

Festfutterverzehr und Gewichtsentwicklung von Mutterkühkälbern

Fanny Rediger¹, Isabelle Morel², Patrick Schlegel² und Stefan Probst¹

¹Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

²Agroscope, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Stefan Probst, E-Mail: stefan.probst@bfh.ch



Mutterkühkälber an der Futterkrippe im Kälberschlupf, Betrieb Liebegg. (Foto: Fanny Rediger, HAFL)

Einleitung

Bezüglich der Festfutteraufnahme von Mutterkühkälbern liegen im Vergleich zu Milch- und Mutterkühen nur wenige Datensätze vor. Die Schwierigkeit einer getrennten Erfassung des Festfutterverzehrs von Mutterkuh und Kalb ist ein Grund dafür. Zudem wird der Gesamtbedarf der Mutterkühkälber bis zum Alter von vier bis fünf Monaten hauptsächlich über die Muttermilch gedeckt (Morel *et al.* 2017). Zum Festfutter werden alle Futtermittel gezählt, welche das Mutterkuhkalb aufnimmt, ausser der Muttermilch.

Im Jahr 2017 wurden die Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen (GRUD) angepasst (Richner und Sinaj 2017). Mit den Änderungen wurden bei diversen Tierkategorien der Grundfutterverzehr (GF-Verzehr) und die Nährstoffausscheidungen korrigiert, welche

notwendig sind, um die betrieblichen Nährstoffbilanzen von N, P und K zu erstellen. Bei den Mutterkühkälbern wurde der GF-Verzehr von der Geburt bis zum Alter von 300 Tagen gegenüber der vorherigen Version aus dem Jahr 2009 um 50 % tiefer geschätzt. Der GF-Verzehr beinhaltet im Gegensatz zum Festfutterverzehr weder Kraft- noch Mineralfutter.

Diese Untersuchung hatte zum Ziel, neue Schätzformeln zum Festfutter- und GF-Verzehr und zur Gewichtsentwicklung von Mutterkühkälbern ab der Geburt bis zur Schlachtung in einem Alter von zehn Monaten zu erarbeiten. Dazu wurden Versuchsdaten eines mehrjährigen Mutterkuh-Herdenversuchs von Agroscope zum Festfutterverzehr und Lebendgewicht (LG) von Mutterkühkälbern von der Geburt bis zum Alter von 150 Tagen

verwendet. Als Ergänzung dazu wurde der Festfuttermittelverzehr von Mutterkuhkälbern im Alter von 151 bis 305 Tagen auf sieben Landwirtschaftsbetrieben erhoben. Die erhobenen Daten sollten dazu dienen, die neuen Richtwerte zum GF-Verzehr in der GRUD zu überprüfen.

Methode

Für die Ermittlung des Festfuttermittelverzehrs von Kälbern ab der Geburt bis zum Alter von 150 Tagen wurden Rohdaten eines Mutterkuh-Herdenversuches von Agroscope aus den Jahren 2009–2012 verwendet. Für die vier Versuchsjahre waren Mutterkühe der Rassen Angus (AN), Limousin (LM) und F1-Kühe (Limousin × Red Holstein; LM × RH) vertreten. Pro Jahr wurden eine bis zwei Gruppen gebildet. Die Kälber eines Versuchsjahres stammten jeweils von Vätern gleicher Rassen ab, nämlich LM oder Piemonteser (Pi). Die Kälber wurden saisonal von November bis Januar geboren und alle männlichen innerhalb der ersten 14 Lebenstage kastriert.

Neben der Muttermilch wurde den Kälbern ein qualitativ hochwertiges Heu (durchschnittlicher Gehalt pro kg TS: 5,3 MJ NEL, 128 g RP, 86 g APDE, 82 g APDN) als Festfutter im Kälberschlupf angeboten. Es wurde kein Kraftfutter (KF) eingesetzt, weshalb Festfuttermittelverzehr und GF-Verzehr in dieser Altersphase dasselbe bedeuten. Die Futteraufnahme der Kälber wurde gruppenweise und pro Woche erfasst, wobei sie keinen Zugang zur Futterkrippe der Mutter hatten. Das LG der Kälber wurde monatlich und individuell erfasst. Die Rassen der Kälber waren innerhalb der Gruppen gemischt. Aufgrund der fehlenden Variation bezüglich der Rassenzusammensetzung konnten keine Rasseneffekte auf den Festfuttermittelverzehr der Kälber getestet werden. Die Tiere wurden in Freilaufställen nach den Vorschriften der Tierwohlprogramme BTS und RAUS gehalten.

Der Ermittlung des Festfuttermittelverzehrs von Kälbern für die Altersphase 151 bis 305 Tage liegen Daten einer Praxiserhebung während der Winterperiode 2018/2019 zu Grunde. Die Daten wurden auf sieben Landwirtschaftsbetrieben erhoben. Die Kälber wurden innerhalb eines Betriebes in Altersgruppen unterteilt und zusammen mit ihren Müttern separat vom Rest der Herde in Freilaufställen nach den Vorschriften von BTS und RAUS gehalten. Pro Betrieb wurden eine bis drei Gruppen gebildet (Tab 1). Auf jedem Betrieb wurden von November 2018 bis April 2019 zwei bis drei Messperioden à je drei aufeinanderfolgenden Tagen durchgeführt. Die LG der Kälber wurden zu Beginn jeder Messperiode erhoben. Die Kühe und Kälber erhielten während der Messperioden die gleiche Ration wie gewohnt. Auf sechs der

Zusammenfassung

Im Rahmen einer Praxiserhebung wurden Daten zum Festfuttermittelverzehr und zur Lebendgewichtsentwicklung von Mutterkuhkälbern von der Geburt bis im Alter von 305 Tagen erhoben und analysiert. Daraus wurden Schätzformeln zur Gewichtsentwicklung und zum Festfuttermittelverzehr von Mutterkuhkälbern in der Schweiz abgeleitet. Es zeigte sich, dass das Alter und Geschlecht der Kälber sowie der Rassentyp der Mutter die Gewichtsentwicklung von Mutterkuhkälbern beeinflussen. Letzteres dürfte auf Unterschiede in der Milchleistung der Mutter zurückzuführen sein. Kälber mit F1-Müttern (Mast- × Milchrasse) nahmen bis zum 150. Tag 13 % mehr zu als reine Mastrassentiere, in der zweiten Altersphase waren es sogar 23 %. Von der Geburt bis zum Alter von 150 Tagen wurde eine Verzehrssteigerung von 0 auf 3,4 kg TS/Tag Festfutter berechnet, für die Altersphase von 151 bis 305 Tagen eine von 3,5 auf 7,0 kg TS/Tag. Die Formeln zur Schätzung des Festfuttermittelverzehrs von Mutterkuhkälbern beinhalten die Faktoren Lebendgewicht (LG) oder Alter der Kälber sowie in der zweiten Altersphase zusätzlich den Rassentyp der Mutter. Die Milchleistung der Mutterkühe scheint auch den Festfuttermittelverzehr ihrer Kälber zu beeinflussen. Kälber mit F1-Müttern haben ab einem Alter von 150 Tagen wesentlich weniger Festfutter aufgenommen als reine Mastrassentiere. Bis zum Alter von 150 Tagen sind die ermittelten Werte zum summierten Grundfuttermittelverzehr von Mutterkuhkälbern mit den Richtwerten in den Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen (GRUD) vergleichbar. Von der Geburt bis zum Alter von 305 Tagen war der summierte Grundfuttermittelverzehr jedoch um 32 % höher (793 vs. 600 kg TS) als derjenige der GRUD, wobei das LG ebenfalls um 19 % höher war (418 vs. 350 kg). Der summierte Grundfuttermittelverzehr ist aufgrund dieser Differenzen im LG nicht direkt mit den Werten der GRUD vergleichbar.

sieben Betriebe wurden die Tiere mit einer Mischration gefüttert, welche hauptsächlich aus Gras- (GS) und Maisilage sowie Dürrfutter bestand. Ein Betrieb fütterte Einzelkomponenten (GS und Dürrfutter) nacheinander. Drei Betriebe setzten ausser Mineralstoffen und Viehsalz kein KF ein. Bei den Betrieben mit KF lag der KF-Anteil zwischen 16 und 22 %. Der GF-Anteil über alle Betriebe lag zwischen 78 und 99 % (Ø 88 %, auf TS-Basis). Für die Erhebung wurden fixe Fütterungszeiten bei den Kühen eingeführt, um zu verhindern, dass die Kälber an der Futterkrippe der Kühe fressen können. Ausserhalb dieser Fütterungszeiten hatten die Kälber permanenten Zugang zu ihren Müttern. Das den Kälbern im Kälberschlupf vorgelegte Futter sowie die Krippenreste wurden täglich gewogen. Einmal pro Messperiode wurden Inhaltsstoffe und Trockensubstanzgehalt des vorgelegten Futters analysiert.

Um Veränderungen im Verzehrverhalten der Kühe und Kälber während der Erhebung zu verhindern, wurden die Tiere jeweils bereits eine Woche vor Beginn jeder Messperiode umgestallt und gruppiert. Zum selben Zeitpunkt wurden auch die fixen Fütterungszeiten eingeführt. Die männlichen Kälber wurden nicht in allen Betrieben kastriert.

Auch in diesem Versuch konnten keine reinen Rassen gebildet werden, weshalb der Einfluss der Rasse auf den Festfutterverzehr nicht geschätzt werden konnte. Man beschränkte sich auf die Gruppierung der Verzehrdaten der Kälber nach dem Rassentyp ihrer Mutter (Milch- oder Masttyp). Wenn die Mutter des Versuchskalbes zu 50 % oder mehr einer Milch- oder Zweinutzungsrasse (RH, Simmental (SM), Grauvieh (AL), Braun-

Tab 1 | Übersicht der Betriebe, Gruppengrößen und Rassen der Mutterkuhkälber für die Altersphase von 151 bis 305 Tage.

Betrieb	Anzahl Kälber (Gruppen × Tiere)	Rasse der Kälber (Vater × Mutter)	Anteil Kälber mit Rassentyp «Milchtyp»
1	18 (3 × 6)	AN, LM, LM × AL	6 %
2	19 (1 × 19)	AN	0 %
3	4 (1 × 4)	AN	0 %
4	6 (1 × 6)	PZ × SM, SM	100 %
5	9 (1 × 9)	LM × (LM × RH) LM × (LM × BV) LM × (LM × SM)	100 %
6	8 (2 × 4)	SM, CH, SM × CH	50 %
7	21 (1 × 10, 1 × 11)	AN, AN-Kreuzungen mit LM, CH, AL, RH	33 %

AL = Grauvieh, AN = Angus, BV = Braunvieh, CH = Charolais, LM = Limousin, PZ = Pinzgauer, RH = Red Holstein, SM = Simmental

Tab. 2 | Modellgleichungen und Stufen der Kovariablen der Schätzformeln für das Gewicht und den Festfutter- und Grundverzehr von Mutterkuhkälbern.

Altersphase 0 bis 150 Tage	
Gewicht _{ijklnm} =	$u + \text{Alter}_i * \text{Rassentyp}_j + \text{Alter}_i * \text{Geschlecht}_k + \text{Versuchsjahr}_l + \text{Gruppe}_{m(i)} + \text{Messperiode}_{n(m)} + \text{Rest}_{ijklnm}$
Verzehr _{ijm} =	$u + \text{Alter}_i + \text{Versuchsjahr}_l + \text{Gruppe}_{m(i)} + \text{Rest}_{ijm}$
Altersphase 151 bis 305 Tage	
Gewicht _{ijkmo} =	$u + \text{Alter}_i * \text{Rassentyp}_j + \text{Alter}_i * \text{Geschlecht}_k + \text{Betrieb}_o + \text{Gruppe}_{m(o)} + \text{Messperiode}_{n(m)} + \text{Rest}_{ijkmo}$
Verzehr _{ijmo} =	$u + \text{Alter}_i * \text{Rassentyp}_j + \text{Betrieb}_o + \text{Gruppe}_{m(o)} + \text{Messperiode}_{n(m)} + \text{Rest}_{ijmo}$
Verzehr _{ijmno} =	$u + \text{Gewicht}_p * \text{Rassentyp}_j + \text{Betrieb}_o + \text{Gruppe}_{m(o)} + \text{Messperiode}_{n(m)} + \text{Rest}_{ijmno}$
Erläuterung	
u	Gesamtdurchschnitt des Merkmals in der untersuchten Population
Alter _i	Kontinuierlicher Einfluss des Alters des Kalbes
Rassentyp _j	Fixer Einfluss des Rassentyps der Mutter (Masttyp, Milchtyp)
Geschlecht _k	Fixer Einfluss des Geschlechtes des Kalbes (weiblich, kastriert von 0–150 Tagen; weiblich, männlich, kastriert von 151–305 Tagen)
Versuchsjahr _l	Zufälliger Einfluss des Versuchsjahres (2009–2012)
Gruppe _m	Zufälliger Einfluss der Gruppe (1–6 von 0–150 Tagen, 1–13 von 151–305 Tagen)
Messperiode _n	Zufälliger Einfluss der Messperiode (1–3)
Betrieb _o	Zufälliger Einfluss des Betriebes (1–7)
Gewicht _p	Kontinuierlicher Einfluss des Gewichts des Kalbes
Rest _{ijklnmno}	Zufälliger Resteffekt

vieh (BV), Pinzgauer (PZ)) angehörte, wurde das Kalb dem Rassentyp «Milchtyp» zugeordnet. Zum Rassentyp «Masttyp» wurden alle Kälber gezählt, deren Mütter einer Mastrasse oder Mastrassenkreuzung zugeordnet werden konnten (AN, LM, Charolais (CH).

Die Daten wurden mittels eines gemischten linearen Modells mit fixen und zufälligen Effekten ausgewertet. Die statistischen Tests wurden mithilfe der Software R und dem Paket «lmerTest» (Kuznetsova *et al.* 2017) ausgewertet. Für die Erstellung der Grafiken wurde das Paket «arm» (Gelman *et al.* 2016) derselben Software genutzt. Eine Übersicht über die verwendeten Modelle findet sich in Tabelle 2.

Variablen und Interaktionen, die weder einen signifikanten ($p < 0,05$) noch einen tendenziellen ($p < 0,1$) Einfluss auf die Zielvariable hatten, wurden nicht berücksichtigt. Für das Modell zum Verzehr in der Altersphase 0 bis 150 Tage wurden die Daten logarithmiert, um die Voraussetzungen an ein gemischtes lineares Modell zu erfüllen. Die finalen Schätzformeln sowie die Korrekturen nach Kovariablen werden in den entsprechenden Kapiteln der Resultate beschrieben.

Resultate und Diskussion

Gewichtsentwicklung im Alter von 0 bis 150 Tagen

Schätzformel LG (kg) nach Alter (0 bis 150 Tage)

weibliche Kälber mit Rassentyp «Masttyp»:

$$LG_{\text{Kalb}} = 1,005 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} + 43,3$$

Korrekturen:

- Rassentyp_{Mutter} Milch: $+ 0,133 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} + 2,7$
- Geschlecht_{Kalb} kastriert: $+ 0,098 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} + 0,6$

Gemäss dem Modell weisen Mutterkühkälber im Alter von 0 bis 150 Tagen folgende LG auf (w: weiblich, k: kastriert):

Masttyp, w:	43–194	Milchtyp, w:	46–217	∅ w:	45–205
Masttyp, k:	44–209	Milchtyp, k:	47–232	∅ k:	45–221
∅ Masttyp:	44–202	∅ Milchtyp:	46–224		

Das Modell erklärt 88,5 % (B%) der Varianz des Gewichts.

Die Lebendgewichtsentwicklung der Kälber wurde nebst dem Alter hauptsächlich durch den Rassentyp der Mutter und dem Kalbgeschlecht beeinflusst. Es bestanden Interaktionen zwischen dem Alter und dem Geschlecht des Kalbes ($p=0,007$) und zwischen dem Alter des Kalbes und dem Rassentyp der Mutter ($p=0,001$). Männliche kastrierte Kälber wiesen einen um 98 g höheren Tageszuwachs (TZW) auf als weibliche ($p<0,001$). Zudem nahmen Kälber mit F1-Müttern (Mast- × Milchrasse) pro Tag 133 g (13 %) mehr zu als reine Mastrassentiere ($p<0,001$). Im linearen Modell entspricht die Steigung der Geraden dem TZW (Abb. 1).

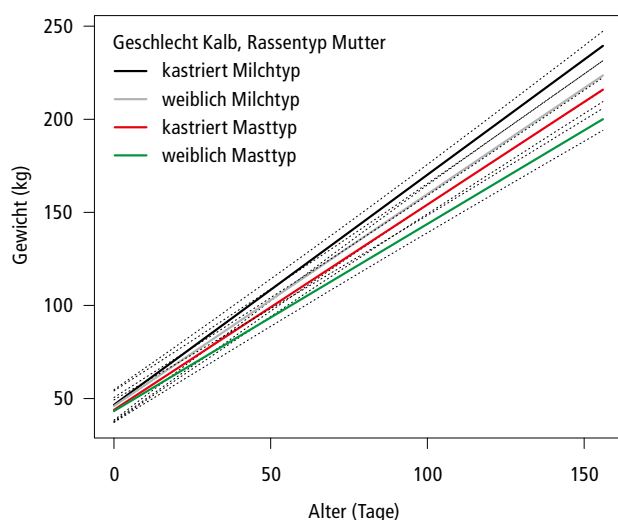


Abb. 1 | Modelliertes Kalbgewicht im Alter von 0 bis 150 Tagen in Abhängigkeit von seinem Geschlecht und vom Rassentyp seiner Mutter (gestrichelte Linien entsprechen dem 95%-Konfidenzintervall).

In verschiedenen Studien wurde der Einfluss der Mutter bezüglich ihrer Rasse und Milchleistung auf die Gewichtsentwicklung ihrer Kälber untersucht. Abdelsamei *et al.* (2005) zeigten, dass von ihren Müttern separierte Holstein-Kälber im Alter von 0 bis 200 Tagen höhere LG und einen höheren TZW erreichten, wenn sie mehr Milch konsumierten. Die verfütterte Milchmenge in den verschiedenen Gruppen lag zwischen 2,1 und 9,8 kg Milch pro Tag über 200 Tage ab Geburt bis zum Absetzen. Dies entspricht einer Milchleistung von 630, beziehungsweise 2940 kg für eine Säugeperiode von 300 Tagen, wie sie in der Natura-Beef Produktion in der Schweiz üblich ist. Diese errechneten Milchleistungen liegen zwar teilweise tiefer als die angenommenen 2500 bis 4000 kg/Jahr für Mutterkühe in der Schweiz (Boessinger *et al.* 2017), der Einfluss der konsumierten Milchmenge auf die Gewichte und Gewichtszunahmen der Kälber wird dennoch deutlich.

Im Gegensatz dazu zeigten Estermann *et al.* (2002), dass das LG und der TZW von Mutterkühkälbern (AN × SM) mit Müttern einer Zweinutzungsrasse sich nur leicht und nicht signifikant unterschieden von denjenigen von Kälbern (AN) mit Müttern einer reinen Mastrasse. Die AN-Kälber waren in der Lage, die fehlende Nährstoffversorgung durch Muttermilch teilweise durch einen höheren Festfutterverzehr zu kompensieren (3,2 vs. 2,4 kg TS/Tag bei AN × SM-Kälbern).

Festfutterverzehr im Alter von 0 bis 150 Tagen

Schätzformel Festfutterverzehr (kg TS/Tag) nach Alter (0 bis 150 Tage)

$$\text{Festfutterverzehr} = e^{(0,0338 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} - 3,85)}$$

Das Modell erklärt 88,9 % (B%) der Varianz des Verzehrs.

Durch das Wachstum stieg der Festfutterverzehr der Mutterkühkälber erwartungsgemäss mit zunehmendem Alter an (Abb. 2). Diese Entwicklung wurde durch verschiedene Studien bestätigt (z. B. Morel *et al.* 2017; Bailey und Lawson 1981). Die Kälber haben im Alter von 30 bis 40 Tagen begonnen, relevante Mengen Festfutter zu konsumieren, was mit den Ergebnissen von Tedeschi und Fox (2009) übereinstimmt.

Mit der Entwicklung des Pansens und Netzmagens und dem Beginn der Pansenfermentation steigt mit dem Alter der Kälber auch ihre Fähigkeit, Fasern und GF zu verdauen (Van Soest 1994). Von der Geburt bis zum Alter von 135 Tagen stieg der Festfutterverzehr von 0 auf 2,0 kg TS/Tag. Da Mutterkühkälber bis zum Alter von vier bis fünf Monaten ihren Nährstoffbedarf grösstenteils

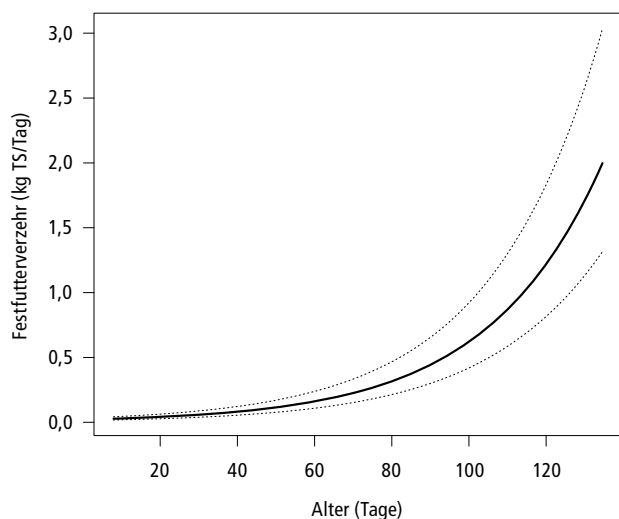


Abb. 2 | Modellierter Festfutterverzehr der Kälber im Alter von 0 bis 135 Tagen (gestrichelte Linie entspricht dem 95 %-Konfidenzintervall).

über die Muttermilch abdecken und ihr Festfutterverzehrsvermögen begrenzt ist, bleibt der Festfutterverzehr in dieser Altersphase mengenmässig auf tiefem Niveau (Boessinger *et al.* 2017).

Die zunehmende Streuung mit steigendem Alter ist durch die Unterschiede bei der Kälberrasse und der Fütterung der Mutterkühe in den verschiedenen Versuchsjahren zu begründen. Morel (2012) konnte nachweisen, dass Kälber mit Müttern aus einer F1-Kreuzung (Mast- x Milchrasse) einen höheren TZW aufweisen und schwerer sind als gleichaltrige Artgenossen mit Müttern einer reinen Mastrasse. Diese schnellere Gewichtsentwicklung kann entweder über eine höhere aufgenommene Milchmenge oder über einen höheren Festfutterverzehr erreicht werden. McGee *et al.* (2005) zeigten, dass F1-Kühe mehr Milch produzieren, womit ihre Kälber einen grösseren TZW aufweisen. Demnach müssen Mastrassenkälber bedingt durch die tiefere Milchleistung ihrer Mastrassenmütter mehr Festfutter zu sich nehmen, um ihren Nährstoffbedarf zu decken. Innerhalb der Mastrassen ist zudem bekannt, dass Limousin-Tiere weniger fressen als andere Rassen mit vergleichbarem Gewicht (Drennan und McGee 2004).

In einer früheren Auswertung der Gewichtsdaten der Kälber aus dem Versuch von 0 bis 150 Tagen wurde ausserdem festgestellt, dass Kälber mit LM-Müttern, welche mit einer Trockenration gefüttert wurden, den tiefsten TZW erreichten (Butty und Morel 2013).

Gewichtsentwicklung im Alter von 151 bis 305 Tagen

Schätzformel LG (kg) nach Alter (151 bis 305 Tage)

weibliche Kälber mit Rassentyp «Masttyp»:

$$LG_{\text{Kalb}} = 1,0025 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} + 74,1 \text{ kg}$$

Korrekturen:

- Rassentyp_{Mutter} Milchtyp: + 0,2315 × Alter_{Kalb} – 16,3 kg
- Geschlecht_{Kalb} männlich: + 11,9 kg
- Geschlecht_{Kalb} kastriert: + 22,4 kg

Gemäss dem Modell weisen Mutterkuhkälber im Alter von 151 bis 305 Tagen folgende LG in kg auf (w: weiblich, m: männlich, k: kastriert):

Masttyp, w:	225–380	Milchtyp, w:	244–434	Ø w:	235–407
Masttyp, m:	236–392	Milchtyp, m:	255–446	Ø m:	247–419
Masttyp, k:	248–402	Milchtyp, k:	267–457	Ø k:	257–429
Ø Masttyp:	236–391	Ø Milchtyp:	254–446		

Das Modell erklärt 70,7 % (B%) der Varianz des Gewichts.

Die geschätzte LG-Entwicklung weiblicher Kälber im Alter von 151 bis 305 Tagen ist in Abbildung 3 ersichtlich. Es bestand eine tendenzielle Interaktion zwischen dem Alter der Kälber und dem Rassentyp der Mutter ($p=0,087$). Die Kälber der Gruppe «Milchtyp» schienen weiter von der genetisch bedingten höheren Milchleistung der Milchtyp-Mutterkühe zu profitieren. Sie wiesen auch in dieser Altersphase tendenziell einen um 23 % höheren TZW auf als Kälber der Gruppe «Masttyp». Zudem zeigte das Geschlecht der Kälber in der Tendenz ebenfalls einen Einfluss auf das Gewicht ($p=0,067$). Weibliche

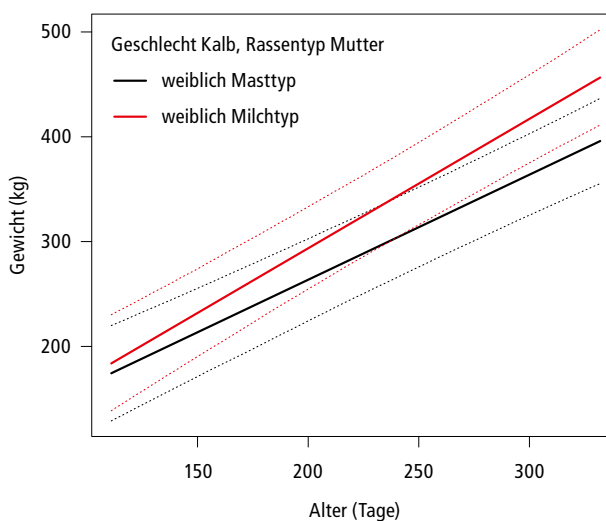


Abb. 3 | Modelliertes Gewicht am Beispiel eines weiblichen Kalbes im Alter von 151 bis 305 Tagen in Abhängigkeit vom Rassentyp der Mutter (gestrichelte Linien entsprechen dem 95 %-Konfidenzintervall).

Kälber wiesen die tiefsten Gewichte auf. Männliche unkastrierte wogen 11,9 kg mehr und männliche kastrierte 22,4 kg mehr als weibliche Tiere.

Zwischen den modellierten Gewichtswerten der Kälber bis 150 Tage und denjenigen ab 151 Tage besteht eine Lücke von circa 30 kg. Dies ist auf die unterschiedlichen Datensätze aus den beiden Versuchen zurückzuführen. Ursache dafür dürften Unterschiede im Versuchsdesign sein, insbesondere eine unterschiedliche Rassenvertretung in den beiden Versuchen.

Festfutterverzehr im Alter von 151 bis 305 Tagen

Die Formeln für die Schätzung des Festfutterverzehrs und des GF-Verzehr werden wie folgt vorgeschlagen:

Schätzformel Verzehr (kg TS/Tag) nach Alter (151 bis 305 Tage)

$$\text{Festfutterverzehr} = 0,0231 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}}$$

Das Modell erklärt 95,4 % (B %) der Varianz des Verzehrs.

$$\text{GF-Verzehr} = 0,0207 \times \text{Alter}_{\text{Kalb}} - 0,26$$

Das Modell erklärt 94,1 % (B %) der Varianz des Verzehrs.

Schätzformel Verzehr (kg TS/Tag) nach LG (240 bis 450 kg)

$$\text{Festfutterverzehr} = 0,0179 \times \text{Gewicht}_{\text{Kalb}}$$

Korrektur:

- Rassentyp_{Mutter} Milchtyp: - 1,62 kg

Das Modell erklärt 95,3 % (B %) der Varianz des Verzehrs.

$$\text{GF-Verzehr} = 0,0165 \times \text{Gewicht}_{\text{Kalb}} - 0,93$$

Das Modell erklärt 94,0 % (B %) der Varianz des Verzehrs.

Im Alter von 151 bis 305 Tagen erhöhte sich der Festfutterverzehr von 3,5 auf 7,0 kg TS/Tag. Durch den steigenden Nährstoffbedarf des Kalbes und die biologisch bedingte rückläufige Milchproduktion der Mutterkuh stieg sowohl der Festfutter- wie auch der GF-Verzehr der Mutterkuhkälber auch für diese Altersphase an. Diese Entwicklung wurde bereits in verschiedenen Studien festgestellt (Sepchat *et al.* 2011; Agabriel und D'Hour 2007). Estermann *et al.* (2002) zeigten einen Festfutterverzehr von 6,3 kg TS/Tag im Alter von 300 Tagen, Sepchat *et al.* (2011) einen von 5,2 kg TS/Tag bei einem Alter von 290 Tagen, was beides tiefer liegt als der in dieser Arbeit ermittelte Festfutterverzehr.

Wird der Festfutterverzehr nach dem Lebendgewichtsmodell berechnet, zeigt sich, dass Kälber mit Müttern des Milchtyps einen tieferen ($p=0,039$) Festfutterverzehr aufwiesen als die mit Müttern des Masttyps. Dies kann wie bereits erwähnt durch die Unterschiede in der Milchleistung der Mutterkühe begründet werden.

Tab. 3 | Gesamtverzehr unterteilt in Festfutter und GF pro Mutterkuhkalb im Alter von 0 bis 305 Tagen.

	Alter (Tage)	LG (kg)	Festfutterverzehr (kg TS/Tier)	GF-Verzehr (kg TS/Tier)
Vorliegende Arbeit	0–150	45–213	101	101
	151–305	246–418	816	692
	0–305	45–418	917	793
GRUD 2017	0–165 ¹	bis 220		100
	0–300 ²	bis 350		600

¹Natura-Veal

²Natura-Beef

Tedeschi und Fox (2009) kamen zum Schluss, dass der Festfutterverzehr von säugenden Kälbern wesentlich von deren Milchaufnahme beeinflusst wird. Abdelsamei *et al.* (2005) zeigten, dass der Festfutterverzehr pro kg LG höher ist, wenn die aufgenommene Milchmenge reduziert ist.

Beim Modell des Festfutterverzehrs nach dem Alter des Kalbes sowie bei den beiden GF-Modellen waren die oben erwähnten Verzehrunterschiede zwischen den Gruppen «Milchtyp» und «Masttyp» nicht signifikant ($p=0,377$), weshalb diese Modelle keinen Korrekturfaktor beinhalten.

Vergleich mit den Richtwerten der GRUD 2017

Für die Berechnung des summierten Verzehrs wurde angenommen, dass der GF-Verzehr während der Vegetationsperiode sich vom GF-Verzehr im Stall nicht grundsätzlich unterscheidet. Der in dieser Arbeit ermittelte summierte GF-Verzehr von der Geburt bis zu 213 kg LG und 150 Tagen ist vergleichbar mit dem Richtwert der GRUD (Tab. 3, 0 bis 165 Tage). Der summierte GF-Verzehr von der Geburt bis zum Alter von 305 Tagen zeigt jedoch, dass die Kälber gemäss den Schätzformeln aus der vorliegenden Arbeit 32 % mehr GF konsumieren als in der GRUD geschätzt wird (793 vs. 600 kg TS).

Die summierten GF-Verzehrswerte sind aber aufgrund der Differenz im LG nicht direkt vergleichbar. Laut GRUD wiegen 300 Tage alte Kälber bis zu 350 kg, in der vorliegenden Arbeit wurde im Alter von 305 Tagen ein mittleres LG von 418 kg ermittelt. Gemäss Mutterkuh Schweiz (2018) lagen die mittleren Schlachtgewichte über alle Rassen und Geschlechter bei 227 kg (2018) beziehungsweise 223 kg (2017). Unter Annahme einer Schlachtausbeute von 57 %, liegen die entsprechenden LG zum Zeitpunkt der Schlachtung bei rund zehn Monaten bei 398 respektive 391 kg, was deutlich höher liegt als das geschätzte LG in der GRUD und eher mit den in dieser Arbeit ermittelten Gewichten übereinstimmt.

Schlussfolgerungen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zwei Modelle für die Gewichtsentwicklung in Abhängigkeit vom Alter von 0 bis 150 und von 151 bis 305 Tagen erarbeitet. Dabei hat sich gezeigt, dass die Faktoren Alter und Geschlecht der Kälber sowie der Rassentyp der Mutter das Gewicht von Mutterkühkälbern beeinflussen. Letzteres dürfte auf die Unterschiede in der Milchleistung der Mutter zurückzuführen sein.

Für die Vorhersage des Festfutterverzehrs von Mutterkühkälbern werden drei Schätzformeln vorgeschlagen. Die drei Modelle basieren auf den erhobenen Versuchsdaten und beinhalten die Faktoren LG oder Alter der Kälber sowie in der zweiten Altersphase zusätzlich den Rassentyp der Mutter. Diese Faktoren werden im Modell entsprechend gewichtet.

Zwischen dem mit den Schätzformeln ermittelten summierten GF-Verzehr von der Geburt bis zum Alter von 305 Tagen und dem Richtwert der GRUD besteht eine Differenz von 193 kg TS. Es besteht aber auch eine Differenz von 68 kg LG im Alter von 305 Tagen. Eine Anpassung des LG sowie des TS-Verzehrs in der GRUD an die effektiv in der Praxis erreichten Werte wäre wünschenswert. ■

Dank

Die Praxiserhebungen konnten dank dem AgroVet-Strickhof sowie Mutterkuh Schweiz durchgeführt werden. Wir danken für die organisatorische und finanzielle Unterstützung.

Literatur

- Abdelsamei A., Fox D., Tedeschi L., Thonney M., Ketchen D. & Stouffer J., 2005. The effect of milk intake on forage intake and growth of nursing calves. *Journal of Animal Science* **83**, 940–947.
- Agabriel J. & D'Hour P., 2007, mise à jour 2010. Alimentation des vaches allaitantes. In: Alimentation des bovins, ovins et caprins. Editions Quae, INRA, Versailles, 59–75.
- Bailey C. & Lawson J., 1981. Estimated water and forage intakes in nursing range calves. *Canadian Journal of Animal Science* **61**, 415–421.
- Boessinger M., Vogt U., Iten A., Schrade S., Keck M., Schick M. & Gazzarin C., 2017. Daten Mutterkühe 2017. Ausgabe Mutterkuh Schweiz. Hrsg. AGRIDEA, Lindau, 66 S.
- Butty A. & Morel I., 2013. Datenerhebung in Hinsicht einer Validierung und Ergänzung des Verzehrschätzungsmodells für Mutterkühe. Versuchsbericht, unveröffentlicht, Agroscope, Posieux, 12 S.
- Drennan M.J. & McGee M., 2004. Effect of suckler cow genotype and nutrition level during the winter on voluntary intake and performance and on the growth and slaughter characteristics of their progeny. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* **43** (2), 185–199.
- Estermann B., Sutter F., Schlegel P., Erdin D., Wettstein H-R. & Kreuzer M., 2002. Effect of calf age and dam breed on intake, energy expenditure, and excretion of nitrogen, phosphorus, and methane of beef cows with calves. *Journal of Animal Science* **80**, 1124–1134.
- Gelman A., Su Yu-Sung, Yajima M., Hill J., Pittau M., Kerman J., Zheng T. & Dorie V., 2016. Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models, Cambridge University Press, 2007. R package arm, version 1.9-3.
- Kuznetsova A., Brockhoff P. & Christensen R., 2017. lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software* **82** (13), 1–26.
- McGee M., Drennan M. & Caffrey P., 2005. Effect of suckler cow genotype on milk yield and pre-weaning calf performance. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* **44** (2), 185–194.
- Morel I., Chassot A., Schlegel P., Jans F. & Kessler J., 2017. Fütterungsempfehlungen für die Mutterkuh. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 8, Hrsg. Agroscope, Posieux, 1–9, (Konsultationsdatum 15.06.2019).
- Morel I., 2012. Fortsetzung und Ende des Versuches TYPO-4a «Produktion von Kalbfleisch aus der Mutterkuhhaltung»: Effekte des frühzeitigen Trockenstellens auf die folgende Laktation. Versuchsbericht, unveröffentlicht, Agroscope, Posieux, 11 S.
- Mutterkuh Schweiz, 2018. 38. Jahresbericht 2018 Fleischrinderherdebuch. Mutterkuhschweiz, Brugg, 136 p.
- Richner W. & Sinaj S., 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). *Agrarforschung Schweiz* **8** (6), Spezialpublikation, 276 S.
- Sepchat B., Lherm M., Agabriel J., Micol D., Cirié C., Egal D. & Garcia-Launay F., 2011. En production de taurillons Salers, la complémentation en concentré des broutards pénalise les performances zootechniques et économiques, l'apport supplémentaire de lait les améliore. *Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants* **18**, 221–224.
- Tedeschi L. & Fox D., 2009. Predicting milk and forage intake of nursing calves. *Journal of Animal Science* **87**, 3380–3391.
- Van Soest P., 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed. Comstock Publishing Associates, Ithaca, NY.

Riassunto**Consumo di mangime solido e andamento del peso dei vitelli di vacche nutrici**

Nel quadro di un'indagine pratica sono stati raccolti e analizzati dati riguardanti il consumo di mangime solido e l'andamento del peso vivo dei vitelli di vacche nutrici dalla nascita fino all'età di 305 giorni. Da questi dati sono stati poi derivati stimatori dell'andamento del peso e del consumo di mangime solido dei vitelli da latte in Svizzera. È emerso che l'età e il sesso dei vitelli, così come la razza della madre, influiscono sull'andamento del peso dei vitelli da latte. L'influenza della razza della madre sarebbe da ricondursi alle differenze nella produzione di latte. Entro il 150° giorno il peso dei vitelli con madri F1 (incrocio tra razza da carne e da latte) è aumentato del 13 % in più rispetto agli animali di razza da carne pura, nella seconda fase di età addirittura del 23 %. Dalla nascita e fino a 150 giorni di età è stato calcolato un aumento del consumo di mangime solido da 0 a 3,4 kg di sostanza secca (TS) al giorno, per la fase di età dai 151 ai 305 giorni un aumento da 3,5 a 7,0 kg di sostanza secca al giorno. Le formule per la stima del consumo di mangime solido dei vitelli da latte comprendono fattori quali il peso vivo (LG) e l'età dei vitelli, nonché, nella seconda fase di età, la razza della madre. Anche la produzione di latte delle vacche nutrici sembra influenzare il consumo di mangime solido dei loro vitelli. I vitelli con madri F1, a partire da un'età di 150 giorni, hanno consumato significativamente meno mangime solido rispetto a quelli di razza da carne pure. Fino all'età di 150 giorni i valori misurati riguardanti il consumo totale di foraggio di base dei vitelli da latte sono paragonabili ai valori indicativi dei «Principi della concimazione delle colture agricole in Svizzera» (PRIC). Dalla nascita all'età di 305 giorni il consumo totale di foraggio di base è risultato tuttavia più alto del 32 % (793 vs. 600 kg TS) rispetto a quello del PRIC, e il peso vivo era anch'esso maggiore del 19 % (418 vs. 350 kg). A causa di queste differenze nel peso vivo il consumo totale di foraggio di base non è direttamente confrontabile con i valori del PRIC.

Summary**Solid feed intake and weight development of suckler calves**

As part of a farm survey, data on the solid feed intake and liveweight development of suckler calves from birth to the age of 305 days were collected and analysed. The data were used to derive estimation formula on weight development and solid feed intake of suckler calves in Switzerland. The analysis showed that weight development in suckler calves is influenced by the calves' age and gender as well as by the dam's breed type. The latter is likely attributable to differences in the dams' milk yield. The weight gain of calves of F1 dams (beef breed × dairy breed) was 13 % higher and as much as 23 % higher compared to pure beef breeds in their first (up to 150 days) and second growth phases respectively. From birth to the age of 150 days an increase in feed intake from 0 to 3.4 kg DM/day of solid feed was calculated; for the second growth phase from 151 to 305 days the calculated solid feed intake increased from 3.5 to 7.0 kg DM/day. The formulas used to estimate the solid feed intake of suckler calves take account of the liveweight (LW) or age of the calves, and for the second growth phase they additionally take account of the dam's breed type. The dams' milk yield also appears to influence the calves' solid feed intake. From the age of 150 days onward, calves of F1 dams ingested significantly less solid feed than calves of pure beef breeds. The calculated figures for the total forage intake of suckler calves up to 150 days of age are comparable to the reference values set out in the Principles of Agricultural Crop Fertilisation in Switzerland (PRIF). However, the total forage intake from birth up to 305 days of age was shown to be 32 % higher (793 v. 600 kg DM) than the PRIF reference value, with LW also exceeding the PRIF value by 19 % (418 v. 350 kg). Given these differences in LW, the total forage intake is not directly comparable to the PRIF reference values.

Key words: suckler beef, forage intake, solid feed intake, weight gain, estimation model.