

MARTIN STEINHARDT und HANS – HERMANN THIELSCHER

Wachstumsleistung und Anpassung von Saugkälbern aus der Mutterkuhhaltung mit einer unterschiedlichen Hämoglobinkonzentration des Blutes

Abstract

Title of the paper: **Growth performance and adaptation of suckler calves with a different hemoglobin content of blood from a cow-calf operation**

To characterize physiological variables in suckler calves of different developmental quality and fitness (hemoglobin content of blood low HbG1, moderate HbG2 and high HbG3) at early growth with uniform husbandry system on suckler calves (36 German Red Pied, 5 German Black Pied, 17 male and 24 female) measurements of body weight and blood composition were done repeatedly at 9 – 14, 18 – 25, 28 – 35, 40 – 52 and 59 - 77 days of age. Mean birth weight was not different between groups. Growth performance of calves of HbG1 was smaller than that of calves of HbG2 and of HbG3. Hematological variables of the calves in the three groups changed with growth in different ways. Significant mean value differences between groups could be found for Hb, Hk, MCHC, O₂CAP, O₂CONT, and plasma iron concentration at all testing points, for O₂SAT at 28 – 37 days and for COHb at 59 – 77 days of age. Mean Noradrenalin concentrations were significantly greater in calves of HbG1 than in those of HbG2 and of HbG3 at 9 – 14 days and 18 – 25 days of age. Relationships between the quality of erythropoiesis and iron access were assessed considering the changes of the physiological variables and the initial situation in calves at the first days of life.

Key Words: suckler calves, hemoglobin content of blood, hematological measures, catecholamines, adaptation, growth performance

Zusammenfassung

Um physiologische Variablen von Saugkälbern mit einer unterschiedlichen Entwicklungsqualität und Fitness (Hämoglobingehalt des Blutes klein HbG1, mittelmäßig HbG2 und groß HbG3) im Verlaufe der frühen Wachstumsperiode bei einheitlichen Haltungsbedingungen zu charakterisieren, wurden an Saugkälbern (36 Deutsche Rotbunte, DRB, 5 Deutsche Schwarzbunte, DSB, 17 männliche, 24 weibliche) wiederholt Messungen der Körpermasse und Untersuchungen hämatologischer Meßwerte vorgenommen. Das mittlere Geburtsgewicht war zwischen den Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. Die Wachstumsleistung der Kälber der HbG1 war kleiner als die von HbG2 und HbG3. Die hämatologischen Variablen änderten sich bei Kälbern der drei Hb-Gruppen in unterschiedlichem Grade während der Aufzucht. Signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen konnten für Hb, Hk, MCHC, O₂CAP, O₂CONT und Plasmaeisen an allen Untersuchungspunkten, für O₂SAT bei 28 – 35 LT und für COHb bei 59 – 77 LT nachgewiesen werden. Die Noradrenalinkonzentrationen der Kälber aus HbG1 waren bei 9 – 14 LT und 18 – 25 LT größer als jene der Kälber aus HbG2 und HbG3. Zusammenhänge zwischen der Qualität der Erythropoese und der Eisenverfügbarkeit wurden in Verbindung mit der Änderung physiologischer Variablen der Saugkälbern während des Wachstums eingeschätzt.

Schlüsselwörter: Saugkälber, Hämoglobingehalt des Blutes, hämatologische Blutwerte, Katecholamine, Anpassung, Wachstumsleistung

1. Einleitung

Das genetisch determinierte Wachstumspotential der Kälber kann durch die Nahrungsverfügbarkeit und Fütterungsintensität beeinflusst werden und ist in Mutterkuhhaltungen sowohl von dem Leistungsvermögen der Kuh (Übersicht bei SCHOLZ et al., 2001) als auch von der Entwicklungsqualität und Vitalität des Kalbes abhängig.

Detaillierte Angaben zur Wachstumscharakteristik der Saugkälber und zu den Faktoren, die diese beeinflussen können, sind spärlich. Blutmesswerte der Saugkälber und deren Änderungen mit dem Alter der Tiere sind an einem genetisch unterschiedlichen Tiermaterial und teilweise an kleinen Tiergruppen, die unter verschiedenen Bedingungen gehalten wurden, untersucht worden (EGLI u. BLUM, 1998; REECE, 1984; REECE et al., 1984; RICE et al., 1967; THIELSCHER, 1994; STEINHARDT et al., 1995; STEINHARDT u. THIELSCHER, 2000). Es ist aus mehreren Gründen von Interesse, wie die Anpassung der Kälber in den ersten Lebensmonaten unter Bedingungen unbegrenzter Nahrungsverfügbarkeit wie im Falle der Mutterkuhhaltung erfolgen kann. In der vorliegenden Arbeit wurden Saugkälber mit einem unterschiedlichen Hämoglobingehalt des Blutes (Hb) wiederholt untersucht und deren Wachstumsleistung und andere physiologische Variablen charakterisiert. Die folgenden Fragen waren von Interesse: (1) Wie ändern sich physiologische Variablen der Saugkälber mit unterschiedlicher Entwicklungsqualität nach der Geburt im Verlaufe des Wachstums bei unbegrenzter Nahrungsverfügbarkeit und bei einheitlichen Aufzuchtbedingungen? (2) Wie sind die Beziehungen zwischen einigen Variablen in den Kälbergruppen ausgeprägt?

2. Material und Methodik

2.1 Tiere, Haltungsbedingungen: Die Untersuchungen wurden in der Mutterkuhherde des Institutes (Deutsche Rotbunte, DRB, Deutsche Schwarzbunte im alten Typ, DSB) während der Kalbeperiode 1998/1999 (Winterstallhaltung) vorgenommen und fanden von Oktober bis März statt (Tab. 1). Die Tiere wurden in Laufboxen (6,5 m x 31,5 m) mit Stroheinstreu gehalten (20 bis 25 Kuh-Kalb-Paare). Für die Kälber war zusätzlich ein separater Stallbereich (5 m x 15,4 m) mit Stroheinstreu erreichbar, in welchem Heu und Kraftfutter angeboten wurden und eine Selbsttränke installiert war. Von den Laufboxen hatten die Tiere Zugang zum Futtergang, der mit Fanggittern versehen war, und auf welchem Silage (Gras, Mais) angeboten wurde. Die Abkalbungen erfolgten in Kalbeboxen (3,3 m x 4,2 m), in welchen die Kuh-Kalb-Paare 7 - 10 Tage blieben. Danach wurden die Tiere in die Laufbox zu den übrigen Mutterkühen gebracht. Ältere Kälber und ihre Muttertiere kamen in eine benachbarte Laufbox mit Teilspaltenboden und Liegeboxen.

Tabelle 1
Übersicht zum Tiermaterial (Characteristics of the animals)

	Hb-Gruppe 1	Hb-Gruppe 2	Hb-Gruppe 3	Summe
Rasse Deutsche Rotbunte	11	11	14	36
Deutsche Schwarzbunte	1	2	2	5
Summe	12	13	16	41
Geschlecht männlich	7	4	6	17
weiblich	5	9	10	24
Summe	12	13	16	41

2.2 Untersuchungsablauf, Messungen: Bei einem Alter der Kälber von 9 –14, 18 – 25, 28 - 35, 40 -52 und 59 - 77 LT (in Tabelle 2 auch als Altersperioden 1 bis 5 bezeichnet) erfolgten Tierwägungen und Blutuntersuchungen. Mit Hilfe der zugebildeten Körpermasse und des Alters wurde die Wachstumsrate (WR, kg/d) ermittelt. Zur Blutentnahme waren die Kälber mit einem Strickhalfter fixiert worden. In peripheren ve-

nösen Blutproben (V. jugularis) wurden der Hämatokritwert (Hk), die Hämoglobinkonzentration (Hb), Hämoglobinderivate und -varianten, Gasgehalte und -drucke ermittelt. Die Blutproben wurden mit dem AVL 912 CO-Oxylite von Medical Instruments AG, mit welchem neben Messgrößen des Säure-Basen-Status die Hämoglobinkonzentration, Sauerstoffsättigung (O₂SAT), Sauerstoffkapazität (O₂CAP) und der Sauerstoffgehalt (O₂CONT), die Hämoglobinderivate Oxyhämoglobin (O₂Hb), Desoxyhämoglobin (HHb), Carboxyhämoglobin (COHb), Methämoglobin (MetHb) und Sulfhämoglobin (SHb) ermittelt werden können, untersucht. Hk wurde mit der Mikrohämatokritmethode bestimmt. Noradrenalin und Adrenalin wurden mit Hilfe der HPLC bestimmt.

Tabelle 2

Wachstumsraten (kg/d) der Saugkälber in den Gruppen nach dem Hämoglobingehalt des Blutes, LSM und SEM (Growth rate of suckler calves within groups by hemoglobin content of blood)

Alter (d)	Hb-Gruppe 1	Hb-Gruppe 2	Hb-Gruppe 3
9 - 14	0,877	1,139	0,931
	0,103	0,134	0,109
18 - 25	0,805	0,928	1,034
	0,051	0,083	0,087
28 - 35	0,748 ^a	0,839 ^{a,b}	1,037 ^c
	0,032	0,052	0,068
40 - 52	0,723 ^a	0,887 ^b	0,992 ^b
	0,049	0,068	0,057
59 - 77	0,764 ^a	0,938 ^b	1,048 ^b
	0,034	0,067	0,045

a,b,c : Mittelwerte mit gleichem Buchstaben nicht signifikant verschieden

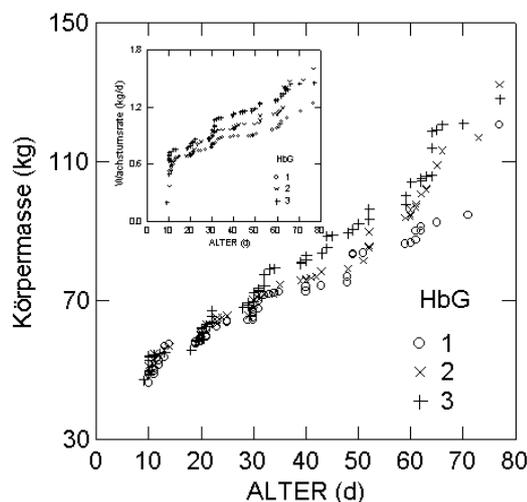


Abb. 1: Quantil-Quantil Plots des Alters und der Körpermasse sowie des Alters und der Wachstumsrate (Insert links oben), (Q-Q Plot of calf age and body weight and of calf age and growth rate, insert top left)

2.3 Bearbeitung der Ergebnisse, statistische Methoden: Mit Hilfe der Hämoglobinkonzentration des Blutes (Hb) der Kälber ist eine Zuordnung der Tiere zu folgenden Hb-

Gruppen vorgenommen worden: HbG1: Hb = < 8,4 g/dl; HbG2: Hb 8,5 bis 10,2 g/dl und HbG3: Hb > 10,2 g/dl. Körpermasse, Wachstumsrate und Alter der Saugkälber wurden als Quantil-Quantil Plots dargestellt (Abb. 1). Folgende Gesichtspunkte wurden bei der Auswertung berücksichtigt: (1) Prüfung der Variablen zwischen den Kälbergruppen in den Altersbereichen, (2) Prüfung der Variablen zwischen den Altersbereichen in den Kälbergruppen und (3) Prüfung der Korrelationen zwischen den Variablen in den Altersbereichen und in den Kälbergruppen. Die Bearbeitung der Ergebnisse wurde mit PC-Statistik von Topsoft Hannover, mit Systat sowie Sigma Plot von SPSS Science Software vorgenommen (Korrelations- und Regressionsrechnung, ANOVA und ANOVA for repeated measures). Mittelwertprüfungen zweier Gruppen wurden mit dem t-Test und Wilcoxon-Test vorgenommen. Die Irrtumswahrscheinlichkeiten (Bonferroni adjusted probability) sind in den Tabellen und Abbildungen angegeben und, wenn nicht ausdrücklich erwähnt, mit 5 % angenommen worden.

3. Ergebnisse

3.1 Körpermasse

Das mittlere Geburtsgewicht der Kälber war zwischen den Hb-Gruppen nicht signifikant verschieden (HbG1: 43,6 ± 4,1 kg; 38 – 49 kg; HbG2: 42 ± 3,8 kg; 35 – 48 kg; HbG3: 42,6 ± 3,7 kg; 35 – 48 kg; MW ± SD, Minimum - Maximum). Die Körpermasse der Kälber aus HbG3 war ab 30 LT und diejenige der Kälber aus HbG2 ab 50 LT größer als die der Kälber aus HbG1 (Abb. 1). Die Wachstumsrate war bei HbG1 am kleinsten und bei HbG3 am größten (Abb. 1). Signifikante Unterschiede der mittleren Wachstumsrate zwischen den Hb-Gruppen ließen sich in den Altersbereichen 28 – 35 LT, 40 – 52 LT und 59 – 77 LT nachweisen (Tab. 2).

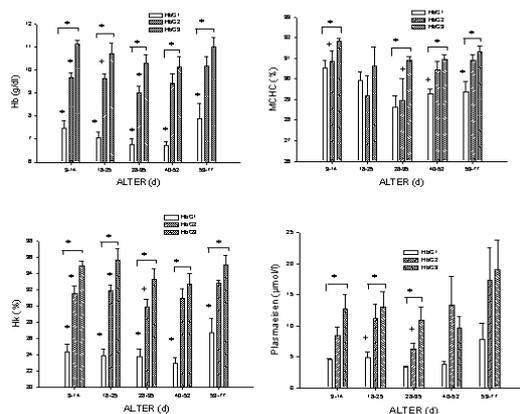


Abb. 2: Hämoglobinkonzentration, Hämatokrit, mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (MCHC) und Plasmaeisenkonzentration bei Saugkälbern in verschiedenen Altersbereichen, LSM und SEM, Mittelwertunterschiede: + p<0,05; * p<0,01 (Hemoglobin content, hematocrite, mean corpuscular hemoglobin concentration and plasma iron concentration in suckler calves at different life ages, LSM and SEM)

3.2 Hämatologische Variablen, Sauerstoffgehalt des Blutes, Plasmaeisen

Hb, Hk, MCHC, O₂CONT und O₂CAP waren bei Tieren der HbG3 in allen Altersbereichen größer als bei jenen der HbG1 und HbG2 (Abb. 2 und 3). Hb und Hk waren zwischen den drei Gruppen bis zum Alter von 35 LT, dann nur noch zwischen HbG1 und den übrigen Gruppen signifikant verschieden (Abb. 2). Geringgradige Abnahmen der Mittelwerte von Hb und Hk der Kälber in den Hb-Gruppen waren bis zum Alter von 40 – 52 LT festzustellen, danach waren größere Mittelwerte nachweisbar. MCHC verringerte sich bei Kälbern der HbG1 und HbG2 bis zum Alter von 28 – 35 LT und wurde danach insbesondere bei Tieren der HbG2 wieder größer. Die mittlere Plasmaeisenkonzentration war bei Kälbern der HbG1 kleiner als bei jenen der HbG2 und HbG3. Sie änderte sich in den Hb-Gruppen unterschiedlich und war zwischen 18 – 25 LT und 28 – 35 LT bei den Kälbern der drei Gruppen signifikant verschieden (Abb. 2). O₂CONT des venösen Blutes war bis zum Alter von 28 – 35 LT, O₂CAP war bis zum Alter von 18 – 25 LT zwischen den Kälbern der drei Hb-Gruppen und dann nur zwischen jenen der HbG1 und den übrigen Gruppen signifikant verschieden (Abb. 3). Kälber der HbG1 wiesen den größten COHb-Anteil des Blutes auf (Abb. 3). Dieser wurde bei Kälbern der HbG1 mit zunehmendem Alter stetig größer, bei Kälbern der HbG2 und HbG3 wurde er nur bis zum Alter von 18 – 25 LT größer, war jedoch bei Kälbern der HbG2 größer als bei Kälbern der HbG3 (Abb. 3). Signifikante Unterschiede des mittleren COHb-Anteils zwischen den Gruppen waren bei 59 - 77 LT festzustellen. Kälber der HbG2 und HbG3 hatten in allen Altersbereichen größere O₂SAT des Blutes als jene der HbG1, sicher waren die Mittelwertunterschiede nur bei 28 – 35 LT (Abb. 3). Mittelwertunterschiede der Variablen zwischen den Altersbereichen waren in einigen Fällen sicher (Tab. 3).

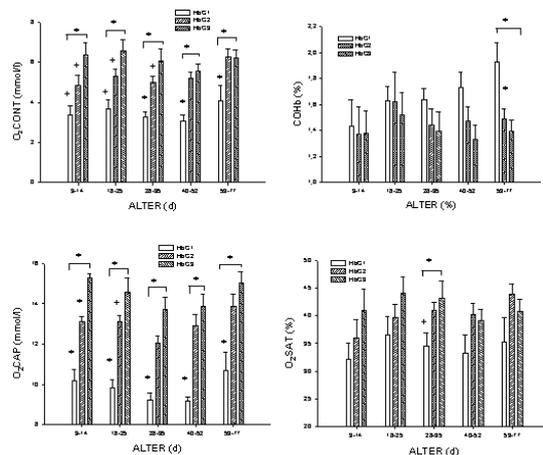


Abb. 3: Sauerstoffgehalt (O₂CONT), Sauerstoffkapazität (O₂CAP), Carboxyhämoglobinanteil (COHb) und Sauerstoffsättigung (O₂SAT) des Blutes der Saugkälber in verschiedenen Altersbereichen, LSM und SEM, Mittelwertunterschiede: + p < 0,05; * p < 0,01 (Oxygen content, oxygen capacity, carboxyhemoglobin fraction and oxygen saturation of blood in suckler calves at different life ages, LSM and SEM)

Tabelle 3

Übersicht zu den Mittelwertunterschieden der Variablen zwischen den Altersbereichen 1 bis 5 in den Kälbergruppen nach dem Hämoglobingehalt des Blutes (Review of mean value differences of the variables between life age periods 1 to 5 within calf groups by hemoglobin content of blood)

	Hb-Gruppe 1	Hb-Gruppe 2	Hb-Gruppe 3
Hämoglobingehalt		3 vs 5 p = 0,0192	1 vs 3 p = 0,038 1 vs 4 p = 0,0276
Hämatokrit	4 vs 5 p = 0,0455		
MCHC	1 vs 3 p = 0,0061 1 vs 4 p = 0,012 2 vs 3 p = 0,047		1 vs 3 p = 0,0002 1 vs 4 p = 0,0028
Plasmaeisen	1 vs 3 p = 0,0009	3 vs 5 p = 0,0307	4 vs 5 p = 0,0413
O ₂ CONT		1 vs 5 p = 0,0254 3 vs 5 p = 0,013 4 vs 5 p = 0,0318	
O ₂ CAP			1 vs 3 p = 0,0165 1 vs 4 p = 0,0224
COHb	1 vs 5 p = 0,034 3 vs 5 p = 0,037		
O ₂ SAT			
Noradrenalin	1 vs 4 p = 0,0159 1 vs 3 p = 0,0353		
Adrenalin	2 vs 3 p = 0,0486		

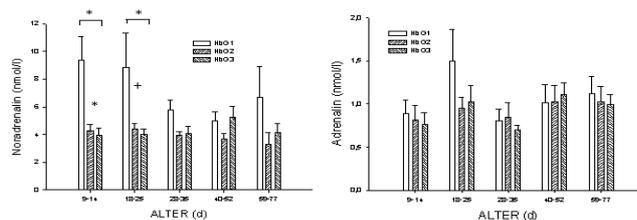


Abb. 4: Noradrenalin- und Adrenalin-Konzentration des Blutplasmas der Saugkälber in verschiedenen Altersbereichen, LSM und SEM, Mittelwertunterschiede: + p < 0,05, * p < 0,01 (Norepinephrine and epinephrine concentration of blood plasma in suckler calves at different life ages, LSM and SEM)

3.3 Noradrenalin, Adrenalin

Kälber der HbG1 hatten in allen Altersbereichen größere mittlere Noradrenalin-Konzentrationen als jene der HbG2 und HbG3 (Abb. 4), sicher waren die Mittelwertunterschiede im Alter von 9 – 14 LT und 18 – 25 LT. Zwischen den Altersbereichen waren sichere Unterschiede der Mittelwerte von Noradrenalin und Adrenalin nur bei Kälbern der HbG1 festzustellen (Tab. 3).

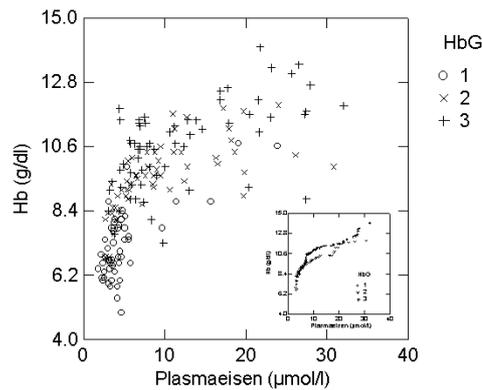


Abb. 5: Streudiagramm und Quantil-Quantil Plot (Insert) der Hämoglobinkonzentration des Blutes und der Plasmaeisenkonzentration der Saugkälber (Scatterplot and Q-Q Plot of hemoglobin content of blood and plasma iron concentration of suckler calves)

4. Diskussion

Die unterschiedliche Wachstumsleistung der Saugkälber der drei Hb-Gruppen bei unbegrenzter Nahrungsverfügbarkeit (Abb. 1) und Beziehungen biochemischer und hämatologischer Konzentrationsmaße mit Kriterien der Wachstumsleistung der Saugkälber, die markant im Alter von 40 – 70 LT hervortraten (REECE et al., 1984; STEINHARDT et al., 2000), stehen unter anderem mit der Erythropoese und der Sauerstoffversorgung der Tiere in Verbindung. Verkleinerungen von Hk, Hb (EGLI und BLUM, 1998; KNOWLES et al., 2000; REECE u. HOTCHKISS, 1987; RICE et al., 1967) und der Plasma-Fe-Konzentration (ADAMS et al., 1992; KNOWLES et al., 2000) in den ersten Lebensstunden und –tagen, eine Folge der Erweiterung des Gefäßsystems und der damit verbundenen Blutvolumenvergrößerung (vorwiegend Plasmavolumen, Hämodilution) sowie der Einstellung der Regulationsmechanismen, erfolgten in den Kälbergruppen von unterschiedlichen Niveaus aus und gingen in unterschiedlichem Grade von statten (Abb. 2). Eine weitere mäßige Verkleinerung von Hb und Hk bis zum Alter von etwa 6 Wochen, die wiederholt festgestellt worden ist (EGLI u. BLUM, 1998; REECE, 1984; REECE und HOTCHKISS, 1987), kann durch mehrere Faktoren in Abhängigkeit von der Entwicklungsqualität der Tiere und von den Haltingsbedingungen beeinflusst worden sein. Die Mittelwerte der hämatologischen Variablen und von Plasmaeisen der Kälber der drei Hb-Gruppen waren teilweise in Übereinstimmung mit Angaben anderer Untersuchungen (EGLI und BLUM, 1998; REECE, 1984; THIELSCHER, 1994), die eine große Streuung der Variablen aufwiesen, oder lagen sämtlich unter denen (REECE et al., 1984) bei Saugkälbern von Mastrassen und Kreuzungstieren im Alter von 2 bis 7 Wochen.

Signifikant kleinere Plasmaeisenwerte der Saugkälber von HbG1 (Abb. 2) und die Beziehung zwischen Hb und Plasmaeisen aller Kälber (Abb. 5) deuteten auf eine nicht ausreichende Fe-Verfügbarkeit bei einem größeren Anteil der Tiere hin, die durch mehrere Faktoren beeinflusst worden sein kann, wie auch an den Verteilungen der Variablen zu sehen war (Abb. 5). Das gleichzeitige Vorliegen weiterer marginaler

Mangelzustände bei einigen Tieren wie z. B. an Cu oder Mg muss in Erwägung gezogen werden, denn auf Probleme der Mineralstoffverfügbarkeit der Mutterkühe und der Saugkälber ist hingewiesen worden (OCHRIMENKO et al., 1998). Eisen ist ein essentielles Element und dient in Hämoglobin, Myoglobin und Cytochrom C zur Bereitstellung zellulärer Energie, in Cytochrom P450 und in der Ribonukleotidreduktase ist es am Xenobiotikametabolismus und an der DNA-Synthese beteiligt. Spezielle Resorptionsmechanismen für Fe im proximalen Dünndarm sind energieabhängig, sättigbar und von einer intakten Proteinsynthese abhängig. Die Anpassung der Eisenresorption scheint durch bedarfsgerechte Expression von Eisentransportproteinen in der Bürstensaummembran des Duodenum (Divalent cation transporter; DCT1, iron regulatory protein, IRP) zu erfolgen (SCHÜMANN und HUNDEK, 1998). Über die entwicklungsphysiologische Ausprägung dieser Mechanismen der Kälber sind keine Untersuchungsbefunde vorhanden.

RICE et al. (1967) vermuteten die Ursache einer leichten Anämie bei Saugkälbern (Angus, Hereford, Shorthorn und Kreuzungstiere) im Mangel an fetalem Speichereisen und im geringen Fe-Gehalt der Milch. Behandlungen unauffälliger Saugkälber verschiedener Mastrassen und von Kreuzungstieren mit Eisendextran (26,4 mg Fe/kg KM i.m. bei der Geburt und bei 8 Wochen, RICE et al., 1967; 1000 mg Fe zur Hälfte s.c. und i.m. in der 1. und 3. Lebenswoche, REECE et al., 1984) hatten positive Effekte auf Hb, Hk und MCV während der Aufzucht der Tiere in Weidehaltung und ohne zusätzliches Beifutter, eine Reaktion im Körpergewicht war vom Geschlecht und vom Zeitpunkt der Behandlung abhängig, nicht beständig oder gar nicht vorhanden. Die Fe-Reserven zum Zeitpunkt der Geburt sind im allgemeinen ausreichend für die während der Milchernährungsperiode notwendige Vergrößerung der Erythrozytenmenge und Muskelmasse, denn die fetale Fe-Anreicherung erfolgt mit großer Effizienz (KAKUTA et al., 1997). Die Erythropoese gegen Ende des fetalen Lebens und die Anpassung an die O₂-Bindungseigenschaften des Blutes der Kuh und an die intrauterine O₂-Versorgung können sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Auffüllung, die Größe des Speichers selbst und der Grad der Nutzung des Fe für die Erythropoese waren an der Variation der in der Leber vorhandenen Fe-Menge neugeborener Milchrindkälber zu sehen (MILTENBURG et al., 1991; STEINHARDT et al., 1993). Weniger zuverlässig ist die Fe-Menge in der Milz und deren Mobilisierung einzuschätzen, die im inneren Fe-Stoffwechsel eine bedeutende Rolle spielt und durch mehrere Faktoren beeinflusst werden kann. Die Blutspeicherfunktion entwickelte sich erst stärker in den ersten postpartalen Lebenswochen (Schaf: POTOČNIK und WINTOUR, 1996). Infolge des Geburtsverlaufes können hohe Anteile der fetalen Erythrozytenmenge in den Eihäuten verbleiben, so dass den neugeborenen Kälbern eine beträchtliche Menge an Fe nicht mehr zur Verfügung steht. Der Fe-Gehalt des Kolostrum und der Milch variierte weniger (KUME und TANABE, 1993), die Laktoferrinkonzentration war bei multiparen Kühen größer als bei primiparen (TSUJI et al., 1990). Fe-Verluste des Körpers und Einschränkungen der Aufnahme bei Magen-Darmerkrankungen können in schweren Fällen, die mit Blutverlusten und mit starken Schädigungen der Darmschleimhaut verbunden sind und über längere Zeiträume bestehen bleiben, von größerer Bedeutung sein.

Außer der Verfügbarkeit ist die Mobilisierbarkeit und Nutzung des Eisens im Körper der Kälber und die notwendige Stimulierung der Erythropoese von Bedeutung. Die von der Schilddrüsenfunktion abhängige Stoffwechselintensität und insbesondere kör-

perliche Aktivität einer bestimmten Intensität beeinflussen Blut-, Plasma- und Erythrozytenvolumen, fördern den Erythrozytenabbau und stimulieren die Erythropoese u. a. über die vermehrte Bildung von Erythropoietin (EPO) in der Niere und bei Jungtieren in den ersten Wochen auch in der Leber. Mit dem Alter der Kälber abnehmende Mittelwerte von MCHC lassen die Erneuerung und Vergrößerung der Erythrozytenpopulation, die infolge der forcierten Erythropoese (emergency hematopoiesis) mit einem zunehmenden Anteil unausgereifter großer Erythrozyten erfolgt, erkennen (Abb. 2). Auch Behandlungen der Saugkälber in Weidehaltung mit Fe führten zu größeren Erythrozyten, die mehr Hämoglobin enthielten (REECE et al., 1984). Zunehmende Anteile von COHb bei Kälbern aller Gruppen bei 18 – 25 LT und später insbesondere bei jenen der HbG1 (Abb. 3) sind ein Ausdruck einer stark gesteigerten Erythropoese, die von einer vermehrten HbF-Bildung begleitet ist. Die unterschiedliche O₂-Transportkapazität des Blutes, die von Hb und der Hämoglobinvariante (HbF, HbA, HbB) abhängig ist (CAMBIER et al., 2000; GUSTIN et al., 1997), wurde teilweise durch die Herzfrequenz und die Sauerstoffextraktion in den Geweben kompensiert (Abb. 2 und 3). Signifikant kleinere Sauerstoffgehalte des Blutes der Kälber aus HbG1 sprechen für eine weitgehende Sauerstoffextraktion in den Geweben dieser Tiere. Größere NoradrenalinKonzentrationen bei Kälbern der HbG1 können Ausdruck der erhöhten Erregbarkeit und des stärkeren Erregungsgrades sein, denn hypoxische Zustände haben eine Aktivierung des sympathischen Nervensystems zur Folge. Saugkälber wie auch mutterlos aufgezogene Kälber der drei Hb-Gruppen wiesen unterschiedliche Aktivitäts- und Ruhezeiten sowie auch unterschiedliche rhythmische Änderungen derselben und der Herzfrequenz im Tagesverlauf auf, die wahrscheinlich durch die Erregbarkeit, physische Fitness und Ausdauer der Tiere beeinflusst worden waren (STEINHARDT und THIELSCHER, 2002).

Die Mineralstoffaufnahme war für die Saugkälber im wesentlichen mit der Aufnahme der Hauptnährstoffe verbunden und auf in diesen enthaltene Mineralstoffe beschränkt. Ab einem Alter von 4 Wochen vorgenommene Zufütterungen von Kraftfutter und Heu an Kälber waren mit einem nur langsamen Anstieg der Beifutteraufnahme verbunden (REECE, 1984; THIELSCHER, 1994), denn bedeutsame Mengen wurden erst bei 8 Wochen verbraucht. Die genetisch festgelegte Entwicklung sekretorischer Funktionen des Magen-Darm-Kanals (BUDDINGTON, 1992) und die Umstellung derselben von der Milchverdauung auf diejenige von pflanzlichen Nährstoffen (Feststoffen) kann durch den Zeitpunkt der Aufnahme und durch die Menge und Qualität des sogenannten Beifutters beeinflusst werden. Die Verfügbarkeit übermäßiger Milchmengen, die bei einigen Kälbern durch Fremdsaugen erreicht worden war, kann zu einer verspäteten und verringerten Beifutteraufnahme beigetragen haben. In welchem Maße ein ausreichender Spurenelementhaushalt, speziell auch Fe-Bestand des Tierkörpers in den ersten Lebenswochen die Aufnahme und Verwertung von Rauhfutter beeinflusst hat, ist bisher nicht sicher einzuschätzen. REECE und HOTCHKISS (1987) fanden bei männlichen Holstein Friesian Kälbern eine Beziehung zwischen Appetit (Futterverweigerung) und Hb, wenn Hb ab dem Alter von 6 Wochen kleiner 7 g/dl war. Bekanntlich fördert die Festfutteraufnahme erythropoetische Vorgänge und trägt zu größeren Hb und Hk der Kälber bei, wie an den hämatologischen Variablen ab einem Alter von 50 bis 60 LT zu sehen war (Abb. 2). Die Untersuchungsergebnisse zeigen Zusammenhänge zwischen der Qualität der Erythropoese und deren Auswirkungen über die in den ersten Lebenswochen vorhandene Erythrozytenpopulation und die Ef-

fekte der Eisenverfügbarkeit und Mobilisierung während der frühen Wachstumsperiode auf hämatologische Variablen und die Gewichtszunahme der Kälber.

Literatur

- ADAMS, R.; GARRY, F. B.; ALDRIDGE, B.; HOLLAND, M. D.; ODDE, K. G.:
Hematologic values in newborn beef calves. *Am. J. Vet. Res.* **53** (1992), 944-950
- BUDDINGTON, R. K.:
Intestinal nutrient transport during ontogeny of vertebrates. *Am. J. Physiol.* **263** (1993), R503-R509
- CAMBIER, C.; CLERBAUX, T.; DETRY, B.; BEERENS, D.; FRANS, A.; GUSTIN, P.:
Blood oxygen binding in double-muscled calves and dairy calves with conventional muscle conformation. *Am. J. Vet. Res.* **61** (2000), 299-304
- EGLI, C. P.; BLUM, J. W.:
Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling Simmentaler calves held in a cow-calf operation. *J. Vet. Med. A* **45** (1998), 99-118
- GUSTIN, P.; DETRY, B.; ROBERT, A.:
Influence of age and breed on the binding of oxygen to red blood cells of bovine calves. *J. Appl. Physiol.* **82** (1997), 784-790
- KAKUTA, K.; ORINO, K.; YAMAMOTO, S.; WATANABE, K.:
High levels of ferritin and its iron in fetal bovine serum. *Comp. Biochem. Physiol.* **118A** (1997), 165-169
- KNOWLES, T. G.; EDWARDS, J. E.; BAZELEY, K. J.; BROWN, S. N.; BUTTERWORTH, A.; WARRISS, P. D.:
Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Veterinary Record* **147** (2000), 593-598
- KUME, S.-I.; TANABE, S.:
Effect of parity on colostrum mineral concentrations of Holstein cows and value of colostrum as a mineral source for newborn calves. *J. Dairy Sci.* **76** (1993), 1654-1660
- MILTENBURG, G. A. J.; WENSING, T.; van VLIET, J. P. M.; SCHUIJT, G.; van de BROEK, J.; BEUKINK, H. J.:
Blood hemoglobin, plasma iron, and tissue iron in dams in late gestation, at calving, and in veal calves at delivery and later. *J. Dairy Sci.* **74** (1991), 3086-3094
- OCHRIMENKO, W. I.; LÖHNERT, H.-J.; SCHWARTZE, J.; LOBER, U.:
Status ausgewählter Stoffwechselfparameter von Mutterkühen bei ganzjähriger Freilandhaltung. *Tierärztl. Umschau* **53** (1998), 613-620
- POTOCNIK, S. J.; WINTOUR, E. M.:
Development of the spleen as a red cell reservoir in lambs. *Reprod. Fertil. Develop.* **8** (1996), 311-315
- REECE, W. O.:
Acid-base balance and selected hematologic, electrolytic, and blood chemical variables in calves nursing cows: One week through fifteen weeks. *Am. J. Vet. Res.* **45** (1984), 666-669
- REECE, W. O.; HOTCHKISS, D. K.:
Blood studies and performance among calves reared by different methods. *J. Dairy Sci.* **70** (1987), 1601-1611
- REECE, W. O.; SELF, H. L.; HOTCHKISS, D. K.:
Injection of iron in newborn beef calves: Erythrocyte variables and weight gains with newborn-dam correlations. *Am. J. Vet. Res.* **45** (1984), 2119-2122
- RICE, R. W.; NELMS, G. E.; SCHOONOVER, C. O.:
Effect of injectable iron on blood hematocrit and hemoglobin and weaning weight of beef calves. *J. Anim. Sci.* **26** (1967), 613-617
- SCHOLZ, H.; KOVACS, A. Z.; STEFLER, J.; FAHR, R.-D.; LENGERKEN, G. v.:
Milchleistung und -qualität von Fleischrindkühen während der Säugeperiode. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **44** (2001), 611-620
- SCHÜMANN, K.; HUNDER, G.:
Zur Resorption und Supplementierung von Eisen. *Lab. Med.* **22** (1998), 465-470
- STEINHARDT, M.; BÜNGER, U.; LANGANKE, M.; GOLLNAST, I.; KUTSCHKE, J.:
Spurenelementausstattung neugeborener Kälber - Einflüsse des Muttertieres sowie von genetischer Konstruktion, Geschlecht und Reifegrad des Neugeborenen. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* **100** (1993), 121 - 124
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; LEHR, A.; IHNEN, B.; SZALONY, S.; LADEWIG, J.; SMIDT, D.:

- Klinisch-chemische und hämatologische Blutwerte und Anpassungsreaktionen bei Saugkälbern in den ersten Lebenswochen. Dtsch. tierärztl. Wschr. **102** (1995), 399-405
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H. ; GRÜNBERG, W.:
Tiergerechte Haltung und physiologische Funktionen von Tieren. Entwicklungsqualität und Anpassung von Saugkälbern der Mutterkuhhaltung und von in Gruppen am Tränkeautomaten aufgezogenen Kälbern der Deutschen Rotbunten. Landbauforschung Völkenrode **50** (2000), 181-198
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.:
Physiologische Variablen und Wachstumsleistung bei Saugkälbern der Mutterkuhhaltung in den ersten beiden Lebensmonaten. Tierärztl. Umschau **55** (2000), 380-389
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.:
Effekte der Entwicklungsqualität auf die Herzfrequenz, die Aktivitäts- und Ruhezeiten und deren Rhythmizität sowie auf die Wachstumsleistung der Milchrindkälber während der Aufzucht in Gruppenhaltung mit Tränkeautomatenfütterung. Arch. Tierz., Dummerstorf **45** (2002) 6, 523-534
- THIELSCHER, H.-H.:
Hämoglobingehalt und Laktatkonzentration bei Kälbern unter extensiven und intensiven Haltungsbedingungen. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. **107** (1994), 20-22
- TSUJI, S.; HIRATA, Y.; MUKAI, F.:
Comparison of lactoferrin content in colostrum between different breeds. J. Dairy Sci. **73** (1990), 125-128

Eingegangen: 30.10.2003

Akzeptiert: 06.08.2004

Anschrift der Verfasser

Dr. habil. MARTIN STEINHARDT, Dr. HANS – HERMANN THIELSCHER

Trenthorst 18

D-23847 Westerau