

Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern

Effect of rearing protocol on feed intake and body composition of Simmental and Holstein Friesian calves

Georg Terler^{1*}, Johann Häusler¹, Daniel Eingang¹, Margit Velik¹, Roland Kitzer¹,
Leonhard Gruber¹ und Josef Kaufmann¹

Zusammenfassung

Eine optimale Kälberaufzucht stellt eine wesentliche Voraussetzung für hohe Leistungen von zukünftigen Milchkühen dar. Seit einigen Jahren wird empfohlen, die Kälber in den ersten Lebenswochen *ad libitum* mit Milch zu versorgen, da diese Tränkemethode einen positiven Einfluss auf die Nährstoffversorgung und das Wachstum der Kälber in den ersten Lebensmonaten hat. Bis dato gibt es jedoch kaum Informationen zum Einfluss der Tränkemethode auf die Körperzusammensetzung von abgesetzten Kälbern. Deshalb wurde an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Versuch durchgeführt, in welchem der Einfluss der Tränkemethode (restriktiv und *ad libitum*) auf Futteraufnahme, Tageszunahmen und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Friesian-Kälbern 3 verschiedener Genotypen (Holstein_Hochleistung, Holstein_Neuseeland und Holstein_Lebensleistung) untersucht wurde. Je 20 männliche Kälber wurden in den ersten vier Lebenswochen restriktiv bzw. *ad libitum* mit Milch versorgt und nach 8 (restriktiv getränkte Kälber) bzw. 12 Wochen (*ad libitum* getränkte Kälber) abgesetzt. Eine Woche nach dem Absetzen wurde die Kälber geschlachtet und deren Schlachtleistung erhoben. Nach der Zerlegung der Schlachtkörper wurde die grobgewebliche Zusammensetzung und Nährstoffzusammensetzung bestimmter Teilstücke analysiert.

Die *ad libitum* getränkten Kälber wiesen von Beginn an eine höhere Nährstoffaufnahme und damit auch höhere Tageszunahmen auf als die restriktiv getränkten Tiere. Die Kraftfutteraufnahme stieg bei beiden Tränkemethoden erst im zweiten Lebensmonat über 100 g/Tag an. Erst nach dem Absetzen (ab der 9. Lebenswoche) fraßen die restriktiv gefütterten Kälber signifikant höhere Kraftfuttermengen als die *ad libitum* getränkten Tiere, welche während dieser Phase abgetränkt wurden. In der 13. Lebenswoche nahmen beide Gruppen gleiche Mengen an Festfutter (Heu und Kraftfutter) auf. Bezogen auf das Lebendgewicht wiesen jedoch die restriktiv gefütterten Tiere eine höhere Futteraufnahme auf, da sie zu diesem Zeitpunkt um 16 kg leichter waren als die *ad libitum* getränkten Tiere. Jene Kälber, die in den ersten Lebenswochen *ad libitum* getränkt wurden, hatten in der

Summary

An optimal rearing of calves is an important precondition for a high performance of future cows. Currently, it is recommended to allow calves *ad libitum* access to milk or milk replacers due to positive effects on nutrient supply and growth of calves in the first months of their life. However, there is only little information about the effect of the rearing protocol on body composition of weaned calves, so far. Thus, a project examining the effect of the rearing protocol (restrictive and *ad libitum*) on feed intake, daily gains and body composition of Simmental and Holstein Friesian calves of three different genotypes (Holstein Friesian bred for high milk performance, Holstein Friesian originating from New Zealand and Holstein Friesian bred for longevity) was carried out at AREC Raumberg-Gumpenstein. Each 20 male calves were fed restrictive and *ad libitum* in the first four weeks of life and weaned at day 56 (restrictive) and day 84 (*ad libitum*). One week after weaning, calves were slaughtered and slaughter performance was recorded. After the dissection of the carcasses, percentage of muscles, fat, sinews and bones as well as nutrient composition of certain parts of the carcass was analysed.

The *ad libitum*-fed calves had a higher nutrient intake and higher daily gains compared to restrictive-fed calves from the beginning of their life. Regardless of rearing protocol, the starter (concentrates mixture) intake was less than 100 g/day in the first month and increased in the second month of life. However, starter intake did not differ between rearing protocols until weaning of restrictive-fed calves. From day 57, restrictive-fed calves ate higher amounts of starter than *ad libitum*-fed calves, which were gradually weaned in this period of time. In the 13th week of life, solid feed intake (hay and starter) did not differ between rearing protocols. However, restrictive-fed calves had a higher feed intake/kg live weight because of a 16 kg lower live weight compared to *ad libitum*-fed calves at this point of time. *Ad libitum*-fed calves had a higher percentage of muscles and fat as well as a higher nutrient content (protein and fat) in the carcass at the end of the 13th week of live. Genotypes did not differ regarding feed intake and daily gains. However, at the end of the 13th week of live, Simmental

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Georg Terler, email: georg.terler@raumberg-gumpenstein.at

13. Lebenswoche einen höheren Muskel- und Fettanteil sowie einen höheren Nährstoffgehalt (Eiweiß und Fett) im Schlachtkörper als die restriktiv gefütterten Kälber. Zwischen den Genotypen traten kaum Unterschiede hinsichtlich Futteraufnahme und Tageszunahmen auf. Die Fleckvieh-Kälber wiesen jedoch in der 13. Lebenswoche einen höheren Muskelanteil und einen geringeren Fettgehalt im Schlachtkörper auf als die Tiere der 3 Holstein-Genotypen. Die *ad libitum*-Tränkemethode begünstigt, neben der Nährstoffaufnahme und den Tageszunahmen, auch die Konstitution der Kälber, was sich auch positiv auf das Immunsystem und die Krankheitsresistenz auswirken kann.

Schlagwörter: *ad libitum*, restriktiv, Tränkemethode, Tageszunahmen, Nährstoffansatz

calves had a higher percentage of muscles and a lower fat content in the carcass compared to the Holstein-Friesian calves. The *ad libitum* rearing protocol promotes nutrient intake, daily gains and constitution of calves what may positively affect the immune system and the resistance to diseases.

Keywords: *ad libitum*, restrictive, rearing protocol, daily gains, nutrient deposition

1. Einleitung

Eine wichtige Voraussetzung für hohe Leistungen von Milchkühen ist eine optimale und gesunde Entwicklung der Kälber in den ersten Lebensmonaten. Die Kälber müssen in den ersten Lebenswochen einerseits ein starkes Immunsystem aufbauen, damit sie von Krankheitserregern geschützt sind und andererseits ist es ein wichtiges Ziel des Landwirts, die Pansenentwicklung zu fördern und somit die Zuchtkälber möglichst rasch zu Wiederkäuern zu erziehen (KUNZ 2014, VAN ACKEREN 2016). Früher wurde deshalb häufig empfohlen, die Tränkemenge der Kälber über die gesamte Tränkeperiode zu begrenzen, damit die Festfutteraufnahme gefördert wird (KUNZ 2014).

Die restriktive Fütterung der Kälber führt jedoch vor allem in den ersten Lebenswochen dazu, dass sie ungenügend mit Energie versorgt werden und dadurch das Immunsystem geschwächt wird (KUNZ 2014). Ein Energiemangel in den ersten Lebenswochen führt nicht nur zu einem Rückgang der Tageszunahmen (VAN ACKEREN et al. 2014), sondern kann darüber hinaus auch das Leistungspotential der späteren Milchkuh beeinträchtigen (VAN ACKEREN 2016). Der Energiemangel hängt auch damit zusammen, dass die Kraftfutteraufnahme im ersten Lebensmonat noch sehr gering ist und somit kaum zur Energieaufnahme als Kalbes beiträgt (KUNZ 2014, VAN ACKEREN et al. 2014, WIEDEMANN et al. 2015). Deshalb wird seit einiger Zeit empfohlen, die Tränkemenge in den ersten 3 bis 4 Lebenswochen nicht zu begrenzen und die Kälber erst danach kontinuierlich und langsam von der Milch zu entwöhnen (KUNZ 2014, VAN ACKEREN 2016).

Es gibt bereits zahlreiche Untersuchungen, in welchen der Einfluss der Tränkemethode auf die Futteraufnahme und Tageszunahmen der Kälber untersucht wurde. Allerdings gibt es bis dato kaum Ergebnisse zur Körperzusammensetzung von *ad libitum* und restriktiv getränkten Kälbern. Die höhere Energieaufnahme der *ad libitum* getränkten Kälber lässt vermuten, dass sie früher beginnen, Fett anzusetzen bzw. beim Absetzen eine höheren Fettanteil aufweisen als restriktiv gefütterte Kälber. Dieses Fett stellt für das Kalb eine wichtige Energiereserve dar und kann dem Kalb helfen, kritische Situationen (z.B. Krankheiten) besser zu überstehen. Ziel eines Versuchs an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein war daher, zwei Tränkemethoden (*ad libitum* und restriktiv) hinsichtlich Futteraufnahme, Tageszunahmen

und Körperzusammensetzung (grobgewebliche Zusammensetzung und Nährstoffzusammensetzung) nach dem Absetzen zu vergleichen.

2. Tiere, Material und Methoden

Für den Versuch wurden jeweils 10 männliche Kälber der Rasse Fleckvieh (FV) sowie von 3 verschiedenen Holstein-Friesian-Genotypen (Holstein_Hochleistung (HF_HL), Holstein_Neuseeland (HF_NZ) und Holstein_Lebensleistung (HF_LL)) verwendet. Die 10 Kälber pro Genotyp wurden gleichmäßig (je 5 Tiere) auf zwei verschiedene Tränkemethoden aufgeteilt, welche sich vor allem in der Höhe der angebotenen Tränkemenge (restriktiv (Gruppe: RES) bzw. *ad libitum* (Gruppe: ADLIB)) und im Absetzalter (8 Wochen bei Gruppe RES bzw. 12 Wochen bei Gruppe ADLIB) unterschieden.

2.1 Fütterung und Haltung

In der ersten Lebenswoche wurden die Kälber in Einzelboxen gehalten. Während dieser Zeit erhielten die Kälber Biestmilch, wobei die erste Biestmilch in den ersten 2 Stunden nach der Geburt verabreicht wurde. Die Kälber hatten ab der ersten Lebenswoche freien Zugang zu Heu (2. Schnitt) und Wasser. Bereits in der ersten Lebenswoche wurden die Kälber zufällig einer der beiden Tränkemethoden (RES und ADLIB) zugeteilt.

Ab der zweiten Lebenswoche wurden die Kälber in einer Gruppe gehalten. Die Fütterung erfolgte über einen Tränke- und einen Kraftfutterautomat. Die Menge der verabreichten Tränke (Vollmilch) pro Besuch und die Anzahl der „be-
lohten“ Besuche pro Tag variierte je nach zugewiesener, täglicher Tränkemenge. Der Tränkeplan für die beiden Tränkemethoden ist in *Tabelle 1* dargestellt. Der Gruppe ADLIB wurde die Vollmilch in den ersten 4 Lebenswochen *ad libitum* zur Verfügung gestellt. Anschließend wurde die Tränkemenge bis zum Ende der 12. Woche auf 2 l reduziert. Die Tränkemenge der Gruppe RES betrug in den ersten 4 Lebenswochen 6 l und wurde anschließend bis zum Ende der 8. Lebenswoche auf 2 l reduziert. Ab der 9. Lebenswoche erhielten die Kälber der Gruppe RES nur mehr Heu und Wasser zu freien Aufnahme sowie Kraftfutter. Die Kraftfuttermenge wurde bei beiden Gruppen ab der zweiten Lebenswoche langsam bis auf maximal 1,5 kg pro Tag gesteigert. Das Kraftfutter setzte sich aus 36 % Weizen, 35 % Gerste,

Tabelle 1: Tränkeplan für restriktiv und ad libitum gefütterte Kälber (verabreichte Vollmilchmenge in l)

Gruppe	Lebenswoche											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
restriktiv		5→6				6→4		4→2				
ad libitum		ad libitum		6	→8	8→6				6→2	-	

Der Pfeil (→) steht für eine Steigerung bzw. Reduktion der Tränkemenge.

17 % Sojaextraktionsschrot HP, 10 % Leinsamen und 2 % Mineralstoffmischung zusammen. Während der Tränkeperiode wurden die tägliche Vollmilch- und Kraftfutteraufnahme sowie einmal wöchentlich das Lebendgewicht erhoben. Die Heuaufnahme konnte nicht tierindividuell ermittelt werden, da das Heu über eine Heuraufe angeboten wurde.

In der 13. Lebenswoche wurde allen Kälbern Heu und Wasser *ad libitum* sowie 1,5 kg Kraftfutter angeboten. In der 13. Lebenswoche war die Ermittlung von Kraftfutter- und Heuaufnahme möglich, da die Kälber in dieser Woche einzeln gehalten wurden. Von Kraftfutter und Heu wurden wöchentlich Proben gezogen, von welchen der Trockenmasse (TM)-Gehalt bestimmt wurde. Im Abstand von 4 Wochen wurden von diesen Proben Sammelproben erstellt, von welchen der Nährstoffgehalt (Weender Analyse, Gerüstsubstanzen, Energiegehalt mittels Cellulase-Methode) ermittelt wurde. Die Analysen wurden, wie auch die weiter unten beschriebenen Fleischanalysen, nach den Methoden der VDLUFA (2012) durchgeführt (TM Methode 3.1, Rohprotein (XP) 4.1.2, Rohfett (XL) 5.1.1, Rohasche (XA) 8.1, Neutral-Detergentien-Faser (aNDFom) 6.5.1, Säure-Detergentien-Faser 6.5.2 (ADFom), Cellulase 6.6.1). Der Gehalt an metabolischer Energie (ME) wurde mit Hilfe der von der GfE empfohlenen Formeln berechnet (GFE 2008, GFE 2009). Für den Fett- und Eiweißgehalt der Milch wurden die Tankmilchproben der Molkerei und für den Laktosegehalt der Tabellenwert aus den Futterwerttabellen der DLG (1997) herangezogen. Die Milch enthielt durchschnittlich 13,3 % TM, 4,4 % Fett und 3,4 % Eiweiß (jeweils auf Frischmasse bezogen). Das Kraftfutter enthielt 20,9 % XP und 13,1 MJ ME und das Heu 12,1 % XP, 51,9 % aNDFom und 9,3 MJ ME (jeweils auf TM bezogen).

2.2 Erhebung der Schlachtleistung

Am Ende der 13. Lebenswoche wurden die Kälber das letzte Mal gewogen und anschließend im hofeigenen Schlachthaus geschlachtet. Im Zuge der Schlachtung wurde der Nierenfettanteil der geschlachteten Kälber ermittelt. Zwei Tage nach der Schlachtung wurde das Schlachtgewicht kalt und die Schlachtausbeute ermittelt und 7 Tage nach der Schlachtung wurden die Schlachtkörper zerlegt. Im

Zuge der Zerlegung wurde das Gewicht der einzelnen Teilstücke erhoben. Die Teilstücke Fehlrippe, Brust und Spannrippe, Vorderhese und

Hinterhese wurden anschließend in ihre grobgeweblichen Bestandteile (Muskeln, Fett, Sehnen und Knochen) zerlegt und deren Anteil am gesamten Teilstück bestimmt. Das Fleisch (Muskeln, Fett und Sehnen) von Fehlrippe und Schulter wurde nach der Zerlegung gekuttert und durch Zersägen der Knochen dieser Teilstücke wurde Knochenmehl erzeugt. Vom gekutterten Fleisch und vom Knochenmehl wurden anschließend Proben gezogen, von welchen der TM-, XP-, XL- und XA-Gehalt bestimmt wurde.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS 9.4. Lebendgewicht, Tageszunahmen und Futteraufnahme wurden sowohl für die gesamte Tränkeperiode als auch für einzelne Abschnitte innerhalb der Tränkeperiode ausgewertet. Die Auswertung dieser Parameter erfolgte mit einem gemischten Modell (MIXED). Als fixe Faktoren wurden jeweils Tränkemethode und Genotyp und als Regressionsvariable das Alter der Tiere (in Wochen) im Modell verwendet. Wechselwirkungen zwischen den Faktoren wurden nicht berücksichtigt, da sie nicht signifikant waren. Weiters wurden die wiederholten, wöchentlichen Messungen pro Tier als Repeated-Statement im Modell berücksichtigt (repeated Woche/type=ar(1) sub=Tier1). Die autoregressive Kovarianzstruktur wurde basierend auf der Anpassungsstatistik ausgewählt.

Die Auswertung der Schlachtleistung wurde mit einem Allgemeinen Linearen Modell (GLM) durchgeführt. Als fixe Faktoren wurden wiederum Tränkemethode und Genotyp verwendet. Die Wechselwirkung zwischen diesen beiden Faktoren war nicht signifikant und wurde daher nicht berücksichtigt. Die Fleischklasse wurde mit dem Wilcoxon-Test ausgewertet, da die Daten nicht normalverteilt waren. Der paarweise Mittelwert-Vergleich wurde bei allen ausgewerteten Daten mit dem Tukey-Test durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1 Futteraufnahme und Tageszunahmen

In Tabelle 2 sind die durchschnittliche Futteraufnahme und die mittleren Tageszunahmen der Kälber in den ersten zwölf

Tabelle 2: Durchschnittliche Futteraufnahme und Tageszunahmen in den ersten zwölf Lebenswochen in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Milchaufnahme, kg TM/Tag	0,38 ^b	0,66 ^a	0,53	0,52	0,51	0,52	0,18
Kraftfutteraufnahme, kg TM/Tag	0,50 ^a	0,43 ^b	0,46	0,46	0,45	0,48	0,20
Futteraufnahme Milch und KF							
TM, kg/Tag	0,89 ^b	1,13 ^a	1,03	1,00	0,99	1,02	0,21
XP, g/Tag	204 ^b	269 ^a	241	232	233	239	48
ME, MJ/Tag	14,2 ^b	19,1 ^a	16,9	16,5	16,4	16,8	3,4
Tageszunahmen, g	629 ^b	801 ^a	771	711	683	694	297

¹ Residualstandardabweichung

Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden hin ($p < 0,05$).

Tabelle 4: Futteraufnahme und Lebendgewicht in der 13. Lebenswoche in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Heuaufnahme, kg TM/Tag	2,13 ^b	2,34 ^a	2,24	2,17	2,34	2,18	0,27
Krafftutteraufnahme, kg TM/Tag	1,31 ^a	1,24 ^b	1,24	1,31	1,28	1,25	0,08
Futteraufnahme gesamt							
TM, kg/Tag	3,44	3,58	3,48	3,49	3,63	3,44	0,29
TM, g/kg Lebendgewicht	34,7 ^a	31,8 ^b	30,9 ^b	33,5 ^{ab}	35,3 ^a	33,2 ^{ab}	3,0
XP, g/Tag	518	537	511	533	547	519	49
ME, MJ/Tag	37,2	38,4	37,3	37,9	39,0	37,0	2,9
Lebendgewicht, kg	99 ^b	115 ^a	114	107	103	106	11

¹ ResidualstandardabweichungUnterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

Tabelle 5: Einfluss von Tränkemethode und Genotyp auf Schlachtleistung und grobgewebliche Zusammensetzung verschiedener Teilstücke

	Tränkemethode		FV	Genotyp			RSD ¹
	RES	ADLIB		HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Schlachtleistung							
Schlachtkörpergewicht kalt, kg	46,9 ^b	57,1 ^a	55,9 ^a	53,2 ^a	45,3 ^b	53,6 ^a	6,1
Schlachtausbeute kalt, kg	45,3 ^b	47,8 ^a	48,3 ^a	46,4 ^a	43,8 ^b	47,8 ^a	2,0
Fleischklasse (1=P, 5=E)	1,4	1,8	2,4 ^a	1,3 ^b	1,3 ^b	1,4 ^b	
Nierenfett, % ²	0,37 ^b	0,55 ^a	0,35 ^c	0,53 ^{ab}	0,41 ^{bc}	0,55 ^a	0,11
Anteil wertvoller Teilstücke, % ³	48,9 ^b	49,5 ^a	50,0 ^a	49,1 ^b	48,6 ^b	49,0 ^b	0,7
Grobgewebliche Zusammensetzung⁴							
Fehlrippe							
Muskeln, %	64,0	65,0	65,9 ^a	64,5 ^{ab}	62,8 ^b	64,8 ^{ab}	2,2
Fett, %	4,2 ^b	5,2 ^a	4,7	4,5	5,4	4,5	1,1
Sehnen, %	3,3	3,3	3,4	3,2	3,5	3,2	0,6
Knochen, %	28,2 ^a	26,8 ^b	25,8 ^b	28,5 ^a	28,1 ^a	27,5 ^{ab}	1,6
Brust und Spannrippe							
Muskeln, %	57,6	56,9	58,3	56,9	56,8	57,1	2,4
Fett, %	10,6 ^b	12,3 ^a	12,1	11,0	10,6	12,0	2,4
Sehnen, %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4
Knochen, %	31,2 ^a	29,4 ^b	27,9 ^b	31,4 ^a	32,3 ^a	29,5 ^{ab}	2,7
Vorderhese							
Muskeln, %	39,7	41,0	41,7 ^a	38,6 ^b	40,5 ^{ab}	40,7 ^{ab}	2,1
Fett, %	2,9	3,2	2,6	3,2	2,9	3,5	0,9
Sehnen, %	4,1	3,5	4,3	3,6	4,2	3,2	1,1
Knochen, %	53,2 ^a	51,7 ^b	50,7 ^b	54,6 ^a	52,4 ^{ab}	52,3 ^{ab}	2,1
Hinterhese							
Muskeln, %	38,7 ^b	40,3 ^a	39,4	39,3	39,4	39,8	1,8
Fett, %	3,2	3,6	3,8	3,3	3,6	3,0	1,0
Sehnen, %	5,8	6,0	5,8	5,9	5,8	6,0	0,8
Knochen, %	52,5 ^a	50,7 ^b	52,0	51,4	51,9	51,1	2,1

¹ Residualstandardabweichung² Anteil am Mastendgewicht (Gewicht in der 13. Lebenswoche)³ Anteil am Schlachtkörpergewicht⁴ Anteil von Muskeln, Fett, Sehnen und Knochen am jeweiligen TeilstückUnterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

die restriktiv gefütterten Kälber. Bei allen vier untersuchten Teilstücken hatte die Gruppe ADLIB einen deutlich geringeren Knochenanteil als die Gruppe RES. Im Gegenzug war der Fettanteil in den Teilstücken Fehlrippe sowie Brust und Spannrippe bei den *ad libitum* gefütterten Kälbern signifikant höher als bei den restriktiv gefütterten Tieren. Beim Teilstück Hinterhese wies dagegen die Gruppe ADLIB einen signifikant höheren Muskelanteil im Vergleich zur Gruppe RES auf.

Das Schlachtgewicht kalt und die Schlachtausbeute der HF_NZ-Kälber war signifikant niedriger als bei den Tieren der anderen drei Genotypen, obwohl hinsichtlich des Lebendgewichts bei der Schlachtung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Genotypen bestanden. Die FV-Kälber wiesen eine höhere Fleischigkeit sowie ei-

nen höheren Anteil wertvoller Teilstücke auf als die drei Holstein-Genotypen. Dagegen war der Nierenfettanteil der FV-Tiere signifikant niedriger als jener der HF_HL- und HF_LL-Kälber. Bei den Teilstücken Fehlrippe, Brust und Spannrippe sowie Vorderhese wiesen die FV-Kälber jeweils den höchsten Muskel- und den niedrigsten Knochenanteil auf. Die grobgewebliche Zusammensetzung der Hinterhese unterschied sich dagegen nicht zwischen den Genotypen.

Die Ergebnisse der Nährstoffanalyse der Teilstücke Fehlrippe und Schulter sind in *Tabelle 6* dargestellt. Der XL-Gehalt war bei den Kälbern der Gruppe ADLIB in beiden Teilstücken signifikant höher als bei den Tieren der Gruppe RES. Die Schulter der *ad libitum* gefütterten Kälber wies zudem auch einen höheren XP-Gehalt auf. Das hatte zur Folge, dass der TM-Gehalt und damit auch der Nährstoffansatz in den

Tabelle 6: Nährstoffzusammensetzung der Teilstücke Fehlrippe und Schulter (Bug) in Abhängigkeit von Tränkemethode und Genotyp¹

	Tränkemethode		Genotyp				RSD ²
	RES	ADLIB	FV	HF_HL	HF_NZ	HF_LL	
Fehlrippe							
Trockenmasse, g/kg FM ³	314 ^b	325 ^a	312 ^b	322 ^a	324 ^a	321 ^a	7
Rohprotein, g/kg FM	198	200	200	197	202	198	5
Rohfett, g/kg FM	50 ^b	61 ^a	50 ^b	60 ^a	58 ^{ab}	55 ^{ab}	7
Rohasche, g/kg FM	59	58	54	60	63	58	7
Schulter (Bug)							
Trockenmasse, g/kg FM	310 ^b	327 ^a	315	324	318	318	11
Rohprotein, g/kg FM	190 ^b	194 ^a	194	192	192	191	4
Rohfett, g/kg FM	64 ^b	80 ^a	67 ^b	76 ^a	74 ^{ab}	70 ^{ab}	7
Rohasche, g/kg FM	53	51	53	51	51	51	4

¹ Nährstoffzusammensetzung des gesamten Teilstücks (inkl. Knochen und Sehnen)² Residualstandardabweichung³ FrischmasseUnterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Unterschiede zwischen den Tränkemethoden bzw. Genotypen hin ($p < 0,05$).

ersten 13 Lebenswochen bei der Gruppe ADLIB deutlich höher waren als bei der Gruppe RES. Die FV-Kälber wiesen in beiden Teilstücken den niedrigsten XL-Gehalt auf. In der Fehlrippe war daher der TM-Gehalt signifikant geringer als bei den drei HF-Genotypen.

4. Diskussion

Die *ad libitum* gefütterten Kälber wiesen über die gesamte Tränkeperiode gesehen eine höhere Milch- und Nährstoffaufnahme sowie höhere Tageszunahmen auf als die restriktiv gefütterten Kälber. In früheren Versuchen wurde bei gleichem Absetzalter der Kälber ebenfalls ein positiver Einfluss von höheren Tränkemengen auf Nährstoffaufnahme (KIEZEBRINK et al. 2015, CHAPMAN et al. 2016, SCHÄFF et al. 2016, FRIETEN et al. 2017, ROSENBERGER et al. 2017) und Tageszunahmen (JASPER und WEARY 2002, KIEZEBRINK et al. 2015, WIEDEMANN et al. 2015, ROSENBERGER et al. 2017) festgestellt. Nach dem Absetzen unterschieden sich die Tageszunahmen im Versuch von JASPER und WEARY (2002) jedoch nicht zwischen den Tränkemethoden, allerdings wiesen die *ad libitum* gefütterten Kälber, wie im aktuellen Versuch und in der Untersuchungen von WIEDEMANN et al. (2012) und WIEDEMANN et al. (2015), ein deutlich höheres Absetzgewicht auf. Dagegen unterschieden sich die Absetzgewichte von *ad libitum* und restriktiv gefütterten Kälbern im Versuch von KORST et al. (2017) nicht. Diese Ergebnisse zeigen, dass sich Tränkemengen von mehr als 6 l in den ersten Lebenswochen positiv auf die Entwicklung der Kälber auswirken.

Der positive Effekt der höheren Tränkemenge hängt auch damit zusammen, dass die Kälber vor allem im ersten Lebensmonat kaum Festfutter aufnehmen. Erst ab dem zweiten Lebensmonat nehmen Kälber größere Mengen an Festfutter auf, wobei jedoch sehr unterschiedliche Ergebnisse vorliegen, was den Einfluss der Tränkemethode auf die Höhe der Festfutteraufnahme betrifft. Im aktuellen Projekt unterschieden sich die beiden Tränkemethoden hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme erst, nachdem die Gruppe RES von der Milchtränke abgesetzt wurde (ab der 9. Lebenswoche). In den Versuchen von WIEDEMANN et al. (2015) und SCHÄFF et al. (2016) traten bis zum Alter von rund 2 Monaten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme zwischen *ad libitum* und

restriktiv gefütterten Kälbern auf. JASPER und WEARY (2002), FRIETEN et al. (2017), ROSENBERGER et al. (2017) und STEELE et al. (2017) stellten dagegen bereits vor dem Absetzen bei Kälbern mit niedriger täglicher Tränkemenge höhere Kraftfutteraufnahmen fest als bei Kälbern mit hoher täglicher Tränkemenge. In der Untersuchung von FRIETEN et al. (2017) setzte sich dieser Trend auch nach dem Absetzen fort, während sich die Kraftfutteraufnahme in den Versuchen von JASPER und WEARY (2002) sowie ROSENBERGER et al. (2017) zwischen den Tränkemethoden nicht unterschied. Im Gegensatz dazu wiesen im Versuch von MACCARI et al. (2015) *ad libitum* gefütterte Kälber in den ersten drei Lebenswochen eine höhere Kraftfutteraufnahme auf als restriktiv gefütterte. Allerdings waren in ihrem Versuch die *ad libitum* gefütterten Kälber im Alter von 3 Wochen auch rund 20 kg schwerer als die restriktiv gefütterten Kälber, was ebenfalls ein Grund für die höhere Kraftfutteraufnahme sein kann. Im Versuch von JASPER und WEARY (2002) fraßen restriktiv gefütterte Kälber in der Phase vor dem Absetzen auch mehr Heu. Im Gegensatz zum aktuellen Versuch trat jedoch nach dem Absetzen kein Unterschied in der Heuaufnahme zwischen *ad libitum* und restriktiv gefütterten Kälbern auf. Diese Ergebnisse zeigen, dass eine restriktive Milchfütterung im ersten Lebensmonat zwar zu einer früheren und höheren Festfutteraufnahme führt, das Nährstoffdefizit aus dem geringeren Milchangebot kann dadurch jedoch nicht ausgeglichen werden. In den Versuchen von WIEDEMANN et al. (2012) und CHAPMAN et al. (2016) wirkte sich eine höhere Tränkemenge auch positiv auf die Futtermittelverwertung aus, während HILL et al. (2010) und ROSENBERGER et al. (2017) keinen Einfluss der Tränkemenge auf die Futtermittelverwertung der Kälber feststellten.

Eine hohe Tränkemenge hatte in den Versuchen von HILL et al. (2010) und CHAPMAN et al. (2016) jedoch eine geringere Verdaulichkeit des Kälberstarters im Zeitraum rund um das Absetzen zur Folge. Die geringere Verdaulichkeit hing mit einer geringeren Amylase-Konzentration im Blut der Kälber zusammen und führte zu geringeren Tageszunahmen nach dem Absetzen (HILL et al. 2010). Neben der Kraftfutteraufnahme sollte aber auch die Raufutteraufnahme bereits im frühen Alter gefördert werden, da sich diese positiv auf die Pansenentwicklung auswirkt (KHAN et al. 2016, MEALE et al. 2017). KHAN et al. (2016) raten jedoch davon

ab, Stroh oder frisches Gras als Raufutter zu verwenden, da dadurch die Futteraufnahme und die Tageszunahmen negativ beeinflusst werden können. Weiters sollten die Kälber in Paaren oder Gruppen gehalten werden, da die Kälber voneinander lernen und somit die Raufutteraufnahme gefördert werden kann (KHAN et al. 2016).

Um eine geringe Verdaulichkeit des Futters rund um das Absetzen zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass die Entwöhnung kontinuierlich und nicht abrupt erfolgt. KHAN et al. (2011) stellten fest, dass der Pansen von schrittweise entwöhnten Kälber im Alter von 55 Tagen schon weiter entwickelt war als jener der abrupt abgesetzten, was auf die höhere Aufnahme von Kälberstarter zurückzuführen war. Im Versuch von STEELE et al. (2017) bewirkte zudem ein abruptes Absetzen der Kälber einen deutlich Rückgang der Tageszunahmen in der Woche nach dem Absetzen im Vergleich zu schrittweise entwöhnten Kälbern. Durch schrittweises Absetzen gewöhnen sich die Kälber langsam an das Festfutter. Neben einer ausreichenden Milchversorgung im ersten Lebensmonat fördert also auch ein langsames, schrittweises Entwöhnen die Entwicklung der Kälber.

Im aktuellen Versuch bewirkte die *ad libitum*-Fütterung der Kälber einen höheren Nährstoff- und vor allem Fettansatz im Vergleich zu den restriktiv gefütterten Tieren. In der Untersuchung von SCHÄFF et al. (2016) wiesen die *ad libitum* getränkten Kälber einen höheren Nierenfettanteil und eine stärkere Bemuskelung auf als die restriktiv getränkten Tiere. ROBELIN und CHILLIARD (1989) stellten in ihrem Versuch fest, dass eine etwa 40 %ige Reduktion der Milchaustauschermenge einen 68 % niedrigeren Fettansatz zum Zeitpunkt des Absetzens (nach rund 3 Monaten) bewirkt. Auf den Fettansatz im Zuge der weiteren Entwicklung der Tiere hatte die reduzierte Tränkemenge jedoch keinen Einfluss. ROBELIN und CHILLIARD (1989) gaben auch an, dass der Proteinansatz von der Tränkemenge weniger stark beeinflusst wird, da er im Wachstumsprozess eine höhere Priorität hat.

Ein höherer Nährstoffansatz fördert nicht nur die Konstitution der Kälber zum Zeitpunkt des Absetzens, sondern kann auch für den Gesundheitsstatus der Kälber von Vorteil sein. KHAN et al. (2007) und WIEDEMANN et al. (2012) stellten im ersten Lebensmonat bei einer hohen Tränkemenge (ca. 10 l/Tag) eine geringere Durchfall- bzw. Krankheitshäufigkeit fest als bei niedrigem Tränkeangebot (ca. 5 l/Tag). In einer weiteren Arbeit empfiehlt KHAN et al. (2011) hohe Tränkemengen bis zu 20 % des Lebendgewichts, da hohe Tränkemengen sich nicht nur positiv auf die Tageszunahmen auswirken, sondern auch die Krankheitsanfälligkeit der Kälber reduzieren können. Dagegen traten in den Versuchen von JASPER und WEARY (2002), CHAPMAN et al. (2016) und SCHÄFF et al. (2016) keine Unterschiede in der Krankheitsanfälligkeit der Kälber bei verschieden hoher Tränkemenge auf. Allfällige Krankheiten von Kälbern können aber auch Auswirkungen auf die spätere Leistung der Tiere haben. SOBERON et al. (2012) stellten fest, dass Krankheiten in der Tränkeperiode auch die weitere Entwicklung von weiblichen Tieren beeinflussen kann. In ihrem Versuch führte ein Antibiotikaeinsatz während der Tränkeperiode zu einer um 500 kg niedrigeren Milchleistung in der ersten Laktation. KHAN et al. (2011) kamen zum Schluss, dass sich ein hohes Nährstoffangebot in der Tränkeperiode positiv auf die

weitere Entwicklung von Kalbinnen auswirkt (z.B. früheres Erstbesamungsalter). Höhere Tageszunahmen während der Tränkeperiode haben zudem einen positiven Einfluss auf die Milchleistung in der ersten Laktation. Eine 1 kg höhere Tageszunahme führte in früheren Studien zu einem Anstieg der Erstlaktationsleistung um rund 1.000 kg (SOBERON et al. 2012) bzw. sogar 1.550 kg (SOBERON und VAN AMBURGH 2013). Im Versuch von WIEDEMANN et al. (2015) bewirkte die *ad libitum*-Fütterung der Kälber gegenüber der restriktiven Tränkemethode eine um 0,8 kg höhere durchschnittliche Tagesmilchleistung sowie eine höhere Futteraufnahme in der ersten Laktation. WIEDEMANN et al. (2015) und KORST et al. (2017) kamen zum Schluss, dass die höhere Milchleistung der *ad libitum* aufgezogenen Tiere auf eine höhere Persistenz zurückzuführen ist, was möglicherweise mit einem positiven Einfluss der höheren Tränkemenge auf die Bildung des Eutergewebes zusammenhängt (WIEDEMANN et al. 2015). Im Gegensatz stellten KIEZEBRINK et al. (2015) keinen Effekt der Tränkemenge auf die Lebendgewichtsentwicklung von Kalbinnen, auf das Erstkalbealter und auf die Milchleistung in der ersten Laktation fest. Diese Ergebnisse zeigen sehr deutlich, dass Tränkemethoden mit einem *ad libitum*-Milchangebot im ersten Lebensmonat nicht nur positive Auswirkungen auf das Kalb selbst, sondern auch auf die spätere Leistung der Tiere haben können. Durch eine adäquate Nährstoffversorgung in den ersten Lebenswochen wird bereits die Voraussetzung für hohe Leistungen im adulten Alter geschaffen.

5. Schlussfolgerung

Wird die Milchtränke den Kälbern in den ersten Lebenswochen *ad libitum* angeboten, so hat dies positive Auswirkungen auf die Energieversorgung und die Tageszunahmen der Kälber. Auch längere Tränkeperioden (12 Wochen) sind im Vergleich zu kurzen Tränkeperioden (8 Wochen) zu empfehlen, da die Kraftfutteraufnahme der Kälber im 2. Lebensmonat nicht von der Tränkemenge beeinflusst wird. Erst wenn die frühentwöhnten Kälber abgesetzt sind (ab der 9. Lebenswoche), fressen sie größere Mengen an Kraftfutter als die spätentwöhnten. Allerdings weisen restriktiv gefütterte Kälber im Alter von rund 3 Monaten einen niedrigeren Fettanteil und einen geringeren Nährstoffansatz auf als die *ad libitum* getränkten Tiere. Dies ist eine Folge der geringen Energieversorgung in den ersten 3 Lebensmonaten und kann auch eine höhere Krankheitsanfälligkeit der Kälber zur Folge haben.

6. Literatur

- CHAPMAN, C.E., P.S. ERICKSON, J.D. QUIGLEY, T.M. HILL, H.G. BATEMAN II, F.X. SUAREZ-MENA und R.L. SCHLOTTERBECK, 2016: Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients with age of the dairy calf. *J. Dairy Sci.* 99, 2740-2747.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 212 S.
- FRIETEN, D., C. GERBERT, C. KOCH, G. DUSEL, K. EDER, E. KANITZ, J.M. WEITZEL und H.M. HAMMON, 2017: *Ad libitum* milk replacer feeding, but not butyrate supplementation, affects growth performance as well as metabolic and endocrine traits in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 100, 6648-6661.

- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) 2008: New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuss für Bedarfsnormen) 2009: New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146.
- HILL, T.M., H.G. BATEMAN II, J.M. ALDRICH und R.L. SCHLOTTERBECK, 2010: Effect of milk replacer program on digestion of nutrients in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 93, 1105-1115.
- JASPER, J. und D.M. WEARY, 2002: Effects of *ad libitum* milk intake on dairy calves. *J. Dairy Sci.* 85, 3054-3058.
- KHAN, M.A., A. BACH, D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2016: Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99, 885-902.
- KHAN, M.A., H.J. LEE, W.S. LEE, H.S. KIM, S.B. KIM, K.S. KI, J.K. HA, H.G. LEE und Y.J. CHOI, 2007: Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.* 90, 876-885.
- KHAN, M.A., D.M. WEARY und M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2011: Invited review: Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071-1081.
- KIEZEBRINK, D.J., A.M. EDWARDS, T.C. WRIGHT, J.P. CANT und V.R. OSBORNE, 2015: Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *J. Dairy Sci.* 98, 349-356.
- KORST, M., C. KOCH, J. KESSER, U. MÜLLER, F.J. ROMBERG, J. REHAGE, K. EDER und H. SAUERWEIN, 2017: Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy calves: Part I: Effects on performance and production from birth over the first lactation. *J. Dairy Sci.* 100, 3096-3108.
- KUNZ, H.-J., 2014: Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 09.-10. April 2014, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 13-16.
- MACCARI, P., S. WIEDEMANN, H.J. KUNZ, M. PIECHOTTA, P. SANFTLEBEN und M. KASKE, 2015: Effects of two different rearing protocols for Holstein bull calves in the first 3 weeks of life on health status, metabolism and subsequent performance. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 99, 737-746.
- MEALE, S.J., F. CHAUCHEYRAS-DURAND, H. BERENDS, L.L. GUAN und M.A. STEELE, 2017: From pre- to postweaning: Transformation of the young calf's gastrointestinal tract. *J. Dairy Sci.* 100, 5984-5995.
- ROBELIN, J. und Y. CHILLIARD, 1989: Short-term and long-term effects of early nutritional deprivation on adipose tissue growth and metabolism in calves. *J. Dairy Sci.* 72, 505-513.
- ROSENBERGER, K., J.H.C. COSTA, H.W. NEAVE, M.A.G. VON KEYSERLINGK und D.M. WEARY, 2017: The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100, 504-512.
- SCHÄFF, C.T., J. GRUSE, J. MACIEJ, M. MIELENZ, E. WIRTHGEN, A. HOEFLICH, M. SCHMICKE, R. PFUHL, P. JAWOR, T. STEFANI- AK und H.M. HAMMON, 2016: Effects of feeding milk replacer *ad libitum* or in restricted amounts for the first five weeks of life on the growth, metabolic adaptation, and immune status of newborn calves. *PLOS ONE* 11, 1-24.
- SOBERON, F., E. RAFFRENATO, R.W. EVERETT und M.E. VAN AMBURGH, 2012: Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 95, 783-793.
- SOBERON, F. und M.E. VAN AMBURGH, 2013: Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *J. Anim. Sci.* 91, 706-712.
- STEELE, M.A., J.H. DOELMAN, L.N. LEAL, F. SOBERON, M. CAR- SON und J.A. METCALF, 2017: Abrupt weaning reduces postweaning growth and is associated with alterations in gastrointestinal markers of development in dairy calves fed an elevated plane of nutrition during the preweaning period. *J. Dairy Sci.* 100, 5390-5399.
- VAN ACKEREN, C., 2016: Aktuelles zu den Fütterungskonzepten für Aufzuchtälber in den ersten Lebenswochen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. März 2016, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 71-73.
- VAN ACKEREN, C., S. BAUER und H. STEINGAB, 2014: Einfluss einer *ad libitum* Vollmilchtränke auf die Futteraufnahme und das Wachstum von Kälbern. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 01.-02.04.2014, Fulda, 67-70.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) 2012: Handbuch der landwirtschaftlichen Ver- suchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch) – Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 2190 S.
- WIEDEMANN, S., P. HOLZ, H.-J. KUNZ, E. STAMER und M. KASKE, 2015: Einfluss einer *ad libitum* Tränke von Holstein-Friesian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie auf Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. *Züchtungskunde* 87, 413-422.
- WIEDEMANN, S., H.-J. KUNZ und M. KASKE, 2012: Neue Ansätze in der Kälberaufzucht. *Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissen- schaftlichen Fakultät der Universität Kiel* 118, 91-98.