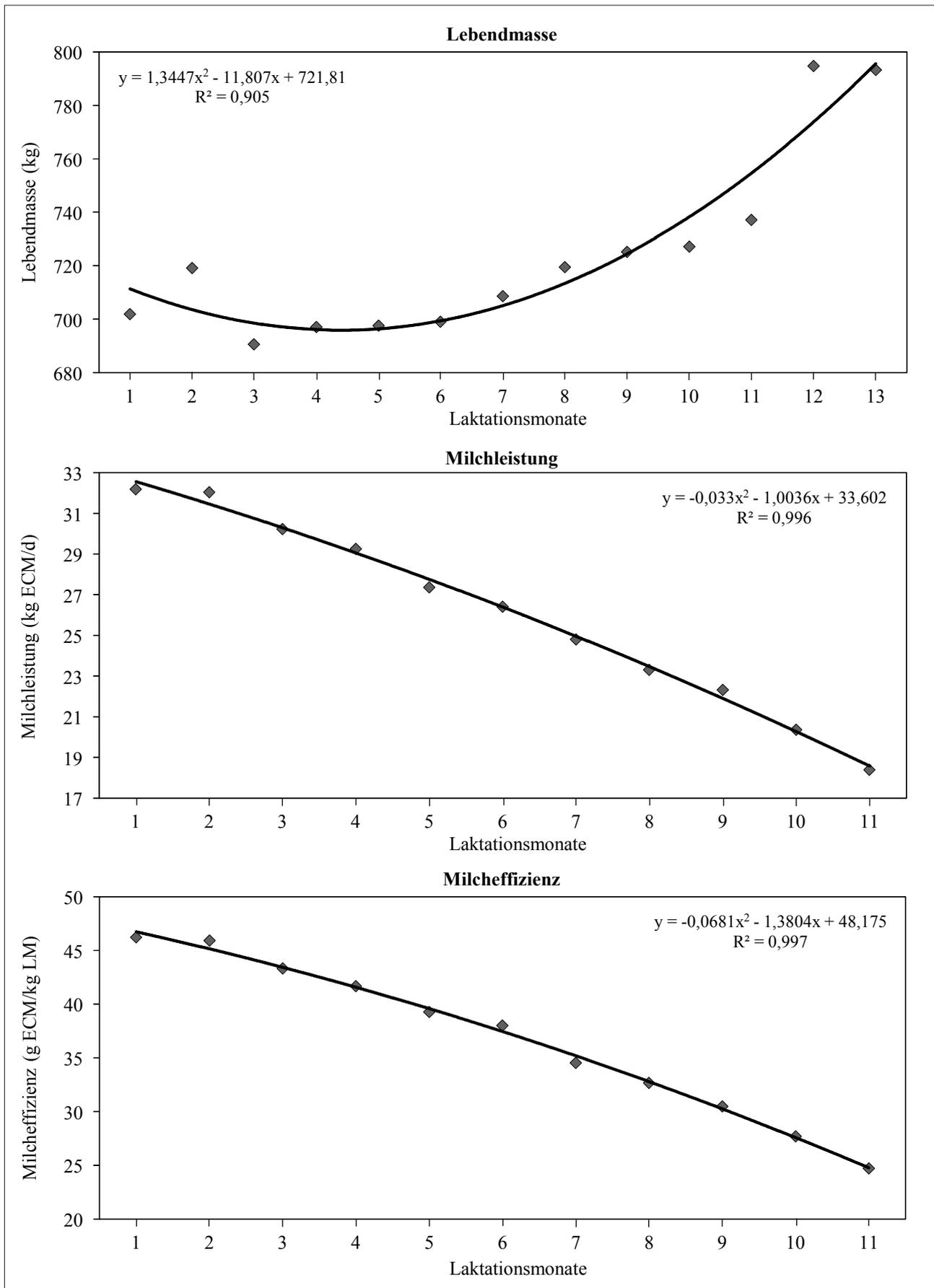


Abbildung 3: Einfluss des Laktationsstadiums auf Lebendmasse, Milchleistung und Milcheffizienz

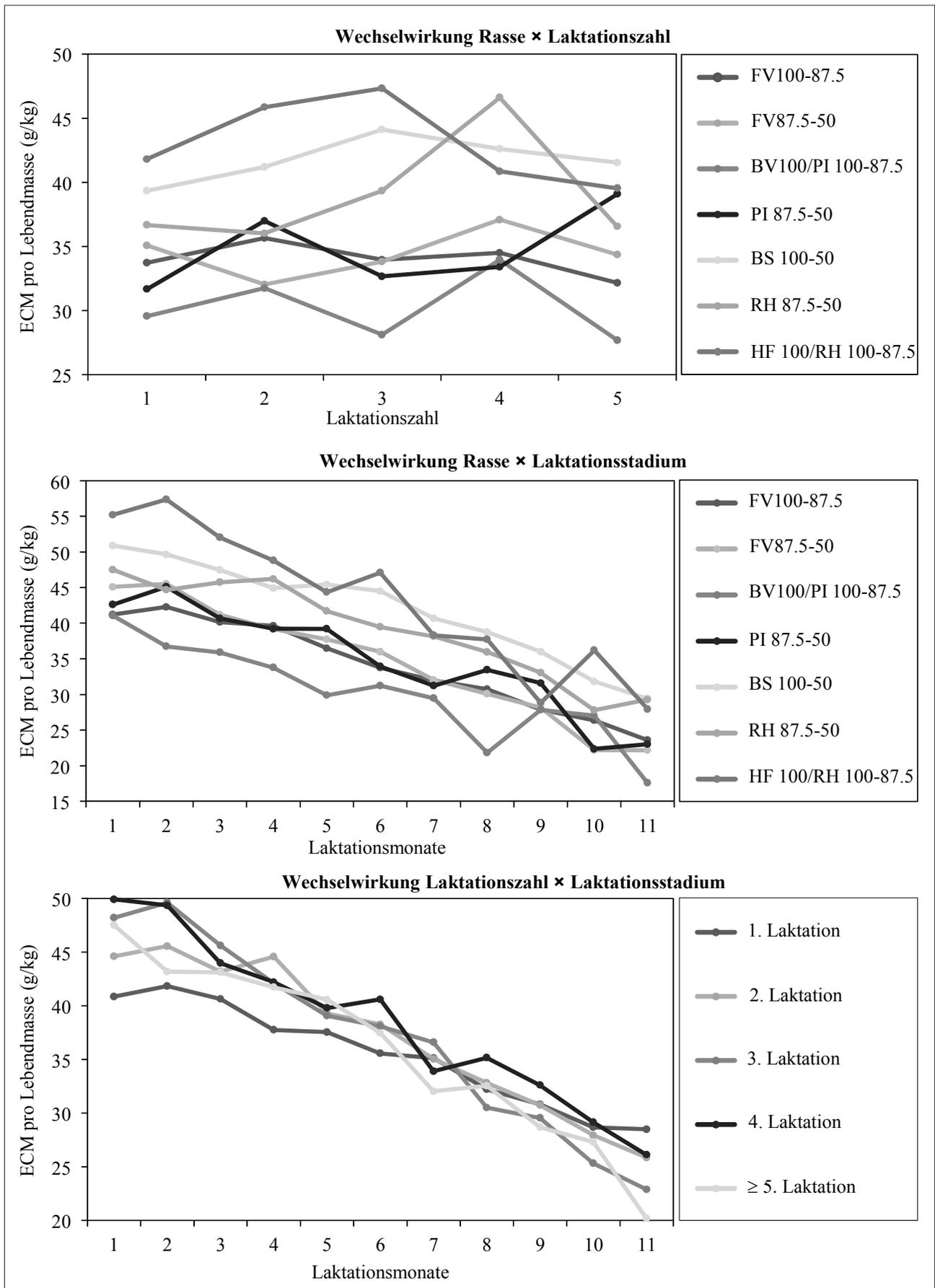


Abbildung 4: Wechselwirkungen zwischen Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium hinsichtlich Milcheffizienz (ECM pro LM)

**Tabelle 4: Partielle phänotypische Korrelationen zwischen Milchleistung sowie Milcheffizienz und Lebendmasse, Körpermaßen und BCS**

Parameter	Milchleistung (kg/d)			Milcheffizienz (Milchleistung pro kg LM)		
	Milch	ECM	FettEiw	Milch	ECM	FettEiw
Lebendmasse	0,126	0,153	0,160	-0,289	-0,260	-0,249
Brustumfang	0,049	0,088	0,099	-0,235	-0,194	-0,181
Bauchumfang	0,127	0,153	0,161	-0,125	-0,093	-0,083
Brusttiefe	0,098	0,119	0,123	-0,098	-0,070	-0,065
Kreuzhöhe	0,092	0,093	0,094	-0,068	-0,061	-0,057
Körperlänge	0,093	0,102	0,102	-0,026	-0,012	-0,010
Körperbreite	0,003	0,006	0,006	-0,137	-0,130	-0,129
BCS	-0,157	-0,112	-0,096	-0,305	-0,267	-0,251

ähnlicher Weise. Dagegen gab es signifikante Wechselwirkungen zwischen Rasse und Laktationsstadium hinsichtlich Lebendmasse und BCS sowie den Körpermaßen Brust- und Bauchumfang und Brusttiefe. Infolge der Wechselwirkung hinsichtlich Lebendmasse waren auch die Wechselwirkungen bei den Parametern der Milcheffizienz hochsignifikant ( $P < 0,01$ , *Abbildung 4*). Den stärksten Rückgang der Milcheffizienz im Lauf der Laktation verzeichnete Holstein Friesian, im Gegensatz zu Brown Swiss und Red Holstein, was mit der starken Mobilisation bei HF zu erklären ist.

Im Gegensatz dazu rührt die signifikante Wechselwirkung zwischen Laktationszahl und Laktationsstadium hinsichtlich Milcheffizienz von der Wechselwirkung bei den Parametern der Milchleistung (und nicht der Lebendmasse sowie Körpermaße, *Tabelle 3*). Der Verlauf der Milchleistungsparameter während der Laktation – und als Folge davon auch die Milcheffizienz – ist also zwischen den einzelnen Laktationsnummern signifikant verschieden, dagegen ist die Entwicklung der Lebendmasse von der Laktationszahl nicht beeinflusst.

#### 4.5 Korrelationen zwischen Lebendmasse, Körpermaßen, BCS sowie Milchleistung und Milcheffizienz

In *Tabelle 4* sind die partiellen phänotypischen Korrelationen zwischen Milchleistung sowie Milcheffizienz und Lebendmasse, Körpermaßen und BCS angeführt. Es wird darauf hingewiesen, dass bei der Berechnung dieser partiellen Korrelationen die fixen Effekte von Rasse, Laktationszahl und Laktationsstadium inklusive deren Interaktionen (sowie der fixe Effekt der Schule und der zufällige Effekt des Tieres) im statistischen Modell berücksichtigt wurden. Hinsichtlich der Beziehung zwischen Milchleistung und Lebendmasse sowie der Körpermaße zeigen die Ergebnisse, dass die Milchleistung (Milch, ECM, Fett- und Eiweißmenge) leicht positiv mit der Lebendmasse korreliert ( $r = +0,13$  bis  $+0,16$ ), d.h. höhere Milchleistungen gehen mit Kühen von höherer Lebendmasse und größerem Rahmen einher. Dementsprechend geht allerdings die Milcheffizienz mit steigender Lebendmasse zurück, und zwar deutlicher als die Lebendmasse mit der Milchleistung ansteigt ( $r = -0,25$  bis  $-0,29$ ). Ähnlich sind auch die Korrelationen hinsichtlich der Körpermaße zu interpretieren. Größere Kühe weisen eine ungünstigere Milcheffizienz auf. Es ist auch noch auf die negativen Korrelationen zwischen BCS und Milchleistung sowie Milcheffizienz hinzuweisen. Hinsichtlich Milchleistung bedeutet dies, dass steigende Milchleistungen auf intensiverer Mobilisation beruhen

und die Stoffwechselbelastung somit ansteigt (SÖLKNER 1989, PRYCE et al. 1997, FLEISCHER et al. 2001, LUCY 2001, VEERKAMP et al. 2003, MARTENS 2013, URDL et al. 2015). Und hinsichtlich Milcheffizienz ist zu beachten, dass eine günstige Milcheffizienz ebenfalls mit abnehmender Körperkondition verbunden ist, was Tiere mit intensiver Mobilisation begünstigt, allerdings ebenfalls die Wahrscheinlichkeit für Stoffwechselerkrankungen erhöht.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Milcheffizienz (Milchleistung pro LM) mit dem Grad der Milchbetonung der Rassen bzw. Genotypen ansteigt, weil deren Lebendmasse geringer und gleichzeitig deren Milchleistung höher ist. Für die objektive Gesamtbeurteilung einer Rasse muss auch die Mastleistung der Nachkommen miteinberechnet werden. Es ist davon auszugehen, dass die Mast- und Schlachtleistung der Nachkommen von milchbetonten Kühen niedriger ist als die von kombinierten Tieren. Die Milcheffizienz erhöht sich auch mit der Laktationszahl der Kühe, weil die Milchleistung mit dem Alter in einem höheren Ausmaß ansteigt als die Lebendmasse. Schließlich ist die Milcheffizienz auch stark abhängig vom Laktationsstadium. Sie geht im Laufe der Laktation stark zurück, da die Lebendmasse zu- und die Milchleistung abnimmt. Daher ist bei Aussagen über die Milcheffizienz unbedingt das Laktationsstadium zu berücksichtigen bzw. bei der Berechnung der Effizienz die Milchleistung pro Standardlaktation heranzuziehen.

#### Danksagung

Die vorliegende Untersuchung wäre nicht möglich gewesen ohne die gute Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern an den Lehrbetrieben der landwirtschaftlichen Fachschulen sowie HLFS bzw. HBLFA. Ihnen sei an dieser Stelle sehr herzlich für die Versuchserhebungen und Überlassung der Daten gedankt.

LFS Güssing: *Ing. Franz Freissmuth*

LFS Warth: *Ing. Hans Rigler*

LFS Pyhra: *Ing. Thomas Zuber*

LFS Edelfhof: *Dipl.-Ing. Günter Fallmann*

LFS Otterbach: *Ing. Stephan Sternad*

LFS Kirchberg: *Ing. Reinhard Pausackl*

LFS Grottenhof-Hardt: *Dipl.-Ing. Isabella Friedrich*

LFS Hafendorf: *Ing. Alexander Lehofer*

LFS Grabnerhof: *Ing. Helmut Zettelbauer*

HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Moarhof): *PD Dr. Andreas Steinwider*

LFS Litzlhof: *Ing. Josef Obwegger*

LFS Stiegerhof: *Ing. Johann Strauss*  
 HLFS Pitzelstätten: *Ing. Harald Jandl*  
 LFS Tamsweg: *Ing. Peter Wirnsperger*  
 LFS Winklhof: *Ing. Andreas Höllbacher*  
 LFS Klessheim: *Dipl.-Ing. Reinhard Huber*  
 LFS Weitau: *Dipl.-Ing. Franz Steinwender*  
 HLFS Kematen: *Dipl.-Ing. Beate Mayerl*  
 LFS Hohenems: *Ing. Christian Winklehner*

## 5. Literatur

- ALPS, H., H. STRASSER, S. KÖGLER, E. ROSENBERGER und A. MUGGENTHALER, 1985: Bullenmastversuch mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte. 1. Mitteilung: Versuchsdurchführung und Mastleistung. Bayer. Landw. Jahrb. 62, 311-323.
- BIERI, P., 1982: Produktionstechnische und wirtschaftliche Untersuchungen über den Futteraufwand bei Milchkühen während der Laktation. Diss. 7140, ETH Zürich, 190 S.
- BUCKLEY, F., P. DILLON, S. CROSSE, F. FLYNN und M. RATH, 2000: The performance of Holstein Friesian cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livest. Prod. Sci.* 64, 107-119.
- BURGSTALLER, G., K. MADER, A. HUBER und K. RUTZMOSER, 1984: Zur Mast- und Schlachtleistung von Jungbullenden der Genotypen Deutsches Braunvieh × Brown Swiss (DB/BS), Deutsches Fleckvieh (DF) und Deutsche Schwarzbunte × Holstein Friesian (DS/HF) bei hoher Fütterungsintensität. 1. Mitteilung: Zuwachs und Futteraufwand. Bayer. Landw. Jahrb. 61, 950-957.
- COLEMAN, J., D.P. BERRY, K.M. PIERCE, A. BRENNAN und B. HORAN, 2010: Dry matter intake and feed efficiency profiles of 3 genotypes of Holstein-Friesian within pasture-based systems of milk production. *J. Dairy Sci.* 93, 4318-4331.
- CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), 2007: Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 270 S.
- DAENICKE, R. und K. ROHR, 1978: Influence of nutrition on body composition and carcass quality of fattening bulls of different breeds (German Friesian and Simmental). In: Patterns of Growth and Development in Cattle (Eds. H. de BOER und J. MARTIN). A Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Ghent, 11-13 October 1977, Martinus Nijhoff The Hague/Boston/London for CEC, 423-433.
- DILLON, P., S. SNIJDERS, F. BUCKLEY, B. HARRIS, P.O. CONNOR und J.F. MEE, 2003: A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livest. Prod. Sci.* 83, 35-42.
- EDMONSON, A.J., I.J. LEAN, L.D. WEAVER, T. FARVER und G. WEBSTER, 1989: A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- FALCONER, I.R. (Editor), 1971: Lactation. University of Nottingham 17th Easter School in Agricultural Science 1970, Butterworths London, 467 S.
- FLEISCHER, P., M. METZNER, M. BEYERBACH, M. HOEDEMAKER und W. KLEE, 2001: The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84, 2025-2035.
- FREEMAN, A.E., 1967: Genetic aspects of the efficiency of nutrient utilization for milk production. *J. Anim. Sci.* 26, 976-983.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 1995: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. Nr. 6: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag Frankfurt am Main, 85 S.
- GRAVERT, H.O., 1985: Genetic factors controlling feed efficiency in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 13, 87-99.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER, K. KRIMBERGER und J. SÖLKNER, 1991: Roughage intake of Simmental, Brown Swiss and Holstein Friesian cows fed rations with 0, 25 and 50 % concentrates. *Livest. Prod. Sci.* 27, 123-136.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfütterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. 22. Tierzuchttagung „Aktuelle Forschungsergebnisse und Versorgungsempfehlungen in der Rindermast und Milchviehfütterung“, 9.-10. Mai 1995, Bericht BAL Gumpenstein, 1-49.
- 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. 116. VDLUFA-Kongress, 13.-17. September 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- GRUBER, L., 2013: Grundfutterqualität, Kraftfütterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung. Tagungsband ZAR-Seminar, 21. März 2013, Salzburg, 21-40.
- GRUBER, L., M. URDL, W. OBRITZHAUSER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER und B. STEINER, 2014: Influence of energy and nutrient supply pre and post partum on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. *Animal* 8, 58-71.
- HAFEZ, S., W. JUNGE, H. HAGEMEISTER und E. KALM, 1989: Futteraufnahme und Futtermittelverwertung der Rassen Rotbunt, Schwarzbunt und Red-Holstein × Rotbunt unter Laufstallbedingungen. *Züchtungskde.* 61, 41 - 54.
- HAIGER, A., R. STEINWENDER, J. SÖLKNER und H. GREIMEL, 1987: Vergleichsversuch von Braunvieh mit Brown Swiss- und Holstein Friesian-Kreuzungen, 7. Mitteilung: Milchleistungsvergleich. *Die Bodenkultur* 38, 273-280.
- HAIGER, A. und J. SÖLKNER, 1995: Der Einfluss verschiedener Futter-niveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe: 2. bis 8. Laktation. *Züchtungskde.* 67, 263-273.
- HAIGER, A. und W. KNAUS, 2010: Vergleich von Fleckvieh und Holstein Friesian in der Milch- und Fleischleistung. 1. Mitteilung: Milchleistungsvergleich ohne Kraftfutter. *Züchtungskde.* 82, 131-143.
- HEGEDÜS, M. und G. BURGSTALLER, 1985: Zur Mast- und Schlachtleistung von Jungbullenden der Genotypen Deutsches Braunvieh × Brown Swiss (DB/BS), Deutsches Fleckvieh (DF) und Deutsche Schwarzbunte × Holstein Friesian (DS/HF) bei hoher Fütterungsintensität. 2. Mitteilung: Schlachtkörpermerkmale sowie chemische Zusammensetzung von Rückenmuskel, Oberschale und Knochendünnung. Bayer. Landw. Jahrb. 62, 27-34.
- HICKMAN, C.G. und D.M. BOWDEN, 1971: Correlated genetic responses of feed efficiency, growth, and body size in cattle selected for milk solids yield. *J. Dairy Sci.* 54, 1848-1855.
- HOOVEN, N.W., Jr., R.H. MILLER und R.D. PLOWMAN, 1968: Genetic and environmental relationships among efficiency, yield, consumption and weight of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 51, 1409-1419.
- HUTH, F.W., 1978: Influence of age, nutrient intake and body type on weight gain and body composition in young fattening bulls of the

- breeds German Schwarzbunte and German Fleckvieh. In: Patterns of Growth and Development in Cattle (Eds. H. de BOER und J. MARTIN). A Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Ghent, 11-13 October 1977, Martinus Nijhoff The Hague/Boston/London for CEC, 505-513.
- KNAUS, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *J. Sci. Food Agric.* 89, 1107-1114.
- KÖGEL, S. und H. ALPS, 1978: Carcass composition of different breeds. In: Patterns of Growth and Development in Cattle (Eds. H. de BOER und J. MARTIN). A Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Ghent, 11-13 October 1977, Martinus Nijhoff The Hague/Boston/London for CEC, 515-522.
- KORVER, S., 1982: Feed intake and production in dairy breeds dependent on the ration. *Diss. Wageningen*, 139 S.
- KROGMEIER, D., 2009: Zusammenhänge zwischen Nutzungsdauer und Körpergröße unter besonderer Berücksichtigung des Stallsystemes bei Braunvieh und Fleckvieh. *Züchtungskde.* 81, 328-340.
- KÜNZI, N., 1969: Beziehungen zwischen Futtermittelverzehr und Milchleistung bei Fleckvieh-, Braunvieh- und Ayrshirekühen. *Diss.* 4342, ETH Zürich, 122 S.
- LEDINEK, M. und L. GRUBER, 2014: Erhebungen von Körpermaßen und BCS im Laktationsverlauf und ihre Beziehungen zu Lebendmasse und Energiebilanz. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 31-44.
- LINDERMAYER, H., 1986: Futteraufnahme, Futterverwertung und Wirtschaftlichkeit von Doppelnutzungsrasse und Milchrasse über die Dauer einer ganzen Zwischenkalbezeit. *Diss.* TU München-Weihenstephan, 184 S.
- LUCY, M.C., 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle. Where will it end? *J. Dairy Sci.* 84, 1277-1293.
- MARTENS, H., 2013: Erkrankungen von Milchkühen in der frühen Laktationsphase – Risikofaktor negative Energiebilanz und Hyperketonämie. *Tierärztl. Umschau* 68, 463-476.
- MAYNE, C.S. und F.J. GORDON, 1995: Implications of genotype  $\times$  nutrient interactions for efficiency of milk production systems. *Breeding and Feeding the High Genetic Merit dairy Cow*, Occasional Publication No. 19, BSAS 1995, eds. T.L.J. Lawrence et al., 66-77.
- MÜNGER, A., 1994: Effizienzvergleiche bei unterschiedlichen Milchviehtypen. *Agrarforschung* 1, 389-392.
- OLDENBROEK, J.K., 1984a: Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and Whites on two complete diets with a different amount of roughage: performance in first lactation. *Livest. Prod. Sci.* 11, 401-415.
- OLDENBROEK, J.K., 1984b: Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and Whites on two complete diets with a different amount of roughage: differences in performance between first and second lactation. *Livest. Prod. Sci.* 11, 417-428.
- OLDENBROEK, J.K., 1986: The performance of Jersey heifers and heifers of larger dairy breeds on two complete diets with different roughage contents. *Livest. Prod. Sci.* 14, 1-14.
- OLDENBROEK, J.K., 1988: The performance of Jersey cows and cows of larger dairy breeds on two complete diets with different roughage contents. *Livest. Prod. Sci.* 18, 1-17.
- PICCAND, V., E. CUTULLIC, S. MEIER, F. SCHORI, P.L. KUNZ, J.R. ROCHE und P. THOMET, 2013: Production and reproduction of Fleckvieh, Brown Swiss, and 2 strains of Holstein-Friesian cows in a pasture-based, seasonal-calving dairy system. *J. Dairy Sci.* 96, 5352-5363.
- PRYCE, J.E., R.F. VEERKAMP, R. THOMSON, W.G. HILL und G. SIMM, 1997: Genetic aspects of common health disorders and measures of fertility in Holstein Friesian dairy cattle. *Anim. Sci.* 65, 353-360.
- ROHR, K. und R. DAENICKE, 1978: Influence of nutrition on the growth pattern of fattening bulls of two different breeds (Friesian and Simmental). In: Patterns of Growth and Development in Cattle (Eds. H. de BOER und J. MARTIN). A Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Ghent, 11-13 October 1977, Martinus Nijhoff The Hague/Boston/London for CEC, 411-421.
- ROSENBERGER, E., H. STRASSER, J. ROTT und H. ALPS, 1985: Bullenmastversuch mit den Rassen Fleckvieh, Braunvieh und Schwarzbunte. 2. Mitteilung: Schlachtkörperwert. *Bayer. Landw. Jahrb.* 62, 324-344.
- SAS Institute Inc., 2010: SAS/STAT 9.22 User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC (USA).
- SÖLKNER, J., 1989: Genetic relationships between level of production in different lactations, rate of maturity and longevity in a dual purpose cattle population. *Livest. Prod. Sci.* 23, 33-45.
- STEINWIDDER, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futtereffizienz und Kraftfutterbedarf. Band 2 – Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 11.–13. Februar 2009, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, 30-33.
- THOMET, P., H. RÄTZER und B. DURGIAL, 2002: Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung* 9, 404-409.
- THOMET, P., 2007: Welche Kuhtypen brauchen wir zur graslandbasierten Produktion von Milch? 13. Alpenländisches Expertenforum, 29. März 2007, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, 8952 Irnding, 33-38.
- URDL, M., L. GRUBER, W. OBRITZHAUSER, und A. SCHAUER, 2015: Metabolic parameters and their relationship to energy balance in multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in the periparturient period as influenced by energy supply pre- and post-calving. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* (im Druck).
- VEERKAMP, R.F., G. SIMM und J.D. OLDHAM, 1995: Genotyp by environment interaction: experience from Langhill. *Breeding and Feeding the High Genetic Merit dairy Cow*, Occasional Publication No. 19, BSAS 1995, eds. T.L.J. Lawrence et al., 59-66.
- VEERKAMP, R.F., B. BEERDA und T. van der LENDE, 2003: Effects of genetic selection for milk yield on energy balance, levels of hormones, and metabolites in lactating cattle, and possible links to reduced fertility. *Livest. Prod. Sci.* 83, 257-275.
- VERNON, R.G., 1988: The partition of nutrients during the lactation cycle. In: *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow* (Ed. P.C. GARNSWORTHY), Butterworths London, 32-52.
- YAN, T., C.S. MAYNE, T.W.J. KEADY und R.E. AGNEW, 2006: Effects of dairy cow genotype with two planes of nutrition on energy partitioning between milk and body tissue. *J. Dairy Sci.* 89, 1031-1042.
- YEREX, R.P., C.W. YOUNG, J.D. DONKER und G.D. MARX, 1988: Effects of selection for body size on feed efficiency and size of Holsteins. *J. Dairy Sci.* 71, 1355-1360.
- ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter), 2011: Rinderzucht Austria – Die österreichische Rinderzucht 2010, Jahresbericht Ausgabe 2011. Herausgeber ZAR, 183 Seiten.
- ZAR (Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter), 2014: Rinderzucht Austria – Die österreichische Rinderzucht 2013, Jahresbericht 2014 (Jubiläumsausgabe). Herausgeber ZAR, 210 Seiten.
- ZAUGG, U., 1976: Vergleichsversuch mit Braunvieh, Simmentaler Fleckvieh und Holstein Friesian amerikanischer Herkunft. *Diss.* 5671, ETH Zürich, 121 S.

Tabelle A1.: Summary Statistics nach Schulen

Schulen	Tierparameter		Milch und Milchhaltsstoffe			Milcheffizienz		Lebendmasse und Körpermaße												
	Lakzahl	Laktage	ZKZ	Milch	Fett	Eiw.	Fett	Eiw.	LM	BU	BA	BT	KH	MHL	KB	BCS				
n	Tag	Tag	kg	%	%	kg	kg	kg	g/kg	g/kg	cm	cm	cm	cm	cm	Pkt.				
1	1,88	156	407	31,1	5,09	3,63	1,60	1,11	35,5	40,0	45,3	3,44	837	224	260	80	147	94	61	3,72
2	2,70	153	383	33,1	4,54	3,66	1,49	1,19	35,3	42,5	45,3	3,43	806	219	264	79	144	88	56	3,41
3	2,96	178	421	29,2	4,06	3,63	1,17	1,04	29,4	37,2	37,4	2,81	805	222	268	81	146	83	59	3,55
4	2,94	160	383	23,1	4,23	3,49	0,96	0,79	23,5	32,8	33,2	2,47	732	213	264	77	145	93	57	3,39
5	3,00	173	395	28,7	4,22	3,72	1,18	1,04	29,3	39,7	40,5	3,07	745	217	260	85	149	95	57	3,37
6	2,29	164	386	27,2	4,36	3,55	1,16	0,95	28,1	36,6	37,6	2,82	767	217	259	78	147	97	58	3,47
7	3,43	159	417	22,9	4,14	3,75	0,95	0,85	23,6	34,3	35,0	2,66	676	207	250	77	144	94	51	3,20
8	3,41	179	392	28,4	4,26	3,69	1,19	1,03	29,3	44,6	46,0	3,48	647	206	253	76	146	99	51	2,91
9	3,22	153	370	30,9	4,32	3,61	1,31	1,10	31,9	41,1	42,4	3,20	759	217	262	78	144	97	61	3,53
10	3,11	139	362	20,7	4,20	3,13	0,86	0,64	20,5	36,0	35,7	2,61	581	198	236	78	146	103	54	2,64
11	4,16	157	399	23,0	3,96	3,47	0,90	0,78	22,7	31,1	30,6	2,27	767	218	263	80	145	97	57	3,15
12	2,72	161	393	20,7	3,94	3,39	0,81	0,69	20,3	29,7	29,2	2,16	727	211	254	78	143	100	52	3,37
13	2,34	132	375	23,4	4,61	3,37	1,08	0,78	24,9	36,6	39,0	2,91	671	205	252	76	143	95	53	3,24
14	3,46	129	380	31,3	4,24	3,33	1,34	1,03	32,0	41,1	41,9	3,10	781	213	268	83	147	94	58	3,43
15	2,58	200	443	19,2	4,32	3,44	0,81	0,65	19,6	27,3	27,9	2,08	724	207	260	76	144	94	58	3,27
16	3,71	160	422	20,5	4,47	3,43	0,92	0,70	21,6	31,0	32,8	2,45	715	210	257	76	146	98	54	3,13
17	2,67	154	405	26,4	3,97	3,32	1,05	0,86	25,9	39,8	38,9	2,86	672	205	260	80	146	97	59	3,04
18	2,26	163	435	21,1	3,99	3,37	0,84	0,70	20,8	34,6	34,1	2,52	632	203	245	71	143	92	52	3,27
19	3,37	166	401	17,1	4,05	3,34	0,69	0,56	17,0	28,9	28,6	2,11	609	199	242	78	145	97	48	3,12
Mittelwert	3,09	161	397	25,1	4,22	3,50	1,06	0,87	25,7	36,3	36,9	2,76	712	211	256	78	145	95	55	3,23
Median	2	147	377	24,6	4,17	3,46	1,01	0,85	25,1	35,7	36,4	2,72	710	211	256	78	145	96	55	3,26
Std.abw.	2,23	109	64	8,8	0,69	0,40	0,40	0,29	9,0	12,1	11,9	0,89	115	13	17	5	4	8	5	0,50
Var.koef.	72,1	67,6	16,2	34,8	16,4	11,3	37,9	33,5	34,9	33,3	32,4	32,1	16,1	6,0	6,8	6,2	3,1	7,9	9,4	15,4
Minimum	1	1	309	2,0	1,75	2,47	0,09	0,08	2,2	3,2	3,6	0,28	401	172	200	60	129	68	35	1,49
Maximum	15	750	705	55,4	6,94	4,88	2,97	1,82	60,7	80,2	78,4	5,83	1124	259	324	102	160	120	76	4,87

Tabelle A2.: Summary Statistics nach Rassen

Rassen	Tierparameter		Milch und Milchhaltsstoffe			Milcheffizienz		Lebendmasse und Körpermaße												
	Lakzahl	Laktage	ZKZ	Milch	Fett	Eiw.	Fett	Eiw.	LM	BU	BA	BT	KH	MHL	KB	BCS				
n	Tag	Tag	kg	%	%	kg	kg	kg	g/kg	g/kg	cm	cm	cm	cm	cm	Pkt.				
1	2,81	162	390	28,0	4,34	3,60	1,21	1,00	29,2	37,2	38,6	2,90	777	217	262	79	145	92	57	3,50
2	3,30	148	390	28,2	4,29	3,51	1,21	0,98	29,1	37,6	38,6	2,89	775	217	267	80	146	95	57	3,43
3	3,13	162	406	18,4	3,79	3,37	0,70	0,61	17,7	27,6	26,4	1,94	706	210	255	74	141	92	55	3,59
4	3,85	167	409	22,1	4,13	3,45	0,90	0,75	22,2	30,1	30,2	2,24	757	215	263	79	145	96	57	3,25
5	3,23	166	401	22,8	4,18	3,52	0,95	0,80	23,3	36,3	36,9	2,76	639	204	247	77	146	97	51	3,01
6	2,89	159	408	24,8	4,07	3,41	0,99	0,83	24,6	35,7	35,4	2,62	710	210	259	79	146	96	57	3,01
7	3,05	151	392	24,1	4,19	3,23	1,00	0,77	24,2	39,5	39,4	2,89	618	201	244	79	145	101	55	2,72
Mittelwert	3,09	161	397	25,1	4,22	3,50	1,06	0,87	25,7	36,3	36,9	2,76	712	211	256	78	145	95	55	3,23
Median	2	147	377	24,6	4,17	3,46	1,01	0,85	25,1	35,7	36,4	2,72	710	211	256	78	145	96	55	3,27
Std.abw.	2,23	109	64	8,8	0,69	0,40	0,40	0,29	9,0	12,1	11,9	0,89	115	13	17	5	4	8	5	0,50
Var.koef.	72,1	67,6	16,2	34,8	16,4	11,3	37,9	33,5	34,9	33,3	32,4	32,1	16,1	6,0	6,8	6,2	3,1	7,9	9,4	15,4
Minimum	1	1	309	2,0	1,75	2,47	0,09	0,08	2,2	3,2	3,6	0,28	401	172	200	60	129	68	35	1,49
Maximum	15	750	705	55,4	6,94	4,88	2,97	1,82	60,7	80,2	78,4	5,83	1124	259	324	102	160	120	76	4,87

Tabelle A3: Literaturübersicht

Autoren	Rasse	N	Lebendmasse	Milchleistung	Fettgehalt	Eiweißgehalt	Fetteiw/kg	ECM	TM-Aufnahme	NEL-Aufnahme	Milch/LM	ECM/LM	FettEiw/LM	TM/ECM	NEL/ECM	Anmerkungen
			kg	kg/d	%	%	kg/kg	kg/d	kg/d	MJ/d	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	MJ/kg	
Haiger et al. 1987 <sup>1)</sup>	Braunvieh	57	568	4.375	4,09	3,25	321	4.357			7,7	7,7	0,565			1. Laktation, 100 % BV <sup>1)</sup>
	Brown Swiss R2	26	544	5.518	4,14	3,30	411	5.546			10,1	10,2	0,755			1. Laktation, 87,5 % BS <sup>1)</sup>
	Holstein R2	21	557	6.874	4,05	3,23	500	6.804			12,3	12,2	0,898			1. Laktation, 87,5 % HF <sup>1)</sup>
Haiger & Sölkner 1995 <sup>2)</sup>	Braunvieh	46	617	5.152	4,05		209	5.191			8,4	8,4	0,338			2. Laktation, 100 % BV <sup>1)</sup>
	Brown Swiss R2	15	613	6.780	4,11		279	6.892			11,1	11,2	0,455			2. Laktation, 87,5 % BS <sup>1)</sup>
	Holstein R2	18	620	7.703	4,07		314	7.784			12,4	12,6	0,506			2. Laktation, 87,5 % HF <sup>1)</sup>
Haiger & Knaus 2010 <sup>3)</sup>	Fleckvieh/Braunvieh	86		4,02	3,25			4.216								ohne Kraffutter <sup>2)</sup>
	Holstein/Brown Swiss	103		4,02	3,05			5.358								ohne Kraffutter <sup>2)</sup>
Haiger & Knaus 2010 <sup>3)</sup>	Fleckvieh/Braunvieh	87		4,10	3,30			4.777								mit KF (561 kg/Lak.) <sup>2)</sup>
	Holstein/Brown Swiss	108		4,12	3,17			6.124								mit KF (852 kg/Lak.) <sup>2)</sup>
Gruber et al. 1991 <sup>4)</sup>	Fleckvieh	71	720	6.027	4,79	3,39	493	6.558	14,82	93,0	8,4	9,1	0,685	1,12	7,00	2,7 Laktationen je Kuh <sup>3)</sup>
	HFkonventionell	27	688	7.567	4,34	3,13	565	7.701	15,21	95,0	11,0	11,2	0,822	0,96	5,99	2,8 Laktationen je Kuh <sup>3)</sup>
	HFLebensleistung	31	597	6.145	4,94	3,22	501	6.728	16,96	105,9	10,3	11,3	0,840	0,81	5,05	2,8 Laktationen je Kuh <sup>3)</sup>
Gruber et al. 1995 <sup>5)</sup>	Fleckvieh	54	625	4.014	4,11	3,41	302	4.049	14,82	74,1	6,4	6,5	0,483	1,01	5,45	2,67 Laktationszahl <sup>4)</sup>
	Brown Swiss	54	588	4.785	4,24	3,21	357	4.838	15,21	95,0	8,1	8,2	0,606	0,90	4,95	1,72 Laktationszahl <sup>4)</sup>
	Holstein	54	570	6.414	4,25	2,98	464	6.396	16,96	105,9	11,3	11,2	0,814	0,81	5,05	1,94 Laktationszahl <sup>4)</sup>
Ledinke & Gruber 2014 <sup>6)</sup>	Fleckvieh	20	615	4.186	4,16	3,06	302	4.152	13,74	74,1	6,8	6,7	0,491	1,01	5,45	ohne Kraffutter <sup>5)</sup>
	Holstein	20	546	4.698	4,27	2,93	338	4.679	13,87	75,9	8,6	8,6	0,619	0,90	4,95	ohne Kraffutter <sup>5)</sup>
	Fleckvieh	20	648	4.645	4,40	3,17	352	4.772	14,56	82,1	7,2	7,4	0,543	0,93	5,25	50 % des KF-Bedarf <sup>5)</sup>
Linder Mayer 1986 <sup>7)</sup>	Holstein	20	577	5.668	4,62	2,98	431	5.899	15,45	88,4	9,8	10,2	0,747	0,80	4,57	50 % des KF-Bedarf <sup>5)</sup>
	Fleckvieh	20	676	5.529	4,56	3,31	435	5.840	16,19	99,0	8,2	8,6	0,644	0,85	5,17	100 % des KF-Bedarf <sup>5)</sup>
	Holstein	20	616	7.141	4,64	3,18	558	7.544	18,17	113,4	11,6	12,3	0,907	0,73	4,58	100 % des KF-Bedarf <sup>5)</sup>
Haiger & Sölkner 1995	Fleckvieh100	14	729	5.942	4,12	3,51	454	6.043	16,63	107,0	8,1	8,3	0,622	0,84	5,40	30,7 % Kraffutter <sup>6)</sup>
	Hostein87,5 / Fleckvieh12,5	9	665	7.419	4,28	3,40	570	7.629	18,99	123,6	11,2	11,5	0,857	0,76	4,94	33,5 % Kraffutter <sup>6)</sup>
	Holstein50 / Brown Swiss50	15	640	7.426	4,16	3,41	561	7.529	18,37	120,3	11,6	11,8	0,877	0,74	4,87	35,7 % Kraffutter <sup>6)</sup>
Haiger & Knaus 2010	Holstein/75 / Brown Swiss25	19	632	7.814	4,08	3,39	584	7.850	19,21	126,5	12,4	12,4	0,924	0,75	4,92	38,9 % Kraffutter <sup>6)</sup>
	Holstein100	33	613	7.233	4,17	3,39	547	7.338	18,00	117,0	11,8	12,0	0,892	0,75	4,86	34,1 % Kraffutter <sup>6)</sup>
	Fleckvieh	8	648	4.632	4,00	3,65	354	4.685	15,50	105,0	7,1	7,2	0,547	1,01	6,84	24,5 % Kraffutter <sup>7)</sup>
Haiger et al. 1991	Red Holstein × Fleckvieh	8	587	5.962	4,12	3,42	450	6.025	15,80	110,0	10,2	10,3	0,766	0,80	5,57	30,4 % Kraffutter <sup>7)</sup>
	Rotbunte	12	618	7.717	4,26	3,43	593	7.931	19,00	126,4	12,5	12,8	0,960	0,73	4,86	41,6 % Kraffutter <sup>8)</sup>
	Red Holstein × Rotbunte	9	617	9.455	4,03	3,27	690	9.361	20,60	140,3	15,3	15,2	1,119	0,67	4,57	49,5 % Kraffutter <sup>8)</sup>
Gruber et al. 1989	Schwarzbunte (HF)	15	634	9.547	4,39	3,37	741	9.922	22,60	150,7	15,1	15,6	1,168	0,69	4,63	46,5 % Kraffutter <sup>8)</sup>

<sup>1)</sup> Haiger et al. 1987<sup>2)</sup> Haiger & Sölkner 1995<sup>3)</sup> Haiger & Knaus 2010<sup>4)</sup> Gruber et al. 1991<sup>5)</sup> Kraftfütterergänzung nach Bedarf<sup>6)</sup> 2.-8. Laktation<sup>7)</sup> ohne Kraffutter<sup>8)</sup> 25 % Kraffutter, Früh-, Mittel- und Spätlaktation, 3 Wochen lat. Quadrat<sup>9)</sup> Gruber et al. 1995<sup>10)</sup> Ledinke & Gruber 2014<sup>11)</sup> Linder Mayer 1986<sup>12)</sup> Hafez et al. 1989<sup>13)</sup> ≥ 2. Laktation (vollständig)<sup>14)</sup> alle Laktationen, alle Laktationsstadien<sup>15)</sup> alle Laktationen, vollständige Laktation<sup>16)</sup> 3. und 4. Laktation

Tabelle A3: Literaturübersicht (Fortsetzung)

Autor(en)	Rasse	N	Lebend- masse	Milch- leistung	Fett- gehalt	Eiweiß- gehalt	Fett- Eiwg	ECM	TM- Auf- nahme	NEL- Auf- nahme	Milch/ LM	FCM/LM	FettEiw/ LM	TM/ ECM	NEL/ ECM	Anmerkungen
			kg	kg/d	%	%	kg/d	kg/d	MJ/d	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	MJ/kg	
Künzi 1969 <sup>9)</sup>	Fleckvieh	19	645					4.426	14,40	88,7		6,9		0,99	6,11	12,0 % Kraffutter <sup>9)</sup>
	Braunvieh	23	541					4.002	12,71	79,0		7,4		0,97	6,02	15,0 % Kraffutter <sup>9)</sup>
	Ayrshire	15	502					4.169	12,59	78,0		8,3		0,92	5,70	15,2 % Kraffutter <sup>9)</sup>
Zaugg 1976 <sup>10)</sup>	Fleckvieh	10	649	4.081	4,21	3,50	315	4.189	14,24	94,0	6,3	6,5	0,485	1,04	6,84	10,7 % Kraffutter <sup>10)</sup>
	Braunvieh	10	597	4.484	4,15	3,58	347	4.594	13,85	91,9	7,5	7,7	0,580	0,92	6,10	14,9 % Kraffutter <sup>10)</sup>
	Holstein	10	535	5.572	4,15	3,28	414	5.600	15,10	101,1	10,4	10,5	0,773	0,82	5,50	15,8 % Kraffutter <sup>10)</sup>
Bieri 1982 <sup>11)</sup>	Fleckvieh	50	663	4.267	4,28	3,50	332	4.415	14,01	85,6	6,4	6,7	0,501	0,97	5,91	14,4 % Kraffutter <sup>11)</sup>
	Braunvieh	50	595	4.663	4,33	3,60	370	4.884	13,67	84,6	7,8	8,2	0,622	0,85	5,28	19,2 % Kraffutter <sup>11)</sup>
	Braunvieh × Brown Swiss	50	590	4.959	4,26	3,38	379	5.081	13,70	83,5	8,4	8,6	0,643	0,82	5,01	15,8 % Kraffutter <sup>11)</sup>
	Holstein × Fleckvieh	50	614	5.844	4,40	3,35	453	6.073	15,16	93,4	9,5	9,9	0,738	0,76	4,69	16,0 % Kraffutter <sup>11)</sup>
	Holstein	50	564	5.932	4,35	3,33	456	6.122	15,55	96,3	10,5	10,8	0,807	0,77	4,80	17,1 % Kraffutter <sup>11)</sup>
Korver 1982 <sup>12)</sup>	Dutch Friesian	23	542	4.733	4,10	3,25	348	4.719	14,80	85,0	8,7	8,7	0,641	0,96	5,50	12,1 % Kraffutter <sup>12)</sup>
	Holstein Friesian	23	563	5.200	3,88	3,18	367	5.025	15,18	87,0	9,2	8,9	0,652	0,92	5,28	11,7 % Kraffutter <sup>12)</sup>
	Dutch Friesian	22	604	5.865	4,05	3,31	432	5.836	17,15	107,5	9,7	9,7	0,715	0,90	5,62	42,2 % Kraffutter <sup>12)</sup>
Korver 1982 <sup>13)</sup>	Holstein Friesian	23	614	6.585	3,85	3,22	466	6.357	17,82	111,1	10,7	10,4	0,759	0,85	5,33	40,4 % Kraffutter <sup>13)</sup>
	Dutch Friesian	16	573	4.538	4,32	3,17	340	4.619	13,82	82,5	7,9	8,1	0,593	0,91	5,45	12,9 % Kraffutter <sup>13)</sup>
	Holstein Friesian	17	581	5.067	3,98	3,13	360	4.940	14,79	88,4	8,7	8,5	0,620	0,91	5,46	12,1 % Kraffutter <sup>13)</sup>
Oldenbroek 1984a <sup>14)</sup>	Dutch Friesian	18	587	5.887	4,28	3,34	449	6.030	17,75	114,2	10,0	10,3	0,764	0,90	5,78	41,5 % Kraffutter <sup>13)</sup>
	Dutch Friesian	13	614	6.171	3,98	3,28	448	6.077	18,01	115,5	10,1	9,9	0,730	0,90	5,80	40,3 % Kraffutter <sup>13)</sup>
	Dutch Red and White	11	516	3.887	4,32	3,33	297	3.997	11,68	72,2	7,5	7,7	0,576	0,89	5,51	0 % Kraffutter <sup>14)</sup>
Oldenbroek 1984b <sup>15)</sup>	Dutch Friesian	10	496	3.969	4,39	3,27	304	4.099	11,95	73,9	8,0	8,3	0,613	0,89	5,50	0 % Kraffutter <sup>14)</sup>
	Holstein Friesian	9	506	4.649	4,06	3,12	334	4.573	12,52	77,3	9,2	9,0	0,660	0,83	5,16	0 % Kraffutter <sup>14)</sup>
	Dutch Red and White	12	561	5.238	4,08	3,66	405	5.351	14,53	95,9	9,3	9,5	0,723	0,83	5,47	50 % Kraffutter <sup>14)</sup>
Oldenbroek 1984b <sup>15)</sup>	Dutch Friesian	10	525	5.352	4,04	3,53	405	5.396	14,55	95,8	10,2	10,3	0,772	0,82	5,42	50 % Kraffutter <sup>14)</sup>
	Holstein Friesian	11	541	6.014	3,87	3,39	437	5.887	15,44	101,9	11,1	10,9	0,807	0,80	5,28	50 % Kraffutter <sup>14)</sup>
	Dutch Red and White	7	570	4.399	4,39	3,27	337	4.543	13,29	81,1	7,7	8,0	0,591	0,89	5,44	0 % Kraffutter <sup>15)</sup>
	Dutch Friesian	5	569	3.882	4,48	3,40	306	4.085	13,95	85,8	6,8	7,2	0,538	1,04	6,40	0 % Kraffutter <sup>15)</sup>
	Holstein Friesian	8	559	4.943	4,21	3,16	364	4.961	14,27	87,6	8,8	8,9	0,651	0,88	5,39	0 % Kraffutter <sup>15)</sup>
Künzi 1969 <sup>10)</sup> Zaugg 1976 <sup>11)</sup> Bieri 1982	Dutch Red and White	4	607	5.114	4,26	3,48	396	5.275	14,13	91,5	8,4	8,7	0,652	0,82	5,29	50 % Kraffutter <sup>15)</sup>
	Dutch Friesian	7	585	5.646	4,00	3,40	418	5.620	16,30	106,4	9,7	9,6	0,715	0,88	5,77	51 % Kraffutter <sup>15)</sup>
	Holstein Friesian	3	644	7.524	4,01	3,27	548	7.434	18,14	119,2	11,7	11,5	0,851	0,74	4,89	52 % Kraffutter <sup>15)</sup>

<sup>9)</sup> Künzi 1969 alle Laktationen, vollständige Laktation  
<sup>10)</sup> Zaugg 1976 3 Laktationen, vollständige Laktation  
<sup>11)</sup> Bieri 1982 Erhebungen Chamau 10 Jahre, 4 Laktationen, alle Laktationsstadien  
<sup>12)</sup> Korver 1982  
<sup>14)</sup> Oldenbroek 1984a  
<sup>15)</sup> Oldenbroek 1984b  
<sup>13)</sup> Korver 1982  
<sup>14)</sup> Oldenbroek 1984a  
<sup>15)</sup> Oldenbroek 1984b  
<sup>13)</sup> Laktation, vollständige Laktation  
<sup>14)</sup> Laktation, vollständige Laktation  
<sup>15)</sup> Laktation, vollständige Laktation

Tabelle A3: Literaturübersicht (Fortsetzung)

Autoren)	Rasse	N	Lebend- masse	Milch- leistung	Fett- gehalt	Eiweiß- gehalt	Fett- Eiwg	ECM	FCM	ECM	TM- Auf- nahme	NEL- Auf- nahme	Milch/ LM	ECM/ LM	FettEiw/ LM	TM/ ECM	NEL/ ECM	Anmerkungen
			kg	kg/d	%	%	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	kg/d	MJ/d	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	MJ/kg	
Oldenbroek 1986 <sup>16)</sup>	HF+DF+DRW	24	491	3.753	4,37	3,22	285	3.856	13,07	80,3	7,6	7,9	0,580	1,03	6,35	0 % Krafftutter <sup>16)</sup>		
	Jersey	24	324	2.762	6,19	3,80	276	3.540	10,45	64,5	8,5	10,9	0,852	0,90	5,56	0 % Krafftutter <sup>16)</sup>		
	HF+DF+DRW	24	511	4.946	4,29	3,44	382	5.101	16,34	109,1	9,7	10,0	0,748	0,98	6,52	50 % Krafftutter <sup>16)</sup>		
	Jersey	24	350	3.155	6,56	4,15	338	4.254	12,73	85,2	9,0	12,2	0,966	0,91	6,11	50 % Krafftutter <sup>16)</sup>		
Oldenbroek 1988 <sup>17)</sup>	HF+DF+DRW	17	612	5.789	4,30	3,37	444	5.955	18,38	114,1	9,5	9,7	0,725	0,94	5,84	0 % Krafftutter <sup>17)</sup>		
	Jersey	22	396	4.082	6,66	4,14	441	5.551	15,41	95,2	10,3	14,0	1,114	0,85	5,23	0 % Krafftutter <sup>17)</sup>		
	HF+DF+DRW	17	632	6.432	4,06	3,37	478	6.433	20,02	134,1	10,2	10,2	0,756	0,95	6,36	50 % Krafftutter <sup>17)</sup>		
	Jersey	16	433	3.872	6,82	4,18	426	5.348	16,40	110,4	8,9	12,4	0,984	0,94	6,30	50 % Krafftutter <sup>17)</sup>		
Yan et al. 2006 <sup>18)</sup>	Norwegian	16	478					4.604		88,8		9,6			5,88	20 % Krafftutter <sup>18)</sup>		
	Norwegian	16	487					5.109		93,6		10,5			5,59	20 % Krafftutter <sup>18)</sup>		
Dillon et al. 2003 <sup>19)</sup>	Holstein	16	519					5.995		113,5		11,6			5,77	50 % Krafftutter <sup>18)</sup>		
	Holstein	16	529					7.263		126,3		13,7			5,30	50 % Krafftutter <sup>18)</sup>		
	Normande	27,4	588	4.561	4,00	3,60	347	4.598	16,20		7,8	7,8	0,590	0,87		aus Frankreich		
	Montbeliarde	27,4	572	5.119	3,81	3,49	374	5.008	16,40		8,9	8,8	0,653	0,81		aus Frankreich		
Holstein		27,4	571	5.321	3,75	3,36	378	5.122	17,50		9,3	9,0	0,663	0,84		HF aus Irland (upgraded)		
	Holstein	27,4	558	5.994	3,90	3,39	437	5.889	18,40		10,7	10,6	0,783	0,77		HF aus Holland		

<sup>16)</sup> Oldenbroek 1986

1. Laktation, vollständige Laktation

<sup>17)</sup> Oldenbroek 1988

2. Laktation, vollständige Laktation

<sup>18)</sup> Yan et al. 2006

1. Laktation, vollständige Laktation

<sup>19)</sup> Dillon et al. 2003

1.-5. Laktation, vollständige Laktation (247 d), 5 Jahre, Weide, 644 kg TM Krafftutter