

Grundfutterqualität, Kraffutterniveau und genetisches Potenzial als Schlüsselfaktoren für die Höhe der Milchleistung

Leonhard Gruber

Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 8952 Irdning

Bedeutung der Grundfutterqualität für die Milchproduktion

Eine hohe Grundfutterqualität ist die unbedingte Voraussetzung, um den Energiebedarf hochleistender Milchkühe decken zu können (DACCORD 1992, SPIEKERS et al. 2009). Denn nur bei rechtzeitigem Schnitt des Wiesenfutters wird sowohl eine hohe Verdaulichkeit als auch eine hohe Futteraufnahme erzielt (CRAMPTON et al. 1960, MOTT und MOORE 1969). Diese beiden Faktoren ergeben die Energieaufnahme, welche zu entsprechenden Milchleistungen führt, vorausgesetzt die Kühe sind von ihrer genetischen Veranlagung her dazu in der Lage. Als Ergänzung wird Kraffutter – in bedarfsgerechten sowie wiederkäuergerechten Mengen – eingesetzt. Besonders bei sehr frühem Schnitt und hohen Kraffuttermengen ist auf die Wiederkäuergerechtigkeit der Ration zu achten. Ein stabiler Pansenstoffwechsel mit hoher Aktivität der Pansenmikroben ist die Grundlage für die Fermentation des Grundfutters und die Gesundheit der Tiere (ØRSKOV 1986, VAN HOUTERT 1993). Nur dadurch können hohe Futteraufnahmen und ein hoher Gehalt an Milchinhaltsstoffen erzielt werden. Nachfolgend werden Ergebnisse aus zwei langfristigen Fütterungsversuchen am Lehr- und Forschungszentrum (LFZ) Raumberg-Gumpenstein zusammenfassend dargestellt, welche die große Bedeutung des Schnittzeitpunktes für die Milchviehfütterung klar aufzeigen (GRUBER et al. 1995, GRUBER et al. 2000).

Bei Wiesenfutter – ob als grasbetonte Bestände oder auch als Dauerwiese mit mehreren bzw. vielen botanischen Arten (Gräser, Kräuter, Leguminosen) – übt das Vegetationsstadium der Pflanzen den überragenden Einfluss auf den Futterwert aus, der sich sowohl in der Futteraufnahme als auch in der Verdaulichkeit niederschlägt (INRA 1989, MINSON 1990, VAN SOEST 1994, GRUBER et al. 1996). Das Vegetationsstadium bestimmt den Anteil und die Zusammensetzung der Gerüstsubstanzen und auch die Art der Zellinhaltsstoffe (VAN SOEST 1994, NULTSCH 2001, GRUBER 2009). Junge Pflanzen beginnen die Vegetation mit einer starken Entwicklung der Assimilationsfläche. Der Anteil der Blätter gegenüber dem Stängel ist also zunächst relativ groß. Die Blätter enthalten mehr verfügbare Nähr- und Mineralstoffe als die Stängel. Die Zellinhaltsstoffe (Eiweiß, Nichtfaser-Kohlenhydrate wie Zucker und Stärke, Fette) sind nahezu vollständig verdaulich (VAN SOEST 1967). Mit fortschreitender Vegetation nimmt der Anteil des Stängels bis zur Blüten- und Samenbildung laufend zu (PRITCHARD et al. 1963, TERRY und TILLEY 1964, MOWAT et al. 1965a und b, WILMAN et al. 1996). Der Stängel besteht vorwiegend aus den Gerüstsubstanzen Zellulose, Hemizellulose und Lignin. Während die Faserkohlenhydrate (Zellulose, Hemizellulose) von den Pansenmikroben durchaus – wenn auch bei geringen Abbauraten (VAN SOEST 1967, SNIFFEN et al. 1992) – abgebaut werden können, ist Lignin unverdaulich und durch seine chemische

Bindung mit Hemizellulose sowie durch die Verkrustung der Faserkohlenhydrate verantwortlich für den Rückgang der Verdaulichkeit mit fortschreitender Vegetation (VAN SOEST 1967).

In Versuch 1 wurden zwei Grundfutterqualitäten erzeugt und an 120 Milchkühe (60 Fleckvieh, 60 Holstein) eine vollständige Laktation hindurch verfüttert (GRUBER et al. 1995). Die Grundfütterration bestand aus 35 % Heu, 40 % Grassilage und 25 % Maissilage (Trockenmasse-Basis). Bei Wiesenfutter (Heu, Grassilage) wurde die unterschiedliche Grundfutterqualität durch den Schnitzeitpunkt erreicht (3 Wochen Unterschied) und bei Silomais durch den Kornanteil. Die Kühe erhielten entweder kein Kraftfutter oder 50 bzw. 100 % ihres Ergänzungsbedarfes (KF 0, KF 50, KF 100). Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 1 sowie Abbildung 1 angeführt. Der um 3 Wochen frühere Erntezeitpunkt des Wiesenfutters steigerte die Verdaulichkeit um 8 – 10 % und den Energiegehalt um 0,7 – 1,0 MJ NEL. Dadurch erhöhte sich auch die Grundfütterraufnahme von 12,3 auf 14,5 kg TM. Durch Kraftfutter ging die Grundfütterraufnahme zurück, und zwar um 0,26 bzw. 0,30 kg TM pro kg Kraftfutter-TM, also eine etwas höhere Grundfütterverdrängung bei hoher Grundfutterqualität. Dies ist mit der besseren Energiebilanz der Kühe bei höherer Grundfutterqualität zu erklären (FAVERDIN et al. 1991). Die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung hängt sowohl von der Grundfutterqualität als auch vom Milchleistungsvermögen (Rasse) der Tiere ab. Beide Ergebnisse sind ebenfalls mit der Energiebilanz zu erklären. Obwohl theoretisch (aus dem Energiegehalt des Kraftfutters) etwa 2,0 kg Milch zu erwarten sind, haben die Kühe bei niedriger Grundfutterqualität pro kg TM Kraftfutter 1,50 kg Milch mehr gegeben, bei hoher Grundfutterqualität dagegen nur 1,42 kg mehr Milch. Die Begründung ist, dass bei hoher Grundfutterqualität eine höhere Milchleistung erzielt wird, die – relativ zum Leistungsvermögen – durch Kraftfutter nicht im selben Ausmaß gesteigert werden kann. Aus dem gleichen Grund reagieren Tiere mit hohem Milchleistungsvermögen besser auf Kraftfutter, weil sie die zusätzliche Energie in Milch umwandeln können, leistungsschwächere dagegen nicht (sondern in Körpersubstanz ansetzen). Ebenso ist die Wirkung des Kraftfutters bei niedrigem Kraftfütterniveau stärker als bei hohem, weil der Leistungsplafond der Kühe noch nicht erreicht ist. Insgesamt steigerten die HF-Kühe ihre Leistung pro kg Kraftfutter-TM um 1,76 kg Milch, die Fleckvieh-Kühe dagegen nur um 1,03 kg Milch (Abbildung 1). Der Versuch hat auch eindeutig gezeigt, dass – vor allem hochveranlagte – Kühe mehr Milch geben, als ihnen Energie mit dem Futter zugeführt wird, d.h. sie mobilisieren Körperreserven. Die Berechnungen aus der Energieaufnahme haben ergeben, dass von 4.109 kg Milch bei niedriger Grundfutterqualität (in KF 0) 1.285 kg Milch aus der Fettmobilisation gestammt haben, also nahezu ein Drittel. Solche Tiere erreichen eine ausgeglichene Energiebilanz erst am Ende der Laktation, Kühe mit hoher Grundfutterqualität und bedarfsgerechter Kraftfütterergänzung dagegen bereits im 3. Laktationsmonat. Das Leistungspotenzial der Kühe und die Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfütterniveau) sind daher auf einander abzustimmen.

In Versuch 2 wurde eine Dauerwiese 2, 3 oder 4 Mal pro Jahr geerntet, das Futter als Heu konserviert und an Milchkühe zur Feststellung der Futterraufnahme und Milchleistung verfüttert (GRUBER et al. 2000). Die Verdaulichkeit wurde an Schafen ermittelt. Die unterschiedliche Schnitthäufigkeit führte zu sehr verschiedenen Grundfutterqualitäten, die

durch die Aufwuchsdauer der einzelnen Aufwüchse bedingt war. Mit steigender Schnitthäufigkeit ging der Rohfasergehalt von 331 auf 291 bzw. 246 g/kg TM zurück und dementsprechend stieg die Verdaulichkeit von 58,0 auf 65,6 bzw. 72,2 % an. In Abbildung 2 ist auch der Energiegehalt der einzelnen Aufwüchse dargestellt. Bei der 4-Schnitt-Nutzung weisen alle 4 Aufwüchse eine sehr ähnliche Energiekonzentration auf, im Durchschnitt 5,9 MJ NEL/kg TM. Bei 3-Schnitt-Nutzung und ganz besonders bei 2-Schnitt-Nutzung hat der 1. Aufwuchs einen wesentlich geringeren NEL-Gehalt als die Folgeaufwüchse (z.B. 4,34 und 4,78 MJ NEL/kg TM). Daraus ist klar der Schluss zu ziehen, dass es auf den rechtzeitigen Schnitt des 1. Aufwuchses ankommt, wenn man eine hohe Verdaulichkeit erreichen will. Das Futter des 1. Aufwuchses hat einen anderen Wachstumsverlauf, ein anderes Blatt/Stängel-Verhältnis und einen wesentlich verholzteren Stängel als das der weiteren Aufwüchse. Wenn es nicht gelingt, den 1. Aufwuchs rechtzeitig zu mähen, ist eine niedrige Verdaulichkeit unweigerlich die Folge. Diese Aussagen zum Futterwert spiegeln sich auch in der Futteraufnahme und in der Milchleistung bei unterschiedlicher Schnitthäufigkeit wider (Tabelle 2, Abbildung 2). Im Versuch wurden die Kühe entweder ohne Kraftfutter, bedarfsgerecht mit Kraftfutter oder mit einem konstanten Kraftfutteranteil gefüttert (KF 0, KF Norm, KF konstant). Die Fütterung ohne Kraftfutter erlaubt eine unverfälschte Aussage über die Auswirkungen der Grundfutterqualität, da die Ergebnisse nicht durch die sog. Grundfutterverdrängung überlagert sind (siehe auch Versuch I). Die Kühe verzehrten ohne Kraftfutter vom Heu aus der 2-, 3- oder 4-Schnitt-Nutzung 11,6, 14,5 bzw. 17,2 kg TM. Diese Daten zeigen auch, dass die Futteraufnahme wesentlich stärker auf die Schnitthäufigkeit reagiert als die Verdaulichkeit. In Prozent ausgedrückt beträgt die Futteraufnahme nämlich 100, 125 bzw. 148 % und die Verdaulichkeit dagegen 100, 113 und 124! Die daraus erzielbare Milchleistung beträgt 1.701, 3.597 oder 5.644 kg pro Laktation. Werden diese Grundfutterqualitäten zur Deckung des Energiebedarfs mit Kraftfutter ergänzt, sind dazu 6,5, 4,9 bzw. 4,0 kg TM Kraftfutter erforderlich und die Grundfutteraufnahme beträgt nur noch 9,3, 12,2 bzw. 14,4 kg TM. Auch die Gesamtfutteraufnahme unterscheidet sich in den verschiedenen Nutzungsvarianten sehr stark (um 2,6 kg TM), nämlich 15,8, 17,1 bzw. 18,4 kg TM. Daraus lassen sich 4.685, 5.560 oder 6.637 kg Milch erzeugen. Eine niedrige Grundfutterqualität kann also durch Kraftfutter nicht wettgemacht werden. Zu hohe Kraftfuttermengen würden zu Pansenübersäuerung führen.

In beiden Fütterungsversuchen erhöhte sich mit fortschreitender Vegetation des Wiesenfutters der Gehalt an Gerüstsubstanzen. Die damit einhergehende Lignifizierung verminderte die Verdaulichkeit, auch die Futteraufnahme sowie die Milchleistung wurden signifikant reduziert. Neben dem Grundfutter trägt auch Kraftfutter zur Energieversorgung bei, allerdings kann eine niedrige Grundfutterqualität aus pansenphysiologischen Gründen nicht durch Kraftfutter wettgemacht werden (Pansenazidose). Hinsichtlich Grundfutterverdrängung durch Kraftfutter und Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung besteht eine Wechselwirkung mit der Grundfutterqualität sowie auch zum Milchleistungsvermögen der Kühe. Die Bedeutung der Grundfutterqualität ist umso wichtiger, je höher die Milchleistung der Kühe und je niedriger das Kraftfutterniveau ist. Das Leistungspotenzial der Kühe und die Fütterung (Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau) sind daher auf einander abzustimmen.

Tabelle 1a: Ergebnisse Versuch 1 (Haupteffekte)¹⁾

Versuchsfaktor		GF-Qualität		KF-Niveau			Rasse		P-Werte		
Faktorlevel		N	H	0	50	100	FV	HF	GF	KF	Ra
Futter- und Nährstoff-Aufnahme											
Grundfutter	kg TM	12,21	14,02	13,72	13,47	12,16	12,96	13,27	0,000	0,000	0,137
Kraftfutter	kg TM	2,27	2,13	0,08	1,53	5,00	1,86	2,55	0,362	0,000	0,035
Gesamtfutter	kg TM	14,49	16,17	13,81	15,01	17,18	14,83	15,83	0,000	0,000	0,740
NDF	g/kg LM	12,07	12,06	12,52	12,16	11,51	11,16	12,96	0,905	0,000	0,618
NEL	MJ	80,0	97,6	75,0	85,2	106,2	85,1	92,5	0,000	0,000	0,315
XP	g	1656	2095	1565	1789	2272	1786	1965	0,000	0,000	0,242
nXP	g	1432	1726	1355	1523	1860	1516	1642	0,000	0,000	0,373
Kriterien der Ration											
Kraftfutter	% der TM	13,9	11,9	0,4	10,0	28,3	11,7	14,2	0,019	0,000	0,030
XF	g/kg TM	265	242	282	260	218	257	251	0,000	0,000	0,010
NDF	g/kg TM	503	467	527	494	434	489	481	0,000	0,000	0,085
XP/ME	g/MJ	12,06	12,74	12,11	12,33	12,76	12,31	12,50	0,000	0,000	0,561
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz											
Lebendmasse	kg	599	626	581	612	646	646	579	0,009	0,000	0,369
Milch	kg	15,7	19,1	14,6	16,9	20,8	15,7	19,1	0,000	0,000	0,136
ECM	kg	16,2	19,9	14,6	17,6	21,9	16,2	19,8	0,000	0,000	0,077
Fett	%	4,41	4,47	4,22	4,51	4,60	4,37	4,51	0,255	0,000	0,444
Protein	%	3,06	3,15	2,99	3,08	3,24	3,18	3,03	0,021	0,000	0,444
Laktose	%	4,79	4,78	4,81	4,74	4,79	4,82	4,74	0,561	0,057	0,076
NEL-Bilanz	MJ/d	-7,5	-3,0	-6,5	-7,4	-1,8	-4,4	-6,1	0,000	0,000	0,212

Tabelle 1b: Ergebnisse Versuch 1 (Wechselwirkung GF-Qualität × Kraftfutter-Niveau)¹⁾

Grundfutter-Qualität		Niedrig			Hoch			P-Werte			
Kraftfutter-Niveau		0	50	10	0	50	10	G × K	G × R	K × R	
Futter- und Nährstoff-Aufnahme											
Grundfutter	kg TM	12,74	12,73	11,16	14,69	14,21	13,17	0,404	0,032	0,345	
Kraftfutter	kg TM	0,10	1,55	5,16	0,06	1,50	4,84	0,646	0,251	0,005	
Gesamtfutter	kg TM	12,85	14,29	16,34	14,77	15,72	18,02	0,557	0,298	0,000	
NDF	g/kg LM	12,55	12,28	11,39	12,49	12,04	11,64	0,249	0,287	0,227	
NEL	MJ	65,3	77,0	97,7	84,7	93,5	114,7	0,598	0,882	0,000	
XP	g	1329	1585	2054	1802	1993	2489	0,640	0,803	0,000	
nXP	g	1193	1387	1717	1516	1658	2003	0,604	0,770	0,000	
Kriterien der Ration											
Kraftfutter	% der TM	0,6	10,6	30,6	0,2	9,4	26,1	0,089	0,155	0,196	
XF	g/kg TM	297	272	225	267	248	212	0,000	0,030	0,022	
NDF	g/kg TM	550	513	447	504	475	421	0,030	0,122	0,429	
XP/ME	g/MJ	11,69	12,01	12,49	12,53	12,66	13,04	0,152	0,334	0,940	
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz											
Lebendmasse	kg	561	598	638	600	626	653	0,615	0,259	0,894	
Milch	kg	12,8	15,3	19,0	16,4	18,5	22,6	0,916	0,283	0,008	
ECM	kg	12,6	15,8	20,1	16,5	19,4	23,7	0,959	0,402	0,001	
Fett	%	4,19	4,42	4,63	4,24	4,60	4,57	0,124	0,079	0,465	
Protein	%	2,92	3,03	3,22	3,06	3,12	3,26	0,478	0,242	0,781	
Laktose	%	4,84	4,74	4,79	4,79	4,75	4,79	0,505	0,762	0,880	
NEL-Bilanz	MJ/d	-9,1	-9,4	-4,0	-3,9	-5,5	0,4	0,720	0,184	0,420	

¹⁾ Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49 (GRUBER et al. 1995).

Abbildung 1: Ergebnisse zu Versuch 1 (Futterwert, Futteraufnahme, Grundfutterverdrängung, Kraftfutterwirkung, Mobilisation, Energiebilanz)

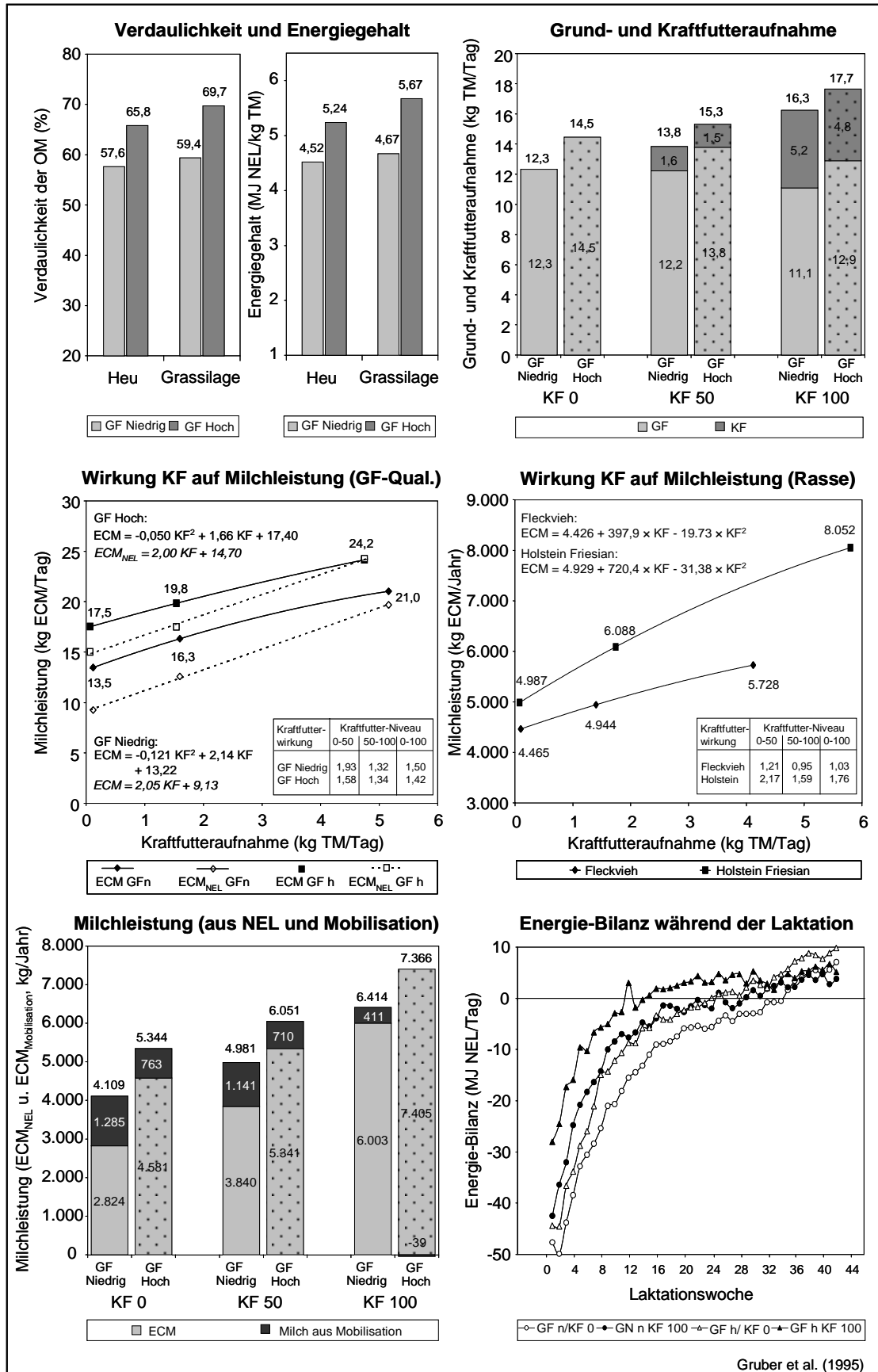


Tabelle 2a: Ergebnisse Versuch 2 (Haupteffekte) ¹⁾

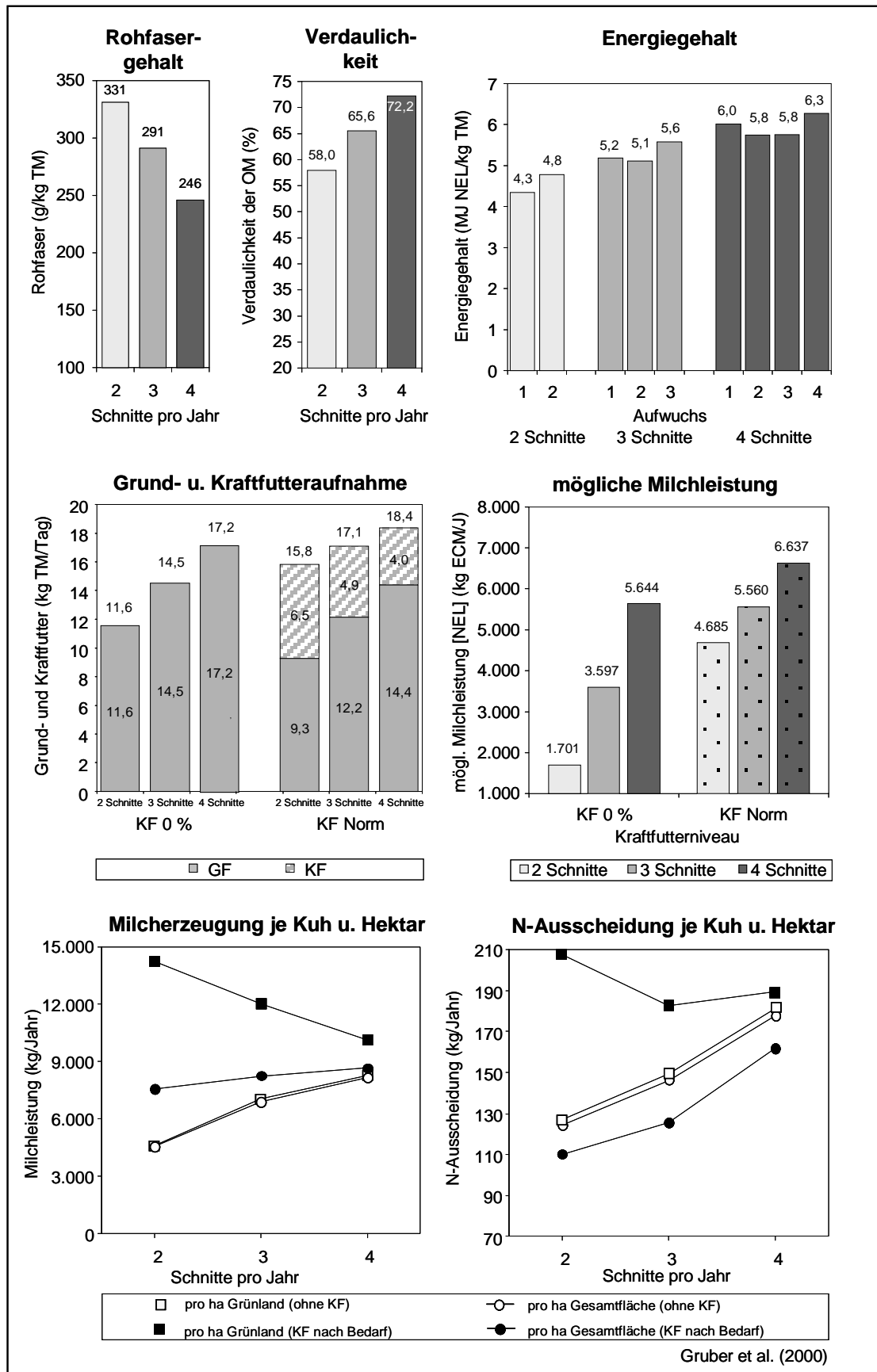
Versuchsfaktor		Nutzungs-Frequenz			Kraftfutter-Niveau			P-Werte		
Faktorlevel		N2	N3	N4	K0	KN	KK	N	K	N × K
Futter- und Nährstoff-Aufnahme										
Grundfutter	kg TM	10,39	13,01	15,21	14,41	11,95	12,26	0,000	0,000	0,008
Kraftfutter	kg TM	3,40	3,11	2,84	0,00	5,13	4,21	0,002	0,000	0,000
Gesamtfutter	kg TM	13,88	16,20	18,12	14,51	17,15	16,54	0,000	0,000	0,000
NDF	g/kg LM	11,8	12,6	12,5	12,7	12,1	12,2	0,001	0,007	0,509
NEL	MJ	72,2	91,7	110,3	76,7	101,6	95,9	0,000	0,000	0,000
XP	g	1.620	2.091	2.763	1.954	2.304	2.216	0,000	0,000	0,000
nXP	g	1.673	2.096	2.525	1.795	2.309	2.189	0,000	0,000	0,000
Kriterien der Ration										
Kraftfutter	% der TM	22,4	18,1	15,1	0,0	30,2	25,5	0,000	0,000	0,000
XF	g/kg TM	272	255	227	291	226	237	0,000	0,000	0,000
NDF	g/kg TM	524	496	444	541	454	470	0,000	0,000	0,000
XP/ME	g/MJ	13,21	13,55	15,09	14,83	13,56	13,66	0,000	0,000	0,000
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz										
Lebendmasse	kg	609	636	646	609	647	635	0,000	0,000	0,823
Milch	kg	14,58	18,32	21,63	15,68	19,92	18,92	0,000	0,000	0,001
ECM	kg	14,78	18,59	22,17	15,81	20,41	19,32	0,000	0,000	0,000
Fett	%	4,25	4,20	4,26	4,22	4,26	4,23	0,637	0,775	0,011
Protein	%	3,19	3,24	3,35	3,17	3,32	3,28	0,000	0,000	0,056
Laktose	%	4,72	4,81	4,88	4,72	4,86	4,82	0,000	0,000	0,001
NEL-Bilanz	MJ/d	-12,1	-5,3	1,6	-11,4	-1,5	-3,9	0,000	0,000	0,000

Tabelle 2b: Ergebnisse Versuch 2 (Wechselwirkung Nutzung × Kraftfutterniveau) ¹⁾

Kraftfutter-Niveau		kein KF (K0)			KF nach Norm (KN)			KF konstant (KK)		
Nutzungs-Frequenz		N2	N3	N4	N2	N3	N4	N2	N3	N4
Futter- und Nährstoff-Aufnahme										
Grundfutter	kg TM	11,56	14,50	17,17	9,29	12,17	14,39	10,32	12,37	14,07
Kraftfutter	kg TM	0,00	0,00	0,00	6,52	4,92	3,96	3,63	4,37	4,63
Gesamtfutter	kg TM	11,70	14,63	17,19	15,90	17,15	18,41	14,04	16,81	18,76
NDF	g/kg LM	12,0	12,9	13,2	11,7	12,4	12,0	11,8	12,5	12,2
NEL	MJ	52,9	76,8	100,4	90,4	100,6	113,8	73,1	97,6	116,9
XP	g	1.297	1.877	2.690	1.911	2.225	2.776	1.652	2.172	2.823
nXP	g	1.268	1.788	2.329	2.054	2.282	2.590	1.697	2.217	2.655
Kriterien der Ration										
Kraftfutter	% der TM	0,0	0,0	0,0	41,1	28,4	21,1	25,7	25,9	24,8
XF	g/kg TM	328	294	253	227	233	218	262	239	210
NDF	g/kg TM	600	547	476	461	467	433	512	473	423
XP/ME	g/MJ	14,05	14,25	16,02	12,58	13,12	14,72	13,29	13,35	14,49
Lebendmasse, Milchleistung und NEL-Bilanz										
Lebendmasse	kg	583	621	623	631	646	664	614	641	651
Milch	kg	11,00	16,10	19,95	17,56	19,84	22,37	15,18	19,03	22,56
ECM	kg	11,00	16,03	20,41	18,22	19,98	23,02	15,12	19,76	23,09
Fett	%	4,23	4,14	4,28	4,42	4,10	4,27	4,11	4,37	4,23
Protein	%	3,13	3,08	3,30	3,28	3,34	3,35	3,16	3,30	3,39
Laktose	%	4,56	4,74	4,86	4,85	4,85	4,89	4,74	4,83	4,89
NEL-Bilanz	MJ/d	-17,2	-11,1	-1,7	-4,9	-0,9	1,7	-11,4	-3,0	5,4

¹⁾ Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88 (GRUBER et al. 2000).

Abbildung 2: Ergebnisse zu Versuch 2 (Futterwert, Futteraufnahme, Milchleistung je Kuh, Milchleistung und N-Ausscheidung je Hektar)



Einfluss des Kraftfutters auf Grundfutteraufnahme und Milchleistung

Im folgenden Abschnitt wird der Einfluss der Kraftfuttermenge auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen auf Basis einer zusammenfassenden Auswertung diesbezüglicher Fütterungsversuche in Gumpenstein und auf der Grundlage von Literaturarbeiten (FAVERDIN et al. 1991, COULON und REMOND 1991) diskutiert. Aus dem Gumpensteiner Datenmaterial kamen 8 Versuche zur Auswertung, mit 39 Datensätzen unterschiedlichen Kraftfutterniveaus (z.T. auch ohne Kraftfutter). Da die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung von der Dauer der Fütterung abhängt (COULON und REMOND 1991), wird zwischen kurz-, mittel- und langfristigen Versuchen unterschieden. Die durchschnittliche Versuchsdauer betrug in diesen drei Kategorien 19, 95 bzw. 305 Tage. Im Durchschnitt repräsentiert ein Gruppenmittelwert (= Datensatz) 23,3 (9 – 64) Tiere.

Mit steigender Kraftfutteraufnahme ging die Aufnahme an Grundfutter zurück, und zwar im Ausmaß von 0,51 kg TM pro kg TM Kraftfutter (sog. Grundfutterverdrängung). Die Ursachen für diesen Rückgang der Grundfutteraufnahme liegen einerseits in der erhöhten Säureproduktion aus der Fermentation der Nichtfaser-Kohlenhydrate des Kraftfutters, welche besonders die auf den Abbau der Gerüstsubstanzen spezialisierten Pansenmikroben schädigt und damit sowohl die Verdaulichkeit als auch die Futteraufnahme des Grundfutters vermindert. Andererseits steigt mit der Kraftfutteraufnahme auch der Energieversorgungsgrad des Wirtstieres. Bei einer über dem Bedarf liegenden Energieaufnahme tritt verstärkt die physiologische Regulation der Futteraufnahme in Kraft, da die Aufrechterhaltung einer ausgeglichenen Energiebilanz das oberste Regulationsprinzip der Futteraufnahmesteuerung darstellt (WANGSNESS und MULLER 1981, FAVERDIN et al. 1991, MERTENS 1994, GRUBER et al. 2004). Analog zur Grundfutteraufnahme ging auch die aus dem Grundfutter mögliche Milchleistung zurück, und zwar im Ausmaß von 0,93 kg ECM. Auf Grund der durch 1 kg TM Kraftfutter um 5,17 MJ NEL erhöhten Energieversorgung lässt sich eine (theoretische) Steigerung der Milchleistung um 1,6 kg ECM ableiten. In der tatsächlich erzielten Steigerung der Milchleistung durch Kraftfutter zeigten sich allerdings sehr große Unterschiede in Abhängigkeit von der Anwendungsdauer eines bestimmten Kraftfutterniveaus. Im Durchschnitt aller Versuche machte der Anstieg an tatsächlicher Milchleistung durch Kraftfutter 0,90 kg Milch bzw. 0,95 kg ECM aus. Bei kurzfristigen Versuchen stieg die Milchleistung nur um 0,45 kg an, bei mittelfristiger Anwendung um 1,07 kg und bei langfristiger Fütterung eines bestimmten Kraftfutterniveaus (über eine ganze Laktation) stieg sie um 1,34 kg ECM pro kg TM Kraftfutter. Dies kommt dem theoretisch möglichen Wert von 1,63 kg ECM nahe. Bei kurzfristiger Anwendung eines Fütterungsniveaus ist es möglich, dass Energieversorgung und Milchleistung nicht vollständig übereinstimmen, weil Kühe versuchen, ihre Milchleistung entsprechend ihrem genetischen Potenzial zu halten. Bei Unterversorgung mobilisieren sie aus den Fettreserven ihres Körpers, bei Überversorgung legen sie Körperreserven an. Wenn die Körperreserven allerdings aufgebraucht sind, wird die Milchleistung der Energieversorgung mehr oder weniger entsprechen.

In einem langfristigen Versuch über eine ganze Laktation erhielten Kühe der Rassen Fleckvieh (FV) und Holstein Friesian (HF) neben zwei verschiedenen

Grundfutterqualitäten drei unterschiedliche Kraftfutterniveaus, nämlich 0, 50 oder 100 % des Kraftfutter-Ergänzungsbedarfs (GRUBER et al. 1995). Die Kühe der beiden Nutzungsrichtungen reagierten entsprechend ihrem genetischen Potenzial auf die Kraftfuttergaben sehr unterschiedlich. Ausgehend von einer Milchleistung von 4.465 bzw. 4.987 kg ECM von FV bzw. HF bei 0 kg Kraftfutter stieg die Milchleistung der FV-Kühe bei bedarfsgerechter Ergänzung (4,11 kg TM) mit Kraftfutter auf 5.728 kg an, während die HF-Kühe ihre Milchleistung auf 8.052 kg ECM steigerten (bei durchschnittlich 5,80 kg TM), weil sie genetisch dazu in der Lage waren. Die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung hängt also ganz entscheidend vom Leistungspotenzial der Kühe ab. Besteht eine große Lücke an Energie zwischen Bedarf und Versorgung (wie im Falle der HF-Kühe), wird Kraftfutter in hohem Ausmaß verwertet (1,76 kg ECM pro kg TM Kraftfutter), bei den FV-Kühen mit geringerem Leistungsvermögen errechnet sich ein Faktor von 1,03. Nach dem gleichen Prinzip kann auch die in den Versuchen von GRUBER et al. (2000) beobachtete Wechselwirkung zwischen Kraftfutter und Grundfutterqualität interpretiert werden. Mit steigender Grundfutterqualität (Heu aus einer 2-, 3- bzw. 4-Schnittnutzung des Grünlandes) verminderte sich die Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung der Kühe (1.11, 0.82 und 0.61 kg ECM pro kg TM Kraftfutter).

Auf Grund der großen Bedeutung der Grundfuttermverdrängung für die zu erwartende Wirkung des Kraftfutters auf die Milchleistung wird auch ein grundlegender Versuch von FAVERDIN et al. (1991) diskutiert, in dem drei Hauptfaktoren der Grundfuttermverdrängung untersucht wurden, nämlich die Grundfutterration (Heu, Grassilage, Maissilage), die Kraftfutterart (Stärke, hochverdauliche sowie niedrigverdauliche Faser) und das Kraftfutterniveau. Es wurden Verdrängungsraten von 0,3 bis über 0,8 kg TM pro kg TM Kraftfutter ermittelt, wobei die Energiebilanz hauptverantwortlich für das Ausmaß der Verdrängung war. Die Verdrängung war höher bei Maissilage, bei stärkereichem Kraftfutter und bei hohem Kraftfutterniveau. Die Grundfuttermverdrängung ist demnach hauptsächlich über die physiologische Regulation der Futteraufnahme zu erklären.

COULON und REMOND (1991) haben eine Literaturlauswertung zum Einfluss der Energieversorgung auf die Milchleistung auf der Basis von 66 Fütterungsversuchen mit 216 Versuchsgruppen unterschiedlichen Energieniveaus durchgeführt. Auch diese Auswertung hat ergeben, dass der Einfluss der Energieversorgung signifikant von Laktationsstadium und Dauer des Futterniveaus abhängt (12 Versuche in der Frühaktation, 33 Versuche in der Mitte der Aktation, 21 langfristige Versuche). Die Daten wurden ausgewertet, indem sowohl die Unterschiede in der Energieaufnahme als auch in der Milchleistung der unter- bzw. überversorgten Gruppen auf die Normgruppe des jeweiligen Versuches bezogen wurden. Dadurch wurden Unterschiede zwischen den unter verschiedensten Bedingungen durchgeführten Versuchen weitgehend ausgeschaltet. Die Ergebnisse dieser grundlegenden Literaturlauswertung zeigen, dass die Kühe in der Frühaktation linear auf die Energieversorgung reagieren, und zwar erstaktierende Kühe in geringerem Ausmaß als Kühe in höheren Aktationen (0,73 bzw. 1,06 kg FCM pro UFL). Dagegen wirkte sich eine veränderte Energieversorgung bei Kühen in der mittleren Aktation und bei langfristiger Dauer eines Fütterungsregimes in kurvilinearere Form auf die Milchleistung aus. Bei starker Unterversorgung bewirkte eine Erhöhung der Energiezufuhr eine ausgeprägtere Steigerung der Milchleistung (1,5 bzw. 2,6 kg FCM pro

UFL bei einer Unterversorgung von 3 UFL, d.h. 21,3 MJ NEL) als bei positiver Energiebilanz (0,4 bzw. 0,3 kg FCM pro UFL bei einer Überversorgung von 3 UFL, d.h. 21,3 MJ NEL). Aus energetischer Sicht bedeuten diese Zahlen, dass die Kühe in der Früh-laktation nur 33 bzw. 47 % der zusätzlich zugeführten Energie in Milchenergie umgewandelt haben. Bei einer negativen Energiebilanz von 21 MJ NEL wurden in der Mittellaktation bzw. langfristig 67 bzw. 116 % der zusätzlich aufgenommenen Energie in Milchenergie umgewandelt, bei Überversorgung dagegen nur 18 bzw. 13 %. Die Auswirkungen einer Unter- bzw. Überversorgung an Energie hängen somit in hohem Maß von der Dauer des jeweiligen Fütterungsregimes ab. Diese sind schwächer bei kurzer Dauer, weil die Kühe einer Unterversorgung mit einer Mobilisation ihrer Körperreserven begegnen. Da das Mobilisationsvermögen selbstverständlich begrenzt ist, sinkt die Milchleistung langfristig entsprechend der reduzierten Energiezufuhr. Umgekehrt können Kühe eine über den Bedarf hinausgehende Energieversorgung in immer geringerem Ausmaß in Milch umwandeln, weil das genetisch verankerte Potenzial mehr und mehr ausgeschöpft ist. Eine über den Bedarf hinausgehende Energieaufnahme geht in den Körperansatz. Dies ergibt – über das ganze Spektrum der Versorgung betrachtet – den typischen Verlauf von immer geringer werdendem Anstieg der Milchleistung mit steigender Versorgung (Gesetz des abnehmenden Ertragszuwachses nach Mitscherlich). Im Sinne der Fragestellung der vorliegenden Arbeit interessiert nun, zu welchen Veränderungen der Milchleistung unterschiedliche Kraftfuttergaben führen, wenn die von COULON und REMOND (1991) aufgestellten Gesetzmäßigkeiten angewendet werden. Dazu wurden – basierend auf dem in INRA (1989) beschriebenen Fütterungssystem – sowohl eine Unter- als auch eine Überversorgung simuliert, indem – ausgehend von einer bedarfsgerechten Fütterung – die Kraftfuttergaben um bis zu 4,0 kg TM reduziert bzw. um bis zu 3,5 kg TM erhöht wurden. In der Früh-laktation wirkt sich Kraftfutter in linearer Weise auf die Milchleistung aus. Bei erstlaktierenden Kühen kann demnach mit 0,8 kg ECM pro kg TM Kraftfutter gerechnet werden, bei Kühen in der Folgelaktation mit 1,2 kg ECM. Mittel- und langfristig ist allerdings von einem kurvilinearen Verlauf der Kraftfutterwirkung auf die Milchleistung auszugehen. Im Falle von Unterversorgung erhöht Kraftfutter die Milchleistung langfristig stärker als bei Kühen in der Mitte der Laktation. Eine Reduktion der Kraftfuttergabe um z.B. 3 kg TM gegenüber bedarfsgerechter Ergänzung senkt die Milchleistung mittelfristig um 2,3 und langfristig um 3,4 kg ECM, die Kraftfuttergabe auf diesem Niveau der Energiebilanz steigert die Milchleistung um 1,4 bzw. 2,3 kg ECM pro kg TM. Entsprechend dem kurvilinearen Verlauf vermindert sich die Kraftfutterwirkung mit Erhöhung der Energiebilanz. Bei positiver Energiebilanz besteht kaum ein Unterschied der Kraftfutterwirkung bei Kühen in der Mitte der Laktation und langfristig. Bei einer Überversorgung um z.B. 3 kg TM Kraftfutter ist eine um 1,4 – 1,6 kg ECM höhere Milchleistung gegenüber Normversorgung zu erwarten, eine Kraftfuttergabe an diesem Punkt der Energiebilanz erhöht die Milchleistung um etwa 0,5 kg ECM pro kg TM. Die Kraftfutterwirkung im Bereich der Normfütterung lässt eine Milchleistungssteigerung von 0,8 bzw. 1,0 kg ECM pro kg TM Kraftfutter erwarten. Mit steigendem Energieniveau geht die Kraftfutterwirkung von 2,3 auf 0,5 kg ECM pro kg TM Kraftfutter zurück, dementsprechend wird die mit dem Kraftfutter zugeführte Energie zu nahezu 100 % bis nur zu 12 % in Milchenergie umgewandelt.

Als Schlussfolgerung aus der Meta-Analyse von COULON und REMOND (1991) und der zusammenfassenden Auswertung der eigenen Versuche in Gumpenstein ist abzuleiten, dass ein steigendes Energieangebot über Kraftfutter zu einer abnehmenden Steigerung der Milchleistung führt. Die Ursache dafür liegt einerseits in der sog. Grundfuttermittelverdrängung. Weiters reduziert sich der tatsächliche Energiegehalt einer Ration gegenüber dem theoretischen, wenn das Futterniveau und/oder der Kraftfutteranteil ansteigen (sog. negative associative effects zwischen Grund- und Kraftfutter, INRA 1989). Andererseits kann zusätzlich zugeführte, über den Bedarf hinausgehende Energie nicht vollständig in Milchleistung umgesetzt werden, wenn das genetisch festgelegte Leistungspotenzial ausgeschöpft ist. Somit wird überschüssige Energie in verstärktem Maß als Körperansatz verwertet, was die Kraftfuttermittelfeffizienz zusätzlich vermindert. Als ganz entscheidender Einflussfaktor der Kraftfütterwirkung hat sich auch die Dauer eines Fütterungsregimes (Kraftfütterniveau) erwiesen. Bei kurzfristiger Unterversorgung mit Kraftfutter mobilisieren Kühe ihre Körperreserven. Die dabei festgestellte, nur relativ geringe Verminderung der Milchleistung ergibt dadurch gegenüber normversorgten Tieren eine scheinbar geringe Verwertung der mit dem Kraftfutter zugeführten Energie. Nachdem das Mobilisationsvermögen (bis zum vollständigen Verbrauch der Körperreserven) zeitlich begrenzt ist, wird die tatsächliche Kraftfütterwirkung erst bei langfristiger Anwendung (bzw. Betrachtung) sichtbar.

Abbildung 3: Einfluss des Kraftfutterlevels auf Futteraufnahme und Milchleistung (zusammenfassende Auswertung von Fütterungsversuchen in Gumpenstein, nach GRUBER 2007)

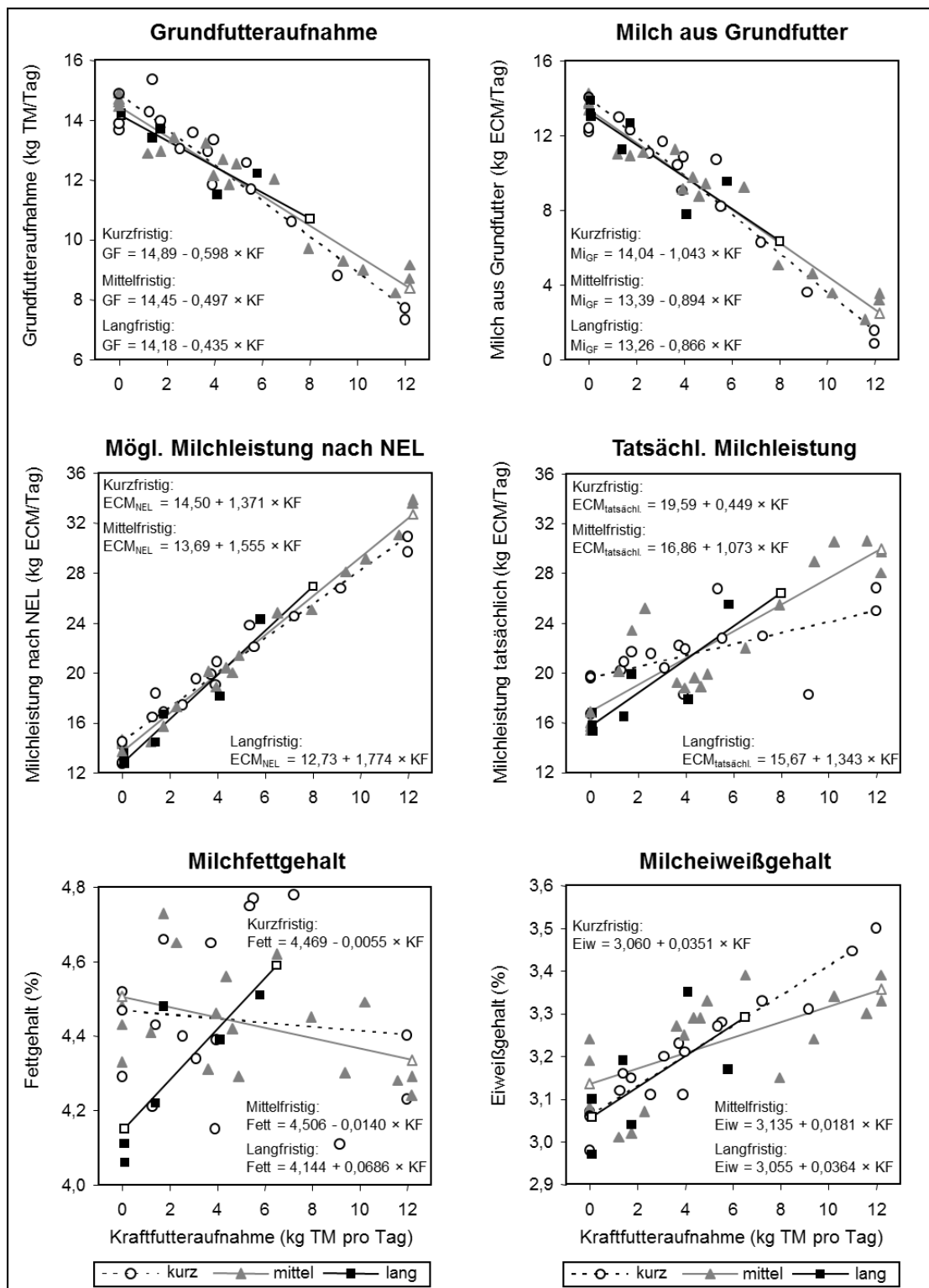


Abbildung 4: Untersuchungen zur Grundfutterverdrängung (nach FAVERDIN et al. 1991)

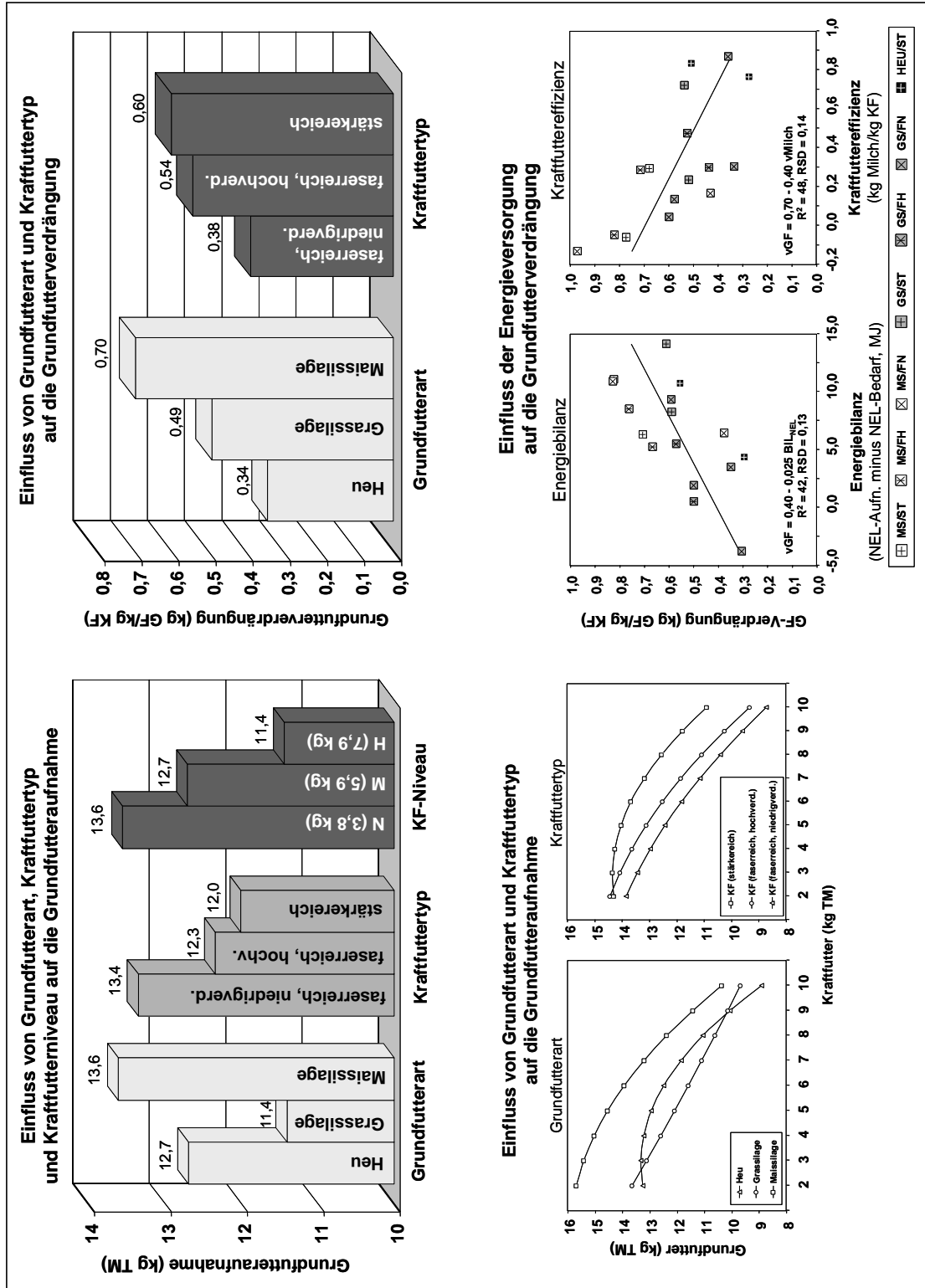
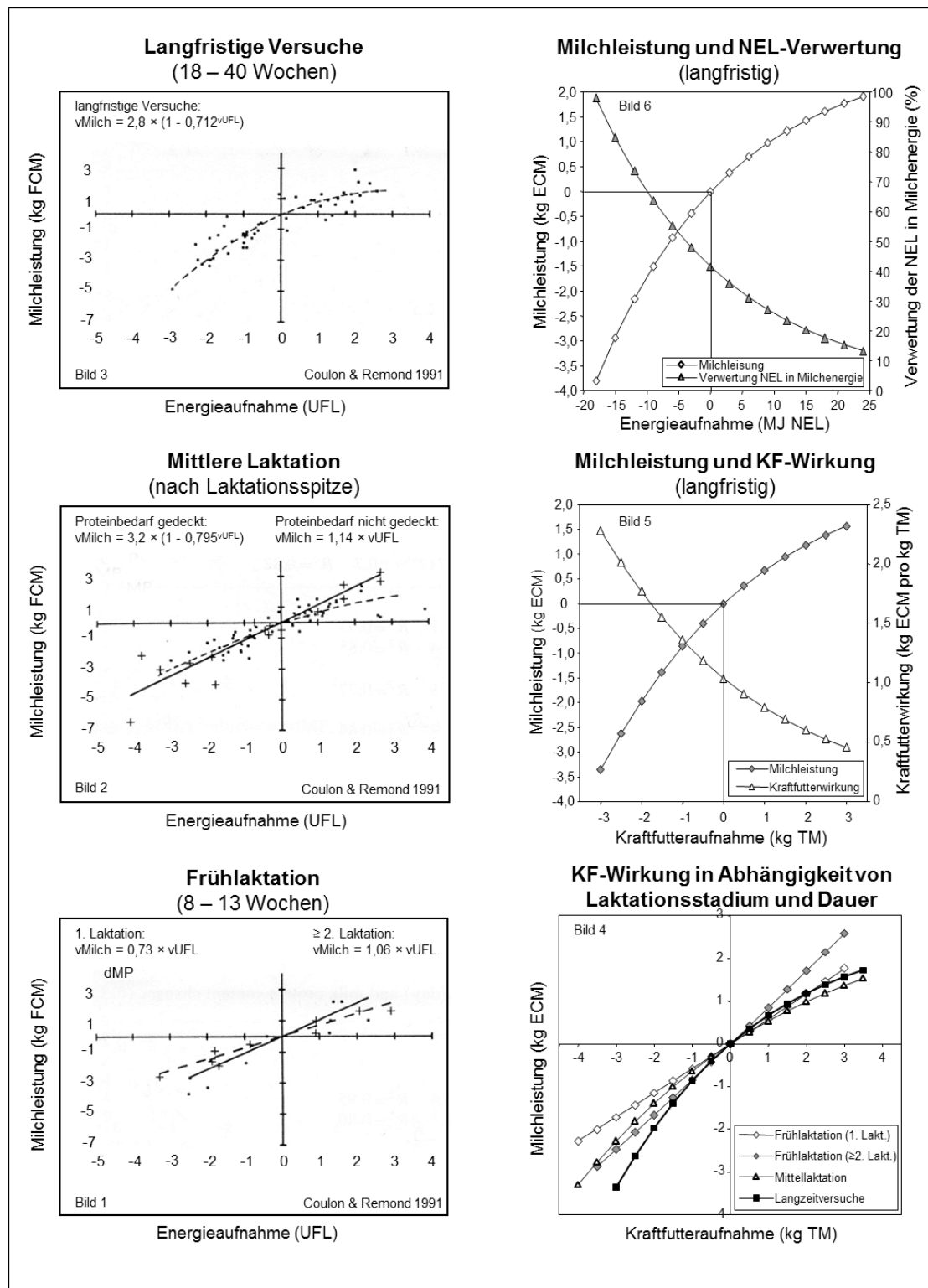


Abbildung 5: Literaturswertung zum Einfluss der Energieversorgung auf die Milchleistung (nach COULON und REMOND 1991)



Züchterische Aspekte (Milchleistung und Fitness sowie Gesamtenergiebedarf, Kraftfutteraufwand, Effizienzkriterien)

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 2010), im Durchschnitt um 64 kg pro Jahr. 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.). Durch die genomische Selektion wird das Leistungsniveau noch stärker und rascher erhöht werden (HAYES et al. 2009). Die Notwendigkeit der Milchleistungssteigerung wird vor allem ökonomisch begründet, da der Nährstoffaufwand pro kg Milch mit steigender Milchleistung abnimmt (Aufteilung des „unproduktiven“ Erhaltungsbedarfs auf eine größere Produktmenge). Die Wirtschaftlichkeit wird durch höhere Leistungen umso stärker verbessert, je höher der Milchpreis und je niedriger die Kraftfutterkosten sind (BMLFUW 2008). Die ökonomischen Auswertungen der Ergebnisse der Arbeitskreise „Milchproduktion“ (2010) sagen aus, dass die 25 % besseren Milchviehbetriebe 8.014 kg Milch pro Kuh und Jahr produzieren und die 25 % schlechteren Betriebe nur 6.153 kg, der Durchschnitt aller 923 Arbeitskreisbetriebe beträgt 7.050 kg. Bei ähnlichen Kosten pro Kuh in diesen drei Kategorien ergeben sich bei höheren Leistungen deutlich geringere Kosten pro kg Milch. Die Kosten für Kraftfutter machen etwa 30 % der Gesamtkosten aus, die Kosten für Grundfutter 19 % und für die Bestandesergänzung 35 % (BMLFUW 2010). Die höhere (Nährstoff-)Effizienz besser veranlagter Tiere wurde in vielen Versuchen in Österreich und im Ausland bestätigt (z.B. OLDENBROEK et al. 1984, HAIGER et al. 1987, VEERKAMP et al. 1995, BUCKLEY et al. 2000). Es handelt sich jedoch nicht um eine höhere sog. partielle Effizienz, sondern die bessere Gesamtbruttoverwertung (= Output Milch / Input Futter) kommt durch ein höheres Futteraufnahmevermögen und durch ein höheres Maß an Mobilisation der Körpersubstanz hochveranlagter Kühe zustande (MÜNGER 1994, MAYNE und GORDON 1995, VEERKAMP et al. 1995).

Auch wenn diese Argumente – vor allem aus ökonomischer Sicht – für immer höhere Milchleistungen sprechen, sollte nicht übersehen werden, dass hohe Milchleistungen mit einer Reihe von Problemen einhergehen, die einer kritischen und umfassenderen Betrachtung bedürfen.

Antagonismus Milchleistung – Gesundheit und Fruchtbarkeit

Es gibt eindeutige Hinweise, dass die Zucht auf hohe Milchleistungen den Gesundheitsstatus und die Fruchtbarkeit der Kühe beeinträchtigt (SÖLKNER 1989, PRYCE et al. 1997, FLEISCHER et al. 2001, LUCY 2001, PRYCE und VEERKAMP 2001, VEERKAMP et al. 2003, REHAGE und KASKE 2004, DILLON et al. 2006, MARTENS 2012). KENNEDY et al. (2003) stellten fest, dass die kontinuierliche Selektion auf hohe Milchleistung die Fruchtbarkeit reduziert und auch höhere Kraftfuttermengen dieses Problem nicht lösen. FLEISCHER et al. (2001) haben bei über

1.000 Kühen (Holstein, 10 Betriebe in Sachsen) nachgewiesen, dass die Wahrscheinlichkeit, an typischen Krankheitskomplexen (Nachgeburtverhalten, Metritis, Ovarialzysten, Mastitis, Klauenkrankheiten, Milchfieber, Ketose, Labmagenverlagerung) zu erkranken, mit steigender Milchleistung größer wird. Durch hohe Milchleistungen wird der Stoffwechsel per se mehr belastet, aber auch alle physiologischen Prozesse, die zur Erbringung der Milchleistung erforderlich sind. Durch die Zucht auf hohe Milchleistungen werden die Futteraufnahme, die Energiebilanz und die Plasma-Niveaus wesentlicher Hormone im Organismus verändert. Als entscheidenden Grund für die verminderte Fruchtbarkeit bei hohen Milchleistungen geben VEERKAMP et al. (2003) die verminderte Verfügbarkeit von Stoffwechselenergie an. PRYCE et al. (1997) haben in einer umfangreichen Studie (n = 33.732) eine antagonistische genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeits- sowie Gesundheitsparametern bei HF-Kühen ermittelt. Auf den weltweiten, starken Rückgang der Fruchtbarkeit der Milchkühe in den letzten Jahren hat auch LUCY (2001) hingewiesen. Neben Umweltfaktoren (Herdengröße, Stallhaltung, knappe Arbeitszeit) sind dafür das hohe Milchleistungsniveau, der hohe Inzuchtgrad und die mit der Milchleistung veränderte Fortpflanzungsphysiologie verantwortlich. Dies verlängert das Intervall bis zur ersten Ovulation, erhöht den Anteil der Kühe mit Anöstrus und senkt die Konzentration von Progesteron sowie IGF-1. Nach MARTENS (2012) ist die bemerkenswerte Steigerung der Laktationsleistung der Milchkühe das Ergebnis effektiver Zuchtprogramme und guter Fütterung. Die einseitige Selektion auf Milchleistung hat jedoch zu einer unerwünschten kürzeren Nutzungsdauer geführt. Die Gesundheit von Hochleistungskühen ist gefährdet durch das Risiko, an Milchfieber, Ketose, Leberverfettung, Nachgeburtverhalten, Metritis, Mastitis, Lahmheiten, Fruchtbarkeitsstörungen und Labmagenverlagerung zu erkranken und somit vorzeitig aus dem Produktionsprozess auszuschneiden. Weitere Faktoren wie Haltung (Kuhkomfort), Fütterung und Management sind an der Pathogenese der Krankheiten beteiligt. Die Hauptursache ist jedoch die negative Energiebilanz in der frühen Laktation, die bedingt ist durch die homeorhetische Regulation des Energiestoffwechsels. Maßnahmen zum Erhalt und zur Verbesserung der Tiergesundheit sind ein wesentlicher Beitrag zur Lebensmittelsicherheit und zum guten Image der österreichischen Rinderwirtschaft. Die Konsumenten erwarten gesunde Lebensmittel von gesunden Tieren (EGGER-DANNER 2012).

Anteil des Erhaltungsbedarfs am Gesamtenergiebedarf

Dass mit steigender Milchleistung der Anteil des Erhaltungsbedarfs am Gesamtenergiebedarf abnimmt, ist eines der Hauptargumente für hohe Milchleistungen, da der „unproduktive“ Erhaltungsbedarf auf eine größere Produktmenge verteilt werden kann. Auf Basis der Versorgungsempfehlungen der GfE (2001) benötigt eine Kuh mit 700 kg Lebendmasse für 10, 20, 30, 40 bzw. 50 kg Milch eine Gesamtenergie-Versorgung von 7.19, 5.19, 4.53, 4.20 bzw. 4.00 MJ NEL pro kg Milch. Es ist klar ersichtlich, dass ein starker Rückgang des Energieaufwandes pro kg Milch nur im niedrigen Leistungsbereich auftritt (2,0 MJ NEL von 10 auf 20 kg Milch), während bei hohen Leistungen nur noch eine marginale Verbesserung eintritt (0,2 MJ NEL von 40 auf 50 kg Milch). In Prozenten ausgedrückt und setzt man den Gesamtenergiebedarf einer Kuh mit 10 kg Milch = 100 %,

benötigt eine Kuh mit 20, 30, 40 bzw. 50 kg Milch gegenüber einer Kuh mit 10 kg Milch 72.3, 63.0, 58.4 bzw. 55.6 %. „Die Fixkosten-Degression“ nimmt also mit steigender Leistung stark ab. Das Ausmaß dieser Fixkosten-Degression hängt auch von der Höhe der Lebendmasse ab und ist umso höher, je höher die Lebendmasse ist.

Hohe Milchleistungen nur mit Kraftfutter realisierbar (Nahrungsmittelkonkurrenz zu Mensch und Monogastrier, Wiederkäuergerechtigkeit der Ration)

Auch wenn hohe Milchleistungen nährstoffökonomischer erzeugt werden können, ist festzustellen, dass mit steigender Milchleistung der Kraftfutteranteil in der Ration steigen muss, um die Energieversorgung der Kuh so gut wie möglich zu gewährleisten. (Die negativen Folgen der Energieunterversorgung auf Gesundheit und Fruchtbarkeit wurden bereits diskutiert). Dadurch tritt die Kuh in Nahrungsmittelkonkurrenz zum Mensch und auch zum Monogastrier, da ihr Verdauungssystem (mikrobielle Fermentation in den Vormägen) auf die Verwertung faserreichen Grundfutters ausgelegt ist (VAN SOEST 1994). Angesichts der Bevölkerungsentwicklung auf der Erde und der absehbaren Energieknappheit wird Kraftfutter in Zukunft nicht in beliebigem Ausmaß bzw. nur zu höheren Preisen verfügbar sein. Nach einer umfangreichen Literaturübersicht von HAIGER (2005) beträgt der erforderliche Kraftfutteranteil für eine Milchleistung von 3.000, 4.000, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000 bzw. 10.000 kg Milch 3, 9, 15, 22, 29, 36, 44 bzw. 51 % der TM. Diese Daten zum Kraftfutteraufwand mit steigender Milchleistung werden durch die Ergebnisse aus den Arbeitskreisen „Milchproduktion“ bestätigt (BMLFUW 2010).

Um den Energie- und Nährstoffbedarf genetisch hochveranlagter Milchkühe decken zu können, ist einerseits eine hohe Grundfutterqualität erforderlich, vor allem aber muss die erforderliche Energiemenge über einen ausreichenden Kraftfutteranteil der Ration bestritten werden. Die Überschreitung pansenphysiologischer Grenzen durch zu hohe Kraftfutteranteile, rasch fermentierbare Kohlenhydrate, nicht ausreichende Partikelgröße und zu junges Wiesenfutter führt zu (subakuter) Pansenazidose (ØRSKOV 1986, NOCEK 1997, BEAUCHEMIN und YANG 2005, ZEBELI et al. 2008, DOEPEL et al. 2009).

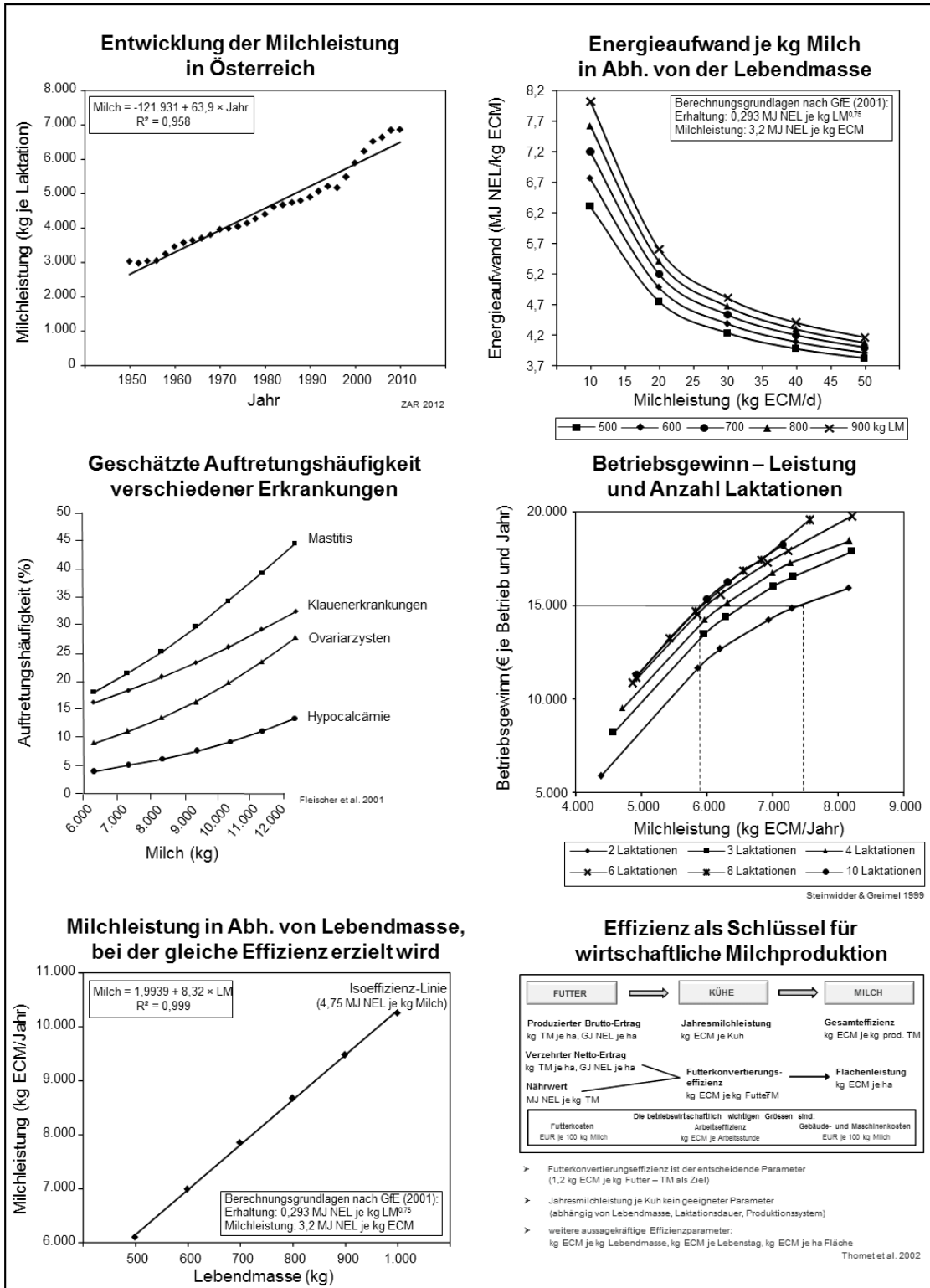
Durch welche Kriterien kann die Effizienz der Milcherzeugung am besten beschrieben werden?

Neben dem angesprochenen, genetisch sowie physiologisch verankerten Antagonismus zwischen Milchleistungsniveau und Fruchtbarkeit, der abnehmenden Kostenreduktion sowie dem vermehrten Kraftfutterbedarf mit steigender Leistung muss die Frage nach einem geeigneten Effizienzparameter gestellt werden, um bei der Formulierung des Zuchtzieles den richtigen Weg und bei der Intensität der Produktion das optimale Maß zu finden. Es ist noch vorzuschicken, dass mit dem beschriebenen Anstieg der Milchleistung in den vergangenen Jahrzehnten die Körpergröße bzw. die Lebendmasse der Kühe ebenfalls erhöht wurden. Im Zeitraum von 1999 bis 2011 erhöhte sich die Kreuzhöhe von Kühen der Rassen Fleckvieh, Braunvieh bzw. Holstein Friesian in Österreich um 3.6, 5.1 bzw. 4.2 cm auf 144.3, 147.3 bzw. 148.5 cm (FÜRST, persönliche Mitteilung). Für die Lebendmasse gibt es entsprechende Daten in Österreich nicht und es wäre wert, diese – z.B. aus Versteigerungsdaten – im Zeitverlauf zu erheben. Durch den

mit steigender Lebendmasse verbundenen erhöhten Erhaltungsbedarf geht ein Teil des durch höhere Leistung erzielten Mehrertrages verloren. Nach GfE (2001) benötigt eine Kuh pro kg metabolischer Lebendmasse ($LM^{0,75}$) 0,293 MJ NEL und pro kg energiekorrigierter Milch (ECM) 3,2 MJ NEL. Auf Basis dieser Versorgungsempfehlungen müssen Kühe mit 500, 600, 700, 800 bzw. 900 kg LM eine Milchleistung von 6.100, 6.994, 7.854, 8.677 bzw. 9.479 kg pro Laktation erbringen, um die gleiche (!) Energieeffizienz (4,75 MJ NEL Gesamtbedarf pro kg ECM) zu erreichen. Das bedeutet, dass eine Kuh im Durchschnitt 844 kg (802 – 894 kg) mehr Milch geben muss, wenn sie um 100 kg schwerer ist! STEINWIDDER (2009) ermittelte auf der Basis von Modellrechnungen (Energiebedarf nach GfE 2001, Futteraufnahme nach GRUBER et al. 2004), dass eine Kuh pro 100 kg LM um 736 kg ECM mehr leisten muss, um die gleiche Energieeffizienz von 5,3 MJ NEL pro kg ECM zu erreichen, und dass außerdem die Energiekonzentration von 6,14 auf 6,35 MJ NEL bzw. der Kraftfutteranteil von 18 auf 27 % ansteigen muss, um den Energiebedarf schwererer Tiere mit relativ geringerem Futteraufnahmevermögen zu erfüllen. Die positive genetische Korrelation zwischen Lebendmasse und Milchleistung ist wissenschaftlich mehrfach bestätigt, gleichzeitig nimmt mit steigender Lebendmasse die Effizienz ab (HOOVEN et al. 1968, DICKINSON et al. 1969, MORRIS und WILTON 1976, YEREX et al. 1988). KROGMEIER (2009) stellte aus einem sehr umfangreichen Datenmaterial von Kühen der Rasse Fleckvieh (n = 84.263) und Braunvieh (n = 15.083) in Bayern fest, dass Körpergröße und Nutzungsdauer genetisch negativ korreliert sind und „eine weitere starke züchterische Berücksichtigung der Körpergröße aufgrund der antagonistischen Beziehung zur Nutzungsdauer als kritisch zu betrachten ist. Eine weitere intensive Selektion auf Rahmen bringt keine nennenswerte Verbesserung der Milchleistung, verringert den Zuchtfortschritt in züchterisch und wirtschaftlich relevanten Merkmalen und wird auf Dauer Anpassungen der Haltungssysteme erfordern“.

Daraus geht hervor, dass die absolute Milchleistung einer Kuh kein geeigneter Maßstab ist, um die Effizienz bzw. Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion zu bewerten, obwohl dieser Parameter in der Vergangenheit vielfach das wichtigste Selektionskriterium war. Nach THOMET et al. (2002) ist die Effizienz der Schlüssel für eine wirtschaftliche Milchproduktion. Die Milchleistung sollte zumindest auf die Lebendmasse bezogen werden, aussagekräftiger ist die Milchleistung pro Futtermenge (TM, NEL). Um den gesamten Milchviehbetrieb zu beurteilen, ist die Milchleistung pro Hektar der geeignetste Maßstab. Auch die Milchleistung pro Lebenstag ist sehr aussagekräftig, da sie den Aufwand für die Rinderaufzuchtphase und außerdem die Nutzungsdauer mitberücksichtigt (RÖMER 2012).

Abbildung 6: Züchterische Aspekte (Milchleistung, Gesamtenergiebedarf, Gesundheit, Nutzungsdauer, Lebendmasse, Effizienzkriterien)



Literatur

- BEAUCHEMIN, K.A. und W.Z. YANG, 2005: Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 2117-2129.
- 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.
- BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2008: Deckungsbeiträge und Daten für die Betriebsplanung 2008. Herausgeber BMLFUW und LFI, 449 Seiten.
- BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), 2010: Milchproduktion 2010 – Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigsauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. Herausgeber BMLFUW und LFI, 49 Seiten.
- COULON, J.B. und B. REMOND, 1991: Variations in milk output and milk protein content in response to the level of energy supply to the dairy cow: a review. *Livest. Prod. Sci.* 29, 31-47.
- CRAMPTON, E.W., E. DONEFER und L.E. LLOYD, 1960: A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.* 19, 538-544.
- DACCORD, R., 1992: Grenzen der Milchleistung. *Landfreund* 52, 11-13.
- DICKINSON, F.N., B.T. McDANIEL und R.E. McDOWELL, 1969: Comparative efficiency of feed utilization during first lactation of Ayrshire, Brown Swiss, and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 52, 489-497.
- DILLON, P., D.P. BERRY, R.D. EVANS, F. BUCKLEY und B. HORAN, 2006: Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livest. Sci.* 99, 141-158.
- DOEPEL, L., A. COX und A. HAYIRLI, 2009: Effects of increasing amounts of dietary wheat on performance and ruminal fermentation of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 92, 3825-3832.
- EGGER-DANNER, C., 2012: Stand und Perspektiven der Gesundheitsprojekte: Österreich. ZAR-Seminar 24.05.2012 Salzburg, 56-60.
- FAVERDIN, P., J.P. DULPHY, J.B. COULON, R. VERITE, L.P. GAREL, L. ROUEL und B. MARQUIS, 1991: Substitution of roughage by concentrates for dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 27, 137-156.
- 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.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen), 2001: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt am Main, DLG-Verlag, 135 S.
- GRUBER, L., R. STEINWENDER und W. BAUMGARTNER, 1995: Einfluß von Grundfutterqualität und Kraftfutterniveau auf Leistung, Stoffwechsel und Wirtschaftlichkeit von Kühen der Rasse Fleckvieh und Holstein Friesian. Bericht 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein, 9.-10. Mai 1995, 1-49.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER und A. SCHAUER, 1996: Aspekte, Einflussfaktoren und Bestimmung der Grundfutterqualität. Bericht 23. Tierzuchttagung, BAL Gumpenstein, 4.-5. Juni 1996, 71-105.

- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R. STEINWENDER und B. STEINER, 2000: Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf Ertrag, Futterwert, Milcherzeugung und Nährstoffausscheidung. Bericht 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung BAL Gumpenstein, 6.-8. Juni 2000, 41-88.
- 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. Sept. 2004, Rostock, Kongressband 2004, 484-504.
- GRUBER, L., 2009: Chemische Zusammensetzung, Analytik und Bedeutung pflanzlicher Gerüstsubstanzen in der Ernährung der Wiederkäuer. Übers. Tierernährg. 37, 45-86.
- 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., 2005: Naturgemäße Tierzucht bei Rindern und Schweinen. AVBuch, 144 S.
- HAYES, B.J., P.J. BOWMAN, A.J. CHAMBERLAIN und M.E. GODDARD, 2009: Invited review: Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. J. Dairy Sci. 92, 433-443.
- HOOVEN Jr., N.W., 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.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: Ruminant Nutrition. Recommended Allowances and Feed Tables (R. Jarrige, Ed.), John Libbey Eurotext Paris-London-Rome, 389 S.
- KENNEDY, J., P. DILLON, K. O’SULLIVAN, F. BUCKLEY und M. RATH, 2003: The effect of genetic merit for milk production and concentrate feeding level on the reproductive performance of Holstein-Friesian cows in a grass-based system. Anim. Sci. 76, 297-308.
- KNAUS, W., 2009: Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. J. Sci. Food Agric. 89, 1107-1114.
- KROGMEIER, D., 2009: Zusammenhänge zwischen Nutzungsdauer und Körpergröße unter besonderer Berücksichtigung des Stallsystems bei Braunvieh und Fleckvieh. Züchtungskde. 81, 328-340.
- LUCY, M.C., 2001: Reproductive loss in high-producing dairy cattle. Where will it be? J. Dairy Sci. 84, 1277-1293.
- MARTENS, H., 2012: Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird! 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 25.-26.04.2012. Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, 35-42.
- MAYNE, C.S. und F.J. GORDON, 1995: Implications of genotyp \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., 667-77.
- MERTENS, D.R., 1994: Regulation of forage intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization (G.C. Fahey, M. Collins and L.E. Moser, Eds.), National Conference on Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA-CSSA-SSSA, Madison (Wisconsin, USA, 450-493.
- MINSON, D.J., 1990: Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, 483 S.

- MORRIS, C.A. und J.W. WILTON, 1976: Influence of body size on the biological efficiency of cows: a review. *Can. J. Anim. Sci.* 56, 623-647.
- MOTT, G.O. und J.E. MOORE, 1969: Forage evaluation techniques in perspective. In: *Proc. Natl. Conf. Forage Quality Evaluation and Utilization* (R.F. Barnes, D.C. Clanton, C.H. Gordon, T.J. Klopfenstein and D.R. Waldo, Eds.), Nebraska Center Cont. Educ., Lincoln, NE, L1-L7.
- MOWAT, D.N., R.S. FULKERSON, W.E. TOSSELL und J.E. WINCH, 1965a: The in vitro digestibility and protein content of leaf and stem portions of forages. *Can. J. Plant Sci.* 45, 321-331.
- MOWAT, D.N., B.R. CHRISTIE und J.E. WINCH, 1965b: The in vitro digestibility of plant parts of orchardgrass clones with advancing stages of maturity. *Can. J. Plant Sci.* 45, 503-507.
- MÜNGER, A., 1994: Effizienzvergleiche bei unterschiedlichen Milchviehtypen. *Agrarforschung* 1, 389-392.
- NOCEK, J.E., 1997: Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J. Dairy Sci.* 80, 1005-1028.
- NULTSCH, W., 2001: *Allgemeine Botanik*. 11. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 663 S.
- OLDENBROEK, J.K., 1984: Holstein Friesians, Dutch Friesians and Dutch Red and White on two complete diets with a different amount of roughage: performance in first lactation. *Livest. Prod. Sci.* 11, 401-415.
- ØRSKOV, E.R., 1986: Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63, 1624-1633.
- PRITCHARD, G.I., L.P. FOLKINS und W.J. PIGDEN, 1963: The in vitro digestibility of whole grasses and their parts at progressive stage of maturity. *Can. J. Plant Sci.* 43, 79-87.
- 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.
- PRYCE, J.E. und R.F. VEERKAMP, 2001: The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. *BSAS Occas. Publ. Fertility High Producing Dairy Cow* 26, 237-249.
- REHAGE, J. und M. KASKE, 2004: Hohe Milchleistung und Tiergesundheit – ein Widerspruch? *Übers. Tierernährg.* 32, 203-219.
- RÖMER, A., 2012: 15 kg sollte jeder Betrieb schaffen. *Top Agrar* 2/2012, R20-R23.
- SNIFFEN, C.J., J.D. O'CONNOR, P.J. VAN SOEST, D.G. FOX und J.B. RUSSEL, 1992: A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- 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.
- SPIEKERS, H., H. NUSSBAUM und V. POTTHAST, 2009: *Erfolgreiche Milchviehfütterung*. 5. Aufl., DLG-Verlag Frankfurt am Main, 576 S.
- STEINWIDDER, A., 2009: Modellrechnungen zum Einfluss der Lebendmasse von Milchkühen auf Futteffizienz und Kraftfutterbedarf. *Tagungsband 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, 30-33.
- TERRY, R.A. und J.M.A. TILLEY, 1964: The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin, as measured by an in vitro procedure. *J. Brit. Grassl. Soc.* 19, 363-372.

- THOMET, P., H. RÄTZER und B. DURGIAI, 2002: Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. *Agrarforschung* 9, 404-409.
- VAN HOUTERT, M.F.J, 1993: The production and metabolism of volatile fatty acids by ruminants fed roughages: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43, 189-225.
- VAN SOEST, P.J., 1967: Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *J. Anim. Sci.* 26, 119-128.
- VAN SOEST, P.J., 1994: *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca und London, 476 S.
- 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.
- WANGSNES, P.J. und L.D. MULLER, 1981: Maximum forage for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 64, 1-13.
- WILMAN, D., Y. GAO und M.A.K. ALTIMIMI, 1996: Differences between related grasses, times of year and plant parts in digestibility and chemical composition. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 127, 311-318.
- 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), 2010: *Rinderzucht Austria – Die österreichische Rinderzucht 2010, Jahresbericht Ausgabe 2011*. Herausgeber ZAR, 183 Seiten.
- ZEBELI, Q., J. DIJKSTRA, M. TAJAFI, H. STEINGASS, B.N. AMETAJ und W. DROCHNER, 2008: Modeling the adequacy of dietary fiber in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.* 91, 2046-2066.