



**Open Access**

DOI 10.2377/0032-681X-1901 // Republikation aus Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift 131 (11/12), 2018, DOI 10.2376/0005 9366 17082

Klinik für Klauentiere der Freien Universität Berlin<sup>1</sup>, Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie der Freien Universität Berlin<sup>2</sup>  
Peer-reviewed | Eingegangen: 11.09.2017 | Angenommen: 25.01.2018 | Online first: 16.02.2018

# Untersuchung von Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht bei primi- und pluriparen Holstein Friesian Milchkühen auf einem Milchviehbetrieb

Nancy Maschurek<sup>1</sup>, Laura Pieper<sup>1,2</sup>, Rudolf Staufenbiel<sup>1</sup>

Korrespondenzadresse: laura.pieper@fu-berlin.de

**Zusammenfassung** Im Mittelpunkt der Erforschung von Risikofaktoren für Schwer- und Totgeburten bei Milchkühen steht immer wieder das Geburtsgewicht, v. a. bei Kalbungen von Primipara. In den vergangenen Jahren haben die Erkenntnisse zu den Einflussgrößen des Kälbergewichts jedoch kaum mehr zugenommen und die Bedeutung dessen wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In dieser Querschnittsuntersuchung wurden mögliche maternale, fetale und managementbezogene Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht analysiert. Dazu wurden vom 01.04.2013 bis 28.02.2014 in einem Milchviehbetrieb 1949 Kalbungen begleitet, aus den betriebseigenen Abkalbeprotokollen die Kalbeparameter erfasst und mithilfe des Herdenmanagementprogramms Dairy-Comp 305 um weitere relevante Daten ergänzt. Zu definierten Zeitpunkten (6–8 Wochen a. p. [Trockenstehphase 1; TS 1], 2 Wochen a. p. [Trockenstehphase 2; TS 2], Kalbung [Tag 0]) wurden die Rückenfettdicke der Probanden ultrasonografisch ermittelt und Blutproben zur Bestimmung der maternalen Calcium-, anorganischen Phosphat-, Freien Fettsäuren (NEFA)- und Betahydroxybutyrat (BHB)-Konzentration entnommen. Die Prüfung der Zusammenhänge zwischen den Untersuchungsgrößen und den Kälbergeburtsgewichten erfolgte über Mittelwertvergleiche, Korrelations-, Varianz- und Regressionsanalysen, getrennt nach Primi(P)- und Pluripara (M). Bei den Erstkalbinnen blieben vier (Kalbgeschlecht, Tragezeit, Dauer TS 2, BHB TS 2) und bei den Mehrkalbskühen sieben (Kalbgeschlecht, Tragezeit, Dauer TS 2, NEFA TS 2, NEFA Tag 0, Kalbvater, Laktationszahl) Faktoren signifikant, die 26,3% (P) bzw. 25,5% (M) der Variabilität der Kälbergewichte im Untersuchungsbetrieb erklärten. Schlussfolgernd wurde die Gültigkeit maternaler und fetaler Einflussfaktoren auf das Kalbgewicht diskutiert. Die Nutzung von gesextem Sperma, Kontrolle der Trächtigkeitsdauern, Beschränkung der Intensität und Dauer der Vorbereitungsphase und Beachtung erhöhter BHB- oder NEFA-Konzentrationen sind empfehlenswerte Ansätze zur Vermeidung hoher Kälbergewichte.

**Schlüsselwörter** Milchkuh, Kalbung, Schweregeburt, Kälbergeburtsgewicht

## Factors influencing calf birth weight in primiparous and multiparous Holstein Friesian cattle on a dairy farm

**Summary** A main research focus when studying risk factors for dystocia and stillbirth in dairy cows is the calf birth weight; especially, in primiparous cows. The aim of this cross-sectional study was to assess potential maternal, fetal and management related factors influencing calf birth weight. Between April 1<sup>st</sup>, 2013 and February 28<sup>th</sup>, 2014, 1949 calvings were assessed on a northern German dairy farm, calving parameters were recorded from farm protocols, and additional data were added using the computer program Dairy-Comp 305. Six to 8 weeks a. p. (far-off dry cows; TS 1), 2 weeks a. p. (close-up dry cows; TS 2) and on the day of calving (Day 0), back fat thickness was measured using ultrasound and blood samples were taken for assessment of calcium, inorganic phosphorous, non-esterified fatty acids (NEFA) and beta hydroxybutyrate (BHB) concentrations. Associations were assessed using multivariable linear regression analyses, separate for primiparous and multiparous cows. In primiparous cows, four parameters (sex of the calf, length of gestation, duration of TS 2 and BHB at TS 2) and in multiparous cows, seven parameters (sex of the calf, length of gestation, duration of TS 2, NEFA at TS 2, NEFA on Day 0, calf sire, and number of lactations) were retained in the final model to predict calf birth weight, accounting for 26.3% and 25.5% of variability in calf birth weights, respectively. Using sexed semen, avoiding extended pregnancy duration, reducing intensity and duration of the close-up period and monitoring BHB and NEFA concentrations are recommended to avoid increased calf birth weights.

**Keywords** Dairy cow, calving, dystocia, calf birth weight





## Einleitung

Das Kälbergeburtsgewicht ist ein maßgeblicher Faktor für den Verlauf des Geburtsvorganges bei Kühen, insbesondere bei Primipara (Meijering und Postma, 1984). Die Entwicklung des bovinen Feten verläuft zu Beginn hyperplastisch (Prior und Laster, 1979). Im weiteren Wachstumsverlauf, und besonders im letzten Trimester, dominiert die Hypertrophie und die absoluten Gewichte steigen nahezu exponentiell an, bevor die Tageszunahmen zum Ende der Trächtigkeit wieder leicht abfallen (Anthony et al., 1986; Ferrell et al., 1976; Prior und Laster, 1979). Zur Geburt beträgt das physiologische Gewicht, je nach Rasse, zwischen 35 und 45 kg (Grunert, 1995). Sowohl sehr leichte als auch vergleichsweise schwere Kälber sind einem signifikant erhöhten Schwer- bzw. Totgeburtenrisiko ausgesetzt (Johanson und Berger, 2003; Junge et al., 2003). Während man niedrige Geburtsgewichte immer im Kontext zur Gestationslänge beurteilen sollte, um Rückschlüsse auf den fetalen Entwicklungsstand als mögliche Ursache für perinatale Mortalitäten ziehen zu können, spielt bei hohen Kälbergewichten das Verhältnis von Fetus und maternalem Becken eine wichtige Rolle. Gerade bei Erstkalbinnen verläuft das Wachstum von Frucht und knöchernem Geburtsweg nicht proportional, was in einer höheren Anzahl von pathologischen Geburtsverläufen (aufgrund des feto-maternalen Missverhältnisses) resultieren kann (Mee, 2008; Meijering, 1984). In der Untersuchung von Johanson und Berger (2003) an Holstein-Färsen und -Kühen erhöhte sich die Dystokierate mit jedem zusätzlichen Kilogramm Geburtsgewicht um 13 % und die perinatale Mortalität stieg ab einem Kälbergewicht  $\geq 40,3$  kg sogar exponentiell an. Dem entgegen stehen Studien anderer Autoren, die entweder keinen Zusammenhang zwischen dem Geburtsgewicht und einem erhöhten Totgeburtenrisiko herstellen konnten (Berry et al., 2007; Brakmann, 2011; Linden et al., 2009), oder die den Kälbern mit höheren Gewichten sogar die besseren Überlebensraten zuschrieben (Márquez et al., 2005). Aufgrund des scheinbar großen Einflusses des Kälbergeburtsgewichts auf das Totgeburtenrisiko stellt sich die Frage, wie das Kälbergeburtsgewicht selbst beeinflusst werden kann, um das Totgeburtenrisiko zu senken.

Das Laktationsalter (Atashi et al., 2012; Dhakal et al., 2013; Johanson und Berger, 2003; Stamer et al., 2004), die Rasse des Mutter- bzw. Vatertieres (Maltecca et al., 2006; Richter und Götze, 1993), die Genetik (Cole et al., 2014; Eberlein et al., 2009), die Gestationslänge (Brakmann, 2011; Richter und Götze, 1993; Rudolph, 2009), die Anzahl der Nachkommen und das Geschlecht des Kalbes (Atashi et al., 2012; Dhakal et al., 2013; Linden et al., 2009) sowie die Fütterung und Kondition des Muttertieres (Bohnert et al., 2013; Brakmann, 2011; Spitzer et al., 1995) wurden in der Vergangenheit als Einflussgrößen auf das Geburtsgewicht des Kalbes beschrieben.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, Einflussfaktoren auf das fetale Gewicht zu untersuchen und praktische Möglichkeiten aufzuzeigen, das Geburtsgewicht im Sinn der Reduzierung pathologischer Geburtsverläufe zu beeinflussen.

## Material und Methoden

### Allgemeines

Bei der Studie handelt es sich um eine Querschnittsstudie, die in der Zeit vom 01. April 2013 bis zum 28. Februar 2014 in einem großen norddeutschen Milchviehbetrieb mit sehr gutem Herdenma-

nagement und integrierter Jungtieraufzucht vorgenommen wurde. Die Probengewinnung erfolgte an trockenstehenden Kühen (TS-1-Gruppe: ca. 6–8 Wochen a. p.), bei Färsen und Kühen zu Beginn der Vorbereitungsphase (TS-2-Gruppe: ca. 2 Wochen a. p.) und zur Kalbung (Tag 0: bis max. 23 h p. p.). Alle Kühe und Färsen waren in diesem Zeitraum in einem separaten Transitstall untergebracht. Die Tiere wurden ausschließlich mithilfe der Synchronisationsprogramme Präsynch, Ovsynch und Doppel-Ovsynch besamt. Gesextes Sperma wurde im Untersuchungszeitraum nicht eingesetzt. Die Abkalbungen wurden nach dem Just-in-time-Konzept durch geschultes Personal täglich über 24 h überwacht und assistiert. Dazu wurden halbstündlich Rundgänge durch die Vorbereiter (TS-2)- und Trockensteher (TS-1)-Gruppen unternommen und dabei auf deutliche Geburtsanzeichen (z. B. abgestellter Schwanz, Milchfluss, schleimig-blutiger Ausfluss aus der Vagina oder äußerlich sichtbare Fruchtblasen bzw. Fruchtteile) geachtet. Befand sich ein Tier in Geburt, wurde es vom Rest der Herde separiert und zur ungestörten Kalbung in eine desinfizierte und mit Stroh eingestreute Einzelbox in den Abkalbebereich des Transitstalls umgetrieben. Dort wurde es vaginal unter Beachtung der Hygienevorschriften (gründliche Reinigung des Schambereichs, Tragen von Einmal-Besamungshandschuhen, Verwendung von ausreichend Gleitgel etc.) auf den Öffnungsgrad der Cervix sowie Lage (L), Stellung (S), Haltung (H), Größe und Vitalität des Kalbes untersucht. Nach Ablauf einer definierten Zeitspanne (i. d. R. 1,5–2 h) bzw. wenn kein Fortschritt beim Geburtsvorgang zu beobachten war, wurde in den Kalbeverlauf helfend eingegriffen. Beim Vorliegen von LSH-Anomalien oder Zwillingsgeburten wurde sofort Geburtshilfe durch das Personal bzw. den Herdenmanager geleistet, in anderen Fällen (z. B. absolut zu großes Kalb, Torsio uteri) wurde der Tierarzt hinzugezogen.

In das Probenschema fielen alle Kalbungen im Studienzeitraum ( $n = 1949$ ), mit Ausnahme der vor der Kalbung in der Milch positiv auf *Staphylococcus aureus* getesteten Tiere. Die letztgenannten Tiere wurden separat gehalten und gefüttert und unterlagen somit veränderten Haltungsbedingungen.

### Datenerhebung

Bei den Pluripara wurde in der Gruppe der TS 1 die Rückenfettdicke (RFD) ultrasonografisch nach der von Staufenbiel (1992) entwickelten Methode mit 70%igem Alkohol als Ankopplungsmittel auf der rechten Körperseite gemessen. Eine erneute Kontrolle der Körperkondition erfolgte bei Kühen und Färsen in der Gruppe der TS 2 (RFD TS 2) und zur Kalbung (RFD Tag 0; Tab. 1). Zusätzlich wurden bei Primi- und Pluripara in der TS-2-Gruppe und zur Kalbung Blutproben durch Punktion der A. oder V. coccygea mediana entnommen. Nach dem Eintritt der Koagulation wurden die Probenröhrchen (Monovette® 9 ml Z, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht) für 10 Minuten bei 4000 Umdrehungen/Minute zentrifugiert (Labofuge 200, Heraeus Sepatech), das überstehende Serum abpipettiert (Transferpipette® 3,5 ml, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht), in die entsprechend beschrifteten Röhrchen abgefüllt (5 ml Röhrchen®, SARSTEDT AG & Co., Nümbrecht) und bis zur weiteren Diagnostik bei  $-20$  °C eingefroren. Im Labor der Klinik für Klauentiere der Freien Universität Berlin wurden die Konzentrationen an Calcium (Ca TS 2, Ca Tag 0), anorganischem Phosphat (P TS 2, P Tag 0), Freien Fettsäuren (NEFA TS 2, NEFA Tag 0) und Betahydroxybu-



**TAB. 1: ÜBERSICHT KLINISCHER UND LABORDIAGNOSTISCHER MESSGRÖSSEN, DER UNTERSUCHUNGSZEITPUNKTE UND DER MESSVERFAHREN ALS EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI PRIMI- UND PLURIPAREN KÜHEN**

UNTERSUCHUNGSGRÖSSE	P/M	UNTERSUCHUNGSZEITPUNKT	MESSVERFAHREN, QUELLE
<b>KONDITION</b>			
RFD TS 1	M	6–8 Wochen a. p.	Staufenbiel (1992)
RFD TS 2*	M*	3–4 Wochen a. p.	Staufenbiel (1992)
RFD TS 2	P	2 Wochen a. p.	Staufenbiel (1992)
RFD Tag 0	M, P	bis 23 h p. p.	Staufenbiel (1992)
<b>BLUTPARAMETER</b>			
Calcium TS 2	M, P	2 Wochen a. p.	Atomabsorptionsspektrometrie
Phosphor TS 2	M, P	2 Wochen a. p.	enzymatisch
NEFA TS 2	M, P	2 Wochen a. p.	enzymatisch-kinetisch
BHB TS 2	M, P	2 Wochen a. p.	kolorimetrisch
Calcium Tag 0	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Atomabsorptionsspektrometrie
Phosphor Tag 0	M, P	Kalbung–23 h p. p.	enzymatisch
NEFA Tag 0	M, P	Kalbung–23 h p. p.	enzymatisch-kinetisch
BHB Tag 0	M, P	Kalbung–23 h p. p.	kolorimetrisch
<b>KALBEPARAMETER</b>			
Ohrmarke	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Kalbeprotokoll
Laktationszahl	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Kalbeprotokoll
Kalbedatum, -zeit	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Kalbeprotokoll
Anzahl der Kälber	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Kalbeprotokoll
Kalbgeschlecht	M, P	Kalbung–23 h p. p.	Kalbeprotokoll

RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, P = Primipara, M = Pluripara, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat; Kalbeprotokolle = direkt nach der Kalbung im Stall erhobene Informationen; \* = Messung erst ab Juli 2013

tyrat (BHB TS 2, BHB Tag 0) mittels folgender Analysemethoden und -geräte untersucht: Calcium: Atomabsorptionsspektrometrie (AAS-Spektrometer Solar M6<sup>®</sup>), anorganisches Phosphat: enzymatisch (Cobas Mira Plus<sup>®</sup>, Firma Roche), NEFA: enzymatisch-kinetisch (Cobas Mira Plus<sup>®</sup>, Randox Testkit, Firma Roche), BHB: kolorimetrisch (Cobas Mira Plus<sup>®</sup>, Firma Roche). Für jede Kalbung wurden in einem standardisierten Protokoll alle relevanten Kalbeparameter erfasst (Ohrnummer, Laktationszahl, Anzahl der Kälber, Kälbergewicht, Kalbedatum und -uhrzeit, Geschlecht des Kalbes). Anschließend wurden diese Daten in eine Excel-Tabelle (Microsoft<sup>®</sup> Office Excel 97-2003) übertragen und mithilfe des Herdenmanagementprogramms DairyComp 305 (Valley Agricultural Software, USA) um weitere Daten ergänzt (Geburtsdatum Färse, Vater des Kalbes, Besamungsdatum, Konzeptionsdatum, Datum des Trockenstellens, Datum der Umstellung in Gruppe TS 2, Gabe von Kexxtone<sup>®</sup>) und zur Berechnung relevanter Variablen genutzt (Erstkalbealter, Tragezeit, Zwischenkalbezeit, Zwischentragezeit, Dauer TS 1, Dauer TS 2, Dauer TS gesamt; Tab. 2). In dem Betrieb wurde Kexxtone<sup>®</sup> nur bei Tieren mit erhöhtem Risiko für Ketose eingesetzt. Das Risiko wurde durch eine hohe Laktationszahl in Kombination mit erhöhter Körperkondition, gemessen durch die Rückenfettdicke (RFD), und vorheriger Ketoseerkrankung definiert.

### Statistische Auswertungen

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 22 (IBM SPSS Statistics 22 für Windows) aufbereitet und ausgewertet. Kühe, die der Laktationszahl  $\geq 5$  angehörten, wurden zu einer Gruppe zusammengefasst ( $\geq 5$  Laktation). Für die finale multivariable lineare Regressionsanalyse wurden Drittlaktierende und ältere Pluripara der Gruppe  $\geq 3$ . Laktation zugeordnet. Der Konzeptions- und

**TAB. 2: ÜBERSICHT DER UNTERSUCHTEN HERDEN-DATEN UND DER BERECHNUNGSFORMELN ALS EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI PRIMI- UND PLURIPAREN KÜHEN**

UNTERSUCHUNGSGRÖSSE	P/M	BERECHNUNGSFORMEL
<b>Reproduktion</b>		
Vater des Kalbes	P, M	–
Konzeptionsdatum	P, M	–
Kalbedatum	P, M	–
Kalbedatum Vorlaktation	M	–
Geburtsdatum	P	–
EKA in Tagen	P	= Kalbedatum – Geburtsdatum
EKA in Monaten	P	= EKA in Tagen / 30
Tragezeit	P, M	= Kalbedatum – Besamungsdatum
ZTZ	M	= Konzeptionsdatum – Kalbedatum Vorlaktation
ZKZ	M	= Kalbedatum – Kalbedatum Vorlaktation
<b>MANAGEMENT</b>		
Datum TS 1	M	–
Dauer TS 1	M	= Datum TS 2 – Datum TS 1
Datum TS 2	P, M	–
Dauer TS 2	P, M	= Kalbedatum – Datum TS 2
Dauer TS gesamt	M	= Kalbedatum – Datum TS 1
Sonstiges		
Gabe von Kexxtone <sup>®</sup>	M	–

P = Primipara, M = Pluripara, EKA = Erstkalbealter, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2



TAB. 3: BESCHREIBENDE STATISTIK DES KÄLBERGEBURTSGEWICHTS UND DER ERFASSTEN MÖGLICHEN EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI EINLINGSKALBUNGEN

VARIABLE	N	MEDIAN	X <sub>25</sub>	X <sub>75</sub>	MIN	MAX
Kälbergeburtsgewicht (kg)	1864	44,0	40,0	47,0	17,0	65,0
EKA (Tage)	474	668	649	692	580	968
Tragezeit (Tage)	1870	274	271	277	180	305
ZTZ (Tage)	1228	80	69	124	47	333
ZKZ (Tage)	1228	362	344	406	292	623
Dauer TS1 (Tage)	1870	34	0	35	0	157
Dauer TS2 (Tage)	1870	11	7	14	0	52
Dauer TS gesamt (Tage)	1870	43	23	49	0	165
RFD TS1 (mm)	1797	15	12	20	3	43
RFD TS2 (mm)	1118	17	13	22	5	53
RFD Tag 0 (mm)	1859	16	13	21	5	50
Calcium TS2 (mmol/l)	1790	2,41	2,28	2,50	0,15	4,56
Phosphor TS 2 (mmol/l)	1798	1,86	1,68	2,05	0,16	3,94
NEFA TS 2 (mmol/l)	1798	0,20	0,09	0,43	0,01	2,80
BHB TS 2 (mmol/l)	1798	0,44	0,37	0,52	0,01	3,06
Calcium Tag 0 (mmol/l)	1840	2,12	1,94	2,26	0,11	5,80
Phosphor Tag 0 (mmol/l)	1849	1,22	0,95	1,56	0,00	2,99
NEFA Tag 0 (mmol/l)	1849	0,77	0,55	1,01	0,00	3,02
BHB Tag 0 (mmol/l)	1849	0,37	0,30	0,46	0,00	2,35

EKA = Erstkalbealter, ZTZ = Zwischentragezeit, ZKZ = Zwischenkalbezeit, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, RFD = Rückenfettdicke, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat, X<sub>25</sub> = unteres Quartil, X<sub>75</sub> = oberes Quartil, Min = Minimum, Max = Maximum

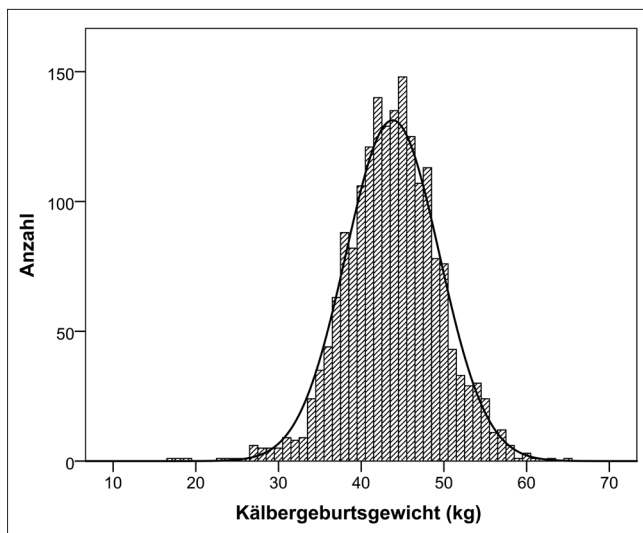


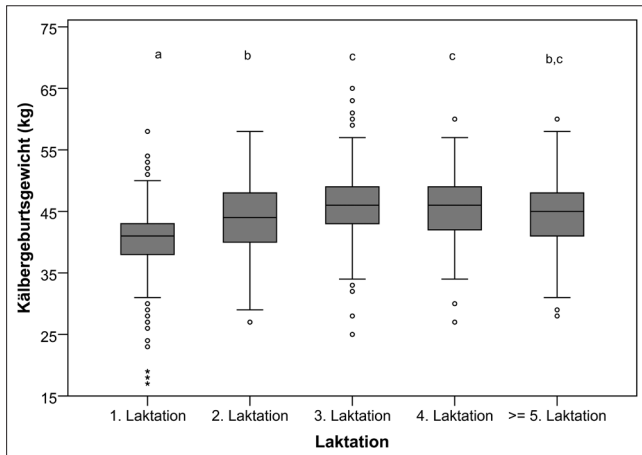
Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Kälbergeburtsgewichts der Kühe und Färsen mit einem Kalb (n = 1864,  $\bar{x}$  = 43,8 kg, SD = 5,7 kg, Schiefe = 0,166, Exzess = 0,917)

Kalbemonat wurde zusätzlich nach Jahreszeiten zusammengefasst (Konzeptions- und Kalbesaison), wobei folgende Festlegung galt: Frühling = März–Mai, Sommer = Juni–August, Herbst = September–November, Winter = Dezember–Februar. Für die Trächtigkeitsdauer wurde die Variable Tragezeit  $\geq 260$  Tage gebildet, bei der geringere

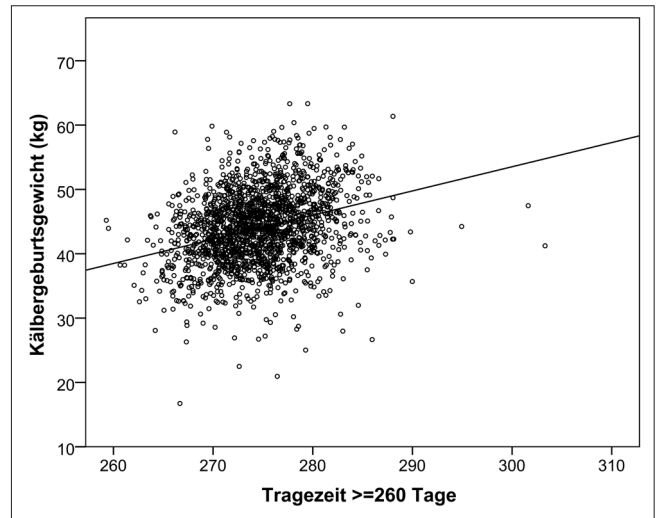
Trächtigkeitsdauern als 260 Tage als fehlend gewertet wurden, um Analysen um Frühaborte zu bereinigen. Bullen, deren Einsatz im Betrieb im Studienzeitraum  $\leq 5\%$  war, wurden in der Variable „sonstige Kalbväter“ = „Bulle 10“ erfasst. Das Signifikanzniveau ( $\alpha$ ) wurde auf  $5\%$  ( $p < 0,05$ ) festgelegt. Zwillingsgeburten wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen. Die Analyse der Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurden die Zusammenhänge zwischen den Untersuchungsgrößen mittels T-Test, ANOVA oder der Korrelationskoeffizienten nach Spearman-Rho ( $r_s$ ) bzw. Pearson ( $r_p$ ) geprüft. Im Rahmen der ANOVA wurde mithilfe der Levene-Statistik auf Varianzhomogenität getestet und bei bestehender Varianzungleichheit der Test nach Aspin-Welch angewendet. Bei Feststellung von signifikanten Abweichungen der Mittelwerte des Kälbergeburtsgewichts zwischen den Gruppen wurden Post-hoc-Mehrfachvergleiche berechnet. Bei gleichen Varianzen wurden die Mehrfachvergleichstests über die Methode von Bonferroni durchgeführt. Konnte keine Varianz-Gleichheit angenommen werden, kam der T2-Test von Tamhane zur Anwendung. Für die Korrelationsanalysen wurden zusätzlich zur Visualisierung bestehender Beziehungen und deren Form Streudiagramme mit Regressionsgeraden erstellt. Anschließend wurden im zweiten Schritt die signifikanten Parameter mithilfe der multivariablen linearen Regressionsanalyse ausgewertet. Dazu wurde eine manuelle Vorwärtsselektion der in den univariablen Untersuchungen signifikanten Parameter vorgenommen. Aufgrund des starken, hochsignifikanten Einflusses der Laktationszahl (Störvariable) wurden die Zusammenhänge für primi- und pluripare Kühe getrennt dargestellt. Es wurden keine weiteren Interaktionen getestet.







**Abb. 2:** Beziehung der Kälbergeburtsgewichte und der Laktationszahl bei 1864 Primi- und Pluripara  
 a, b, c unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede auf dem Niveau  $p < 0,05$



**Abb. 3:** Zusammenhang zwischen der Tragezeit  $\geq 260$  Tage und dem Kälbergeburtsgewicht bei 1819 Primi- und Pluripara ( $p < 0,001$ ,  $r_p = 0,310$ )  
 Kälbergeburtsgewicht =  $-59,43 + 0,38 \cdot \text{Tragezeit} \geq 260 \text{ Tage}$

## Ergebnisse

### Deskriptive Statistik

Im Studienzeitraum haben 1949 Tiere, davon 509 Primipara und 1440 Pluripara, gekalbt. In 1871 Fällen (96,0 %) handelte es sich um die Geburt eines Kalbes und bei 78 Kalbungen (4,0 %) um Zwillinge. Der Anteil an Bullenkälbern (51,1 %,  $n = 995$ ) war gegenüber dem der weiblichen Nachkommen (47,0 %,  $n = 914$ ) etwas höher. In 37 Fällen (1,9 %) wurde ein zweigeschlechtliches Zwi-

**TAB. 4: ÜBERSICHT DER EINBEZOGENEN UNTERSUCHUNGSGRÖSSEN FÜR DIE BESTIMMUNG DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI PRIMIPARA**

VARIABLE	N	P	BEMERKUNGEN
<b>Blutparameter</b>			
BHB TS 2	480	0,001	$r_s = 0,148$
<b>Kalbeparameter</b>			
Kalbgeschlecht	498	$< 0,001$	42,0 kg ( $\bar{x}$ ) vs. 38,8 kg ( $\bar{c}$ )
<b>Reproduktion</b>			
Tragezeit	489	$< 0,001$	$r_s = 0,392$
Tragezeit $\geq 260$ Tage	484	$< 0,001$	$r_p = 0,371$
<b>Management</b>			
Dauer TS 2	499	$< 0,001$	$r_s = 0,271$

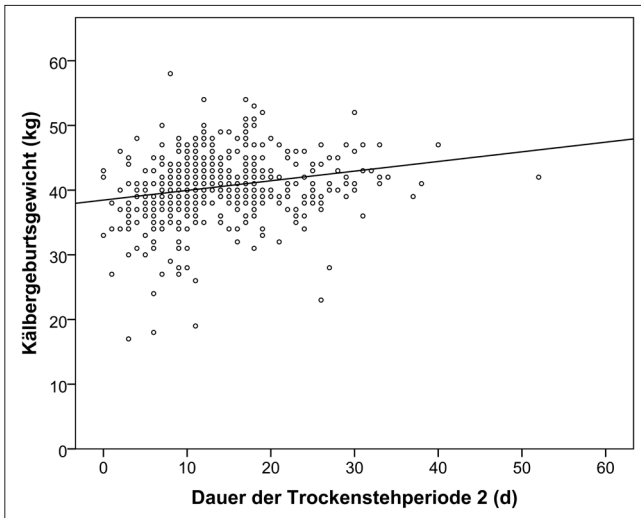
$p$  = Signifikanz,  $r_s$  = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho,  $r_p$  = Korrelationskoeffizient nach Pearson, RFD = Rückenfettdicke, BHB = Betahydroxybutyrat, NEFA = Freie Fettsäuren, TS 2 = Trockenstehperiode 2

Nicht signifikante Variablen: RFD TS 2, Calcium TS 2, Phosphor TS 2, NEFA TS 2, Calcium Tag 0, Phosphor Tag 0, NEFA Tag 0, BHB Tag 0, Konzeptionsmonat, Konzeptionsaison, Kalbemonat, Kalbesaison, Vater des Kalbes, Erstkalbealter

lingspärchen geboren. Getrennt nach der Laktationszahl blieb das Verhältnis der männlichen ( $P: 50,9 \%$ ,  $n = 259$ ,  $M: 51,3 \%$ ,  $n = 736$ ) gegenüber den weiblichen ( $P: 48,5 \%$ ,  $n = 247$ ,  $M: 46,4 \%$ ,  $n = 667$ ) und zweigeschlechtlichen Nachkommen ( $P: 0,6 \%$ ,  $n = 3$ ,  $M: 2,3 \%$ ,  $n = 33$ ) in etwa bestehen. Insgesamt wurden 112 (5,8 %) der Kälber tot geboren oder verstarben innerhalb der ersten 30 Minuten. Bei Färsen waren 12,8 % ( $n = 65$ ) und bei Kühen 3,3 % ( $n = 47$ ) der Kälber betroffen. Das arithmetische Mittel des Geburtsgewichts bei Einlingsgeburten betrug 43,8 kg ( $SD = 5,7$  kg, Spannweite: 17–65 kg; Tab. 3) über alle Tiere und war annähernd normalverteilt (► Abb. 1). Kälber von Primipara (40,4 kg,  $SD = 4,9$  kg, Spannweite: 17–58 kg) waren durchschnittlich 4,6 kg leichter als Nachkommen von Pluripara (45,0 kg,  $SD = 5,4$  kg, Spannweite: 25–65 kg). Die vier leichtesten Kälber bei Färsenkalbungen waren 17, 18, 19 und 23 kg schwer und wurden am 213., 268., 275., und 278. Trächtigkeitstag tot geboren oder verstarben innerhalb der ersten 30 Minuten. Das leichteste lebend geborene Kalb von einer Färs wurde am 272. Trächtigkeitstag mit 24 kg geboren. Das leichteste Kalb einer Kuh wurde mit 25 kg am 268. Trächtigkeitstag lebend geboren.

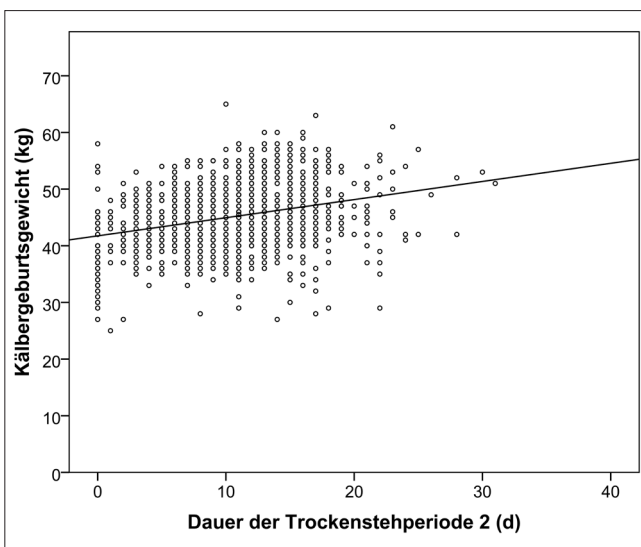
### Einflussfaktoren auf das Kälbergeburtsgewicht

Abbildung 2 zeigt den Zusammenhang zwischen den mittleren Kälbergeburtsgewichten und der Laktationszahl. Sowohl für Kälber von Primipara ( $\bar{x} = 40,4$  kg, 95%-Konfidenzintervall [KI]: 40,0–40,9 kg), im Vergleich zu Nachkommen von Pluripara ( $\bar{x} = 45,0$  kg, 95%-KI: 44,7–45,3 kg), als auch für Kälber von Zweitlaktierenden ( $\bar{x} = 44,1$  kg, 95%-KI: 43,6–44,5 kg), im Vergleich zu Nachkommen von Kühen der dritten ( $\bar{x} = 45,9$  kg, 95%-KI: 45,3–46,4 kg) und vierten ( $\bar{x} = 45,7$  kg, 95%-KI: 45,1–46,3 kg) Laktation, konnten signifikante Gewichtsunterschiede ermittelt werden. Die Gewichte der Kälber von Kühen der 5. und höheren Laktation unterschieden sich nicht von denen der 2., 3. oder 4. Laktation.



**Abb. 4:** Zusammenhang zwischen der Dauer TS 2 P und dem Kälbergeburtsgewicht bei 499 Primipara ( $p < 0,001$ ,  $r_s = 0,271$ )  
Kälbergeburtsgewicht =  $38,46 + 0,15 * \text{Dauer TS 2 P}$

Weitere signifikante Einflussfaktoren waren das Geschlecht des Kalbes ( $p < 0,001$ ) und bei Pluripara der Vater des Kalbes (M:  $p = 0,006$ ; ► Tab. 4 und 5). Dabei waren männliche Nachkommen über alle Laktationen ( $\bar{x} = 45,7$  kg, 95%-KI: 45,3–46,0 kg) im Durchschnitt 4,0 kg schwerer als weibliche ( $\bar{x} = 41,7$  kg, 95%-KI: 41,4–42,1 kg). Die Differenz zwischen Bullen- und Kuhkälbern belief sich bei Primipara auf 1,2 kg und bei Pluripara auf 4,1 kg. Die schwersten Kälber von Mehrkalbskühen waren mit Geburten von



**Abb. 5:** Zusammenhang zwischen der Dauer TS 2 M und dem Kälbergeburtsgewicht bei 1362 Pluripara ( $p < 0,001$ ,  $r_s = 0,300$ )  
Kälbergeburtsgewicht =  $41,76 + 0,32 * \text{Dauer TS 2 M}$





TAB. 5: ÜBERSICHT DER EINBEZOGENEN UNTERSUCHUNGSGRÖSSEN FÜR DIE BESTIMMUNG DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI PLURIPARA

Table with 4 columns: VARIABLE, N, P, BEMERKUNGEN. Rows include Kondition, Blutparameter, Reproduktion, and Management.

p = Signifikanz, r\_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, r\_p = Korrelationskoeffizient nach Pearson, RFD = Rückenfettdicke, TS 1 = Trockenstehperiode 1, TS 2 = Trockenstehperiode 2, NEFA = Freie Fettsäuren, BHB = Betahydroxybutyrat, ges. = gesamt

Nicht signifikante Variablen: Calcium TS 2, BHB TS 2, Phosphor Tag 0, Konzeptionsmonat, Konzeptionsaison, Kalbemonat, Kalbesaison, Gabe von Kexxtone®

Bulle 9 als Kalbvater assoziiert und wogen im Mittel 45,9 kg (95%-KI: 44,7–47,0 kg). Die leichtesten Kälber von Kühen (x̄ = 43,1 kg, 95%-KI: 41,9–44,2 kg) traten in Zusammenhang mit Bulle 1 als Kalbvater auf.

Von den verschiedenen Trockenstehperioden hatte die Dauer TS 2 bei Kühen und Färsen den größten Einfluss auf die Höhe des neonatalen Gewichts (M: Dauer TS 1: p = 0,003, r\_s = 0,082, Dauer TS 2: p < 0,001, r\_s = 0,300, Dauer TS ges.: p < 0,001, r\_s = 0,247, P: Dauer TS 2: p < 0,001, r\_s = 0,271).

TAB. 6: MULTIVARIABLE LINEARE REGRESSIONSANALYSE DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTSGEWICHT BEI PRIMIPARA

Table with 6 columns: VARIABLE, B, SE, P, 95%-KONFIDENZINTERVALL UNTERGR., OBERGR. Rows include Konstante, BHB TS 2, Kalbgeschlecht, Tragezeit, Dauer TS 2.

F: 0,181, p (F-Wert): 0,670, R^2: 0,269, angepasstes R^2: 0,263

B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, BHB = Betahydroxybutyrat, TS 2 = Trockenstehperiode 2, Ref. = Referenzkategorie, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergeburtsgewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: RFD TS 2

**TAB. 7: MULTIVARIABLE LINEARE REGRESSIONSANALYSE DER EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS KÄLBERGEBURTS-GEWICHT BEI PLURIPARA**

PARAMETER	B	SE	P	95%-KONFIDENZINTERVALL	
				UNTERGR.	OBERGR.
Konstante	-12,125	9,465	0,200	-30,693	6,442
Kalbgeschlecht = männlich	3,496	0,258	< 0,001	2,990	4,001
Kalbgeschlecht = weiblich	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
NEFA TS 2	2,071	0,437	< 0,001	1,214	2,929
NEFA Tag 0	0,773	0,335	0,021	0,117	1,430
Tragezeit	0,197	0,035	< 0,001	0,127	0,266
Dauer TS 2	0,099	0,038	0,009	0,025	0,173
KalbvaterKühe = 1	-2,862	0,577	< 0,001	-3,994	-1,731
KalbvaterKühe = 4	-1,471	0,523	0,005	-2,497	-0,446
KalbvaterKühe = 2	-1,080	0,670	0,107	-2,394	0,233
KalbvaterKühe = 6	-0,841	0,577	0,145	-1,973	0,292
KalbvaterKühe = 5	-0,553	0,481	0,251	-1,498	0,391
KalbvaterKühe = 9	-0,074	0,646	0,909	-1,342	1,194
KalbvaterKühe = 8	0,069	0,507	0,891	-0,926	1,065
KalbvaterKühe = 3	0,159	0,528	0,763	-0,877	1,195
KalbvaterKühe = 7	0,645	0,495	0,193	-0,372	1,616
KalbvaterKühe = 10	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Laktation = 2	-1,038	0,277	0,001	-1,581	-0,495
Laktation ≥ 3	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

F: 1,316, p (F-Wert): 0,094, R<sup>2</sup>: 0,263, angepasstes R<sup>2</sup>: 0,255

B = Regressionskoeffizient, SE = Standardfehler, p = Signifikanz, Untergr. = Untergrenze, Obergr. = Obergrenze, Ref. = Referenzkategorie, NEFA = Freie Fettsäuren, TS 2 = Trockenstehperiode 2, F = Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen

Abhängige Variable: Kälbergewicht

Einbezogene, nicht signifikante Variablen: Zwischenkalbezeit, Zwischentragzeit, Dauer TS 1, Dauer TS ges., RFD TS 1, RFD TS 2, RFD Tag 0, Phosphor TS 2, BHB TS 2, Calcium Tag 0 und BHB Tag 0

Tag) sowie die RFD TS 1 ( $p < 0,001$ ,  $r_s = 0,146$ ), RFD TS 2 ( $p < 0,001$ ,  $r_s = 0,176$ ) und RFD Tag 0 ( $p < 0,001$ ,  $r_s = 0,196$ ).

Für das Erstkalbealter ( $p = 0,069$ ), die Gabe von Kexxtone® ( $p = 0,107$ ), den Konzeptionsmonat ( $p = 0,285$ ), die Konzeptions-saison ( $p = 0,390$ ), den Kalbemonat ( $p = 0,304$ ), die Kalbesaison ( $p = 0,278$ ) und die verbleibenden Blutparameter konnten keine signifikanten Assoziationen mit dem neonatalen Gewicht hergestellt werden.

### Multivariable lineare Regressionsanalysen

Nach Analyse der als signifikant verbleibenden Parameter mithilfe des multivariablen linearen Regressionsmodells blieben bei den Primipara vier Untersuchungsgrößen signifikant (► Tab. 6), die 26,3 % der Variabilität des Kälbergewichts im Untersuchungsbetrieb erklärten. Bei den Erstkalbinnen stand die maternale BHB-Konzentration TS 2 im größten Zusammenhang mit dem neonatalen Gewicht ( $p = 0,011$ ). Ein um 1 mmol/l erhöhter BHB-Gehalt ging mit einer Zunahme der Geburtsgewichte um 4,6 kg einher, verglichen mit den Kälbern von Primipara mit niedrigeren BHB-Konzentrationen. Der zweitwichtigste Einflussfaktor war das Geschlecht des Kalbes. Bullenkälber waren im Vergleich zu weiblichen Nachkommen im Durchschnitt etwa 2,7 kg schwerer (Regressionskoeffizient [B] = 2,686,  $p < 0,001$ ). Längere Tragezeiten und Vorbereitungsperioden waren ebenfalls mit einer Erhöhung der neonatalen Gewichte um ca. 0,3 kg/Tag ( $B = 0,276$ ,

$p < 0,001$ ) bzw. 0,1 kg/Tag ( $B = 0,063$ ,  $p = 0,027$ ) assoziiert, im Vergleich zu Tieren mit kürzeren Gestationslängen und TS-2-Dauern.

Im Ergebnis der finalen multivariablen linearen Regressionsanalyse blieben bei den Pluripara sieben Untersuchungsgrößen signifikant, die 25,5 % der Variabilität der Kälbergewichte im Studienzeitraum und -betrieb erklärten (► Tab. 7). Das Geschlecht des Kalbes hatte den größten Einfluss ( $p < 0,001$ ). Bullenkälber waren im Vergleich zu Kuhkälbern im Durchschnitt etwa 3,5 kg schwerer ( $B = 3,496$ ). Erhöhte NEFA-Konzentrationen zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zur Kalbung gingen als zweit- und drittwichtigste Einflussgröße mit einer Zunahme neonataler Gewichte einher (NEFA TS 2:  $B = 2,071$ ,  $p < 0,001$ ; NEFA Tag 0:  $B = 0,773$ ,  $p = 0,021$ ), im Vergleich zu Pluripara mit geringeren NEFA-Serumkonzentrationen. Die Gestationslänge und die TS-2-Dauer standen ebenfalls im Zusammenhang mit höheren Kälbergewichten. Mit jedem zusätzlichen Trächtigkeitstag ging eine Erhöhung des mittleren Kälbergewichts um 0,2 kg ( $B = 0,197$ ,  $p < 0,001$ ) einher. Jeder zusätzliche Tag Aufenthalt in der Vorbereitungsgruppe war mit der Geburt schwererer Kälber assoziiert ( $B = 0,099$ ,  $p = 0,009$ ), im Vergleich zu Kühen mit kürzeren TS-2-Phasen. Signifikant geringere Geburtsgewichte standen im Zusammenhang mit den Nachkommen von „Bulle 4“ ( $B = -1,471$  kg,  $p = 0,005$ ) und „Bulle 1“ ( $B = -2,862$  kg,  $p < 0,001$ ) als Kalbvater, im Vergleich zu den Gewichten von Nachkommen aus der Gruppe



„Sonstige Kalbväter“ = „Bulle 10“. Die Kälber von Zweitlaktierenden waren im Vergleich zu den Nachkommen der älteren Kühe ( $\geq 3$ . Laktation) etwa ein Kilogramm leichter ( $B = -1,038 \text{ kg}$ ,  $p = 0,001$ ).

## Diskussion

Die Laktationszahl übte, wie in der Literatur beschrieben, einen starken Effekt auf die Höhe des neonatalen Gewichts aus, weswegen die abschließende multivariable lineare Regressionsanalyse für Erstlaktierende und Mehrkalbskühe getrennt vorgenommen wurde. Die Differenz der Geburtsgewichte zwischen Nachkommen von Primi- und Pluripara belief sich auf 4,6 kg, was über den Angaben anderer Autoren liegt (Johanson und Berger, 2003; Stamer et al., 2004). Die in dieser Untersuchung ermittelten durchschnittlichen Kälbergeburtsgewichte von 43,8 kg (P: 40,4 kg, M: 45,0 kg) entsprechen aber im Wesentlichen den Angaben aus vergleichbaren deutschen Arbeiten (Junge et al., 2003; Rudolphi, 2009). Die niedrigeren Kälbergeburtsgewichte bei der ersten Kalbung resultieren vermutlich aus den kleineren Körpermaßen der Erstkalbinnen, welche aufgrund des noch nicht abgeschlossenen Wachstums einen erhöhten Nährstoffbedarf haben. Ebenso könnten die geringeren Kälbergeburtsgewichte bei Primipara in diesem Betrieb durch die Anpaarung mit Bullen mit positiven direkten Kalbeeigenschaften hervorgerufen worden sein. Das Auftreten von Totgeburten bei besonders geringen Kälbergeburtsgewichten bei Färsenkalbungen war vermutlich mit Wachstumsdepressionen oder Missbildungen an den Organen verbunden. Äußerlich waren allerdings keine Missbildungen erkennbar. Allgemein gilt, dass mit steigender Parität auch die Kälbergeburtsgewichte zunehmen. Im Untersuchungsbetrieb traten jedoch die höchsten Geburtsgewichte im Zusammenhang mit Kalbungen von Drittlaktierenden auf, während bei den Nachkommen älterer Kühe eine stete durchschnittliche Abnahme neonataler Geburtsmassen zu verzeichnen war. Der Unterschied zwischen den mittleren fetalen Gewichten von Dritt- und Viertlaktierenden belief sich nur auf 200 g (45,9 kg vs. 45,7 kg). Die Gruppe der Kühe  $\geq 5$ . Laktation wies ein durchschnittliches Kälbergeburtsgewicht von 44,9 kg auf und beinhaltete auch Nachkommen von Tieren der 6.-11. Laktation, weswegen man mutmaßen kann, dass die geringeren Gewichte auf den niedrigeren Nährstoffumsatz älterer Kühe zurückzuführen sind. Überraschend war, dass das durch die intensive Aufzucht erreichte niedrige mittlere Erstkalbealter von 22,3 Monaten, trotz der großen Bedeutung der Laktationszahl, keinen nachweisbaren Effekt auf das neonatale Gewicht hatte.

Das Kalbgeschlecht war ein sehr starker Wirkfaktor auf die Höhe des neonatalen Gewichts, was der Aussage von Kamal et al. (2014) entspricht, und blieb in beiden Regressionsmodellen die zweitwichtigste (P, Differenz = 2,7 kg) bzw. wichtigste (M, Differenz = 3,5 kg) Einflussgröße. Als Ursache der Gewichtsdivergenz wurde in einigen Studien die längere Tragezeit männlicher Nachkommen genannt (Crews, 2006; Dhakal et al., 2013). In der vorliegenden Untersuchung waren allerdings keine signifikanten Unterschiede der Tragezeit zwischen männlichen (275 Tage) und weiblichen (273 Tage) Kälbern erkennbar. Weitere Erklärungsversuche sind die größeren Körpermaße und das größere Wachstumspotenzial von Bullenkälbern (Prior und Laster, 1979).

Auch die Tragezeit übte einen starken Effekt aus und blieb ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der finalen Regressionsberech-

nungen aller Studientiere (P:  $B = 0,276$ , M:  $B = 0,197$ ). Aufgrund der Arbeiten zur pränatalen Entwicklung des bovinen Feten (Anthony et al., 1986; Ferrell et al., 1976; Prior und Laster, 1979), in denen das exponentielle Wachstum zum Trächtigkeitseende beschrieben ist, war diese Beobachtung zu erwarten. Auch längere Trockenstehperioden konnten im Studienbetrieb mit höheren Geburtsgewichten in Zusammenhang gebracht werden. Das stimmt mit dem Ergebnis von Brakmann (2011) überein und deckt sich mit der Beobachtung von Atashi et al. (2012), dass die Kälbergeburtsgewichte von Kühen mit kurzer Trockenstehdauer, im Vergleich zu den Gewichten von Tieren mit längeren Trockenstehperioden ( $> 60$  Tage), kleiner sind. Während im Untersuchungsbetrieb die Dauer der TS-1-Periode und der TS gesamt nur einen geringgradigen Einfluss nahm, war die Dauer der TS 2 mit einem deutlichen Anstieg der Kälbergeburtsgewichte (P: 0,15 kg/Tag, M: 0,32 kg/Tag) zum Partus assoziiert. Die Vermutung lag nahe, dass der Effekt der TS-2-Dauer über die Trächtigkeitdauer erklärt werden kann. Beide Größen blieben bei Primi- und Pluripara jedoch auch Bestandteil des finalen Regressionsmodells, was die Schlussfolgerung zulässt, dass die Höhe des Kälbergeburtsgewichts nicht nur von der Entwicklung des Kalbes im Mutterleib beeinflusst wird, sondern auch von den Managementfaktoren und Haltungsbedingungen im Stall (Dauer und Intensität der Vorbereitungsphase, Fütterung etc.) in den letzten zwei Wochen a. p. Um den Effekt der Tragezeit zu analysieren, wurde die finale multivariable lineare Regressionsberechnung im Austausch mit der Variable Tragezeit  $\geq 260$  d wiederholt. Bei den Primipara blieb die Trächtigkeitdauer  $\geq 260$  d, neben dem BHB-Gehalt und dem Geschlecht des Kalbes, zwar die dritt wichtigste Einflussgröße auf die Entwicklung des neonatalen Gewichts ( $B = 0,329$ ,  $p < 0,001$ ), aber für die Dauer TS 2 konnten in diesem Modell keine signifikanten Zusammenhänge mehr nachgewiesen werden ( $p = 0,096$ ). Bei den Mehrkalbskühen hingegen blieben sowohl die Tragezeit  $\geq 260$  d ( $B = 0,168$ ) als auch die TS-2-Dauer ( $B = 0,120$ ) als einflussnehmende Größen in ihrer Bedeutung bestehen. Allerdings sank in beiden Fällen die Erklärung der Variabilität der Kälbergeburtsgewichte des Modells auf 20,2 % (P) bzw. 24,9 % (M). Ein möglicher Grund für den größeren Effekt der Gestationslänge bei Erstkalbinnen kann der höhere Anteil an Tragezeiten  $< 260$  d bei Primipara (2,8 %,  $n = 14$ ) gegenüber Pluripara (2,4 %,  $n = 35$ ) sein.

Bei der Betrachtung der Kalbväter konnte teilweise eine weite Streuung der neonatalen Geburtsgewichte bei Pluripara beobachtet werden. Der Kalbvater war bei Primipara aber kein Einflussfaktor, was wahrscheinlich auf die, im Vergleich zu Mehrkalbskühen, geringeren Streuungen zwischen den neonatalen Gewichten der Kalbväter zurückzuführen ist. Im Rahmen des Herdenmanagements wurden gezielt für die Färsenbesamungen Anpaarungsbullen mit dem Merkmal der Leichtkalbigkeit ausgewählt, was die Variation einschränkt.

Die maternalen Blutparameter zu Beginn der TS-2-Periode und zur Kalbung, v. a. die Serumkonzentrationen von NEFA und BHB, standen in einem engen Zusammenhang mit dem Vorkommen höherer Kälbergeburtsgewichte und waren sowohl bei den Erstkalbinnen (BHB) als auch bei den Pluripara (NEFA) hochsignifikant im finalen Regressionsmodell. Auch andere Autoren haben diese Beobachtung in ihren Arbeiten gemacht (Abeni et al., 2004, 2014; Teama und Gad, 2014). Mögliche Erklärungen für die



antepartale Energiemobilisation des Muttertieres ist entweder der höhere Nährstoffbedarf des bovinen Feten für sein Wachstum und/oder die geringere peripartale Trockenmasseaufnahme aufgrund der kleineren Platzverhältnisse im Magen-Darm-Trakt und der Übergröße des Kalbes (Abeni et al., 2004).

In dieser Untersuchung wurde ein einzelner Betrieb mit sehr gutem Herdenmanagement untersucht. Somit sind die Ergebnisse wahrscheinlich nicht repräsentativ für alle Betriebe in Deutschland. Durch das besondere Herdenmanagement kann es sein, dass in der Literatur beschriebene Effekte in diesem Betrieb keine Rolle spielten. Zum Beispiel wurden für Primipara keine Effekte des Kalbvaters gefunden und der Einfluss der Körperkondition (Rückenfettdicke) war im multivariablen Modell der Pluripara nicht mehr vorhanden. Der Betrieb legte bei Primipara besonderen Wert auf die Selektion der Anpaarungsbullen und kontrollierte die Körperkondition der Tiere, sodass die meisten Tiere nicht überkonditioniert zur Kalbung kamen. In anderen Betrieben, in denen diese Faktoren anders gehandhabt werden, können diese Faktoren durchaus einen Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht haben.

Daraus folgt, dass als erfolgsversprechende Maßnahme für die Geburt von Kälbern mit niedrigeren Geburtsgewichten in der Praxis bei primiparen Kühen die Nutzung von gesextem Sperma zur

Erhöhung des Anteils weiblicher Nachkommen, die Kontrolle der Trächtigkeitsdauern mit der Anwendung der Geburtsinduktion und die Beschränkung der Intensität und der Dauer der Vorbereitungsphase empfohlen werden können. Geburtseinleitungen wurden in diesem Betrieb nur bei Färsenkalbungen vorgenommen. Hier wurde ab dem 280. Tag der Trächtigkeit die Geburt eingeleitet. Dies betraf etwa 30 Tiere, die daraufhin bis spätestens zum 286. Tag kalbten. Auch die Auswahl der Besamungsbullen auf der Grundlage töchtergeprüfter Zuchtwerte für den Kalbeverlauf kann geeignet sein, wenn in der Zuchtwertschätzung das Kälbergeburtsgewicht als Merkmal berücksichtigt wurde. Erhöhte Konzentrationen an BHB zu Beginn der Vorbereitungsphase können ein Hinweis auf zu erwartende erhöhte Kälbergewichte sein.

Ein empfehlenswerter Ansatz für die Geburt von Kälbern mit niedrigeren Geburtsgewichten bei pluriparen Kühen ist die Auswahl des Anpaarungsbullen auf der Grundlage von direkten Zuchtwerten für den Kalbeverlauf und bei Beachtung der Körpermaße des Besamungstieres. Der Einsatz von gesextem Sperma zur Steigerung des Anteils weiblicher Nachkommen, die Überwachung von Tragezeiten mit der Nutzung der kontrollierten Geburtsinduktion und die Begrenzung des Ausmaßes und der Dauer der zweiten Trockenstehphase sind weitere erfolgsversprechende Maßnahmen.



Erhöhte NEFA-Konzentrationen im Blutserum zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zur Kalbung geben einen Hinweis auf höhere Kälbergeburtsgewichte.

## Schlussfolgerungen

Das Kälbergeburtsgewicht im Untersuchungsbetrieb wurde durch die Laktationszahl, das Geschlecht des Kalbes, die Trächtigkeitsdauer sowie die Vorbereitungsdauer beeinflusst. Bei Primi- und Pluripara zeigten erhöhte BHB- bzw. NEFA-Konzentrationen vor der Kalbung ein erhöhtes Geburtsgewicht der Kälber an. Bei Pluripara waren außerdem Unterschiede zwischen den Besamungsbullen zu erkennen. Praktische Ansätze für die Beeinflussung der Kälbergeburtsgewichte und damit auch des Totgeburtensrisikos könnten der Einsatz von gesextem Sperma, die Zuchtbullenselektion mit besonderem Fokus auf positive direkte Kalbeeigenschaften sowie die Begrenzung der Trächtigkeits- und Vorbereitungsdauern durch geeignete Maßnahmen im Herdenmanagement bieten.

## Conflict of interest

Es bestehen keine geschützten, finanziellen, beruflichen oder anderen persönlichen Interessen an einem Produkt, Service und/oder einer Firma, welche die im oben genannten Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten. ■

## Literatur

- Abeni F, Bergoglio G, Masoero G, Terzano GM, Allegrini S (2004): Plasma hormones and metabolites in Piedmontese cows during late pregnancy: Relationships with calf birth weight. *J Anim Sci* 82(2): 438–444.
- Abeni F, Capelletti M, Terzano GM, Federici C, Petrera F, Dal Pra A, Galli C, Duchi R, Lazzari G, Pirlo G, Aleandri R (2014): Plasma estrone sulfate, clinical biochemistry, and milk yield of dairy cows carrying a fetus from a bull or its clone. *Theriogenology* 82(7): 972–981.
- Anthony RV, Bellows RA, Short RE, Staigmiller RB, Kaltenbach CC, Dunn TG (1986): Fetal growth of beef calves. II. Effect of sire on prenatal development of the calf and related placental characteristics. *J Anim Sci* 62(5): 1375–1387.
- Atashi H, Abdolmohammadi A, Dadpasand M, Asaadi A (2012): Prevalence, risk factors and consequent effect of dystocia in Holstein dairy cows in Iran. *Asian-Australas J Anim Sci* 25(4): 447–451.
- Berry DP, Lee JM, MacDonald KA, Roche JR (2007): Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. *J Dairy Sci* 90(9): 4201–4211.
- Bohnert DW, Stalker LA, Mills RR, Nyman R, Falck SJ, Cooke RF (2013): Late gestation supplementation of beef cows differing in body condition score: Effects on cow and calf performance. *J Anim Sci* 91(11): 5485–5491.
- Brakmann K (2011): Untersuchung zum Einfluss eines variierten Energie- und/oder Proteingehaltes in der Vorbereitungsfütterung primiparer Kühe auf das Geburtsverhalten und die perinatale Vitalität der Kälber. Berlin, FU, veterinärmed. Fak., Diss.
- Cole JB, Waurich B, Wensch-Dorendorf M, Bickhart DM, Swalve HH (2014): A genome-wide association study of calf birth weight in Holstein cattle using single nucleotide polymorphism and phenotypes predicted from auxiliary traits. *J Dairy Sci* 97(5): 3156–3172.
- Crews DH (2006): Age of dam and sex of calf adjustments and genetic parameters for gestation length in Charolais cattle. *J Anim Sci* 84(1): 25–31.
- Dhakal K, Maltecca C, Cassady JP, Baloch G, Williams CM, Washburn SP (2013): Calf birth weight, gestation length, calving ease, and neonatal calf mortality in Holstein, Jersey, and crossbred cows in a pasture system. *J Dairy Sci* 96(1): 690–698.
- Eberlein A, Takasuga A, Setoguchi K, Pfuhl R, Flisikowski K, Fries R, Klopp N, Furbass R, Weikard R, Kuhn C (2009): Dissection of genetic factors modulating fetal growth in cattle indicates a substantial role of the non-SMC condensin I complex, subunit G (NCAPG) Gene. *Genetics* 183(3): 951–964. Ferrell CL, Garrett WN, Hinman N (1976): Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. *J Anim Sci* 42(6): 1477–1489.
- Grunert E (1995): Buiatrik. Band 1. Euterkrankheiten, Geburtshilfe und Gynäkologie, Andrologie und Besamung. 5. Aufl., Schaper, Hannover.
- Johanson JM, Berger PJ (2003): Birth weight as a predictor of calving ease and perinatal mortality in Holstein cattle. *J Dairy Sci* 86(11): 3745–3755.
- Junge W, Stamer E, Reinsch N, Kalm E (2003): Züchterische Möglichkeiten zur Senkung von Kälberverlusten. *Züchtungskd* 75(6): 479–488.
- Kamal MM, Van Eetvelde M, Depreester E, Hostens M, Vandaele L, Opsomer G (2014): Age at calving in heifers and level of milk production during gestation in cows are associated with the birth size of Holstein calves. *J Dairy Sci* 97(9): 5448–5458.
- Linden TC, Bicalho RC, Nydam DV (2009): Calf birth weight and its association with calf and cow survivability, disease incidence, reproductive performance, and milk production. *J Dairy Sci* 92(6): 2580–2588.
- Maltecca C, Khatib H, Schutzkus VR, Hoffman PC, Weigel KA (2006): Changes in conception rate, calving performance, and calf health and survival from the use of crossbreds Jersey x Holstein sires as mates for Holstein dams. *J Dairy Sci* 89(7): 2747–2754.
- Márquez AP, Ponce JF, Correa A, Avendano L, Montano M, Trejo J (2005): Estimates of genetic and phenotypic parameters of calf birth weight and calving difficulty in Limousin cattle. *JAVMA* 4(5): 540–542.
- Mee JF (2008): Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review. *Vet J* 176(1): 93–101.
- Meijering A (1984): Dystocia and stillbirth in cattle: a review of causes, relations and implications. *Livest Prod Sci* 11(2): 143–177.
- Meijering A, Postma A (1984): Morphologic aspects of dystocia in dairy and dual purpose heifers. *Can J Anim Sci* 64(3): 551–562.
- Prior RL, Laster DB (1979): Development of the bovine fetus. *J Anim Sci* 48(6): 1546–1553.
- Richter J, Götz R (Hrsg.) (1993): Tiergeburtshilfe. 4. Aufl. Parey, Berlin.
- Rudolphi B (2009): Tragezeiten bei Holsteinrindern – Das Optimum liegt in der Mitte. *Neue Landwirtschaft* 11: 90–92.
- Spitzer JC, Morrison DG, Wettemann RP, Faulkner LC (1995): Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J Anim Sci* 73(5): 1251–1257.
- Stamer E, Hafez S, Junge W, Kalm E (2004): Genetic parameters of birth weight and weaning weight for Holstein female calves. *Züchtungskd* 76(3): 188–195.
- Staufenbiel R (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. *Monatsh Veterinärmed* 47(9): 467–474.
- Teama FEI, Gad AE (2014): Leptin, thyroxin, and cortisol hormones and some metabolic products during pre and postpartum periods in cows in relations to their body weight of newborn calves. *Glob Vet* 12(1): 59–66.