

Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung

1. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung von Kälbern und Kalbinnen

1. Influence of drinking intensity, feeding level and age at first calving on live weight development of calves and heifers

Stefanie Kiendler^{1*}, Leonhard Gruber¹ und Anton Schauer¹

Zusammenfassung

Die für die Bestandesergänzung erforderliche Kälber- und Kalbinnenaufzucht stellt einen entscheidenden Kostenfaktor in der Milchviehhaltung dar. Maßnahmen zur Reduktion dieser Aufzucht-kosten sind einerseits die Verlängerung der Nutzungsdauer, um die Anzahl an zu remontierenden Tieren zu verringern, und andererseits ein Herabsetzen des Erstabkalbealters, um die Aufzucht-dauer zu senken.

Mit diesem Versuch sollte geklärt werden, wie sich unterschiedliche Tränke- bzw. Fütterungs-Intensitäten auf die Lebendmasse- und Körpermaße-Entwicklung auswirken, und ob sich damit das Erstabkalbealter senken lässt. Weiters wurde untersucht, wie sich das Erstabkalbealter auf die spätere Milchleistung und die Nutzungsdauer auswirken.

Zur Abklärung dieser Fragen wurde ein Feldversuch in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten mit Rinderhaltung durchgeführt. Die insgesamt 171 Tiere wurden unmittelbar bei der Geburt in vier Gruppen unterteilt, wobei zwischen zwei Tränke-Intensitäten (8 bzw. 12 Wochen Milchtränke, Milch 08 vs. Milch 12) und einem frühen bzw. einem durchschnittlichen Erstabkalbealter (24 bzw. 28 Monate, EKA 24 vs. EKA 28) unterschieden wurde. Hinsichtlich des Erstabkalbealters war das Ziel, die Fütterungsintensität so zu differenzieren, dass die Versuchstiere der Gruppe EKA 24 bzw. EKA 28 bei der Besamung die gleiche Lebendmasse aufwiesen. Dies ist nur bedingt gelungen. Da in den 16 Schulen und auch innerhalb der Schulen unterschiedliche Rassen vertreten waren (Fleckvieh (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), wurde auch der Faktor Rasse bzw. Genotyp für die statistische Auswertung genutzt. Die täglichen Zunahmen in der Aufzucht unterschieden sich in den Gruppe EKA 24 und EKA 28 (719 vs. 699 g) sowie zwischen den beiden Tränke-Intensitäten (696 vs. 719 in Milch 08 vs. Milch 12) nur unwesentlich. Dies bedeutet, dass die Kälber den Wachstumsrückstand infolge reduzierter

Summary

The rearing of female calves and heifers which are necessary for replacing the herd represents a decisive cost factor in dairy farming. Measures to reduce these rearing costs include, on the one hand, the longevity of dairy cows in order to reduce the number of animals to be remounted and, on the other hand, reducing the age at first calving in order to reduce the rearing period.

The aim of this study was to clarify how different drinking and feeding intensities affect the development of body weight and body condition and whether the first calving age can be lowered as a result. Furthermore, it was investigated how the first calving age affects the later milk yield and the longevity of dairy cows.

In order to clarify these questions, a field trial was carried out in cooperation with 16 Austrian agricultural schools with cattle husbandry. The total of 171 animals were divided into four groups immediately after birth, whereby a distinction was made between drinking-intensities (8 or 12 weeks of milk, milk 08 vs. milk 12) and an early or average first calving age (24 or 28 months, EKA 24 vs. EKA 28). With regard to the first calving age, the aim was to differentiate the feeding intensity in such a way that the experimental animals of the group EKA 24 and EKA 28 had the same body weight at the time of insemination. This was only partially successful. Since different breeds were represented in the 16 schools and also within the schools (Simmentals (FV), Brown Swiss (BS), Holstein (HF), Original-Braunvieh (OBV), Pinzgauer (PI)), the factor breed or genotype was also used for the statistical evaluation.

The daily gain in the rearing period differed only marginally between the groups EKA 24 and EKA 28 (719 vs. 699 g) as well as between the drinking intensity (696 vs. 719 in milk 08 vs. milk 12). This means that the calves were able to compensate for the growth deficit due to reduced milk yield (milk 08) by the end of the rearing period. However, on average significant differences due to drinking intensity were found, whereby the lower amount of milk (milk 08) led to a lower body weight

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

* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Stefanie Kiendler, email: stefanie.kiendler@raumberg-gumpenstein.at



Milchgabe (Milch 08) bis zum Ende der Aufzuchtphase nahezu vollständig aufholen konnten. Dennoch zeigten sich im Mittel signifikante Unterschiede bezüglich der Tränke-Intensität, wobei die geringere Milchmenge (Milch 08) zu einer niedrigen Lebendmasse und Körperkondition führte. Bezüglich des Erstabkalbealters wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Dennoch führte das höhere Erstabkalbealter zu einer höheren Lebendmasse zum Zeitpunkt der 1. Abkalbung (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), ebenso wie die höhere Tränke-Intensität (634 vs. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12). Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch zum Zeitpunkt der Besamung. Das tatsächliche Erstabkalbealter betrug 25,7 bzw. 29,8 Monate in den Gruppen EKA 24 bzw. EKA 28 und war damit deutlich verzögert. Dies dürfte vor allem durch mehrmaliges Nachrindern bedingt sein und betrifft beide EKA-Gruppen, wodurch der Unterschied von 4 Monaten entsprechend dem Versuchsplan gewahrt blieb. Wie zu erwarten unterschieden sich die Genotypen signifikant in ihrer Lebendmasse und den Körpermaßen (mit Ausnahme der Kreuzhöhe). Die kombinierten Genotypen (FV, OBV, PI) waren schwerer als die milchbetonten (HF, BS) und wiesen eine höhere Körperkondition auf. In der Kreuzhöhe (d. h. Körpergröße) fielen die kombinierte Genotypen OBV und PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Schlagwörter: Kälberaufzucht, Kalbinnenaufzucht, Erstabkalbealter, Frühentwöhnung

and body condition. No significant differences were found with regard to first calving age. Nevertheless, the higher first calving age led to a higher body weight at the time of first calving (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), as did the higher drinking intensity (634 vs. 653 kg in milk 08 vs. milk 12). Similar conditions were observed at the time of insemination. The actual first calving age was 25.7 and 29.8 months respectively in the groups EKA 24 and EKA 28 and was thus clearly delayed. This indicates problems in fertility and affected both EKA groups, whereby the difference of 4 months according to the experimental plan was kept constant. As to be expected, the genotypes differed significantly in body weight and body condition (with the exception of the back height). The dual-purpose genotypes (FV, OBV, PI) were heavier than the dairy genotypes (HF, BS) and had a higher body condition. The dual-purpose OBV and PI genotypes were lower significantly in back height (i.e. body size) compared to the other breeds.

Keywords: Calf rearing, heifer rearing, first calving age, early weaning

Einleitung

Der Aufwand für die Aufzucht der Kälber bzw. Kalbinnen stellt neben dem Futter den zweitgrößten Kostenfaktor der Milchproduktion dar (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Die durchschnittlichen Kosten für die Bestandesergänzung werden mit Euro 506,- angegeben. Damit belasten diese Kosten je nach Milchleistungsniveau jeden Liter Milch mit 6,8 Cent, d. h. mit 16,3 % des Rohertrages und 31,5 % der Gesamtkosten.

Das durchschnittliche Erstabkalbealter in Österreich beträgt 28,7 Monate (= 2,39 Jahre) und das durchschnittliche Alter der Kühe ist 5,2 Jahre. Daraus errechnet sich eine durchschnittliche Laktationszahl von 2,81. Jährlich werden 30 % der Kühe ergänzt und der Anteil der Erstlingskühe beträgt 26 % (Bundesauswertung Arbeitskreise Milchproduktion 2017). Alle diese Kennzahlen besagen, dass die Bestandesergänzung von enormer wirtschaftlicher Bedeutung ist, da die Aufzuchtdauer der Rinder nahezu gleich der Nutzungsdauer der Kühe ist!

Das Erstabkalbealter und die Nutzungsdauer sind die beiden entscheidenden Faktoren für das erforderliche Ausmaß und damit die Kosten der Bestandesergänzung (CHASE und SNIFFEN 1988, HEINRICHS 1993, GARNSWORTHY 2005, ZANTON und HEINRICHS 2005). Die *Tabelle 1* zeigt, dass bei einer kurzen Nutzungsdauer (= hohe Bestandesergänzung) und einem hohen Erstabkalbealter eine große Anzahl von Kalbinnen erforderlich ist, welche den Bestand

zu ergänzen haben. Das Erstabkalbealter wirkt sich umso stärker auf die erforderliche Bestandesergänzung aus, je kürzer die Nutzungsdauer ist. Bei einer durchschnittlichen Laktationszahl von 2,81 (= 35,6 % Bestandesergänzung) und einem durchschnittlichen Erstabkalbealter von 28,7 Monaten ergibt sich eine erforderliche Anzahl an Aufzuchtieren in der Höhe von 93,6 % der Kuhanzahl (bei 10 % Aufzuchtverlusten).

$$\text{Erforderliche Bestandesergänzung} = \frac{1}{\text{Laktationszahl}} \times \text{Erstabkalbealter} / 12 \times 1,1 \times 100$$

Eine Verringerung der Aufzuchtdauer vermindert die Aufzuchtkosten enorm. Gegenüber den durchschnittlichen Bedingungen (93,6 % Bestandesergänzung) ist bei einem Erstabkalbealter von 24 Monaten und einer Nutzungsdauer von 5 Laktationen eine Bestandesergänzung von nur 44 % der Kuhanzahl erforderlich, bei einem Erstabkalbealter von 36 Monaten und einer Nutzungsdauer von 2 Laktationen dagegen 165 % der Kuhanzahl.

Tabelle 1: Erforderliche Bestandesergänzung in Abhängigkeit von Laktationszahl und Erstabkalbealter (% der Kuhanzahl)

Laktationszahl	Bestandesergänzung (%)	Erstabkalbealter (Monate)				
		24	27	30	33	36
5,00	20	44	50	55	61	66
4,00	25	55	62	69	76	83
3,33	30	66	74	83	91	99
2,86	35	77	87	96	106	116
2,50	40	88	99	110	121	132
2,22	45	99	111	124	136	149
2,00	50	110	124	138	151	165

Der vorliegende Versuch hat die Frage der optimalen Aufzuchtintensität (d. h. Erstabkalbealter) zum Inhalt. Aus ökonomischer Sicht macht also die Rinderaufzucht im Rahmen der Milcherzeugung einen wesentlichen Kostenfaktor aus. Diesen rein ökonomischen Aspekten stehen allerdings biologisch verankerte Gesetzmäßigkeiten gegenüber, die einer zu extremen Vorverlegung des Erstabkalbealters entgegenstehen. Es ist vorzuschicken, dass für den Zeitpunkt der Erstbesamung nicht so sehr das Alter entscheidet, sondern die physiologische Reife (d. h. die Lebendmasse). Ein niedriges Erstabkalbealter kann also nur mit hohen Wachstumsraten (= Tageszunahmen) erreicht werden, die eine hohe Fütterungsintensität voraussetzen.

Im vorliegenden Versuch wird der Einfluss einer intensiveren Aufzucht von 24 Monaten gegenüber einer Aufzucht von 28 Monaten auf die Gewichtsentwicklung der Kälber bzw. Kalbinnen sowie auf deren spätere Milchleistung und Nutzungsdauer bei den wichtigsten in Österreich vertretenen Rassen untersucht. STEINWIDDER und GREIMEL (1999) haben gezeigt, dass die Nutzungsdauer einen enormen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion hat. Besonderes Augenmerk wird auch auf Körperentwicklung gelegt.

Mit dem vorliegenden Projekt soll also die optimale Aufzuchtintensität für Kälber und Kalbinnen für die in Österreich gehaltenen Rinderrassen ermittelt werden. Dies bedeutet, dass einerseits gegenüber bisherigen Gepflogenheiten ein niedrigeres Erstabkalbealter angestrebt wird, um die sehr hohen Aufzuchtkosten zu reduzieren und damit die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung zu verbessern. Andererseits sollen die Nachteile einer zu intensiven Aufzucht vermieden werden und auf diesem Weg die Milchleistungskapazität der Kühe in den Betrieben voll ausgeschöpft werden. Dabei kommt es vor allem darauf an, die Intensität in der kritischen Phase der Euterentwicklung

nicht zu übertreiben (Nachteile auf spätere Milchleistung!) und in den übrigen Phasen eine raschere Tierentwicklung zu erreichen, was zu einer früheren Abkalbung und daher zu niedrigeren Kosten führt (SEJRSEN et al. 1978, 1982). Damit soll die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung auf den landwirtschaftlichen Betrieben direkt verbessert werden. In der vorliegenden 1. Mitteilung wird der Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstabkalbealter auf die Gewichtsentwicklung der Kälber und Kalbinnen beschrieben. Die 2. Mitteilung berichtet über den Einfluss auf Milchleistung und Nutzungsdauer (GRUBER et al. 2019).

Material und Methoden

Versuchsorte und Versuchstiere

Dieses Projekt wurde in Kooperation mit 16 österreichischen landwirtschaftlichen Fachschulen bzw. Höheren Lehranstalten mit Rinderhaltung durchgeführt. In jeder Schule wurden – je nach Herdengröße – 8 bis 16 neugeborene Kuhkälber der Kühe des Lehrbetriebes in den Versuch aufgenommen (Tabelle 2).

Versuchsplan

Es wurde ein zwei-faktorielles Versuchsdesign mit den Versuchsfaktoren Erstabkalbealter (24 oder 28 Monate [EKA 24, EKA 28]) und Tränke-Intensität (8 oder 12 Wochen Milchtränke [Milch 08, Milch 12]) angewendet (2 × 2, siehe Tabelle 3).

In Tabelle 4 ist die angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse angeführt. Die Tiere sollten bei einer Lebendmasse von 400 kg (Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer) bzw. 380 kg (Brown Swiss, Holstein, Pinzgauer×RH) zum ersten Mal belegt werden. Das Versuchsziel war, dass diese Lebendmasse bei 24 bzw.

Tabelle 2: Am Projekt „Erstabkalbealter“ teilnehmende Schulen

Bundesland	Schule	Ort	Kälber	Rasse	Wirtschaftsweise
Burgenland	Güssing	Güssing	9	FV, HF	konventionell
Niederösterreich	Warth	Warth	15	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Phyra	Phyra	15	Fleckvieh	konventionell
Niederösterreich	Edelhof	Zwettl	12	Fleckvieh	biologisch
Steiermark	Kirchberg am Walde	Grafendorf	10	Fleckvieh	konventionell
Steiermark	Grottenhof-Hardt	Graz	8	Brown Swiss	biologisch
Steiermark	Hafendorf	Kapfenberg	16	Brown Swiss	konventionell
Steiermark	Grabnerhof	Admont	8	Fleckvieh	konventionell
Kärnten	Litzlhof	Lendorf	11	Pinzgauer	biologisch
Kärnten	Stiegerhof	Gödersdorf	10	FV, BS, HF	konventionell
Kärnten	HLFS Pitzelstätten	Klagenfurt-Wölfnitz	9	FV, BS	konventionell
Salzburg	Winklhof	Oberalm	16	Pinzgauer	biologisch
Salzburg	Klessheim	Wals	8	Pinzgauer	biologisch
Tirol	Weitau	St. Johann in Tirol	8	Pinzgauer	biologisch
Tirol	HLFS Kematen	Kematen	8	BV, BS	biologisch
Vorarlberg	Rheinhof	Hohenems	8	Brown Swiss	biologisch

Tabelle 3: Versuchsplan (n = 171)

Erstabkalbealter (Monate)	EKA 24		EKA 28	
	Milch 08	Milch 12	Milch 08	Milch 12
Dauer der Milchphase (Wochen)				
Tieranzahl zu Versuchsbeginn	44	42	37	48

Tabelle 4: Angestrebte Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit von Versuchsgruppe und Rasse

Rasse EKA-Gruppe	Kombiniert (FV, BV, PI)		Milchbetont (BS, HF)	
	EKA 24	EKA 28	EKA 24	EKA 28
Lebendmasse				
Lebendmasse bei Geburt (kg)		50		47
Lebendmasse bei 1. Belegung (kg) (60–65 % von 1. Laktation)		400		380
Lebendmasse bei 1. Abkalbung (kg) (85 % von 3. Laktation)		640		608
Lebendmasse bei 3. Abkalbung (kg) (100 % von Endgewicht)		753		715
Alter				
Alter bei 1. Belegung (Monate)	15	19	15	19
Alter bei 1. Abkalbung (Monate)	24	28	24	28
Tageszunahmen				
Zunahmen bis Belegung (g/Tag)	768	606	730	576
Zunahme Belegung bis Vorbereitungsfütterung		747		705

28 Monaten durch unterschiedliche Energieversorgung möglichst genau erreicht wird. Dies entspricht Zunahmen bis zur Belegung von 768 bzw. 606 g (kombinierte Rassen) sowie 730 bzw. 576 g pro Tag (milchbetonte Rassen). Nach der Belegung sollten alle Kalbinnen in gleicher Weise gefüttert werden. Bis zur Vorbereitungsfütterung (zwei Monate vor Abkalbung) waren Tageszunahmen von 705 g (BS, HF, PI×RH) bzw. 747 g (FV, BV, PI) vorgesehen, um die angestrebte Lebendmasse von 608 kg (BS, HF, PI×RH) bzw. 640 kg (FV, BV, PI) am Ende der ersten Trächtigkeit (d. h. mit Kalb) zu erreichen. In den letzten 3 bis 4 Trächtigkeitmonaten ist der tatsächliche Zuwachs höher, da der „gravide Uterus“ (Fötus + Eihäute + Uterus) selbst 280, 410, 530 bzw. 660 g/d zunimmt (FERRELL et al. 1976). Ein hohes Wachstum nach der Belegung wirkt sich nicht mehr negativ auf die Euterentwicklung und daher Milchleistung in der Laktation aus (SEJRSEN et al. 1978, 1982).

Fütterung

Der Versuch begann für jedes Tier mit der Geburt als Kalb und endete als Kuh mit dem Ende der Nutzungsdauer. Da es sich um einen Feldversuch handelte, sollten grundsätzlich die üblichen Bedingungen auf jedem Betrieb so weit wie möglich beibehalten werden. Das betraf den gesamten Bereich der Züchtung und Haltung und auch der Fütterung, allerdings mit der Ausnahme laut Versuchsplan, dass zwei Aufzuchtintensitäten inklusive Dauer der Milchphase unterschieden wurden. Vor allem sollten die betriebstypischen Grund- und Kraftfutter sowie Mineralfutter weiter verwendet werden. Die Mineralstoffversorgung war in allen Versuchsstadien (Aufzuchtphase und Laktation) unabhängig von der Versuchsgruppe bedarfsgerecht zu gestalten.

Kälberaufzucht

Es sollte die übliche Aufzucht (12 Wochen) mit der Frühentwöhnung (8 Wochen) verglichen werden. In der ersten Woche wurde den Kälbern Biestmilch zur freien Aufnahme (< 6 Liter) angeboten. Die Kälber erhielten je nach Versuchsgruppe 8 bzw. 12 Wochen Milchtränke (Vollmilch oder Milchaustauschfutter; Konzentration 125 g/Liter). Die

Menge betrug 6 bzw. 8 Liter je Tag, wobei diese Menge zu Beginn der Tränkeperiode gesteigert und am Ende reduziert wurde (Tabelle 5). Diese Tränkeverfahren sind bei KIRCHGESSNER et al. (2014) beschrieben.

Der Versuchsfaktor Tränke-Intensität (Dauer der Milchphase) wurde in den Versuch aufgenommen, da die Vorteile der Frühentwöhnung (rasche Entwicklung zum Wiederkäuer, niedrige Kosten) wohl unbestritten sind. Allerdings gibt es deutliche Hinweise, dass eine suboptimale Ernährung in der Jugendphase das Wachstum und den Gesundheitsstatus junger Tiere negativ beeinflusst, mit Auswirkungen auf Nutzungsdauer und Gesamtlebensleistung (DRACKLEY 2005).

Ab der zweiten Lebenswoche wurde den Kälbern auch schon Kälberaufzuchtfutter (= Kälberstarter) und Heu (bestes „Kälberheu“) zur freien Aufnahme angeboten. Die Menge an Kälberstarter wurde ab einer Aufnahme von 2,0 kg pro begrenzt. Der Kälberstarter konnte zugekauft oder selbst gemischt werden. Er sollte mindestens 18 % Rohprotein und höchstens 10 % Rohfaser enthalten. Den Betrieben wurde folgender Kälberstarter vorgeschlagen (wenn nicht zukauf): 36 % Weizen, 35 % Gerste, 17 % Sojaextraktionsschrot, 10 % Leinextraktionsschrot, 2 % Mineralfutter.

Das Kraftfutter ist sehr wichtig für die Entwicklung der Pansenzotten und das Heu für die Entwicklung des Pansen volumens. Für die Entwicklung der Pansenzotten ist Stärke im Kraftfutter bzw. die daraus fermentierte Propionsäure entscheidend. Daher ist ein hoher Anteil von Getreide im Kraftfutter wichtig. Auch für die frühzeitige Aufnahme des Kälberstarters ist ein hoher Getreideanteil von Vorteil.

Kalbinnen aufzucht

In diesem Abschnitt (ab 4. Lebensmonat bis Belegung) sollte die unterschiedliche Aufzuchtintensität nach Versuchsplan erfolgen (24 bzw. 28 Monate Erstabkalbalter bzw. 15 bzw. 19 Monate erste Belegung). Die unterschiedliche Aufzuchtintensität wurde durch ein unterschiedliches Kraftfutterniveau und/oder auch durch unterschiedliche Grundfutterqualität (z.B. Maissilageanteil, Schnitzeitpunkt bei Heu und Grassilage) erreicht. Das genaue Fütterungsregime wurde auf jedem Betrieb individuell auf der Grundlage

Tabelle 5: Tränkeplan in den beiden Versuchsgruppen (Liter Tränke pro Tag)

Lebenswoche		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Milch 08	Biestmilch	5	6	6	5	4	3	2	-	-	-	-	-
Milch 12	Biestmilch	6	7	8	8	8	7	6	5	4	3	2	

Tabelle 6: Vorschlag für das Kraftfutterschema in den beiden Versuchsgruppen (kg KF je Tag)

Lebensmonat	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
EKA 24		2,0			1,5			1,0			0,5					-
EKA 28		1,0			0,5			0,0			0,0					0,0

bisheriger Aufzuchtleistungen und Fütterungsbedingungen festgelegt. In *Tabelle 6* ist der Vorschlag an die Lehrbetriebe für ein mögliches Kraftfutter-Regime in den beiden Versuchsgruppen angeführt. Als Kraftfutter wurde ein eigenes Rinderaufzuchtfutter (13–16 % Rohprotein) oder ein ausgeglichenes Milchleistungsfutter für Milchkühe (13–16 % Rohprotein) verwendet.

In den beiden letzten Trächtigkeitsmonaten erfolgte die Vorbereitung auf die kommende Laktation, wie auf dem Betrieb üblich. Es wurde empfohlen, in dieser Phase die Grundfütterration der laktierenden Milchkühe zu verwenden und in den letzten 3 Wochen vor der Abkalbung Kraftfutter zur Adaption des Pansens in einer Menge von 1,0, 1,5 bzw. 2,0 kg zu füttern (Steigerung des Kraftfutters nie höher als 0,25 kg pro Tag).

Erhebungen und statistische Auswertung

Beim Umfang und der Art der Erhebungen wurde Bedacht genommen, dass es sich um einen Feldversuch und nicht um einen Versuch unter Stationsbedingungen handelte. Von der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden EDV-Formulare für jeden Betrieb vorbereitet, um die Eintragungen auf den Lehrbetrieben mit möglichst geringem Aufwand durchführen zu können. Die meisten Parameter (Lebendmasse, Körperkondition, Körpermaße) waren im 4-Wochen-Rhythmus zu erheben, d. h. 1 Mal pro Monat. Die Milchleistung wurde anhand der LKV-Messdaten berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Statgraphics 17 und SAS 9.4. In die statistischen Modelle gingen die fixen Effekte Tränke-Intensität (Dauer der Milchtränkephase), Erstabkalbealter und Rasse sowie deren Wechselwirkungen ein. Weiters wurden Schule und Tier innerhalb Schule als zufällige Effekte mit der Procedure Mixed berücksichtigt. Multiple Mittelwertvergleiche wurden nach Tukey-Kramer durchgeführt. In den Ergebnistabellen werden die LS-Means für die fixen Effekte Tränke-Intensität, Erstabkalbealter und Rasse, die Residualstandardabweichung sowie die p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen angeführt. Der Verlauf der Parameter während der Aufzucht wurde als Interaktion der Haupteffekte mit der Zeitvariablen „Alter in Monaten“ berechnet und wird in den Abbildungen graphisch dargestellt.

Zur Einteilung in Rasse-Gruppen ist festzustellen, dass dies streng genommen nur bei Fleckvieh (FV) und Brown Swiss (BS) möglich war. Die milchbetonten Genotypen Holstein Friesian (HF), Red Holstein (RH) und Pinzgauer × Red Holstein-Kreuzungen wurden zu einer Gruppe zusammengefasst, weil sie als jeweils eigene Gruppe (HF.RH.PI) im vorliegenden Versuch nicht in ausreichender Anzahl vertreten waren bzw. der Effekt Schule und Rasse vermengt war, d. h. nicht zu trennen gewesen wäre. Ebenso verhielt es sich mit Original-Braunvieh (OBV) und kombinierten Pinzgauern (PI, ohne RH-Anteil), deren statistische Auswertung infolge zu geringer Häufigkeit an die Grenzen stieß, weswegen sie in den graphischen Darstellungen auch

nicht berücksichtigt werden konnten (in den Tabellen abgekürzt als OBV.PI).

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zum Wachstum der Kälber bzw. Kalbinnen während der Aufzuchtphase bis zur ersten Abkalbung sind in *Tabelle 7* sowie in den *Abbildungen 1* und *2* dargestellt.

Wie zu erwarten unterschieden sich die Kälber im Geburtsgewicht nicht zwischen den Gruppen der Faktoren Milchtränke und Erstabkalbealter, weil sie den einzelnen Gruppen unmittelbar nach der Geburt zufällig zugeordnet wurden. Es bestanden im Geburtsgewicht jedoch auch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen, obwohl sich diese im ausgewachsenen Zustand bezüglich ihrer Lebendmasse deutlich unterschieden (*Tabelle 1*). In einem ähnlich angelegten Versuch fanden GRUBER et al. (2016) signifikante Unterschiede im Geburtsgewicht zwischen Kälbern der Rasse Fleckvieh und Holstein (50 vs. 40 kg). Die Lebendmasse vor der ersten Abkalbung betrug im Mittel aller Gruppen 653 kg (744, 619, 626, 623 kg für die Rassen FV, BS, HF.RH.PI, OBV.PI). Das höhere Erstabkalbealter führte zu einer höheren Lebendmasse bei der Abkalbung (607 vs. 679 kg in EKA 24 vs. EKA 28), ebenso die höhere Tränke-Intensität (634 vs. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12). Ähnliche Verhältnisse zeigten sich auch zum Zeitpunkt der Besamung. Auch unter Stationsbedingungen ist es im Versuch von GRUBER et al. (2016) nicht gelungen, in den beiden Gruppen mit unterschiedlichem Erstabkalbealter eine gleich hohe Lebendmasse zu erzielen. Dies wurde mit dem hohen Wachstumspotenzial der jungen Tiere in dieser Lebensphase begründet und würde eine wesentlich stärkere Differenzierung in der Fütterung (besonders des Kraftfutterniveaus) erfordern, als dies in beiden Versuchen der Fall war. Wahrscheinlich müssten auch die Qualität des Grundfutters und auch dessen Angebot in Gruppe EKA 28 wesentlich geringer sein. Eine Differenzierung der Grundfutterqualität war im vorliegenden Feldversuch nicht vorgesehen und auch nicht realisierbar. Somit waren die Tageszunahmen in Gruppe EKA 24 nur unwesentlich höher als in EKA 28 (719 vs. 699 g). Ebenso unterschieden sich die Tageszunahmen zwischen den beiden Tränke-Intensitäten nur unwesentlich (696 vs. 719 in Milch 08 vs. Milch 12). Dies bedeutet, dass die Kälber den Wachstumsrückstand infolge reduzierter Milchgabe (Milch 08) bis zum Ende der Aufzuchtphase nahezu vollständig aufgeholt haben (*Abbildung 2*). Dementsprechend belief sich die Lebendmasse bei der Abkalbung auf 634 bzw. 653 kg in Milch 08 vs. Milch 12.

Das tatsächliche Erstabkalbealter betrug 25,7 bzw. 29,8 Monate in den Gruppen EKA 24 bzw. EKA 28, war also deutlich verzögert. Dies dürfte vor allem durch mehrmaliges Nachrindern bedingt sein und betrifft beide EKA-Gruppen, wodurch der Unterschied von 4 Monaten entsprechend dem Versuchsplan gewahrt blieb.

In *Tabelle 8* sind Alter und Lebendmasse von EKA 24 und EKA 28 zum Zeitpunkt der Besamung gegenübergestellt.

Tabelle 7: Lebendmasse, Tageszunahmen, Körperkondition und Körpermaße während der Aufzucht (LS-Means für Haupteffekte und p-Werte für Haupteffekte und deren Wechselwirkungen)

Parameter	Einheit	Milch (M)			EKA (E)			Rasse (R)			p-Werte Haupteffekte			p-Werte WW Haupteffekte			p-Werte Haupteffekte × Alter		
		8	12	24	28	FV	BS	HF:RH:PI	OBV:PI	RSD	Milch	EKA	Rasse	M × E	M × R	E × R	M × A	E × A	R × A
Lebendmasse bei Geburt, Besamung und Abkalbung sowie durchschnittliche Tageszunahmen während der Aufzucht																			
LM bei Geburt	kg	45,6	44,8	44,9	45,5	44,3	44,8	44,6	47,0	2,3	0,391	0,400	0,622	0,547	0,636	0,826	-	-	-
LM bei Besamung	kg	465	482	443	501	516	444	461	481	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LM bei Abkalbung	kg	634	653	607	679	744	619	626	623	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tageszunahmen	g	696	719	719	699	822	662	716	679	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alter bei Besamung und Abkalbung																			
Alter bei Besamung	Monate	18,4	18,4	16,4 ^b	20,4 ^a	18,6 ^a	19,2 ^a	17,3 ^b	18,5 ^{ab}	8,4	0,512	<0,001	0,007	0,279	0,744	0,898	-	-	-
Alter bei Abkalbung	Monate	27,8	27,8	25,7 ^b	29,8 ^a	28,0 ^a	28,5 ^a	26,7 ^b	27,9 ^{ab}	8,4	0,512	0,000	0,007	0,279	0,744	0,898	-	-	-
Durchschnittliche Lebendmasse, BCS und Körpermaße während der Aufzucht																			
Lebendmasse	kg	389 ^b	395 ^a	400	384	410 ^a	365 ^b	394 ^a	395 ^a	34	0,007	0,307	0,004	0,496	0,919	0,064	0,185	<0,001	<0,001
BCS	Punkte	3,28	3,29	3,32	3,25	3,39 ^a	3,15 ^c	3,20 ^{bc}	3,39 ^{ab}	0,27	0,094	0,924	0,006	0,020	0,274	0,362	0,307	<0,001	<0,001
Brustumfang	cm	163,7 ^b	165,0 ^a	165,6	163,1	167,7 ^a	161,0 ^b	165,7 ^{ab}	163,1 ^{ab}	5,2	0,029	0,243	0,029	0,654	0,917	0,190	0,015	<0,001	<0,001
Bauchumfang	cm	197,2	198,2	199,2	196,2	199,7 ^a	192,3 ^b	199,9 ^a	198,9 ^{ab}	7,5	0,053	0,484	0,037	0,473	0,795	0,033	0,355	<0,001	<0,001
Kreuzhöhe	cm	125,6 ^b	126,2 ^a	126,6	125,2	126,7	126,6	126,2	124,2	2,7	0,037	0,390	0,347	0,633	0,989	0,038	<0,001	0,170	<0,001

Tabelle 8: Gegenüberstellung von Alter und Lebendmasse in EKA 24 und EKA 28 zum Zeitpunkt der Besamung

Erstkalbealter Alter (Monate) bzw. Lebendmasse (kg)	EKA 24		EKA 28	
	Alter	Lebendmasse	Alter	Lebendmasse
Tatsächliche Lebendmasse und tatsächliches Alter	16,4	443	20,4	501
Lebendmasse bei gleichem Alter der anderen EKA-Gruppe	20,4	527	16,4	419
Alter bei gleicher Lebendmasse der anderen EKA-Gruppe	19,1	501	17,6	443

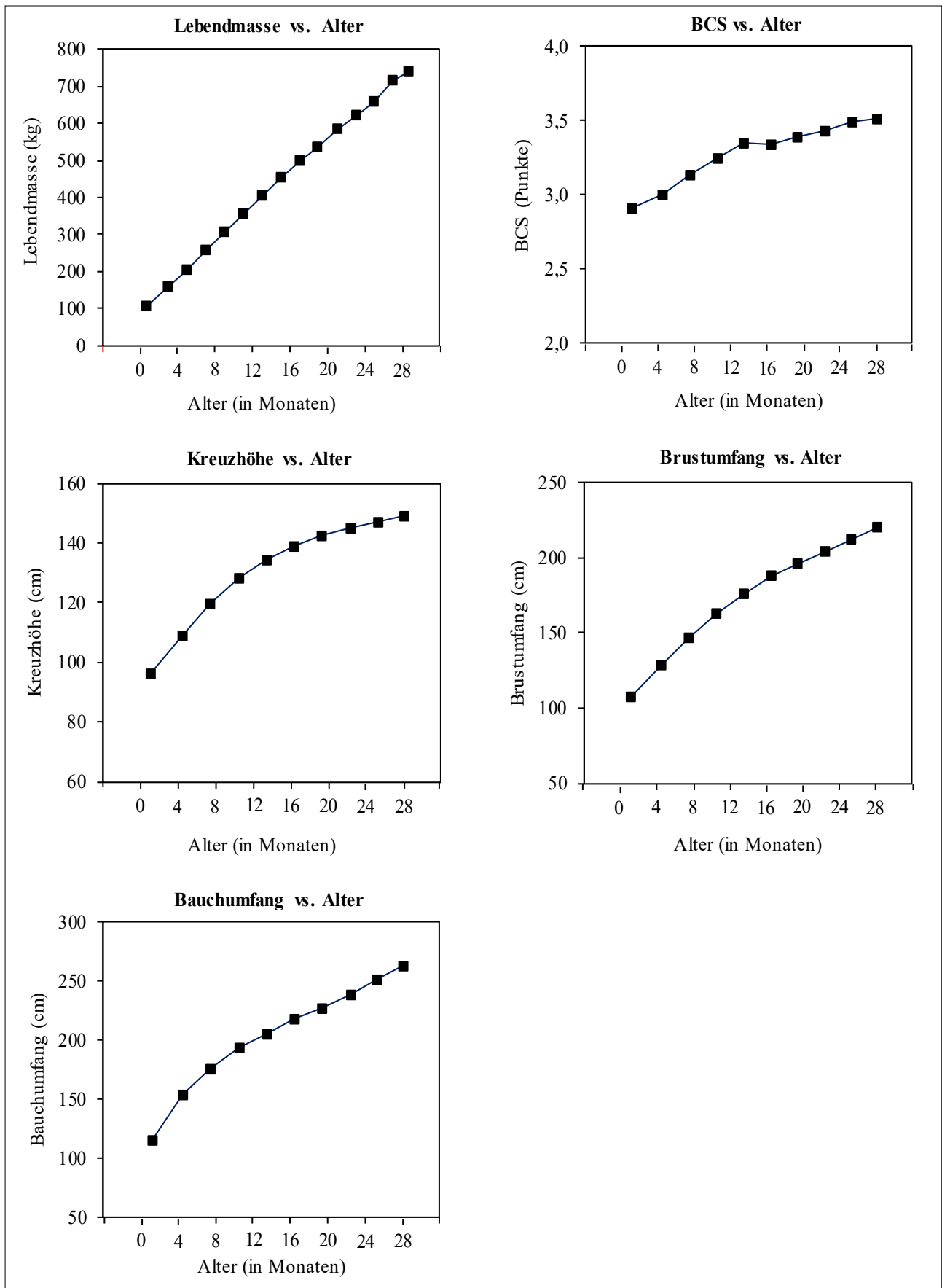
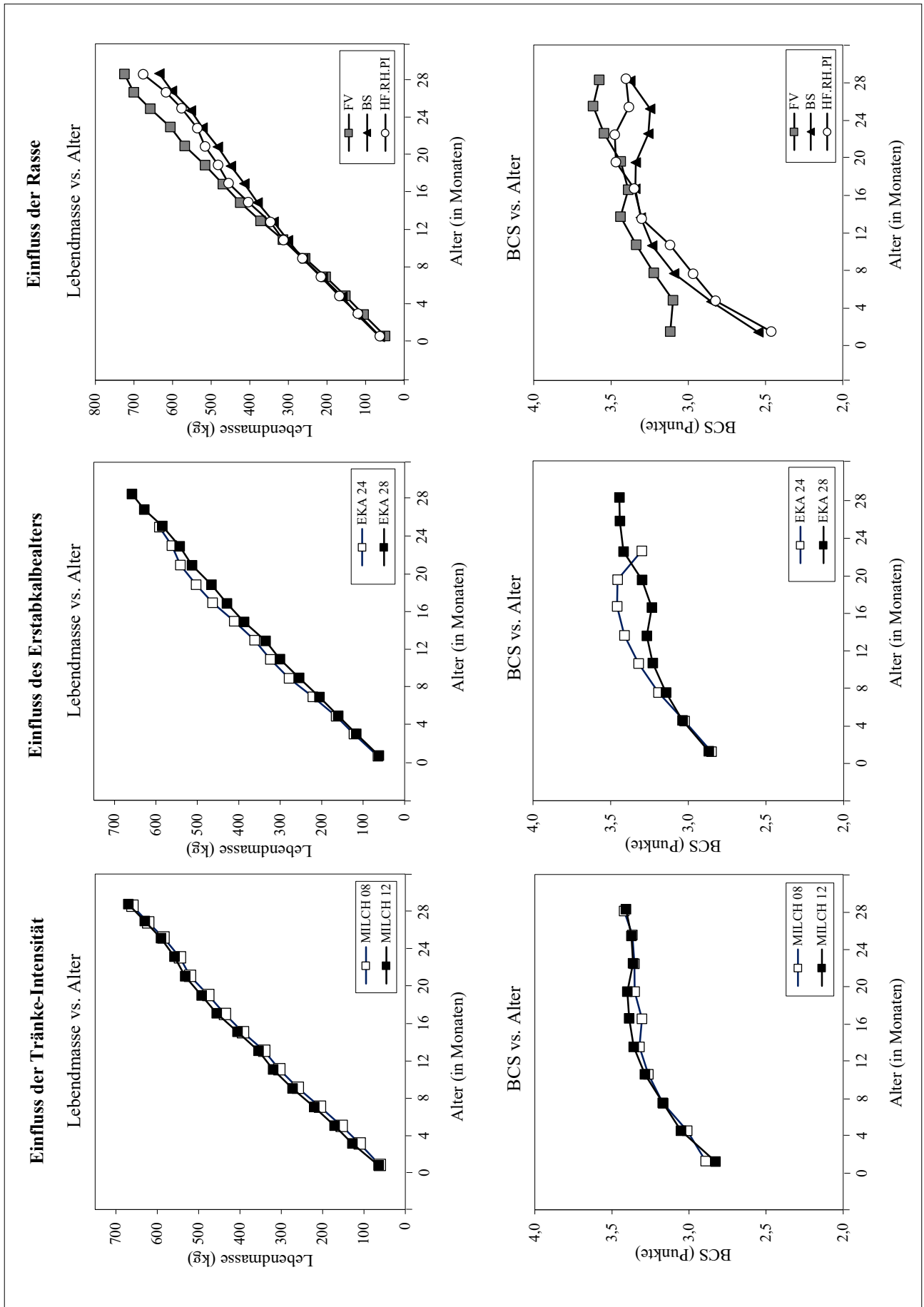


Abbildung 1: Einfluss des Alters (in Monaten) auf die Lebendmasse, Körperkondition (BCS) und Körpermaße (Bauchumfang, Brustumfang und Kreuzhöhe)



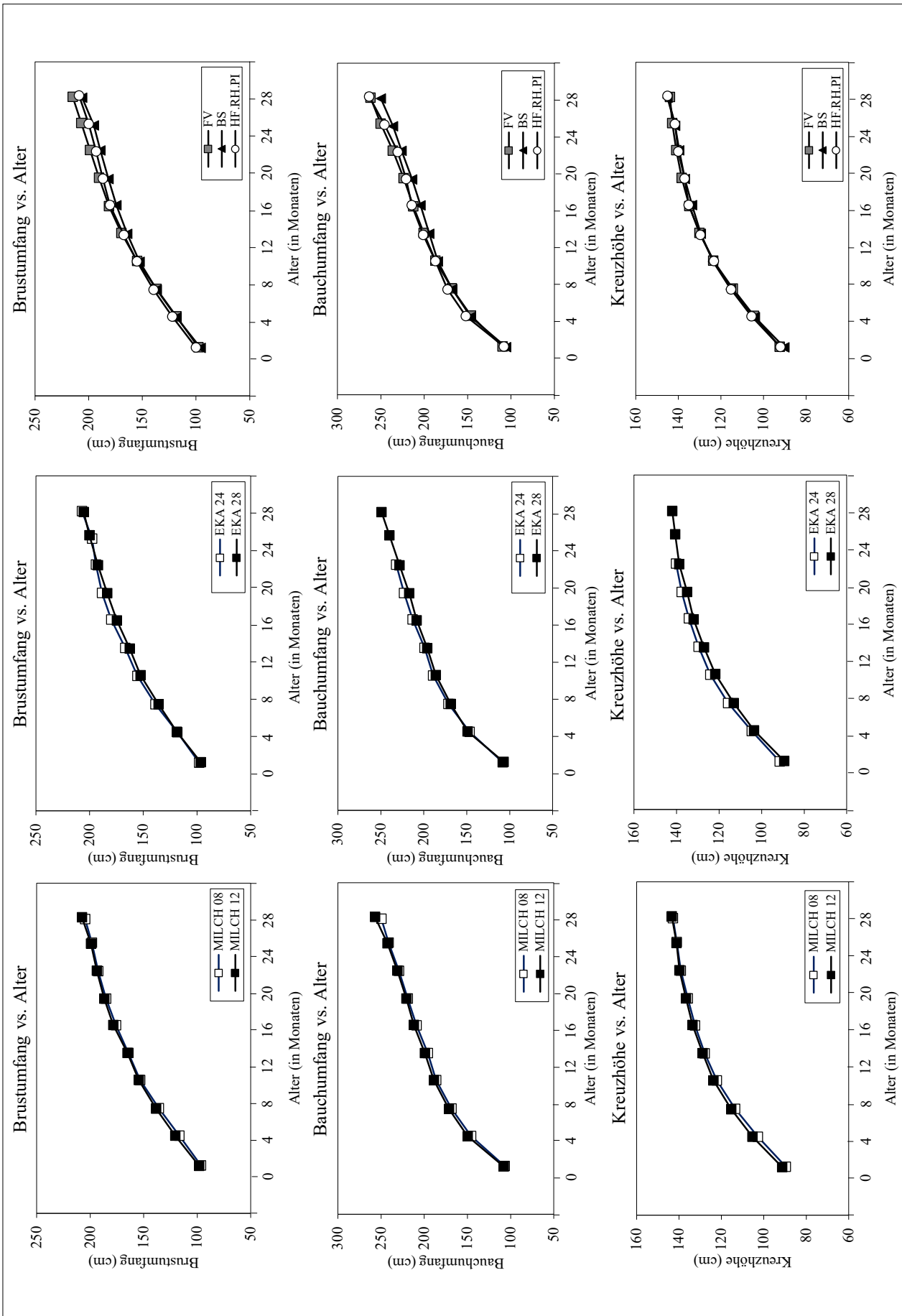


Abbildung 2: Einfluss des Alters auf die Lebendmasse, Körperkondition (BCS) und Körpermaße (Bauchumfang, Brustumfang und Kreuzhöhe) in Abhängigkeit von Tränke-Intensität (8- bzw. 12-wöchige Milchtränke), vom Erststallbealter (24 bzw. 28 Monate) und von der Rasse (Fleckvieh, Brown Swiss, Holstein, Red Holstein und Pinzgauer).

Bei einem Alter von 16,4 bzw. 20,4 Monaten in Gruppe EKA 24 und EKA 28 wogen die Kalbinnen 443 bzw. 501 kg (58 kg Differenz). Werden die Tiere bei gleichem Alter verglichen, ergeben sich tatsächliche Differenzen von 26 kg (527–501 kg von EKA 24 bei 20,4 Monaten) und von 24 kg (443–419 kg von EKA 28 bei 16,4 Monaten). Andererseits ergibt sich ein tatsächlicher Altersunterschied bei gleicher Lebendmasse von 1,3 Monaten (20,4–19,1 Monate von EKA 24 bei 501 kg LM) und von 1,2 Monaten (17,6–16,4 Monate von EKA 28 bei 443 kg LM).

In *Tabelle 7* sind auch die durchschnittlichen Ergebnisse (LS-Means) der monatlichen Erhebungen angeführt. Der Faktor Tränke-Intensität führte mehr oder weniger durchwegs zu signifikanten Unterschieden in dem Sinn, dass die geringere Milchmenge (Milch 08) im Mittel zu einer geringeren Lebendmasse und Körperkondition sowie zu niedrigeren Körpermaßen führte. Im Gegensatz dazu wirkte sich der Faktor Erstabkalbealter nicht signifikant auf diese Parameter aus. Wie zu erwarten, unterschieden sich die Genotypen (mit Ausnahme der Kreuzhöhe) signifikant in ihrer Lebendmasse und den Körpermaßen. Die kombinierten Genotypen (FV, OBV.PI) waren schwerer als die milchbetonten (HF, BS) und wiesen eine höhere Körperkondition auf. In der Kreuzhöhe (d. h. Körpergröße) fiel die kombinierte Gruppe OBV.PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Die Energie- und Nährstoffversorgung eines neugeborenen Kalbes erfolgt in den ersten Lebenswochen ausschließlich über Milch bzw. Milchaustauscher. Dabei nutzt das Tier Glukose bzw. im Labmagen enzymatisch gespaltene Laktose als Energiequelle. Erst durch die mikrobielle Besiedelung des Pansens entwickelt sich das Tier langsam zum Wiederkäuer. Schon über den natürlichen Geburtsvorgang kommt das Jungtier erstmals in Kontakt mit Mikroorganismen. Über das Säugen und den Sozialkontakt mit Artgenossen erfolgt eine weitere Beimpfung mit Pansenflora (FONTY et al. 1987, REY et al. 2014). Eine zusätzliche Grobfutteraufnahme fördert das Pansenwachstum und aktiviert zellolytische Vorgänge im Pansen (KHAN et al. 2016). Eine restriktive Milchgabe in Kombination mit der Frühentwöhnung des Kalbes führt zu einer früheren Grobfutteraufnahme und fördert so eine rasche Entwicklung des Vormagensystems (KHAN et al. 2016). Allerdings wird eine verlängerte Milchtränke mit einer besseren Lebendmasseentwicklung und einer verminderten Krankheitsanfälligkeit in Verbindung gebracht (verbessert das Immunsystem). Des Weiteren entspricht eine verlängerte Säugezeit eher dem natürlichen Verhalten der Tiere und unterstützt so das Allgemeinbefinden der Tiere (KHAN et al. 2016). Auch in diesem Versuch beeinflusste die verlängerte Tränkedauer die Lebendmasseentwicklung positiv (*Abbildung 2*). Der durch die längere Milchgabe bedingte Wachstumsvorsprung wurde von den restriktiv gefütterten Tieren allerdings bis zum Ende der Aufzucht durch kompensatorisches Wachstum ausgeglichen. KHAN et al. (2016) begründeten die bessere Entwicklung der Tiere mit der höheren Energieaufnahme aus der verlängerten Milchtränke und sehen darin eine Möglichkeit, das Erstabkalbealter zu senken. Diesbezüglich bestätigte WATHES et al. (2008) den positiven Effekt einer höheren Lebendmasse auf den Trächtigkeitserfolg bei frühem Erstabkalbealter (24 Monate). GOERIGK (2011) beschrieb in diesem Zusammenhang die positive Wirkung einer höheren

Energieversorgung auf die Entwicklung dominanter Follikel bei intensiver Aufzucht. Um die physiologische Zuchtreife für Tiere der Gruppe „Erstabkalbealter 24“ mit 15 Monaten zu erreichen, bedarf es auch nach der Tränkephase einer intensiveren Aufzucht. Allerdings führen zu hohe tägliche Zunahmen vor allem in der präpubertären Phase zu einer Verfettung des Drüsengewebes und daraus folgend zu verminderten Milchmengen in der Laktation (SEJRSEN 1978). Des Weiteren beschrieben SPANN et al. (2007) Fruchtbarkeitsprobleme bei einer zu intensiven Aufzucht (Maststerilität). In diesem Zusammenhang empfiehlt SUTTER (2006) ein Körpergewicht von 400–420 kg (60 % des Endgewichtes) bei der ersten Besamung als vorteilhaft für den Trächtigkeitserfolg. Im vorliegenden Versuch zeigten die täglichen Zunahmen kaum Unterschiede in den EKA-Gruppen (719 vs. 699 g in EKA 24 bzw. EKA 28), was zu ähnlicher Lebendmasse und Körpermaße beider Gruppen führte. Zum Zeitpunkt der Besamung lagen beide Gruppen deutlich über den von SUTTER (2006) geforderten Lebendmassebereich (443 vs. 501 kg in EKA 24 bzw. EKA 28), was Fruchtbarkeitsprobleme erklären könnte. Somit verzögerte sich das Erstabkalbealter sowohl in Gruppe EKA 24 als auch in Gruppe EKA 28 um ca. 2 Monate (Erstabkalbealter von 25,7 bzw. 29,8 Monate).

Mit Ausnahme der Kreuzhöhe bestanden in der Aufzuchtphase zwischen den Rassen signifikante Unterschiede hinsichtlich der Lebendmasse und Körpermaße. Die Rasse Fleckvieh erreichte die höchste Lebendmasse (410 kg) und Körperkondition (3,39 BCS Punkte) sowie den größten Brust- und Bauchumfang (168 und 200 cm), gefolgt von Original-Braunvieh (395 kg, 3,39 Punkte, 163 und 199 cm) und der Rasse Holstein (394 kg, 3,20 Punkte, 166 und 200 cm) hatten. Wie von SPIEKERS und ETTLE (2012) beschrieben, zeigte die Rasse Brown Swiss gegenüber der Rasse Fleckvieh eine geringere Lebendmasseentwicklung mit niedrigeren Körpermaßen (365 kg, 3,15 Punkte, 161 und 192 cm). Die Autoren führten dies auf eine schlechtere Energieverwertung der Rasse Brown Swiss zurück.

Schlussfolgerungen

Auf Grund des kompensatorischen Wachstums holten Tiere mit einer reduzierten Tränkemenge (Milch 08) ihren anfänglichen Wachstumsrückstand auf, weshalb sich die Tränke-Intensität nur unwesentlich auf das Gewicht bei der ersten Abkalbung auswirkt. Da sich die Tageszunahmen zwischen den Gruppen EKA 24 und EKA 28 nur um 6 % unterscheiden, führte das höhere Erstabkalbealter zu einer höheren Lebendmasse. In beiden Erstabkalbealter-Gruppen (EKA 24 und EKA 28) kam es durch vermutlich mehrmaliges Umrindern zu einer Erhöhung des Erstabkalbealters von ca. 2 Monaten.

Ein Grund für diese Fruchtbarkeitssituation könnte eine Überkonditionierung der Tiere sowie das Management sein. Wie zu erwarten, zeigten die Zweinutzungsrasen (FV, OBV und PI) eine signifikant höhere Lebendmasse und Körpermaße (mit Ausnahme der Kreuzhöhe) im Vergleich zu den milchbetonten Genotypen (HF und BS). Bezüglich der Körpergröße (Kreuzhöhe) fielen die kombinierten Genotypen OBV und PI gegenüber den anderen Rassen deutlich ab.

Danksagung

Den an dieser Untersuchung teilnehmenden Landwirtschaftlichen Fachschulen (LFS) und Höheren Bundeslehranstalten (HBLA) sei an dieser Stelle herzlich für die sorgfältige Mitarbeit und Erhebung der Daten gedankt. Für die einzelnen Schulen waren folgende Kolleginnen und Kollegen aus dem Bereich tierische Produktion für das Projekt „Erstkalbealter“ verantwortlich:

LFS Güssing (Burgenland): Dr. Dana Karaskova, Ing. Franz Freissmuth

LFS Warth (Niederösterreich): Ing. Johann Rigler

LFS Pyhra (Niederösterreich): Ing. Thomas Zuber

LFS Edelhof (Niederösterreich): Dipl.-Ing. Günter Fallmann

LFS Kirchberg am Walde (Steiermark): Ing. Reinhard Pausackl

LFS Grottenhof-Hardt (Steiermark): Dipl.-Ing. Isabella Friedrich

LFS Hafendorf (Steiermark): Ing. Alexander Lehofer, Patrick Heit BED

LFS Grabnerhof (Steiermark): Ing. Helmut Zettelbauer

LFS Litzlhof (Kärnten): Ing. Josef Obwegger

LFS Stiegerhof (Kärnten): Ing. Johann Strauss

HLFS Pitzelstätten (Kärnten): Lehrbetriebsleiter Harald Jandl

LFS Winklhof (Salzburg): Ing. Andreas Höllbacher

LFS Kleßheim (Salzburg): Ing. Reinhard Huber

LLA Weitau (Tirol): Dipl.-Ing. Franz Steinwender

HLFS Kematen (Tirol): Dipl.-Ing. Beate Mayerl, Lehrbetriebsleiter Gustav Hacket

BSBZ Hohenems (Vorarlberg): Ing. Christian Winklehner
Weiters möchten wir Herrn Ing. Martin Mayerhofer (Zucht-Data, Wien) für die Bereitstellung der LKV-Daten der Lehrbetriebe herzlich danken.

Literatur

CHASE, L.E. und C.J. SNIFFEN, 1988: Developing a nutritional strategy for dairy replacement heifers. Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers 1988, 119-123.

DRACKLEY, J.K., 2005: Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. In: Calf and Heifer Rearing. Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving. Ed. P.C. Gansworthy. Nottingham University Press, 213-235.

FERRELL, C.L., N. HINMAN und W.N. GARRETT, 1976: Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. J. Anim. Sci. 42, 1477-1489.

FONTY, G., P. GOUET, J.-P. JOUANY und J. SENAUD, 1987: Establishment of the microflora and anaerobic fungi in the rumen of lambs. Microbiology 133, 1835-1843.

GARNSWORTHY, P.C., 2005: Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In: Calf and Heifer Rearing. Principles of rearing

the modern dairy heifer from calf to calving. Ed. P.C. Gansworthy. Nottingham University Press, 1-11.

GOERIGK, D.I., 2011: Peripartaler Energie- und Fettstoffwechsel sowie Insulinsensitivität von Färsen bei unterschiedlicher Aufzuchtintensität. Universität Leipzig, Leipzig.

GRUBER, L., J. HÄUSLER, A. HAIGER, G. TERLER, D. EINGANG, A. ADELWÖHRER und A. SCHAUER, 2016: Einfluss von Tränkedauer und Fütterungsintensität auf die Aufzucht von weiblichen Rindern verschiedener Genotypen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 16.-17. März 2016, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 75-90.

GRUBER, L., S. KIENDLER und M. ROYER, 2019: Untersuchungen zur Intensität der Rinderaufzucht und deren Einfluss auf die spätere Milchleistung – 2. Einfluss von Tränke-Intensität, Futterniveau und Erstkalbealter auf die spätere Milchleistung und Nutzungsdauer der Kühe. 46. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 10.-11. April 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding-Donnersbachtal, 35-51.

HEINRICHS, A.J., 1993: Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76, 3179-3187.

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.

KIRCHGESSNER, M., G. STANGL, F. SCHWARZ, F. ROTH, K.-H. SÜDEKUM und K. EDER, 2014: Tierernährung. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 659 S.

REY, M., F. ENJALBERT, S. COMBES, L. CAUQUIL, O. BOUCHEZ und V. MONTEILS, 2014: Establishment of ruminal bacterial community in dairy calves from birth to weaning is sequential. Journal of Applied Microbiology 116, 245-257.

SEJRSEN, K., 1978: Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual purpose heifers. Acta Agriculturae Scandinavica 28, 41.

SEJRSEN, K., J.T. HUBER und H.A. TUCKER, 1982: Influence of nutrition on mammary development in pre- and postpubertal heifers. J. Dairy Sci. 65, 793-800.

SPANN, B., D. SPRENGEL und L. HITZELSPERGER, 2007: Einfluss der Fütterungsintensität auf das Wachstum und die Entwicklung weiblicher Rinder und die Möglichkeit und Konsequenzen der Reduzierung des Erstkalbealters dieser Tiere. 30 S.

SPIEKERS, H. und T. ETTLE, 2012: Fütterungsstrategien für eine erfolgreiche Jungrinderaufzucht. 6. Leipziger Tierärztekongress, Leipzig, 36-40.

STEINWIDDER, A. und M. GREIMEL, 1999: Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. Die Bodenkultur 50, 235-249.

SUTTER, F., 2006: Optimales Erstkalbealter von Aufzuchtrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht. 33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 26.-27. April 2006, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding, 11-17.

WATHES, D., J. BRICKELL, N. BOURNE, A. SWALI und Z. CHENG, 2008: Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. Animal 2, 1135-1143.

ZANTON, G.I. und A.J. HEINRICHS, 2005: Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. J. Dairy Sci. 88, 3860-3867.