

Aus der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere  
mit Tierärztlicher Ambulanz  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Untersuchungen zur Stabilisierung der frühen postnatalen  
Adaptationsvorgänge bei Kälbern in Mutterkuhhaltung - ein Beitrag zur  
Charakterisierung postnataler Anpassungsreaktionen**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
**Torsten Scheid**

Gießen 2004



Aus der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere  
mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. Dr. h. c. H. Bostedt

**Untersuchungen zur Stabilisierung der frühen postnatalen  
Adaptationsvorgänge bei Kälbern in Mutterkuhhaltung - ein Beitrag zur  
Charakterisierung postnataler Anpassungsreaktionen**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades beim  
Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
**Torsten Scheid**  
Tierarzt aus Grünstadt (Pfalz)

Gießen 2004

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

---

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. B. Hoffmann

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h. c. H. Bostedt

2. Berichterstatter: Prof. Dr. R. Gerstberger

Tag der mündlichen Prüfung: 4. März 2004



***Meiner Frau Stefanie und meinen Eltern gewidmet***

### INHALTSVERZEICHNIS

1	<b>EINLEITUNG</b> .....	5
2	<b>SCHRIFTTUM</b> .....	7
2.1	<b>Mutterkuhhaltung in Deutschland</b> .....	7
2.2	<b>Postnatale Adaptation</b> .....	11
2.2.1	Kardiorespiratorische Adaptation.....	12
2.2.2	Thermische Adaptation.....	14
2.2.3	Metabolische Adaptation .....	17
2.2.3.1	Anpassung der Leber unter Berücksichtigung der Blutglukose, des Gesamtproteins sowie der Serumlipide .....	17
2.2.3.2	Anpassung der Niere unter Berücksichtigung der Elektrolyt- homöostase, des Harnstoff- sowie Kreatininspiegels .....	22
2.2.3.3	Enzymogramm des bovinen Neonaten.....	30
2.2.4	Ethologische Adaptation.....	33
2.3	<b>Zusammensetzung des Kolostrums beim Rind in Hinblick auf die untersuchten Blutparameter</b> .....	35
3	<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	37
3.1	<b>Material</b> .....	37
3.1.1	Bestandsdaten .....	37
3.1.2	Probanden .....	38
3.1.3	Klinische Untersuchungen .....	40
3.1.4	Ethologische Untersuchungen.....	42
3.1.5	Blutprobenentnahme und Aufbereitung .....	43
3.2	<b>Methoden</b> .....	45
3.2.1	Blutgas- und Säure-Basen-Status .....	48
3.2.2	Base Excess.....	48
3.2.3	Hämatokrit .....	49
3.2.4	Gesamtprotein .....	49
3.2.5	Blutglukose.....	50
3.2.6	Serumlipide .....	50
3.2.6.1	Cholesterin .....	50
3.2.6.2	Triglyzeride.....	51

## Inhaltsverzeichnis

---

3.2.7	Harnpflichtige Substrate im Serum .....	52
3.2.7.1	Harnstoff.....	52
3.2.7.2	Kreatinin .....	52
3.2.8	Elektrolyte im Serum .....	53
3.2.9	Plasmaenzyme .....	54
3.2.9.1	Aspartat-Amino-Transferase (AST) .....	54
3.2.9.2	Alanin-Amino-Transferase (ALT).....	54
3.2.9.3	Alkalische Phosphatase (AP) .....	55
3.2.9.4	Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) .....	55
3.2.9.5	Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT).....	56
3.2.9.6	Kreatinin-Kinase (CK).....	56
3.3	<b>Statistische Auswertung</b> .....	58
4	<b>ERGEBNISSE</b> .....	60
4.1	<b>Klinische Beurteilung der Probanden</b> .....	60
4.1.1	Körpertemperatur .....	60
4.1.2	Vitalitätsbeurteilung nach APGAR.....	63
4.2	<b>Ethologische Kriterien der Adaptation</b> .....	64
4.3	<b>Entwicklung labordiagnostisch erfassbarer Parameter</b> .....	66
4.3.1	Säure-Basen-Haushalt .....	66
4.3.1.1	pH-Wert.....	66
4.3.1.2	Kohlendioxidpartialdruck .....	69
4.3.1.3	Base Excess.....	71
4.3.2	Erfasste korpuskuläre Blutbestandteile .....	74
4.3.2.1	Hämatokrit .....	74
4.3.3	Substrate im Serum.....	75
4.3.3.1	Gesamtprotein .....	75
4.3.3.2	Glukose .....	76
4.3.3.3	Serumlipide .....	79
4.3.3.3.1	Triglyzeride.....	79
4.3.3.3.2	Cholesterin .....	80
4.3.3.4	Harnpflichtige Substrate im Serum .....	81
4.3.3.4.1	Harnstoff.....	81
4.3.3.4.2	Kreatinin .....	82

## Inhaltsverzeichnis

---

4.3.3.5	Dynamik der Elektrolyte im Blut neugeborener Kälber .....	83
4.3.3.5.1	Natrium.....	83
4.3.3.5.2	Kalium .....	84
4.3.3.5.3	Chlorid .....	85
4.3.3.5.4	Magnesium.....	86
4.3.4	Enzymogramm .....	87
4.3.4.1	Aspartat-Amino-Transferase (AST) .....	87
4.3.4.2	Alanin-Amino-Transferase (ALT).....	88
4.3.4.3	Alkalische Phosphatase (AP) .....	89
4.3.4.4	Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT).....	90
4.3.4.5	Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) .....	91
4.3.4.6	Kreatinin-Kinase (CK).....	92
4.4	<b>Gruppeneinflüsse und Wechselwirkungen zwischen den untersuchten Parametern.</b> ....	93
4.4.1	Einfluss der Rasse auf die untersuchten Parameter.....	94
4.4.2	Einfluss des Geschlechtes auf die untersuchten Parameter.....	104
4.4.3	Einfluss der Geburtsart auf die untersuchten Parameter.....	110
4.4.4	Einfluss der Geburtsziffer auf die untersuchten Parameter.....	127
4.4.5	Korrelationen klinischer Parameter.....	144
4.4.6	Zusammenhang ethologischer Kriterien mit der Einstufung nach APGAR.....	149
4.5	<b>Referenzbereiche klinischer und labordiagnostischer Parameter für die ersten 72 Lebensstunden</b> .....	155
5.	<b>DISKUSSION</b> .....	158
5.1	<b>Klinische Beurteilung der Probanden</b> .....	162
5.2	<b>Entwicklung labordiagnostischer Parameter</b> .....	166
5.2.1	Säure-Basen-Haushalt .....	166
5.2.2	Hämatokrit .....	176
5.2.3	Substrate im Serum.....	177
5.2.4	Enzymogramm .....	178
6	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	186
7	<b>SUMMARY</b> .....	191
8	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	196
9	<b>ANHANG</b> .....	214

### Im Text verwendete Abkürzungen

ALT	=	Alanin-Amino-Transferase
AP	=	Alkalische Phosphatase
AST	=	Aspartat-Amino-Transferase
BE	=	Base Excess
CK	=	Kreatinin-Kinase
et al.	=	et alii
GGT	=	Gamma-Glutamyl-Transferase
GLDH	=	Glutamat-Dehydrogenase
H <sup>+</sup>	=	Wasserstoff-Ionen
U/l	=	Internationale Einheit pro Liter
kPa	=	Kilopascal
n	=	Probenzahl
n. b.	=	nicht bestimmt
NCCLS	=	Nationales Komitee für Klinische Labor-Standards ( <i>National Committee for Clinical Laboratory Standard</i> )
p	=	Signifikanzkoeffizient
pH	=	negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration
pO <sub>2</sub>	=	Sauerstoffpartialdruck
pCO <sub>2</sub>	=	Kohlendioxidpartialdruck
p. n.	=	post natum
s	=	Standardabweichung
SF	=	Streufaktor
UV	=	Ultraviolett
$\bar{x}$	=	arithmetischer Mittelwert
$\bar{x}_g$	=	geometrischer Mittelwert
μmol/l	=	Mikromol je Liter

## 1 EINLEITUNG

Der Wechsel vom intrauterinen Dasein zum eigenständigen Leben außerhalb des maternalen Organismus stellt für jeden Säuger eine immense Umstellung der Gesamtsituation dar. Innerhalb kürzester Zeit muss sich das Neugeborene auf eine grundlegend andere Umwelt einstellen. Alle Funktionen, die während der Fetalperiode von der Plazenta übernommen werden, sind ab dem Zeitpunkt der Geburt selbstständig zu bewältigen. So tritt parallel zur ersten Atmung und somit der Aufnahme der Lungenfunktion eine Änderung der hämodynamischen Prozesse ein. Weiterhin muss der Gastrointestinaltrakt innerhalb weniger Stunden die Fähigkeit erlangen, essentielle Stoffe aus dem aufgenommenen Kolostrum zu extrahieren. Gleichzeitig müssen Leber und Niere eine Stoffwechselkompetenz erreichen, die es ihnen ermöglicht, Substanzen umzusetzen und schädliche Metaboliten auszuscheiden.

Diese sensible Zeitspanne der postnatalen Adaptation findet in der internationalen Literatur entsprechend ihrer Bedeutung nicht die Beachtung, wie sie wünschenswert wäre. Einige Veröffentlichungen der letzten Jahre beschäftigen sich zwar mit Kälbern aus Milchviehassen, wobei allerdings nur partiell auf die Phase der Adaptation eingegangen wird (BAUMGARTNER et al. 1980; KLEE et al. 1985; FRASER 1989; MAACH et al. 1991; SCHÄFER und ARBEITER 1995; STEFFEN et al. 1997; STEINHARDT et al. 1997; SCHÄFER et al. 1998; VARGA et al. 1999; HERFEN und BOSTEDT 1999; BLUM und HAMMON 2000; STEINHARDT und THIELSCHER 2000; ZANKER et al. 2001).

Es fehlen aber eingehendere Untersuchungen für Kälber aus fleischbetonten Rassen. Diese haben allerdings aus klinischer Sicht besondere Relevanz, um die Grenze zwischen physiologischen und bereits pathologischen Abweichungen bestimmter Parameter besser ziehen zu können. Von Bedeutung ist dies bei Neugeborenen, die sich im Prodromalstadium oder bereits im akuten Stadium einer Krankheit befinden. Dabei steht in Frage, ob die von Milchkälbern vorliegenden Werte und Verhaltensmuster auf Neugeborene aus Fleischrassen ohne weiteres zu

übertragen sind. Erfahrungen aus der Praxis unterstützen die These, dass sich die Interpretierbarkeit von diagnostischen Parametern zwischen den Kälbern verschiedener Nutzungsrichtungen stark unterscheidet (THIELSCHER et al. 1995; STEINHARDT et al. 1996; EGLI und BLUM 1998; BELLOWS and LAMMOGLIA 1999). Bei den bisher veröffentlichten Untersuchungen zu Neonaten aus Mutterkuhhaltungen blieben außerdem Wechselwirkungen zwischen den wesentlichen ethologischen, klinischen und labordiagnostischen Aspekten weitgehend unbeachtet.

Um die Aussagekraft von klinischen und labordiagnostischen Parametern zu gewährleisten, sind Referenzbereiche ein wichtiges Hilfsmittel. In den derzeit vorliegenden Untersuchungen zu diesem Thema bleiben labordiagnostisch zu erfassende Parameter in der sensiblen Phase der Adaptation jedoch weitgehend unberücksichtigt. Die Definition von Normalwerten erfolgte außerdem bislang überwiegend durch klassische Berechnungen (arithmetischer Mittelwert  $\pm$  doppelte Standardabweichung), welche die physiologische Schwankungsbreite von Werten innerhalb eines gesunden Kollektives aber nicht angemessen berücksichtigen (BERCHTOLD et al. 1990; STÖBER und GRÜNDER 1990; KRAFT und DÜRR 1999). Neuere Ansichten präferieren aufgrund der größeren Übereinstimmung mit der physiologischen Schwankungsbreite und der geringeren Anzahl falsch-positiver Aussagen die Verwendung nicht parametrischer Referenzbereiche (als 95% Perzentil der Werte der als gesund eingestuften Gesamtheit nach ABT und ACKERMANN 1981; ACKERMANN 1983).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, die sensible Phase der ersten und frühen zweiten Adaptationsphase bei Kälbern fleischbetonter Rassen in einem geschlossenen Mutterkuhbestand näher zu untersuchen, um daraus folgend einen Beitrag zur Erstellung von nicht parametrischen Referenzbereichen für klinische und labordiagnostische Meßgrößen in der ersten und frühen zweiten Adaptationsphase zu leisten. Ein weiteres Ziel war es, Korrelationen zwischen klinischen und labordiagnostischen Parametern aufzudecken, um so klinisch relevante Beziehungen herstellen zu können.

## 2 SCHRIFTTUM

### 2.1 Mutterkuhhaltung in Deutschland

Die Mutterkuhhaltung ist in erster Linie in Ländern verbreitet, in denen große Weideflächen zur Verfügung stehen, welche eine intensive Bewirtschaftung nicht zulassen. In den letzten Jahren war die Rinderhaltung durch den Einfluss der Europäischen Union und durch veränderte Verbrauchererwartungen auch in Deutschland einem starken Wandel unterworfen. Mit der in der Europäischen Union stattfindenden Agrarreform und damit einhergehenden Subventionsprogrammen ist in den letzten Jahren auch in Deutschland die Mutterkuhhaltung als Rinderhaltungsform wirtschaftlich interessant geworden. Die veränderte Verbrauchereinstellung zum Fleischkonsum und die der extensiven Nutztierhaltung zugeschriebenen Eigenschaften wie Naturnähe, Tiergerechtheit sowie Umwelt- und Ressourcenschonung haben zu einer erhöhten Akzeptanz extensiver Haltungsformen geführt (FUCHS 2001). Daneben bietet die Mutterkuhhaltung die Möglichkeit der Landschaftspflege und des Naturschutzes. Diese Punkte stellen in unserer Kulturlandschaft nicht zu unterschätzende Aspekte dar. All das hat zu einem kontinuierlichen Anstieg der Mutterkuhbestände in Deutschland beigetragen (Tab. 1).

Tab. 1: Die Entwicklung der Rinderpopulation in Deutschland seit 1990 (Statistisches Bundesamt 2002)

<b>Zählung</b>	<b>Milchkühe</b>	<b>Ammen- und Mutterkühe</b>
Dez. 1990	6354555	209566
Dez. 1997	5026207	607810
Nov. 1998	4832983	640167
Nov. 1999	4709600	687542
Nov. 2000	4563597	718788
Mai 2001	4528382	720929

Während in anderen europäischen Ländern wie Frankreich und Großbritannien die Nutzung von reinen Fleischrindern lange Tradition und große wirtschaftliche Bedeutung hat, liegen die Wurzeln der deutschen Fleischrinderzucht erst in jüngerer Vergangenheit. Bis zur zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gab es in Deutschland keine Rinderrasse, deren vorrangige Nutzungsrichtung die Fleischproduktion war. Die bis zu diesem Zeitpunkt gehaltenen Rinder waren immer Mehrnutzungsrasen. Sie wurden als Fleisch- und Milchlieferanten, aber auch als Zugtier und Dungproduzenten genutzt. Erst mit dem Import von Shorthorn Rindern (Beef-Shorthorn) aus England kam eine Rinderrasse nach Deutschland, deren vorrangige Nutzungsrichtung die Fleischproduktion war. Das Hauptzuchtgebiet lag in Schleswig-Holstein, in der Gegend um Eiderstedt (GOLZE und BALTZER 1997). Dort begann man, neben der reinrassigen Führung der Shorthornlinie, Bullen dieser Rasse mit rotbunten Kühen und schweren schwarzbunten Rindern zu kreuzen. Die daraus entstandenen Kreuzungstiere, als Land - Shorthorn bezeichnet, waren gut zur Weidemast geeignet. Die Rasse wurde 1863 durch die Hamburger Viehausstellung näher bekannt. Obwohl im Jahr 1906 fast 27% aller Rinder Schleswig - Holsteins der Rasse Shorthorn angehörten, fand kaum eine Verbreitung über die Landesgrenzen hinaus statt. Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts gewann die Nachfrage nach Milch und Milchprodukten an Bedeutung und die Verbraucher verlangten fettarmes Rindfleisch. Das hatte zur Folge, dass sich die Shorthornpopulation in die Nutzungsrichtung Fleisch (Beef - Shorthorn) und Milch (Dairy - Shorthorn) teilte und immer weniger in Richtung Fleisch gezüchtet wurde.

Die zahlenmäßig immer noch dominierenden deutschen Rinder der Zwei- und Dreinutzungsrasen (Milch – Fleisch - Arbeit) wiesen allerdings bezüglich ihrer Fleischqualität eine große Variabilität auf. Das Fleischbildungsvermögen und eine Steigerung der täglichen Zunahme war neben einer Erhöhung der Milchleistung und der Beeinflussung der Milchhaltsstoffe erst nach dem Zweiten Weltkrieg durch die Einführung von Leistungsprüfungen vorrangiges Ziel züchterischer Belange. Die strenge Durchführung von Eigenleistungsprüfungen der eingesetzten Zuchtbullen (Körung) sowie Mast- und Schlachtleistungsprüfungen brachten große Fortschritte in der Rinderzucht. Ende der 50er Jahre setzte der Import von Aberdeen-Angus-Rindern neue Akzente in den alten Bundesländern. Die eingeführten Aberdeen-

Angus wurden bevorzugt mit einheimischen Zweinutzungsrasen gekreuzt, wie zum Beispiel Deutsches Schwarzes Niederungsrind, Gelbvieh und Fleckvieh (SAMBRAUS 1996). Die Kreuzungsprodukte hatten bessere Tageszunahmen als die reinen Aberdeen-Angus und wiesen auch nicht mehr das für Aberdeen typische gelbe Fettgewebe auf, das vom Verbraucher nur schlecht angenommen wurde. Im Laufe der weiteren Züchtung entwickelte sich aus den entstandenen Kreuzungstieren eine recht homogene Population, die heute als Deutsch Angus bezeichnet wird und ein eigenes Herdbuch nachweisen kann. Nach der Etablierung der Fleischrinder und Mutterkühe wurden auch andere Rassen vor allem aus Frankreich (Charolais, Limousin) und Großbritannien (Hereford und Galloway) eingeführt. Das genetische Potenzial dieser Tiere kam auch in Gebrauchskreuzungen zum Tragen (GOLZE und BALTZER 1997; Statistisches Bundesamt 2002).

Vergleichend zur Entwicklung der Rinderhaltung in der Bundesrepublik Deutschland wurde in der damaligen DDR erst in den 70er Jahren damit begonnen, Fleischrinderherden aufzubauen. Propagiertes Hauptziel war die Produktion möglichst großer Quantitäten an Rindfleisch. Eine extensive Bewirtschaftung von Flächen war dagegen kaum gefragt. Diese Entwicklung führte zu extrem schweren Masthybriden, welche in staatlichen Tierzuchtbetrieben gehalten wurden. Bevorzugte Rassen waren dabei Fleckvieh, Charolais, Limousin, Chianina und Kreuzungstiere dieser Rassen. Erst in den 80er Jahren wurde allmählich begonnen, dafür geeignete Standorte extensiv durch Mutterkuhherden zu bewirtschaften.

Nach der Wiedervereinigung gewann die Mutterkuhhaltung in den neuen Bundesländern stark an Bedeutung. Die Anzahl der Milchkühe hingegen sank um eine Million, was 50% des damaligen Milchrinderbestandes der DDR ausmachte. Als alternative Nutzung für die frei gewordenen Ressourcen boten sich die Fleischrinder- und Mutterkuhhaltung an. Vor allem die landschaftlichen Voraussetzungen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg waren dafür geeignet. Heute macht in diesen Bundesländern die Haltung von Fleisch- und Mutterkühen etwa ein Viertel der Gesamtrinderbestände aus und liegt damit mehr als doppelt so hoch wie der Bundesdurchschnitt (GOLZE und BALTZER 1997).

---

Wichtige Impulse in der Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung setzte im Jahr 1984 die damalige Europäische Gemeinschaft mit der Einführung nationaler Milchquoten und einer Begrenzung der Milchmenge pro bewirtschafteter Fläche. Diese Regelung basierte auf dem Bemühen um die Verminderung von Milchüberschüssen, führte aber zum drastischen Rückgang an Milchvieh und damit zur Freisetzung von Kapazitäten an Grünlandflächen, die für Fleisch- und Mutterkuhherden genutzt werden konnten. Forciert wurde die positive Entwicklung noch durch die Förderung der extensiven Landbewirtschaftung über die Europäische Union. Freigesetzte Prämien und Förderungsgelder veranlassten viele Landwirte, welche vom Einbruch der Milchwirtschaft und strukturellen Veränderungen betroffen waren, auf eine extensive Bewirtschaftung ihrer Flächen durch Fleischrinder auszuweichen.

Ausgehend vom Bestand an Ammen- und Mutterkühen im Jahr 1992 war bis 1996 ein Steigerung um 50% mit weiterhin stetig wachsender Tendenz zu verzeichnen. Die Gesamtzahl der Mutter- und Ammenkühe betrug 2001 bundesweit 720929 Tiere das entspricht 4,9% der Gesamtrinderzahl. In den neuen Bundesländern liegt der Anteil mit 11,1% deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Diese Entwicklungen machen die extensive Rinderhaltung zu einem wichtigen Forschungsfeld für Wirtschaft und Wissenschaft (Statistisches Bundesamt 2002).

## 2.2 Postnatale Adaptation

Die Anpassung des Neonaten ist in der ersten Adaptationsperiode, von unmittelbar nach der Geburt bis zur 24. Stunde, die vordringlichste Aufgabe um das Überleben in einer vollkommen neuen Umwelt zu gewährleisten. An erster Stelle steht die kardiorespiratorische Adaptation, gefolgt von der Thermoregulation. Parallel dazu geschieht die Anpassung des Stoffwechsels der großen Parenchyme. Die nachgestellte Tabelle 2 ist eine vergleichende Gegenüberstellung der Bedingungen für den Fetus kurz vor der Geburt und den frisch entwickelten Neonaten.

Tab. 2: Gegenüberstellung der intra- und extrauterinen Lebensumstände (BAUER 2001)

Organ	Intrauterin	Extrauterin
<b>Lunge</b>	Flüssigkeitsgefüllt, hoher pulmonaler Widerstand, sporadische Atemzüge	Luftgefüllt, Abfall des pulmonalen Widerstandes, regelmäßige Atemzüge
<b>Kreislauf</b>	10% des Herzminutenvolumens durch die Lunge, rechts - links - Shunt über <i>Foramen ovale</i> und <i>Ductus arteriosus</i>	100% des Herzminutenvolumens durch die Lunge, <i>Foramen ovale</i> und <i>Ductus arteriosus</i> verschlossen
<b>Thermoregulation</b>	keine Thermoregulation erforderlich	Wärmeproduktion und Minimierung von Wärmeverlusten
<b>Ernährung</b>	kontinuierlich über Plazenta	Diskonstant enteral (Saugen, Schlucken, Peristaltik, Verdauung)
<b>Niere</b>	Produktion von Allantoisflüssigkeit	Regulation von Wasser - Elektrolyt - und Säure - Basen - Haushalt, endokrine Funktion Entgiftung

### 2.2.1 Kardiorespiratorische Adaptation

Der Umstellung kardiorespiratorischer Funktionen kommt beim Übertritt des Fetus vom intrauterinen Dasein in extrauterine Verhältnisse eine Schlüsselrolle für seine weitere Entwicklung zu. Die intrauterine Sauerstoffversorgung des Fetus wird durch die Plazenta und den maternalen Organismus gewährleistet. Das mit Sauerstoff angereicherte, von der Plazenta stammende Blut fließt über die Nabelvene und die untere Hohlvene direkt in das rechte Herz. Von dort werden 90% des Blutes über das *Foramen ovale* und den *Ductus arteriosus botalli* in den großen Kreislauf befördert. Dieser physiologische Rechts-Links-Shunt bleibt bis zum Übertritt des Fetus in extrauterine Verhältnisse bestehen (SCHNORR 2001). Aus der Vasokonstriktion der Pulmonalarterien und der sich in der Lunge befindlichen Flüssigkeit resultiert ein hoher intrapulmonaler Druck, der zur Folge hat, dass nur 10% des Blutes durch die Lungenstrombahn zirkulieren. Die Voraussetzungen für eine funktionsfähige Atemmechanik besteht schon im ersten Drittel der Gestation. Über einen begrenzten Zeitraum führt der Fetus Atembewegungen unter Aspiration von Fruchtwasser durch. Die hierbei erreichten Frequenzen sind vergleichbar mit den postnatal messbaren. Die Menge an Fruchtwasser, die "geatmet" wird, entspricht wahrscheinlich der späteren Residualkapazität der neonatalen Lunge. Diese für die ungestörte Entwicklung des Respirationstraktes essentielle Atemtätigkeit kommt zum Ende der Gravidität wieder vollständig zum Erliegen (SPEER 2000).

Durch Einsetzen der Atemmechanik unmittelbar nach der Geburt wird die sich noch in der Lunge befindliche Flüssigkeit über interstitielle Lymph- und Blutgefäße abtransportiert. Vermutlich baut der Neonat bei seinem ersten Atemzug durch Inspiration mit geschlossener Glottis einen hohen intrathorakalen Druck auf, welcher den Abtransport der sich in der Lunge befindlichen Residualflüssigkeit beschleunigt. Einen untergeordneten Beitrag zur Steigerung des intrathorakalen Druckes leistet auch die Geburtsmechanik. Durch den weichen Geburtsweg des Muttertieres werden auf den Brustkorb des Neonaten beträchtliche Kräfte ausgeübt (GRUNERT 1993, GROVE-WHITE 2000).

Extrauterin steigt mit Einsetzen der Lungenatmung der arterielle Sauerstoffgehalt. Dies hat ein Absinken des pulmonalen Gefäßwiderstandes zur Folge. Durch die

veränderten Druckverhältnisse kommt es zu einer verstärkten Füllung des linken Herzens und zum Verschluss des *Foramen ovale*. Der erhöhte Sauerstoffpartialdruck und die hämodynamischen Veränderungen führen zum Versiegen des Blutflusses im *Ductus arteriosus botalli*. Ein irreversibles Verkleben vollzieht sich innerhalb der ersten Lebenswochen (SPEER 2000).

#### Blutgas- und Säure-Basen-Haushalt

Die vorgeburtliche Versorgung des Fetus mit Sauerstoff wie auch der Abtransport von Kohlendioxid geschieht über den maternalen Organismus. Bereits kurz *ante partum* steigt die Kohlendioxidspannung im fetalen Blut an. Nach dem Riss der Nabelschnur kommt es zu einem rapiden Anstieg der Kohlendioxidspannung beim Neonaten. Die massive Erhöhung des Kohlendioxidpartialdruckes ist ein wichtiger Stimulus zur Anregung des Atemzentrums (GROVE-WHITE 2000). Mit der regelmäßigen Atemtätigkeit stellt sich an den alveolo–kapillären Membranen eine bedarfsgerechte Sauerstoffresorption ein. Kohlendioxid als Endprodukt der inneren Atmung wird in den Alveolen mittels Diffusion aus dem Blut in die Atemluft abgegeben. Der Transport des CO<sub>2</sub> im Blut erfolgt als gelöstes Kohlendioxid im Blutplasma, an Hämoglobin gebunden oder als Natriumbikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>). Natriumbikarbonat ist gleichzeitig der wichtigste pH–Puffer des Blutes (WALSER 1990; SILBERNAGEL und DESPOPOLOUS 1991; HARTMANN 1994).

Für die Aufrechterhaltung zahlreicher biologischer Reaktionen im Organismus ist ein konstanter pH–Bereich um pH 7,400 notwendig. Bei vitaldepressiven Kälbern sind kurzzeitig pH–Absenkungen bis unter pH 7,000 zu beobachten. Solche Extreme sind jedoch nur für kurze Zeit mit dem Leben vereinbar (HERFEN und BOSTEDT 1999). Verschiedene Puffersysteme des Blutes sind in der Lage, Überschüsse an H<sup>+</sup> - Ionen und organischen Säuren abzufangen. Eine Unterscheidung in drei verschiedene Puffersysteme ist möglich: Chemische Puffer des Intra- und Extrazellulärraumes, Pufferung über alveoläre Ventilation und die renale Pufferung. Durch Modulation der Ausscheidung von Bikarbonat und H<sup>+</sup>-Ionen in der Niere und Kohlensäure (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) in der Lunge, ist der Organismus in der Lage, H<sup>+</sup> - Ionen aus dem Körper auszuscheiden. Blutbestandteile wie Hämoglobin, Natriumbikarbonat, anorganische

Phosphate und Proteine sind ebenso geeignet, den Blut-pH-Wert zu regulieren. Sind die Puffersysteme nicht in der Lage,  $H^+$ -Ionen oder organische Säuren im ausreichenden Umfang zu neutralisieren, kommt es zu einem Basendefizit (negativer Base Excess). Beim Neugeborenen ist das Säure–Basengleichgewicht aufgrund renaler und pulmonaler Adaptationsprozesse, einer begrenzten Kapazität der Puffersysteme sowie der hohen Stoffwechselintensität besonders labil. Auch nach komplikationslos verlaufender Geburt besteht stets eine gemischt metabolisch – respiratorische Azidose. Diese ist mit begründet in der Einschwemmung subpartal gebildeter nichtflüchtiger Säuren, welche durch eine vorübergehende Zentralisation des neonatalen Kreislaufes entstehen. Ebenso kommt es durch die Muskeltätigkeit des Kalbes bei anfangs ungenügender Sauerstoffzufuhr zur Laktatbildung und dessen Ausschwemmung in den Kreislauf (postpartales Säurehoch) (WALSER 1990; HARTMANN 1994; SCHEID 1996). In weitgehender Übereinstimmung verschiedener Autoren wird der Verlauf der frühen Adaptationsvorgänge von der Geburtslänge und der Geburtsart beeinflusst (EIGENMANN et al. 1983; HÄBERLE 1986; PEIP 1989; HERFEN und BOSTEDT 1999).

### 2.2.2 Thermische Adaptation

Zur Aufrechterhaltung physiologischer Abläufe und biochemischer Reaktionen innerhalb des Organismus ist eine gleichbleibende Körpertemperatur wichtig (Homoiothermie). Eine autonome Regelung der Körpertemperatur findet durch den Hypothalamus statt. Afferente Informationen aus der Körperperipherie, wie auch aus dem Körperinneren, werden mit dem Sollwert verglichen und entsprechend durch Reaktionen des Organismus kompensiert. Die angestrebte Temperatur entspricht dem Optimum der für die Homöostase und den Stoffwechsel nötigen Körpertemperatur. Einflussfaktoren des Organismus auf die Homoiothermie bestehen über die Stellgrößen, motorisches System (Muskelzittern), braunes Fettgewebe, Vasomotorik, Schweißsekretion und Pilomotorik (KLUßMANN 1999).

Nach der Geburt muss der Fetus binnen kürzester Zeit mit seiner Thermoregulation beginnen. Intrauterin ist die gleichbleibende thermische Situation durch den maternalen Organismus gegeben. Durch den fetalen Stoffwechsel wird Wärme als

Nebenprodukt freigesetzt. Diese kann zum größten Teil über die Plazenta an die Mutter abgeführt werden. Dennoch liegt die Körperkerntemperatur um 0,5°C bis 1°C höher als die des maternalen Organismus (HÄBERLE 1986; BAUER 2001). Postnatal ist das Neugeborene plötzlich einer Umgebungstemperatur ausgesetzt, die beträchtlich unterhalb der des Muttertieres liegt. Es findet ein erheblicher Verlust an Körperwärme durch Strahlung, Konvektion und Verdunstung statt. Der größte Energieverlust erfolgt durch die Abstrahlung von Wärme an die Umgebung; einen starken Einfluss haben dabei kalte Wände und Böden. Eine Wärmeabgabe durch Konvektion ist überall da gegeben, wo sich Luft in Bewegung befindet. Ein Energieverlust in nicht unerheblichem Maß ist durch die Verdunstung des am Neugeborenen haftenden Fruchtwasser bedingt (JESSEN 1996; BAUER 2001). Zum Ausgleich des Wärmeverlustes besitzt der Neonat verschiedene Kompensationsmechanismen. Bei niedriger Umgebungstemperatur kommt es zunächst zu einer Vasokonstriktion peripherer Gefäße, insbesondere der Haut, wodurch die Wärmeabgabe an die Umgebung reduziert wird.

Die chemische Regulation des Wärmeverlustes gelingt dem Neonaten in erster Linie durch Oxidation von Fettsäuren aus dem braunen Fettgewebe. Dieser Stoffwechselweg ist allerdings sauerstoffabhängig und setzt eine ausreichende O<sub>2</sub>-Versorgung voraus. Befindet sich der Neonat in einem Sauerstoffdefizit, ist auch die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur gefährdet, und es kommt zu einer Beeinträchtigung des Säure-Basen-Haushaltes im Blut (Abb. 1) (KOLB und KOUIDER 1978; SPEER 2000).

Der vitale Neonat ist bis zu einem "kritischen Wert" in der Lage, Kältebelastungen zu kompensieren. Dazu muss er aber erhebliche Mengen Energie bereitstellen. Da die Anpassungskapazität neonataler Kälber in den ersten Stunden bis Tagen in vielen Fällen nahezu ausgeschöpft ist, kann es rasch zu einem Glukose- und Energiemangelzustand kommen, welcher die weitere Entwicklung nachhaltig beeinflussen kann (STEINHARDT et al. 1995). Ein nicht zu vernachlässigender Anteil an bovinen Neonaten aus Milchviehrassen befindet sich unmittelbar *postnatal* im unteren Bereich der Normoglykämie oder bereits im Zustand der Hypoglykämie (PEIP 1989; HÄBERLE 1986).

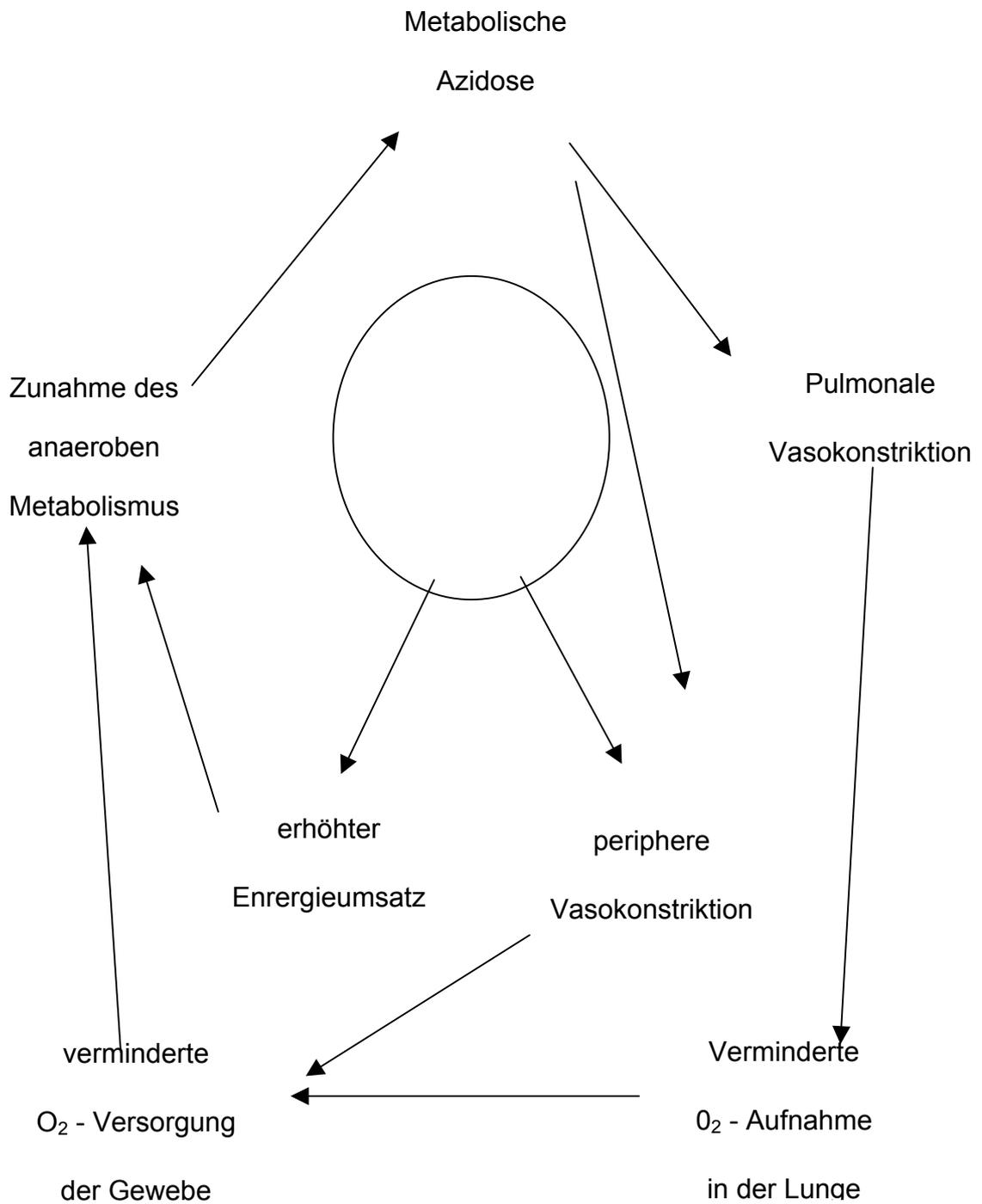


Abb. 1: Graphische Darstellung der Auswirkungen der Hypothermie auf den Metabolismus nach SPEER (2000)

### 2.2.3            **Metabolische Adaptation**

#### 2.2.3.1            Anpassung der Leber unter Berücksichtigung der Blutglukose, des Gesamtproteins sowie der Serumlipide

Der pränatale Stoffwechsel des Fetus ist eng verknüpft mit dem maternalen. Viele metabolische Funktionen der fetalen Organe sind bis zur Geburt unvollständig entwickelt. Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die fetale Leber, da sie zentrales Organ des Glukosestoffwechsels ist und wichtige Aufgaben in der Energiebereitstellung erfüllt. Trotz ihrer frühen fetalen Differenzierung hat die Leber nur eine sehr begrenzte Kapazität zur Glukogenese, Glykogenolyse und anderen Biotransformationen. Pränatal wird die metabolische Versorgung des Neonaten diaplazentar von der Mutter getragen. Die Leber des bovinen Fetus ist bis zur Geburt nicht vollständig ausgereift. Es besteht bis über die Geburt hinaus eine Anastomose von der *Vena umbilicalis* über den *Ductus venosus* durch die Leber hindurch direkt zur *Vena cava caudalis* (SCHNORR 2001). Der funktionelle und morphologische Verschluss des *Ductus venosus* vollzieht sich erst postnatal (CENTER et al. 1995).

Während der Gravidität wird die funktionelle Unreife der Leber durch die plazentare Versorgung kompensiert. Durch die Geburt kommt es zu einer abrupten Trennung des fetalen und maternalen Stoffwechsels. Die fetale Leber muss innerhalb kürzester Zeit vitale Funktionen autonom übernehmen (CENTER et al. 1995).

Obwohl die Fähigkeit zur Glykogensynthese schon in der frühen Fetalperiode vorhanden ist, kommt es erst unmittelbar vor der Geburt zur nennenswerten Glykogenspeicherung in der Leber (MEYER und KAMPHUS 1990). Die Menge an gespeichertem Glykogen beträgt bei Kälbern zum Zeitpunkt der Geburt zwischen 2% und 5% der Lebermasse. Postnatal fällt der Glykogengehalt innerhalb eines Tages unter 1% (KOLB und KOIDER 1978). Kommt es zu einer uterinen Mangelversorgung aufgrund von Krankheit oder energetischer Unterversorgung des Muttertieres, bleibt auch die Glykogenakkumulation in der Leber gering. Dann ist eine schnelle postnatale Energieversorgung besonders wichtig (CENTER et al. 1995).

## Glukose

Am Ende der Fetalentwicklung finden sich sehr geringe Glukosekonzentrationen im Blut der Kälber. Die Werte schwanken zwischen 1,11 mmol/l und 2,22 mmol/l. Allerdings befinden sich hohe Konzentrationen an Fruktose im fetalen Blut (6,66 bis 8,34 mmol/l), die aber nur in geringem Umfang vom Fetus verstoffwechselt werden können. Durch die unter der Geburt auftretende Hypoxie kommt es zur Aktivierung des Nebennierenmarks und zur Ausschüttung von Adrenalin. Dadurch wird die Glukosemobilisierung aus den Leberreserven forciert. Das neugeborene Kalb hat durch die Anlage von braunem Fettgewebe mit einem Anteil von durchschnittlich 1,5% des Körpergewichtes die Möglichkeit, einen Teil seines Energiebedarfes über freie Fettsäuren zu decken. Durch diesen Mechanismus ist der bovine Neonat im Vergleich zu Ferkeln unempfindlicher gegen Hungern (KOLB und KOUIDER 1978; BEYREIß 1983). Veröffentlichungen von ZANKER und Mitarbeitern (2001) sowie KOLB und KOUIDER (1978) belegen, dass aus energetischer Sicht ein normal entwickeltes Kalb in der Lage ist, über die ersten 24 Stunden *post natum* keine Nahrung aufzunehmen, ohne bleibende Störungen in seiner Entwicklung zu erfahren. Erfahrungen aus der Praxis der Klinik für Geburtshilfe an der Justus-Liebig-Universität in Gießen widersprechen diesem. Bezüglich der normalen Plasmaglukosekonzentration von vitalen Kälbern gehen die Literaturangaben stark auseinander. So existieren Angaben von durchschnittlich 2,30 mmol/l bis zu 5,09 mmol/l (Tab. 3) (MÜLLING et al. 1979; HÄBERLE 1986; PEIP 1989; MAACH et al. 1991; BAUMRUCKER et al. 1994). PEIP (1989) und HÄBERLE (1986) konnten einen Zusammenhang zwischen der Vitalität der Neonaten und deren initialem Glukosespiegel herstellen. Danach steigt der mittlere Blutglukosewert bei Kälbern, die eine erhöhte Vitaldepressivität aufweisen. In der Literatur wird übereinstimmend innerhalb der ersten Lebensstunden ein geringer Abfall der Blutglukosekonzentration beobachtet, der auf energiezehrende Prozesse zurückzuführen ist. An erster Stelle sind dabei die Erhaltung der Körpertemperatur sowie anlaufende Stoffwechselprozesse zu nennen. Bis 24 Stunden *post natum* sind die Glukosekonzentrationen durch mehrfache Kolostrumaufnahme auf ein bei Monogastriern normales Niveau angestiegen und stabilisieren sich (HÄBERLE 1986;

PEIP 1989; BAUMRUCKER et al. 1994; EGLI und BLUM 1998; ZANKER et al. 2001).

Tab. 3: Durchschnittliche Plasmaglukosekonzentrationen (mmol/l) von Kälbern unmittelbar *post natum*

<b>Autoren</b>	<b>Werte angegeben als</b>	<b>Blutglukosegehalt</b>
KOLB und KOUIDER 1978	$\bar{x}$	3,4
MÜLLING et al. 1979	$\bar{x}$	2,3
HÄBERLE 1986	$\bar{x} \pm s$	3,8 $\pm$ 6,7
PEIP 1989	$\bar{x} \pm s$	4,4 $\pm$ 1,2
MAACH et al. 1991	$\bar{x} \pm s$	5,1 $\pm$ 1,7
SCHULZ et al. 1997	$\bar{x} \pm s$	3,2 $\pm$ 2,3
STENGEL 1998	$\bar{x}_g \pm SF$	2,3 $\pm$ 0,1

Im Vergleich von Neonaten aus Normalgeburten können bei Kälbern aus erschweren Geburten initial höhere Blutglukosewerte festgestellt werden (HÄBERLE 1986, SCHULZ et al. 1997, BELLOWS und LAMMOGLIA 1999). Von der Geburt bis 24 Stunden danach steigt die Blutglukose, um sich dann bei einem relativ stabilen Wert einzupendeln (EGLI und BLUM 1998).

### Gesamtprotein

Mit der Entwicklung vom Neonaten zum adulten Rind geht eine proportionale Veränderung der Blutzusammensetzung einher. Beim neugeborenen Kalb liegt die Menge an Gesamtprotein im Plasma bei 3 - 5%. Nach Aufnahme von Kolostralmilch steigt der Gehalt rasch. Er bewegt sich während des Wachstums bei 7%, beim ausgewachsenen Rind bleibt er zwischen 6 - 8%. Der Neonat unterscheidet sich jedoch erheblich hinsichtlich der dynamischen Auf-, Um- und Abbaureaktionen der Proteine. Bedingt durch das Wachstum bei Kälbern ist die Gesamtstickstoffbilanz

positiv, bei Adulten jedoch zumeist ausgeglichen. Zentralorgan des Proteinstoffwechsels ist die Leber. In den Hepatozyten wird mit Ausnahme der Immunglobuline nahezu das gesamte Eiweiß gebildet. Zusätzlich stimuliert wird die Albuminsynthese durch Kolostrum (SCHIESSLER et al 1977; MEYER und KAMPHUS 1990; WALSER 1990; MAACH et al. 1991; KRAFT und DÜRR 1999; RAUPRICH et al. 2000; BLUM und HAMMON 2000).

Das Haupteiweiß des Serums beim Rinderfetus ist das alpha-Feto-Protein, welches zum Ende der Gravidität durch Albumin ersetzt wird. Der Gesamtproteinanteil liegt am Ende der Trächtigkeit um bis zu über 50% niedriger als beim erwachsenen Rind, das Gesamtproteinkonzentrationen von 60 - 80 g/l aufweist (Tab. 4). Dies erklärt sich vor allem durch den nahezu vollständigen Mangel an  $\gamma$ -Globulinen vor der Aufnahme von Kolostrum, aber auch die Albumin- sowie  $\alpha$ - und  $\beta$ -Globulinfraktion ist deutlich niedriger (BOUDA und JAGOS 1979; STÖBER und GRÜNDER 1990; STEINHARDT et al. 1993; STEINHARDT et al. 1997; STENGEL 1998).

Tab. 4 : Mittlere Gesamtproteinkonzentrationen (g/l) bei Kälbern unmittelbar *post natum*

<b>Autoren</b>	<b>Werte angegeben als</b>	<b>Gesamtproteingehalt</b>
MAACH et al. 1991	$\bar{x} \pm s$	45,3 $\pm$ 7,2
STEINHARDT et al. 1993	$\bar{x} \pm s$	45,8 $\pm$ 7,6
STEFFEN et al. 1997	$\bar{x} \pm s$	42,2 $\pm$ 0,3
STEINHARDT et al. 1997	$\bar{x} \pm s$	53,9 $\pm$ 5,8
STEINHARDT et al. 2000	$\bar{x}$	39,4

Nach der Aufnahme von Kolostralmilch steigt innerhalb des ersten Lebensstages das Gesamteiweiß bis zu einem Peak an, der im Bereich adulter Rinder liegt. Von nun an kommt es nur noch zu geringen Schwankungen und zum allmählichen Angleich an Erwachsenenwerte (WALSER 1990; STEINHARDT et al. 1993; MAACH et al. 1991; EGLI und BLUM 1998).

Die Entwicklung der Eiweißkonzentration beim Kalb wird durch mehrere Faktoren entscheidend beeinflusst. Eine wichtige Rolle dabei spielt neben der Menge die Zusammensetzung des Kolostrums sowie der Zeitraum *post natum*, in dem es aufgenommen wird (ZANKER et al. 2001). Umweltfaktoren haben erheblichen Einfluss auf die Plasmaproteinkonzentration. STEINHARDT und THIELSCHER (1999) konnten nachweisen, dass sich verschiedene Haltungsvarianten bis zum 90. Lebensstag auswirken. Kälber in Einzelhaltung weisen dabei eine höhere Plasmaeiweißkonzentration auf als solche aus Gruppenhaltung. Nahezu alle Autoren berichten von beachtlichen individuellen Schwankungen des Gesamtproteingehaltes, dessen Ursachen in der genetischen sowie hormonellen Regulation, in nutritiven Effekten und in den Auswirkungen des Geburtsvorganges gesucht werden (STEINHARDT et al. 1997; STEFFEN et al. 1997; STEINHARDT und THIELSCHER 2000; WEHREND et al. 2000)

#### Triglyzeride und Cholesterin

Die zu den Neutralfetten zählenden Triglyzeride sind der bedeutendste Energiespeicher des Säugetierorganismus. Durch ihren niedrigen Oxidationsgrad beinhalten sie erheblich größere Mengen an Energie als Proteine oder Kohlenhydrate. Infolge ihrer fehlenden Polarität können Neutralfette nicht hydratisiert gespeichert werden. Dadurch ist durch Triglyzeride, bei gleichem Gewicht, eine sechsmal größere Energiemenge zu speichern als durch Glykogen. Die Verfügbarkeit von Triglyzeriden wird über zwei Wege gewährleistet. Entweder werden sie exogen über die Nahrung zugeführt oder endogen im endoplasmatischen Retikulum der Hepatozyten synthetisiert. Als Grundlage der endogenen Synthese dienen größtenteils Kohlenhydrate, welche in die energetisch günstigere Speicherform überführt werden (VOET und VOET 1995; KRAFT 1999).

Cholesterin gehört zur Gruppe der Steroide und kommt vor allem im tierischen Organismus vor. Es ist ein wichtiger Bestandteil von Plasmamembranen, die Grundlage von Steroidhormonen und damit essentiell für die Regulation von physiologischen Abläufen und dem Kohlenhydratstoffwechsel. Im Blutplasma kommt Cholesterin zu 70% verestert mit Fettsäuren vor und dient als Trägersubstanz. Ähnlich den Triglyzeriden ist der Organismus in der Lage, Cholesterin selbst zu synthetisieren oder über die Nahrung zu resorbieren (VOET und VOET 1995, KRAFT 1999).

Die Konzentrationen von Triglyzeriden und Cholesterin im Plasma von Kälbern ist von den Faktoren Zeitpunkt und Menge der Kolostrumaufnahme sowie deren Zusammensetzung abhängig. Verzögert sich die Kolostrumaufnahme über die 24. Lebensstunde hinaus, bleiben die Plasmakonzentrationen von Triglyzeriden und Cholesterin unter denen von Kälbern, die zuvor Kolostrum aufnehmen konnten (BLUM et al. 1997, BLUM und HAMMON 2000). RAUPRICH und Mitarbeiter (2000) konnten sogar nachweisen, dass nach der Verabreichung von Kolostrum und einer Nährlösung, deren Inhaltsstoffe denen von Kolostrum nachempfunden war, die Kälber mit Kolostrumversorgung eindeutig der Vergleichsgruppe überlegen waren. Bei Kälbern, denen homologes Kolostrum zur freien Verfügung stand, konnte ein Anstieg der Triglyzeridkonzentration im Plasma bis zum siebten Lebenstag festgestellt werden. Cholesterin verzeichnete einen rapiden Anstieg bis zum 14. Tag *post natum*. Bis zum 84. Tag wurde dann nur noch ein geringer Zuwachs gemessen (EGLI und BLUM 1998).

#### 2.2.3.2 Anpassung der Niere unter Berücksichtigung der Elektrolyt- homöostase, des Harnstoff- sowie Kreatininspiegels

Die ausgereiften Nieren haben im Organismus essentielle Aufgaben bei der Aufrechterhaltung der Homöostase zu erfüllen. Dies beinhaltet die Ausscheidung harnpflichtiger Substanzen, insbesondere Metaboliten des Aminosäurestoffwechsels (Harnstoff und Kreatinin), sowie hochmolekularer körperfremder Stoffe. Im Gegensatz dazu müssen erhaltenswerte Substanzen (Glukose, Aminosäuren, Phosphate) rückresorbiert werden. Die Regulation des Wasser- und Elektrolyt-, wie

auch die des Säure-Basen-Haushaltes, trägt zur Isotonie, Isoionie und Isohydrie des Blutes bei. Eine zusätzliche Nierenfunktion besteht in der Synthese und Inaktivierung von Hormonen (WALSER 1990; FROMM und HIERHOLZER 2000).

Die Regulation des fetalen Wasser- und Elektrolythaushaltes wird im Laufe der intrauterinen Periode von der Plazenta übernommen. Die wichtigste Funktion der fetalen Niere ist die Produktion von Fruchtwasser. Schon während des zweiten Drittels der Gravidität ist die Niere zur Harnproduktion in der Lage. Der Urin des Fetus wird aus der fetalen Harnblase über den Urachus in die Allantoisblase abgegeben. Zum Ende der Gravidität befinden sich beim Rind etwa 4 - 15 Liter fetalen Harns in der Allantoisblase (WALSER 1990). Eine verminderte Fruchtwasserproduktion (Oligohydramnion) führt zu sekundären Organschädigungen (BRANDIS 1989). Insbesondere betroffen ist dabei die Lunge des Feten, die in der späteren Entwicklung meist eine Hypoplasie aufweist (BAUER 2001).

Während der Gravidität, insbesondere im peripartalen Zeitraum, kommt es zu einer enormen Umverteilung des Körperwassers beim Fetus, respektive Neonaten. Bei einer kontinuierlichen Verminderung der totalen Körperflüssigkeit verschiebt sich die Relation an extrazellulärer und intrazellulärer Flüssigkeit immer mehr zu Gunsten des Intrazellulärwassers. Der postnatal zu erwartende Flüssigkeitsverlust beträgt bis zu 10% des Körpergewichtes. Vor allem die extrazelluläre Flüssigkeit geht verloren, dies spiegelt sich in der physiologischen, nachgeburtlichen Gewichtsabnahme wider. Am Ende der physiologischen Graviditätsdauer steigert der Fetus die Menge an produziertem Harn. Eine Funktionsumstellung der Nieren findet allerdings erst mit der Geburt statt. Erst *postnatal* besitzt die Niere die Fähigkeit zur ausreichenden Wasser- und Salzretention, wobei die Leistungsfähigkeit der fetalen Niere nur 40% bis 60% des adulten Tieres beträgt (Tab. 5) (WALSER 1990). Der mature Neonat ist in der Lage, die Osmolarität und das Harnvolumen bei normaler Belastung dem Bedarf anzupassen (BRANDIS 1989; KRUGER et al. 1995). Die Harnmolarität liegt nur gering über der des Plasmas. Überschreiten die Belastungen das normale Maß, wie bei einer neonatalen Diarrhoe oder der Aufnahme großer hypotoner Flüssigkeitsmengen, wird die Kompensationsfähigkeit der Nieren überschritten und es kommt zu Verschiebungen im Elektrolyt- und Wasserhaushalt (FINCO 1989).

Die Leistungsfähigkeit und Funktionalität verändert sich unter der Geburt. Die Nierenperfusion wird verstärkt. Dadurch erhöht sich auch die glomeruläre Filtrationsrate und die Resorptionsleistung des Neonaten (KRUGER et al. 1995; BRANDIS 1989). Die vollständige funktionelle Nephrogenese vollzieht sich erst im Lauf der ersten Lebenswochen. Im Nierenparenchym kommt es zu entscheidenden morphologischen Veränderungen. Das glomeruläre Volumen nimmt zu und die Membranpermeabilität steigert sich durch eine Verdünnung des glomerulären Endothels (FINCO 1989; WALSER 1990). Parallel dazu verlängern sich die Nierentubuli. Zwischen dem zweiten und siebten Lebenstag steigert sich die glomeruläre Filtrationsrate um das Siebenfache (FINCO 1989). Bis zur vollständigen Adaptation kommt es durch die funktionelle Unreife der fetalen Nieren zu einer „physiologischen Aminoazidurie“ (WALSER 1990). KLEE und Mitarbeiter (1985) hingegen beschreiben eine uneingeschränkte Nierenfunktion beim neugeborenen Kalb.

Tab. 5: Harnwerte von Kälbern in der Kolostralperiode im Vergleich zu adulten Rindern (nach KETZ 1980)

	<b>Kalb</b>	<b>Rind</b>
Normale Harnmenge (l/24h)	3,5 - 5,0	6,0 - 20,0
Dichte des Harns (g/cm <sup>3</sup> )	1,013 ± 0,009	1,030 ± 0,012
Gesamtmolarität des Harns (mmol/l)	340 ± 150	1020 ± 300
Quotient Harnmolarität / Serummolarität (mmol/l)	1,07	3,71

## Elektrolyte

Alle Körperflüssigkeiten beinhalten Elektrolyte in unterschiedlicher Zusammensetzung. Ihre Bedeutung liegt neben der Aufrechterhaltung und Regulierung des osmotischen Druckes in der Reizleitung und Übertragung. Weiterhin sind sie bei der Homöostase des Säure-Basen-Haushaltes beteiligt und aktivieren verschiedene Enzyme. Die Isoionie des Plasmas wird vor allem durch die Nierenfunktion reguliert. Die charakteristischen Mengen der Elektrolyte in den verschiedenen Flüssigkeitsräumen sind dabei diagnostisch aufschlussreich. Für labordiagnostische Untersuchungen sind die Plasmaelektrolytkonzentrationen im Extrazellulärraum am besten zugänglich.

Der Extrazellulärraum beinhaltet etwa ein Drittel des Körperwassers, zwei Drittel entfallen auf den Intrazellulärraum. Zur Aufrechterhaltung des osmotischen Gleichgewichtes bei 290 mosm/l ist die Gesamtkonzentration der Elektrolyte in beiden Räumen die gleiche. Im Extrazellulärraum, der die Interstitialflüssigkeit und das Plasmawasser enthält, bilden Natrium- und Chloridionen den Hauptelektrolytanteil; in der Intrazellulärflüssigkeit sind Kalium-, Phosphat- und Magnesiumionen vorherrschend. Die physiologische Bedeutung der hohen extrazellulären Natriumionenkonzentration liegt in der Aufrechterhaltung des Extrazellulärvolumens. Die hohe intrazelluläre Kaliumionenkonzentration schafft mit Hilfe einer selektiven Membranleitfähigkeit die Voraussetzungen für die Entstehung eines Membranpotenzials (JEKEL 1986; HARTMANN 1988; HARTMANN 1994; WIRTH 1999).

Verlaufsuntersuchungen der Plasmanatriumkonzentrationen von Kälberneonaten ergaben, dass der Natriumspiegel innerhalb der ersten Lebenstage Schwankungen unterworfen ist, sich jedoch immer innerhalb des Referenzbereiches für adulte Rinder bewegt (BAUMGARTNER et al. 1980; JEKEL 1986; PICKEL et al. 1989).

Die Kaliumkonzentrationen im Plasma werden *post natum* allgemein als erhöht gegenüber der von erwachsenen Rinder beschrieben. Eine weitere Konzentrationssteigerung ist in der Zeit vom dritten bis zum siebten Tag nach der Geburt festzustellen. Ab der zweiten Lebenswoche kommt es zum Angleich an das

---

Niveau des adulten Rindes (JEKEL 1986; PICKEL et al. 1989; STEINHARDT et al. 1996).

Chloridionen im Blutplasma der Kälber sind unmittelbar nach der Geburt gegenüber erwachsenen Rindern leicht erniedrigt. Innerhalb der ersten Lebensstunden steigert sich jedoch die Konzentration auf einen im Normbereich erwachsener Tiere liegendes Level. Bis zum siebten Tag nach der Geburt steigen die Werte langsam, aber kontinuierlich an (FISCHER und BUTTE 1974, PICKEL et al. 1989).

Bezüglich der Konzentrationen von Natrium-, Kalium- sowie Chloridionen konnten STEINHARDT und Mitarbeiter (1996) Einflüsse der Haltungsbedingungen feststellen. Demnach haben Saugkälber aus einer Mutterkuhhaltung niedrigere Plasmaspiegel der genannten Elektrolyte als Milchrindkälber in Einzelboxenhaltung.

#### Harnstoff und Kreatinin

Harnstoff und Kreatinin zählen zu den harnpflichtigen Substraten. Sie werden über die Nieren ausgeschieden und zur Niereninsuffizienzdiagnostik herangezogen. Die Gehalte beider Substanzen erlauben auch Aussagen über die Reife und Perfusion der Nieren und über die Beurteilung ihrer Eliminierungsfunktion (KRAFT et al. 1999; STEINHARDT und THIELSCHER 2000).

Harnstoff wird in der Leber aus Ammoniak synthetisiert. Er stellt ein für den Körper untoxisches Stoffwechselprodukt der Proteinverdauung dar. Daher ist der Blutharnstoff nahrungsabhängig und auch bei katabolen Stoffwechsellagen erhöht. Aus dem Blutplasma wird Harnstoff zunächst glomerulär filtriert und diffundiert, dann abhängig von der Menge des rückresorbierten Wassers, in den distalen Nierentubuli passiv zurück. Durch diesen Mechanismus wird immer ein Teil des Harnstoffs im System zurückgehalten und nicht ausgeschieden (FINCO 1989; WIEST und KLEE 1998; KRAFT et al. 1999).

Der Plasmaharnstoffgehalt bewegt sich nach MAACH und Mitarbeitern (1991) zwischen der Geburt und dem 15. Lebenstag in einem Bereich von 3,61 bis 4,19

mmol/l, um dann bis zum 30. Tag *post natum* auf  $2,52 \pm 1,20$  mmol/l abzufallen. Ähnliche Ergebnisse ergaben die Untersuchungen von OLTNER und BERGLUND (1982) sowie PICKEL und Mitarbeitern (1989). Die nachgeburtlich relativ niedrigen Plasmaharnstoffgehalte werden auf die anabole Stoffwechsellage des Fetus beziehungsweise des Neonaten zurückgeführt (KLEE et al. 1985). STEINHARDT und Mitarbeiter (1997) konnten feststellen, dass Kälber mit einer Serumharnstoffkonzentration unter 2,5 mmol/l kleinere Körpermassen aufweisen als Kälber mit höheren Harnstoffkonzentrationen.

Kreatinin ist unabhängig von der Nahrungszufuhr und dem Proteinmetabolismus, da es ein Produkt des Phosphokreatin ist, welches in Beziehung zur Muskelmasse des Kalbes steht. Der Kreatininblutspiegel ist für die Nierenfunktionsdiagnostik deshalb ein so wichtiger Parameter, da es in der Niere frei filtriert, aber nicht rückresorbiert wird. Dadurch weist die Kreatininausscheidung eine konstante Abhängigkeit von Körpermasse und Zeiteinheit auf (SILBERNAGEL 1996; STEINHARDT und THIELSCHER 1999). Auffällig beim Kalb sind sehr hohe Kreatininblutspiegel unmittelbar *post natum*, was vermutlich auf eine intrauterine Anhäufung durch das Abschlucken von Allantoisflüssigkeit (14 – 18  $\mu\text{mol/l}$  Kreatinin) zurückzuführen ist. KLEE und Mitarbeiter (1985) konnten feststellen, dass Kälberneonaten bereits ähnlich hohe glomeruläre Filtrationsraten aufweisen wie ältere Kälber und keine Einschränkungen der Nierenfunktion vorliegt. Die initialen Plasmakreatininwerte unterscheiden sich bei verschiedenen Autoren nicht unerheblich (Tab. 6). Bei allen Untersuchungen gleicht sich jedoch der Konzentrationsverlauf. Unmittelbar *post natum* hat die Kreatininkonzentration ihren höchsten Wert, um bis zum vierten Tag auf ein Niveau abzufallen, welches dem adulter Rind ähnlich ist (KLEE et al 1985; MAACH et al. 1991, ABOUZITE et al. 1997). Eine geschlechtsspezifisch höhere Kreatininkonzentration bei männlichen Kälbern konnte dargestellt werden. Dieser Unterschied erstreckt sich auf alle Altersgruppen (KÖNIGS 1989).

Tab. 6: Plasmakreatininkonzentrationen ( $\mu\text{mol/l}$ ) von Kälbern unmittelbar *post natum* ( $\bar{x} \pm s$ )

Autoren	Werte angegeben als	Plasmakreatininkonzentrationen
KLEE et al. 1985	$\bar{x} \pm s$	$263,1 \pm 97,6$
MAACH et al. 1991	$\bar{x} \pm s$	$250,2 \pm 78,2$
STEINHARDT und THIELSCHER 2000	$\bar{x} \pm s$	$252,9 \pm 75,1$

### Hämatokrit

Der Hämatokrit beschreibt den Anteil des Blutes, der von geformten Zellen gebildet wird. Praktisch handelt es sich dabei vorwiegend um Erythrozyten (WIESNER und RIBBECK 2000). Antepartal werden die Erythrozyten von der fetalen Leber gebildet, dabei handelt es sich um makrozytäre, zum Teil kernhaltige Blutkörperchen. Im Verlauf der Fetalentwicklung bis zur Geburt ist eine Zunahme des Hämatokrites festzustellen (FRERKING 1975). Postnatal wird die hepatische Erythropoese von der medullären abgelöst. Es zeigt sich noch immer eine Makrozytose sowie eine Anisozytose von Erythrozyten, die aber im Verlauf der Entwicklung zu einer Normozytose wird (WALSER 1990). Unmittelbar nach der Geburt liegen die Angaben für den Hämatokrit zwischen 0,33 l/l und 0,42 l/l (FISCHER und BUTTE 1974; MAACH et al. 1991; STEINHARDT et al. 1993; SCHLERKA 1998). Ein solch hoher Hämatokrit unmittelbar *post natum*, der teilweise die Werte der adulten Tiere überragt, erklärt sich durch den intrapartalen Einstrom von Blut durch die *Arteriae umbilicales* zum Kalb und einen verminderten Rückfluss über die komprimierte Nabelvene zum Muttertier (HARVEY 1989).

Die Sauerstoffversorgung des Fetus ist abhängig vom uterinen Blutfluss. Dieser wird stark beeinflusst durch die Größe des Uterus und dem Kaliber der ihn versorgenden Gefäße. Zum Ende der Gravidität hin wächst der Fetus gegenüber dem Uterus überproportional, so daß es zu einer Minderversorgung der Frucht kommt. Hierdurch

---

verringert sich auch die kompensatorische Reserve des Fetus (STEINHARDT et al. 1993). Erkenntnisse über die Physiologie des Fetus weisen darauf hin, dass der Fetus am Ende der Gravidität meist hypoxische Zustände zeigt, die kompensatorisch eine Steigerung des Herzminutenvolumens und eine Umverteilung des Blutflusses zum Gehirn, zu Herz und Nebennieren sowie zur Plazenta zur Folge haben. Diese Blutumverteilung führt zu einer verstärkten Erythropoese und ebenfalls zu einer Erhöhung des Hämatokrit. In der postpartalen Entwicklung kommt es zu einem rapiden Abfall des Hämatokrit, welcher sich nach drei bis sieben Tagen abschwächt (MAACH et al. 1991; SCHLERKA 1998; ZANKER et al. 2001). Dieses Absinken resultiert aus einer postnatal einsetzenden Hydrämie und einer damit verbundenen Hämodilution durch Kolostrumaufnahme (MAACH et al. 1991; SCHLERKA 1998). In einer zweiten Periode nach der ersten Lebenswoche zeigt sich ein leichter Abfall des Hämatokrit. Dieser erklärt sich dadurch, dass die Wachstumsgeschwindigkeit des Kalbes größer ist, als die Regenerationsgeschwindigkeit der Erythrozyten (BOUNOUS 1995). Zwischen den Einzeltieren bestehen große individuelle Schwankungen, welche über die Adaptationsperiode hinaus bestehen bleiben (STEINHARDT et al. 1993). Bezüglich der Höhe des Hämatokrit zeigen weibliche Kälber höhere Werte als männliche Tiere (MAACH et al. 1991). Keinen Einfluss auf den Hämatokrit hat die Rasse der Kälber sowie die Parität der Muttertiere (STEINHARDT et al. 1993).

### 2.2.3.3 Enzymogramm des bovinen Neonaten

Enzyme dienen im Organismus als Katalysatoren biochemischer Reaktionen. Sie kommen entsprechend ihrer Funktion in verschiedenen Kompartimenten des Körpers vor. Die Einteilung von Enzymen kann nach ihrem Reaktionstyp (Tab. 7) oder nach ihrer hauptsächlichsten Lokalisation im Organismus erfolgen. Für die klinische Labordiagnostik bietet sich die Einteilung nach der Lokalisation an (Abb. 2). Die Plasmaaktivitäten stehen dabei durch ihre relativ einfache Verfügbarkeit im Vordergrund. Entsprechend der jeweiligen Funktion kann Organen ein spezifisches Enzymprofil zugeordnet werden. Innerhalb der Gewebe sind die Enzyme vorwiegend intrazellulär lokalisiert, wobei spezifische Verteilungsmuster zwischen Zytoplasma und Mitochondrien existieren. Die intakte Zellwand verhindert einen Austritt der Enzyme in das Plasma. Dennoch sind auch im Blut gesunder Individuen immer Plasmaenzymaktivitäten nachweisbar, die auf Zelluntergang und erhöhte Zellpermeabilität zurückzuführen sind und den physiologischen Rahmen vorgeben. Gesteigerte Serumenzymaktivitäten sind auf erhöhte Zelleistung, Permeabilitätsveränderungen der Zellmembran und verstärkten Zelluntergang zurückzuführen. Erhöhte Zelleistungen sind unter Wachstumsbedingungen vorzufinden und führen zu Aktivitätssteigerungen von zellulären Enzymen (BOSTEDT 1983; WEHREND et al. 2000). Überbelastungen können durch Erkrankungen, über hypoxische und mechanische Noxen ebenfalls zur Zellschädigung und zur Freisetzung von Enzymen ins Plasma führen. Dieser Umstand eröffnet die Möglichkeit, diagnostische Rückschlüsse über das Plasmaenzymprofil anzustellen (WÜRZNER 1964; PETERS-BORG und FRERKING 1982). Auch durch Stresssituationen, die mit einer Ausschüttung von Hormonen wie Adrenocorticotropem Hormon, Cortison oder Insulin verbunden sind, steigern die Permeabilität von Zellmembranen und begünstigen die Freisetzung von Enzymen ins Plasma (GERBER 1963; TOLLERSRUD und BAUSTAD 1970).

Bei Neonaten stellen sich die enzymatischen Veränderungen im Plasma besonders komplex dar. Schon präpartal setzen Aktivitätserhöhungen verschiedener Enzyme ein, die sich, verstärkt durch die Geburt, postpartal fortsetzen. Ursächlich dafür werden die Freisetzung von Enzymen aus zerfallenden Erythrozyten, hypoxische

Noxen, Änderungen des Blut-pH Wertes, eine veränderte Hämodynamik und einsetzende Adaptationsvorgänge der großen Parenchyme diskutiert (BOSTEDT 1976; BOSTEDT und RHEINHARDT 1980; TREUDE und MÜLLING 1982; BOSTEDT 1983). Außerdem spielt die Aufnahme von Kolostrum und darin aktiver Enzyme eine Rolle (BOYD 1989; BOSTEDT et al. 1997; BLUM und HAMMON 2000). Der Zeitraum der Nachweisbarkeit von Enzymen im Plasma ist abhängig von deren spezifischen Halbwertszeiten sowie der Umverteilung zwischen Intravasalraum, Extravasalraum und Intrazellulärraum (REINHARDT 1977).

Tab. 7: Klassifikation von Enzymen nach Reaktionstypen (VOET und VOET 1995)

<b>Klassifikation</b>	<b>Typus der katalysierten Reaktion</b>
1. Oxidoreduktasen	Oxidations- und Reduktions-Reaktionen
2. Transferasen	Transfer funktioneller Gruppen
3. Hydrolasen	Hydrolyse Reaktionen
4. Lyasen	Gruppeneliminationen von Doppelbindungen oder Anlagerung von Gruppen an Doppelbindungen
5. Isomerasen	Isomerisierungen
6. Ligasen	Herstellen von Bindungen zwischen zwei Substraten unter ATP-Hydrolyse

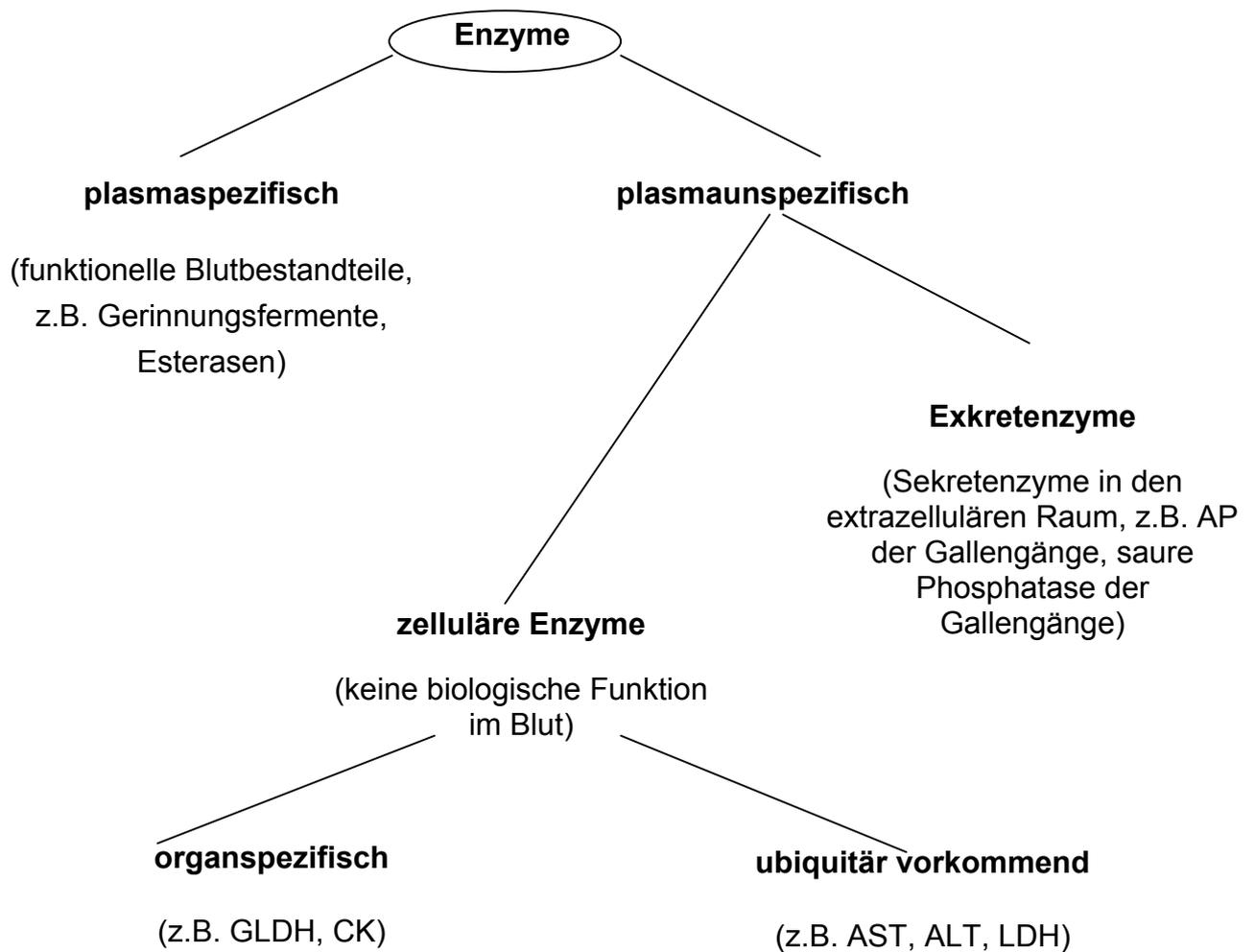


Abb. 2: Einteilung der Enzyme nach BÜCHER (1959)

#### 2.2.4 Ethologische Adaptation

In der Mutterkuhhaltung spielt die Kuh-Kalb-Beziehung im Vergleich zur Milchrindhaltung eine ungleich wichtigere Rolle. In der konventionellen Milchrindhaltung erfolgt unmittelbar *post natum* oder nach der ersten Kolostrumaufnahme ein Absetzen des Kalbes vom Muttertier. Die weitere Betreuung des Neugeborenen findet durch den Menschen statt. In der Mutterkuhhaltung hingegen muß unmittelbar nach der Geburt eine Kontaktaufnahme zwischen Kuh und Kalb bestehen, welche sich weiter intensiviert und bis zum Absetzen nach etwa 10 Monaten andauert. Die Interaktionen zwischen Kuh und Kalb in der Zeit unmittelbar nach der Geburt haben dabei nicht zu unterschätzende positive Effekte auf die Entwicklung des Neonaten und die Rekonvaleszenz des Muttertieres (HOUWING et al. 1990). Nur die Kenntnis des normalen Verhaltens lässt Rückschlüsse auf eine ungestörte Entwicklung zu.

Ethologisch steht das Hausrind auch heute noch, trotz der Jahrtausende dauernden Domestikation, seinen Urahnen, den Wildrindern, sehr nahe. Wenn Raum- und Umweltfaktoren es zulassen, zeigen sich Verhaltensmuster, die denen wildlebender Artgenossen sehr ähnlich sind (EDWARDS and BROOM 1982). Peripartal bedeutet dies, dass sich hochgravide Rinder zur Abkalbung vom Herdenverband lösen und sich in einem Versteck, wie Gebüsch oder hohem Gras, niederlegen, um zu gebären. Wenige Minuten nach der Geburt, wenn das Muttertier wieder aufgestanden ist, tritt die Kuh meist in Verbindung mit leisem, dumpfem Brummen an das Kalb heran, beriecht es zunächst, um es dann zu belecken (SELMAN et al. 1970; SAMBRAUS 1978; BOGNER und GRAUVOGEL 1984). Dieses Verhalten ist bei Primiparae stärker ausgeprägt als bei Pluriparae (EDWARDS and BROOM 1982; SCHULZ et al. 1997). Das Belecken dient in erster Linie dem Aufbau des Sozialkontaktes zwischen Mutter und Kalb. Weitere Effekte sind Entfernung der Eihäute und des Fruchtwassers, sowie Steigerung der Hautdurchblutung, Anregung der Atmung und Darmmotorik. Das Belecken dauert bei Fleischrindern ungefähr eine Stunde, bei Milchrindrassen dagegen nur die Hälfte der Zeit (SELMAN et al. 1970; SAMBRAUS 1978). Motiviert durch das Anstoßen des Muttertieres oder aus eigenem Antrieb beginnt das Neugeborene mit Aufstehversuchen. Abhängig von Vitalität und

Rassezugehörigkeit des Kalbes ist es nach einer halben bis einer Stunde in der Lage zu stehen und Kolostrum aufzunehmen. In den ersten 4 - 8 Lebensstunden des Neonaten ist dessen Hauptaktivität auf Eutersuche und Milchaufnahme hin ausgerichtet. Nach der Geburt ist das Kalb nicht fähig, das Euter des Muttertieres zu erkennen. Es orientiert sich mit dem Kopf entlang der Unterkante waagerechter Objekte. Kommt es bei dieser Suche in einen Winkel, beginnt das Kalb verstärkt nach herabhängenden Strukturen zu suchen, die sofort besaugt werden (SAMBRAUS 1990). Die Mutterkuh unterstützt dies durch Veränderung ihrer Körperstellung und lenkende Kopfstöße. Durchschnittlich benötigen Kälber aus Mastrassen 1,5 Stunden, solche aus Milchrindrassen sogar mehr als zwei Stunden, bis sie zum ersten Mal saugen. In den ersten Lebenstagen trinkt das Kalb acht Mal täglich und öfters. Die Frequenz verringert sich im Lauf des ersten Lebensmonats auf sechsmal pro Tag. Die Tränkeaufnahme geschieht aus eigenem Antrieb (bei Fleischrindern 4/5 der Saugakte) oder auf Berührung des Muttertieres hin. Bei hoher Milchleistung kommt es häufiger zur Aufforderung durch das Muttertier. Das Saugen geschieht in 90% der Saugakte in verkehrt paralleler Stellung, wodurch die Kuh in der Lage ist, ihr Kalb durch Beriechen der Anogenitalregion olfaktorisch zu identifizieren. Beim Saugen hält das Kalb eine bestimmte Reihenfolge der angesaugten Zitzen ein. Einem drei- bis fünfsekundigem Saugen folgt ein Wechsel der Zitze. In 80% der Fälle wird der Saugvorgang vom Kalb selbst beendet. Nur in ungefähr 20% der Fälle unterbricht die Kuh durch Abwehrbewegungen die Nahrungsaufnahme.

In den ersten drei bis vier Lebenstagen bleibt das Kalb an dem Platz, an dem es geboren wurde, unabhängig davon, ob sich das Muttertier entfernt. In dieser Zeit reagiert das Kalb nicht auf das Rufen der Mutter. Die Liegezeit der Kälber beträgt in den ersten Lebenstagen 80% der Tag- und Nachtzeit. Die Stehperioden dauern kaum länger als 15 Minuten. Ab dem 5. Tag ist das Kalb in der Lage, auf akustische Reize der Mutter zu folgen. Um diesen Zeitpunkt wird das Kalb von der Mutter zur Herde geführt, wo es sich einer Gruppe gleichaltriger Tiere anschließt (BOGNER und GRAUVOGEL 1984).

### 2.3 **Zusammensetzung des Kolostrums beim Rind in Hinblick auf die untersuchten Blutparameter**

Die Aufnahme von Kolostrum spielt eine entscheidende Rolle in Hinblick auf die weitere Entwicklung des Neonaten. Das sofort postnatal vorhandene Kolostrum hat eine gegenüber reifer Milch abweichende Zusammensetzung und enthält neben vielen Nährstoffen, Vitaminen, Mengen- und Spurenelementen sowie Immunglobulinen auch erhebliche Mengen an bioaktiven Substanzen. Darunter fallen: Insulin, Prolaktin, insulinähnliche Wachstumsfaktoren, Cytokine, Steroidhormone, Schilddrüsenhormone, Enzyme, Peptide, Polyamine und Nukleotide (KIELWEIN 1994; BLUM und HAMMON 2000). Neben der Bereitstellung von Immunglobulinen und Energie fördern die bioaktiven Inhaltsstoffe die Entwicklung des Gastrointestinaltraktes und besitzen metabolische sowie endokrine Funktionen. Dabei nehmen Kälber in Mutterkuhhaltung deutlich größere Mengen an Kolostrum auf als bei künstlicher Fütterung empfohlen wird (BLUM und HAMMON 2000). Aufgrund der Zusammensetzung des Milchsekretes sowie der sich *post natum* rasch verändernden Permeabilität des Kälberdarmes, ist eine möglichst frühe Aufnahme wichtig.

Es ergeben sich direkte Einflüsse der Kolostrumaufnahme auf die Zusammensetzung des Blutes von Kälbern. Aufgrund der massiven Absorption von Immunglobulinen und der durch Kolostrum angeregten Proteinbiosynthese in der Leber, steigt der Gesamtproteingehalt des Plasmas an (SCHÄFER et al. 1998; KÜHNE et al. 2000; RAUPRICH et al. 2000). Untersuchungen belegen ebenso einen Zusammenhang zwischen der Kolostrumaufnahme und der Harnstoffkonzentration. Eine eindeutige Beziehung konnte jedoch noch nicht geklärt werden (KÜHNE et al. 2000; ZANKER et al. 2000). Klar ist, dass die in großem Umfang im Kolostrum vorhandenen maternalen Enzyme, wie  $\gamma$ -Glutamyltransferase, Laktatdehydrogenase, Aspartataminotransferase und Glutamyldeshydrogenase zu einem Aktivitätsanstieg im Plasma der Kälber führen (THOMPSON und PAULI 1981; BOSTEDT 1983; BOYD 1989; BLUM und HAMMON 2000). Widersprüchliche Literaturangaben bestehen bezüglich des Einflusses der Kolostrumaufnahme auf die Plasmakonzentrationen an Cholesterin und Triglyzeriden. Nach Untersuchungen von BLUM und HAMMON

---

(2000) erhöhen sich die Gehalte im Plasma der Kälber nach einer frühzeitig erfolgten Kolostrumaufnahme. ZANKER und Mitarbeiter (2000) konnten diesen Zusammenhang ausdrücklich nicht feststellen. Die Konzentrationen von Hämatokrit und Glukose bleiben durch Kolostrumaufnahme verglichen mit der Aufnahme von Milchaustauscher nach Untersuchungen von ZANKER und Mitarbeitern (2000) weitgehend unberührt. Die Wirkungsweise der im Kolostrum befindlichen Substanzen ist noch nicht erschöpfend geklärt. So konnte festgestellt werden, dass trotz gleicher Zusammensetzung von Kolostrum und einer Vergleichslösung die Resorption und die funktionellen Wirkungen beim Neonaten deutlich unterschiedlich sind (RAUPRICH et al. 2000).

## 3 MATERIAL UND METHODEN

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Bestandsdaten

Die Herde, in der die Untersuchung von Oktober 2000 bis Januar 2001 durchgeführt wurde, ist seit acht Jahren nach den Vorschriften der Biozertifizierung AGÖL (Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau Deutschland) geführt. Die Tierzahl umfasste ca. 5000 Rinder, welche auf einer Fläche von etwa 4000 ha (davon 3900 ha Grünland und 100 ha Ackerland) gehalten wurden. Der Rinderbestand setzte sich aus Fleisch- und Zweinutzungsrassen (Limousin, Deutsch Angus, Charolais, Hereford und Fleckvieh) sowie entsprechenden Kreuzungen zusammen. Die Haltung erfolgte als extensive Mutterkuhhaltung auf Umtriebsweiden. Lediglich die Abkalbung fand im Stall unter Beobachtung statt. Die angestrebte Abkalbezeit lag in den Monaten Oktober bis April. Die graviden Rinder befanden sich in Gruppen bis zu 100 Tieren auf einzelnen Weiden. Etwa zwei bis sechs Wochen vor dem errechneten Abkalbetermin wurden die Tiere in Reihenabbindehaltung aufgestellt. Dort verblieben sie bis zur Abkalbung. Zeigten sich unmittelbare Geburtsanzeichen, wurden die Rinder aus der Anbindung innerhalb des Stalles in mit Stroh eingestreute Abkalbeboxen (3 m x 4 m Grundfläche) verbracht. Die Mutterkühe blieben mit ihren Kälbern fünf bis acht Tage in diesen Abteilungen. Während dieser Zeit bestand die Nahrung des Kalbes ausschließlich aus Kolostrum. Die Mutterkühe wurden anschließend zusammen mit den Kälbern in Gruppen von 30 adulten Tieren mit Nachwuchs in gesonderten Abteilungen gruppiert. Diese waren so aufgebaut, dass ein zentraler Bereich mit einer Größe von 4 m x 7 m durch Schlupfgitter von einem äußeren Laufstall in der Art getrennt ist, dass sich die Kälber in beiden Kompartimenten frei bewegen konnten, die Kühe aber nur den Außenteil nutzten. Der zentrale Kälberschlupf war mit Stroh eingestreut. In ihm stand den Kälbern Wasser und Heu *ad libitum* zur Verfügung.

Nach vier bis fünf Wochen wurden zu jeder Abteilung Mutterkühe jeweils zwei Bullen zugegeben, welche die brünstigen Kühe bedeckten. Hatten alle Mutterkühe

vermeintlich konzipiert und die Witterungsbedingungen ließen es zu, wurden die Tiere aus zwei bis drei Gruppen mit etwa gleichen Konzeptionsterminen zu einer neuen Gruppe zusammen auf eine Weide verbracht. Die Kälber blieben weiterhin mit den Muttertieren ohne Zufütterung von Krafffutter bis zur Schlachtung auf der Weide. Die Mutterkühe erhielten während der Stallperiode Grassilage aus betriebseigenem Anbau sowie eine auf den Bestand abgestimmte Mineralstoffmischung. Mit zehn Monaten wurden die Kälber der Schlachtung zugeführt.

### 3.1.2 Probanden

Insgesamt standen für die geplante Untersuchung 115 Kälber zur Verfügung. Sie stammten ausnahmslos aus Geburten *per vias naturalis*. Die Mutterkühe wurden ab dem 14. Tag vor dem erwarteten Geburtstermin in 30-minütigen Intervallen auf unmittelbare Geburtsanzeichen hin kontrolliert. Durch dieses engmaschige Überprüfungsintervall konnte gewährleistet werden, dass der Geburtszeitpunkt genau festgelegt werden und die Geburten unter tierärztlicher Kontrolle stattfinden konnten.

Eine Unterteilung der Geburtsart erfolgte in Geburten ohne jeglichen Eingriff und Geburten, bei denen eine Kontrolle aufgrund von Komplikationen sich als notwendig erwies. In den Geburtsvorgang wurde aber erst eingegriffen, wenn ein Fortschritt ohne geburtshilfliche Maßnahmen nicht mehr zu erwarten und somit von einer Dystokie auszugehen war. Bei 98 Mutterkühen (85,2%) verlief die Geburt spontan ohne Eingreifen eines Geburtshelfers. Bei 17 Geburten (14,8%) musste konservative Geburtshilfe geleistet werden.

Eine Gruppierung der Muttertiere nach der Geburtsziffer ergab einen Anteil von Primiparae von 23,5% (27 Tiere), Secundiparae von 20,0% (23 Tiere) und 56,5% (65 Tiere) Pluriparae. In der Gruppe der Pluriparae erfolgte keine weitere Unterteilung bezüglich der Anzahl der Geburten.

Die Beurteilung der Rassezugehörigkeit der Probanden erfolgte anhand des Phänotypus der Mutterkuh sowie des Neonaten. Danach ergab sich eine Aufteilung

in die Rassengruppen Fleckvieh 73 Tiere (63,5%), Limousin 31 Tiere (27,0%), Charolais 6 Tiere (5,2%), Hereford 3 Tiere (2,6%) und Deutsch-Angus 2 Tiere (1,7%). Das Probandenkollektiv setzte sich aus 72 männlichen Tieren und 43 weiblichen Tieren zusammen. Daraus ergab sich eine prozentuale Geschlechteraufteilung von 62,6% zu 37,4% (Tab. 8).

Tab. 8: Zusammenhang zwischen der Rasse und den Kriterien Geschlecht sowie Geburtsart der Kälber

Rasse \ Kriterien	Fleckvieh	Limousin	Charolais	Hereford	Deutsch Angus
<b>Geschlecht</b>					
männlich	47	19	4	2	0
weiblich	26	12	2	1	2
<b>Geburtsart</b>					
ohne Komplikationen	63	28	3	3	1
mit Komplikationen	10	3	3	0	1
<b>männliche Kälber</b>					
<b>Geburt</b>					
ohne Komplikationen	39	18	2	2	0
mit Komplikationen	8	1	2	2	0
<b>weibliche Kälber</b>					
<b>Geburt</b>					
ohne Komplikationen	24	10	1	1	1
mit Komplikationen	2	2	1	1	1

Über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg befanden sich die Kälber zusammen mit der Mutterkuh in mit Stroh eingestreuten Einzelboxen. Lediglich zur Probenentnahme wurden die Kälber kurzfristig vom Muttertier separiert. Die Kälber hatten von Geburt an freien Zugang zur Kuh und somit zu homologem Kolostrum. Die Muttertiere wurden unmittelbar *post partum* auf Mastitisfreiheit überprüft. Alle Kälber wurden nach der letzten Probenentnahme noch zwei Wochen kontrolliert. Nur Kälber, die innerhalb dieser Zeit keine klinischen Krankheitsanzeichen aufwiesen, wurden in die Untersuchung einbezogen.

### 3.1.3 Klinische Untersuchung

Zur Einschätzung der Vitalität ist unmittelbar *post natum* eine Beurteilung der Neonaten mittels des nach MÜLLING (1976) modifizierten APGAR - Scores durchgeführt worden (Tab. 9). Es folgte die Probenentnahme mit zeitgleicher Messung der rektalen Körpertemperatur mittels digitalem Thermometer. Anschließend wurde jeder Neonat einer klinischen, segmentalen Untersuchung nach BOSTEDT und THEIN (1990) unterzogen. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand dabei die Kardiorespiration sowie die neurologische Reaktivität. Kälber mit anatomischen Missbildungen wurden nicht in die Untersuchung einbezogen.

Tab. 9: APGAR - Score, für Kälber nach MÜLLING modifiziert (1976)

Punkte	0	1	2
Muskeltonus / Bewegung	fehlt	herabgesetzt	spontane, aktive Bewegungen
Reflexerregbarkeit	fehlt	herabgesetzt	voll vorhanden
Atmung	fehlt	unregelmäßig, flach	rhythmisch, tief, regelmäßig
Schleimhautkolorit	weiß	blau – zyanotisch	rosarot

Nach der Bewertung aller Kriterien und entsprechender Punktevergabe wurden die Einzelwerte addiert. Die sich ergebende Summe lässt eine Einstufung in drei Vitalitätsgruppen zu.

Kälber mit 7 – 8 Punkten: lebensfrisch

Kälber mit 4 – 6 Punkten: vitaldepressiv

Kälber mit 0 – 3 Punkten: lebensgefährdet

Die Kontrolle der rektalen Körpertemperatur erfolgte parallel zur Blutprobenentnahme und wurde zusammen mit allen erhobenen Werten auf einem eigens für diesen Zweck konzipierten Untersuchungsbogen dokumentiert (Anlage 1). Die Blutprobenentnahme erfolgte aus der *Vena jugularis*. Dazu wurde das Kalb durch einen Helfer in Seitenlage fixiert. Es folgte eine Reinigung und Desinfektion des Punktionsortes mit Methylalkohol. Nach manuellem Anstauen wurde die Vene punktiert. Die Gewinnung der Blutprobe fand an der ungestauten Vene statt. Anschließend wurden zur Kenntlichmachung des Probanden die Ohrmarken mittels einer geeigneten Ohrmarkenzange in das rechte sowie das linke Ohr des Kalbes eingezogen.

Mit jeder weiteren Blutprobenentnahme ging eine klinische, segmentale Untersuchung mit Erfassung der Körpertemperatur einher. An den Kälbern wurden keine therapeutische Maßnahmen durchgeführt.

Über den eigentlichen Untersuchungszeitraum hinweg blieben die Kälber noch zwei Wochen nach der letzten Probenentnahme unter klinischer Beobachtung.

### 3.1.4 Ethologische Untersuchungen

#### *Erstes Kopfheben, erstes Stehen und erste Kolostrumaufnahme post natum*

Die Beobachtung neugeborener Kälber gibt, bei Kenntnis der frühen Adaptationsphase, auch dem medizinischen Laien eine gute Möglichkeit zur Beurteilung der Vitalität.

Als Kriterien dafür dienten:

- Die Zeit zwischen der Geburt und des ersten Kopfhebens.
- Die Zeit zwischen der Geburt und des ersten sicheren Stehens.
- Die Zeit zwischen der Geburt und der ersten Kolostrumaufnahme.

Zur Einschätzung des ersten Kopfhebens wurde ein 5-minütiges Zeitintervall zugrunde gelegt. Es wurde dabei ermittelt, wann die Kälber zum ersten Mal in der Lage waren, den Kopf anzuheben und in aufrechter Position zu halten. Eine Einteilung erfolgte in drei Gruppen:

1. Kälber, die innerhalb der ersten fünf Lebensminuten eine aufrechte Kopfposition einnehmen konnten.
2. Kälber, die für eine erhobene Kopfhaltung zwischen fünf und zehn Minuten benötigten.
3. Kälber, welche länger als zehn Minuten benötigten, um eine erhobene Kopfhaltung einzunehmen.

Das erste sichere Stehen ist eine wichtige Voraussetzung zur Lokomotion und Aufnahme von Kolostrum am Muttertier. Eine Beurteilung der Kälber fand im Stundentakt statt. Als sicheres Stehen wurde gewertet, wenn das Neugeborene dazu in der Lage war aufzustehen und sich mindestens für eine Minute in dieser Position zu halten. Es wurden zur Einteilung drei Gruppen gebildet:

1. Kälber, die innerhalb der ersten Lebensstunde zu einem sicheren Stehen in der Lage waren.

2. Probanden, die erst nach Ablauf einer Stunde, aber innerhalb von zwei Stunden *post natum* stehen konnten.
3. Kälber, die erst nach Ablauf von zwei Stunden standen.

Als erstes Saugen wurde der primär erfolgreiche Saugversuch (mit Kolostrumaufnahme) am Muttertier gewertet. Zur besseren Auswertbarkeit wurde folgende Einteilung in zwei Gruppen vorgenommen:

1. Erste Kolostrumaufnahme innerhalb der ersten zwei Lebensstunden.
2. Erstes Saugen nach Ablauf der zweiten Stunde *post natum*.

### 3.1.5 Blutprobenentnahme und Aufbereitung

Die Blutentnahmen aus der *Vena jugularis* erfolgten nach der klinischen Untersuchung unmittelbar *post natum*, zwei Stunden *post natum*, 24 Stunden *post natum* sowie 72 Stunden nach der Geburt. Zum Einsatz kamen sterile Kanülen der Firma Terumo<sup>®</sup> mit einem Lumen von 1,2 mm und einer Länge von 40 mm. Durch unmittelbares Aufsetzen und Aspirieren wurden 2 x 9 ml Vollblut in je eine 9 ml Monovette<sup>®</sup> (Sarstedt) mit NH<sub>4</sub>-Heparin als Blutgerinnungshemmer entnommen. Anschließend wurden mit einer heparinisierten 2 ml Einwegspritze PICO<sup>®</sup> der Firma Radiometer Copenhagen weitere 2 ml Vollblut entnommen.

Die Auswertung der Blutgasverhältnisse fand innerhalb von fünf Minuten mit dem transportablen Blutgasmeßgerät CCA OPTI 3 der Firma AVL statt. Die Plasmaproben für die übrigen Bestimmungen sind noch im Stall direkt in einem Eiswasserbad gekühlt und innerhalb von 6 Stunden aufbereitet worden. Die Zentrifugation des Vollblutes erfolgte bei 3000 Umdrehungen pro Minute für 10 Minuten in der Laborzentrifuge Heraeus Christ<sup>®</sup> 3000. Anschließend ist das überstehende Plasma abpipettiert und in sterilen Probenröhrchen bei -20°C tiefgefroren worden.

Zur Ermittlung der Blutglukosekonzentration wurde ein Tropfen des Blutes, unmittelbar nach Entnahme auf einen Glukoseteststreifen (Accutrend<sup>®</sup>) aufgetragen

und mit Hilfe des Accutrend<sup>®</sup> GC Teststreifenmessgerätes der Firma Roche gemessen.

### 3.2 Methoden

Die Blutgase und die Parameter des Säure-Basenstatus wurden mit dem transportablen Analysegerät Critical Care Analyzer OPTI 3 der Firma AVL bestimmt (Abb. 3).



Abb. 3: Critical Care Analyzer OPTI 3 der Firma AVL

Der OPTI Analysator ist ein mikroprozessorgesteuertes Analysegerät zur Messung von optischer Fluoreszenz. Dieses Phänomen beruht darauf, dass sich in jedem Atom um den Atomkern eine bestimmte Anzahl Elektronen in festgelegten Abständen (Orbitalen) bewegen.

Durch Zufuhr von Lichtenergie können die Elektronen dazu angeregt werden, für kurze Zeit auf energetisch höherwertige Bahnen zu springen. Dieser Zustand kann aus energetischen Gründen nicht gehalten werden, so dass sich die Elektronen zurück in ihre ursprünglichen Orbitale bewegen. Dabei wird eine charakteristische Energie in Form von Licht freigesetzt. Dieser Vorgang wird als Fluoreszenz oder

auch Lumineszenz bezeichnet. Die durch Anregung von Elektronen ausgestrahlte Lichtenergie ist kleiner als die zur Anregung verwendete Energie und hat deshalb eine andere Farbe. Intensität und Farbe des Anregungslichtes bleiben immer konstant. Dadurch wird Intensität und Farbe des emittierten Lichtes lediglich von der Konzentration des gemessenen Stoffes bestimmt.

Erfasst wird das emittierte Licht mittels Optoden (optische Elektroden), die in der Lage sind, das einfallende Licht nach Farbe und Intensität in elektrische Ströme umzuwandeln, die wiederum mikroprozessorgesteuert ausgewertet werden können.

Die Intensität des von den Sensoren aufgenommenen Lichtes ist abhängig von den Partialdrücken von Kohlendioxid ( $p\text{CO}_2$ ), der Wasserstoffionenkonzentration (pH) und der Konzentration der gemessenen Elektrolyte ( $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$ ). In Tabelle 10 finden sich die Messbereiche der mittels AVL CCA OPTI 3 bestimmten Parameter sowie deren Maßeinheiten.

Tab. 10: Messbereiche des AVL CCA OPTI 3 mit der Darstellung der Parameter, des Messbereichs, der niedrigsten und höchsten Auflösung, sowie der Maßeinheit

Parameter	Bereich	Auflösung (Nied./Hoch.)	Einheit
pH	6,6 bis 7,8	0,01 / 0,001	pH
$p\text{CO}_2$	1,33 bis 26,66	0,1333 / 0,01333	kPa
$\text{Na}^+$	100 bis 180	1 / 0,1	mmol/l
$\text{K}^+$	0,8 bis 10	0,1 / 0,01	mmol/l

Die Messung im Gerät erfolgt in einer Einwegkassette, die vor der Aufnahme der Probe selbsttätig kalibriert wird. Mit Hilfe eines an jeder Kassette befindlichen Barcodes werden spezifische Kalibrationsinformationen vor jeder Messung eingelesen. Nach Einführen der Messkassette in die Messkammer wird die Kassette zuerst auf eine Temperatur von  $37,0 \pm 0,1$  °C eingestellt. Anschließend findet eine Kalibrierung des pCO<sub>2</sub>-Sensors mit einem Kalibriergas statt. Die Kalibrierung der pH- und Ionenkanäle geschieht vor jeder Messung mit einer in der Kassette befindlichen Präzisions-Pufferlösung.

Erst nach der Bestätigung der Kalibrierung saugt das Gerät die benötigte Probemenge selbsttätig in die Messkammern der Messkassette.

Vor Versuchsbeginn wurden die mit dem AVL CCA OPTI 3 bestimmten Parameter durch Vergleichsmessungen mit dem etablierten, stationären Blutanalysegerät ACID-Base-Laboratory (ABL 300) der Firma Radiometer Copenhagen abgeglichen.

Die weiteren Messungen plasmatischer Parameter fanden bis drei Monate nach Probenentnahme im Klinischen Labor der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere der Justus-Liebig-Universität Giessen statt.

Zur Probenaufbereitung und Messung wurden der Thermomix EPAC-TM 5430 sowie das Photometer EPAC 6140 der Firma Eppendorf verwendet. Die Messergebnisse wurden mittels des Druckers EPAC 6547 der Firma Eppendorf ausgedruckt.

Die Probenmessungen fanden nach den vorgegebenen Herstellerangaben statt. Jede Probenserie von fünf aufeinanderfolgenden Messungen wurde gegenüber dem entsprechenden Kontrollserum des Herstellers abgeglichen.

### 3.2.1 Blutgas- und Säure-Basen-Status

Die Messgrundlage der pCO<sub>2</sub>-Optode basiert darauf, dass emittiertes Licht bestimmt wird.

Der Messgrundlage der pH-Optode liegt eine Veränderung der Lumineszenz eines Farbstoffmoleküls zugrunde, welches in der Optode immobilisiert wird. Die Herstellung einer Beziehung zwischen der Lumineszenz und dem pH-Wert wird über das chemische Massenwirkungsgesetz möglich. Diese Gleichung beschreibt, wie sich die Intensität der Fluoreszenzemission mit einem ansteigenden Blut-pH-Wert über den charakteristischen pKa des Farbstoffs erhöht.

$$I_0/I = 1 + 10^{pK_a - pH}$$

I<sub>0</sub> = Fluoreszenzemissionsintensität (Nullwert)

I = Fluoreszenzemissionsintensität (Probenmessung)

pKa = Dissoziationskonstante des Indikators

pH = negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration

### 3.2.2 Base Excess

Aus dem gemessenen pH-Wert, der Hämatokrit sowie dem HCO<sub>3</sub>-Gehalt berechnen sich die Werte für den Base Excess (BE) nach der Formel (ZANDER 1996):

$$BE = (1 - 0,014 \times tHb) \times [(1,43 \times tHb + 7,7) (pH - 7,4) - 24,8 + HCO_3^-]$$

BE = Base Excess

pH = negativer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration

tHb = temperaturkorrigierte Hämatokrit

### 3.2.3 Hämatokrit

Der Hämatokritwert berechnet sich als eine Funktion des temperaturkorrigierten Hämoglobinwertes (SIMMONS 1989).

$$\text{Hct (c)} = \text{tHb [ g / dl ]} / (\text{MCHC\%} / 100)$$

Hct = Hämatokrit

tHb = temperaturkorrigierter Hämoglobinwert

g = Gramm

dl = Deziliter

MCHC = mittlere Hämoglobinkonzentration im Erythrozyten

Als rechnerischer Vorgabewert für die mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration (MCHC) wird MCHC % = 33,3% angenommen.

### 3.2.4 Gesamtprotein

Die Bestimmung des Gesamtproteins erfolgte mittels des photometrischen Farbttests Protein Total liquicolor<sup>®</sup> der Firma Human. Die Bestimmungsmethode basiert auf der Biuret - Methode. Die Kupferionen bilden mit Proteinen und Peptiden in alkalischer Lösung einen violetten Farbkomplex, dessen Extinktion proportional zur Gesamteiweißkonzentration in der Probe ist. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 20°C bis 25°C und einer Wellenlänge von 546 nm analysiert.

### 3.2.5 Blutglukose

Die Blutglukose ist anhand des Testkits Accutrend® der Firma Roche bestimmt worden. Das Testprinzip beruht auf einer Glukoseoxidase - Mediator - Reaktion.

Durchgeführt wird der Test mit Hilfe von Accutrend® Glukose Teststreifen und dem Accutrend® GC Teststreifenmessgerät der Firma Roche.

Reaktionsprinzip:



DH<sub>2</sub> = reduzierter Akzeptor

D = oxidierter, gefärbter Akzeptor

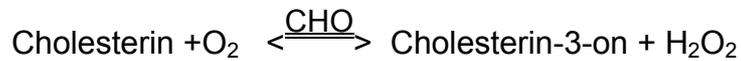
### 3.2.6 Serumlipide

#### 3.2.6.1 Cholesterin

Die Cholesterinbestimmung basiert auf einer Testkombination Cholesterol liquicolor® der Firma Human. Die Grundlage der Bestimmungsmethode ist die CHOD - PAP - Methode, ein enzymatischer Farbtest mit Lipid-Klärungssystem.

Es erfolgt die Bestimmung des Cholesterins nach enzymatischer Hydrolyse und Oxidation. Als Indikator wird Chinonimin verwendet, das aus Wasserstoffperoxyd und 4-Aminophenazon unter Anwesenheit von Phenol und Peroxydase gebildet wird. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 20°C bis 25°C und einer Wellenlänge von 500 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:



CHE = Cholesterinesterase

CHO = Cholesterinoxidase

POD = Peroxidase

### 3.2.6.2 Triglyzeride

Mittels photometrischen Absorbattests ist der Triglyzeridgehalt bestimmt worden. Hierzu fand die Testkombination Triglyceride<sup>®</sup> der Firma Rolf Greiner BioChemica Verwendung. Mit Hilfe einer speziellen Lipase werden Triglyzeride zu Glycerin und freien Fettsäuren gespalten. Glycerin wird entsprechend des folgenden Reaktionsschematas unter Katalyse von Glycerokinase (GK) und Glycerinphosphatoxidase weiter umgesetzt. Das gebildete H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reagiert durch Peroxidase (POD) mit 3.5-Dichlor-2-Hydroxybenzolsulfonsäure (DCHBS) und 4-Aminoantipyrin (PAP) zu einem roten Farbstoff, der photometrisch erfasst wird. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 37°C und einer Wellenlänge von 500 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:



GK = Glycerokinase

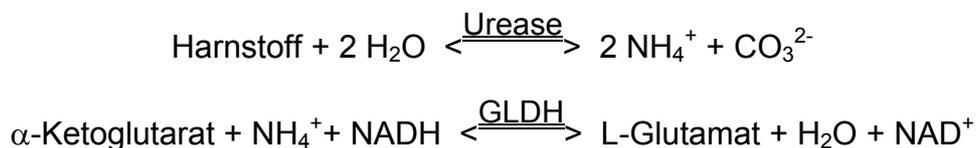
GPO = Glycerinphosphoxidase

### 3.2.7 Harnpflichtige Substrate im Serum

#### 3.2.7.1 Harnstoff

Die Harnstoffkonzentration wurde mit dem photometrischen UV- Farbttest bestimmt. Hierzu wurde die Testkombination Harnstoff liqui UV<sup>®</sup> der Firma Human verwendet. Die Grundlage der Bestimmungsmethode liegt in der Hydrolyse des Harnstoffes durch Urease zu Ammoniak und CO<sub>2</sub>. Das entstandene Ammoniak wird durch Glutamatdehydrogenase mit  $\alpha$ -Ketoglutarat zu Glutamat umgesetzt, bei gleichzeitiger Oxidation von NADH zu NAD<sup>+</sup> in der Indikatorreaktion. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 340 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:

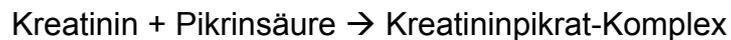


#### 3.2.7.2 Kreatinin

Zur Bestimmung der Kreatininkonzentration wurde ein photometrischer Farbabsorbattest benutzt. Hierzu ist die Testkombination Kreatinin liquicolor<sup>®</sup> der Firma Human verwendet worden. Die Bestimmungsmethode basiert auf der Jaffé - Reaktion.

Kreatinin bildet in alkalischer Lösung mit Pikrinsäure einen orangeroten Farbkomplex, dessen Extinktion proportional zur Kreatininkonzentration in der Probe ist. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 340 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:



### 3.2.8 Elektrolyte im Serum

#### Natrium ( $\text{Na}^+$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ), Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) und Magnesium ( $\text{Mg}^+$ )

Die  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und  $\text{Cl}^-$  - Ionen - Optoden basieren auf dem Prinzip der ionenselektiven Elektrodenmessung (ISE). Die Optoden verwenden ionenselektive Erkennungselemente (Ionophoren), ähnlich derer, die in ionenselektiven Elektroden verwendet werden. Die Ionophoren sind jedoch, anstatt mit Elektroden, mit fluoreszierenden Farbstoffen verbunden. Mit Ansteigen der Ionenkonzentration binden diese Ionophore größere Mengen von Ionen und erhöhen oder reduzieren damit, je nach Ion, die Intensität der Fluoreszenz. Die Ionen - Optoden benötigen keine Referenzelektrode, sie zeigen jedoch eine geringe pH - Anfälligkeit, die automatisch durch den gemessenen pH-Wert ausgeglichen wird.

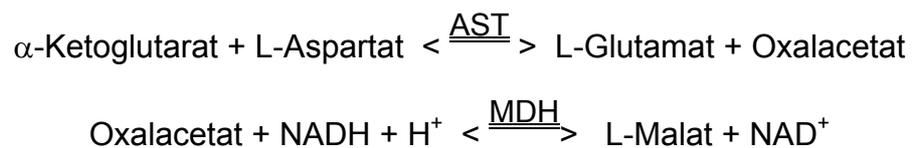
Die Magnesiumionenkonzentration ist mittels eines photometrischen Absorbattests bestimmt worden. Hierzu ist die Testkombination Magnesium liquicolor<sup>®</sup> der Firma Rolf Greiner BioChemica verwendet worden. Magnesiumionen bilden mit Xylidylblau in alkalischer Lösung einen Chelatkomplex, dessen Extinktion der Magnesiumkonzentration in der Probe proportional ist. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 20°C bis 25°C und einer Wellenlänge von 520 nm analysiert.

### 3.2.9 Plasmaenzyme

#### 3.2.9.1 Aspartat-Amino-Transferase (AST)

Mit Hilfe des photometrischen UV- Farbtests GOT (AST) IFCC mod.<sup>®</sup> der Firma Human ist die Aktivität der Aspartat-Aminotransferase bestimmt worden. Die Methode basiert auf den Empfehlungen des Expert Panels der IFCC (International Federation of Clinical Chemistry). Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 365 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:



MDH = Malatdehydrogenase

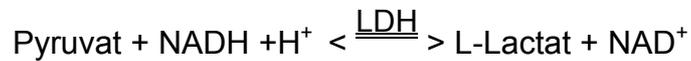
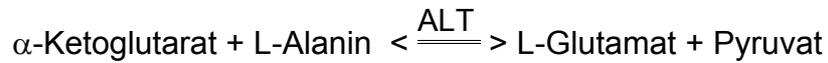
#### 3.2.9.2 Alanin-Amino-Transferase (ALT)

Mittels photometrischem UV-Test GPT (ALT) IFCC mod.<sup>®</sup> der Firma Human wurde die Aktivität der Alanin-Aminotransferase bestimmt.

Die Methode basiert auf den Empfehlungen des Expert Panels der IFCC.

Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 365 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:

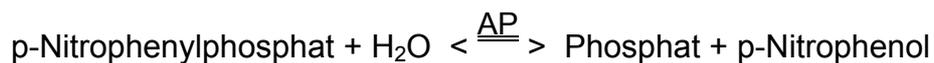


LDH = Laktatdehydrogenase

### 3.2.9.3 Alkalische Phosphatase (AP)

Mit der Testkombination Alkalische Phosphatase<sup>®</sup> der Firma Human konnte die Aktivität der AP bestimmt werden. Die Methode basiert auf einer optimierten Standardmethode der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie (DGKC). Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 405 nm analysiert.

Reaktionsprinzip:



### 3.2.9.4 Glutamatdehydrogenase (GLDH)

Zur Bestimmung der Glutamatdehydrogenase ist ein photometrischer Absorbattest benutzt worden. Hierzu stand die Testkombination GLDH opt.<sup>®</sup> der Firma Rolf Greiner BioChemica zur Verfügung. Die Bestimmungsmethode ist angelehnt an die Empfehlungen der DGKC. Die Proben wurden nach Angaben des Herstellers bei 25°C und einer Wellenlänge von 334 nm analysiert.



In der folgenden tabellarischen Darstellung finden sich alle angewandten Analyseverfahren und Herstellerfirmen der Testkombinationen (Tab. 11 und 12).

Tab. 11: Angewandte Methoden für die Aktivitätsmessung der Enzyme

Bezeichnung	Hersteller
AST Aspartat – Aminotransferase E. C. 2. 6. 1. 1	Human <sup>®</sup>
ALT Alanin – Aminotransferase E. C. 2. 6.1. 2	Human <sup>®</sup>
AP alkalische Phosphatase E. C. 3. 1. 3. 1	Human <sup>®</sup>
GLDH Glutamat – Dehydrogenase E. C. 1. 4. 1. 3	Rolf Greiner Bio Chemica <sup>®</sup>
$\gamma$ - GT $\gamma$ - Glutamyl – Transferase E. C. 2. 3. 2. 2	Human <sup>®</sup>
CK Creatinin – Kinase E. C. 2. 7. 3. 2	Rolf Greiner Bio Chemica <sup>®</sup>

Tab. 12: Angewandte Methoden zur Element- und Substratbestimmung

Bezeichnung	Hersteller
Gesamtprotein: Protein Total liquicolor	Human <sup>®</sup>
Cholesterin: Cholesterol liquicolor	Human <sup>®</sup>
Triglyceride: Triglyceride liquid	Rolf Greiner Bio Chemica <sup>®</sup>
Harnstoff: Harnstoff liquiUV	Human <sup>®</sup>
Kreatinin: Kreatinin liquicolor	Human <sup>®</sup>
Magnesium: Magnesium liquicolor	Rolf Greiner Bio Chemica <sup>®</sup>

### 3.3 Statistische Auswertung

Es wurde eine Datenbank mit Hilfe von Excel 98 zusammengestellt. Die Datenauswertung erfolgte auf Rechnern im lokalen Rechnernetzwerk (LAN) der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus–Liebig–Universität Gießen. Dabei wurde das Programmpaket BMDP / Dynamic, Release 7,0 verwendet (DIXON 1993). Die graphischen Darstellungen wurden mittels eines Personal Computers mit dem Programm SPSS (Version 10.0) für Windows 98 sowie mit Excel für Windows 98 erstellt. Zur Beschreibung der Daten wurden bei angenäherter Normalverteilung der arithmetische Mittelwert ( $\bar{x}$ ), die Standardabweichung ( $\pm s$ ), Minima, Maxima sowie die Spannweite berechnet und tabellarisch aufgeführt. Bei nicht normal verteilten Merkmalen wurden die Werte für die statistische Auswertung logarithmisch transformiert und mit Hilfe geometrischer Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktoren (SF) ausgeführt. Bei der Auswertung nicht normal verteilter Parameter erfolgte zur besseren Visualisierung die graphische Darstellung mit Hilfe von Box- and Whisker-Plots unter Verwendung des Medians (Abb. 4) (WEIß 2001).

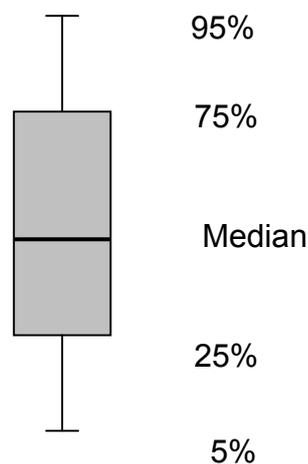


Abb. 4: Die Angaben im Box- and Whisker-Plot beziehen sich auf den Median, das 1. und 3. Quartil (25% und 75%), sowie das 5% und 95% Perzentil.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde unter Berücksichtigung der Faktoren Rasse, Geschlecht, Geburtsart, Geburtsziffer und Zeit vorgenommen. Die Datensätze wurden über eine fünffaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Zeit unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit dem Programm BMDP 5V durchgeführt (Tab. 58 und 59). Die Berechnung der Haupteffekte erfolgte über den Zeitraum der ersten 72 Lebensstunden. Die Signifikanzen wurden um andere Einflussfaktoren bereinigt.

Bei der Berechnung der Signifikanzen wurden folgende Bezeichnungen verwendet:

$p \leq 0,001$  : hoch signifikant

$p \leq 0,01$  : signifikant

$p \leq 0,05$  : schwach signifikant

$p > 0,05$  : nicht signifikant

Bei der Beschreibung der Referenzbereiche wurde bei Parametern, die einer Normalverteilung unterlagen, ein parametrisches Berechnungsverfahren unter Angabe der klassischen Referenzbereiche ( $\bar{x} \pm 2s$ ) angewandt. Zusätzlich wurden sämtliche Parameter als nichtparametrische Referenzbereiche mit dem 95% Perzentil-Intervall dargestellt (ABT und ACKERMANN 1981; KRAFT 1999).

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Klinische Beurteilung der Probanden

#### 4.1.1 Körpertemperatur

Die Ausgangskörpertemperatur neugeborener Kälber betrug durchschnittlich  $39,7 \pm 0,4^\circ\text{C}$ . Bereits bei der Geburt lagen erhebliche individuelle Schwankungen vor, die von minimal  $38,0^\circ\text{C}$  bis zu  $40,8^\circ\text{C}$  reichten. Die initiale Körpertemperatur lag bei über 91% der Neugeborenen zwischen  $39,0^\circ\text{C}$  und  $40,4^\circ\text{C}$  (Tab. 13, Abb. 6). Innerhalb der ersten beiden Lebensstunden fiel die mittlere Körperinnentemperatur bereits auf  $39,2 \pm 0,4^\circ\text{C}$  um  $0,8^\circ\text{C}$  ab, um am Ende des ersten Lebenstages ihr Minimum von  $38,9 \pm 0,4^\circ\text{C}$  zu erreichen. Danach kam es wieder zu einer allmählichen Erhöhung bis zur 72. Lebensstunde bis auf  $39,3 \pm 0,5^\circ\text{C}$ . Die Höhe des Ausgangswertes blieb aber bis zum Untersuchungsende unterschritten (Abb. 4).

Die Maximaltemperatur bei einem Kalb betrug  $40,8^\circ\text{C}$  und wurde unmittelbar nach der Geburt ermittelt. Auch Neonaten, die unmittelbar *post natum* extreme Abweichungen vom Mittelwert aller Probanden aufwiesen, näherten sich bereits innerhalb der ersten zwei Lebensstunden dem Durchschnittswert. Ab der 24. Lebensstunde hatten sich die Körpertemperaturen dieser Tiere weitgehend dem Mittel angeglichen. Lediglich das Kalb mit der nachgeburtlich höchsten Temperatur zeigte bis zur 24. Lebensstunde einen starken Temperaturabfall und blieb dann auch über den Beobachtungszeitraum hinweg deutlich unterhalb des erhobenen Temperaturmittels (Abb. 7). Bemerkenswert war, dass zu keinem Messzeitpunkt eine Unterschreitung der Temperatur von  $38,0^\circ\text{C}$  vorlag.

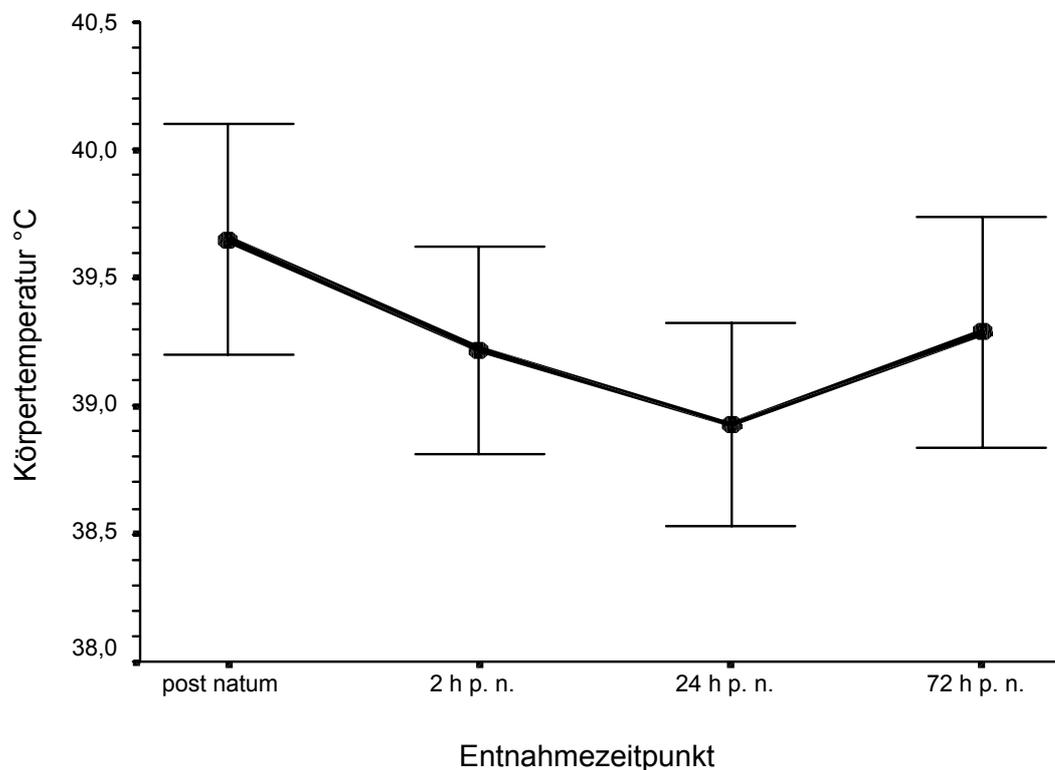


Abb. 5: Entwicklung der Körperinnentemperatur bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung von der Geburt bis 72 h p. n. ( $\bar{x} \pm s$ ).

Tab. 13: Verteilung der Körpertemperaturen bei neugeborenen Kälbern

Temperaturintervall	Anzahl der Kälber (n = 115)	Anteil der Kälber %
41,0 – 40,5	3	2,6
40,4 - 40,0	29	25,2
39,9 – 39,5	45	39,1
39,4 – 39,0	31	27,0
38,9 – 38,5	7	6,1

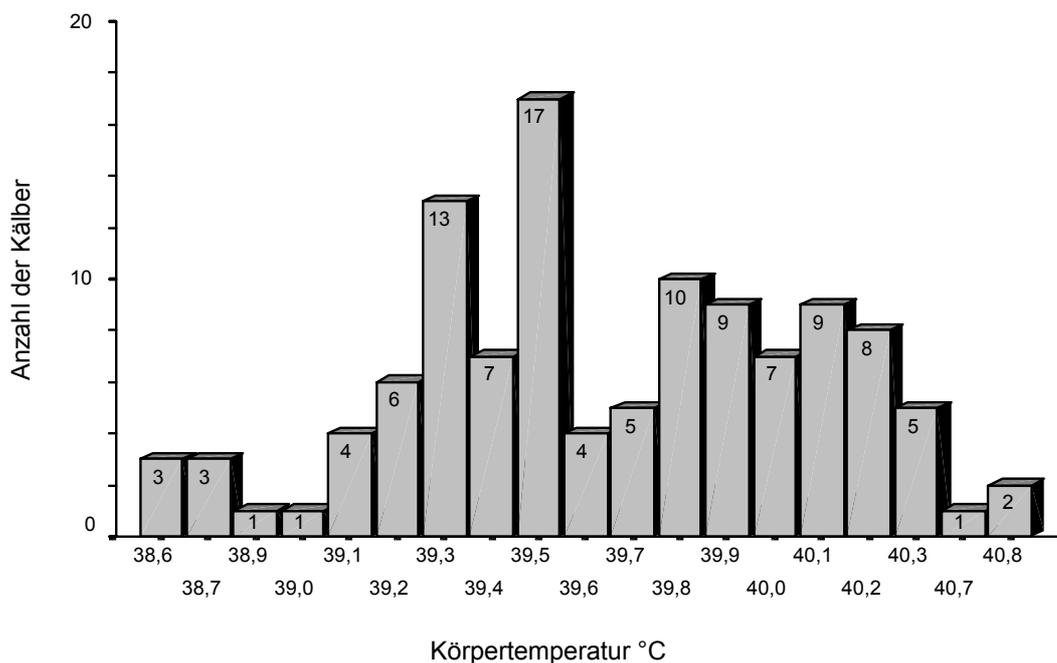


Abb. 6: Verteilung der gemessenen Körpertemperaturen bei den untersuchten Kälbern unmittelbar nach der Geburt

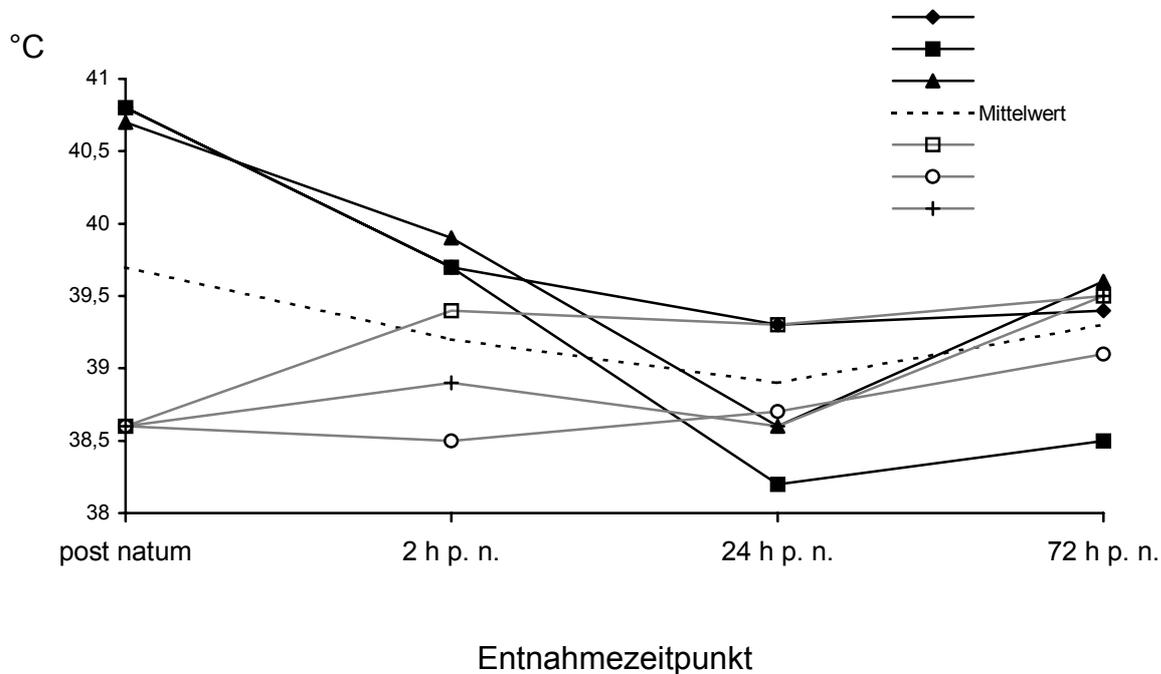


Abb. 7: Verlauf der Körpertemperatur von je drei Kälbern mit den initial höchsten und niedrigsten Temperaturen in den ersten drei Lebenstagen

#### 4.1.2 Vitalitätsbeurteilung nach APGAR

Keines der untersuchten Kälber war nach der APGAR – Beurteilung (< 5 APGAR-Punkte) als lebensgefährdet zu beurteilen. Die Gruppe der vitaldepressiven Tiere machte nur 8,7% (n = 9) des Gesamtkollektivs aus. Darunter waren vier Kälber, welche mit vier, zwei Kälber welche mit fünf, und drei Kälber welche mit sechs APGAR-Punkten bewertet werden mussten. Der Anteil an lebensfrischen Neonaten ist mit 91,7 % überragend. Mit der maximalen Wertung von acht Punkten nach APGAR wurden 96 Kälber bewertet, weitere neun zählen mit sieben Punkten ebenfalls zur Gruppe der lebensfrischen Tiere (Abb. 8).

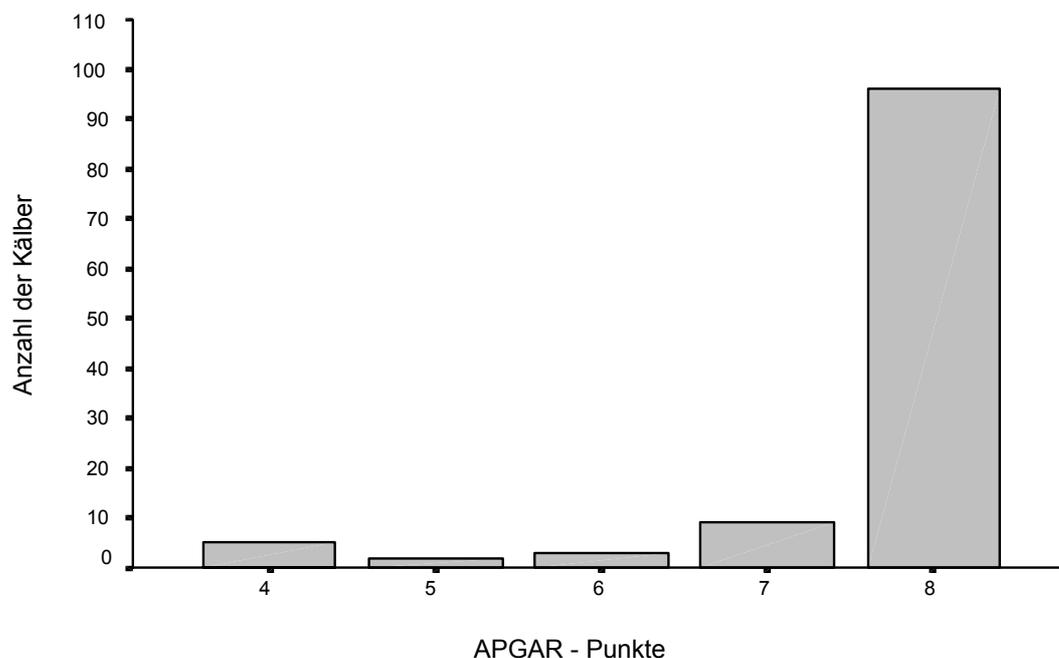


Abb. 8: Anzahl der Kälber, die unmittelbar nach der Geburt mit 4 – 8 APGAR-Punkten bewertet wurden

## 4.1 Ethologische Kriterien der Adaptation

Innerhalb der ersten fünf Lebensminuten hoben bereits 79% (n = 91) Kälber zum ersten Mal den Kopf. Im nächsten Untersuchungsabschnitt, zwischen fünf und zehn Minuten *post natum*, nahmen nochmals 19% (n = 22) eine erhobene Kopfhaltung ein. Weniger als 2% (n = 2) aller Kälber erhoben den Kopf später als zehn Minuten nach der Geburt (Abb. 9).

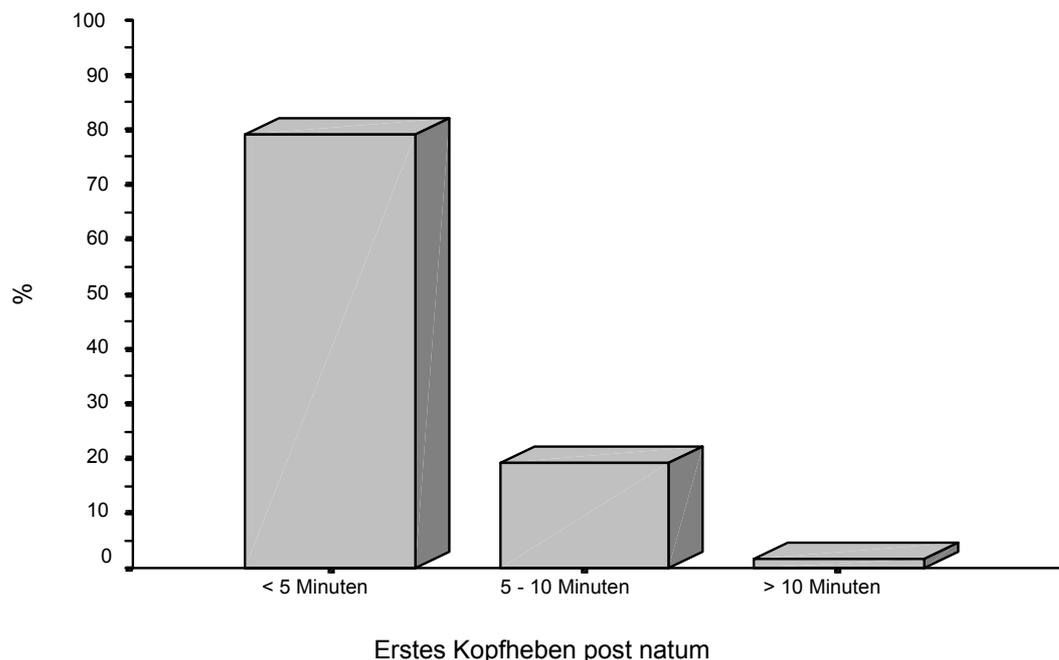


Abb. 9: Darstellung der Verteilung des ersten Kopfhehens *post natum* im Beobachtungszeitraum unter Angabe der Prozentzahl der betroffenen Kälber

Bei der Auswertung des Kriteriums „erstes sicheres Stehen“ ergab sich, dass innerhalb der ersten Stunde bereits 48% der Neonaten in der Lage waren, sicher zu stehen. In der zweiten Lebensstunde konnten weitere 42% stehen. Nur 10% aller Kälber brauchten länger als zwei Stunden, bis sie die Standsicherheit erreicht hatten (Abb. 10).

In Hinblick auf die erste Aufnahme von Kolostrum war zu beobachten, dass bis zum Ende der zweiten Stunde *post natum* 71% der Tiere bereits getrunken hatten. Die restlichen 29% der Kälber nahmen erst danach Muttermilch auf (Abb. 11).

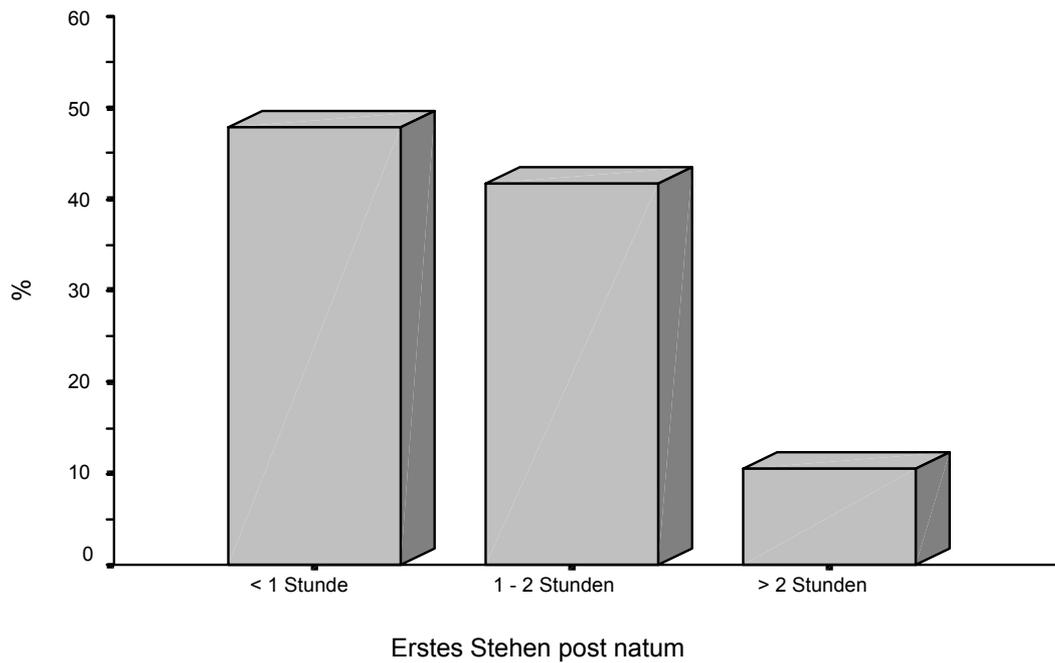


Abb. 10: Darstellung der Verteilung des ersten Stehens *post natum* im Beobachtungszeitraum unter Angabe der Prozentzahl der betroffenen Kälber

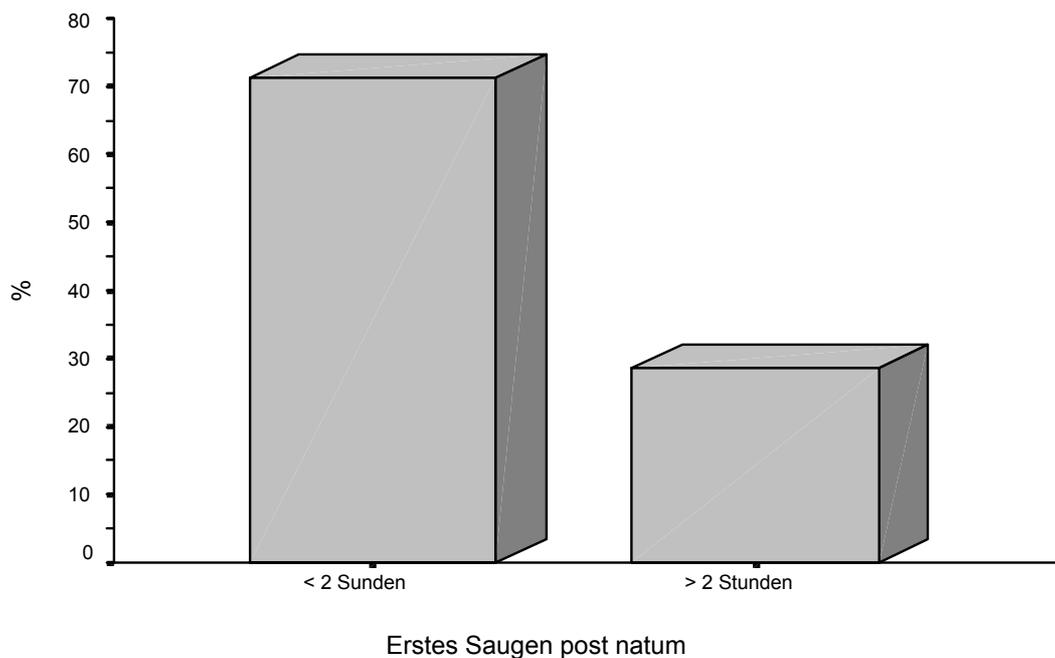


Abb. 11: Prozentuale Verteilung des ersten Saugens der Kälber im Zeitintervall unter zwei Stunden *post natum* und darüber hinaus

### 4.3 Entwicklung labordiagnostisch erfassbarer Parameter

#### 4.3.1 Säure –Basen –Haushalt

##### 4.3.1.1 pH-Wert

Es konnte gezeigt werden, dass der pH-Wert des Blutes in der hoch sensiblen Phase, unmittelbar *post natum* bis zur zweiten Lebensstunde, von  $7,21 \pm 0,07$  auf einen Wert von  $7,30 \pm 0,04$  ansteigt. Bis zum Ende des ersten Lebenstages erfuh der Blut-pH eine weitere Erhöhung bis auf  $7,36 \pm 0,04$ , um sich dann auf diesem Niveau bis zur 72. Stunde konstant zu halten. In der graphischen Darstellung des pH-Verlaufes (Abb. 12) wird deutlich, dass sich die zum ersten Entnahmezeitpunkt noch große Schwankungsbreite der Einzelwerte bis zur zweiten Lebensstunde hin schon deutlich verkleinert hatte, um sich dann im Folgenden in engen Grenzen zu bewegen.

Unmittelbar nach der Geburt wiesen der größte Teil der Kälber pH-Werte zwischen 7,20 und 7,30 auf (Abb. 13). Nur einzelne Pobjekten hatten unmittelbar nach der Expulsion einen deutlich niedrigeren pH-Wert (der Minimalwert lag bei 6,97). Aber bereits nach zwei Stunden wies keiner von ihnen mehr einen pH von unter 7,15 auf. Die beiden Kälber, bei denen postnatale pH-Werte von unter 7,00 zu messen waren, zeigten voneinander abweichende Entwicklungen. Während sich der Blut-pH eines Kalbes bereits nach zwei Stunden dem Mittelwert angenähert hatte, blieb ein zweiter Neonat noch über die 24. Lebensstunde hinaus deutlich unterhalb des pH-Wertes von 7,30 (7,21). Erst zur 72. Stunde nach der Geburt wurde von ihm ein pH von 7,31 erreicht (Abb. 14). Zum Ende des ersten Lebenstages betrug der geringste gemessene pH-Wert 7,21. Bis 72 Stunden nach der Geburt stieg dieser Minimalwert geringfügig auf 7,24 an. Der höchste gemessene pH-Wert lag zum Ende des dritten Lebenstages mit 7,44 vor.

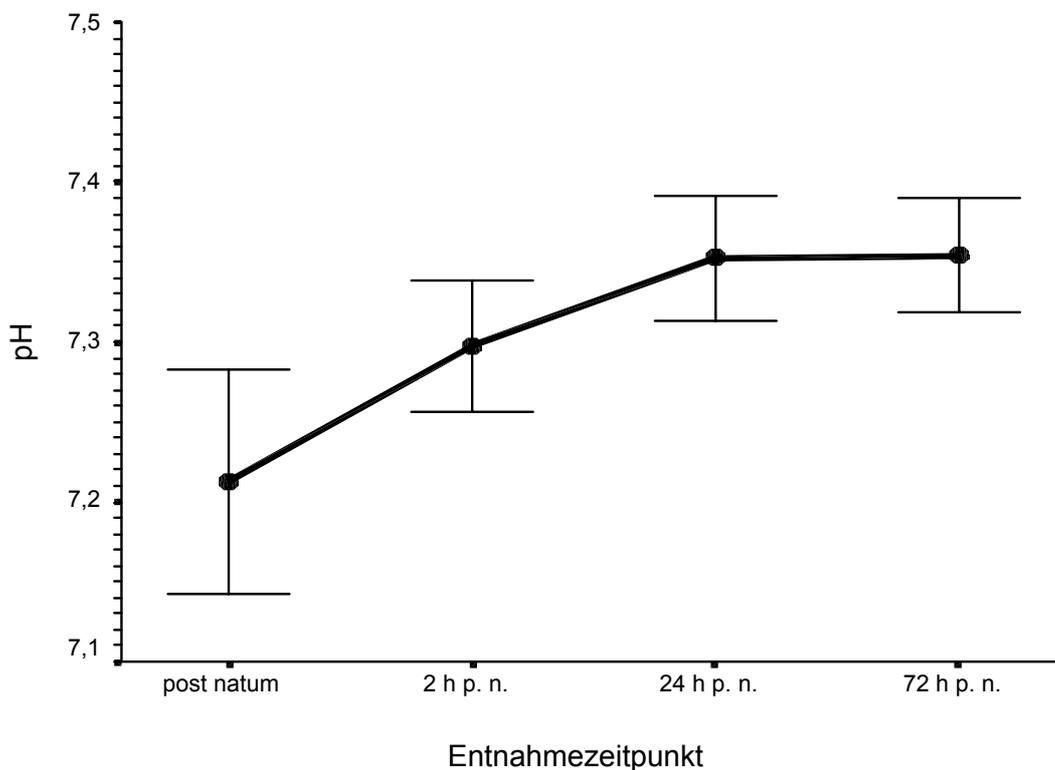


Abb. 12: Entwicklung des pH-Wertes im venösen Blut bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung bis zur 72. Stunde p. n. ( $\bar{x} \pm s$ )

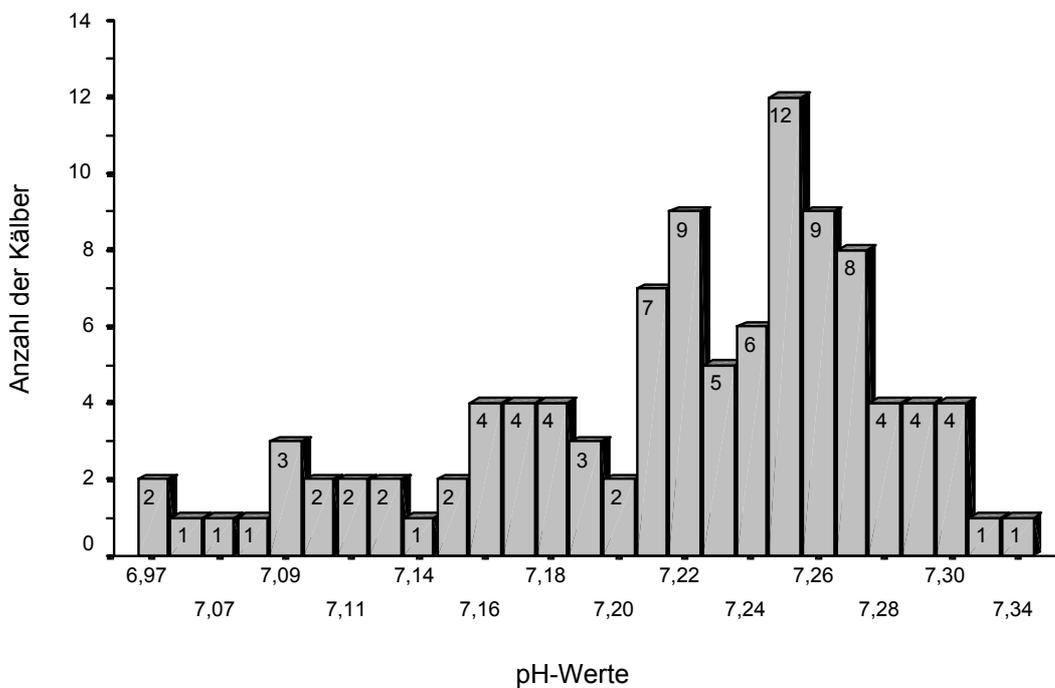


Abb. 13: Verteilung der gemessenen Blut-pH-Werte bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung unmittelbar nach der Geburt

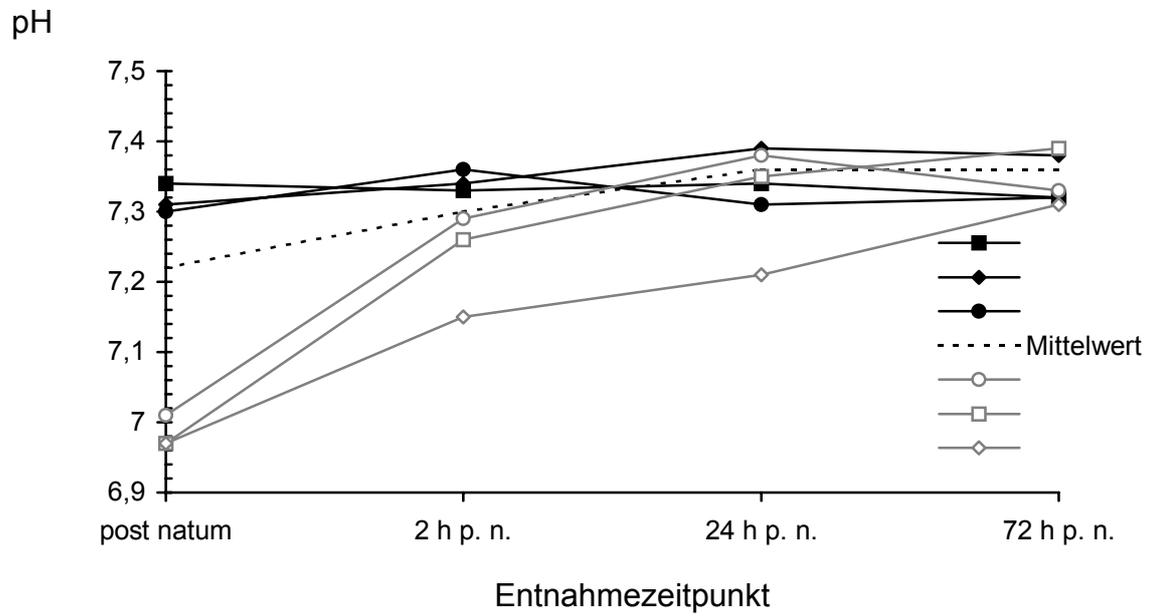


Abb. 14: Verlauf der Blut-pH-Werte von je drei Kälbern mit den initial höchsten und niedrigsten pH-Werten in den ersten drei Lebenstagen

#### 4.3.1.2 Kohlendioxidpartialdruck

Unmittelbar *post natum* konnten, sowohl absolut als auch im Mittel, die höchsten Kohlendioxidpartialdruckwerte gemessen werden ( $10,38 \pm 1,12$  kPa). Einschränkend muss jedoch betont werden, dass es sich hierbei um Messungen im venösen Blut handelt. Bereits zwei Stunden nach der ersten Messung war der mittlere Kohlendioxidpartialdruck um fast 17% abgefallen. Der Zweistundenwert entsprach dem kleinsten gemessenen Wert unmittelbar nach der Geburt (8,68 kPa). Von der zweiten bis zur 24. Lebensstunde sank der  $p\text{CO}_2$  nochmals ab, erholte sich aber bis zur 72. Stunde *post natum* wieder geringfügig (Abb. 15). Die Verteilung der postnatal gemessenen Kohlendioxidpartialdruckwerte (Abb. 16) zeigt, dass der überwiegende Anteil (79%) der Kälber mit einer venösen Kohlendioxidspannung von 9,33 – 11,46 kPa geboren wurde. Einige Kälber wiesen allerdings Abweichungen des Kohlendioxidpartialdruckes bis zu 15,33 kPa auf.

Verfolgt man die Entwicklung der Kälber mit den initial extremsten Abweichungen vom mittleren Kohlendioxidpartialdruck des Blutes, fällt auf, dass sowohl diejenigen mit den höchsten als auch die mit den niedrigsten Partialdruckwerten bereits nach zwei Stunden eine dem Mittelwert angenäherte Konzentration aufwiesen. Bis zur 72. Lebensstunde kommt es bei diesen Kälbern zu keinen gravierenden Abweichungen vom Mittelwert mehr, die Lage konnte danach als stabil bezeichnet werden (Abb. 17).

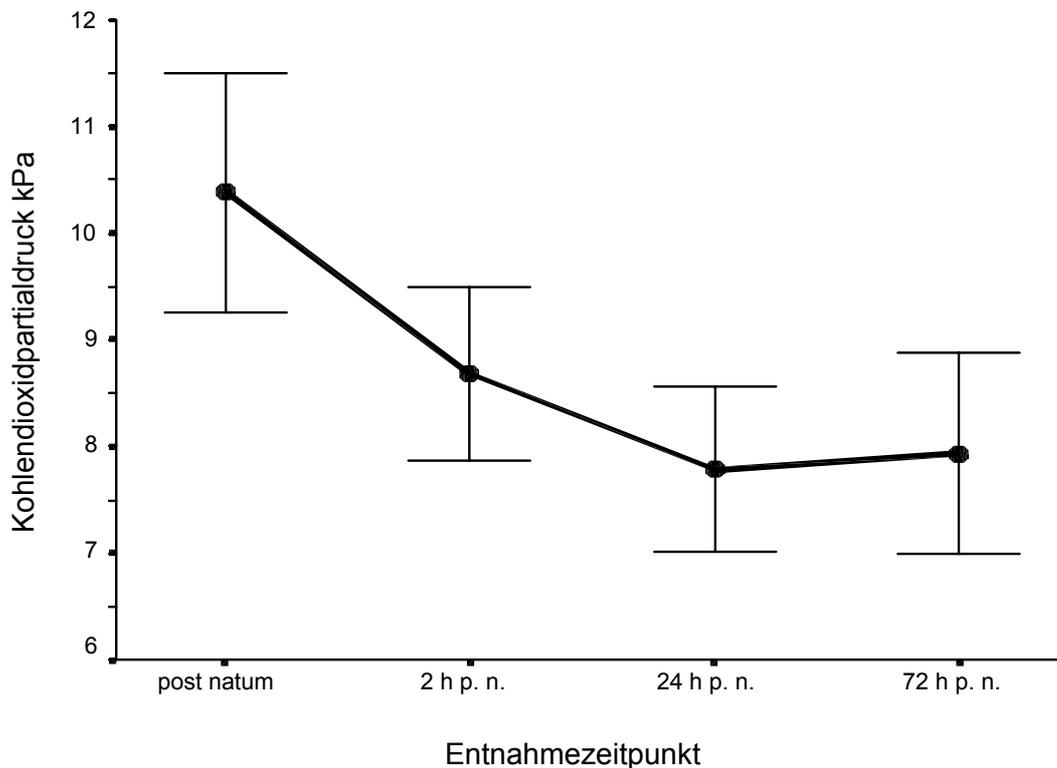


Abb. 15: Entwicklung der pCO<sub>2</sub> – Konzentrationen im venösen Blut von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten drei Lebenstagen ( $\bar{x} \pm s$ )

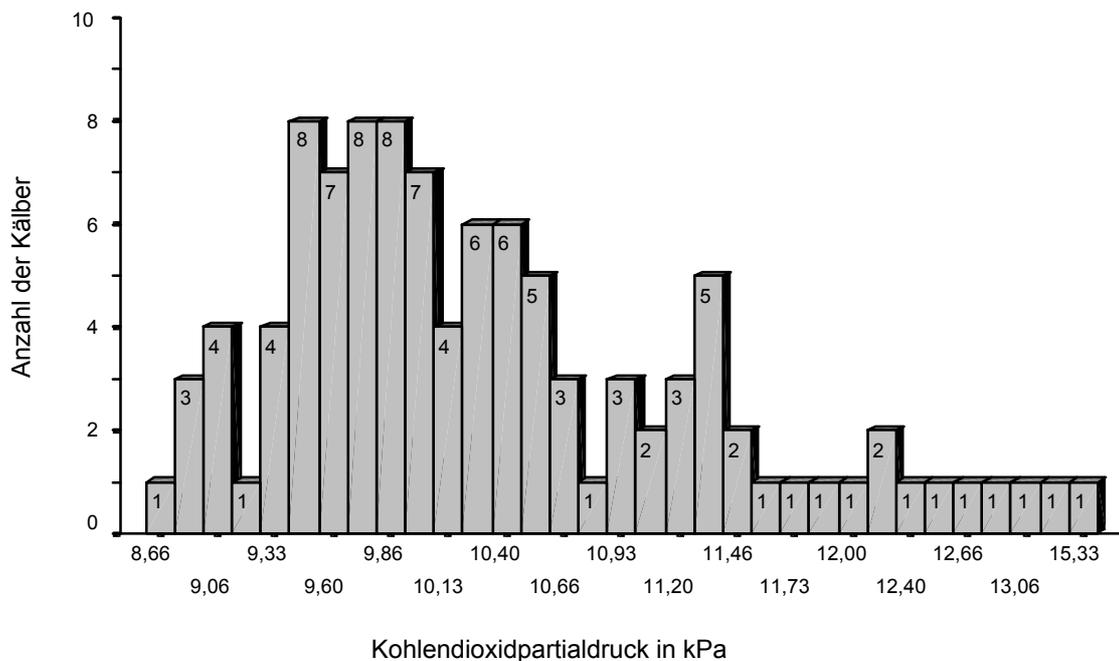


Abb. 16: Verteilung der Kohlendioxidpartialdruckwerte im venösen Blut der untersuchten Kälber unmittelbar nach der Geburt

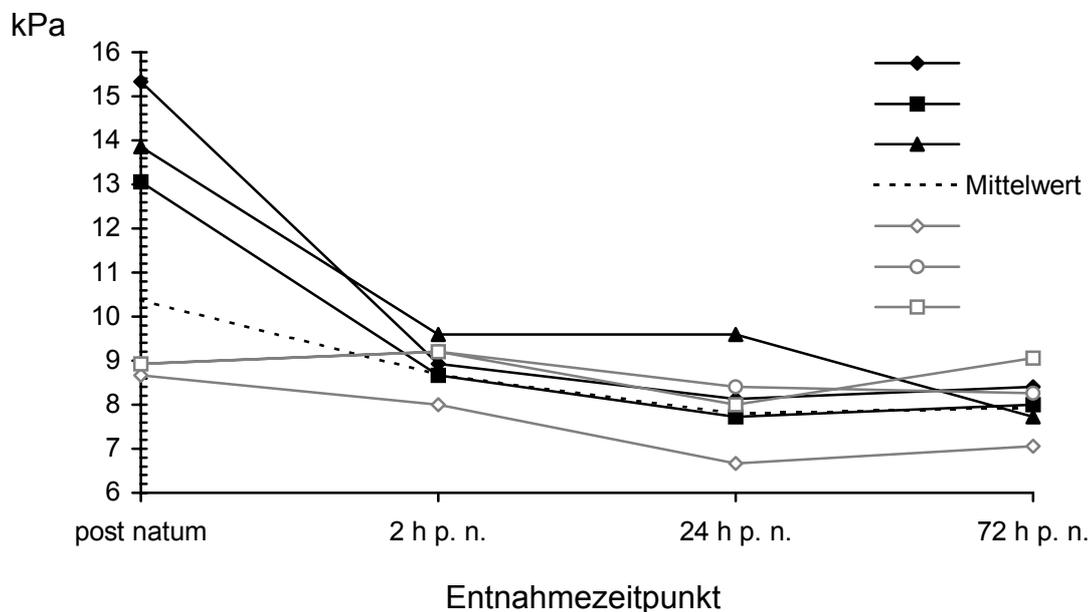


Abb. 17: Verlauf der Kohlendioxidpartialdruckwerte im venösen Blut der drei Kälber mit den initial höchsten und niedrigsten Kohlendioxidspannungen in den ersten drei Lebenstagen

#### 4.3.1.3 Base Excess

Der arithmetische Mittelwert des Basenüberschusses lag im untersuchten Probandenkollektiv unmittelbar nach der Geburt bei  $0,31 \pm 4,04$  mmol/l. Auffallend war zu diesem Messzeitpunkt die große Spannweite zwischen den Minimum- und Maximumwerten (Tab. 66). Im weiteren Verlauf stieg der Basenüberschuss an. 72 Stunden nach der Geburt hatte der Base Excess einen Wert von  $5,24 \pm 2,65$  mmol/l erreicht (Abb. 18). Unmittelbar nach der Geburt war die Spannweite zwischen maximalen und dem geringsten ermittelten Wert mit 20,7 mmol/l am größten. Bei der Betrachtung der drei initial höchsten und niedrigsten Base Excess-Werte fällt auf, dass die Kälber mit den höchsten Werten innerhalb der ersten 72 Lebensstunden nur geringfügige Veränderungen erfuhren und bereits unmittelbar nach der Geburt Werte aufwiesen, die innerhalb der Standardabweichung des Mittelwertes zur 72.

Lebensstunde lagen. Bei den drei Kälbern mit den geringsten Base Excess-Konzentrationen fand in den ersten drei Lebenstagen eine Annäherung an den Mittelwert statt. Auffallend dabei ist, dass das Kalb mit dem zweitgeringsten Wert bereits zwei Stunden *post natum* einen positiven Base Excess zeigte; das Kalb, welches initial eine mit dem vorgenannten Tier vergleichbare Basenabweichung aufwies, benötigte zur Annäherung an den Mittelwert aller Tiere fast 72 Stunden (Abb. 19). Trotz der initial erheblichen Differenzen zwischen Minimal- und Maximalwerten lagen die Base Excess-Werte nach 72 Stunden innerhalb des Referenzbereiches der Gesamtheit.

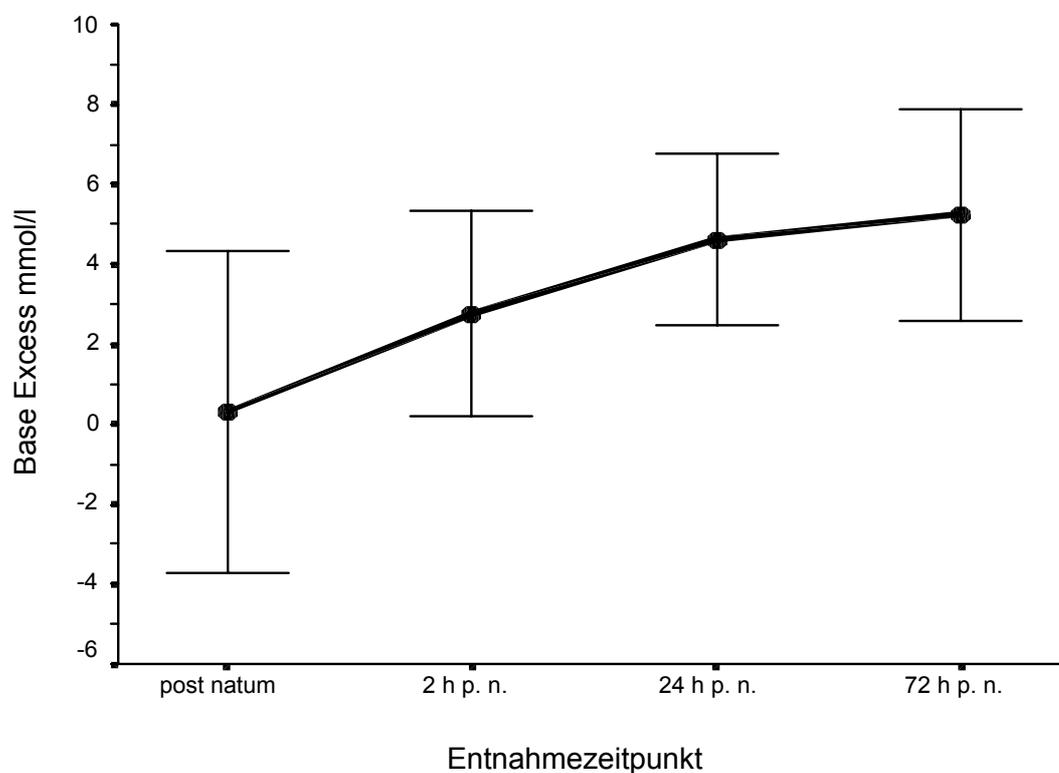


Abb. 18: Entwicklung des Base Excess im venösen Blut bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde ( $\bar{x} \pm s$ )

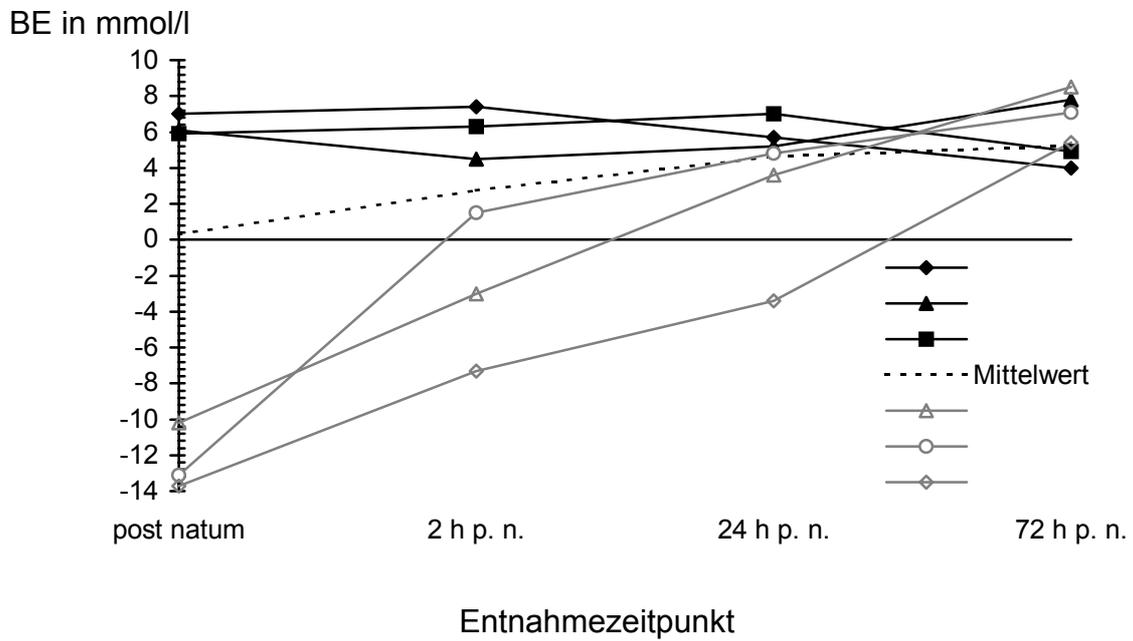


Abb. 19: Verlauf des Base Excess (BE) im venösen Blut von je drei Kälbern mit den initial höchsten und niedrigsten Basenabweichungen in den ersten drei Lebenstagen

### 4.3.2 Erfasste korpuskuläre Blutbestandteile

#### 4.3.2.1 Hämatokrit

Der Hämatokrit erreichte seinen höchsten Wert in der frühen ersten Adaptationsphase. Unmittelbar nach der Geburt hatten die Kälber durchschnittliche Hämatokritkonzentrationen von  $0,459 \pm 0,045$  l/l. Es ergaben sich Erhöhungen des Zellvolumens in der Blutflüssigkeit bis auf Maximalwerte von 0,58 l/l. Der mittlere Hämatokrit lag nach zwei Stunden bei  $0,460 \pm 0,048$  l/l (Abb. 20). Ab der zweiten Stunde *post natum* erniedrigte sich der Anteil der korpuskulären Blutanteile. Der durchschnittlich ermittelte Hämatokrit lag 72 Stunden nach der Geburt bei  $0,387 \pm 0,044$  l/l, wobei der geringste Wert 0,27 l/l betrug.

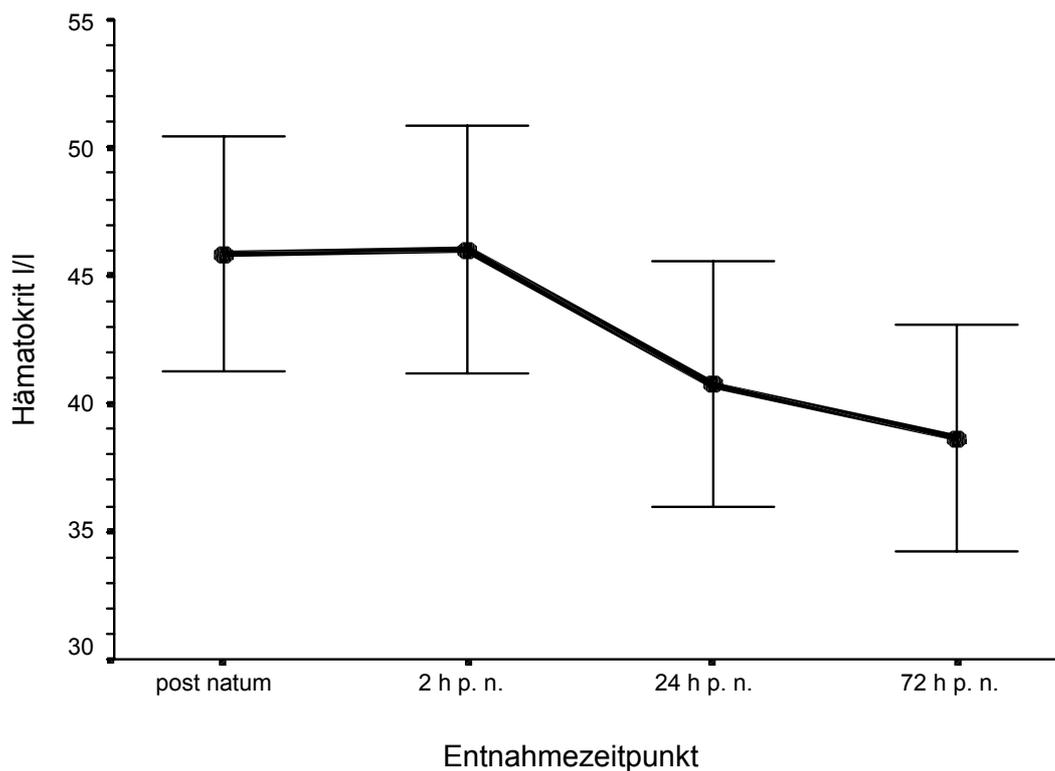


Abb. 20: Entwicklung des Hämatokritwertes im Blut von Kälbern aus Mutterkuhhaltung bis zur 72. Lebensstunde ( $\bar{x} \pm s$ )

## 4.3.3 Substrate im Serum

## 4.3.3.1 Gesamtprotein

Der Gesamtproteingehalt im Blutplasma neugeborener Kälber lag bis zur zweiten Lebensstunde durchschnittlich bei  $45,1 \pm 5,5$  g/l (Tab. 68). Erst nach der zweiten Lebensstunde stieg die Konzentration an Proteinen auf  $74,5 \pm 16,3$  g/l an. Bis 72 Stunden nach der Geburt änderte sich dieser Wert nur noch unwesentlich, wobei sich die Spannweite zwischen Minimum- und Maximumwert deutlich erniedrigte (Abb. 21).

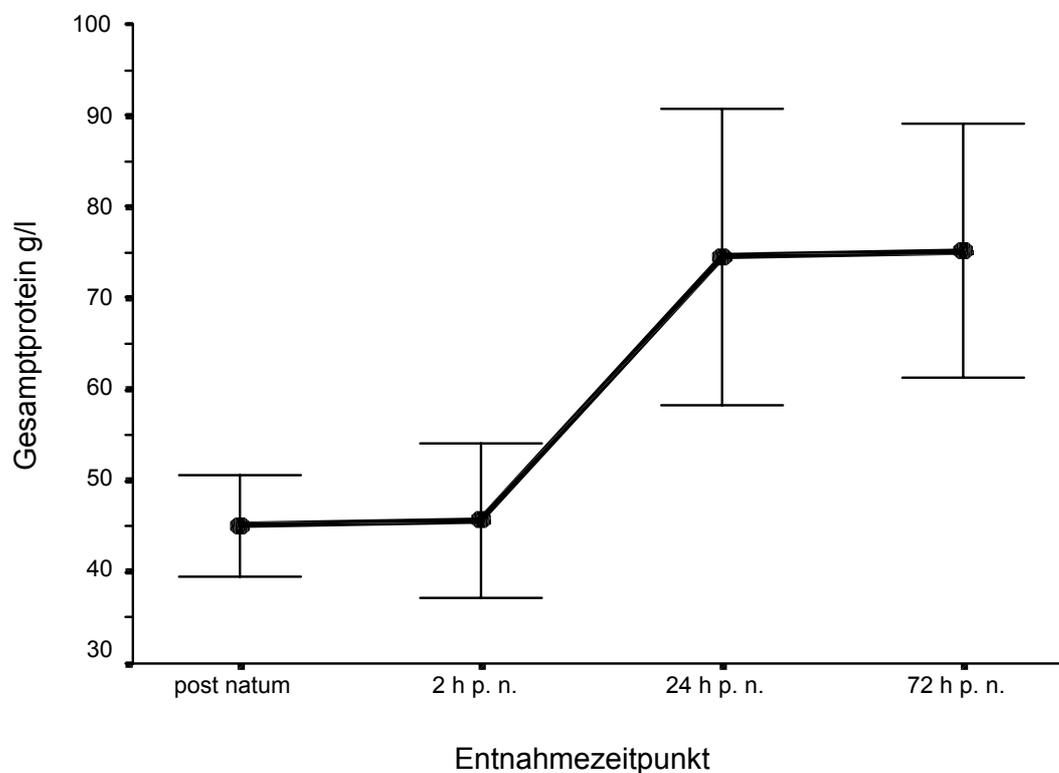


Abb. 21: Entwicklung der Gesamtproteinkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden ( $\bar{x} \pm s$ )

#### 4.3.3.2 Glukose

Das arithmetische Mittel der Glukosekonzentration im Blut von Kälbern der Rassen Limousin, Charolais, Hereford, Deutsch Angus und Fleckvieh lag bei  $4,51 \pm 1,78$  mmol/l. In den ersten beiden Lebensstunden blieb dieser Wert auf gleichem Niveau. Bis zur 24. Lebensstunde kam es dann zu einer Zunahme, auf im Mittel 46% des zwei-Stunden-Wertes. Zum Zeitpunkt der vierten Blutentnahme (72 Stunden *post natum*) konnte ein Wert gemessen werden, der dem 24-Stunden-Wert entsprach (Abb. 22).

Bei der Betrachtung der Minima und Maxima von der Geburt bis zur 24. Lebensstunde fällt eine große Differenz auf (Spannweiten: unmmittelbar p. n.: 1,39 – 9,66 mmol/l; 2 h p. n.: 1,39 – 10,05 mmol/l; 24 h p. n.: 3,00 – 10,93 mmol/l), welche sich bei den Messungen nach 72 Stunden deutlich verkleinerte (3,94 – 9,10 mmol/l) (Tab. 69). Unterzieht man die drei höchsten und die drei niedrigsten gemessenen Blutglukosekonzentrationen einer näheren Betrachtung, wird deutlich, dass sich innerhalb der ersten zwei Lebensstunden eine starke Annäherung der ermittelten Extreme an den Mittelwert einstellte. Während die hohen Glukosekonzentrationen deutlich absanken, erhöhten sich die Blutglukosewerte der Kälber mit anfangs niedrigen Konzentrationen. In der weiteren Entwicklung näherten sich die Glukosespiegel weiter an. Nur der Wert des Kalbes, welches initial den höchsten Glukosewert aufwies, blieb 24 Stunden nach der Geburt unterhalb der Vergleichstiere (Abb. 24). Zum Ende der Beobachtungszeit nach 72 Stunden bewegten sich die Glukosekonzentrationen der anfangs stark vom Mittel abweichenden Tiere innerhalb der für Glukose ermittelten Standardabweichung vom Mittelwert.

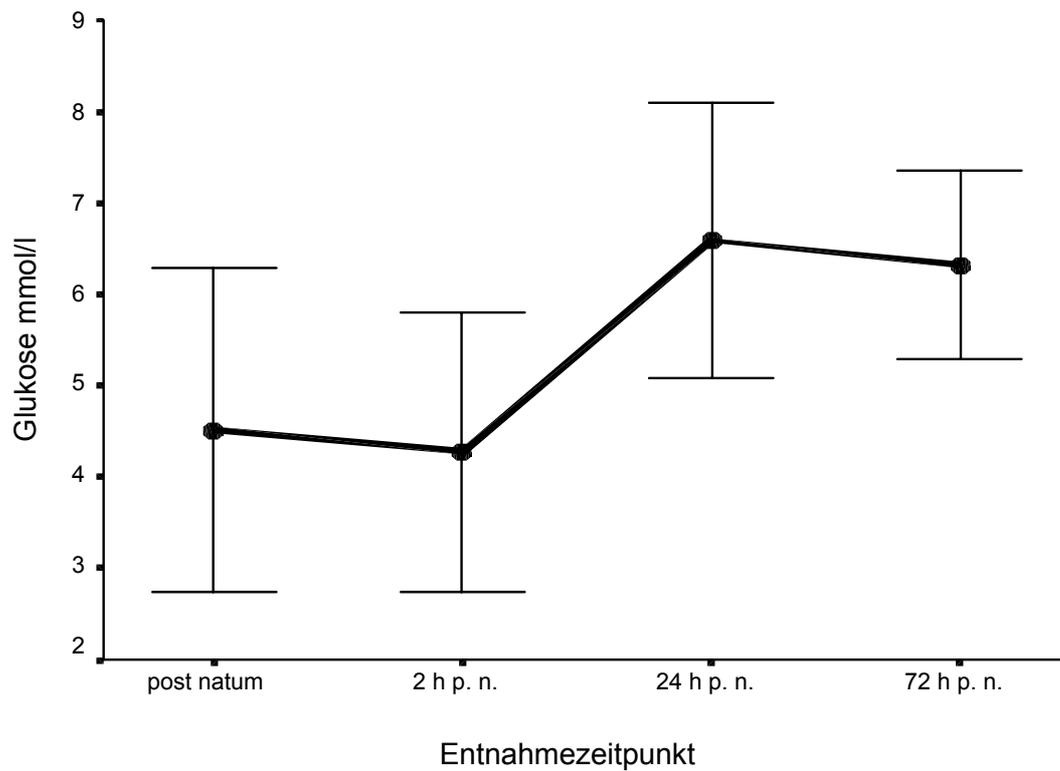


Abb. 22: Entwicklung der Blutglukosekonzentration von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden ( $\bar{x} \pm s$ )

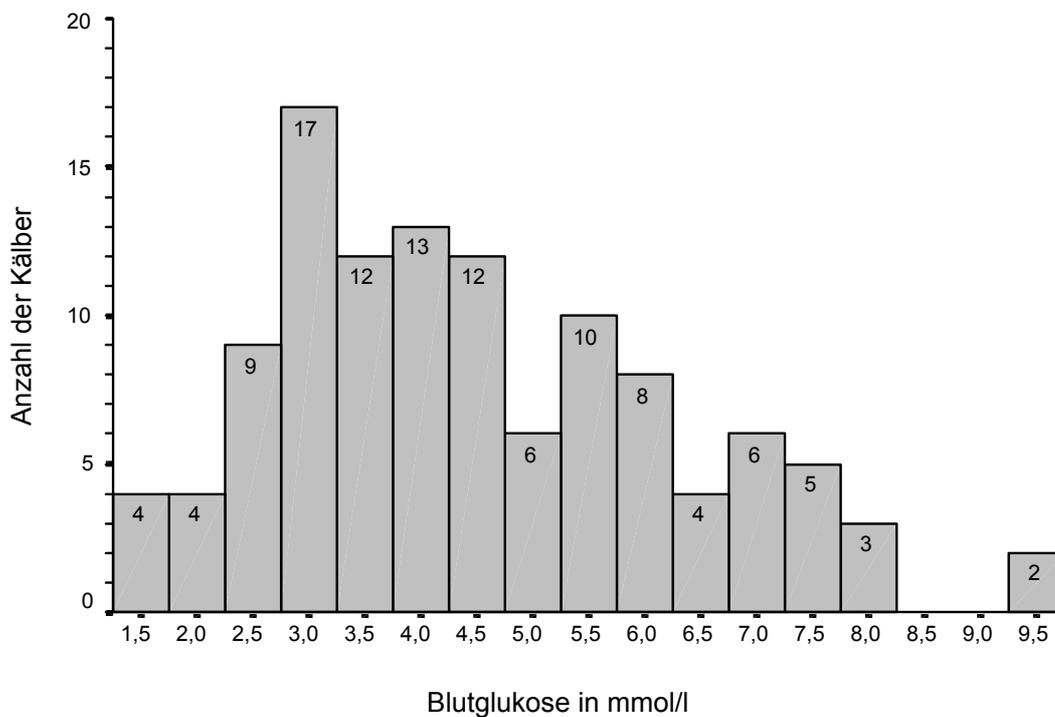


Abb. 23: Verteilung der Blutglukosewerte von Kälbern unmittelbar *post natum*

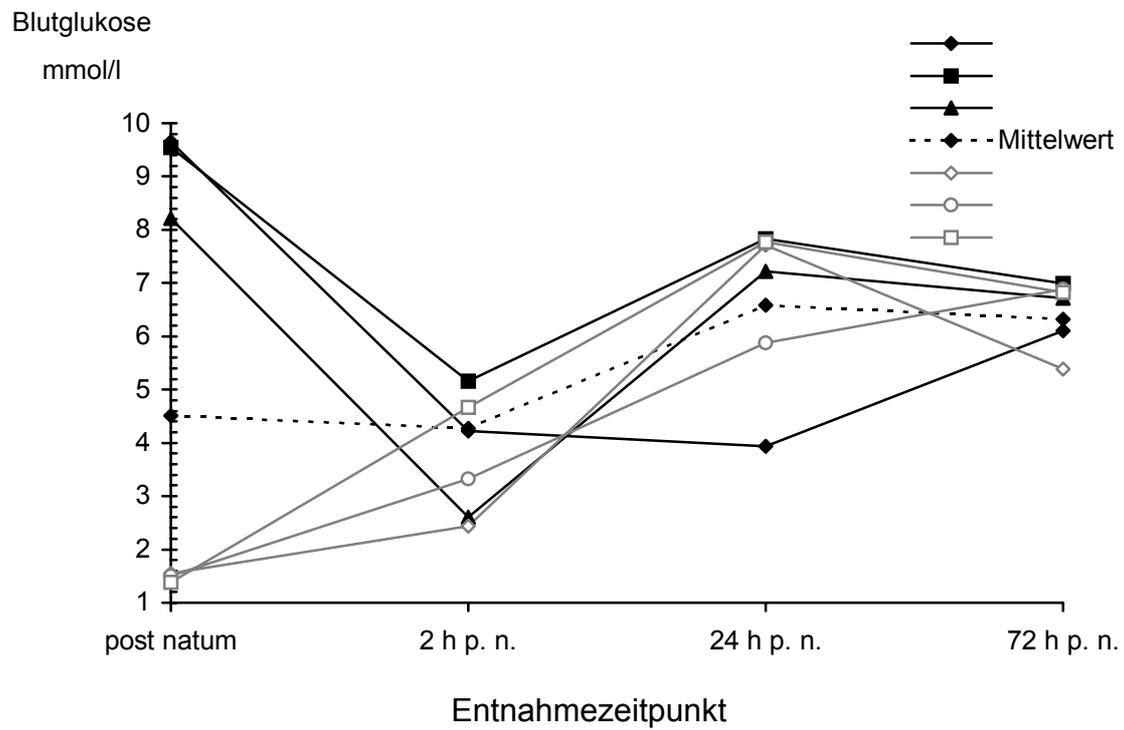


Abb. 24: Verlauf der Blutglukosekonzentrationen von je drei Kälbern mit den initial höchsten und niedrigsten Blutzuckergehalten in den ersten drei Lebenstagen

## 4.3.3.3 Serumlipide

## 4.3.3.3.1 Triglyzeride

Der geometrische Mittelwert der Plasmakonzentration an Triglyzeriden lag zum Zeitpunkt der Geburt bei  $0,08 \pm 2,56$  mmol/l. Bereits nach zwei Stunden zeigte sich ein deutlicher Anstieg, der sich bis zum letzten Messzeitpunkt (72 Stunden p. n.) fortsetzte (Abb. 25). Die Triglyzeridkonzentration im Plasma hatte nach 72 Stunden das Sechsfache des Ausgangswertes erreicht ( $0,57 \pm 1,69$  mmol/l) (Tab. 70).

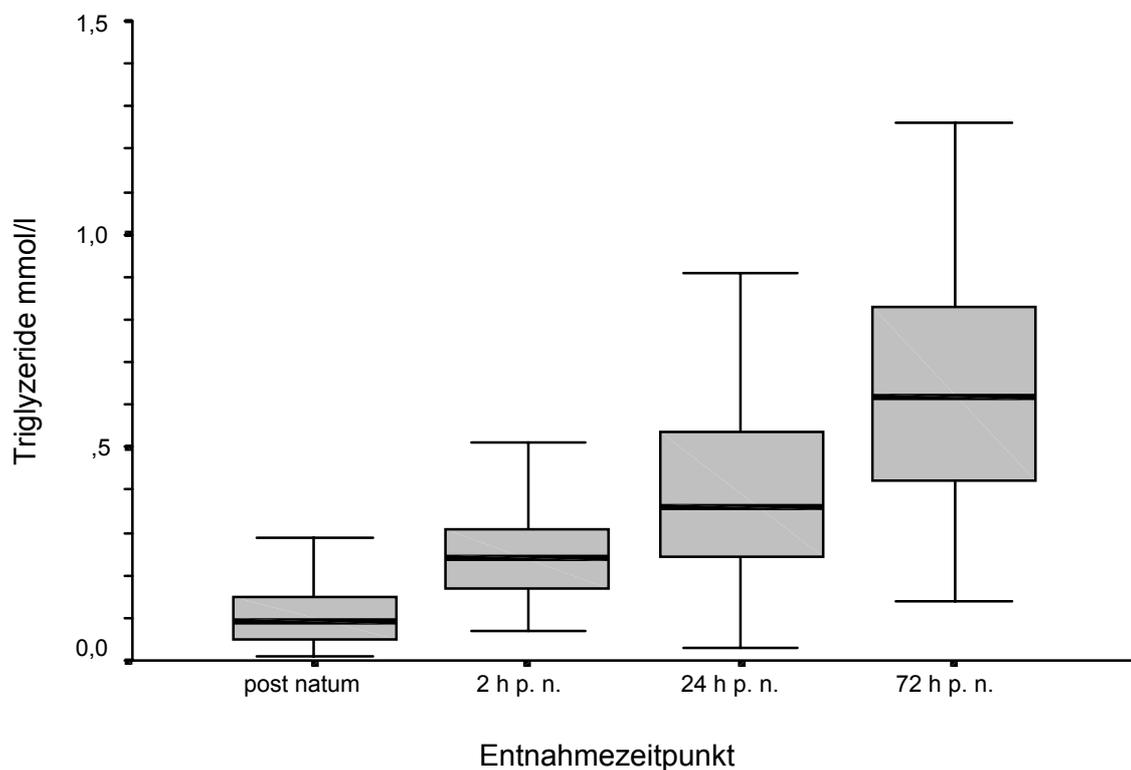


Abb. 25: Entwicklung der Triglyzeridkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box- and Whisker- Plot)

## 4.3.3.3.2 Cholesterin

Der mittlere Gehalt an Plasmacholesterin betrug unmittelbar nach der Geburt  $0,596 \pm 0,246$  mmol je Liter. Bis zwei Stunden nach der Geburt stieg der Cholesteringehalt um fast 12% an. Nach einem Tag lag der Cholesterinspiegel bei einem Wert 53% über dem der Geburtskonzentration. Bis zum vierten Messzeitpunkt 72 Stunden *post natum* stieg der Cholesteringehalt aller untersuchten Kälber im Mittel nochmals erheblich an (Tab. 71). Auffällig ist, dass sich die Spannweite zwischen Minimum- und Maximumwert gegenüber den vorangegangenen Messpunkten deutlich vergrößerte (Abb. 26).

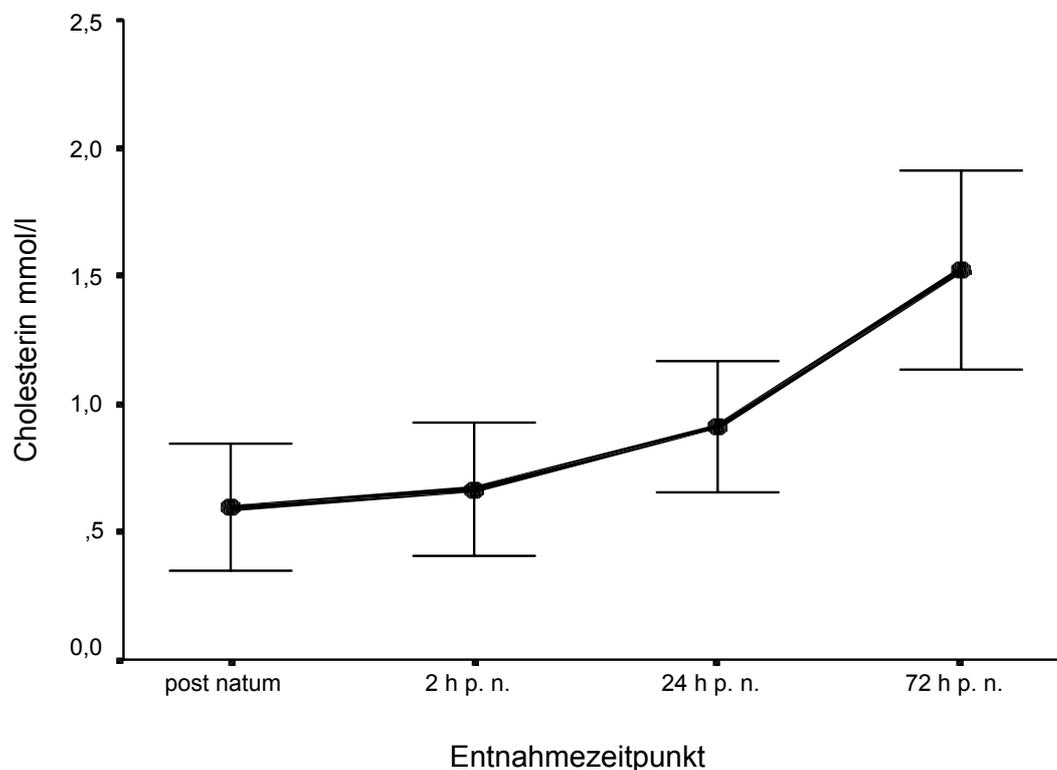


Abb. 26: Verlauf der Cholesterinkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden ( $\bar{x} \pm s$ )

#### 4.3.3.4 Harnpflichtige Substrate im Serum

##### 4.3.3.4.1 Harnstoff

Die durchschnittliche Harnstoffkonzentration im Blutplasma unmittelbar nach der Geburt lag bei  $2,90 \pm 0,90$  mmol/l. Über die folgenden Messzeitpunkte zwei (2 h p. n.), drei (24 h p. n.) und vier (72 h p. n.) stieg der durchschnittliche Blutharnstoffspiegel an. 72 Stunden nach der ersten Probenentnahme hatte der Harnstoffgehalt einen Wert von  $3,76 \pm 2,18$  mmol/l erreicht, der 128% über dem Ausgangswert lag (Abb. 27). Die Spannweite zwischen minimalen und maximalen Werten blieb über die ersten drei Messzeitpunkte annähernd konstant. Zur vierten Probenentnahme vergrößerte sich die Spannweite jedoch um 70%. Diese Erhöhung ist in erster Linie auf einen Anstieg der Maximalwerte zurückzuführen, die Spitzenwerte bis zu 11,6 mmol/l Harnstoff je Liter Blut erreichten.

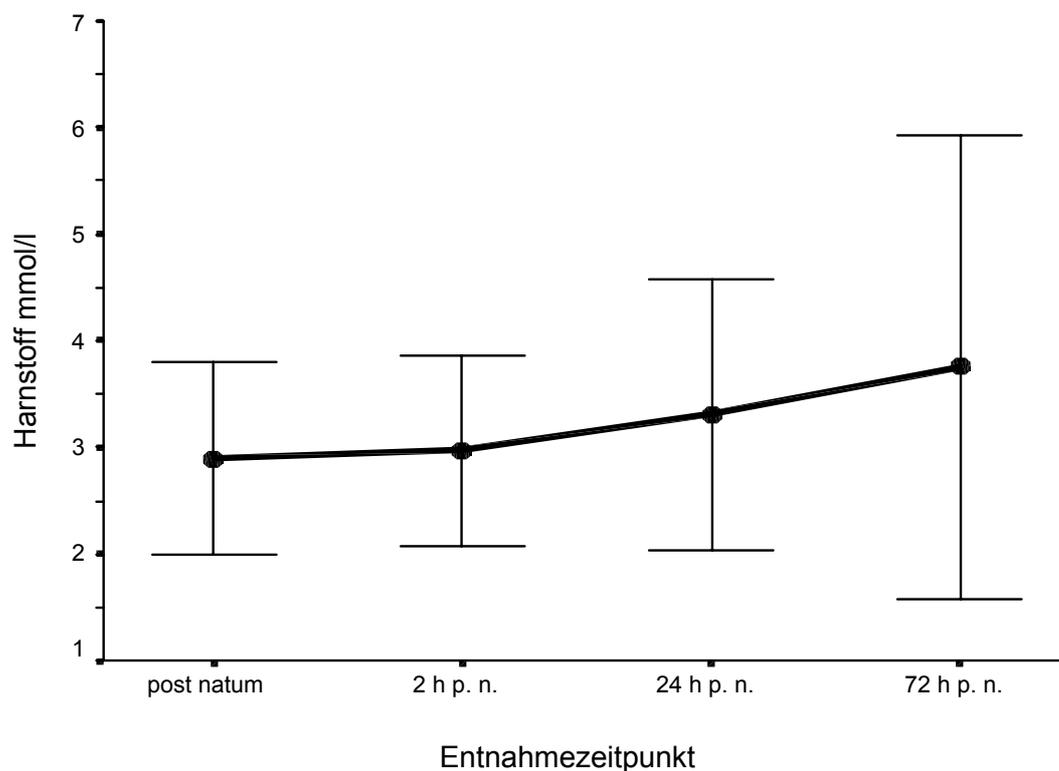


Abb. 27: Entwicklung der Harnstoffkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden ( $\bar{x} \pm s$ )

## 4.3.3.4.2 Kreatinin

Unmittelbar *post natum* war die Konzentration an Kreatinin im Blutplasma durchschnittlich mehr als dreimal so hoch wie 72 Stunden später (Abb. 28). Zum ersten Messzeitpunkt wiesen die Probanden eine durchschnittliche Kreatininkonzentration von  $328,1 \pm 121,4 \mu\text{mol/l}$  auf. Dabei erreichten einzelne Kälber Spitzenwerte von bis zu  $791 \mu\text{mol/l}$ . Zwei Stunden später war der Durchschnittswert bereits um 5,6% abgefallen, nach 24 Stunden lag er nur noch bei 46% der Ausgangskonzentration ( $152,2 \pm 38,0 \mu\text{mol/l}$ ). Zur 72. Stunde war dann ein Durchschnittswert von  $103,2 \pm 15,9 \mu\text{mol}$  Kreatinin je Liter Blut gegeben. Bei einem 95% Konfidenzintervall ergab sich gegenüber den Vormessungen eine stark reduzierte Spannweite.

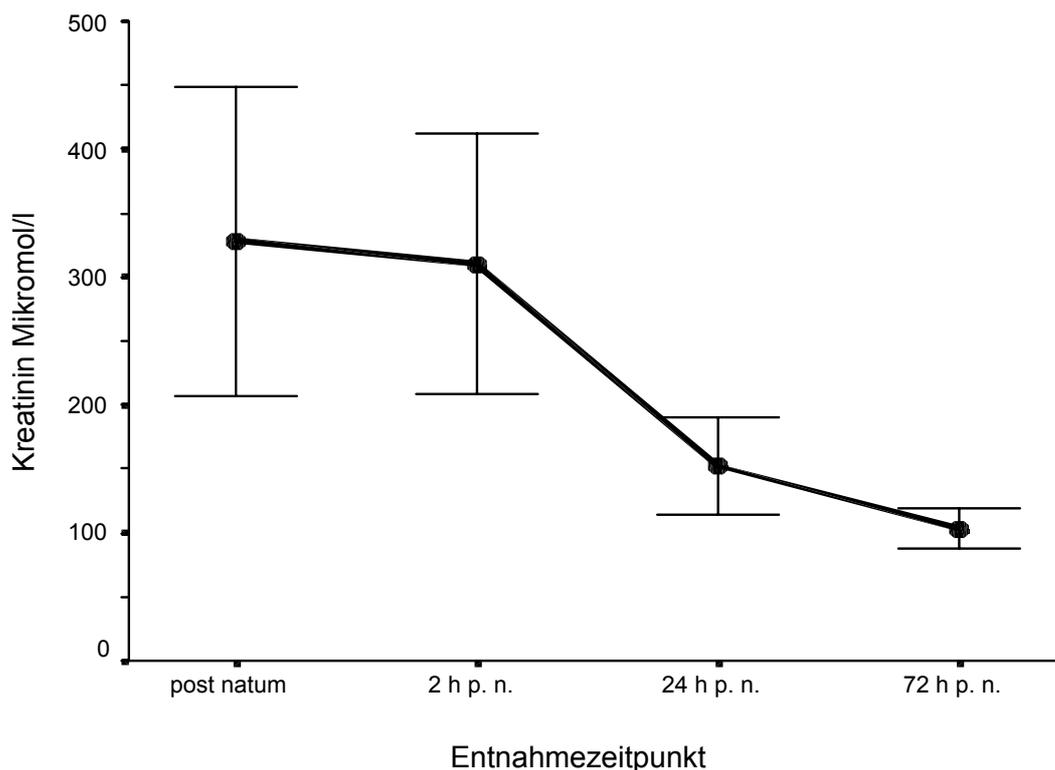


Abb. 28: Entwicklung der Kreatininkonzentration im Blutplasma bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde

#### 4.3.3.5 Dynamik der Elektrolyte im Blut neugeborener Kälber

##### 4.3.3.5.1 Natrium

Nach der Geburt lag die mittlere Natriumionenkonzentration im Blutplasma bei  $142,2 \pm 2,3$  mmol/l. Bis zur 72. Lebensstunde bewegte sie sich in engen Grenzen zwischen  $141,0 \pm 1,7$  mmol/l (72 Stunden *post natum*) und  $143,2 \pm 2,0$  mmol/l (2 Stunden *post natum*). Bei näherer Betrachtung der Entwicklung des Blutnatriumspiegels fielen deutlich Schwankungen über den Zeitraum auf (Abb. 29). Unmittelbar *post natum* ergab sich zwischen minimalem Natriumionengehalt (134 mmol/l) und maximaler Konzentration (146 mmol/l) eine Spannweite von 12 mmol/l. Zwei Stunden später hatte sich die Spannweite auf 9 mmol/l reduziert. Auffällig ist, dass 24 Stunden nach der Geburt nochmals eine große Varianz bestand (Tab. 74).

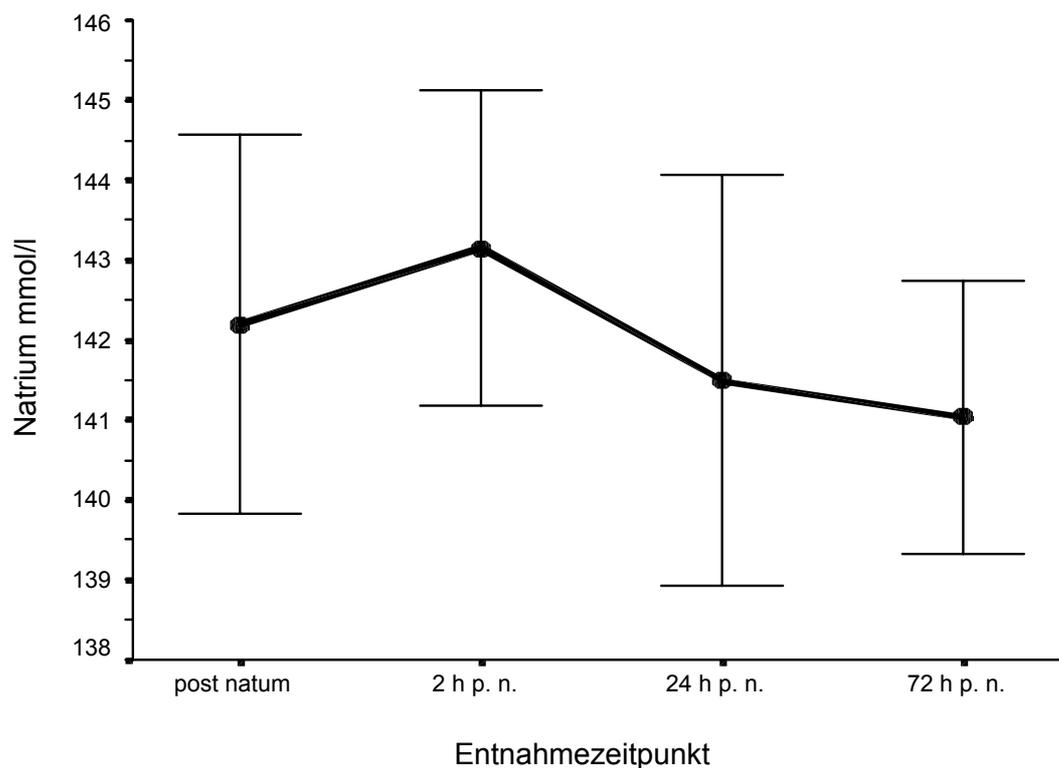


Abb. 29: Entwicklung der Natriumionenkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden

## 4.3.3.5.2 Kalium

Die durchschnittliche Kaliumionenkonzentration im Blutplasma lag unmittelbar nach der Geburt bei  $4,64 \pm 0,54$  mmol/l. Nach zwei Stunden hatte sich dieser Wert um 0,11 auf  $4,53 \pm 0,36$  mmol/l abgesenkt. Bis zur 24. Lebensstunde war die Kaliumionenkonzentration auf durchschnittlich  $4,92 \pm 0,59$  mmol/l gestiegen, wobei dieses Niveau auch noch 48 Stunden später bestand. Unter Berücksichtigung eines 95% Konfidenzintervalls fällt auf, dass am 24-Stunden-Messpunkt eine erhöhte Schwankungsbreite der Kaliumionenkonzentration auftrat (Abb. 30).

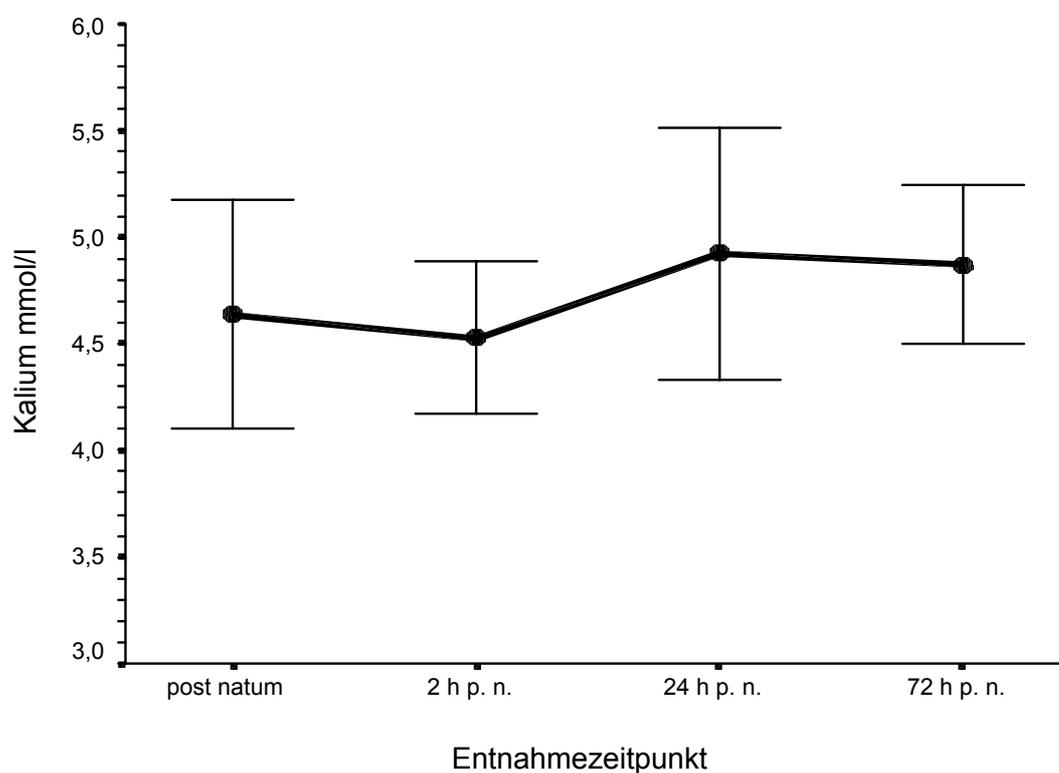


Abb. 30: Entwicklung der Kaliumionenkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung bis zur 72. Lebensstunde

## 4.3.3.5.3 Chlorid

Die Chloridionenkonzentration im Blutplasma der Kälber blieb im Mittel bis zur zweiten Lebensstunde mit  $104,3 \pm 2,7$  mmol/l konstant. Auch der 24-Stundenwert wich mit  $104,1 \pm 2,8$  mmol/l kaum von den vorherigen Werten ab. Zum vierten Messpunkt (72 h p. n.) war ein geringes Absinken der Durchschnittskonzentration auf  $102,9 \pm 2,3$  mmol Chloridionen je Liter Blut zu beobachten (Abb. 31).

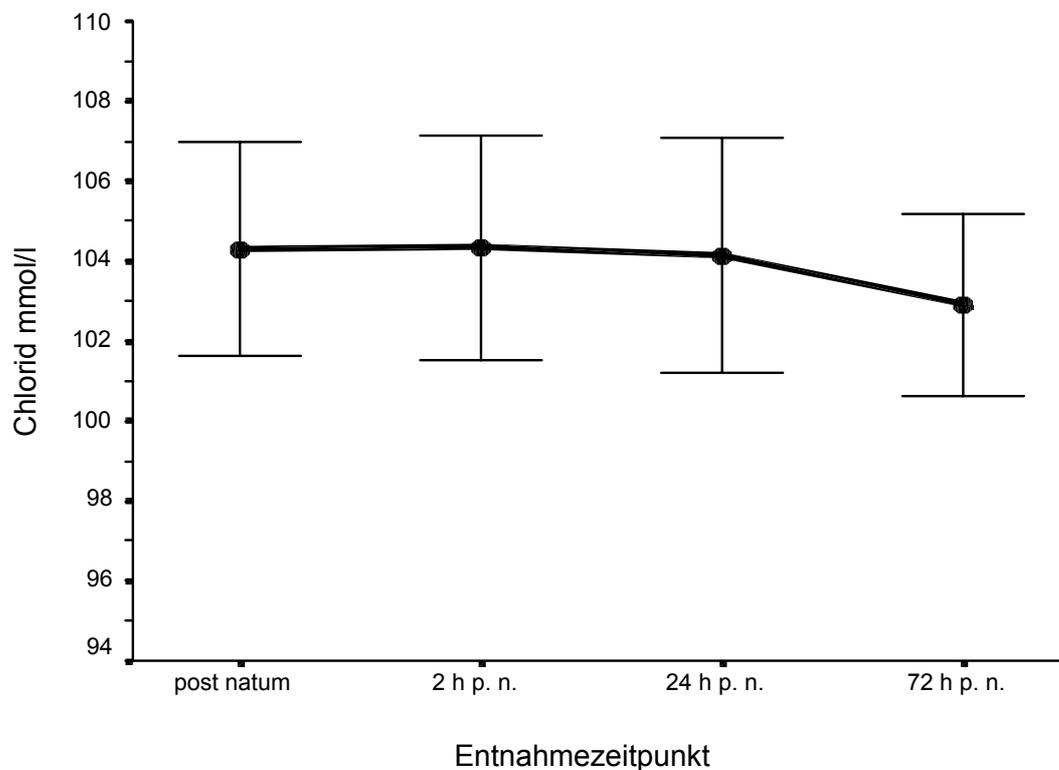


Abb. 31: Entwicklung der Chloridionenkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden

## 4.3.3.5.4 Magnesium

Die Entwicklung der Magnesiumionenkonzentration im Blutplasma war charakterisiert durch erhebliche Schwankungen über den Untersuchungszeitraum hinweg. Die durchschnittliche Konzentration, die unmittelbar nach der Geburt noch bei  $0,97 \pm 0,21$  mmol/l lag, sank bis zur zweiten Lebensstunde auf  $0,93 \pm 0,16$  mmol/l ab, um dann auf  $1,11 \pm 0,20$  mmol/l zu steigen. 72 Stunden nach der Geburt wurde der niedrigste Durchschnittswert von gerade noch  $0,90 \pm 0,14$  mmol/l erreicht (Abb. 32).

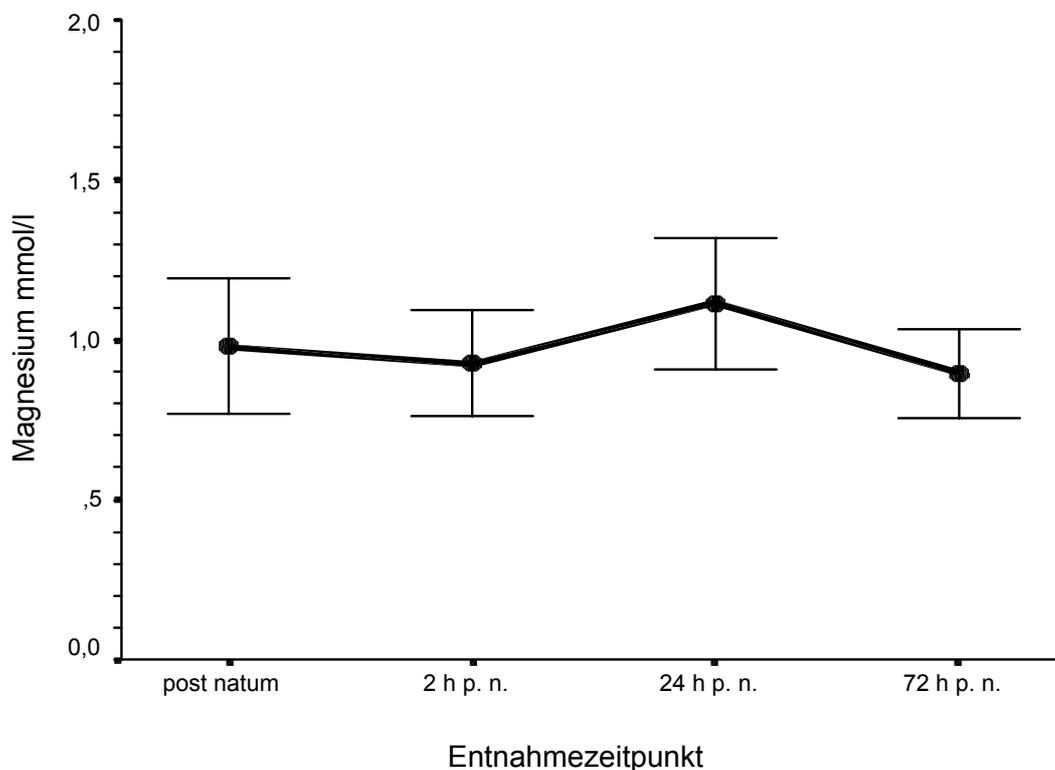


Abb. 32: Entwicklung der Magnesiumionenkonzentration im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

#### 4.3.4 Enzymogramm

##### 4.3.4.1 Aspartat-Amino-Transferase (AST)

Während bei der Entwicklung der Aspartat-Amino-Transferase-Aktivität im Blutplasma bis zur 24. Lebensstunde ein Anstieg zu verzeichnen war, kam es zu einem deutlichen Abfall von der 24. bis zur 72. Lebensstunde (Abb. 33). Die initiale AST-Aktivität lag im Mittel bei  $9,2 \pm 3,3$  U/l ( $\bar{x}_g \pm SF$ ), nach zwei Stunden hatte sie sich mit  $14,5 \pm 4,8$  U/l um 5% gesteigert. Die Aktivität 24 Stunden nach der Geburt lag sogar bei  $36,2 \pm 13,9$  U/l, was dem Vierfachen des Ausgangswertes entsprach. Bis zur 72. Lebensstunde sank die AST-Aktivität bis auf  $19,7 \pm 5,8$  U/l ab.

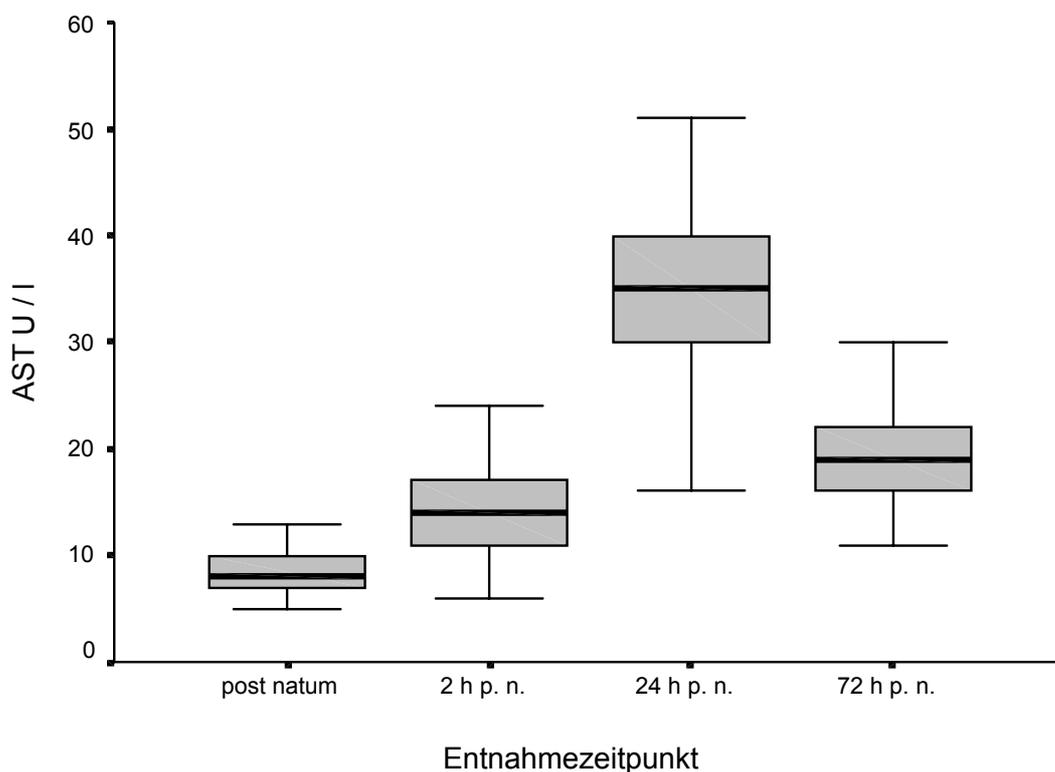


Abb. 33: Entwicklung der AST-Aktivität im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box-and-Whisker-Plot)

## 4.3.4.2 Alanin-Amino-Transferase (ALT)

Die Aktivität der Alanin–Amino–Transferase im Blutplasma der Kälber stieg unmittelbar nach der Geburt bis 24 Stunden *post natum* von einem Ausgangswert von  $3,2 \pm 1,4$  U/l auf  $6,5 \pm 1,9$  U/l. Das entsprach einer Verdoppelung der Aktivität innerhalb der ersten beiden Lebenstage (Abb. 34). Schon zwei Stunden nach der Geburt war ein deutlicher Aktivitätsanstieg der ALT zu verzeichnen. Zwischen der 24. und der 72. Lebensstunde blieb die Aktivität dieses Enzyms nahezu konstant um ein Mittel von 6 U/l.

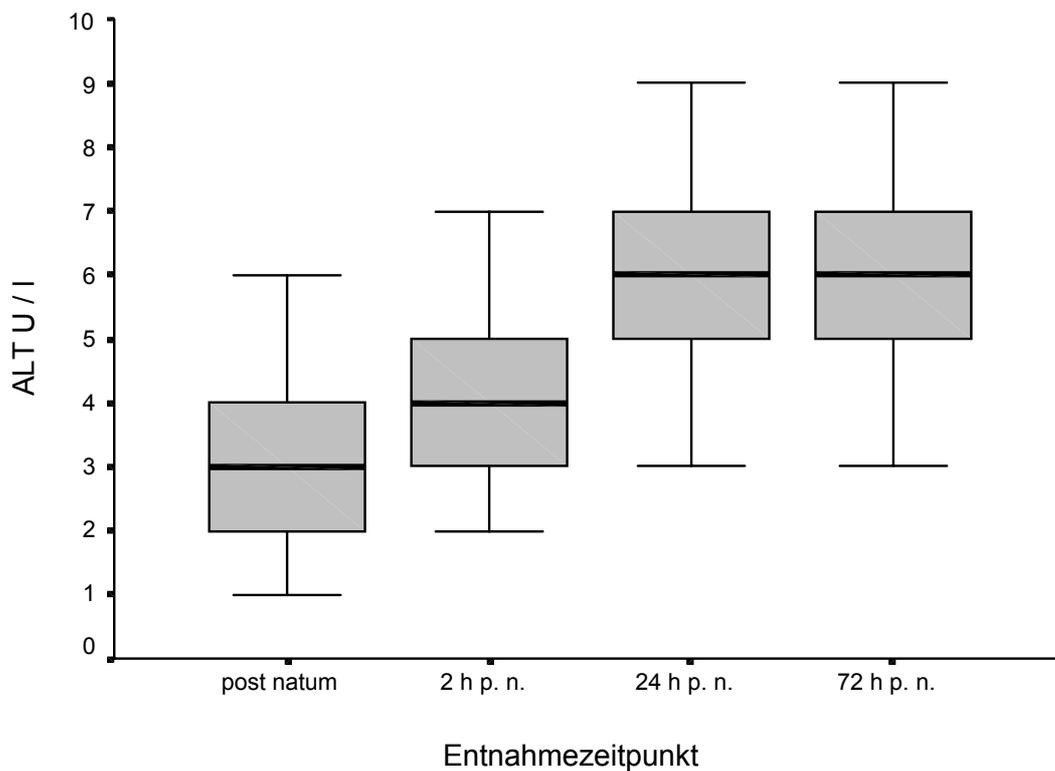


Abb. 34: Entwicklung der ALT–Aktivität im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung in Box- and Whisker– Plot)

## 4.3.4.3 Alkalische Phosphatase (AP)

Die Aktivität der Alkalischen Phosphatase im Blutplasma zeigte in ihrer Entwicklung bis zur 72. Lebensstunde erhebliche Schwankungen (Abb. 35). Unmittelbar nach der Geburt lag der geometrische Mittelwert der AP-Aktivität mit  $187,5 \pm 1,4$  U/l am niedrigsten, dann kam es zu einem Anstieg bis zur 24. Lebensstunde. Das Mittel des Zweistundenwertes lag bei  $208,4 \pm 1,5$  U/l. Dies bedeutet gegenüber der Aktivität unmittelbar *post natum* eine Steigerung um 10%. In der Zeitspanne von der zweiten Stunde bis zur 24. Stunde nach der Geburt erhöhte sich die AP-Aktivität um 126% auf  $441,3 \pm 1,5$  U/l. Nach weiteren 48 Stunden fiel die Aktivität auf  $345,5 \pm 1,7$  U/l ab, was einer Abnahme gegenüber dem 24-Stunden-Wert von 21% entsprach.

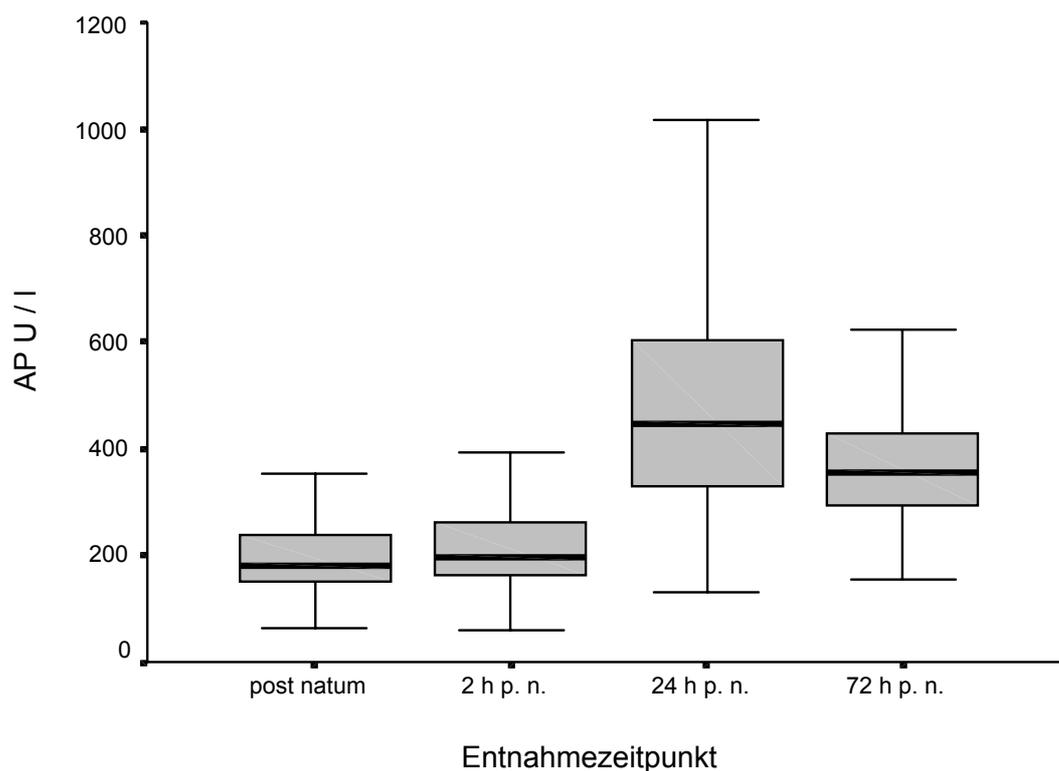


Abb. 35: Entwicklung der AP-Aktivität im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box-and Whisker – Plot)

#### 4.3.4.4 Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT)

In der Entwicklung der Gamma–Glutamyl–Transferase-Aktivität im Blutplasma der Kälber zeigte sich bis zur zweiten Stunde nach der Geburt nur eine geringe Erhöhung des Ausgangswertes von  $5,7 \pm 1,6$  U/l auf  $8,3 \pm 3,3$  U/l. Bis zur 24. Lebensstunde kam es zu einer sprunghaften Aktivitätssteigerung bis auf  $648,5 \pm 3,3$  U/l. Das entspricht einer Steigerung gegenüber dem Mittel der ersten beiden Messzeitpunkte um über das 113–fache (Abb. 36). Es wurden dabei Maximalwerte bis zu 3350 U/l gemessen. Der 72-Stunden-Wert lag jedoch erheblich niedriger und erreichte im Mittel eine Aktivität von  $208,4 \pm 2,6$  U/l (Tab. 81).

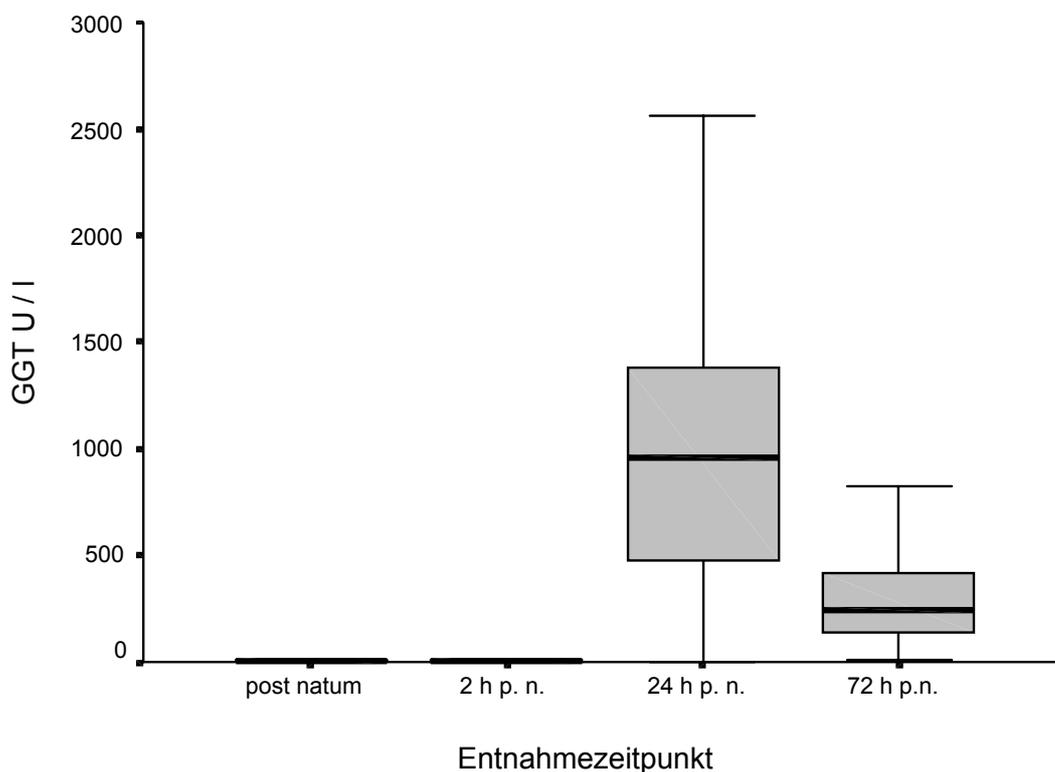


Abb. 36: Entwicklung der GGT–Aktivität im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box-and Whisker – Plot)

## 4.3.4.5 Glutamat-Dehydrogenase (GLDH)

Unmittelbar nach der Geburt betrug die mittlere Aktivität an Glutamat-Dehydrogenase im Blutplasma  $3,6 \pm 1,7$  U/l. Schon bis zur zweiten Lebensstunde war ein Aktivitätsanstieg um ein Drittel zu verzeichnen. Diese Aktivitätssteigerung setzte sich bis zur 72. Lebensstunde fort (Abb. 37). Die Aktivität der GLDH hatte am dritten Lebenstag das Vierfache des nachgeburtlichen Wertes erreicht (Tab. 82).

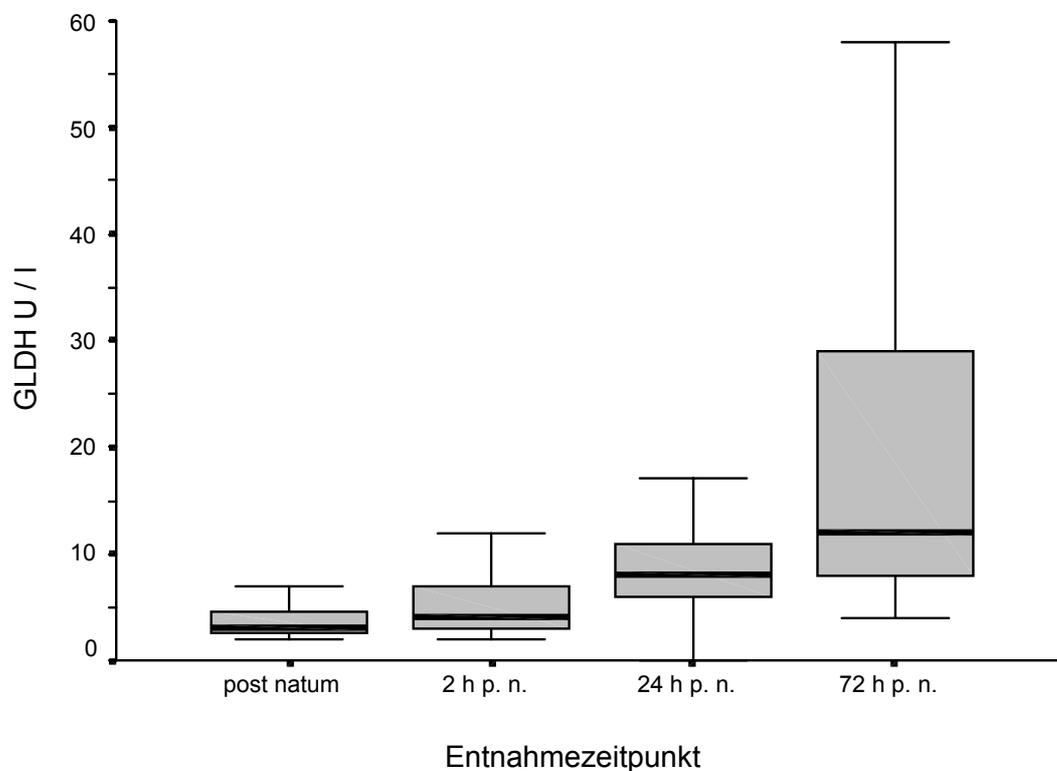


Abb. 37: Verlauf der GLDH-Aktivitäten im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box-and Whisker – Plot)

## 4.3.4.6 Kreatinin-Kinase (CK)

Bei der Entwicklung der Kreatinin-Kinase-Aktivität des Blutplasmas war auffällig, dass, nachdem die Aktivität bis zur 24. Lebensstunde gestiegen war, der mittlere 72-Stundenwert deutlich unter den 24-Stundenwert fiel (Abb. 38). Unmittelbar nach der Geburt lag die CK-Aktivität im Mittel bei  $22,5 \pm 2,3$  U/l. Bis zur zweiten Lebensstunde war ein Anstieg bis auf einen Gipfel von  $90,3 \pm 2,1$  U/l zu verzeichnen. Bis zum Ende der Beobachtungszeit kam es zu einem Aktivitätsabfall bis auf  $22,0 \pm 1,7$  U/l (72 Stunden *post natum*).

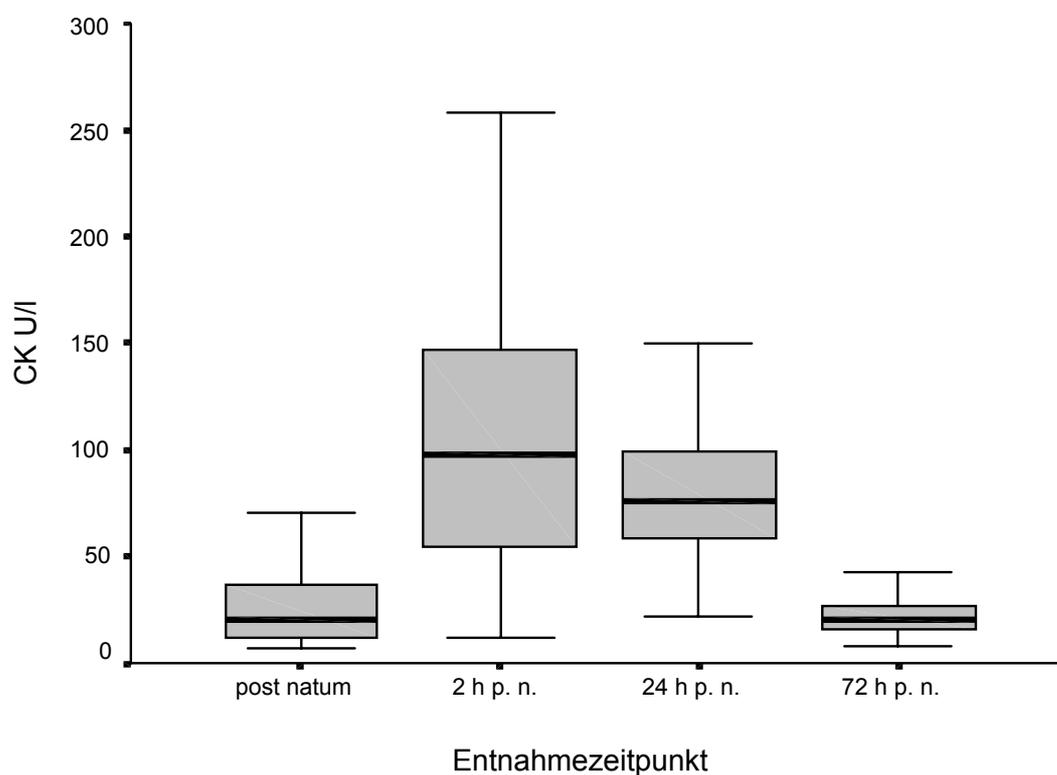


Abb. 38: Entwicklung der CK-Aktivität im Blutplasma von Kälbern aus Mutterkuhhaltung in den ersten 72 Lebensstunden (Darstellung im Box and Whisker – Plot)

### 4.3 Gruppeneinflüsse und Wechselwirkungen zwischen den untersuchten Parametern

Über die gebildeten Gruppen Rasse, Geschlecht, Geburtsart und Geburtsziffer erwies sich der Einfluss der Zeit bei allen untersuchten Parametern, bis auf Harnstoff und Chlorid, als hochsignifikant ( $p \leq 0,001$ ) (Tab. 14). Auf die Entwicklung der Harnstoffkonzentration im Blut hat die Zeit lediglich einen signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,01$ ), auf die Blutchloridkonzentration hat sie keinen statistisch nachzuweisenden Effekt.

Tab. 14: Einfluss der Zeit auf die untersuchten labordiagnostischen Parameter

Parameter	Einfluss der Zeit
Temperatur	$p \leq 0,001$
pH	$p \leq 0,001$
Kohlendioxidpartialdruck	$p \leq 0,001$
Base Excess	$p \leq 0,001$
Hämatokrit	$p \leq 0,001$
Gesamtprotein	$p \leq 0,001$
Glukose	$p \leq 0,001$
Triglyzeride	$p \leq 0,001$
Cholesterin	$p \leq 0,001$
Harnstoff	$p \leq 0,01$
Kreatinin	$p \leq 0,001$
Natrium	$p \leq 0,001$
Kalium	$p \leq 0,001$
Chlorid	n. s.
Magnesium	$p \leq 0,001$
AST	$p \leq 0,001$
ALT	$p \leq 0,001$
AP	$p \leq 0,001$
GGT	$p \leq 0,001$
GLDH	$p \leq 0,001$
CK	$p \leq 0,001$

#### 4.4.1 Einfluss der Rasse auf die untersuchten Parameter

Aufgrund der ungleichen Verteilung der Rassen wurde zur Sicherung der statistischen Aussagefähigkeit eine Zusammenfassung der drei zahlenmäßig schwächsten Gruppen vorgenommen. Die Rassen Charolais, Hereford und Deutsch Angus machten zusammen nur einen Anteil an der Gesamtprobandenzahl von 10% aus (Abb. 39).

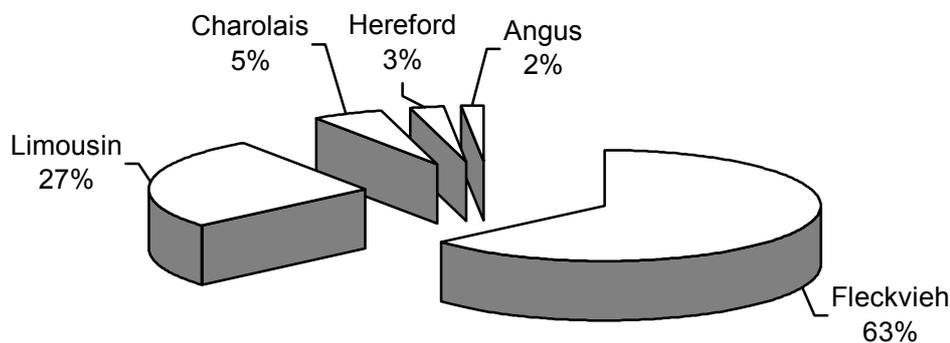


Abb. 39: Prozentuale Rassenzusammensetzung der Probanden

Die Auszählung qualitativer Merkmale wie die Bewertung nach APGAR, erstes Kopfhoben, erstes Stehen und erstes Saugen *post natum* sowie die Geburtsart ergab keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Rassen der Kälber (Tab. 15). Bei der Durchführung einer Varianzanalyse unter Berücksichtigung der Rasse auf die erfassten Faktoren (Körpertemperatur, pH, pCO<sub>2</sub>, BE, Hämatokrit, Gesamtprotein, Glukose, Triglyzeride, Cholesterin, Harnstoff, Kreatinin, Natrium, Kalium, Chlorid, Magnesium, AST, ALT, AP, GGT, GLDH und CK) war jedoch ein signifikanter Einfluss der Rasse auf die gemessenen pH-Werte gegeben ( $p \leq 0,01$ ). Als schwach signifikant stellte sich der Einfluss der Rasse auf den Base Excess, die ALT- und die GLDH- Aktivität heraus ( $p \leq 0,05$ ) (Tab. 16). Eine Wechselwirkung der Rasse über den Beobachtungszeitraum konnte lediglich bei der AP-Aktivität festgestellt werden ( $p \leq 0,001$ ) (Tab. 58).

Tab. 15: Auszählung qualitativer Merkmale hinsichtlich des Einflusses der Rasse

	<b>Einfluss der Rasse</b>
<b>APGAR</b>	n. s.
<b>Erstes Kopfheben p. n.</b>	n. s.
<b>Erstes Stehen p. n.</b>	n. s.
<b>Erstes Saugen p. n.</b>	n. s.
<b>Geburtsart</b>	n. s.

Tab. 16: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich des Einflusses der Rasse auf die untersuchten Parameter

<b>Parameter</b>	<b>Einfluss der Rasse</b>
<b>pH-Wert</b>	$p \leq 0,01$
<b>Base Excess</b>	$p \leq 0,05$
<b>ALT</b>	$p \leq 0,05$
<b>GLDH</b>	$p \leq 0,05$

Tab. 17: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich der Wechselwirkungen der Rasse mit den untersuchten Parametern in den ersten 72 Lebensstunden *post natum*

<b>Parameter</b>	<b>Wechselwirkung</b>
<b>AP</b>	$p \leq 0,001$

Unmittelbar *post natum* bis zwei Stunden nach der Geburt zeigte sich der Einfluss der Rassen am auffälligsten. Dabei wird deutlich, dass die Gruppe der Fleckviehkälber die absolut höchsten pH-Werte und damit den höchsten Mittelwert aufwies. Die Werte der Limousinkälber lagen jeweils knapp darunter, gefolgt von der Gruppe der Charolais-, Angus- und Herefordkälber. Ab der 24. Stunde verschoben sich die Verhältnisse zu Gunsten der letztgenannten Gruppe, deren arithmetisches Mittel jetzt keine deutlichen Abweichungen von dem der anderen Rassen mehr aufwies. Auffällig war, dass der pH-Wert, der bei den Limousinkälbern gemessen wurde, im gesamten Beobachtungszeitraum unter dem der Fleckviehkälber lag (Abb. 40).

Die Mittelwerte der Gruppen Fleckvieh und Limousin wiesen initial pH-Werte über 7,20 auf. Die verbleibenden Rassen zeigten in ihrem gemeinsamen arithmetischen Mittel einen pH-Wert, welcher mit 7,16 bereits als vitaldepressiv einzuschätzen war (Tab. 18).

Tab. 18: Entwicklung der Blut-pH-Werte in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Rasse

Messzeitpunkt post natum	Fleckvieh (n=62)		Limousin (n=31)		Charolais, Angus, Hereford (n=11)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	7,22	0,07	7,22	0,06	7,16	0,10
<b>2 Stunden</b>	7,34	0,03	7,30	0,04	7,26	0,06
<b>24 Stunden</b>	7,36	0,04	7,35	0,04	7,35	0,05
<b>72 Stunden</b>	7,36	0,03	7,34	0,04	7,35	0,05

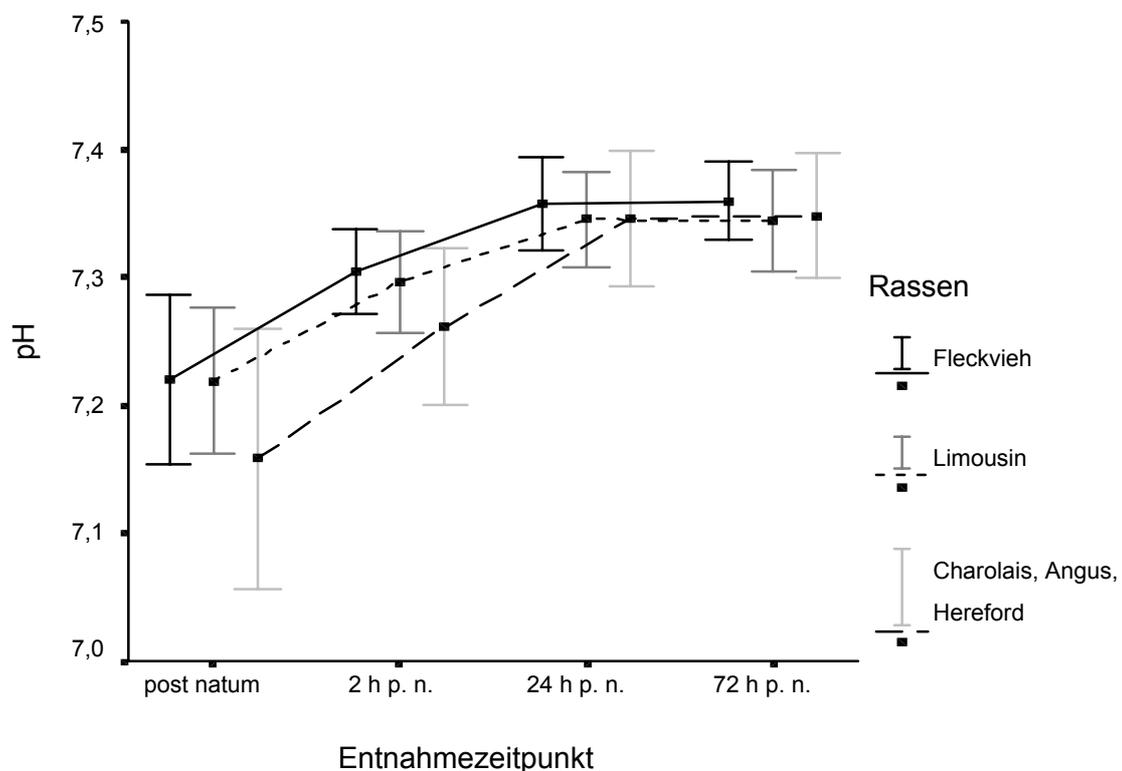


Abb. 40: Vergleichende Verläufe der Blut-pH-Werte zwischen den Rassen in den ersten 72 Lebensstunden

Die Entwicklung des Base Excess stellte sich ähnlich dar, wobei die Gruppe der Charolais-, Hereford- und Anguskälber über den gesamten Verlauf geringere Werte als die Rassen Fleckvieh und Limousin aufwiesen. Dennoch waren zum Messzeitpunkt nach 72 Stunden statistisch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rassen nachweisbar. Die Base Excess-Werte der Gruppen der Fleckvieh- und Limousinkälber blieben über die Dauer der Untersuchung eng verwoben (Abb. 41). Der mittlere Base Excess ( $\bar{x}$ ) der Fleckvieh- und Limousinkälber bewegte sich von der Geburt an im positiven Bereich, in der Gruppe von Charolais, Angus und Hereford bestand unmittelbar *post natum* eine negative Base Excess-Situation. Erst zwei Stunden nach der Geburt hatte sich eine Erholung auf einen positiven Mittelwert eingestellt (Tab. 19).

Tab. 19: Verlauf des Base Excess (mmol/l) im venösen Blut in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Rasse

Messzeitpunkt post natum	Fleckvieh (n=62)		Limousin (n=31)		Charolais, Angus, Hereford (n=11)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	+0,50	4,09	+0,97	2,82	-2,64	5,61
<b>2 Stunden</b>	+3,02	2,19	+3,03	1,65	+0,55	4,92
<b>24 Stunden</b>	+4,90	2,01	+4,43	2,00	+3,58	2,92
<b>72 Stunden</b>	+5,07	2,98	+5,73	2,02	+4,89	2,21

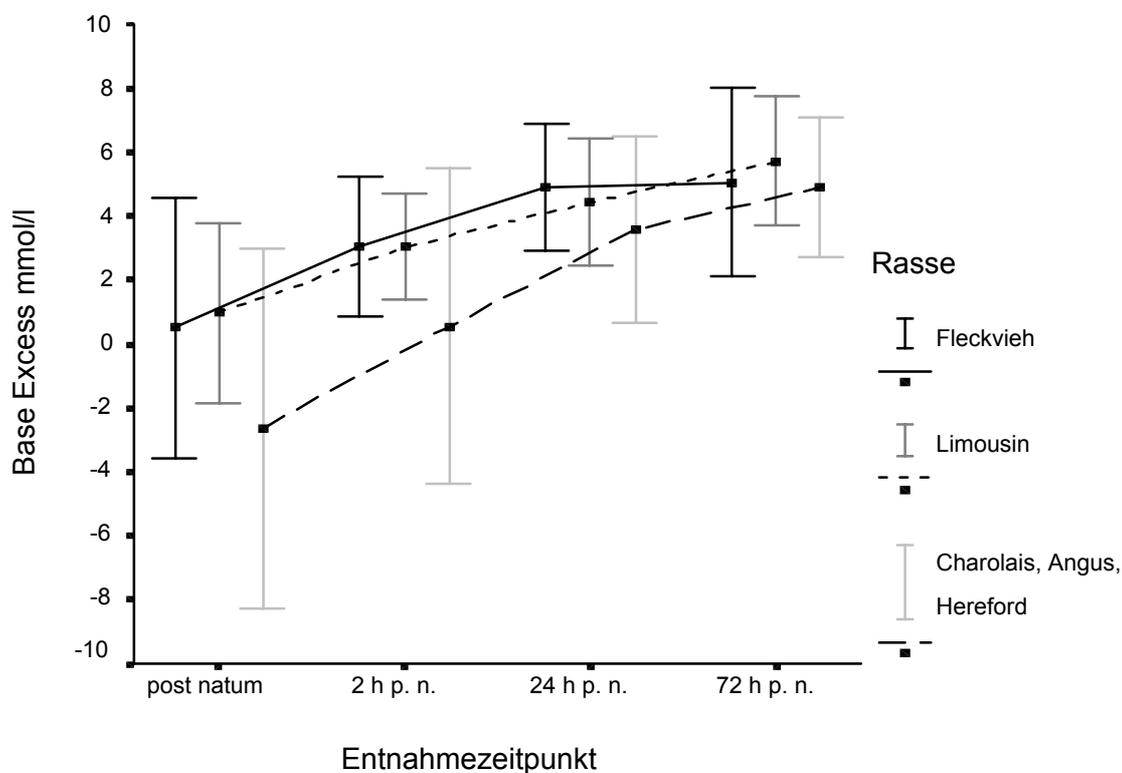


Abb. 41: Verlauf der Konzentration des Base Excess im venösen Blut der verschiedenen Rassegruppen in den ersten 72 Lebensstunden

Während die ALT-Aktivität bis zur 24. Lebensstunde deutlich anstieg, war zwischen der 24. und 72. Stunde *post natum* nur noch eine unwesentliche Steigerung zu verzeichnen, welche sich im Median nicht mehr widerspiegelte (Tab. 20). Von der Blutentnahme unmittelbar nach der Geburt verdoppelte sich die Aktivität der ALT innerhalb der ersten zwei Lebenstage.

Die Aktivitäten verliefen bei den beobachteten Rassegruppen nahezu synchron (Abb. 42). Verfolgt man die Mediane der unterschiedlichen Rassen über die Zeit, so ist auffällig, dass es zwischen Fleckvieh- und Limousinkälbern keine Differenzen gibt. Dahingegen bewegen sich die Aktivitäten der ALT im Plasma der Charolais-, Hereford- und Anguskälber um 16% bis 50% höher als bei den Rassen Fleckvieh und Limousin (Tab. 20).

Tab. 20: Entwicklung der ALT-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Rasse

Messzeitpunkt post natum	Fleckvieh (n=73)			Limousin (n=31)			Charolais, Angus, Hereford (n=11)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	2,8	1,6	3	2,9	1,5	3	3,8	1,5	4
<b>2 Stunden</b>	3,9	1,4	4	3,8	1,5	4	5,6	1,7	6
<b>24 Stunden</b>	5,8	1,4	6	6,0	1,3	6	7,9	1,5	7
<b>72 Stunden</b>	6,1	1,3	6	6,3	1,2	6	6,7	1,7	7

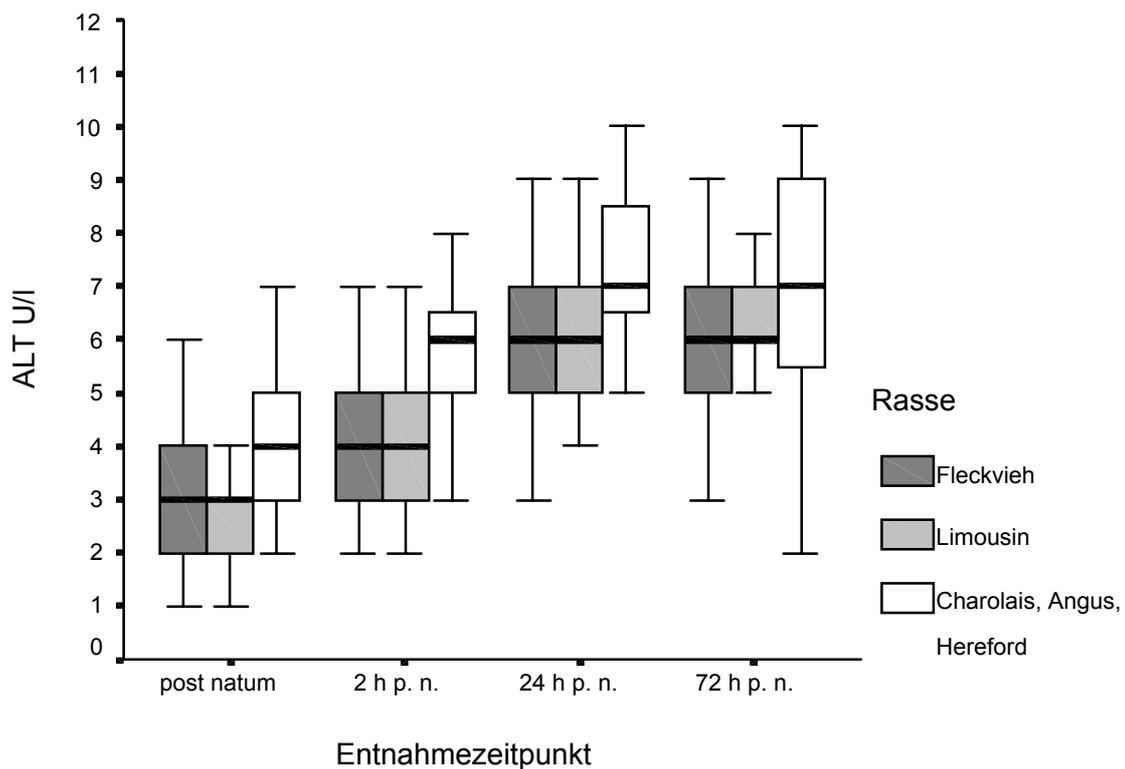


Abb. 42: Vergleichender Verlauf der Aktivitäten der ALT im Blutplasma der Kälber der verschiedenen Rassengruppen in den ersten 72 Lebensstunden

Die Rasse der Kälber zeigte im Beobachtungszeitraum Wechselwirkungen zur Aktivität der AP. Bis zur 24. Lebensstunde stiegen die AP-Aktivitäten aller Rassengruppen gleichermaßen an. Zwischen dem Ende des ersten Lebenstages und der 72. Lebensstunde war dann ein deutlicher Abfall der AP-Aktivität der Charolais-, Angus- und Hereford-Tiere unter die Aktivitäten der Vergleichsgruppen festzustellen (Tab. 21, Abb. 43)

Tab. 21: Entwicklung der AP-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Rasse

Messzeitpunkt post natum	Fleckvieh (n=73)			Limousin (n=31)			Charolais, Angus, Hereford (n=11)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	188,4	1,5	185	183,7	1,3	176	192,9	1,5	208
<b>2 Stunden</b>	207,3	1,6	207	203,7	1,5	184	230,5	1,5	226
<b>24 Stunden</b>	441,6	1,6	451	438,1	1,5	447	447,8	1,5	397
<b>72 Stunden</b>	362,9	1,5	360	373,0	1,4	364	202,4	3,6	307

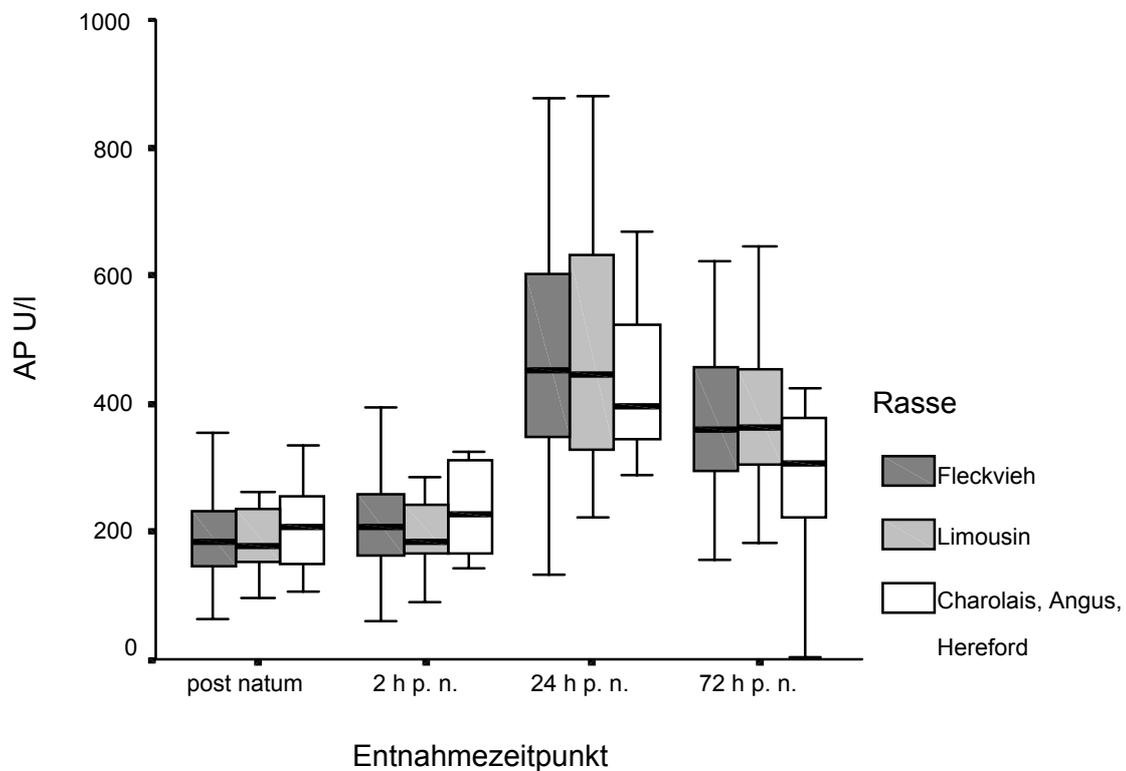


Abb. 43: Wechselwirkungen zwischen der AP-Aktivität im Blutplasma der Kälber und der Rasse in den ersten 72 Lebensstunden

Bei der Entwicklung der GLDH-Aktivität wies der Median innerhalb der Rassen eine fortlaufende Erhöhung der Aktivität von der Geburt bis zur letzten Probenentnahme auf. In der Synchronität des Verlaufes bestanden zwischen den Fleckvieh- und Limousinkälbern größere Übereinstimmungen als zur dritten Gruppe. Innerhalb der ersten 24 Stunden zeigten sich streng parallele Entwicklungen zwischen den Gruppen Fleckvieh und Limousin, erst dann stieg die GLDH-Aktivität der Limousinkälber um 21% stärker an als die der Fleckviehkälber. Bei der Gruppe der Charolais-, Hereford- und Angustiere war innerhalb der ersten 24 Lebensstunden ein Aktivitätsanstieg um das Doppelte des Ausgangswertes zu verzeichnen. Danach kam es jedoch zu einer deutlichen Reduzierung der Aktivitätssteigerung, die in der 72. Stunde *post natum* einen Wert erreichte, der um 22% geringer gegenüber dem Median der GLDH-Aktivität bei der Gruppe der Fleckviehkälber lag (Tab. 22). Während über den gesamten Untersuchungszeitraum Minimalwerte gemessen wurden, die unter 10 U/l lagen, so war 72 Stunden nach der Geburt eine deutliche

Schiefverteilung zu Gunsten hoher Aktivitäten zu verzeichnen (Abb. 44 und 45). Es konnten maximale GLDH-Aktivitäten von bis zu 194 U/l gemessen werden.

Tab. 22: Entwicklung der GLDH-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Rasse

Messzeitpunkt post natum	Fleckvieh (n=73)			Limousin (n=31)			Charolais, Angus Hereford (n=11)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	3,6	1,8	3	3,6	1,7	3	3,5	1,7	3
<b>2 Stunden</b>	4,8	1,8	4	4,6	1,8	4	5,9	1,8	6
<b>24 Stunden</b>	8,6	1,6	8	8,6	1,5	8	11,6	2,8	7
<b>72 Stunden</b>	15,1	2,4	11,5	16,8	2,4	14	16,2	2,6	9

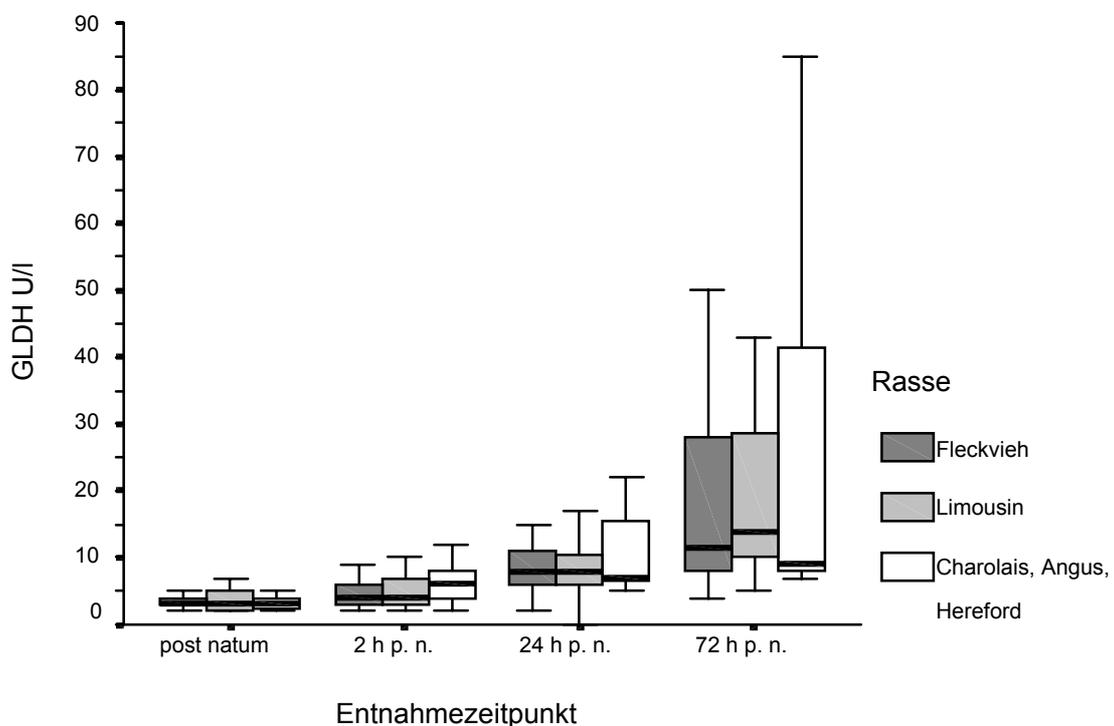


Abb. 44: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der Aktivitäten der GLDH im Blutplasma der Kälber in den verschiedenen Rassengruppen innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

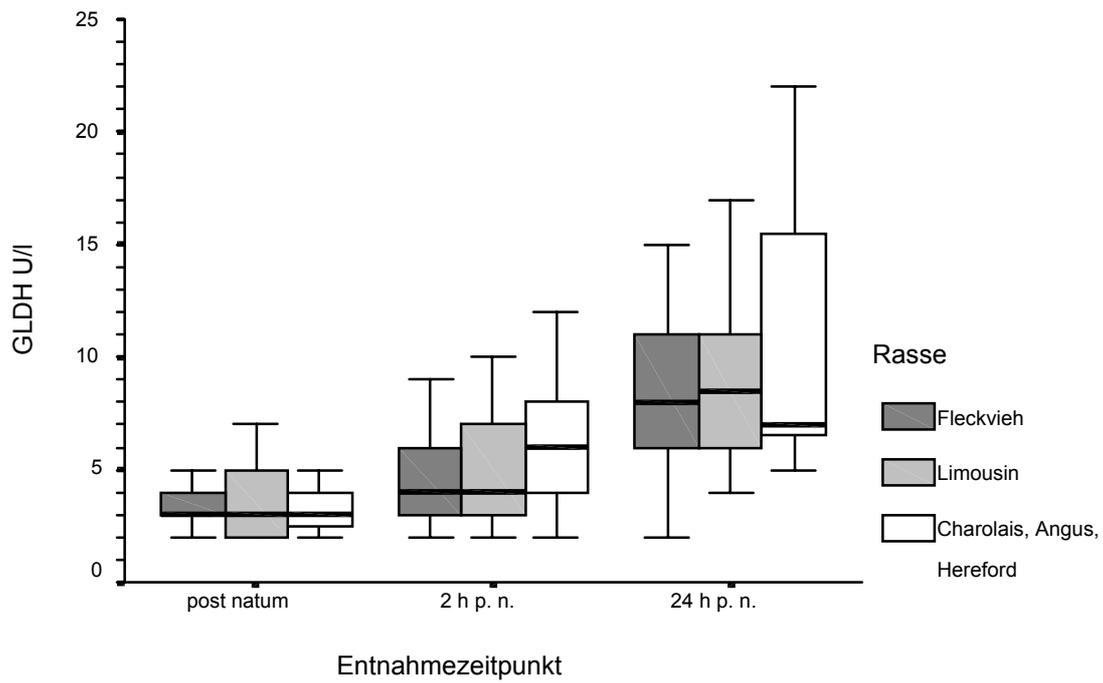


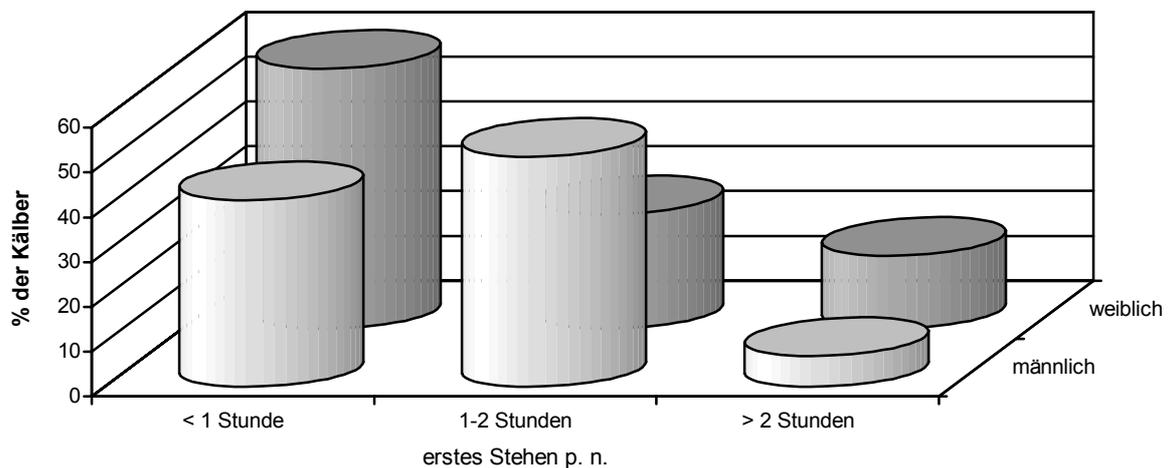
Abb. 45: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der Aktivitäten der GLDH im Blutplasma der Kälber in den verschiedenen Rassengruppen innerhalb des ersten Lebensstages

## 4.4.2 Einfluss des Geschlechtes auf die untersuchten Parameter

Über die Gesamtheit aller untersuchten Kälber zeichnete sich bei der Auszählung der qualitativen Merkmale ein schwach signifikanter ( $p \leq 0,05$ ) Einfluss des Geschlechtes auf den Zeitpunkt des ersten Stehens nach der Geburt ab (Tab. 23). Im Vergleich der Geschlechter standen innerhalb der ersten Stunde *post natum* mehr weibliche Kälber (58,1%) als männliche (41,7%). Der Anteil der Tiere, die erst später als zwei Stunden nach der Geburt stehen konnten, war jedoch bei den männlichen Neonaten deutlich geringer (Abb. 46).

Tab. 23: Auszählung qualitativer Merkmale

Parameter	Einfluss des Geschlechtes
APGAR	n. s.
erstes Kopfbeugen p. n.	n. s.
erstes Stehen p. n.	$p \leq 0,05$
erstes Saugen p. n.	n. s.
Geburtsart	n. s.

Abb. 46: Beziehung zwischen dem Geschlecht und dem ersten erfolgreichen Aufstehversuch *post natum*

Weiterhin waren schwach signifikante Abweichungen in der Entwicklung des Blut-pH-Wertes im venösen Blut zwischen männlichen und weiblichen Kälbern nachzuweisen. Das Geschlecht hatte weiterhin einen signifikanten Einfluss auf die Kohlendioxidsättigung im venösen Blut sowie auf die Blutglukosekonzentration (Tab. 24). Zwischen dem Geschlecht der Kälber und der Aktivität der GLDH konnte eine hoch signifikante ( $p \leq 0,001$ ) Wechselwirkung innerhalb der ersten drei Lebensstage festgestellt werden (Tab. 25 und 59).

Tab. 24: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich des Einflusses des Geschlechtes auf die untersuchten Parameter

Parameter	Einfluss des Geschlechtes
pH-Wert	$p \leq 0,05$
Kohlendioxidpartialdruck	$p \leq 0,01$
Blutglukose	$p \leq 0,01$

Tab. 25: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich der Wechselwirkungen des Geschlechtes mit der Aktivität der GLDH im Blutplasma der Kälber über die ersten 72 Lebensstunden *post natum*

Parameter	Wechselwirkung
GLDH	$p \leq 0,001$

Weibliche Neonaten entwickelten innerhalb der ersten 72 Lebensstunden einen schwach signifikant höheren Blut pH-Wert als ihre männlichen Artgenossen. Unmittelbar *post natum* wiesen Bullenkälber einen Blut-pH-Wert von  $7,210 \pm 0,071$  auf, weibliche Tiere dagegen hatten bereits einen Blut-pH-Wert von  $7,220 \pm 0,069$ . Die Entwicklung der pH-Werte verlief synchron zwischen den Geschlechtern, wobei die Bullenkälber bis zur 72. Stunde *post natum* unterhalb des pH-Wertes der Kuhkälber lagen, diese danach aber geringfügig überschritten ( $p \leq 0,05$ ) (Tab. 26, Abb. 47).

Tab. 26: Entwicklung des Blut-pH-Wertes im venösen Blut der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit vom Geschlecht

Messzeitpunkt post natum	männlich (n=69)		weiblich (n=35)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	7,210	0,071	7,220	0,069
<b>2 Stunden</b>	7,293	0,040	7,307	0,042
<b>24 Stunden</b>	7,351	0,044	7,356	0,026
<b>72 Stunden</b>	7,355	0,038	7,353	0,031

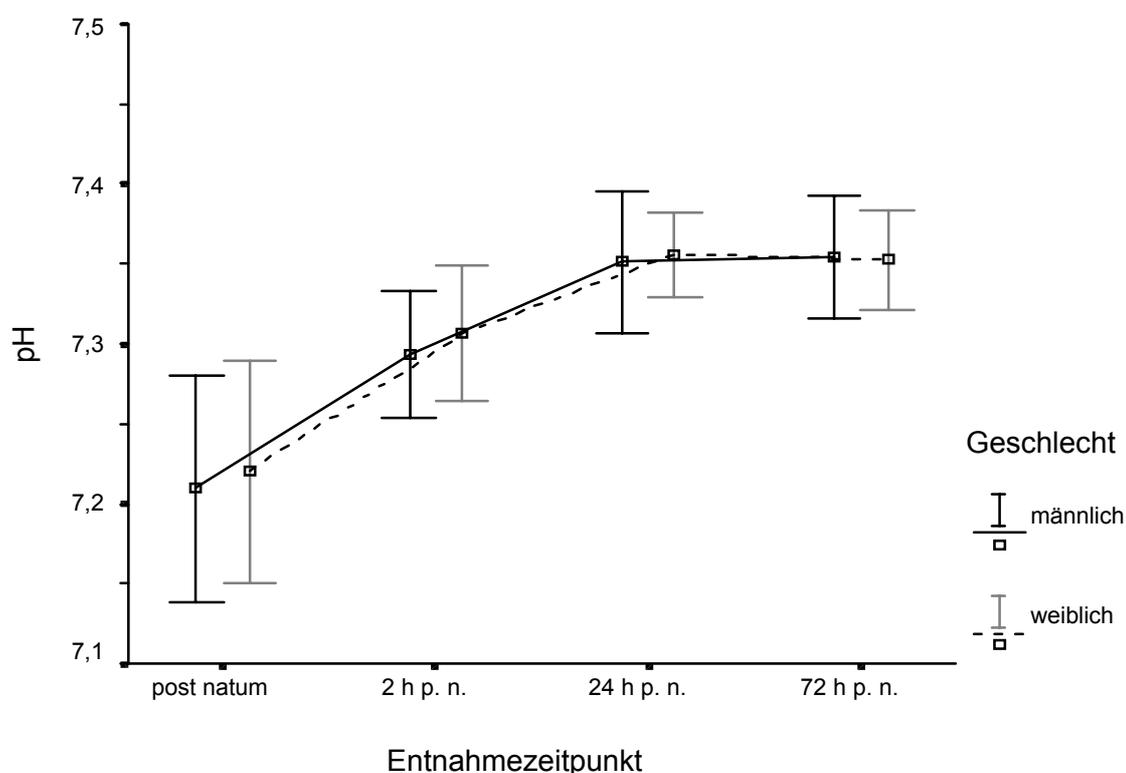


Abb. 47: Einfluss des Geschlechtes auf den Verlauf der Blut-pH-Werte innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg bewegte sich der Kohlendioxidpartialdruck im venösen Blut bei weiblichen Kälbern unter dem ihrer männlichen Artgenossen (Abb. 47). Die größte Abweichung unter den Geschlechtern ergab sich zwei Stunden *post natum*, hier war der Kohlendioxidpartialdruck der männlichen Kälber im arithmetischen Mittel um 4,7 kPa höher als der weiblicher Tiere. Bis zur 72. Stunde nach der Geburt hatten sich die Werte des Partialdruckes

weitgehend angeglichen, es bestand lediglich noch ein Unterschied von 0,3 kPa zwischen den Geschlechtern (Tab. 27).

Tab. 27: Verlauf der Kohlendioxidsättigung (kPa) des venösen Blutes in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit vom Geschlecht der Kälber

Messzeitpunkt post natum	männlich (n=69)		weiblich (n=35)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	10,44	0,97	10,29	1,37
<b>2 Stunden</b>	8,89	0,79	8,27	0,73
<b>24 Stunden</b>	7,91	0,83	7,55	0,59
<b>72 Stunden</b>	7,95	0,95	7,91	0,92

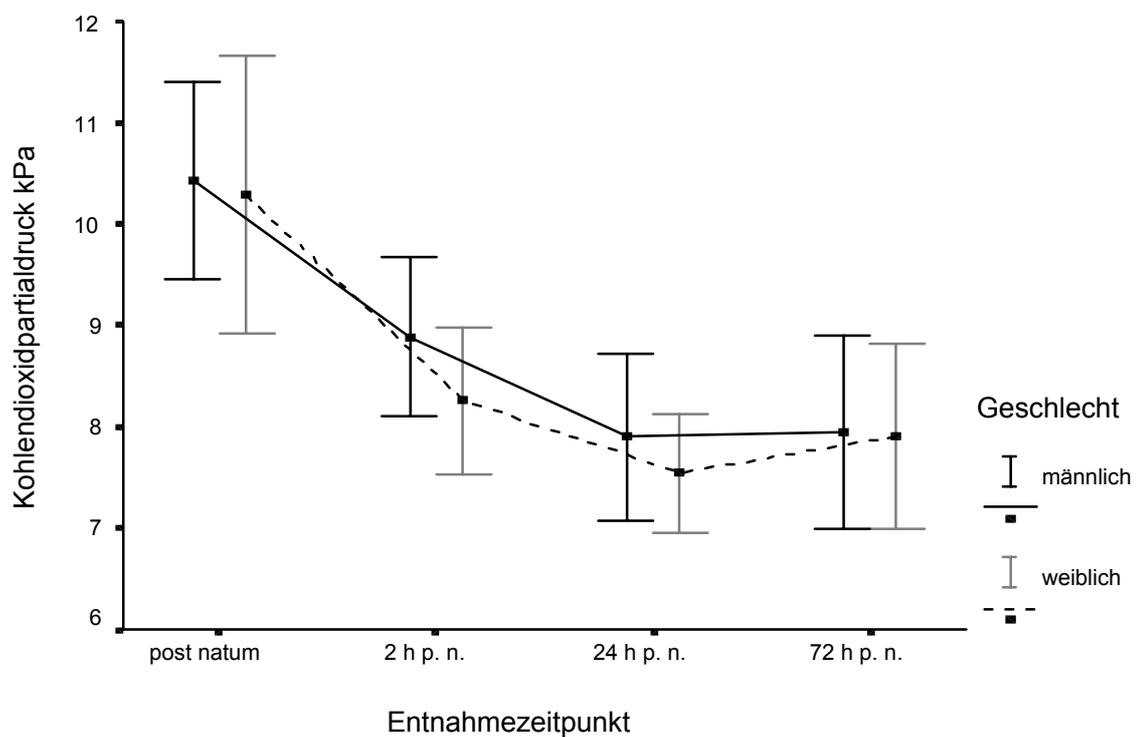


Abb. 48: Einfluss des Geschlechtes auf den Verlauf des Kohlendioxidpartialdruckes im venösen Blut der Kälber bis zur 72. Lebensstunde

Das Geschlecht beeinflusste über den gesamten Beobachtungszeitraum auch die Konzentration des Blutglukosespiegels. Weibliche Kälber wiesen direkt nach der Geburt mit  $4,70 \pm 1,85$  mmol/l einen um 6% höheren Blutglukosespiegel auf als Bullenkälber ( $4,40 \pm 1,74$  mmol/l). In der zweiten Lebensstunde hatte sich die Spanne zwischen den Geschlechtern noch vergrößert, die Differenz betrug nun 1,02 mmol/l. Dies entspricht einer Erhöhung von mehr als 26% gegenüber Bullenkälbern (Tab. 28). Während bei weiblichen Neonaten ein kontinuierlicher Blutglukoseanstieg bis zur 24. Lebensstunde zu verzeichnen war, konnte bei Bullenkälbern zwei Stunden nach der Geburt der niedrigste Glukosewert ermittelt werden. Die Messergebnisse der 24. und 72. Lebensstunde ergeben eine Annäherung der Blutzuckerkonzentrationen zwischen männlichen und weiblichen Kälbern. Dennoch blieb der Blutzuckerspiegel bei männlichen Kälbern gegenüber den weiblichen um 8% (24 Stunden p. n.) beziehungsweise 2% (72 Stunden p. n.) erniedrigt (Abb. 49).

Tab. 28: Verlauf der Glukosekonzentration (mmol/l) des Blutes in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit vom Geschlecht

Messzeitpunkt post natum	<b>männlich</b> (n=72)		<b>weiblich</b> (n=42)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	4,40	1,74	4,70	1,85
<b>2 Stunden</b>	3,89	1,13	4,91	1,90
<b>24 Stunden</b>	6,40	1,46	6,91	1,52
<b>72 Stunden</b>	6,26	1,04	6,41	1,02

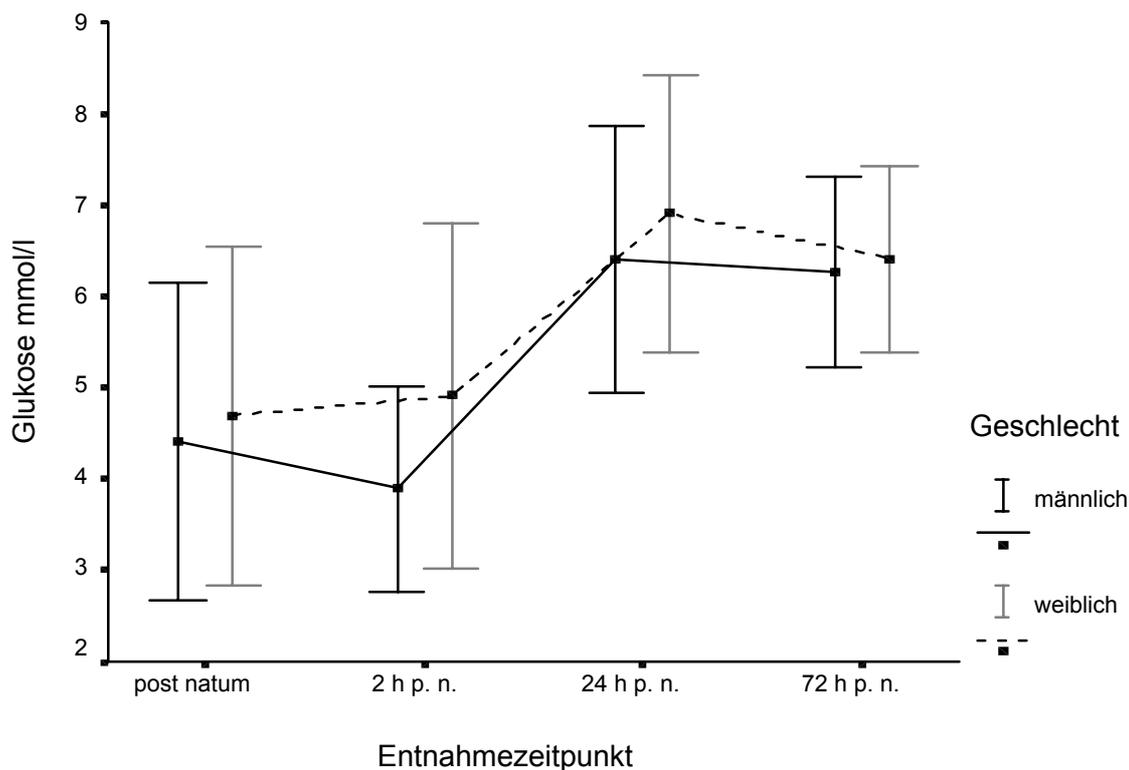


Abb. 49: Vergleichende Darstellung der Glukosekonzentrationen im Blut zwischen Kälbern unterschiedlichen Geschlechtes innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Die GLDH-Aktivität war das einzige Enzym, dessen Aktivität innerhalb des ersten drei Lebenstage mit dem Geschlecht der Kälber eine Wechselwirkung zeigte (Tab. 59). Bis zur 24. Lebensstunde entwickelten sich die Aktivitäten der GLDH bei beiden Geschlechtern ohne größere Differenzen. Zum vierten Beobachtungszeitpunkt, 72 Stunden *post natum*, lag die GLDH-Aktivität weiblicher Kälber jedoch um mehr als 70% über der männlicher Kälber (Tab. 29, Abb. 50).

Tab. 29: Verlauf der GLDH-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit vom Geschlecht

Messzeitpunkt	männlich (n=72)			weiblich (n=42)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
post natum						
<b>0 Minuten</b>	3,6	1,9	3	3,5	1,5	3
<b>2 Stunden</b>	4,5	1,9	4	5,4	1,6	5
<b>24 Stunden</b>	8,6	1,7	8	9,2	1,8	8
<b>72 Stunden</b>	12,8	2,1	11	22,2	2,6	19,5

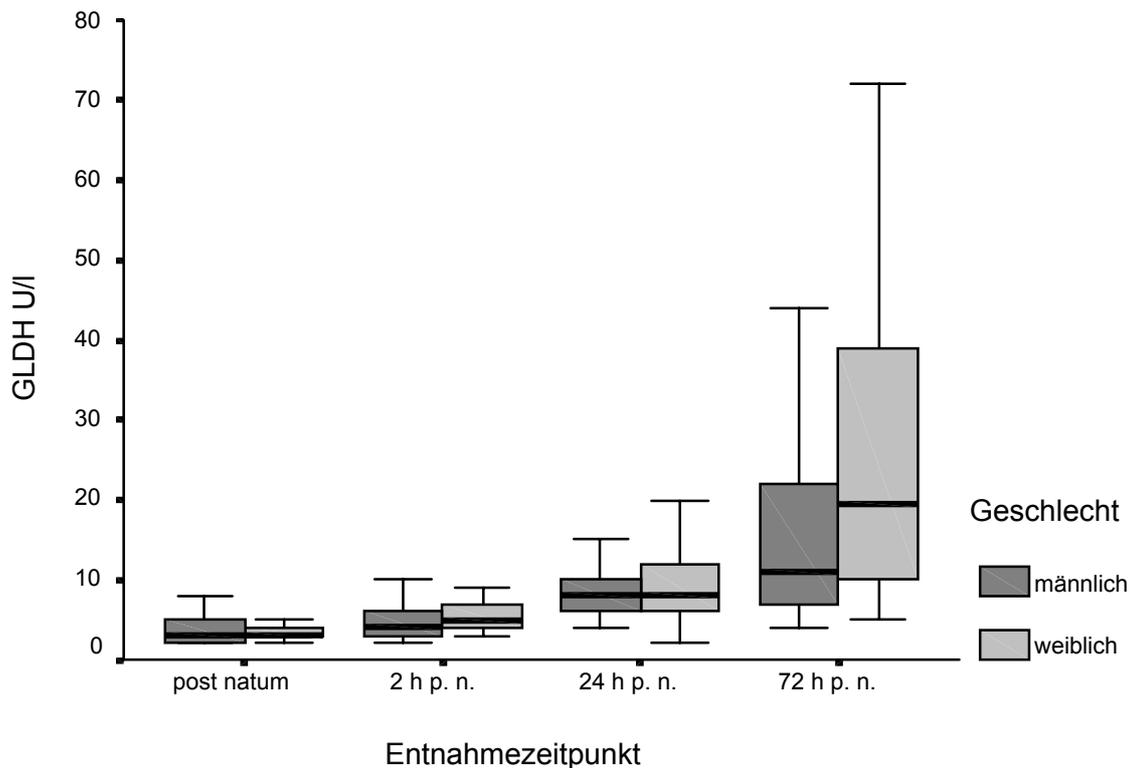


Abb. 50: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen dem Geschlecht der Kälber und der Aktivität der GLDH im Blutplasma in den ersten drei Lebenstagen

#### 4.4.3 Einfluss der Geburtsart auf die untersuchten Parameter

Von den beobachteten 115 Geburten verlief der überwiegende Teil (98 Geburten = 85%) spontan, ohne jegliches Eingreifen in den Geburtsablauf ab. Lediglich bei 17 Tieren (15%) lag eine Dystokie vor, so dass konservative Geburtshilfe indiziert war (Abb. 51). Das Geschlecht der Kälber hatte keinen statistisch nachweisbaren Einfluss auf die Geburtsart.

Die Geburtsart hatte einen deutlichen Einfluss auf die ethologischen Parameter des Neonaten. Kälber aus Normalgeburten hoben deutlich früher den Kopf, auch das erste Saugen erfolgte signifikant ( $p \leq 0,01$ ) früher als bei Kälbern aus einer Dystokie (Tab. 30).

Die unmittelbar *post natum* durchgeführte Beurteilung nach APGAR erbrachte bei Kälbern aus eutokischen Geburtsverhältnissen hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ ) erhöhte Werte gegenüber solchen aus Schwergeburten (Abb. 52).

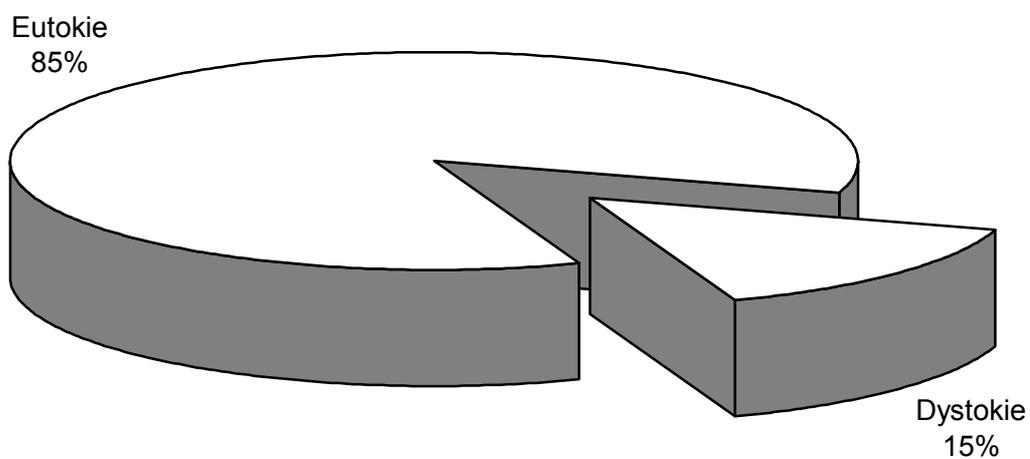


Abb. 51: Anteil der Kälber, die durch Eutokie und Dystokie entwickelt wurden

Tab. 30: Einfluss der Geburtsart auf qualitative Parameter

Parameter	Einfluss der Geburtsart
APGAR	$p \leq 0,001$
erstes Kopfbeben p. n.	$p \leq 0,01$
erstes Stehen p. n.	n. s.
erstes Saugen p. n.	$p \leq 0,01$

93% der Kälber (91 Tiere) aus Spontangeburt wurden mit acht APGAR–Punkten bewertet, fünf (5%) erhielten sieben Punkte und jeweils ein Kalb wurde bei sechs und fünf Punkten eingestuft. Eine geringere Einschätzung als fünf APGAR–Punkte erhielt keines der Neonaten aus Spontangeburt.

Unter den Kälbern, die mittels geburtshilflicher Maßnahmen entwickelt werden mussten, wurden immerhin noch 29% (fünf Kälber) mit voller Punktzahl (8) bewertet. Vier (24%) erhielten sieben Punkte, fünf Kälber erhielten nur vier Punkte. Auffällig ist, dass auch bei den Kälbern, die unter einer Dystokie entwickelt wurden, keines der Tiere mit drei oder weniger APGAR–Punkten bewertet werden mussten (Abb. 52).

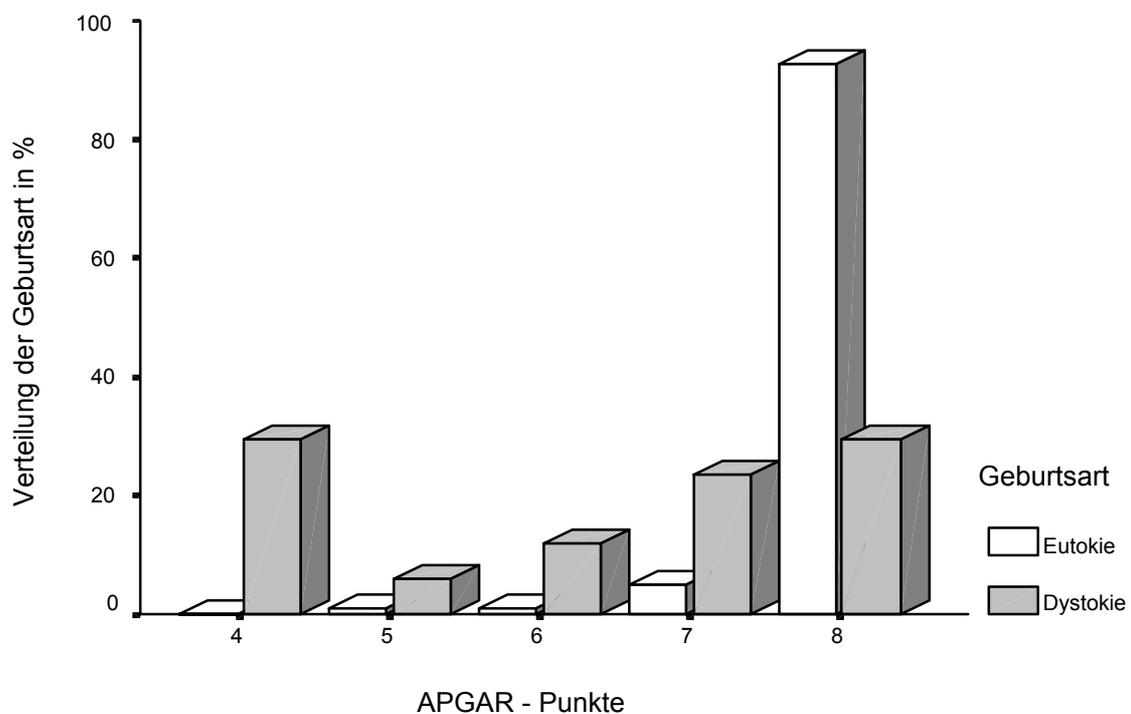


Abb. 52: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Geburtsart und Einstufung nach APGAR

Von den 98 spontan geborenen Kälbern nahmen innerhalb der ersten fünf Minuten *post natum* 85% eine erhobene Kopfhaltung ein. Unter der Vergleichsgruppe waren es in diesem Zeitraum lediglich 47% der Tiere. Bis zur zehnten Lebensminute hatten 99% der Kälber, die aus einer eutokischen Geburtssituation stammten, ihren Kopf erhoben. Bei den mittels Geburtshilfe entwickelten Neonaten war bis zur zehnten Lebensminute nur bei 94% eine erhobene Kopfhaltung festzustellen (Abb. 53).

Daraus ergab sich ein signifikanter ( $p \leq 0,01$ ) Einfluss der Geburtsart auf das Einnehmen der ersten erhobenen Kopfhaltung.

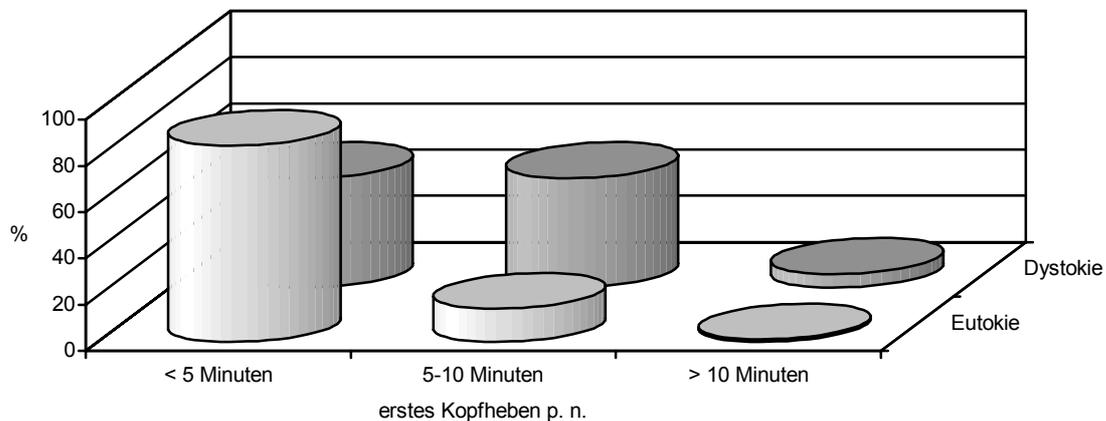


Abb. 53: Vergleichende Darstellung des ersten Kopfhebens *post natum* von Kälbern aus Spontangeburt und aus Geburten mit konservativer Hilfe

Kälber, welche ohne obstetrische Maßnahmen zu Welt kamen, saugten signifikant ( $p \leq 0,01$ ) früher am Muttertier als Neonaten, bei deren Geburt ein Eingreifen notwendig war. Bis zur zweiten Lebensstunde hatten bereits 77,6% ( $n = 76$ ) der Kälber aus Spontangeburt Kolostrum aufgenommen jedoch erst 35,3% ( $n = 6$ ) der Neonaten aus Schweregeburten (Abb. 54).

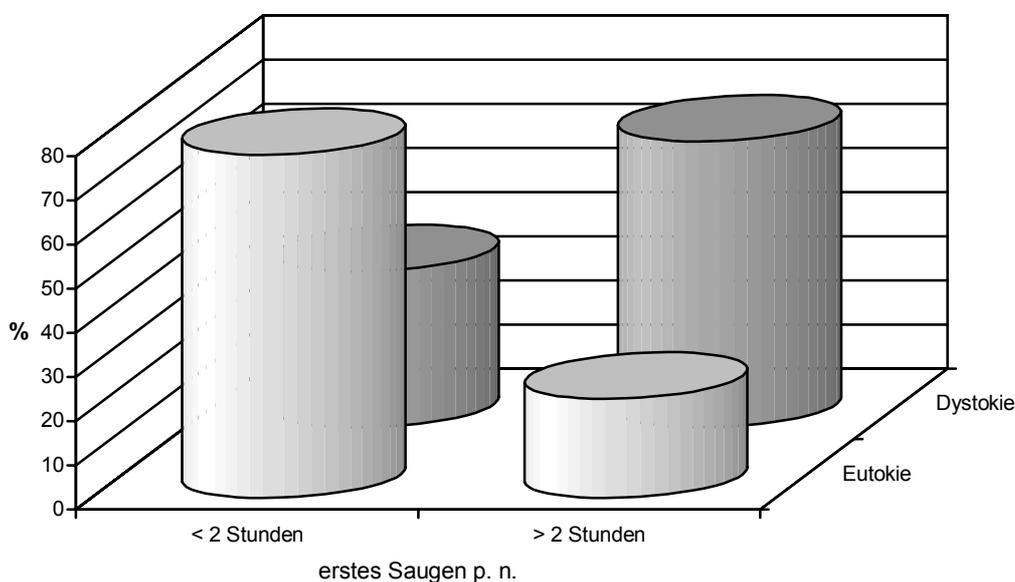


Abb. 54: Vergleichende Darstellung des ersten Saugens *post natum* von Kälbern aus Spontangeburt und aus Geburten mit konservativer Hilfe

Die Varianzanalyse verdeutlicht den Einfluss der Geburtsart auf den Blut-pH-Wert, die Kaliumionenkonzentration sowie die AST- und CK-Aktivität im Blut der Kälber (Tab. 31). Wechselwirkungen über den Untersuchungszeitraum bestanden zwischen der Geburtsart und den Parametern pH, Kohlendioxidpartialdruck, Base Excess, Hämatokrit, Harnstoffkonzentration, Triglyzerid- und Magnesiumionenkonzentration (Tab. 59).

Tab. 31: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich des Einflusses der Geburtsart auf die untersuchten Parameter

Parameter	Einfluss der Geburtsart
pH-Wert	$p \leq 0,05$
Kalium	$p \leq 0,05$
AST	$p \leq 0,05$
CK	$p \leq 0,01$

Tab. 32: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich der Wechselwirkungen der Geburtsart mit den untersuchten Parametern in den ersten 72 Lebensstunden *post natum*

Parameter	Wechselwirkung
pH	$p \leq 0,001$
Kohlendioxidpartialdruck	$p \leq 0,01$
Base Excess	$p \leq 0,001$
Hämatokrit	$p \leq 0,001$
Triglyzeride	$p \leq 0,05$
AST	$p \leq 0,05$

Neonaten, die ohne geburtshilfliche Maßnahmen geboren wurden, hatten einen deutlich höheren Blut-pH-Wert ( $7,229 \pm 0,053$ ) als solche, bei denen konservative Geburtshilfe notwendig wurde ( $7,128 \pm 0,091$ ). Die grafische Darstellung verdeutlicht die hoch signifikante Wechselwirkung zwischen der Geburtsart und dem Blut-pH-Wert in den ersten drei Lebenstagen ( $p \leq 0,001$ ). Unmittelbar *post natum* waren sehr großen Differenzen zwischen Kälbern aus Eutokie und Dystokie festzustellen (Abb. 55). Bereits zwei Stunden nach der Geburt hatte sich der pH-Wert der normal geborenen Kälber um 0,081 auf  $7,302 \pm 0,039$  gesteigert. Die Erhöhung unter den mit Geburtshilfe entwickelten Kälbern betrug sogar 0,148 auf  $7,276 \pm 0,091$ . Eine weitere Annäherung der pH-Werte erfolgte bis zur 24. Lebensstunde. Zu diesem Zeitpunkt, wie auch in der 72. Stunde, konnten sogar Werte bei Kälbern aus Dystokien festgestellt werden, die über denen der Vergleichsgruppe lagen (Tab. 33).

Tab. 33: Verlauf des Blut-pH-Wertes in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=88)		Dystokie (n=16)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	7,229	0,053	7,128	0,066
<b>2 Stunden</b>	7,302	0,039	7,276	0,091
<b>24 Stunden</b>	7,352	0,038	7,358	0,042
<b>72 Stunden</b>	7,352	0,036	7,366	0,047

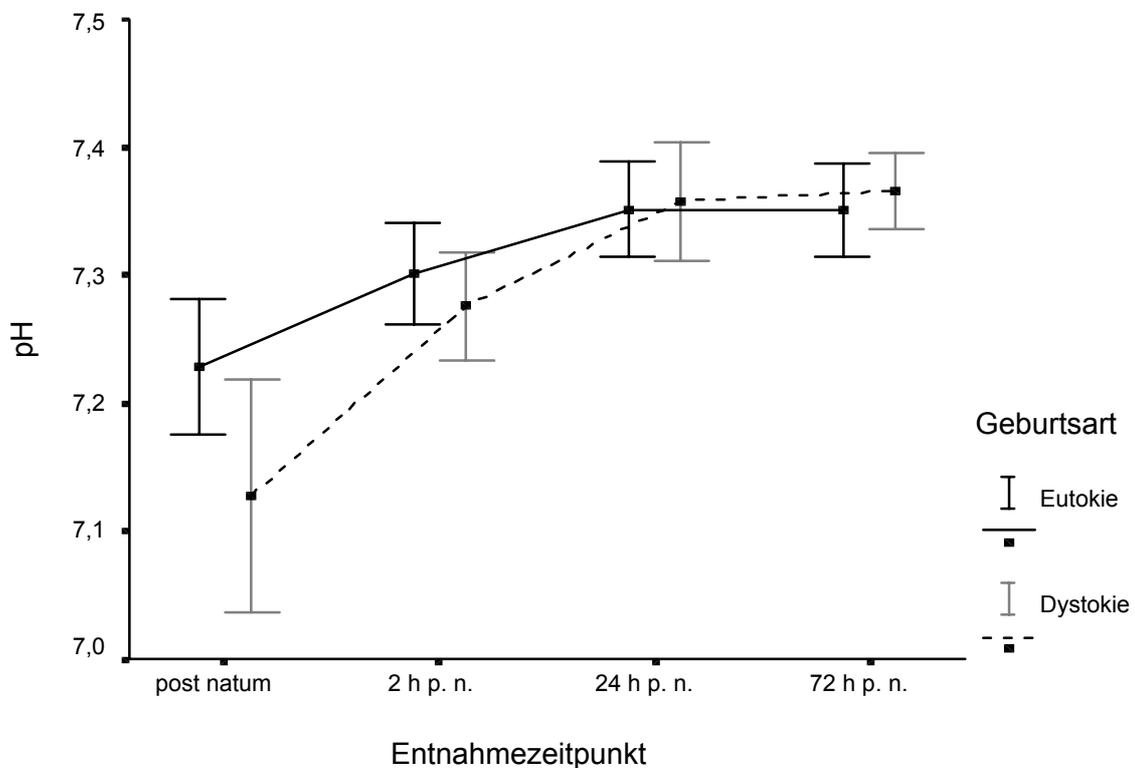


Abb. 55: Darstellung der Wechselwirkung zwischen Geburtsart und Blut-pH-Werten in den ersten 72 Lebensstunden

Schwach signifikante Wechselwirkungen der Geburtsart zeigten sich im Beobachtungszeitraum auch bezüglich des Kohlendioxidpartialdruckes ( $p \leq 0,05$ ). Unmittelbar nach der Geburt wiesen Kälber aus Dystokien einen um über 10% höheren Kohlendioxidpartialdruck auf als Neonaten aus komplikationslosen Geburten. Nach zwei Stunden hatten sich die Werte bis auf eine Abweichung von 4% angeglichen. Zur 24. Lebensstunde erreichten beide Gruppen ein annähernd gleiches Niveau. Vom Ende des ersten bis zur Vollendung des dritten Lebensstages

überschritt der Kohlendioxidpartialdruck der Kälber aus Eutokien nun sogar die Werte der Vergleichsgruppe (Tab. 43, Abb. 56).

Tab. 34: Entwicklung des Kohlendioxidpartialdruckes im venösen Blut der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=88)		Dystokie (n=16)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	10,20	0,90	11,39	1,16
<b>2 Stunden</b>	8,62	0,84	9,00	0,58
<b>24 Stunden</b>	7,79	0,80	7,76	0,60
<b>72 Stunden</b>	7,97	0,96	7,73	0,77

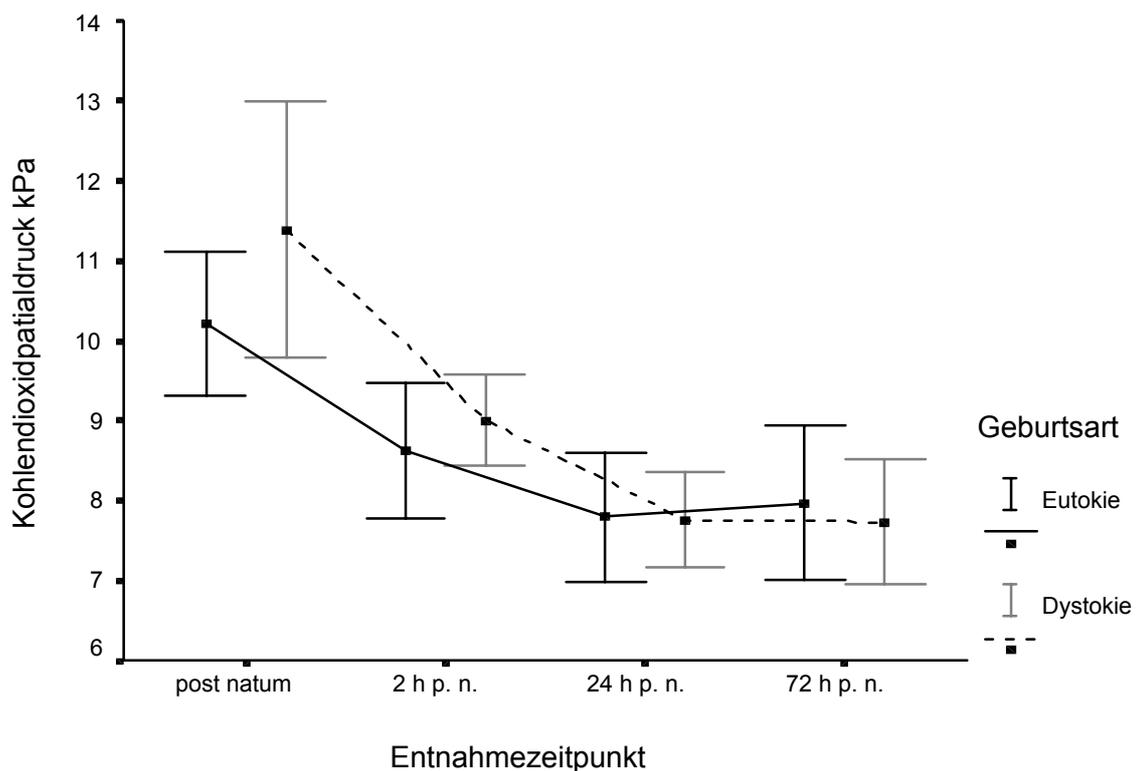


Abb. 56: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Geburtsart und Kohlendioxidpartialdruck im venösen Blut der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Eine hoch signifikante Wechselwirkung bestand auch zwischen dem Base Excess und der Geburtsart innerhalb der ersten 72 Lebensstunden ( $p \leq 0,001$ ). Die deutlichste Differenz der Base Excess-Werte zwischen den Geburtsarten war unmittelbar nach der Geburt festzustellen. Zu diesem Zeitpunkt wiesen Kälber aus Dystokien einen mittleren Base Excess auf, der um 5,1 mmol/l unter dem Wert komplikationslos geborener Kälber lag. Bis zum Ende des ersten Lebensstages waren die Base Excess-Werte beider untersuchter Kollektive annähernd ausgeglichen. Bis zur 72. Stunde *post natum* konnten bei Kälbern, die per Geburtshilfe entwickelt worden waren, höhere Base Excess-Werte ermittelt werden (Tab. 35, Abb. 57).

Tab. 35: Verlauf des Base Excess im venösen Blut der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=88)		Dystokie (n=16)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	+1,1	3,2	-4,0	4,9
<b>2 Stunden</b>	+2,9	2,5	+2,0	2,9
<b>24 Stunden</b>	+4,5	1,9	+5,1	3,0
<b>72 Stunden</b>	+5,2	2,7	+5,7	2,0

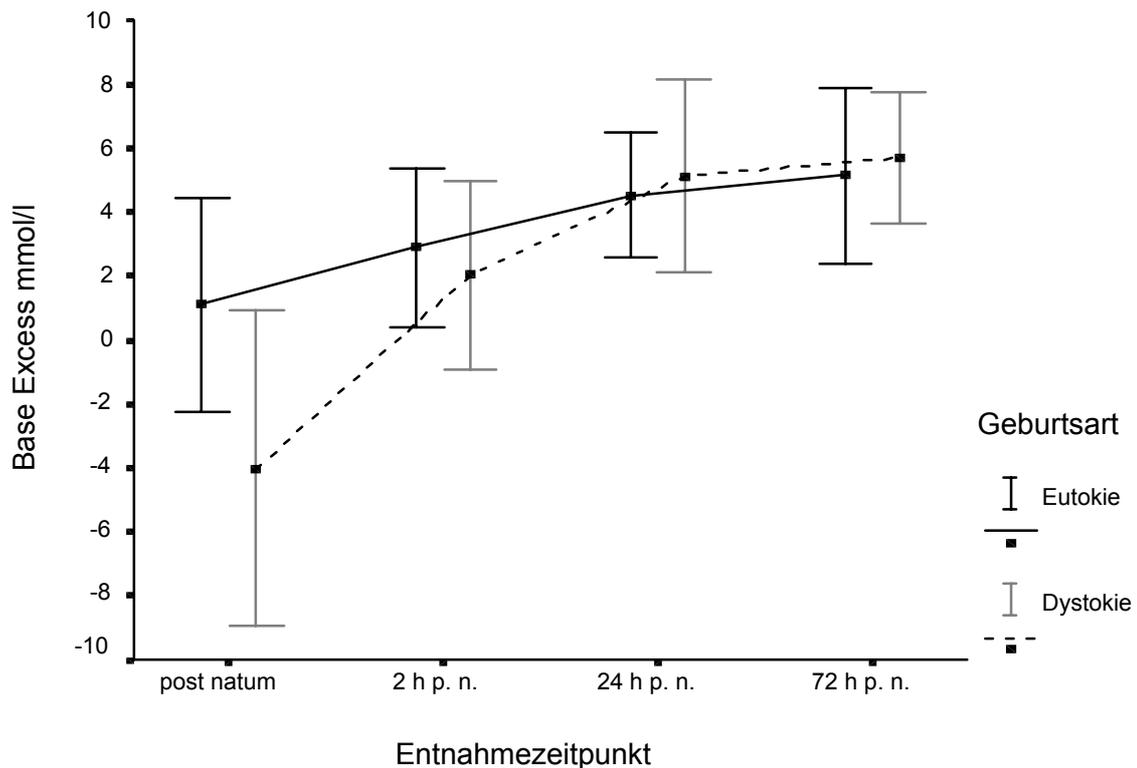


Abb. 57: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Geburtsart und Base Excess im venösen Blut der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Während Kälber aus Dystokien unmittelbar *post natum* eine stärkere Hämokonzentration aufwiesen als Kälber, die ohne geburtshilfliche Maßnahmen geboren wurden, sank der Hämatokrit bei den obstetrisch entwickelten Kälbern stärker ab. Bereits zwei Stunden nach der Geburt lag der Anteil korpuskulärer Blutbestandteile bei den Kälbern aus Dystokien unter dem Wert ohne Geburtshilfe entwickelter Tiere. Trotz der Hämodilution in beiden Gruppen wiesen 72 Stunden alte Kälber aus Dystokien einen um 3,8 l/l geringeren Hämatokrit auf als Saugkälber der Vergleichsgruppe (Abb. 58, Tab. 36). Die Wechselwirkungen zwischen Geburtsart und Hämatokrit waren innerhalb der ersten drei Lebenstage hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ ) (Tab. 58).

Tab. 36: Entwicklung des Hämatokrits im Blut der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=66)		Dystokie (n=13)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	45,4	4,5	48,0	4,4
<b>2 Stunden</b>	46,3	5,0	44,4	3,8
<b>24 Stunden</b>	41,1	5,0	38,8	3,3
<b>72 Stunden</b>	39,3	4,3	35,5	3,8

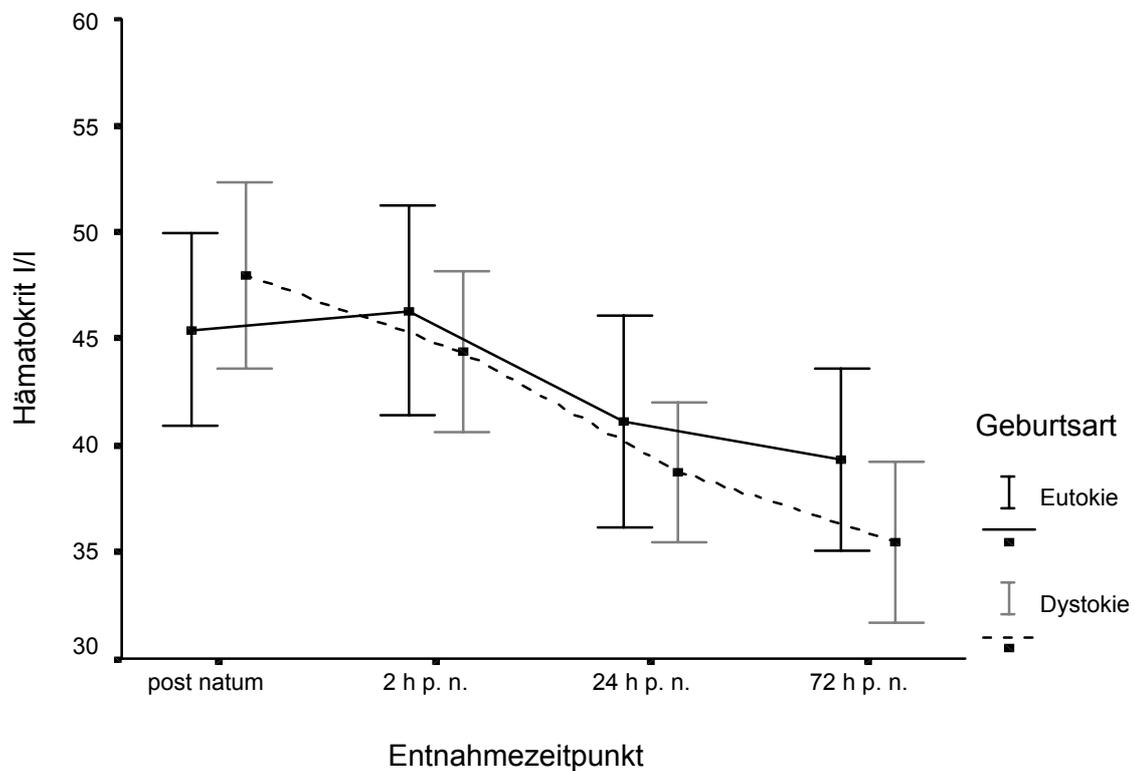


Abb. 58: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Geburtsart und Hämatokrit im Blut der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

In der Entwicklung der Harnstoffkonzentration von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde waren ebenfalls schwach signifikante Wechselwirkungen mit der Geburtsart nachzuweisen ( $p \leq 0,05$ ). Von der Geburt bis zur zweiten Lebensstunde blieb die Harnstoffkonzentration der Mutterkuhkälber aus Dystokien leicht unter der

Harnstoffkonzentration normal geborener Tiere. Bis zur 24. Lebensstunde erhöhte sich dann der Blutharnstoffgehalt von Kälbern aus Dystokien um fast 30% gegenüber der Vergleichsgruppe, nach weiteren 48 Stunden waren die Harnstoffgehalte im Blut von Kälbern aus Dystokien wieder niedriger als bei ohne Geburtshilfe entwickelten Kälbern (Tab. 37, Abb. 59).

Tab. 37: Entwicklung der Harnstoffkonzentration im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=88)		Dystokie (n=16)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	2,94	0,94	2,68	0,61
<b>2 Stunden</b>	3,00	0,92	2,81	0,70
<b>24 Stunden</b>	3,17	1,12	4,11	1,75
<b>72 Stunden</b>	3,79	2,18	3,58	2,25

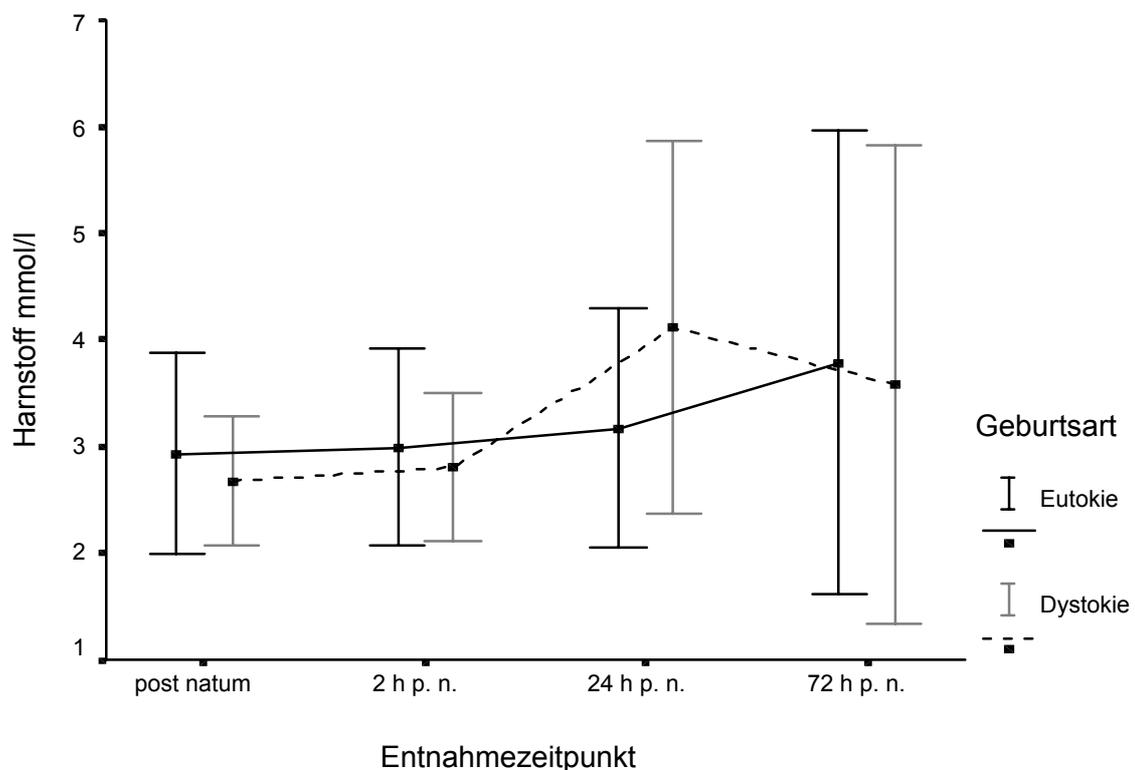


Abb. 59: Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Geburtsart und Harnstoffkonzentration im Blutplasma der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Einen schwach signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) zeigte auch die Geburtsart auf die Kaliumkonzentration im Blut der Kälber. Initial, unmittelbar *post natum*, war die Kaliumkonzentration im Blut von Kälbern aus Spontangeburt um 0,06 mmol/l ( $4,63 \pm 0,54$  mmol/l) höher als in der Vergleichsgruppe ( $4,69 \pm 0,48$  mmol/l). Diese Differenz vergrößerte sich, da bis zur zweiten Stunde nach der Geburt bei den Kälbern aus Spontangeburt die Kaliumwerte stärker abfielen (um 3% des Ausgangswertes) als in der Vergleichsgruppe (um 1% des Ausgangswertes). Der darauf folgende Konzentrationsanstieg verlief steiler bei den spontangeborenen Kälbern, erreichte aber bis zur 24. Lebensstunde einen Wert, der geringfügig unterhalb der Kaliumkonzentration im Blut der aus Dystokien stammenden Tiere war. Bis zum dritten Lebenstag hatten beide Gruppen ein annähernd gleiches Blutkaliumniveau erreicht, wobei die Kälber aus Spontangeburt unerheblich (0,2%) über der Konzentration der Kälber aus Schweregeburten lagen (Tab. 38, Abb. 60).

Tab. 38: Entwicklung der Kaliumionenkonzentration (mmol/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=98)		Dystokie (n=17)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	4,63	0,54	4,69	0,52
<b>2 Stunden</b>	4,50	0,35	4,68	0,36
<b>24 Stunden</b>	4,92	0,54	4,96	0,84
<b>72 Stunden</b>	4,89	0,33	4,88	0,56

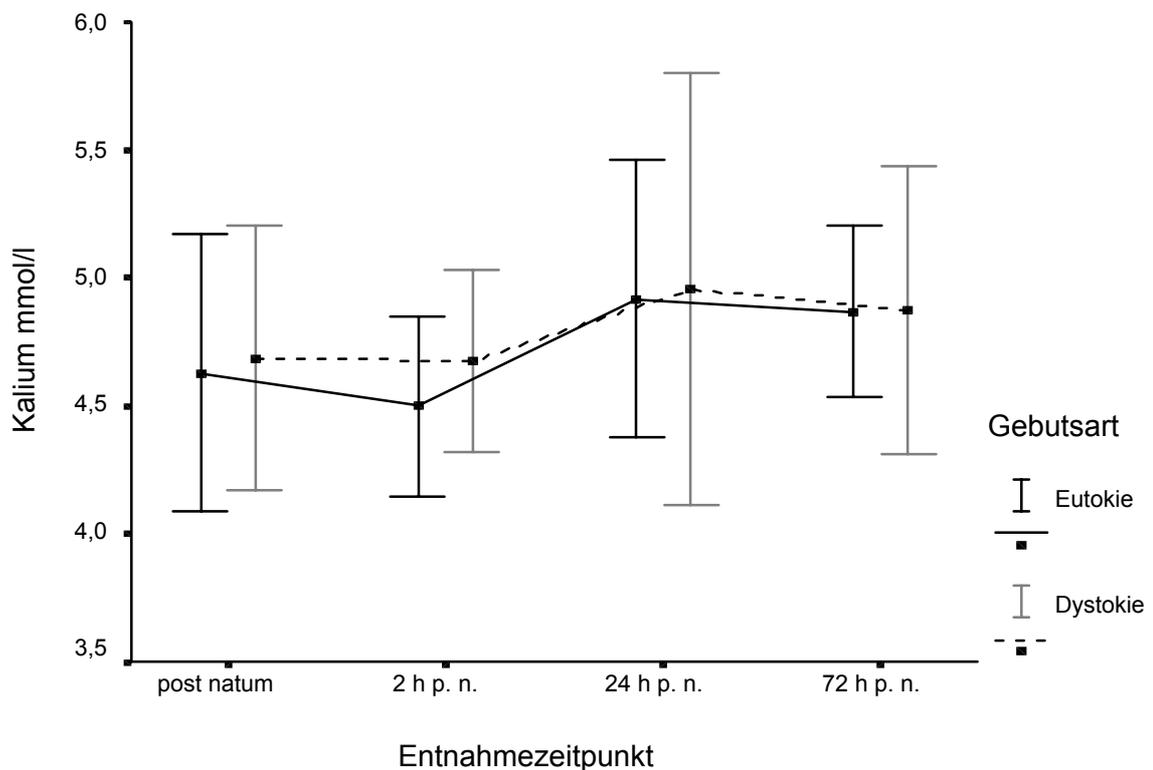


Abb. 60: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Geburtsart und der Blutkaliumionenkonzentration im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden

Die AST-Aktivität entwickelte sich über die Zeit hinweg nahezu synchron zwischen Kälbern aus Spontangeburt und Dystokien, wobei Tiere, welche aus Dystokien stammten, über den gesamten Beobachtungszeitraum höhere AST-Aktivitäten aufwiesen (Abb. 61). Die niedrigste Aktivität der AST wurde unmittelbar nach der Geburt gemessen. Die Minimalwerte lagen hier bei den Kälbern aus Normalgeburten bei 5 U/l, in der Vergleichsgruppe war sie jedoch um 2 U/l höher. Die maximal gemessenen Aktivitäten überschritten zu diesem Zeitpunkt bei keiner der Gruppen 24 U/l. Spontan geborene Kälber hatten im geometrischen Mittel nach zwei Stunden eine Aktivitätssteigerung der AST im Blut um 75% auf 14 U/l zu verzeichnen, bei Kälbern aus Dystokien steigerte sich die Aktivität um fast 78% auf 16 U/l. Bis zur 24. Lebensstunde war nun eine gravierende Erhöhung der Enzymaktivität nachzuweisen, die das 4,25-fache (Eutokie) beziehungsweise das 4,44-fache (Dystokie) der Ausgangswerte betrug. Die Schwankungsbreite bei Kälbern aus Normalgeburten lag zu diesem Zeitpunkt zwischen minimal 16 U/l und maximal 55 U/l. Kälber aus

Dystokien erreichten dagegen Maxima bis zu 160 U/l, der kleinste gemessene 24 Stunden Wert war 28 U/l. Bis zum letzten Messzeitpunkt vollzog sich synchron in beiden Gruppen ein Abfall der Aktivität um 50%. Die Aktivität der AST bei Kälbern aus Schweregeburten überstieg zum Zeitpunkt der letzten Messung die mittlere Aktivität der Vergleichsgruppe um fast 17% (3 U/l).

Tab. 39: Entwicklung der AST-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=98)			Dystokie (n=17)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	8,5	1,3	8	10,1	1,4	9
<b>2 Stunden</b>	13,4	1,4	14	16,5	1,3	16
<b>24 Stunden</b>	33,4	1,3	34	43,0	1,5	40
<b>72 Stunden</b>	18,7	1,3	18	21,0	1,3	21

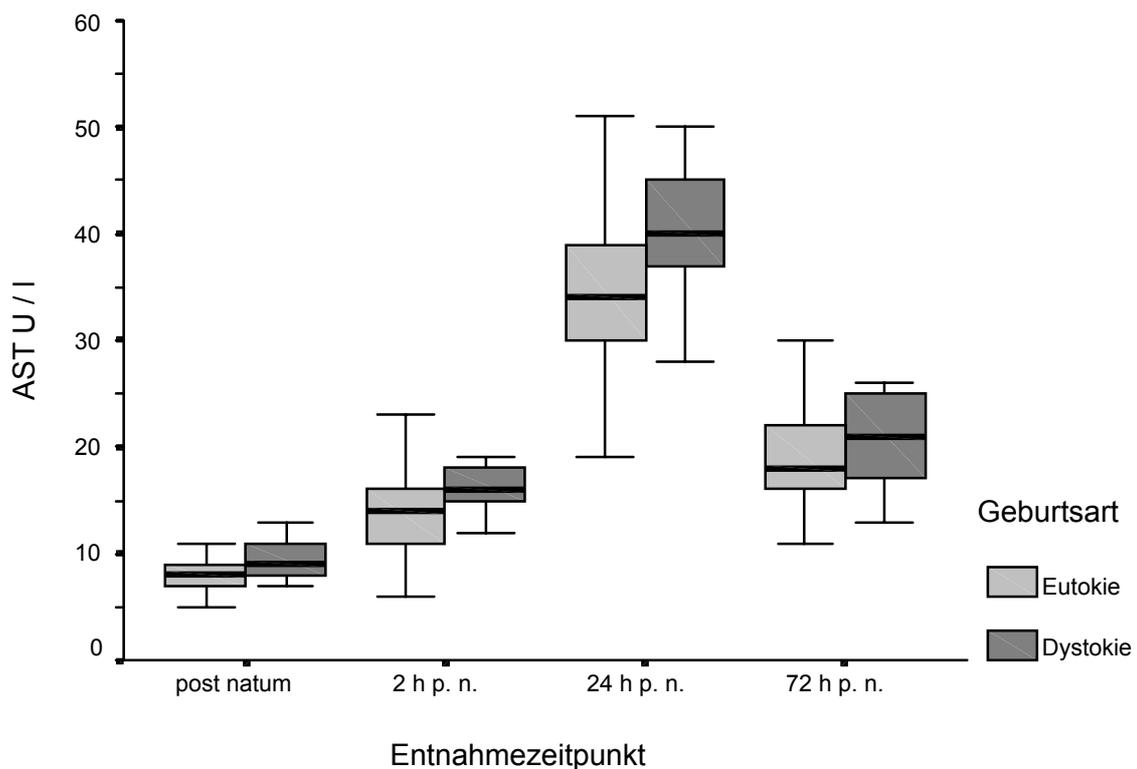


Abb. 61: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Geburtsart und der AST-Aktivität im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden

Frappante Unterschiede ergaben sich zwischen den Geburtsarten und der damit verbundenen unterschiedlichen Entwicklung der Kreatinkinase-Aktivität ( $p \leq 0,01$ ) (Abb. 62). Schon unmittelbar nach der Geburt war die CK-Aktivität bei Kälbern nach Dystokie um 56% höher als die in der Vergleichsgruppe. Es wurden initial schon Maxima von 317 U/l erreicht (Eutokie: 145 U/l). Der Anstieg der Aktivität bis zur zweiten Lebensstunde betrug unter den spontan Geborenen im geometrischen Mittel 60,5 U/l, bei Kälbern aus Geburten, bei denen Geburtshilfe notwendig geworden war, allerdings 118 U/l. Bis zum zweiten Lebenstag konnte ein Aktivitätsabfall der CK über die Gruppen hinweg beobachtet werden. Während bei den spontan geborenen Kälbern die CK-Aktivität nur um 9% auf 71,5 U/l sank, handelte es sich in der Vergleichsgruppe um einen Abfall von 23% auf 107 U/l (Tab. 40). Einzelne Kälber aus Dystokien erreichten zu diesem Zeitpunkt Extremwerte von bis zu 4300 U/l. Bis zum dritten Lebenstag vollzog sich ein Aktivitätsverlust innerhalb beider Gruppen, bis ein gemeinsamer Median von 20 U/l erreicht wurde (Abb. 55).

Tab. 40: Entwicklung der CK-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Messzeitpunkt post natum	Eutokie (n=98)			Dystokie (n=17)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	20,6	2,1	18,5	37,4	2,1	29
<b>2 Stunden</b>	81,7	2,1	79	160,5	1,7	147
<b>24 Stunden</b>	75,4	1,7	71,5	137,2	2,8	107
<b>72 Stunden</b>	21,5	1,7	20	24,9	1,8	20

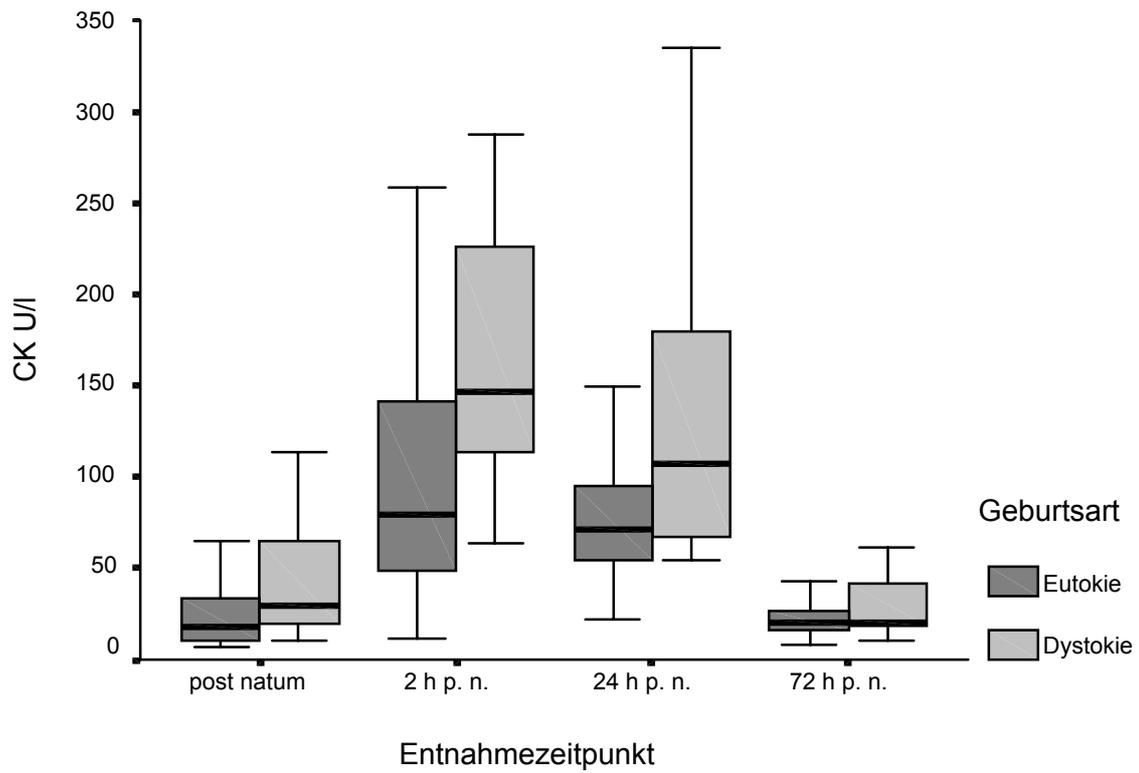


Abb. 62: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Geburtsart und der CK-Aktivität im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden

## 4.4.4 Einfluss der Geburtsziffer auf die untersuchten Parameter

Unter den qualitativen Merkmalen war eine signifikante ( $p \leq 0,01$ ) Wechselwirkung der Geburtsziffer und der Geburtsart festzustellen (Tab. 41, Abb. 63). Unter den Färsen gebären 67% ( $n = 18$ ) spontan. Bei einem Drittel der Tiere lag eine Dystokie vor ( $n = 9$ ). Bei den sekundi – und pluriparen Kühen lag die Rate der Spontangeburt jeweils deutlich über 90% (Tab. 42). Zwischen Zweit- und Mehrfachgebärenden waren dagegen keine statistisch nachweisbaren Unterschiede bezüglich der Geburtsartenverteilung festzustellen.

Tab. 41: Einfluss der maternalen Geburtsziffer auf ethologische Merkmale und die Geburtsart

Parameter	Einfluss der Geburtsziffer
erstes Kopfheben p. n.	n. s.
erstes Stehen p. n.	n. s.
erstes Saugen p. n.	n. s.
Geburtsart	$p \leq 0,01$

Tab. 42: Verteilung der maternalen Geburtsziffern gegenüber der Geburtsart

	Primiparae $n = 27$	Sekundiparae $n = 23$	Pluriparae $n = 64$
<b>Eutokie</b> $n = 98$	66,7% $n = 18$	91,3% $n = 21$	90,8% $n = 59$
<b>Dystokie</b> $n = 17$	33,3% $n = 9$	8,7% $n = 2$	9,2% $n = 6$

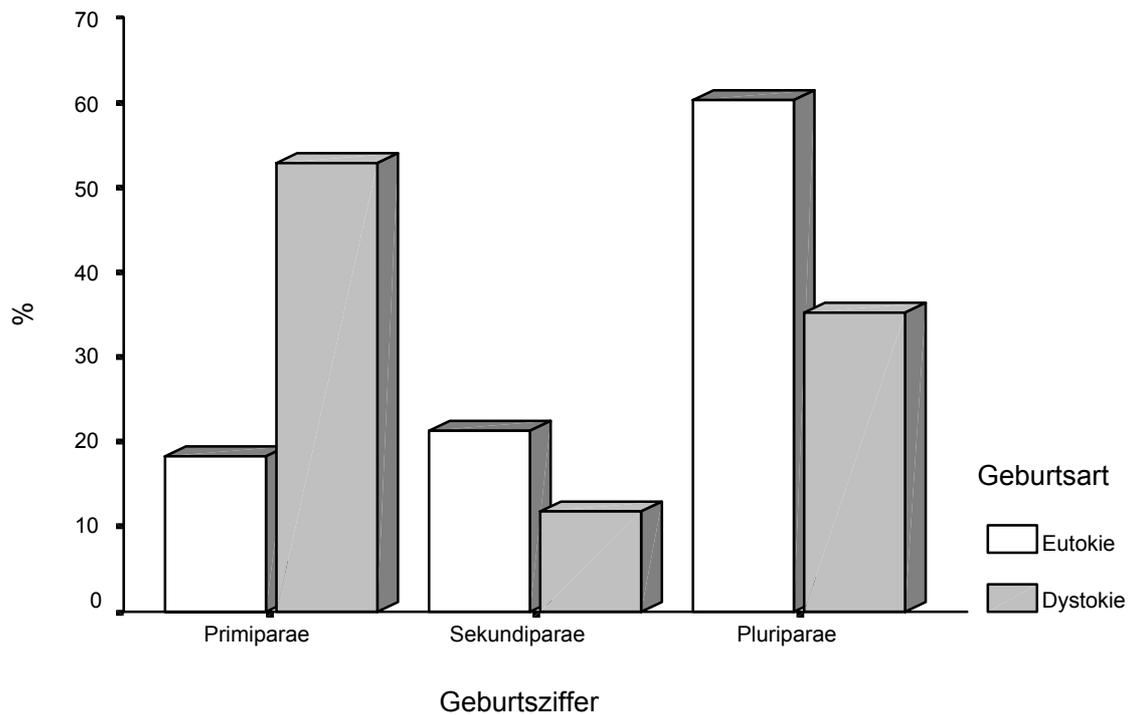


Abb. 63: Zusammenhang zwischen der maternalen Geburtsziffer und der Geburtsart

Tab. 43: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich des Einflusses der maternalen Geburtsziffer auf die untersuchten Parameter

Parameter	Einfluss der Geburtsziffer
<b>Gesamtprotein</b>	$p \leq 0,05$
<b>Harnstoff</b>	$p \leq 0,01$
<b>Kalium</b>	$p \leq 0,05$
<b>ALT</b>	$p \leq 0,05$
<b>GLDH</b>	$p \leq 0,05$

Tab. 44: Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen der maternalen Geburtsziffer und den untersuchten Parametern in den ersten 72 Lebensstunden *post natum*

Parameter	Wechselwirkung
Harnstoff	$p \leq 0,001$
Natrium	$p \leq 0,05$
Kalium	$p \leq 0,05$
Magnesium	$p \leq 0,05$
AST	$p \leq 0,05$

Zwischen der Geburtsziffer und den Parametern Harnstoff-, Natrium-, Kalium- und Chloridkonzentration sowie der Aktivität der ALT waren Wechselwirkungen nachzuweisen (Tab. 44).

Der Gesamtproteingehalt des Blutplasmas zeigte über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg eine nahezu gleichgerichtete Entwicklung zwischen den Kälbern von erst-, zweit- und mehrfachgebärenden Rindern (Tab. 45, Abb. 64). Innerhalb der ersten beiden Lebensstunden bewegten sich die Gesamtproteinkonzentrationen in den verschiedenen Gruppen zwischen 42,1 g/l und 47,0 g/l auf recht einheitlichem Niveau, wobei innerhalb der Gruppen starke individuelle Schwankungen mit Spannweiten zwischen Minimum- und Maximumwerten von bis zu 71 g/l auftraten. Zwischen der zweiten und 24. Stunde kam es zu einer signifikanten Konzentrationserhöhung mit einer prozentualen Steigerung von 60% bei den Kälbern der Primiparae. Bei den Sekundiparae steigerte sich die Gesamtproteinkonzentration in diesem Zeitraum um 63% und bei den Pluriparae sogar um 64%. Somit zeigte die Gruppe mit der absolut höchsten Initialkonzentration gleichzeitig auch die gravierendste Steigerungsrate. Bis zur 72. Lebensstunde waren nur noch unwesentliche Gesamtproteinerhöhungen festzustellen, die sich in einer Größenordnung von unter 1,5% Zuwachs bewegten. Die Primiparae wiesen zu den Probennahmezeitpunkten einen um 1,6% (zwei Stunden *post natum*) bis 3,6% (24 Stunden *post natum*) niedrigeren Gesamtproteingehalt auf als die Sekundiparae. Noch darüber befanden sich die

Konzentrationen der Kälber der Pluriparae, die in der 24. Lebensstunde sogar 6,2% über dem Niveau der nachfolgenden Sekundiparae lagen. Zu diesem Messzeitpunkt wurde eine maximale Gesamtproteinkonzentrationen von 111 g/l gemessen.

Tab. 45: Entwicklung der Gesamtproteinkonzentration (g/l) im Blutplasma von Kälbern in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n=27)		Sekundiparae (n=23)		Pluriparae (n=65)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	42,1	4,9	46,4	6,6	46,0	4,9
<b>2 Stunden</b>	43,8	8,4	44,5	5,0	47,0	9,3
<b>24 Stunden</b>	70,1	14,9	72,6	12,5	77,1	17,8
<b>72 Stunden</b>	71,0	14,2	73,1	11,0	77,5	14,3

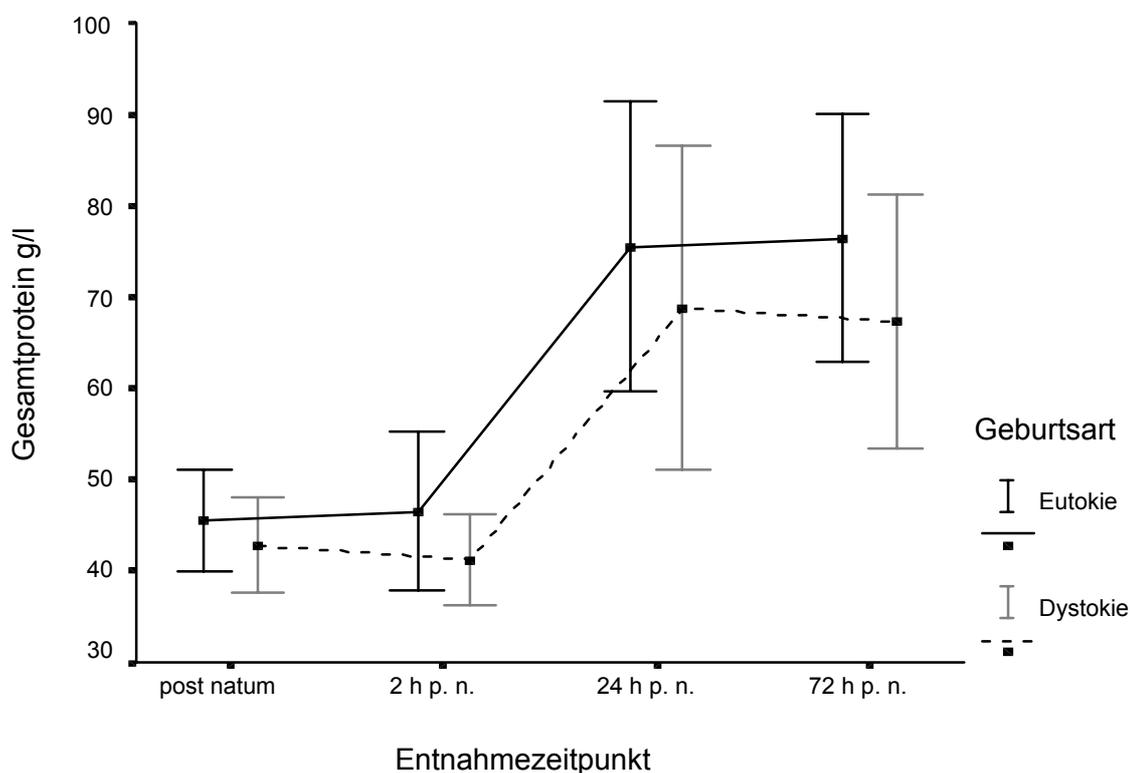


Abb. 64: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der Gesamtproteinkonzentration im Blutplasma der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der Geburtsart

Im Gruppenvergleich ließen sich signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,01$ ) bezüglich der Harnstoffkonzentration im Plasma der Neonaten aufdecken (Abb. 65). Der Harnstoffgehalt war bei den Kälbern, deren Mütter eine größere Geburtsziffer aufwiesen, erhöht. Dieser Zusammenhang wird nach zusammenfassender Betrachtung aller Messzeitpunkte deutlich. Bei einer differenzierten Analyse der Gruppen zu den Entnahmezeiten werden die Wechselwirkungen des Harnstoffgehaltes mit der Geburtsziffer klar (Abb. 66). Unmittelbar *post natum* ist die Konzentration im Blut der Kälber von Färsen am geringsten ( $2,80 \pm 0,71$  mmol/l), dicht gefolgt von den Pluriparen ( $2,85 \pm 0,70$  mmol/l) und Sekundiparen ( $3,14 \pm 1,47$  mmol/l) (Abb. 66). Während es bis zur zweiten Lebensstunde zu einer geringgradigen Konzentrationssteigerung bei den Kälbern von Erst- und Zweitgebärenden kam, stagnierte die Konzentration bei den Pluriparen. Ab der 24. Lebensstunde stieg der Harnstoffgehalt bei den Kälbern pluriparer Muttertiere um 24% gegenüber dem Zweistunden-Wert an. Eine nochmalige Steigerung um 25% auf  $4,43 \pm 2,47$  mmol/l war bis zur 72. Stunde zu beobachten. Ganz anders stellte sich der Konzentrationsverlauf in der Gruppe der Primiparen dar. Zwischen zweiter und 24. Stunde war lediglich ein unbedeutender Zuwachs an Harnstoff ( $0,02$  mmol/l) festzustellen. Bei den Kälbern von Sekundiparen war ein Abfall der Harnstoffgehalte festzustellen, der bis zur 72. Stunde ein Niveau erreichte, welches lediglich noch 92% des Ausgangswertes betrug (Tab. 46). Daraus ergab sich eine hoch signifikante Wechselwirkung des Harnstoffgehaltes der Neonaten mit der Geburtsziffer des Muttertieres ( $p \leq 0,001$ ) (Tab. 59).

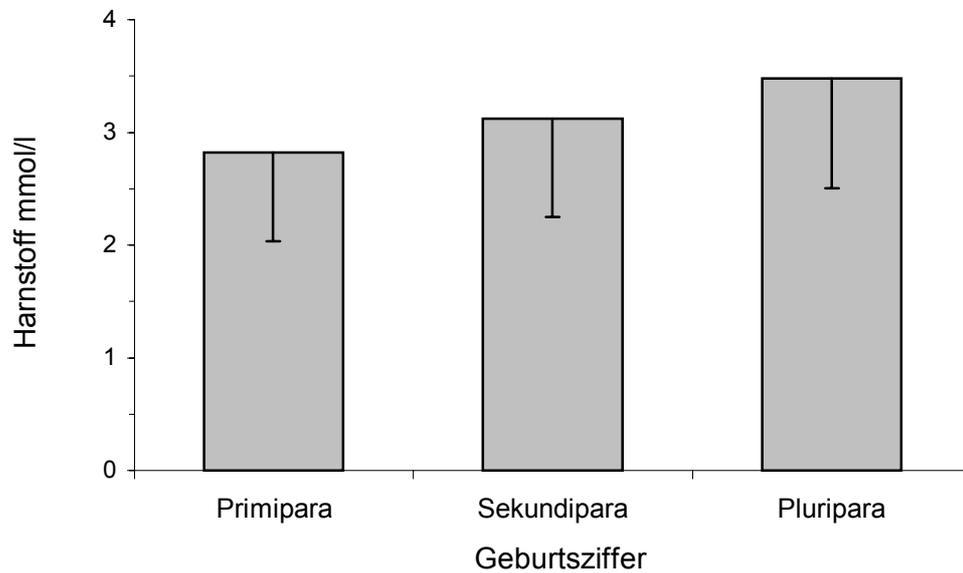


Abb. 65: Vergleichende Darstellung der Harnstoffkonzentrationen im Blutplasma von Kälbern, deren Muttertiere unterschiedlich oft geboren hatten (Mittelwerte und Standardabweichungen der Messpunkte 1 bis 4 zusammengefasst)

Tab. 46: Verlauf der Harnstoffkonzentration im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n=27)		Sekundiparae (n=23)		Pluriparae (n=65)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	2,80	0,71	3,14	1,47	2,85	0,70
<b>2 Stunden</b>	2,82	0,74	3,26	1,31	2,85	0,75
<b>24 Stunden</b>	2,84	1,25	3,20	1,05	3,54	1,31
<b>72 Stunden</b>	2,84	1,25	2,89	1,30	4,43	2,47

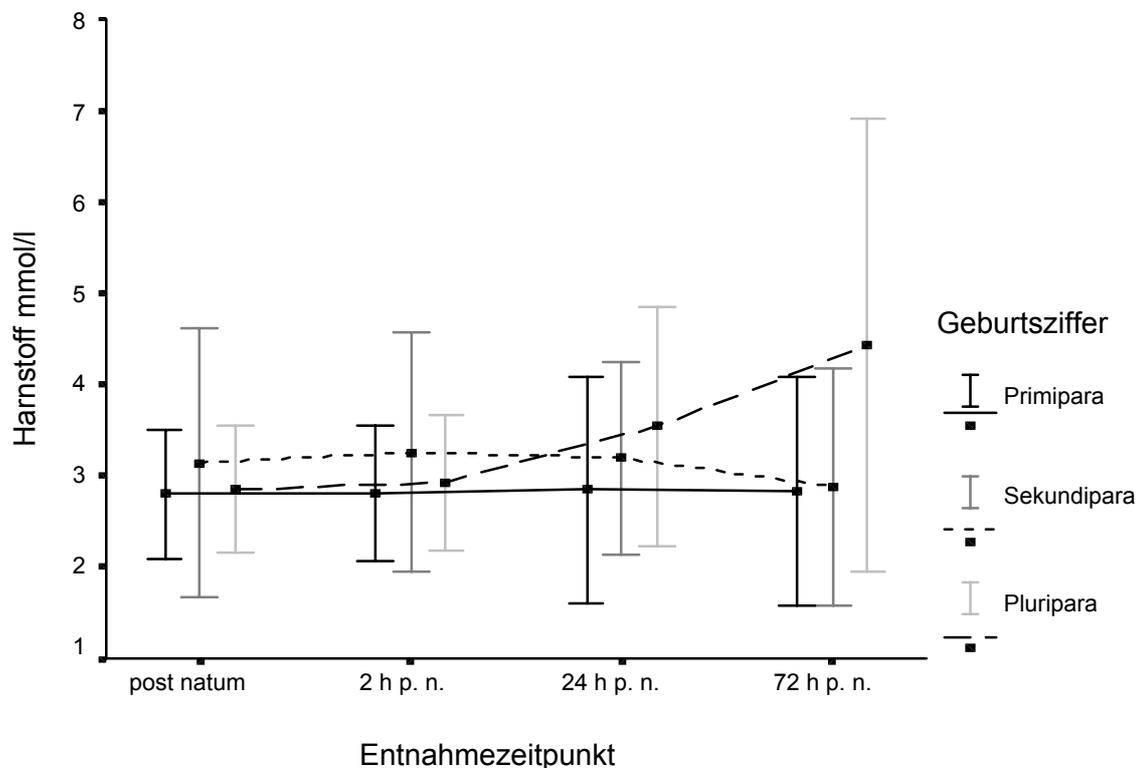


Abb. 66: Entwicklung der Harnstoffkonzentration im Blutplasma von Kälbern, deren Muttertiere unterschiedliche Geburtsziffern aufwiesen, in den ersten 72 Lebensstunden

Innerhalb der ersten 72 Stunden nach der Geburt besteht eine schwach signifikante Wechselwirkung zwischen der Geburtsziffer der Mutterkühe und der Natriumionenkonzentration ihrer Kälber. Kälber primiparer Muttertiere wiesen den stabilsten Natriumionengehalt innerhalb des Untersuchungszeitraums auf, ihr mittlerer Blutnatriumionenspiegel hatte *post natum* das vergleichsweise niedrigste Niveau. Bis zur zweiten Lebensstunde stieg es leicht an um dann 72 Stunden nach der Geburt ein gegenüber dem postnatalen Wert leicht erhöhten Spiegel zu erreichen. Kälber sekundi- und pluriparer Muttertiere wiesen unmittelbar nach der Geburt um 2,5 bis 2,9 mmol/l höhere Natriumionenkonzentrationen auf, welche kurzfristig bis zur zweiten Lebensstunde leicht angehoben und dann bis zum Ende des dritten Lebenstages abfielen (Tab. 47, Abb. 67).

Tab. 47: Entwicklung der Natriumkonzentration im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n=27)		Sekundiparae (n=23)		Pluriparae (n=65)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	141,0	3,0	142,9	1,9	142,5	2,1
<b>2 Stunden</b>	142,2	2,0	143,9	1,6	143,3	2,0
<b>24 Stunden</b>	141,5	2,2	141,4	2,2	141,5	2,8
<b>72 Stunden</b>	141,6	1,9	140,9	1,9	140,9	1,6

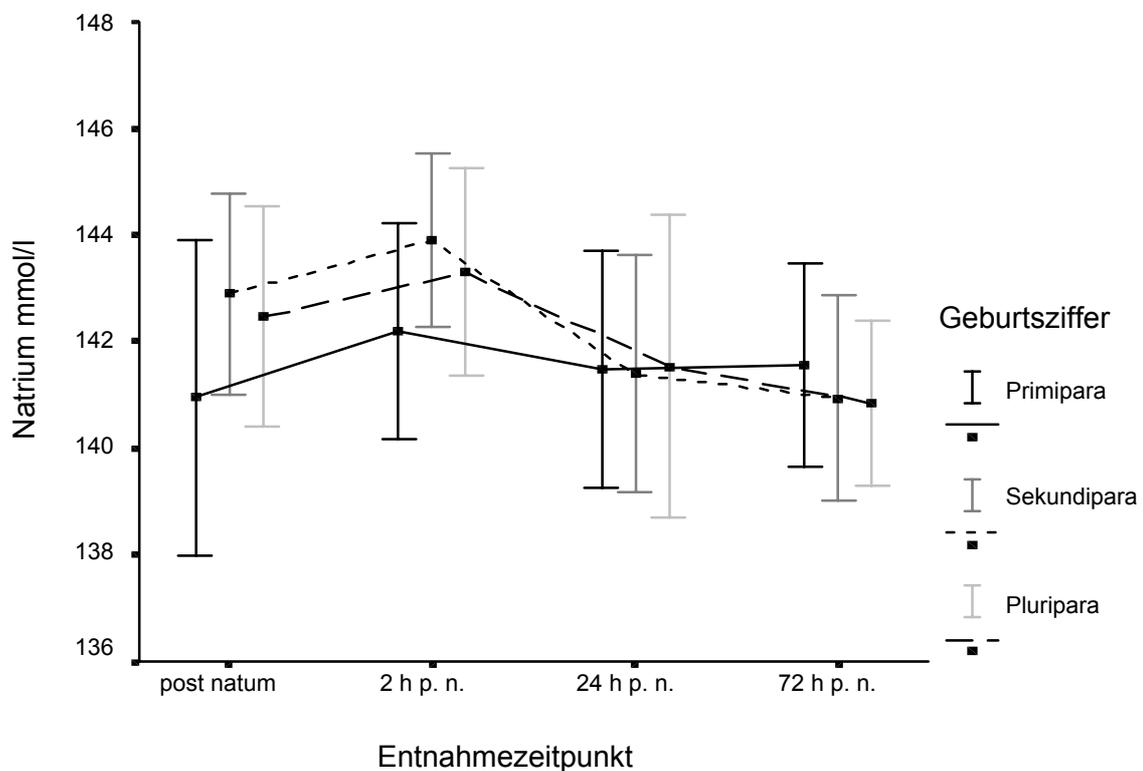


Abb. 67: Vergleichende Darstellung des Verlaufs der Natriumkonzentration im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden

Die schwach signifikante Wechselwirkung zwischen der Geburtsziffer der Muttertiere und der Kaliumkonzentration im Blut der Kälber wurde bei einem zeitübergreifenden Gruppenvergleich deutlich ( $p \leq 0,05$ ). Auch die Anzahl der Geburten des Muttertieres

hatte einen schwach signifikanten Einfluss auf die Konzentration des Kaliums im Blut der Kälber (Abb. 68).

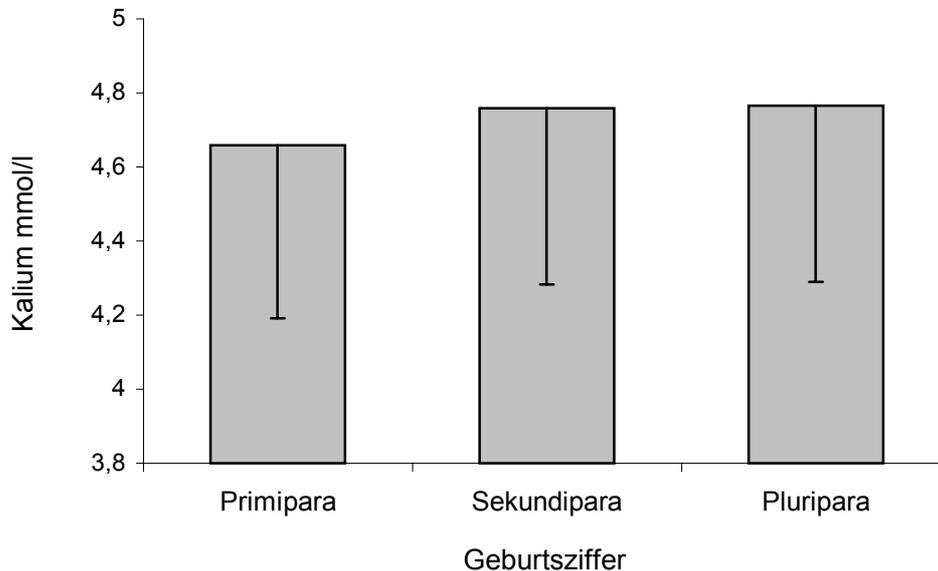


Abb. 68: Vergleichende Darstellung der Kaliumkonzentration im Blutplasma von Kälbern, deren Muttertiere unterschiedlich oft geboen hatten (getrennte Betrachtung der Geburtsziffern unter Zusammenfassung der gesamten Beobachtungszeit).

Kälber pluriparer Muttertiere hatten unmittelbar nach der Geburt im Gruppenvergleich den höchsten Kaliumspiegel ( $4,69 \pm 0,61$  mmol/l), gefolgt von Kälbern primiparer Kühe mit  $4,62 \pm 0,53$  mmol Kalium je Liter Blut. Noch geringere Mittelwerte wiesen die Kälber von Sekundiparaen auf ( $4,51 \pm 0,61$  mmol/l). Bis zur zweiten Lebensstunde kam es zu einem Absinken der Konzentrationen über alle Gruppen hinweg. Der geringste Abfall zeichnete sich unter den Kälbern der sekundiparen Muttertiere ab, der stärkste, um 3% des Ausgangswertes, bei den Neonaten primiparer Mutterkühe. Im weiteren Verlauf stiegen die Kaliumkonzentrationen in den Gruppen Sekundi- und Pluriparae bis zur 24. Stunde zu einem Maximum an und fielen schließlich zum Untersuchungsende wieder ab. In der Gruppe der Primiparae hingegen war ein vergleichsweise schwacher Anstieg von der 24. bis zur 72. Stunde *post natum* zu beobachten. Zum Zeitpunkt der letzten Messung lagen die ermittelten Werte der Pluriparae mit  $4,83 \pm 0,66$  mmol/l am niedrigsten, gefolgt von der Gruppe der Primiparae mit  $4,88 \pm 0,38$  mmol/l (Tab. 48)

Tab. 48: Verlauf der Kaliumkonzentration (mmol/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n = 25)		Sekundiparae (n = 20)		Pluriparae (n = 59)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	4,62	0,53	4,51	0,25	4,69	0,61
<b>2 Stunden</b>	4,48	0,39	4,49	0,29	4,56	0,37
<b>24 Stunden</b>	4,65	0,40	5,10	0,50	4,99	0,66
<b>72 Stunden</b>	4,88	0,38	5,00	0,58	4,83	0,66

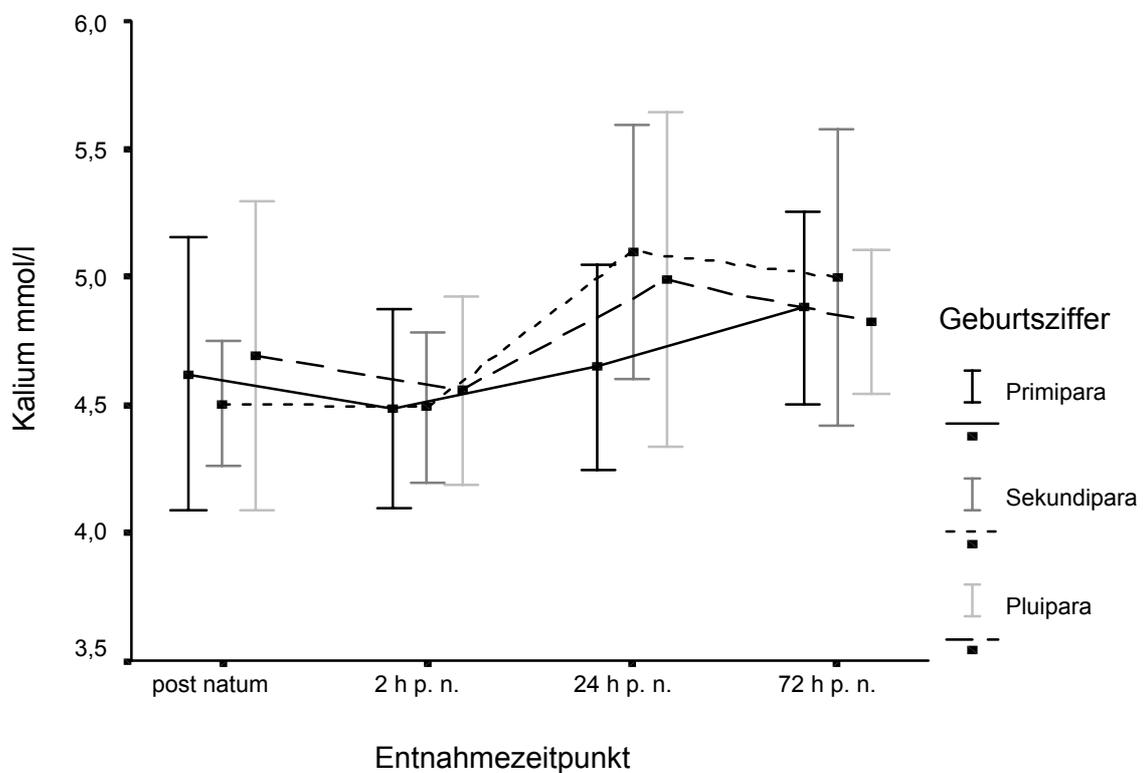


Abb. 69: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der Kaliumkonzentration im Blutplasma der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Schwach signifikante Wechselwirkungen wies der Verlauf der Chloridionenkonzentration in den ersten drei Lebenstagen im Gruppenvergleich der Geburtsziffer der Mutterkühe auf ( $p \leq 0,05$ ). Kälber primiparer Mutterkühe hatten initial die niedrigsten Chloridionenkonzentrationen aufzuweisen. Sie stiegen bis zur 24. Lebensstunde leicht an, um nach 72 Stunden ein Niveau zu erreichen, welches um etwa 2% über dem Ausgangswert lag. Kälber sekundiparer und pluriparer Muttertiere hatten unmittelbar nach der Geburt Chloridionenkonzentrationen im Plasma aufzuweisen, welche um 2,3% (Pluriparae) bis 2,5% (Sekundiparae) über denen der Primiparen lagen. Von der 24. bis zur 72. Lebensstunde kam es zu einem Absinken der Chloridionenkonzentrationen in allen Gruppen (Tab. 49, Abb. 70).

Tab. 49: Verlauf der Chloridionenkonzentration (mmol/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Stunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	<b>Primiparae</b> (n = 25)		<b>Sekundiparae</b> (n = 20)		<b>Pluriparae</b> (n = 59)	
	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$	$\bar{x}$	$\pm s$
<b>0 Minuten</b>	102,5	2,8	105,1	1,9	104,9	2,5
<b>2 Stunden</b>	102,7	3,2	105,6	2,4	104,8	2,4
<b>24 Stunden</b>	103,8	2,8	104,1	2,5	104,3	3,2
<b>72 Stunden</b>	102,9	2,2	102,5	2,7	103,0	2,2

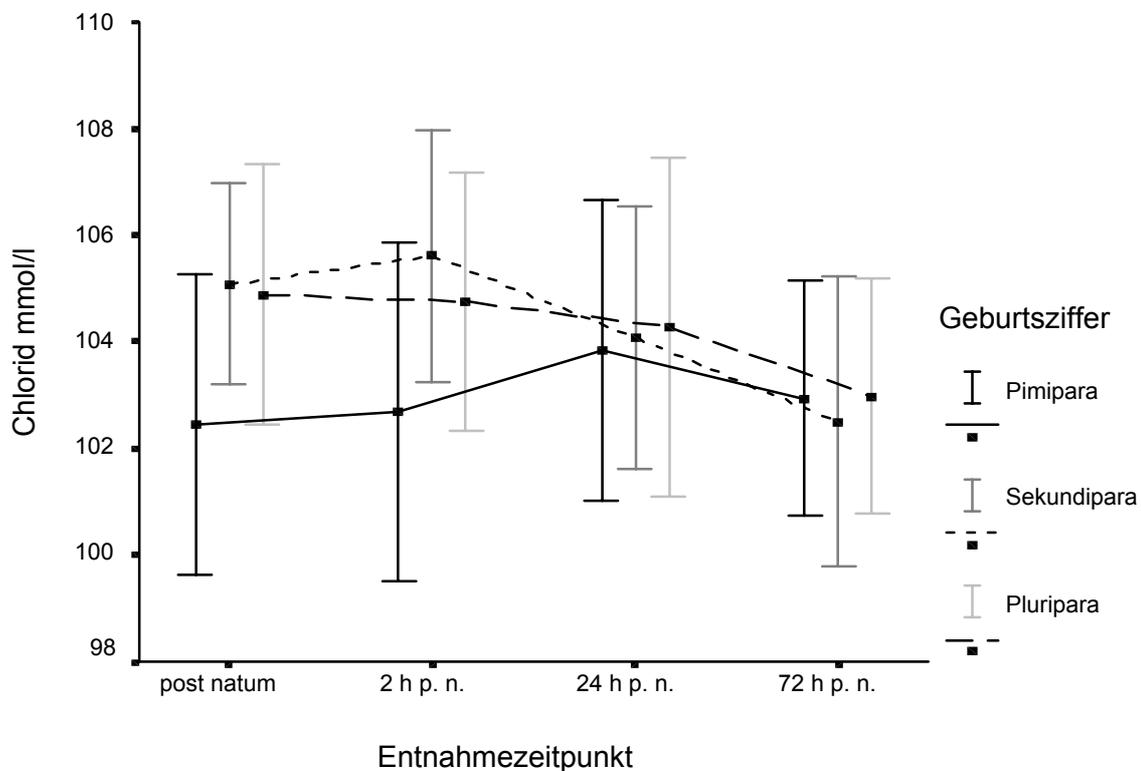


Abb. 70: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der Chloridionen-konzentration im Blutplasma der Kälber innerhalb der ersten 72 Lebensstunden

Der Aktivitätsverlauf der ALT wies einen schwach signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) zur Geburtsziffer auf. Kälber primiparer Rinder hatten über den gesamten Untersuchungszeitraum eine gegenüber Neonaten von sekundi- und pluriparen Muttertieren erhöhte Enzymaktivitäten der ALT (Tab. 50). Eine deutliche Aktivitätserhöhung bis zur 24. Lebensstunde war über alle Gruppen hinweg zu beobachten (Abb. 71). Bei der Entwicklung der ALT-Aktivität im Gruppenvergleich konnten schwach signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,05$ ) über die Zeit festgestellt werden (Tab. 59). Bei Kälbern primiparer und sekundiparer Muttertiere konnten dabei nahezu parallele Aktivitätssteigerungen festgestellt werden. Bei Kälbern pluriparer Kühe hingegen kam es zwischen der zweiten und 24. Lebensstunde zu einer verminderten Aktivitätszunahme der ALT, welche aber bis zur 72. Stunde wieder ausgeglichen wurde.

Tab. 50: Verlauf der ALT-Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n = 27)			Sekundiparae (n = 23)			Pluriparae (n = 65)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	3,4	1,5	4	2,5	1,6	2	2,9	1,5	3
<b>2 Stunden</b>	4,6	1,6	2	3,4	1,5	3	4,0	1,4	4
<b>24 Stunden</b>	7,1	1,4	7	6,2	1,4	6	5,5	1,4	6
<b>72 Stunden</b>	6,8	1,4	7	6,1	1,4	6,5	6,0	1,4	6

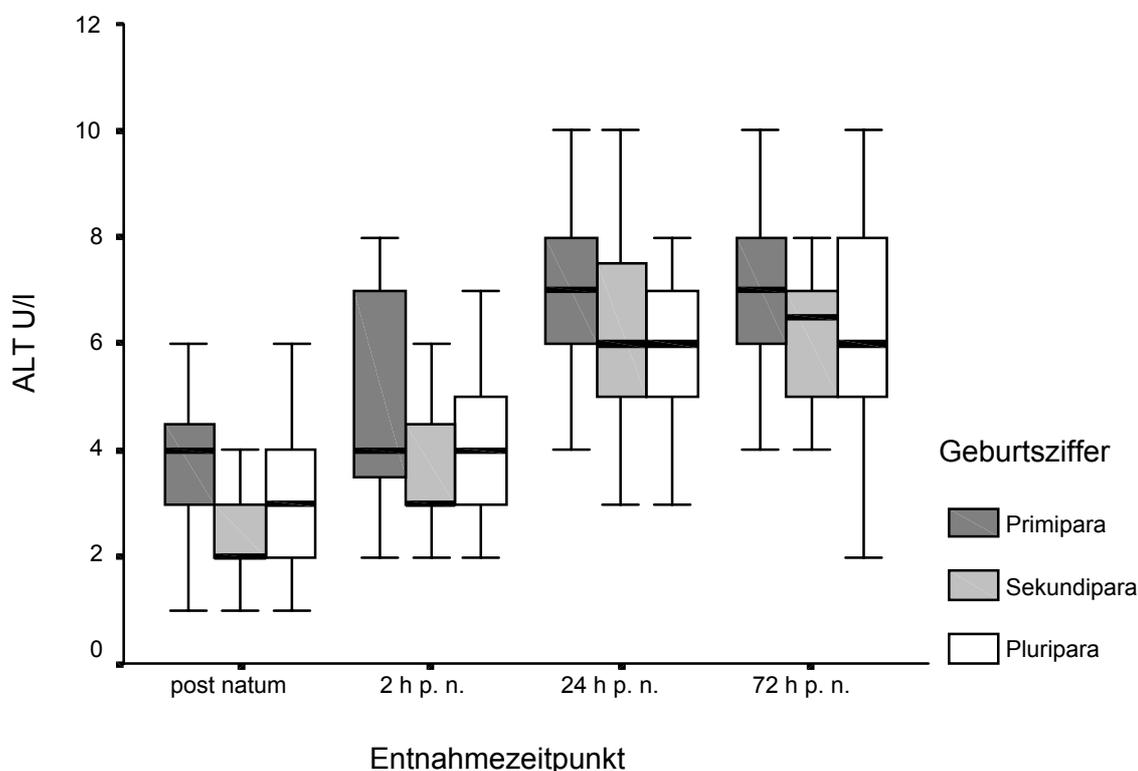


Abb. 71: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der ALT-Aktivität im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden

Der Einfluss der Geburtsziffer auf die GLDH-Aktivität ( $p \leq 0,05$ ) wurde erst bei einer differenzierten Betrachtung der Geburtsziffern ohne Berücksichtigung der zeitlichen Entwicklung deutlich. Danach hatten die Kälber von Zweitgebärenden im Median über die Zeit die höchste GLDH-Aktivität (7 U/l). Die Kälber der Primi- und Pluriparen lagen hingegen bei mittleren Enzymaktivitäten von 6 U/l (Abb. 72).

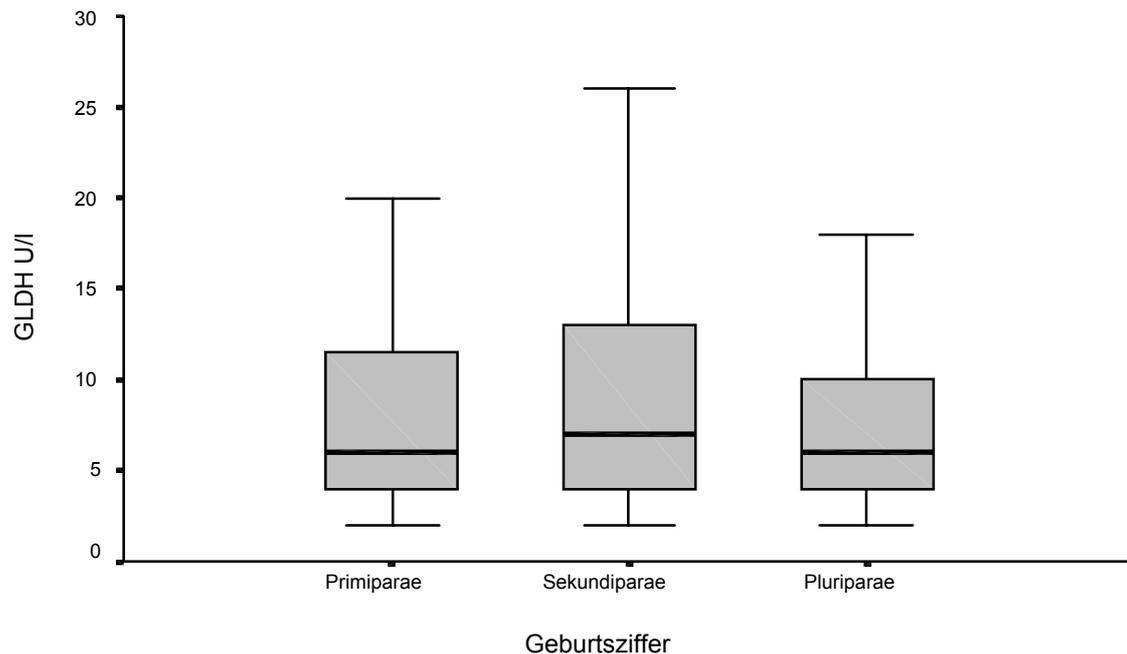


Abb. 72: Vergleichende Darstellung der GLDH–Aktivitäten im Blutplasma von Kälbern, deren Muttertiere unterschiedlich oft geboren hatten (getrennte Betrachtung der Geburtsziffern unter Zusammenfassung der gesamten Beobachtungszeit)

Im zeitlichen Verlauf war eine Aktivitätssteigerung der GLDH von der Geburt an über sämtliche Probennahmeintervalle festzustellen. Während sich bis zur 24. Stunde *post natum* die Enzymaktivitäten bei allen Gruppen zumindest um das Doppelte des Ausgangswertes erhöht hatten, erfolgte dann ein exponentieller Anstieg, welcher deutliche Gruppenunterschiede zum Vorschein kommen ließ. Unter den Nachkommen der Färsen betrug die Steigerungsrate zwischen der Geburt und der zweiten Probennahme im Mittel zwei Drittel des Ausgangswertes (2 U/l), wobei bis zur zweiten Lebensstunde schon extreme Aktivitäten von bis zu 17 U/l gemessen wurden. 24 Stunden *post natum* waren bei einer weiteren Erhöhung der mittleren GLDH–Aktivität auf 7 U/l einzelne Kälber mit Enzymaktivitäten von bis zu 95 U/l vorhanden. Bis zum letzten Messpunkt war der Median der GLDH auf 17 U/l auf das 5,6-fache des Ausgangswertes angestiegen. Die Spannweite lag zu diesem Zeitpunkt zwischen den Extremwerten von 4 U/l und 69 U/l. Unter den Kälbern sekundiparer Muttertiere war die initiale GLDH–Aktivität mit 4 U/l im Gruppenvergleich am höchsten. Die Aktivitätssteigerung bis zur zweiten Lebensstunde fiel mit einem U/l genauso hoch aus wie die der Pluriparae.

24 Stunden nach der Geburt hatte die GLDH–Aktivität der Zweitgebärenden mit 8 U/l das Zweifache des Ausgangswertes erreicht und lag damit auf gleichem Niveau wie die Kälber der Pluriparae (Abb. 73 und 74). Die größten Veränderungen vollzogen sich zwischen dem zweiten und dritten Lebenstag. In dieser Zeit stieg die GLDH–Aktivität der Gruppe Sekundiparae auf 24 U/l, was dem Sechsfachen des Ausgangswertes entspricht. Die Aktivitätserhöhung unter den Färsen von anfänglich 3 U/l auf 17 U/l nach 72 Stunden lag nur geringfügig darunter. Bei den Pluriparen war die Steigerungsrate innerhalb des Untersuchungszeitraumes dagegen erheblich geringer (Tab. 51).

Tab. 51: Verlauf der GLDH–Aktivität (U/l) im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit von der maternalen Geburtsziffer

Messzeitpunkt post natum	Primiparae (n = 27)			Sekundiparae (n = 23)			Pluriparae (n = 65)		
	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median	$\bar{x}_g$	SF	Median
<b>0 Minuten</b>	3,7	1,7	3	4,4	2,1	4	3,3	1,6	3
<b>2 Stunden</b>	4,9	1,8	5	5,5	2,1	5	4,5	1,6	4
<b>24 Stunden</b>	8,6	1,8	7	10,0	1,8	8	8,5	1,6	8
<b>72 Stunden</b>	16,5	2,3	17	23,4	2,9	24	13,4	2,2	11

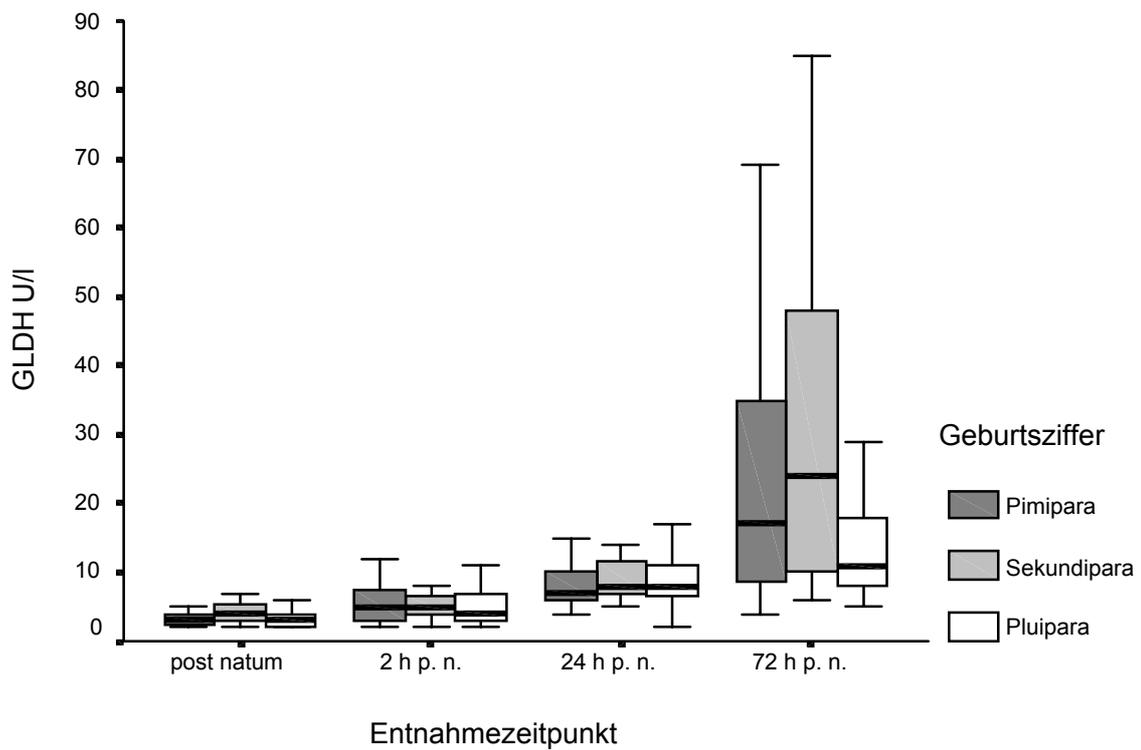


Abb. 73: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der GLDH-Aktivität im Blutplasma der Kälber in den ersten 72 Lebensstunden von Kälbern, deren Mütter unterschiedliche Geburtsziffern aufwiesen

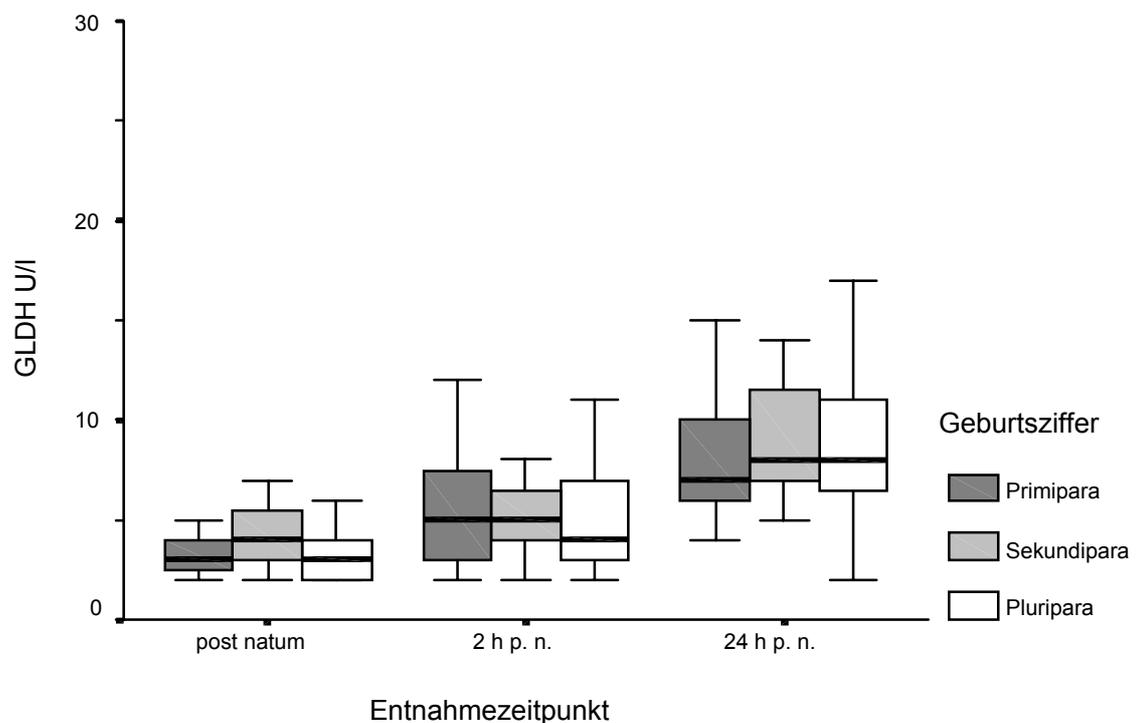


Abb. 74: Vergleichende Darstellung des Verlaufes der GLDH-Aktivität bis zur 24. Lebensstunde (Detailvergrößerung der Abb. 73)

## 4.4.5 Korrelationen klinischer Parameter

Statistisch signifikante Korrelationen zwischen der Körpertemperatur der Kälber und der aus dem Blut labordiagnostisch erfassten Parameter pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess bestanden lediglich unmittelbar nach der Geburt. Für die Glukose konnte keine Beziehung zur Körpertemperatur festgestellt werden (Tab. 52).

Tab. 52: Korrelationen der Körpertemperatur mit den Parametern Glukose, pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess in den ersten 72 Lebensstunden

Temperatur Stunden p. n.	Glukose	pH	Kohlendioxid- partialdruck	Base Excess
0	n. s.	$p \leq 0,01$ $r = -0,283$	$p \leq 0,01$ $r = +0,284$	$p \leq 0,05$ $r = -0,193$
2	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
24	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
72	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

Die Parameter Körpertemperatur und Blut-pH korrelierten unmittelbar *post natum* signifikant ( $p \leq 0,01$ ). Je höher die initiale Körpertemperatur der Neonaten war, desto niedrigere pH-Werte konnten gemessen werden (Abb. 75).

Ein ebenfalls signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,01$ ) ergab sich zwischen der Körpertemperatur und dem Kohlendioxidpartialdruck, wobei sich mit steigender Temperatur auch ein höherer Kohlendioxidpartialdruck ergab (Abb. 76).

Nur schwach signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,05$ ) bestanden unmittelbar nach der Geburt zwischen der Temperatur der Kälber und dem gemessenen Base Excess, wobei eine erhöhte Körpertemperatur in Beziehung zu einem geringeren Base Excess stand (Abb. 77).

Über die erste Messung unmittelbar nach der Geburt hinaus bis zur 72. Lebensstunde waren keine statistisch signifikanten Korrelationen zwischen der Temperatur und den Parametern des Säure-Basen-Haushaltes mehr gegeben.

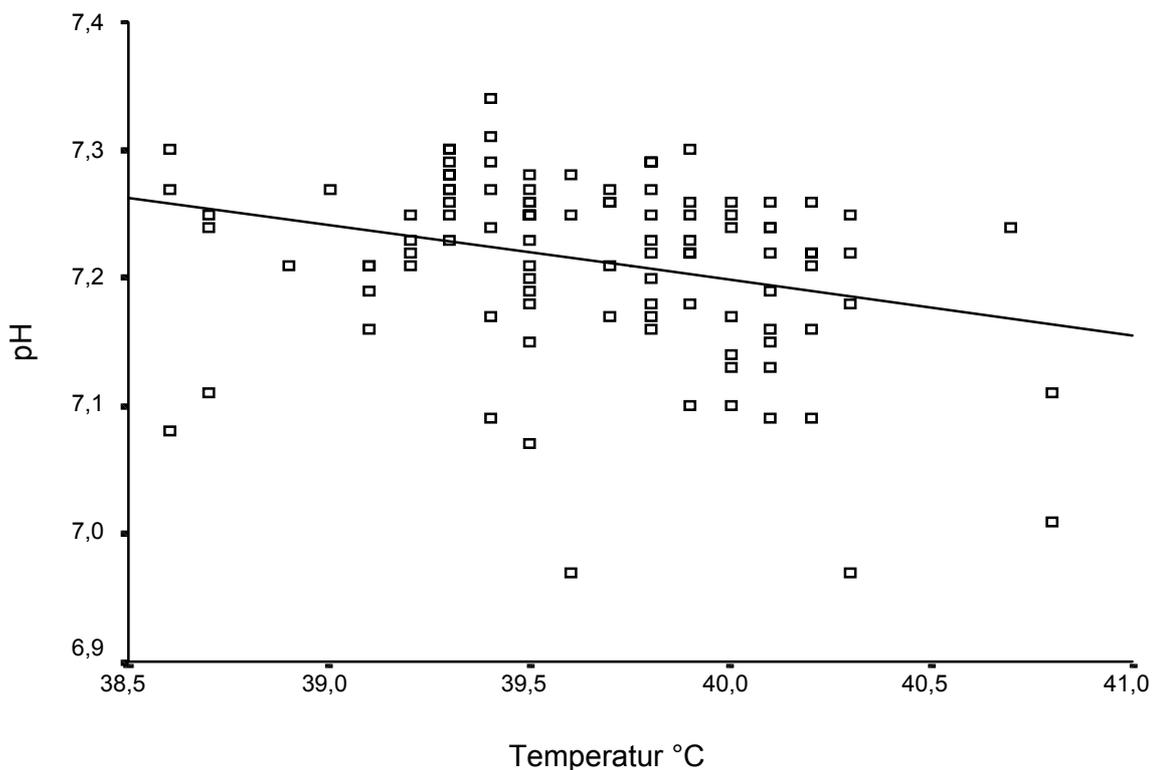


Abb. 75: Korrelationsdiagramm der Parameter Blut-pH und Körpertemperatur unmittelbar nach der Geburt ( $r = -0,283$ )

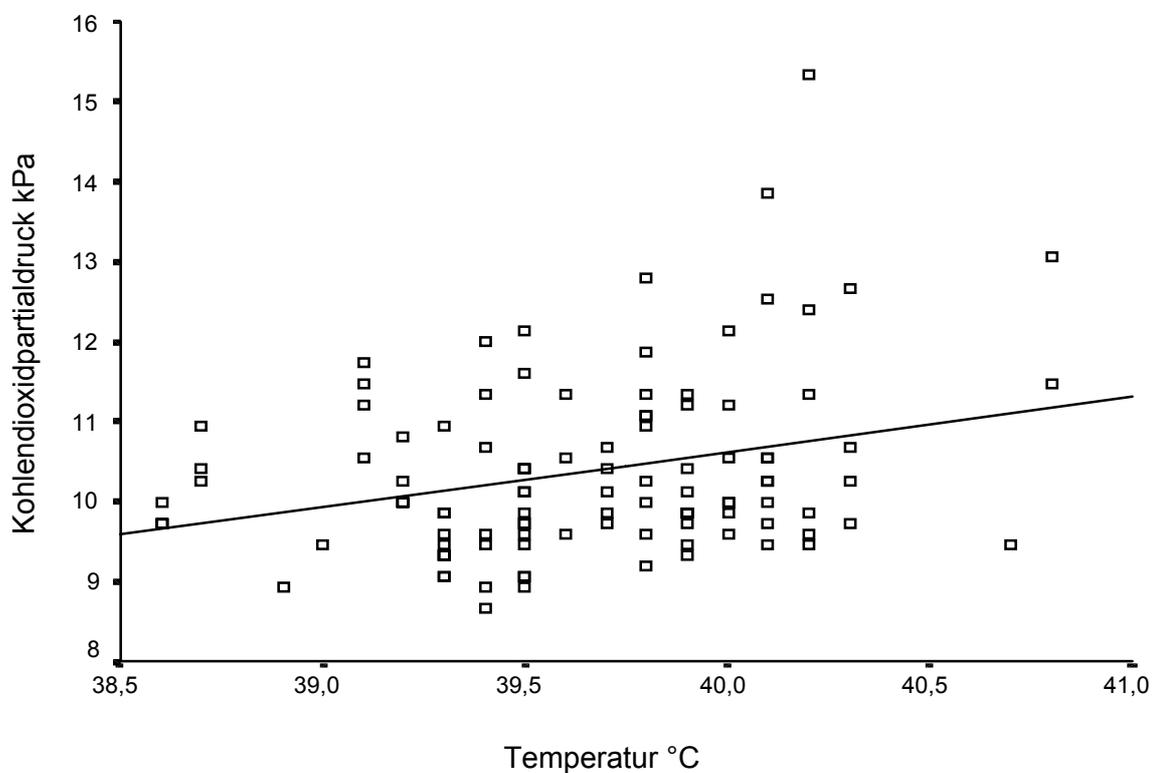


Abb. 76: Korrelationsdiagramm der Parameter Kohlendioxidpartialdruck und Körpertemperatur unmittelbar nach der Geburt ( $r = +0,284$ )

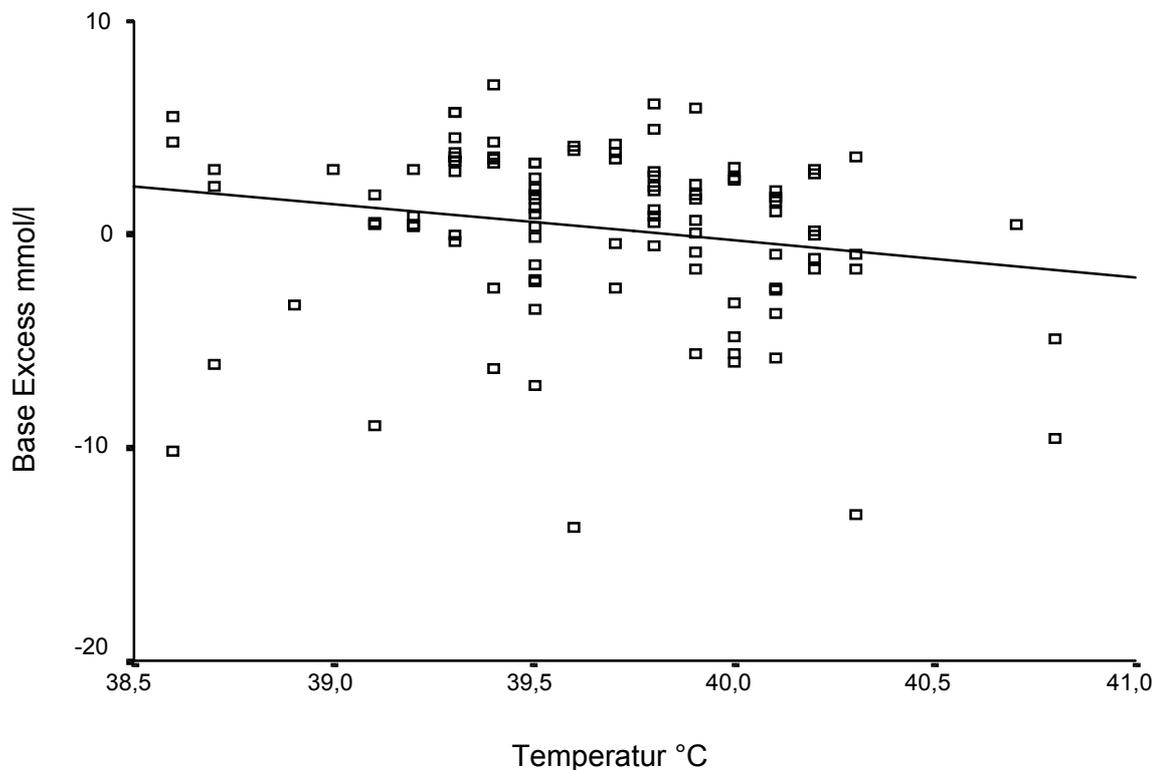


Abb. 77: Korrelationsdiagramm der Parameter Base Excess und Körpertemperatur unmittelbar nach der Geburt ( $r = -0,193$ )

Die mittels Blutzuckerhandmessgerät ermittelte postnatale Blutglukose korrelierte zum ersten Messzeitpunkt statistisch schwach signifikant ( $p \leq 0,05$ ) mit den Parametern des Säure-Basen-Haushaltes (Tab. 53).

Sowohl Blut-pH als auch Base Excess wiesen mit steigender Glukosekonzentration erniedrigte Werte auf (Abb. 78 und 80). Der Kohlendioxidpartialdruck erhöhte sich hingegen mit steigender Blutglukosekonzentration schwach signifikant ( $p \leq 0,05$ ;  $r = +0,089$ ) (Abb. 79).

Tab. 53: Korrelationen der Blutglukose mit den Parametern pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess in den ersten 72 Lebensstunden

Glukose Stunden p. n.	pH	Kohlendioxid- partialdruck	Base Excess
0	$p \leq 0,05$ $r = -0,207$	$p \leq 0,05$ $r = +0,089$	$p \leq 0,05$ $r = -0,210$
2	n. s.	n. s.	n. s.
24	n. s.	n. s.	n. s.
72	n. s.	n. s.	n. s.

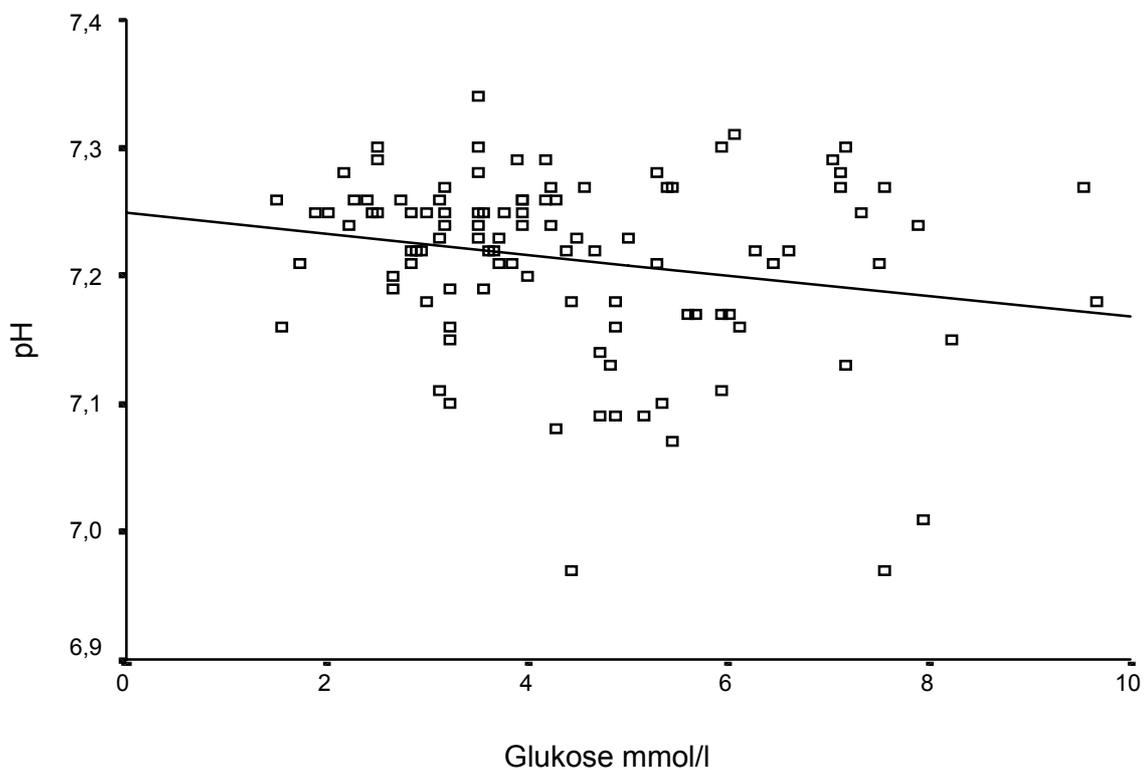


Abb. 78: Korrelationsdiagramm der Parameter Blut-pH und Glukosekonzentration unmittelbar nach der Geburt ( $r = -0,207$ )

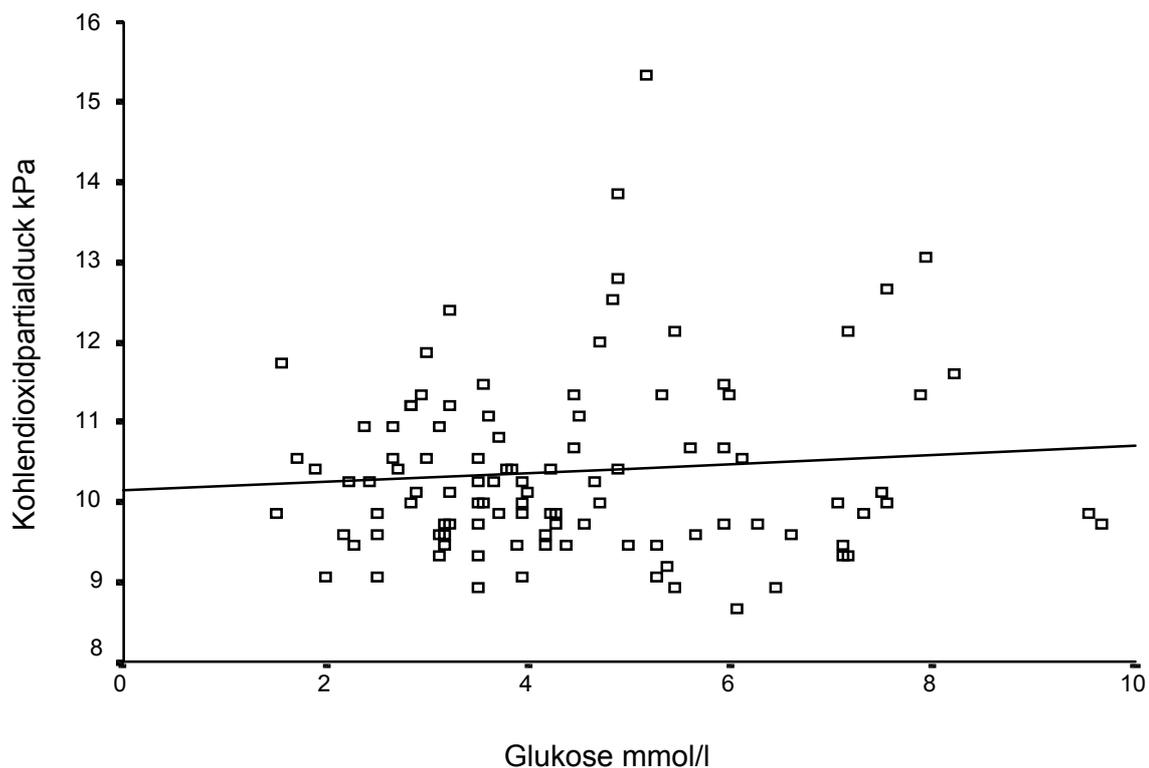


Abb. 79: Korrelationsdiagramm der Parameter Kohlendioxidpartialdruck und Blutglukosekonzentration unmittelbar nach der Geburt ( $r = +0,089$ )

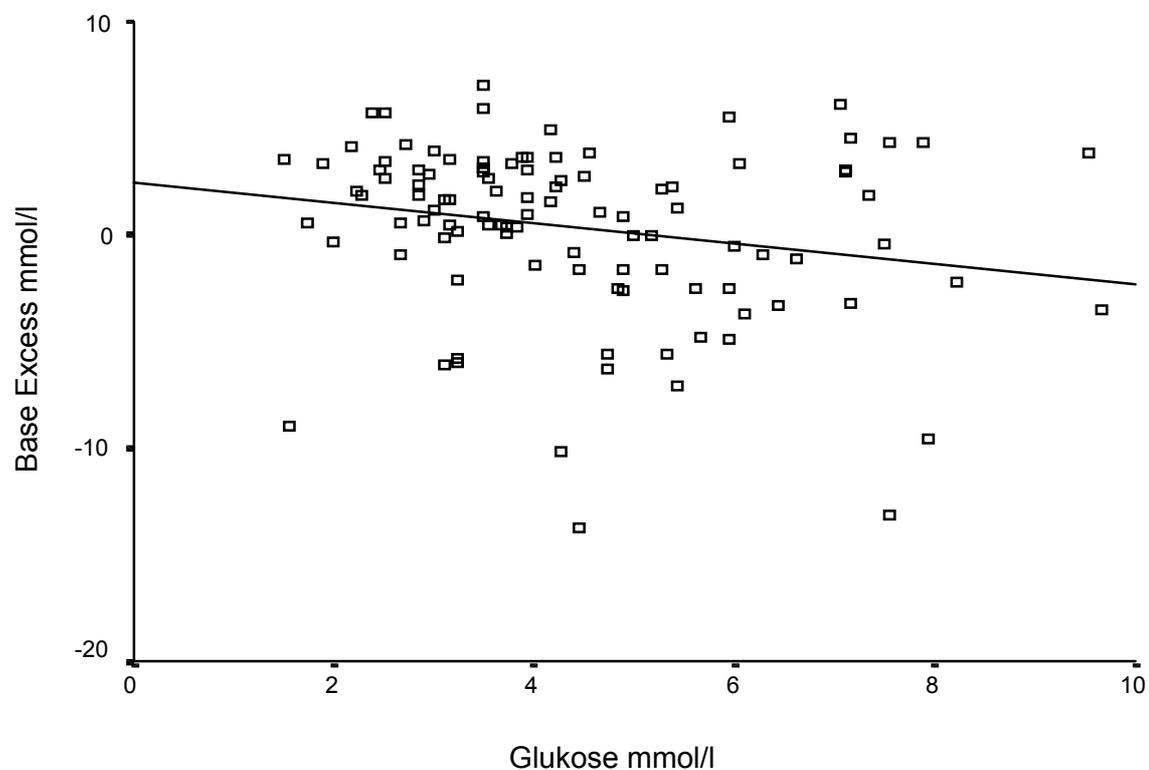


Abb. 80: Korrelationsdiagramm der Parameter Base Excess und Blutglukosekonzentration unmittelbar nach der Geburt ( $r = -0,210$ )

#### 4.4.6 Zusammenhang ethologischer Kriterien mit der Einstufung nach APGAR

Eine Gegenüberstellung unterschiedlicher Kriterien der Vitalitätseinschätzung ergaben deutliche Zusammenhänge. Zwischen der etablierten Vitalitätseinschätzung nach APGAR, modifiziert durch MÜLLING (1976), und den erfassten ethologischen Kriterien bestanden hoch signifikante (erstes Kopfhoben *post natum*) bis signifikante Zusammenhänge (erstes Stehen *post natum* und erstes Saugen *post natum*) (Tab. 54).

Tab. 54: Zusammenhänge ethologischer Kriterien und der Einstufung nach APGAR, modifiziert nach MÜLLING (1976)

Kriterien	erstes Kopfhoben p. n.	erstes Stehen p. n.	erstes Saugen p. n.
<b>APGAR</b>	$p \leq 0,001$	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$

Als lebensfrisch beurteilte Kälber nahmen vergleichsweise früher eine erhobene Kopfhaltung ein als solche, die nur vier bis sechs APGAR-Punkte erreicht hatten und daher als vitaldepressiv einzuschätzen waren (Abb. 81). Diese Wechselwirkung zwischen Zirkulationsapparat, Respirationsapparat, Reflexerregbarkeit (APGAR – Schema) und Motorik, stellten sich als hochsignifikant ( $p \leq 0,001$ ) dar. Besonders deutlich wurde diese Beziehung innerhalb der ersten fünf Lebensminuten, in denen bereits 79% der Probanden zum ersten Mal eine erhobene Kopfhaltung einnahmen. Von diesen Neonaten wurden fast 98% als lebensfrisch eingeordnet. Bei Kälbern, die erst zwischen der fünften und zehnten Lebensminute den Kopf erhoben hatten, galten 61% nach APGAR als lebensfrisch, die restlichen 39% wurden als vitaldepressiv eingeschätzt. Später als zehn Minuten nach der Geburt nahmen lediglich zwei Tiere eine erhobene Kopfhaltung ein, wobei eines davon nach APGAR (1953) als lebensfrisch beurteilt worden ist (Tab. 55).

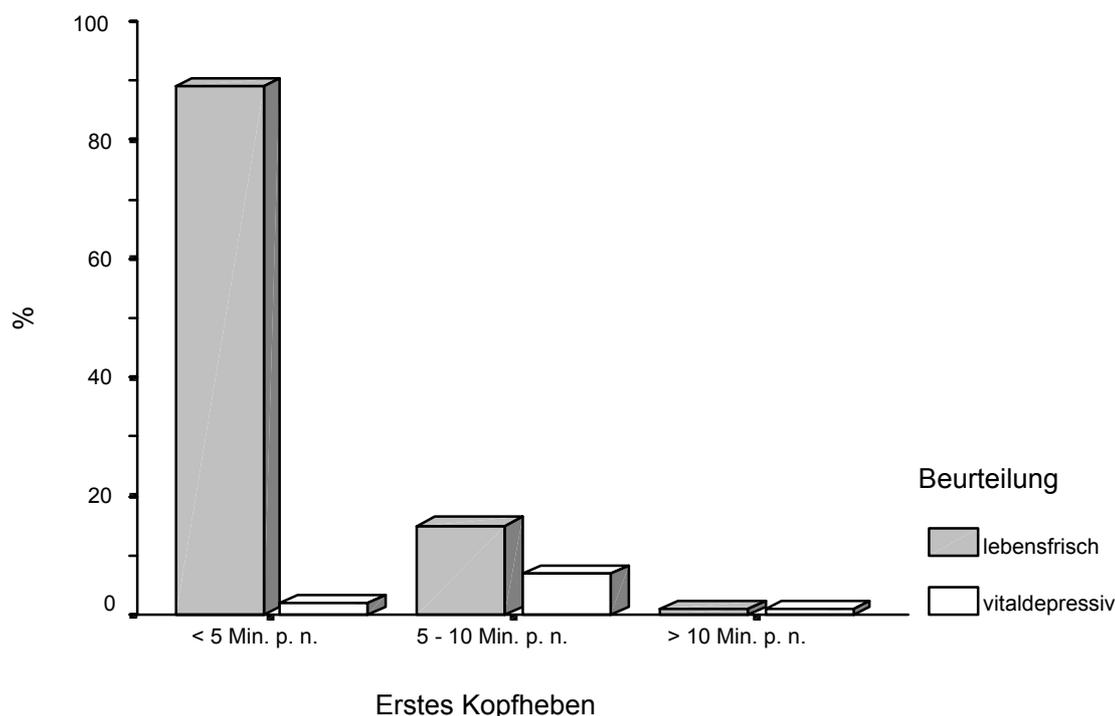


Abb. 81: Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Vitalitätseinschätzung nach APGAR und der ersten Einnahme einer erhobenen Kopfhaltung der Neonaten

Tab. 55: Gegenüberstellung der Bewertung nach dem modifizierten APGAR-Schema und dem ersten Kopfheben *post natum*

APGAR – Punkte	4	5	6	7	8
erstes Kopfheben p. n.	vitaldepressiv			lebensfrisch	
< 5 Minuten	2	0	0	5	84
5 – 10 Minuten	2	2	3	4	11
> 10 Minuten	1	0	0	0	1

Der Zusammenhang zwischen erstem Stehen nach der Geburt und APGAR-Bepunktung ist signifikant ( $p \leq 0,01$ ). Während 50% der als lebensfrisch eingestuftten Kälber bereits innerhalb der ersten Stunde *post natum* standen, lag der Anteil unter den vitaldepressiven Tieren lediglich bei 30%. Unter den lebensfrischen Kälbern standen zwischen der ersten und der zweiten Lebensstunde nochmals 40% der Neonaten, bei den vitaldepressiven war in dieser Zeitspanne die Prozentzahl der

Kälber, welche sicher stehen konnten, mit 60% am höchsten (Abb. 82). Insgesamt standen lediglich zwölf Kälber erst nach Ablauf der zweiten Lebensstunde auf, davon wurde nur eines in die Gruppe vitaldepressiv eingestuft (Tab. 56).

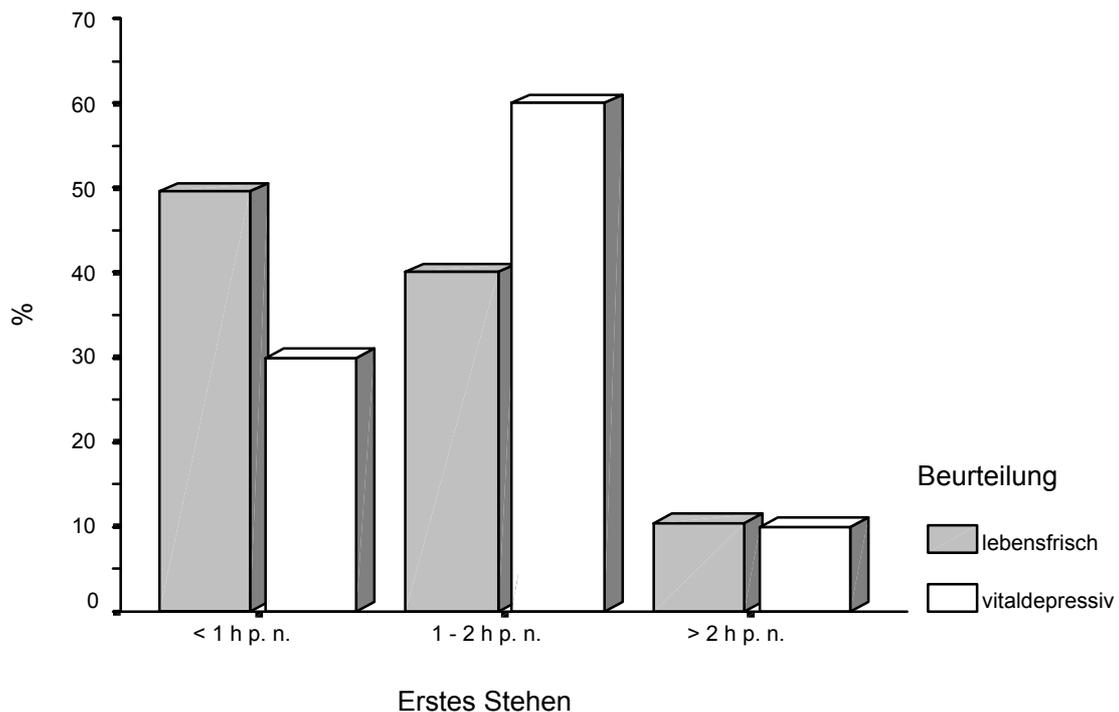


Abb. 82: Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Vitalitätseinschätzung nach APGAR und dem Kriterium „erstes Stehen“ der Neonaten

Tab. 56: Gegenüberstellung der Bewertung nach dem modifizierten APGAR – Schema und dem ersten Stehen post natum

APGAR – Punkte	4	5	6	7	8
erstes Stehen p. n.	vitaldepressiv			lebensfrisch	
< eine Stunde	1	1	1	3	49
1 – 2 Stunden	4	0	2	2	40
> zwei Stunden	0	1	0	4	7

Bis zu Beginn der dritten Lebensstunde hatten bereits 75% der lebensfrischen, allerdings erst 30% der vitaldepressiven Kälber Kolostrum aufgenommen (Abb. 83). Daraus ergibt sich ein schwach signifikanter ( $p \leq 0,05$ ) Zusammenhang zwischen der Vitalitätsbeurteilung nach APGAR und der ersten Kolostrumaufnahme.

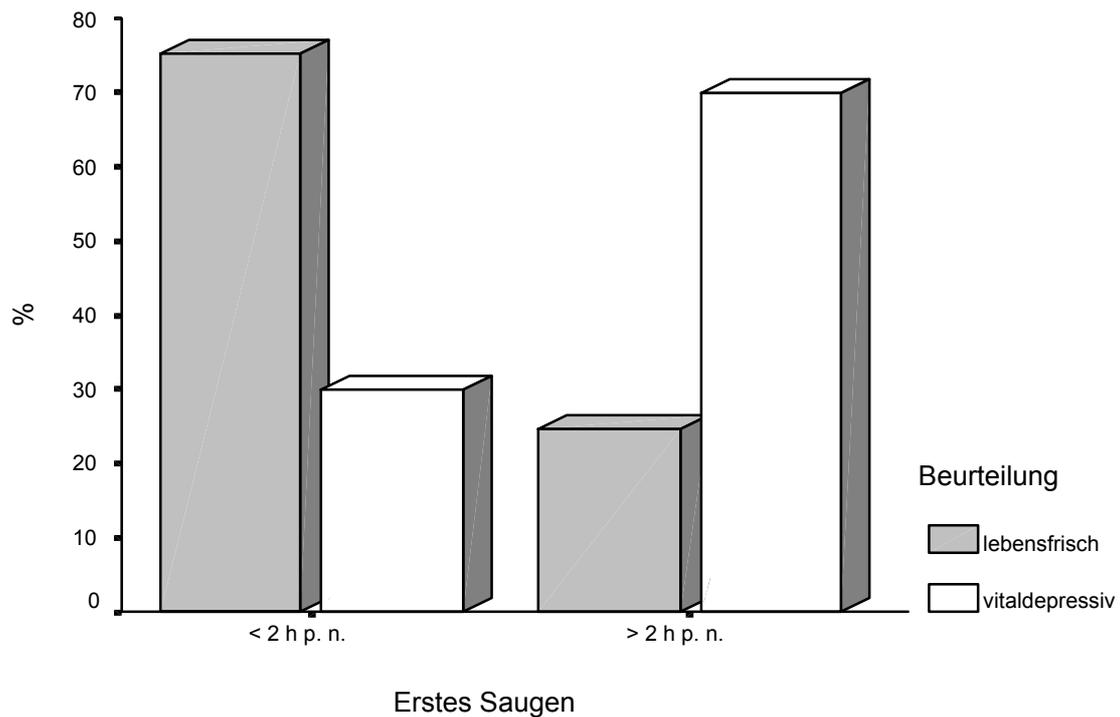


Abb. 83: Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Vitalitätseinschätzung nach APGAR und dem ersten Saugen der Neonaten am Muttertier

Tab. 57: Gegenüberstellung der Bewertung nach dem modifizierten APGAR-Schema und dem ersten Saugen *post natum*

APGAR – Punkte	4	5	6	7	8
erstes Saugen p. n.	vitaldepressiv			lebensfrisch	
< zwei Stunden	1	1	1	3	76
> zwei Stunden	4	1	4	6	20

Tab. 58: Ergebnisse der fünffaktoriellen Varianzanalyse, Haupteffekte

Parameter	Haupteffekte				
	Rasse	Geschlecht	Geburtsart	Geburtsziffer	Zeit
Temperatur	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
pH	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	n. s.	$p \leq 0,001$
Kohlendioxid- partialdruck	n. s.	$p \leq 0,01$	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Base Excess	$p \leq 0,05$	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Hämatokrit	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Gesamt- protein	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,001$
Glukose	n. s.	$p \leq 0,01$	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Cholesterin	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Triglyzeride	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Harnstoff	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,01$	$p \leq 0,01$
Kreatinin	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Natrium	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
Kalium	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,001$
Chlorid	n. s.				
Magnesium	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
AST	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	n. s.	$p \leq 0,001$
ALT	$p \leq 0,05$	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,001$
AP	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
GGT	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$
GLDH	$p \leq 0,05$	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,001$
CK	n. s.	n. s.	$p \leq 0,01$	n. s.	$p \leq 0,001$

n. s.: statistisch nicht signifikant

Tab. 59: Ergebnisse der fünffaktoriellen Varianzanalyse, Wechselwirkungen über die Zeit

Parameter	Wechselwirkungen			
	Rasse und Zeit	Geschlecht und Zeit	Geburtsart und Zeit	Geburtsziffer und Zeit
Temperatur	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
pH	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$	n. s.
Kohlendioxid-partialdruck	n. s.	n. s.	$p \leq 0,01$	n. s.
Base Excess	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$	n. s.
Hämatokrit	n. s.	n. s.	$p \leq 0,001$	n. s.
Gesamtprotein	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Glukose	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Cholesterin	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Triglyzeride	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Harnstoff	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	$p \leq 0,001$
Kreatinin	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
Natrium	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$
Kalium	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$
Chlorid	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$
Magnesium	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
AST	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$	n. s.
ALT	n. s.	n. s.	n. s.	$p \leq 0,05$
AP	$p \leq 0,001$	n. s.	n. s.	n. s.
GGT	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
GLDH	n. s.	$p \leq 0,001$	n. s.	n. s.
CK	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

n. s.: statistisch nicht signifikant

#### 4.5 Referenzbereiche klinischer und labordiagnostischer Parameter für die ersten 72 Lebensstunden

Die vorliegenden Rahmenbedingungen dieser Untersuchung, wie das Vorkommen verschiedener Rassen, gleicher Gesundheitsstatus, einheitliche Haltungs- und Untersuchungsbedingungen sowie das 115 Tiere umfassende Probandenkollektiv, bilden eine gute Grundlage zur Erstellung von Referenzbereichen. In der Literatur findet sich noch häufig die Darstellung klassischer Referenzbereiche. Nicht parametrische Referenzbereiche werden allerdings in den physiologischen Gegebenheiten des Organismus besser errechnet und finden daher in der neueren Literatur immer stärker werdenden Einfluss. Aus diesen Gründen werden sowohl klassische als auch nicht parametrische Referenzbereiche parallel dargestellt (Tab. 60 und Tab. 61).

Eine Auswertung erfolgte zu jedem Messzeitpunkt (unmittelbar *post natum*, zwei Stunden *post natum*, 24 Stunden *post natum* und 72 Stunden *post natum*). Klassische Referenzbereiche werden bei normal verteilten Parametern als  $\bar{x} \pm 2s$  Bereiche angegeben, bei nicht normal verteilten Messwerten erfolgt eine Darstellung als Spannweite zwischen Minimum- und Maximumwert.

Tab. 60: Klassische Referenzbereiche für klinische und labordiagnostische Parameter bei gesunden Kälbern aus Mutterkuhhaltung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit vom Lebensalter. Bei normalverteilten Parametern unter Angabe von  $\bar{x} \pm 2s$  Bereichen, bei nicht normal verteilten Parametern als Minimum- und Maximumwert

Parameter	Referenzbereiche			
	post natum	2 h p. n.	24 h p. n.	72 h p. n.
Temperatur °C	38,9 - 40,5	38,4 - 40,0	38,1 - 39,7	38,3 - 40,3
pH	7,08 - 7,36	7,22 - 7,38	7,28 - 7,44	7,28 - 7,44
Kohlendioxid- partialdruck kPa	8,14 - 16,62	7,04 - 10,32	6,25 - 9,33	6,06 - 9,82
Base Excess mmol/l	-7,8 - +8,4	-2,4 - +6,0	+3,4 - +6,2	+3,7 - 6,7
Hämatokrit l/l	0,37 - 0,55	0,29 - 0,56	0,31 - 0,50	0,30 - 0,48
Gesamtprotein g/l	34 - 56	29 - 63	40 - 107	47 - 103
Glukose mmol/l	1,0 - 8,1	1,2 - 7,4	3,6 - 9,6	4,3 - 8,4
Triglyzeride mmol/l*	0,01 - 1,82	0,07 - 1,36	0,03 - 1,22	0,14 - 1,71
Cholesterin mmol/l	0,1 - 1,1	0,1 - 1,2	0,4 - 1,4	0,7 - 2,3
Harnstoff mmol/l	1,1 - 4,7	1,2 - 4,8	0,8 - 5,9	0,0 - 8,1
Kreatinin µmol/l	85 - 571	106 - 514	76 - 228	71 - 135
Natrium mmol/l	138 - 147	139 - 147	136 - 147	137 - 144
Kalium mmol/l	3,6 - 5,7	3,8 - 5,3	3,7 - 6,1	4,1 - 5,6
Chlorid mmol/l	99 - 110	99 - 110	98 - 110	98 - 108
Magnesium mmol/l	0,6 - 1,4	0,6 - 4,1	0,7 - 1,5	0,6 - 1,2
AST U/l *	5 - 24	6 - 36	16 - 160	11 - 58
ALT U/l *	1 - 8	2 - 14	1 - 24	2 - 17
AP U/l *	63 - 525	61 - 642	132 - 1197	5 - 879
GGT U/l *	3 - 399	2 - 1160	4 - 3350	8 - 1010
GLDH U/l *	2 - 34	2 - 48	0 - 95	4 - 194
CK U/l *	7 - 317	12 - 630	22 - 4300	8 - 128

\* nicht normal verteilte Parameter

Tab. 61: Nicht parametrische Referenzbereiche als (95% Perzentil) für klinische und labordiagnostische Parameter bei gesunden Kälbern aus Mutterkuhhaltung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden in Abhängigkeit vom Lebensalter

Parameter Maßeinheit	Referenzbereiche			
	post natum	2 h p. n.	24 h p. n.	72 h p. n.
Temperatur °C	38,7 – 40,3	38,6 – 39,9	38,3 – 39,6	38,5 – 40,1
pH	7,08 – 7,30	7,22 – 7,36	7,25 – 7,40	7,27 – 7,40
Kohlendioxid- partialdruck kPa	9,06 – 12,63	7,46 – 10,10	6,69 – 10,10	6,69 – 9,60
Base Excess mmol/l	-8,5 - +5,7	-1,4 - +6,7	+1,0 - +7,6	+1,0 - +9,0
Hämatokrit l/l	0,38 – 0,53	0,39 – 0,53	0,31 – 0,48	0,30 – 0,46
Gesamtprotein g/l	37 - 53	36 - 55	45 - 98	53 - 95
Glukose mmol/l	2,0 - 7,6	2,4 - 7,6	3,8 - 9,1	4,3 - 7,9
Triglyzeride mmol/l	0,02 – 0,33	0,09 – 0,48	0,13 – 0,79	0,21 – 1,18
Cholesterin mmol/l	0,2 – 1,0	0,3 – 1,1	0,6 – 1,3	0,9 – 2,3
Harnstoff mmol/l	1,6 – 4,2	1,5 – 4,8	1,8 – 5,8	1,3 – 8,2
Kreatinin µmol/l	196 - 623	196 - 544	106 - 213	76 - 130
Natrium mmol/l	138 - 146	140 - 147	137 - 145	137 - 144
Kalium mmol/l	4,1 – 5,3	4,0 – 5,3	4,0 – 5,9	4,4 – 5,5
Chlorid mmol/l	100 - 108	100 - 108	99 – 108	98 - 106
Magnesium mmol/l	0,7 – 1,3	0,7 – 1,2	0,8 – 1,4	0,7 – 1,2
AST U/l	6 - 16	9 - 23	22 - 49	13 - 26
ALT U/l	1 - 6	2 - 8	4 - 10	4 - 10
AP U/l	106 - 360	105 - 479	218 - 878	171 – 628
GGT U/l	3 - 11	3 - 185	36 - 2296	26 – 715
GLDH U/l	2 - 12	2 - 16	5 - 25	5 – 86
CK U/l	8 - 107	24 - 264	37 - 272	11 - 62

## 5 DISKUSSION

Die subjektiv auffällige Beobachtung, dass neugeborene Kälber aus Mutterkuhhaltungen vitaler sind als solche aus konventionellen Haltungsformen bedarf einer differenzierteren Betrachtung unter Zugrundelegung objektiver Kriterien. Nur die genaue Kenntnis der normalen Entwicklung klinischer und labordiagnostischer Parameter erlaubt eine exakte Interpretation.

Die möglichst frühzeitige Einschätzung der Vitalität von neugeborenen Kälbern eröffnet die Option einer schnellen Intervention in den Entwicklungsverlauf und damit die Fähigkeit, auf pathologische Prozesse zu reagieren, bevor sie zur vollen Ausprägung gelangen. Bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung liegen bisher nur wenige Untersuchungen vor, die Aussagen über Normalwerte in der frühen Adaptationsphase zulassen und eine detaillierte Bewertung von klinischen und labordiagnostischen Parametern ermöglichen. Zwar haben sich THIELSCHER und Mitarbeiter (1995), STEINHARDT und Mitarbeiter (1996), EGLI und BLUM (1998); BELLOWS und LAMMOGLIA (1999) sowie STEINHARDT (2003) mit dieser Frage beschäftigt, aber keiner der bisherigen Untersuchungen lag ein so großes Probandenkollektiv unter gleichen Umweltfaktoren zugrunde. Darüber hinaus wurde in keiner bisherigen Arbeit der Komplexität der Adaptationsphase durch eine Erfassung ähnlich vieler klinischer, in Verbindung mit ethologischen und labordiagnostischen Parametern, Rechnung getragen.

Die Definition von Normalwerten erfolgte bislang über klassische Referenzbereiche, basierend auf Daten von Milchkuhkälbern (BERCHTOLD et al. 1990; STÖBER und GRÜNDER 1990; KRAFT und DÜRR 1999). Die auf dieser Grundlage erstellten Referenzbereiche berücksichtigen dabei nicht das exakte Lebensalter, sondern beziehen sich auf Kälber bis zu einem Alter von sechs Monaten. Die vorliegende Untersuchung zeigt jedoch deutlich einen hoch signifikanten Einfluss des Alters auf nahezu alle untersuchten Parameter innerhalb der ersten 72 Lebensstunden ( $p \leq 0,001$ ) (Tab. 14). Diese frühe Phase der Adaptation bleibt bei bisherigen Referenzbereichsdefinitionen weitgehend unbeachtet. Außerdem berücksichtigt die bislang überwiegend gebräuchliche Darstellung von klassischen Referenzbereichen

(arithmetischer Mittelwert  $\pm$  doppelte Standardabweichung) nicht die physiologische Schwankungsbreite von Werten innerhalb eines gesunden Kollektives. Werden Referenzbereiche als  $x \pm 2s$  Bereiche definiert, kann es zu falschen Aussagen kommen. Bei der Darstellung des klassischen Referenzbereiches für die Blutglukose unmittelbar *post natum*, sowie zwei Stunden nach der Geburt ergeben sich als Untergrenzen für den definierten Normbereich Werte, die nach klinischen Maßstäben deutlich als hypoglykämisch zu deuten sind (Tab. 60). Die Gefahr solcher falsch-positiven Aussagen ist bei Angabe nicht parametrischer Referenzbereiche deutlich geringer. Neuere Untersuchungen verwenden aufgrund der größeren Übereinstimmung mit der physiologischen Schwankungsbreite von labordiagnostischen Parametern und der geringeren Anzahl falsch-positiver Aussagen nicht parametrische Referenzbereiche (95% Perzentil des als gesund ermittelten Kollektives). Tabelle 61 zeigt die bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung zu den unterschiedlichen Probenentnahmezeitpunkten (0, 2, 24 und 72 Stunden *post natum*) ermittelten nichtparametrischen Referenzbereiche. Dem gegenübergestellt sind die von BERCHTOLD und Mitarbeitern (1990) sowie die von STÖBER und GRÜNDER (1990) und KRAFT und DÜRR (1999) ermittelten klassischen Referenzbereiche für Milchrinderkälber. Aufgrund der stark altersabhängigen Entwicklung ( $p \leq 0,001$ ) ergibt sich die Forderung einer streng altersbezogenen Referenzbereichsdefinition innerhalb der Adaptationsperiode. Diese Forderung konnte mit dieser Arbeit für ausgewählte Parameter annähernd erfüllt werden.

Anhand einer Vielzahl untersuchter Parameter bestätigt sich für Kälber aus Mutterkuhhaltung eine zeitliche Abgrenzung der ersten Adaptationsphase bis zur 24. Lebensstunde. Innerhalb des ersten Lebensstages waren gravierende Veränderungen in der Adaptation klinischer und labordiagnostischer Werte festzustellen (Temperatur, pH, Kohlendioxidpartialdruck, Base Excess, Gesamtprotein, Glukose und Kreatinin). Die weitere Anpassung in der frühen zweiten Adaptationsphase bis zur 72. Lebensstunde verlief dann deutlich abgeschwächt.

Die Körpertemperatur der Neonaten sank von der Geburt bis zur 24. Lebensstunde ab, um im Anschluß daran bis zum Untersuchungsende wieder leicht anzusteigen und sich in dem bekannten Normbereich einzupendeln. Auch der

Kohlendioxidpartialdruck als Indikator für die Anpassung der Atmung fiel bis zum Ende des ersten Lebenstages deutlich ab, um dann zu stagnieren oder sogar zeitweise wieder etwas anzusteigen. Der pH stieg bis zur 24. Stunde *post natum* an, um dann sein Niveau zu halten. Der Base Excess, als weiterer Parameter des Säure-Basen-Haushaltes, zeigte bis 24 Stunden nach der Geburt einen rapiden Anstieg, der sich dann jedoch deutlich abschwächte.

Die Gesamtproteinkonzentration im Blut der Kälber stieg von der Geburt bis zum Ende der ersten Adaptationsphase bis zu Werten adulter Tiere an. Auch die Glukosewerte waren bis zur 24. Lebensstunde auf das Niveau monogastrischer Säuger angestiegen und behielten diese bis zum Untersuchungsende bei. Der Kreatininspiegel sank im Untersuchungszeitraum kontinuierlich ab, wobei der Abfall am ersten Lebenstag am deutlichsten war.

Tab. 61: Vergleich einiger in der Literatur angegebener Referenzwerte für Kälber und Rinder mit den für die ersten 72 Stunden ermittelten Referenzbereichen für Kälber aus Mutterkuhhaltung (unter Angabe des 95% Perzentiles)

Parameter Maßeinheit	Referenzbereiche			
	eigene Ergebnisse	KRAFT und DÜRR 1999	BERCHTOLD et al. 1990	STÖBER und GRÜNDER 1990
Temperatur °C	39,5 - 40,1	k. A.	38,5 - 39,5	k. A.
pH	7,16 - 7,39	7,36 - 7,44 <sup>a</sup>	7,32 - 7,40	7,40 - 7,46 <sup>a</sup>
Kohlendioxid- partialdruck kPa	3,33 - 6,13	4,67 - 7,06 <sup>a</sup>	5,46 - 7,06	4,67 - 7,06 <sup>a</sup>
Base Excess mmol/l	-3,3 – +7,8	-2,5 - +2,5	-0,6 - +4,6	k. A.
Hämatokrit l/l	0,33 – 0,52	0,28 – 0,38	0,28 – 0,38	k. A.
Gesamtprotein g/l	37 - 94	50 - 70	40 - 70	59 - 70
Glukose mmol/l	2,6 – 8,2	4,4 - 6,9	4,9 - 6,2	5,5 - 8,3
Triglyzeride mmol/l	0,03 – 0,91	0,17 – 0,51 <sup>a</sup>	k. A.	0,17 - 0,51 <sup>a</sup>
Cholesterin mmol/l	0,3 – 1,8	2,0 - 4,5 <sup>a</sup>	0,8 - 1,0	1,3 - 3,9 <sup>a</sup>
Harnstoff mmol/l	1,6 – 6,0	3,3 - 5,0 <sup>a</sup>	< 7,51	2,0 - 5,5
Kreatinin µmol/l	89 - 462	256 ± 106	<134	110 - 180
Natrium mmol/l	138 - 146	135 - 157 <sup>a</sup>	130 - 150	115 - 145
Kalium mmol/l	4,1 – 5,5	3,5 - 4,5 <sup>a</sup>	3,5 - 5,5	3,5 - 5,0
Chlorid mmol/l	100 - 108	95 - 110 <sup>a</sup>	85 - 110	75 - 115
Magnesium mmol/l	0,7 – 1,3	0,8 – 1,3 <sup>a</sup>	0,7 – 1,1	0,5 – 1,2
AST U/l	7- 42	≤ 80 <sup>a</sup>	< 80	10 – 50 <sup>a</sup>
ALT U/l	2 - 9	≤ 50 <sup>a</sup>	k. A.	7 - 14 <sup>a</sup>
AP U/l	123 - 673	≤ 1800	< 30	30 - 120
GGT U/l	4 - 1460	≤ 50 <sup>a</sup>	< 1400	7 - 14 <sup>a</sup>
GLDH U/l	2 - 39	≤ 30 <sup>a</sup>	k. A.	1,0 - 8,0 <sup>a</sup>
CK U/l	10 - 209	≤ 250	< 40	20 - 100

<sup>a</sup> Referenzbereich für adulte Rinder

k. A.: keine Angaben

### 5.1 Klinische Beurteilung der Probanden

Die unmittelbar nach der Geburt festzustellenden Körpertemperaturen lagen mit durchschnittlich  $39,7 \pm 0,4$  °C im für Kälber geringgradig hyperthermen Bereich. Die postnatale Hyperthermie ist wahrscheinlich auf eine gesteigerte muskuläre Aktivität des Muttertieres wie auch des Kalbes während der Geburt zurückzuführen. Die durch Muskeltätigkeit entstehende Wärmeenergie kann jedoch nicht in ausreichendem Umfang abgegeben werden, so daß es zu einer Steigerung der Körpertemperatur kommt. Bereits nach zwei Stunden waren die Temperaturen bis in den Referenzbereich für Kälber abgesunken. Diese Abkühlung setzte sich bis zur 24. Lebensstunde fort und erklärt sich durch den Wärmeverlust infolge der Abstrahlung an die kühle Umgebung sowie Konduktionskälte durch die Verdunstung des Fruchtwassers (HÄBERLE 1986; MAACH et al. 1991). Die niedrigste mittlere Körperinnentemperatur lag in der 24. Lebensstunde vor ( $38,3 \pm 0,4$  °C), bis zur 72. Stunde stieg sie wieder bis auf  $39,3 \pm 0,5$  °C an. Eine solche Steigerung ist nach der vollständigen Abtrocknung mit der Adaptation der Thermogenese und der erfolgten Energieaufnahme durch Kolostrum zu erklären. Zum gleichen Schluss kommt KAYA (2001) bei der Untersuchung des Temperaturverlaufes bei neugeborenen Lämmern. Trotz Umgebungstemperaturen unter 10 °C und fehlender äußerer Wärmezufuhr, lag die niedrigste gemessene Temperatur während der Untersuchung bei 38,0 °C. Ein weiteres Absinken der Körperinnentemperatur in den Bereich der Hypothermie konnte nicht festgestellt werden. Übereinstimmende Ergebnisse finden sich in der Literatur für Kälber von Milchnutzungsrasen (HÄBERLE 1986; TORRES und GONZALES 1986; PEIPP 1989; MAACH et al. 1991; STEINHARDT et al. 1994).

Neben den labordiagnostischen Parametern stehen für den Praktiker im Normalfall klinisch zu erfassende Kriterien im Vordergrund. Im Speziellen sind dies der APGAR–Status sowie gut nachzuvollziehende Verhaltensweisen, wie das erste Kopfhoben des Kalbes, seine ersten Aufstehversuche, die erste Kontaktaufnahme zum Muttertier und die hiermit verbundene erste Aufnahme von Kolostrum. In der Auswertung fanden sich keine Kälber, die nach der APGAR–Bewertung eine Punktzahl unter vier erzielten. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass keine durch *Sectio caesarea* entwickelten Kälber mit in die Untersuchung einbezogen

werden. Der überwiegende Anteil (> 95%) der spontan geborenen Kälber werden als lebensfrisch beurteilt. Von den mittels konservativer Geburtshilfe entwickelten Kälbern gehören jedoch nur etwa die Hälfte dieser Gruppe an, alle anderen sind als vitaldepressiv einzustufen. Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen, dass Kälber die nach dem von MÜLLING (1976) modifizierten APGAR-Schema als vital bewertet werden, hoch signifikant früher ( $p \leq 0,001$ ) zum ersten Mal eine erhobene Kopfhaltung einnehmen, signifikant schneller ( $p \leq 0,01$ ) stehen und auch früher Kolostrum ( $p \leq 0,05$ ) aufnehmen als Kälber, welche schlechter bewertet werden. Es besteht somit ein enger Zusammenhang zwischen den ethologischen Merkmalen und dem nach MÜLLING modifizierten APGAR-Score (1976). Dies eröffnet durch die Bewertung der angeführten Verhaltensweisen eine leicht zu praktizierende Bewertung der Vitalität von neugeborenen Kälbern. Es ist dennoch indiziert, für wissenschaftliche Anwendungen die etablierte APGAR-Bewertung, aufgrund ihrer differenzierten Abstufungen und der allgemeinen Verbreitung anzuwenden.

Die Geburtsart übt einen hochsignifikanten ( $p \leq 0,001$ ) Einfluss auf die APGAR-Bewertung aus. So wurden Kälber aus Spontangeburt besser eingestuft als solche aus Dystokien. Ein signifikanter Einfluss ( $p \leq 0,01$ ) ergab sich ebenso zwischen Geburtsart und erstem Kopfhoben sowie dem erstem Saugen *post natum*. Zwischen Geburtsart und Geburtsziffer bestanden signifikante ( $p \leq 0,01$ ) Zusammenhänge. Ein erstes sicheres Stehen war bei männlichen Kälbern schwach signifikant ( $p \leq 0,05$ ) früher festzustellen als bei weiblichen. Verschiedene Autoren beschrieben bereits ähnliche Einflüsse. So konnten auch TORRES und GONZALES (1987) feststellen, dass vitale Kälber eine frühere Kolostrumaufnahme zeigen als weniger lebensfrische Tiere. EIGENMANN (1981) sowie SCHULZ und VOLLHARDT (1983) beschreiben bei Milchrindkälbern einen signifikanten Zusammenhang zwischen Geburtsart und Vitalität, der sich noch über die ersten 24 Lebensstunden hinaus nachweisen lässt. Eine Saugdepression bezüglich der Frequenz und Intensität bei Kälbern aus Schweregeburten führten SCHULZ und Mitarbeiter (1997) auf eine hypoxisch-ischämische Enzephalopathie im Zusammenhang mit einer schweren Neugeborenenhypoxie zurück. Durch eine peripartale Ischämie können die Ursprungsgebiete der Gehirnnerven beeinträchtigt werden. Sechs der zwölf

Gehirnnerven (*Nn. trigeminus, facialis, glossopharyngeus, vagus, accessorius und hypoglossus*) steuern den Saug- und Trinkvorgang. Vergleichbare Trinkstörungen sind bei ischämischen Insulten im Hirnstammbereich von neugeborenen Säuglingen beschrieben. Andere Ursachen für Saugstörungen nach Schweregeburten sind Kopfüdeme infolge von Geburtsstockungen und Verletzungen im Kieferbereich die bei geburtshilflicher Manipulation entstehen können. Ein Rasseeinfluss, wie er von SCHULZ und Mitarbeitern (1997) beschrieben wird, konnte in den eigenen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. In Übereinstimmung mit HÄBERLE (1986) ist aber die Tendenz zu erkennen, dass Kälber von Färsen im allgemeinen schlechter beurteilt wurden als die pluriparer Muttertiere.

Zur Beurteilung von Neonaten im peripartalen Zeitraum haben sich zudem auch die labordiagnostischen Parameter, wie Werte des Säure-Basen-Haushaltes bewährt (MÜLLING et al. 1972; KOLB und KOUIDER 1978; EIGENMANN et al. 1983; SCHULZ und VOLLHARDT 1983; HÄBERLE 1986, PEIP 1989; GRUNERT 1991; HERFEN 1997; HERFEN und BOSTEDT 1999). Da die Erfassung von Parametern wie Blut-pH, Kohlendioxidpartialdruck oder Base Excess jedoch an labordiagnostische Geräte gebunden sind, sind diese nicht immer in praxi verfügbar. Um dennoch Aussagen über den Säure-Basen-Status treffen zu können, wurde versucht, neben Zusammenhängen mit ethologischen Parametern, auch solche zu klinisch und labordiagnostisch leicht zu erhebenden Werten aufzudecken.

Als klinisch leicht zu erhebender Parameter wurde die Körpertemperatur als eine Messgröße der Routinediagnostik beobachtet. Die Blutglukose, welche mittlerweile einfach mit Hilfe von Testkits vor Ort zu erheben ist, stand als labordiagnostischer Parameter im Mittelpunkt des Interesses.

Die rektal gemessene Körpertemperatur der Neonaten wies innerhalb der ersten 72 Lebensstunden lediglich unmittelbar *post natum* statistisch nachweisbare Zusammenhänge mit Parametern des Säure-Basen-Haushaltes auf. Die nach der Geburt ermittelten Temperaturen korrelierten signifikant ( $p \leq 0,01$ ) mit dem pH-Wert und Kohlendioxidpartialdruck des Blutes, sowie schwach signifikant mit dem Base Excess ( $p \leq 0,05$ ). Die Entwicklungen der Temperatur und des Kohlendioxidpartialdruckes verliefen dabei gleichsinnig ( $r = 0,284$ ), pH und Base

Excess wiesen zur Temperatur jedoch einen gegensinnigen Verlauf auf (pH:  $r = -0,283$ ; Base Excess:  $r = -0,193$ ). Zusammenhänge zwischen der Körpertemperatur und der Blutglukose der Neonaten waren zu keinem Messzeitpunkt statistisch nachzuweisen.

HÄBERLE (1986) und PEIP (1989) konnten bei ihren Untersuchungen von Milchrindkälbern aus Geburten unterschiedlichen Schweregrades ähnliche Feststellung treffen. Kälber mit hohen initialen pH-Werten wiesen gegenüber Kälbern aus Eutokien am ersten Lebenstag noch erhöhte Körpertemperaturen auf.

Korrelationen des Blutzuckerspiegels mit dem pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess waren ebenfalls nur unmittelbar nach der Geburt statistisch nachweisbar. Alle drei Parameter korrelierten schwach signifikant mit der Glukosekonzentration ( $p \leq 0,05$ ). Die Glukose und der Kohlendioxidpartialdruck verliefen gleichsinnig ( $r = 0,089$ ). Ein gegenläufige Entwicklung wies der Blutglukosespiegel mit dem pH ( $r = -0,207$ ) und dem Base Excess auf ( $r = -0,210$ ).

Der erhöhte Glukosegehalt des Blutes in Bezug zu einer Verschlechterung der Werte des Säure-Basen-Haushalts wird durch andere Untersuchungen untermauert (KOLB und KOUIDER 1978; HÄBERLE 1986; PEIP 1989). Bekannt ist, dass ein niedriger pH und Base Excess sowie ein hoher Kohlendioxidpartialdruck bei Neonaten Indizien für ein perinatales Sauerstoffdefizit sind. Eine solch ungünstige Stoffwechsellage führt zu einem Stresszustand bei dem Neugeborenen, was eine Ausschüttung von Adrenalin aus dem Nebennierenmark nach sich zieht. Adrenalin induziert wird vermehrt Glukose ausgeschüttet, wodurch sich der Blutglukosespiegel erhöht. Da in der vorliegenden Untersuchung lediglich unmittelbar *post natum* ein solcher Zusammenhang festzustellen war, ist davon auszugehen, dass bovine Neonaten aus Mutterkuhhaltung dazu in der Lage sind, die ungünstige Stoffwechsellage innerhalb der ersten Adaptationsphase zu kompensieren.

Es ist festzustellen, dass sowohl die Körpertemperatur als auch die Blutglukose unmittelbar nach der Geburt Korrelationen mit dem Säure-Basen-Haushalt aufweisen. Um anhand der Temperatur und der Glukose klinisch praktikable Aussagen treffen zu können, sollte in weiteren Untersuchungen mit einem um

klinisch erkrankte Probanden erweiterten Kollektiv dieser Zusammenhang näher betrachtet werden.

## 5.2 Entwicklung labordiagnostischer Parameter

### 5.2.1 Säure-Basen-Haushalt

Die Homöostase des Blut-pH, als Grundvoraussetzung für den physiologischen Stoffwechsel, ist bei Neonaten durch eine gemischt respiratorisch – metabolische Azidose stark beeinträchtigt. Diese schlägt sich in einem initial niedrigen Blut-pH nieder, welcher sich schnell auf ein physiologisches Niveau adaptieren muss. Die Azidose entwickelt sich offenbar *intra partum* und ist zu diesem Zeitpunkt vorwiegend metabolischen Ursprungs. Dies spiegelt sich im Verhältnis von pH, Bikarbonat und Kohlendioxidpartialdruck wider. Die sich postnatal verstärkende metabolische Azidose ist als physiologisches Phänomen zu werten und tritt auch bei komplikationslos geborenen Kälbern auf (HERFEN und BOSTEDT 1999). Sie ist bedingt durch die Unterbrechung des Foetus-Plazenta-Kreislaufes. Die Reaktion des Neugeborenen besteht in einer Kreislaufzentralisation um die Funktion des Herzens und des Gehirnes zu schützen. Dies führt zu einem verminderten Sauerstofftransport in die peripheren Gewebe und zur anaeroben Glykolyse mit Laktatanhäufung (KASTENDIECK 1982; MAACH et al. 1991). Die diaplazentare Übertragung azider Stoffwechselprodukte des Muttertiers auf das Kalb durch die intrapartalen Druckverhältnisse in der Plazenta finden in der Literatur ebenso Beachtung (MÜLLING et al. 1972). Der nachgeburtlich durch Fruchtwasser und ungenügende Ventilation behinderte Gasaustausch schafft zusätzlich eine respiratorische Azidose (AMMAN et al. 1974; VARGA et al. 1999). Die Werte von pH und Base Excess waren zwischen dem ersten und dritten Lebenstag relativ hoch, während die Kohlendioxidkonzentration innerhalb dieser Zeit Normalwerte erreichte. Dieses Verhalten kann als Reaktion des Körpers auf die postnatale respiratorische Azidose gewertet werden. In dieser Situation spielt der Intrazellularraum eine wichtige Rolle als Puffer. Intrazellulär werden die Wasserstoffionen mit Hämoglobin verbunden, so

wird gleichzeitig Bikarbonat regeneriert und von den Zellen ins Blutplasma ausgeschieden. Zur Regulation der Blutzusammensetzung ist auch die renale Ausscheidungsfähigkeit notwendig. Mit Hilfe der Ammoniaksynthese werden die Wasserstoffionen im Harn ausgeschieden und die Bikarbonationen im Plasma zurückgehalten (FINCO 1989; MAACH et al. 1991). Nach der Kolostrumaufnahme steigen die Proteine im Plasma stark an. Es ist bekannt, dass die Plasmaproteine eine Rolle als Puffer spielen, außerdem beinhaltet Kolostrum vorwiegend alkalisch reagierende Inhaltsstoffe, welche die Pufferbasen des Neonaten kaum beanspruchen (MAACH et al. 1991; THIELSCHER et al. 1995). Der postnatale pH von  $7,21 \pm 0,07$  lag in dem auch von anderen Autoren für vitale neugeborene Kälber beschriebenen Bereich (MÜLLING et al. 1979; SCHLERKA et al. 1979; HÄBERLE 1986; STEINHARDT et al. 1994; HERFEN 1997; STEINHARDT und THIELSCHER 2000). Er stellte sich innerhalb der ersten 24 Lebensstunden auf ein Niveau ein, welches im Bereich der physiologischen Schwankungen für adulte Tiere liegt ( $7,35 \pm 0,04$ ). Diese schnelle Adaptation wird durch viele vorangegangene Untersuchungen sowohl bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung als auch Milchrindkälbern bestätigt (WEIZENHÖFER und MÜLLING 1978; SCHLERKA 1979; HÄBERLE 1986; BUSSE et al. 1986; PEIPP 1989; MAACH et al. 1991; STEINHARDT et al. 1994; SCHÄFER et al. 1998; HERFEN 1997; HERFEN und BOSTEDT 1999; GROVE-WHITE 2000; STEINHARDT 2003).

Die Kompensationsfähigkeit der Neonaten war dabei so groß, dass auch partusbedingte Differenzen bis zum Ende des ersten Lebenstages weitgehend ausgeglichen waren. Unmittelbar nach der Geburt lag der pH von Neugeborenen aus Dystokien noch erheblich niedriger als der von normal geborenen Kälbern. Bereits zu Beginn der zweiten Lebensstunde verringerten sich diese partusbedingten Differenzen erheblich. 24 Stunden *post natum* war kein Unterschied mehr zwischen den Gruppen nachzuweisen. Der niedrigere pH-Wert bei Kälbern aus Dystokien resultierte aus einem größeren Sauerstoffdefizit und einer verstärkten Laktatanhäufung unter der Geburt. SCHULZ und VOLLHARDT (1983) wiesen ebenfalls auf einen höheren pH bei Kälbern aus Normalgeburten gegenüber Kälbern aus Dystokien hin.

Bis zum Ende des ersten Lebenstages konnten auch Einflüsse der Rasse der Kälber auf den pH-Wert festgestellt werden ( $p \leq 0,05$ ). In einer Rangfolge bezüglich des pH zeigten Fleckviehkälber die höchsten Werte, gefolgt von Limousintieren. Erst dann kam die Gruppe der Charolais, Angus und Herefordkälber. Die Wechselwirkungen der Rasse über die ersten 72 Lebensstunden waren sogar hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ ). Umso älter die Kälber waren, desto besser konnten die Einflüsse der Geburt vom Organismus kompensiert werden. Wird berücksichtigt, dass zwischen der Rasse und der Geburtsart keine Wechselwirkungen bestehen, ist ein genetisch bedingter Einfluss auf die pH-Entwicklung anzunehmen. Beim Base Excess ergibt sich die gleiche Konstellation.

Schwach signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) auf den pH-Wert des Blutes übt offenbar das Geschlecht des Kalbes aus, da weibliche Kälber über den Untersuchungsrahmen einen höheren pH aufwiesen als die männlichen Probanden. Dieser Geschlechtseinfluss verdeutlicht sich auch bei der Betrachtung der Blutgase. So liegt bei weiblichen Kälbern ein signifikant niedrigerer Kohlendioxidpartialdruck ( $p \leq 0,01$ ) als bei männlichen vor.

In unmittelbarem Zusammenhang mit dem postnatalen Blut-pH-Wert des Neonaten steht als respiratorische Komponente der Stoffwechsel der Blutgase. Während antepartal der Austausch der Atemgase Kohlendioxid und Sauerstoff durch Diffusion in der mütterlichen Plazenta gewährleistet wird, ist der Ort des Gasaustausches ab der Geburt die Alveolarmembran der juvenilen Lunge. Einem ungestörten Austausch der Atemgase steht auch bei eutrophen Neonaten die anfängliche Blockierung von Lungenarealen durch Fruchtwasser im Wege. Eine progressive Umstellung des Lungenmechanismus vollzieht sich innerhalb des ersten Lebenstages. Es stellt sich ein Gleichgewicht bezüglich des totalen Lungenwiderstandes (total lung resistance) und der dynamischen Lungencompliance ein. Diese Anpassung des Lungenmechanismus erklärt sich in der langsamen Resorption der Flüssigkeit aus den Bronchioli und Alveolen (VARGA et al. 1999). Die physiologisch nachgeburtlich auftretende metabolische Azidose wird zunächst respiratorisch kompensiert und beeinflusst so den Austausch von Sauerstoff und Kohlensäure (Kohlendioxid). Ausdruck dieses Adaptationsprozesses ist der Verlauf der Partialdruckwerte der einzelnen Atemgase. Der unmittelbar postnatal gemessene Kohlendioxidpartialdruck

liegt im Mittel der Probanden bei  $10,38 \pm 1,12$  kPa und fällt bis zur zweiten Lebensstunde über 12% auf  $8,68 \pm 0,82$  kPa ab. Zum Ende des ersten Lebensstages ist ein erneuter, jedoch geringerer Abfall der Kohlendioxidspannung auf  $7,79 \pm 0,77$  kPa festzustellen, der sich bis zur 72. Lebensstunde auf stabilem Niveau hält. Die Entwicklung der Kohlendioxidpartialdruckwerte entspricht dem Verlauf nach Untersuchungen anderer Autoren an Kälbern von Milchviehrassen (WEIZENHÖFER und MÜLLING 1978; SCHLERKA et al. 1979; HÄBERLE 1986; PEIPP 1989; MAACH et al. 1991; STEINHARDT et al. 1994; HERFEN 1997; STEINHARDT et al. 1998; VARGA et al. 1999). Die vorgefundenen Werte übersteigen jedoch die unmittelbar *post natum* vorgefundenen Kohlendioxidpartialdruckwerte verschiedener Literaturangaben um bis zu 33%. Lediglich HÄBERLE (1989) findet ähnlich hohe Werte bei vitalen Neonaten. Eine deutliche Angleichung der Kohlendioxidpartialdrucke zwischen den aus der Literatur bekannten Werten und der eigenen Untersuchung ist ab der 24. Lebensstunde zu erkennen. Zu diesem Zeitpunkt liegt das Mittel der vorgefundenen Kohlendioxidspannung nur noch geringfügig über dem anderer Autoren. Zu berücksichtigen ist, dass die wenigen blutgasanalytischen Untersuchungen bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung tendenziell höhere Kohlendioxidpartialdruckwerte vorweisen als vergleichbare Arbeiten aus der konventionellen Kälberaufzucht (THIELSCHER 1995; STEINHARDT 2003). Die augenfällige Angleichung der Werte im Verlauf der ersten 24 Lebensstunden spricht für eine immense Adaptationsfähigkeit der neugeborenen Kälber aus Mutterkuhhaltung. In der vorliegenden Untersuchung bleibt aufgrund des Probennahmeintervalles die sich bis 10 – 15 Minuten *post natum* noch verstärkende Azidose unbeachtet (WALSER 1990; HERFEN 1997).

Eng verbunden mit dem Blut-pH-Wert lässt sich anhand des Base Excess die metabolische Komponente des Säure-Basen-Status darstellen. Es zeigte sich unmittelbar nach der Geburt ein Base Excess von  $0,31 \pm 4,04$  mmol/l, der bis zur zweiten Lebensstunde bis auf  $2,76 \pm 2,57$  mmol/l anstieg. Auch im weiteren Verlauf konnte eine stetige Steigerung nachgewiesen werden (24 h p. n.:  $4,62 \pm 2,14$  mmol/l und 72 h p. n.:  $5,24 \pm 2,65$  mmol/l). Diese Werte decken sich im Wesentlichen mit den bei vitalen Kälbern aus konventioneller Haltung ermittelten Werten von HERFEN

(1997) sowie SCHÄFER und Mitarbeitern (1998). Bedingt durch den engen physiologischen Zusammenhang zwischen pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess wird die Entwicklung des Base Excess durch die bereits beschriebenen Veränderungen des Kohlendioxidpartialdruckes und des pH-Wertes wiedergegeben.

### 5.2.2 Hämatokrit

Der unmittelbar postnatal festgestellte Hämatokrit lag mit  $0,459 \pm 0,045$  l/l deutlich über dem Wert adulter Rinder. Diese Feststellung deckt sich mit früheren Beobachtungen von HARVEY (1989) und STEINHARDT (1993) bei Kälbern von Niederungsrassen sowie Mastrassenanpaarungen einer Milchrindherde. Die Ursache liegt im Einströmen von maternalem Blut *intra partum* bis zum Durchriss der Nabelschnur und einer im letzten Teil der Gravidität gesteigerten Erythropoese durch hypoxische Zustände des Fetus bei Erreichen eines ungünstigen fetoplazentaren Verhältnisses. Bis zu zwei Stunden nach der Geburt war praktisch keine Veränderung festzustellen. Es bestand zu diesem Zeitpunkt noch eine Hämokonzentration von  $0,460 \pm 0,048$  l/l. Dieser geringgradige Anstieg ist durch die postnatale Aktivierung des Kreislaufes und einen renalen Flüssigkeitsverlust zu erklären. Das schnelle postnatale Absetzen von Harn, was bei Kälbern beobachtet werden kann, ist Ausdruck dieses Phänomens. Der ab der zweiten Stunde nach der Geburt zu beobachtende Abfall der korpuskulären Blutbestandteile auf  $0,407 \pm 0,048$  l/l nach 24 Stunden und  $0,387$  l/l nach 72 Stunden läßt sich durch eine postnatal einsetzende Hydrämie und eine damit einsetzende Hämodilution durch Kolostrumaufnahme erklären (MAACH et al. 1991; SCHLERKA 1998; EGLI und BLUM 1998; ZANKER et. al. 2001).

Obwohl kein statistisch nachzuweisender Einfluss der Geburtsart auf den Hämatokrit vorlag, konnten statistisch hoch signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,001$ ) zwischen der Geburtsart und dem Verlauf des Hämatokrit über die ersten 72 Lebensstunden festgestellt werden. Während Kälber aus Dystokien die postnatal höheren Hämatokritkonzentrationen aufwiesen, fielen sie bis zu 72. Lebensstunde deutlich stärker ab als bei Kälbern aus Normalgeburten.

### 5.2.3 Substrate im Serum

Der vorgeburtlich niedrigere Proteinanteil im fetalen Blut ist bedingt durch die niedrigeren Albumin- sowie  $\alpha$ - und  $\beta$ -Globulinfraktionen, aber vor allem durch den nahezu vollständigen Mangel an  $\gamma$ -Globulinen vor der Aufnahme von Kolostrum (BOUDA und JAGOS 1979; STÖBER und GRÜNDER 1990; STEINHARDT et al. 1993; SCHNORR 2001; STEINHARDT et al. 1997; EGLI und BLUM 1998; STENGEL 1998; BLUM und HAMMON 2000). So kommt ein um 50% niedrigerer Gesamtproteingehalt von neugeborenen Kälbern von  $45,1 \pm 5,5$  l/l im Vergleich zu adulten Rindern zustande. Dieser Wert steigt bis zur zweiten Lebensstunde nur geringfügig auf  $45,7 \pm 8,5$  l/l. Die Entwicklung ist analog zu der des Hämatokrits zu sehen und unabhängig von der Kolostrumaufnahme. Erst bis zum Ende des ersten Lebensstages ist der Gesamtproteingehalt durch die Aufnahme von stark  $\gamma$ -Globulinhaltigem Kolostrum auf  $74,5 \pm 16,3$  l/l angestiegen. Damit ist bereits der Referenzbereich erwachsener Rinder erreicht. Der 72-Stundenwert veränderte sich mit  $75,1 \pm 13,9$  l/l nur geringfügig. Innerhalb von 24 Stunden ist die Einregulierung auf ein annähernd gleichbleibendes Gesamtproteinniveau erfolgt (FRERKING et al. 1993; ZANKER et al. 2001). Trotz der fortwährenden Kolostrumaufnahme und einer IgG Halbwertszeit von über 420 Stunden lässt dies auf das Erreichen eines Sättigungsniveaus schließen (BOYD und BOYD 1987; STENGEL 1998). Die im Vergleich zu Untersuchungen bei Kälbern aus konventionellen Haltungssystemen höheren 24- und 72-Stunden Konzentrationen an Gesamtproteinen unterstützen die Theorie von STEINHARDT und Mitarbeitern (1998), dass Kälber aus Mutterkuhhaltung bedingt durch eine erhöhte periodische Aufnahme von Muttermilch schneller hohe Plasmakonzentrationen aufbauen können. Es ist davon auszugehen, dass Kälber, welche ständig die Möglichkeit zur Kolostrumaufnahme haben, über die gleiche Zeit mehr Muttermilch aufnehmen als Kälber, welche nur periodisch getränkt werden.

STEINHARDT und THIELSCHER (1999) konnten bei Kälbern der Rasse Deutsche Holstein Friesian nachweisen, dass verschiedene Haltungsvarianten bis zum 90. Lebensstag Auswirkungen auf die Proteinfraktion des Plasmas haben. Kälber in Einzelhaltung wiesen dabei höhere Plasmaeiweißkonzentrationen auf als solche aus

Gruppenhaltung. STEINHARDT und THIELSCHER (1999) führen dies auf Wechselwirkungen mit der Umwelt sowie eine quantitativ höhere Milchaufnahme zurück.

Analog zu den Ergebnissen dieser Arbeit berichten nahezu alle Autoren von beachtlichen individuellen Schwankungen des Gesamtproteingehaltes, dessen Ursachen in der genetischen sowie hormonellen Regulation, in nutritiven Effekten und in den Auswirkungen des Geburtsvorganges gesucht werden (STEINHARDT et al. 1997; STEFFEN et al. 1997; STEINHARDT und THIELSCHER 2000; WEHREND et al. 2000).

Die Parität der Mutterkühe zeigte einen schwach signifikanten Einfluss zum Gesamtproteingehalt der Kälber ( $p \leq 0,05$ ). Kälber von pluriparen Kühen wiesen die höchsten Gesamtproteinkonzentrationen im Plasma auf, gefolgt von sekundi- und primiparen. NORMAN und Mitarbeiter (1981) konnten nachweisen, dass von der ersten bis zur vierten Laktation ein steigender IgG Gehalt im Kolostrum festzustellen ist. In der Studie wird zudem deutlich, dass bereits vor der ersten Kolostrumaufnahme eine geringfügige, statistisch nicht zu verifizierende, quantitativ höhere Versorgung der Neonaten pluriparer Mutterkühe mit Gesamtprotein besteht.

Die unmittelbar postnatal ermittelten Blutglukosewerte schwankten beträchtlich. Einzeltiere waren mit 1,39 mmol/l stark im hypoglykämischen Bereich, den Gipfel der Spannweite bildeten Kälber mit 9,66 mmol/l. Im Mittel lag die Glukosekonzentration mit  $4,51 \pm 1,78$  mmol/l in Übereinstimmung mit anderen Autoren im normoglykämischen Bereich (HÄBERLE 1986; PEIP 1989; MAACH et al. 1991; BAUMRUCKER et al. 1994; STENGEL 1998). Bis zur zweiten Lebensstunde kam es zu einem geringfügigen Abfall des mittleren Glukosewertes. Diese Tendenz ist auf Energieverluste durch den anlaufenden Stoffwechsel und Wärmebildung in Verbindung mit fehlender Energiezufuhr zu erklären. Auch HÄBERLE (1986) und PEIP (1989) beschreiben eine gleichsinnige Entwicklung. Der 24-Stunden-Wert, zeigte einen signifikanten Anstieg um über 50% auf  $6,59 \pm 1,50$  mmol/l, wobei auch nach der 72. Stunde das Niveau annähernd gleich blieb ( $6,44 \pm 1,03$  mmol/l). Der steile Anstieg der Blutglukose ist auf die Aufnahme an Kolostrum zurückzuführen. Mehr als 70% der Kälber hatten bis zur Vollendung der zweiten Lebensstunde

Kolostrum aufgenommen. Mit einem postprandialen Glukoseanstieg ist nach zwei Stunden zu rechnen. Neben der einfachen Resorption von Glukose durch den Digestionstrakt, besitzen bisher nicht näher spezifizierte Inhaltsstoffe im Kolostrum die Fähigkeit zur Förderung der Glukoneogenese (BLUM et al. 2000; ZANKER et al. 2001). Milchrindkälber aus konventioneller Aufzucht weisen eine geringere Stabilität in der Homöostase der Blutglukose auf. Als ursächlich muss die häufigere Aufnahme von kleineren Rationen in der Mutterkuhhaltung gesehen werden (EGLI und BLUM 1998). Auffällig ist, dass sich die Spannweite der vorgefundenen Werte von der zweiten bis zur 72. Lebensstunde beträchtlich verringert, was auf die Adaptation der Regulationsmechanismen hindeutet (STENGEL 1998). Wechselwirkungen der Geburtsart auf die Glukosekonzentration konnten nicht nachgewiesen werden. Übereinstimmend damit berichten BELLOWS und LAMMOGLIA (1999), dass eine leichte Geburtshilfe keinen Einfluss auf die Blutglukose von neugeborenen Kälbern hat. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass weibliche Kälber von unmittelbar nach der Geburt bis zum 3. Lebenstag signifikant höhere Blutglukosespiegel aufwiesen als männliche Tiere ( $p \leq 0,01$ ).

### Serumlipide

Innerhalb der ersten 72 Lebensstunden zeichnete sich bei den Probanden keine Stabilisierung des Serumlipidniveaus ab. Sowohl die Triglyzeride als auch das Cholesterin stiegen von einem postnatal niedrigen Level stetig über den gesamten Untersuchungszeitraum an. Die mittlere Cholesterinkonzentration, steigerte sich von der Geburt ( $0,596 \pm 0,246$  mmol/l) bis zur 72. Lebensstunde um den Faktor drei auf  $1,524 \pm 0,388$  mmol/l. Bei den Triglyzeriden stellte sich diese Steigerung noch deutlicher dar. Auffällig ist, dass ein Anstieg der Serumlipide bereits zum zweiten Messzeitpunkt zwei Stunden *post natum* zu beobachten ist. Mit einer Resorption von kolostralen Fetten ist erst eine Stunde nach ihrer Aufnahme zu rechnen. Da nur ein geringer Anteil der Neonaten bis zum Ende der ersten Lebensstunde Kolostrum aufgenommen hatte, ist anzunehmen, dass der Anstieg der Blutcholesterin- und Triglyzeridwerte auf eine Aktivierung der körpereigenen Reserven zurückzuführen ist (BLUM et al. 1997). Ein frappanter Anstieg der Neutralfette ist erst nach der ersten Kolostrumaufnahme festzustellen. Diese Beobachtung machten auch WEHREND

und Mitarbeiter (1999) an Ferkeln. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Fettstoffwechsel beim bovinen Neonaten unmittelbar nach der Geburt grundlegender als bei erwachsenen Rindern durch die Aufnahme von Fetten beeinflusst wird. Die am ersten Tag aufgenommene Nahrung wirkt am nachhaltigsten auf den Fettmetabolismus des Kalbes. Eine reduzierte Lipaseaktivität ist dabei der Hauptgrund für eine unzureichende Fettresorption. Darüberhinaus ist eine funktionelle Reife des Leberstoffwechsels und die damit verbundene Gallensäureproduktion essentiell für die Fettsäureresorption. Bioaktive Substanzen, die im Kolostrum vorhanden sind, wirken zusätzlich positiv auf die Absorption von Fettsäuren, Cholesterin und Triglyzeriden (BLUM et al. 1997; EGLI und BLUM 1998; BLUM und HAMMON 2000). Bezüglich der Entwicklung der Triglyzerid- und Cholesterinspiegel im Blut neugeborener Kälber aus Mutterkuhhaltung fehlen derzeit Untersuchungen, die eine vergleichende Interpretation der vorgefundenen Werte zulassen. Lediglich BLUM und Mitarbeiter (1997) beschäftigten sich in jüngerer Vergangenheit näher mit diesen Parametern und stellten dabei fest, dass die Cholesterinkonzentrationen im Plasma von Kälbern in den ersten Lebensstagen signifikant ansteigen, ebenso die Triglyzeridkonzentration (BLUM et al. 1997; EGLI und BLUM 1998). Der Stoffwechsel des menschlichen Neugeborenen ist durch Umschalten von Glukoseoxidation auf Lipolyse und Oxidation von Fettsäuren charakterisiert. Dadurch kommt es zu einem Abfall der Glukosekonzentration und einem Anstieg freier Fettsäuren. Fettsäuren bleiben dann niedrig, wenn frühzeitig Glukose oral zugeführt wird. Innerhalb der ersten 72 Stunden konnten jedoch in der vorliegenden Untersuchung keine Wechselwirkungen zwischen der Blutglukose und der Konzentration von Triglyzeriden im Blut der Kälber nachgewiesen werden (BEYREIß 1983).

#### Harnpflichtige Substrate im Serum

Harnstoff und Kreatinin als Endprodukte des Proteinstoffwechsels sind in ihrer Serumkonzentration abhängig von der verstoffwechselten Eiweißmenge und auch von der Eliminationsfähigkeit der Nieren. Die Konzentration dieser Metaboliten lässt daher Rückschlüsse auf den Proteinstoffwechsel wie auch auf die Funktionsfähigkeit der Nieren zu. Bei den untersuchten Kälbern zeigten sich unmittelbar nach der

Geburt die niedrigsten Harnstoffkonzentrationen mit  $2,90 \pm 0,90$  mmol/l, bis zwei Stunden *post natum* stieg dieser Wert nur unwesentlich auf  $2,97 \pm 0,89$  mmol/l an. Bereits zum dritten Messzeitpunkt, 24 Stunden nach der Geburt, konnte eine signifikant höhere Konzentration von  $3,31 \pm 1,27$  mmol/l nachgewiesen werden, die bereits im unteren Referenzbereich von adulten Rindern lag. Bis zum Beginn des 4. Lebensstages stieg die Konzentration noch geringfügig auf  $3,76 \pm 2,18$  mmol/l an. Die unmittelbar postnatal gemessenen Harnstoffkonzentrationen weisen zwischen Untersuchungen verschiedener Autoren erhebliche Schwankungen auf. Es finden sich in der Literatur postnatale Harnstoffkonzentrationen von  $1,16 \pm 2,02$  mmol/l (STEINHARDT et al. 1993) bis zu  $3,99 \pm 0,34$  mmol/l (EGLI und BLUM 1998). Die niedrigen Blutharnstoffkonzentrationen erscheinen aufgrund des anabolen Stoffwechsels der Kälber plausibel. Ebenso kongruent zu dieser Beobachtung ist eine Erhöhung nach der ersten Proteinzufuhr durch Kolostrum. Nahezu gleich bei allen Untersuchungen ist festzustellen, dass die Harnstoffkonzentration innerhalb der ersten 24 Lebensstunden ansteigt. Spätestens zum Anfang des zweiten Lebensstages war ein Harnstoffgehalt, unabhängig von äußeren Einflüssen, innerhalb des Referenzbereiches für adulte Rinder festzustellen (KLEE et al. 1985, MAACH et al. 1991, STEINHARDT et al. 1993, STEINHARDT et al. 1996, EGLI und BLUM 1998, STEINHARDT et al. 1998, KÜHNE et al. 2000, STEINHARDT und THIELSCHER 2000, BLUM und HAMMON 2000, ZANKER et al. 2001). STEINHARDT und Mitarbeiter (1996) belegen bei an Tränkeautomaten großgezogenen Kälbern aus Milchrinderrassen (Holstein Frisian, Deutsche Rotbunte, Deutsche Schwarzbunte und Kreuzungen Galloway x Holstein Friesian), dass mit steigender Körpermasse auch die Harnstoffausscheidungen ansteigen. Die Harnstoffkonzentration zeigte nach der Kolostrumaufnahme einen signifikanten Einfluss der Parität der Muttertiere, sowie schwach signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,05$ ) mit der Geburtsart über die ersten drei Lebensstage. Dies erklärt sich durch die größere Menge an Gesamtprotein, die von Kälbern pluriparer Muttertiere aufgenommen wird und verstoffwechselt werden muss.

Die Kreatininwerte sanken im Plasma von postnatalen  $328,1 \pm 121,4$   $\mu\text{mol/l}$  bis zur zweiten Lebensstunde auf  $309,8 \pm 102,0$   $\mu\text{mol/l}$ . Nach 24 Stunden waren sie um über

50% des Ausgangswertes auf  $152,2 \pm 38,0 \mu\text{mol/l}$  gefallen. Dieser Abfall setzte sich bis zur 72. Lebensstunde fort und erreichte somit eine mittlere Konzentration von  $103,2 \pm 15,9 \mu\text{mol/l}$ , was nur noch einem Drittel des Ausgangswertes entsprach. Der 72-Stunden-Wert lag bereits innerhalb dem für adulte Rinder angenommenen Referenzbereich von 88 – 133  $\mu\text{mol/l}$  (STÖBER und GRÜNDER 1990). KLEE und Mitarbeiter (1985) kamen bei ihren Studien auf fast gleichlautende Ergebnisse. In allen vorliegenden Untersuchungen bleibt der kontinuierliche Abfall der Kreatiningehalte in den ersten Lebenstagen festzustellen (FELDMAN und GUIGNARD 1982; MAACH et al. 1991; STEINHARDT et al. 1998; EGLI und BLUM 1998; STEINHARDT und THIELSCHER 2000). Es muss davon ausgegangen werden, dass der hohe postnatale Kreatininspiegel ein Ausdruck des Systems Fetus-Allantoisflüssigkeit ist. Der Kreatiningehalt der Allantoisflüssigkeit nimmt zum Ende der Gravidität hin zu. Das zeigen auch Untersuchungen beim Menschen (PITKIN und ZWIREK 1967). Es wird angenommen, das Kreatinin vom Fetus selbst stammt und vom Harn über den Urachus in die Allantoisblase gelangt, um wieder resorbiert zu werden. Ein maternaler Ursprung scheint unwahrscheinlich, da dann ein aktiver Transportmechanismus bestehen müsste. In der Allantoisflüssigkeit konnten zum Ende der Gravidität Kreatininkonzentrationen von  $18078,21 \pm 4190,25 \mu\text{mol/l}$  gemessen werden. Der Abfall der Kreatininkonzentration im Serum von neugeborenen Kälbern lässt darauf schließen, dass die glomeruläre Filtrationsrate in vergleichbarer Höhe wie bei älteren Kälbern liegt. Die Daten weisen auf eine uneingeschränkte Nierenfunktion bei neugeborenen Kälbern hin (KLEE et al. 1985).

#### Dynamik der Elektrolyte im Blut neugeborener Kälber

Trotz gravierender Umstellungs- und Adaptationsprozesse im Stoffwechsel der Neonaten war die Elektrolythomöostase von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde gewährleistet. Natrium, Kalium, Chlorid sowie Magnesium blieben über den gesamten Untersuchungsrahmen im Referenzbereich für klinisch gesunde Rinder. Diese Beobachtung wird durch gleichlautende Ergebnisse verschiedener Autoren bekräftigt. Das deutet auf eine früh entwickelte und stabil ausgebildete Fähigkeit zur Elektrolythomöostase hin und mag im hohen Stellenwert eines stabilen Elektrolythaushaltes begründet sein (BAUMGARTNER et al. 1980)

Verantwortlich für die ausgeglichenen Verhältnisse in dem für die Untersuchung zugänglichen Flüssigkeitskompartiment Plasma sind aktive Transportmechanismen der Zellen. Diese sind schon zu einem frühen Zeitpunkt in der Lage, einen Elektrolytausgleich zwischen dem volumenmäßig dominierenden Intrazellulärraum und dem Extrazellulärraum zu schaffen. Die Flüssigkeit des Extrazellulärspaces teilt sich weiter in plasmatische und interstitielle Flüssigkeit auf, was nochmals ein großes Ausgleichspotential für eventuelle Schwankungen der Elektrolyt- oder Volumenmenge erzeugt. Zusätzlich besitzt die neonatale Niere als das für die Homöostase des extrazellulären Kompartiments bedeutendste Organ bereits eine hohe Leistungsfähigkeit. Gleichlautende Ergebnisse bei der Auswertung der Kreatininausscheidung innerhalb der ersten 72 Lebensstunden unterstreichen dies (HARTMANN 1994; WIRTH 1999).

Bei einer differenzierten Betrachtung der Natriumionenkonzentration im Plasma fallen nur geringe Abweichungen auf. So stieg die mittlere Konzentration von  $142,2 \pm 2,3$  mmol/l unmittelbar *post natum* geringfügig auf  $143,2 \pm 2,0$  mmol/l zwei Stunden nach der Geburt. Dieser Abfall ist bedingt durch das physiologische postnatale Harnen des Neugeborenen und eine damit einhergehende geringe Verkleinerung des extrazellulären Volumens. Zu Beginn des zweiten Lebenstages war durch die Kolostrumaufnahme bereits eine „Auffüllung“ der Körperflüssigkeit erfolgt, was zu einem leichten Absinken der Natriumkonzentration auf  $141,5 \pm 2,0$  mmol/l führte. Auch am vierten Lebenstag blieb ein Niveau um 141 mmol/l erhalten (BAUMGARTNER et al. 1980; MAACH et al. 1991).

Das im Extrazellulärraum am stärksten vertretene Kation Chlorid zeigte im Vergleich zum Natrium einen noch stabileren Verlauf und wich erst zum letzten Messzeitpunkt, 72 Stunden nach der Geburt, mit 102,9 mmol/l geringfügig von bis dahin stabilen 104 mmol/l ab. Mit dieser minimalen Veränderung weichen die vorgefundenen Werte deutlich von den durch MAACH und Mitarbeiter (1991) dokumentierten Ergebnissen ab. Diese konnten bei schwarzbunten Aufzuchtkälbern vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Ende des ersten Lebenstages eine Absenkung der Chloridionenkonzentration um über 13 mmol/l feststellen.

Die geringen Schwankungen im Kaliumspiegel blieben innerhalb der für adulte Rinder formulierten Referenzbereiche und sind analog zu vorangegangenen Untersuchungen an neugeborenen Kälbern (SCHIESSLER et al. 1977; BAUMGARTNER et al. 1980; MAACH et al. 1991). Ein statistisch schwach signifikanter Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) der Geburtsart und der Geburtsziffer konnte aufgezeigt werden.

Der von verschiedenen Autoren aufgezeigte Abfall der Magnesiumkonzentration im Blut von Kälbern verschiedener Rassen (Deutsches Fleckvieh, Deutsche Holstein Friesian, Niederrungsrassen und Mastrassenanpaarungen) nach der Geburt konnte bis zur 72. Lebensstunde nicht bestätigt werden. Nach einem geringfügigen Absenken bis zur zweiten Lebensstunde von  $0,97 \pm 0,21$  mmol/l auf  $0,93 \pm 0,16$  mmol/l, folgte ein Abstieg auf  $1,11 \pm 0,20$  mmol/l. Bis zur 72. Stunde wurde dann ein mittlerer Magnesiumionengehalt des Plasmas von  $0,90 \pm 0,14$  mmol/l erreicht (BOSTEDT und SCHRAMMEL 1982; STEINHARDT et al. 1993; STEINHARDT und THIELSCHER 2000).

#### 5.2.4 Enzymogramm

Bei der Diskussion des Enzymogramms bleibt zu berücksichtigen, dass keine vergleichbaren Untersuchungen vorliegen, die sich in der hier vorliegenden Art und dem Umfang auf neugeborene Kälber aus der Mutterkuhhaltung beziehen. Bisherige neuere Angaben in der Literatur über den Enzymaktivitätsverlauf von Mutterkuhkälbern in der neonatalen Adaptationsperiode sind relativ lückenhaft und unterscheiden sich von der vorliegenden Arbeit vor allem durch die geringe Größe des Probandenkollektivs und beschränken sich auf die isolierte Beobachtung einzelner Zellenzyme (MANTEUFEL 1975; TREUDE und MÜLLING 1982; BLUM et al. 2000). REINHARDT (1977) beschäftigte sich zwar bei Kälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh mit einem ähnlich großen Spektrum an Enzymen, sein Probandenkollektiv war mit 52 Tieren jedoch wesentlich geringer als in der vorliegenden Untersuchung und unterlag einer artifiziellen Aufzucht. Die in der Literatur zu findenden Ergebnisse sind zudem aufgrund der Weiterentwicklung und Standardisierung der Messverfahren nicht ohne weiteres als Grundlage zu

verwenden. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass in bisherigen Untersuchungen der Tatsache, dass Serumenzyme nicht normal verteilt sind, nicht Rechnung getragen wurde. Nahezu alle Autoren bedienen sich bei der Auswertung des arithmetischen Mittelwertes und der doppelten Standardabweichung, obgleich bei nicht normal verteilten Parametern die Berechnung des geometrischen Mittelwertes und des 95%-Perzentils eine den physiologischen Gegebenheiten gerechtere Aussage zulässt. Ausgehend von einem gesunden Probandenkollektiv liegt unter Angabe des klassischen Referenzbereiches ( $\bar{x} \pm 2s$ ) ein nicht unerheblicher Anteil der Werte außerhalb des Referenzbereiches. Fälschlicherweise würden damit die Probanden mit Werten über- oder unterhalb des Referenzbereiches als krank oder zumindest abweichend von der Norm betrachtet werden. Die Verwendung des geometrischen Mittelwertes und des 95%-Perzentiles zur Bestimmung des Referenzbereiches schränkt die Wahrscheinlichkeit einer falsch-positiven Entscheidung erheblich ein, indem vom Gesamtkollektiv lediglich die 2,5% höchsten und niedrigsten gemessenen Werte ausgeschlossen werden (ABT und ACKERMANN 1981; ACKERMANN 1983; BOFFIN und OSTERKORN 1989; KRAFT 1999).

Unabhängig von den untersuchten Einflussfaktoren treten im gesamten Enzymogramm ausgeprägte individuelle Schwankungen auf. Diese scheinen kennzeichnend für die frühe Adaptationsperiode zu sein und können als Hinweis der Störanfälligkeit endogener Regulationsmechanismen bis zu deren Stabilisierung interpretiert werden (WEHREND et al. 1999). Wie peripartale Untersuchungen an Fohlen gezeigt haben, dürfen jedoch familiäre Dispositionen bezüglich der Höhe einzelner Enzyme nicht unberücksichtigt bleiben (BOSTEDT 1976). Die meisten Zellenzyme erfahren in den ersten Lebensstunden des Kalbes eine Aktivitätssteigerung welche sich innerhalb der ersten und frühen zweiten Adaptationsphase wieder abschwächt. Nicht zu klären war aufgrund des Versuchsaufbaues, inwieweit die Kolostrumaufnahme und damit die Resorption großmolekularer Substanzen Einfluss auf das Enzymprofil haben.

Veränderungen des Serumenzymspiegels werden auf endogene Veränderungen wie Adaptationsvorgänge im Stoffwechsel, der Hämodynamik und des

Erythrozytenabbaues zurückgeführt. Zellpermeabilitätsänderungen durch Hormoneinfluss sowie die Schädigung von Zellen durch Hypoxie oder Traumata spielen hierbei eine große Rolle (KELLER 1971; GRÜN und KLÖTZER 1972; BOGIN und SOMMER 1974; FRIEDEL et al. 1976; REINHARDT 1977; BOSTEDT und REINHARDT 1979; BOSTEDT 1983; LACKMANN et al. 1993). Eine exogene Beeinflussung des Serumenzymprofils geschieht durch die Aufnahme von Kolostrum (TOLLERSUND und BAUSTAD 1970; FRERKING et al. 1982; BLUM et al. 2000).

Auffallend bei den meisten der beobachteten Serumenzymen (AST, AP, GGT, CK) war, dass sowohl Anstiege als auch Abstiege kontinuierlich vonstatten gingen, so dass von einer postpartalen Anflutungs- und einer Eliminationsphase der Zellenzyme ausgegangen werden kann. Bei der ALT und GLDH war aufgrund des Untersuchungszeitraumes lediglich die Anflutungsphase zu beobachten.

Entwicklung der einzelnen Enzymaktivitäten bei neugeborenen Kälbern

Die AST wies unmittelbar nach der Geburt ihre geringste Aktivität auf. Bis zur 24. Lebensstunde kam es dann zu einem stetigen Anstieg auf das Vierfache des Ausgangswertes. Zur 72. Stunde war die Aktivität jedoch wieder um nahezu die Hälfte gesunken. Dies bestätigt die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen. Nahezu identische Enzymaktivitäten beobachtete BOSTEDT (1983) bei neugeborenen Kälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh (REINHARDT 1977; BAUMGARTNER et al. 1980; TREUDE 1982; PICKEL et al. 1989; MAACH et al. 1991). Ein abweichender Verlauf konnte von FRERKING und Mitarbeitern (1982) sowie von EGLI und BLUM (1998) an Kälbern der Rasse Simmentaler ermittelt werden. Einem signifikanten Anstieg bis zum ersten Lebenstag folgten gleichbleibende Aktivitäten über den ersten Lebensmonat hinweg. Die Hauptlokalisation der AST ist im Herz- und Skelettmuskel, danach steht an zweiter Stelle die Leber. Durch die hohe zytoplasmatische Konzentration des Enzyms muss für dessen Freisetzung ins Plasma primär ein Zelluntergang in Betracht gezogen werden, aber auch Kolostrum enthält hohe AST-Konzentrationen. Die Freisetzung von AST in das neonatale Plasma wird so durch die exogene Aufnahme in der Muttermilch, wie auch im Zerfall von Erythrozyten und der Membrandesintegrationen

im peripartalen Zeitraum erklärbar (GRÜN und KLÖTZER 1973; BOSTEDT 1983; BOYD 1989; PICKEL et al. 1989). Die These einer erhöhten AST-Freisetzung durch traumatische und azidotische Noxen wird untermauert durch die Feststellung einer erhöhten AST- und CK- Aktivität ( $p \leq 0,05$ ) bei Kälbern aus Dystokien. Weiter verifizieren lässt sich diese Annahme einer traumatischen Gewebsbeeinträchtigung unter Berücksichtigung der weitgehend muskelspezifischen Kreatinin-Kinase. Auch hier zeigt sich eine gleichlautende, partusbedingte Erhöhung der Enzymaktivität. Auffällig war, dass selbst zum Zeitpunkt der höchsten Aktivität der als physiologisch geltende Maximalwert von 80 U/l bei weitem nicht erreicht wurde, was für eine moderate Zellschädigung der Muskulatur spricht (STÖBER und GRÜNDER 1990; KRAFT et al. 1999). Hinweisend auf eine azidotische Schädigung ist die signifikante pH-Erniedrigung bei Kälbern aus Dystokien ( $p \leq 0,01$ ).

Die Transaminase ALT stieg von der Geburt bis zur 24. Lebensstunde stetig um 100% ihres Ausgangswertes an, veränderte sich dann aber bis zur 72. Lebensstunde nur noch unwesentlich. Interessant dabei ist, dass sich selbst der 72-Stunden-Wert von 6 U/l noch weit unterhalb des in der Literatur für adulte Rinder genannten Mittelwertes von 10 U/l bewegt (STÖBER und GRÜNDER 1990). Eine vergleichbare Entwicklung mit einem geringgradig niedrigeren Plateauwert von 5 U/l (arithmetischer Mittelwert) wurde auch von REINHARDT (1977) bei Fleckviehkälbern festgestellt. Auf wesentlich höhere postnatale ALT-Aktivitäten stieß TREUDE (1982). Er ermittelte bei *per vias naturalis* geborenen Milchrindkälbern Werte um 5,44 U/l (Median). Die ALT ermöglicht beim Rind aufgrund des geringen Organotropismus anders als bei anderen Tierarten keine lokalisierende Diagnostik. Sie ist als zytoplasmatisches Enzym jedoch in der Lage Membrandesintegrationen anzuzeigen. Beim Rind wird die postnatale Erhöhung übereinstimmend auf den Zerfall fetaler Erythrozyten zurückgeführt (KELLER 1971; REINHARDT 1977; KRAFT und DÜRR 1999). In der vorgelegten Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass Fleckvieh- und Limousinkälber von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde niedrigere ALT-Aktivitäten zeigten ( $p \leq 0,05$ ) als die Kälber der Rassen Charolais, Hereford und Angus. Die Geburtsziffer übte ebenfalls einen schwach signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) auf die Aktivität der ALT aus. So war bei Kälbern, welche aus Geburten primiparer Muttertiere stammten, die ALT gegenüber den anderen Gruppen erhöht.

Unterschiede zwischen den Geschlechtern, wie sie bei Ferkeln durch WEHREND und Mitarbeiter (2000) nachgewiesen werden konnten, traten nicht auf.

Die Aktivitätssteigerung der AP war bis zur zweiten Lebensstunde verhalten und betrug gerade 11% des Ausgangswertes. Bis zur Beendigung des ersten Lebenstages kam es jedoch zu mehr als einer Verdoppelung der Aktivität. Nach dem Überschreiten dieses Peaks sank sie wieder auf 80% des Höchstwertes. Der überwiegende Teil vorangegangener Untersuchung bestätigt die Entwicklungstendenzen der AP-Aktivität, nicht hingegen die absoluten Zahlenwerte. EGLI und BLUM (1998) konstatierten bei Simmentaler Kälbern einen stetigen, signifikanten Anstieg der Aktivität von der Geburt bis zum 7. Lebenstag. Die meisten Autoren beschreiben erheblich niedrigere postnatale AP-Aktivitäten, welche nur ein Viertel, in Extremfällen nur ein Zwanzigstel, der in der eigenen Arbeit dargestellten Werte betragen (REINHARDT 1977; BAUMGARTNER et al. 1980; FRERKING et al. 1982; BOSTEDT 1983; FRERKING et al. 1983). Die teilweise frappierenden Differenzen in der Höhe der gemessenen Werte zwischen den Untersuchungen sind zu einem Teil auf die sich verändernden Untersuchungsmethoden zurückzuführen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass nach MANTEUFEL (1975) bei Mastkälbern signifikant höhere AP-Aktivitäten zu erwarten sind als bei Aufzuchtkälbern. Verantwortlich dafür zeichnet die Fütterung, im Speziellen die uneingeschränkte Aufnahme von Kolostrum bei den Mast- im Gegensatz zu den Mutterkuhkälbern. Diese Vermutung wird durch die Erfahrungen bei Lämmern gestützt, bei welchen nach Kolostrumaufnahme eine deutliche Erhöhung der AP aufgrund einer Steigerung der Aktivität des Darm-Bürstensaumes zu beobachten ist (HEALY 1977; THOMSON und PAULI 1981). Diese Beobachtung gilt wohl für Neonaten nahezu aller Tierarten und steht im Zusammenhang mit einer hohen postnatalen Aktivität von Isoenzymen im Bürstensaum des Darmepithels, einer erhöhten Osteoblastentätigkeit, aber auch der Nierenreifung, welche mit einer ausgeprägten AP-Aktivität verknüpft ist (KOLB und SCHMIDT 1976; BOSTEDT 1983; WEHREND et al. 2000).

Unabhängig von Geburtsart, Parität, Rasse und Geschlecht stieg die GGT bei sämtlichen Kälbern bis zur zweiten Lebensstunde um das Vierfache an. Nach diesem sprunghaften Anstieg wurde der Peak 24 Stunden *post natum* erreicht. Hier betrug

die Enzymaktivitäten mehr als das Zwanzigfache des Ausgangswertes. Nach weiteren 48 Stunden hatte die GGT nur noch ein Drittel ihres Spitzenwertes. Obgleich die GGT beim Kalb hauptsächlich in Niere, Leber und Pankreas lokalisiert ist und als Indikator für die entsprechende Organdiagnostik herangezogen werden kann, ist der drastische Anstieg dieses Enzyms bei Neonaten in erster Linie auf die Aufnahme von Kolostrum zurückzuführen. Im übereinstimmenden Tenor der Publikationen kann die GGT-Aktivität im Plasma von neugeborenen Kälbern als Indikator für die Kolostrumaufnahme herangezogen werden (THOMSON und PAULI 1981; BOEDIKER 1991; BOGIN et al. 1993; PERINO et al. 1993; BOSTEDT et al. 1997; PARISH et al. 1997; BOSTEDT 1989; STENGEL 1998; BLUM et al. 2000). Ob die Höhe der im Kälberserum gemessenen GGT allerdings als quantitativer Parameter für die Menge des aufgenommenen Kolostrums verwendet werden kann, bleibt umstritten und war anhand des Versuchsaufbaues nicht zu klären. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass individuelle Differenzen in der GGT-Konzentration der Muttermilch vorliegen. In der Literatur finden sich Angaben über mittlere GGT-Aktivitäten im Kolostrum, die zwischen 10233 U/l und 18600 U/l schwanken. Einzelne Tiere weisen Schwankungsbreiten von 2900 U/l bis 27200 U/l auf (BRAUN et al. 1982; BRAUN et al. 1983; BOYD 1989). Fest steht jedoch, dass Kälber, die in den ersten Lebenstagen Kontakt mit ihrer Mutter haben, deutlich höhere plasmatische GGT-Aktivitäten aufweisen als solche, die unmittelbar *post natum* von den Muttertieren getrennt werden. Als Ursache hierfür ist bei Kälbern in Mutterkuhhaltung die hochfrequente Aufnahme von Kolostrum zu sehen, die sich positiv auf die Resorptionskapazität auswirkt (REINHARDT 1977; FRERKING et al. 1983; BOSTEDT 1983; MAACH et al. 1991; STENGEL 1998). Der rasche Abfall der Enzymaktivität nach dem 24-Stunden-Peak ist darauf zurückzuführen, dass die kolostrale GGT-Konzentration *post partum* mit Reifung der Milch absinkt, die Permeabilität für die hoch molekularen Enzyme im Kälberdarm sich postpartal rasch verringert und zusätzlich die Halbwertszeit für GGT von 15 Stunden für eine schnelle Elimination sorgen (BOYD und BOYD 1987). Eine selektive Ausscheidung über die Niere, ähnlich wie sie durch JEFFCOTT und JEFFCOTT (1974) beim Fohlen beobachtet wurde, ist allerdings auch in Betracht zu ziehen.

Die GLDH wird als leberspezifisches Enzym mit höchster Aktivität im zentrolobulären Leberläppchenbereich angesehen. Bis 30 U/l GLDH-Aktivität werden beim adulten Rind als unauffällig beurteilt. Auffallend ist, dass trotz einer eminenten Erhöhung der GLDH beim Rinderneonaten mit einer Steigerungsrate von über 400% von der Geburt bis zur 72. Stunde die mittlere Aktivität von  $15,7 \pm 2,4$  U/l nicht überschritten wird. Von den initial *post natum* gemessenen  $3,6 \pm 1,7$  U/l vollzieht sich bis über den gesamten Untersuchungszeitraum hinweg eine stetige Steigerung. Ein fortwährender Aktivitätsanstieg bis zum 7. Tag *post natum* wird auch von EGLI und BLUM (1998) beschrieben. REINHARDT (1977) stellte bei *per vias naturalis* geborenen Rinderneonaten der Rasse Deutsches Fleckvieh innerhalb der ersten neun Lebenstage zwei GLDH Peaks fest, den ersten 12 Stunden nach der Geburt in einer Größenordnung von 6 U/l und den zweiten 96 Stunden *post natum*, wiederum mit 6 U/l. Zwischen der 12. und 96. Stunde senkten sich die Aktivitäten deutlich ab. Zu keinem Messzeitpunkt konnten jedoch von REINHARDT (1977) Aktivitäten von 15 U/l festgestellt werden. Als PICKEL und Mitarbeiter (1989) Deutsch Schwarzbunte Kälber, die per Kaiserschnitt entwickelt wurden, untersuchten, kamen sie zu einem der vorliegenden Untersuchung ähnlichen Verlauf. Sie stellten ein Aktivitätsmaximum um die 72. Lebensstunde mit einem anschließenden Absinken bis zum 5. Lebenstag fest. In den bisherigen Veröffentlichungen, in denen Rückschlüsse auf untersuchte Rassen möglich sind, differieren die festgestellten GLDH Aktivitäten teilweise erheblich. Hinweisend darauf sind die in der eigenen Untersuchung festgestellten schwachen Wechselwirkungen ( $p \leq 0,05$ ) zwischen Rasse und GLDH Aktivitäten. Neben der Rasse übt auch die Parität einen statistisch schwach signifikanten Einfluss ( $p \leq 0,05$ ) auf die GLDH Aktivitäten aus. Kälber von Secundiparae wiesen dabei höhere GLDH-Werte auf als Primiparae oder Pluriparae. Dieser Umstand fand in der bisherigen Literatur keine Erwähnung. Eine schlüssige Deutung dieses Phänomens kann aufgrund der vorliegenden Ergebnisse nicht gegeben werden.

Die im Plasma enthaltene CK stammt in ihrer Majorität aus der Skelettmuskulatur und dem Myokard (KRAFT et al. 1999). Beide werden peripartal durch das Einsetzen der Eigenmotilität, durch intrapartale Kompression und Umstellung des Herz-Kreislaufsystemes erheblich gefordert. Diese Belastung schlägt sich im Aktivitätsverlauf der CK nieder. Die kurz postnatal niedrigen CK-Werte steigen bis zur

---

zweiten Lebensstunde um das Vierfache auf einen Peak an. Der 24-Stunden-Wert war bereits wieder abgesunken. Am Ende des dritten Lebenstages lag die CK-Aktivität wieder auf der Höhe des Ausgangswertes. Dieser Verlauf in Zusammenhang mit dem Eliminationsverhalten der CK spricht für eine intra- und unmittelbar postpartale Freisetzung. Als auslösende Faktoren kommen die Kompression der Skelettmuskulatur des Neonaten, wie auch die Herzbelastung *intra partum* in Frage. Bestätigt wird dies durch die signifikant ( $p \leq 0,01$ ) höheren CK-Aktivitäten bei Neonaten aus Dystokien, die unter der Geburt besonderen muskulären und kardiogenen Belastungen ausgesetzt waren. Einzeltiere aus Schweregeburten erreichten maximale CK-Aktivitäten von 4300 U/l. Im Mittel waren die Aktivitäten von Kälbern aus Dystokien um 80% höher als die ohne Geburtshilfe geborenen Kälben. In der Literatur wird die Wechselwirkung zwischen Partus und CK-Aktivität wie beschrieben beurteilt. Die Höhe der gemessenen Aktivitäten schwankt aufgrund der unterschiedlichen Messzeitpunkte und Verfahren nicht unerheblich (BAUMGARTNER et al. 1980; BOYD 1989; PICKEL et al. 1989; EGLI und BLUM 1998).

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Die genaue Kenntnis über postnatale Anpassungsreaktionen bildet die Grundlage zur Einschätzung der frühen Entwicklung von Kälbern. Trotz der sich weiter vergrößernden Bedeutung der Mutterkuhhaltung fand bislang dieser Teilaspekt der Neonatologie kaum Beachtung. Vor dem Hintergrund, dass fast die Hälfte der Verluste in der Aufzucht von Kälbern in Mutterkuhhaltung im Zeitraum bis zur 48. Lebensstunde stattfinden, ist dies unverständlich (BUSATO et al. 1997). In der bisher existierenden Literatur wird lediglich auf sehr begrenzte Teilbereiche der postnatalen Anpassung eingegangen. Keine der Veröffentlichungen befasst sich in einem derartigen Umfang mit der postnatalen Adaptation bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung.

Um anhand klinischer und labordiagnostischer Werte eine exakte Einschätzung von Neonaten in der ersten und frühen zweiten Adaptationsphase durchführen zu können, standen bislang lediglich klassische Referenzbereiche von Kälbern aus konventioneller Haltung zur Verfügung. Dabei wurde weder die physiologische Schwankungsbreite von Werten innerhalb eines gesunden Kollektivs angemessen berücksichtigt noch auf das genaue Alter von Kälbern eingegangen, welches gerade in der frühen Adaptation eine wichtige Rolle spielt.

Ziel dieser Arbeit war es daher, die sensible Phase der ersten und frühen zweiten Adaptationsphase, von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde, bei Kälbern fleischbetonter Rassen in einem geschlossenen Mutterkuhbestand näher zu untersuchen, um daraus folgend einen Beitrag zur Erstellung von nicht parametrischen Referenzbereichen für klinische und labordiagnostische Parameter für diese Zeitspanne zu leisten. Ein weiteres Ziel war es, Korrelationen zwischen klinischen und labordiagnostischen Parametern aufzudecken, um so klinisch relevante Beziehungen herstellen zu können

Um den Belangen der Praxis gerecht zu werden, wurde weiterhin eine Einschätzung der Vitalität anhand leicht zu erhebender ethologischer Befunde, wie erstes Kopfheben *post natum*, erstes sicheres Stehen und erste Kolostrumaufnahme durchgeführt. Anschließend fand eine Gegenüberstellung der Ergebnisse mit dem etablierten, nach MÜLLING modifizierten APGAR-Score statt.

Als Probanden standen insgesamt 115 mature Kälber verschiedener Rassen aus einem geschlossenen Mutterkuhbestand zur Verfügung. In die Untersuchung einbezogen wurden lediglich Einlingskälber die per Eutokie (n = 98) oder leichter Geburtshilfe (n = 17) zur Welt kamen.

Neben der klinischen Vitalitätsbewertung unmittelbar nach der Geburt erfolgten zu vier Messzeitpunkten (unmittelbar *post natum*, zwei Stunden, 24 Stunden und 72 Stunden p. n.) Messungen der Körpertemperatur und je eine Blutprobenentnahme aus der *Vena jugularis*. Eine Teilprobe wurde zur Bestimmung des Blutgasstatus und einzelner labordiagnostischer Parameter vor Ort ausgewertet, die zweite Teilcharge kam nach Gefrierkonservierung im Labor der Klinik zur Analyse. Folgende 20 Parameter kamen dabei zur Auswertung: pH, Base Excess, Kohlendioxidpartialdruck, Hämatokrit, Gesamtprotein, Glukose, Triglyzeride, Cholesterin, Harnstoff, Kreatinin, Natrium, Kalium, Chlorid, Magnesium, AST, ALT, AP, GGT, GLDH und CK.

Die statistische Auswertung erfolgte unter Verwendung des Statistik - Programmpaketes BMDP / Dynamic, Release 7,0. Zur Beschreibung der Daten wurden bei angenäherter Normalverteilung der arithmetische Mittelwert ( $\bar{x}$ ), die Standardabweichung ( $\pm s$ ), Minima, Maxima sowie die Spannweite berechnet. Bei nicht normal verteilten Merkmalen wurden die Werte für die statistische Auswertung logarithmisch transformiert und mit Hilfe geometrischer Mittelwerte ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktoren (SF) ausgeführt. Die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde unter Berücksichtigung der Faktoren Alter, Rasse, Geschlecht und Geburtsart der Kälber sowie Geburtsziffer des Muttertieres vorgenommen. Die Datensätze wurden über eine fünffaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung im Faktor Zeit unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen mit dem Programm BMDP 5V durchgeführt. Die Berechnung der Haupteffekte erfolgte über den Zeitraum der ersten 72 Lebensstunden. Die Signifikanzen wurden um andere Einflussfaktoren bereinigt.

Die einzelnen Messgrößen wurden über den Untersuchungszeitraum hochsignifikant ( $p \leq 0,001$ ) durch das Alter beeinflusst. Lediglich das Plasmachlorid zeigte keine signifikanten Veränderungen von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde. Einflüsse der Rasse zeigten sich im Verlauf des Blut-pH-Wertes ( $p \leq 0,01$ ), des Base Excess ( $p \leq 0,05$ ) sowie der Enzyme ALT ( $p \leq 0,05$ ) und GLDH ( $p \leq 0,05$ ).

Als qualitativer Faktor wurde der Zeitpunkt des ersten sicheren Stehens *post natum* schwach signifikant durch das Geschlecht ( $p \leq 0,05$ ) beeinflusst. Die Parameter pH-Wert ( $p \leq 0,05$ ) und Kohlendioxidpartialdruck ( $p \leq 0,01$ ) im venösen Blut sowie die Blutglukose ( $p \leq 0,01$ ) zeigten bis zum dritten Lebenstag ebenfalls Einflüsse durch das Geschlecht der Kälber.

Die Geburtsart übte einen signifikanten Einfluss auf die ethologischen Parameter des ersten Stehens ( $p \leq 0,01$ ) und des ersten Saugens *post natum* ( $p \leq 0,01$ ) aus, die Einstufung nach APGAR wurde sogar hoch signifikant ( $p \leq 0,001$ ) durch die Geburtsart beeinflusst. Labordiagnostisch konnte ein signifikanter Einfluss auf die CK-Aktivität ( $p \leq 0,01$ ) ermittelt werden. pH-Wert, Kaliumkonzentration und AST-Aktivität erfuhren schwach signifikante ( $p \leq 0,05$ ) Beeinflussungen durch die Art der Geburt.

Die Parität der Muttertiere, beeinflusste die Geburtsart signifikant ( $p \leq 0,01$ ). Ebenso wiesen die Serumspiegel des Gesamtproteins ( $p \leq 0,05$ ), von Harnstoff ( $p \leq 0,01$ ), Kalium ( $p \leq 0,05$ ), ALT ( $p \leq 0,05$ ) und GLDH ( $p \leq 0,05$ ) Einflüsse der die Geburtsziffer auf.

Wechselwirkungen der ausgewerteten Parameter mit den untersuchten Faktoren ergaben über die ersten 72 Lebensstunden folgende Zusammenhänge. Im Verlauf der AP-Aktivitäten zeigten sich hoch signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,001$ ) mit den verschiedenen Rassen. Das Geschlecht der Kälber wies ebenso hoch signifikante Wechselwirkungen ( $p \leq 0,001$ ) zur GLDH-Aktivität auf. Wechselwirkungen der Geburtsart und der Zeit waren bei den Messgrößen: pH-Wert ( $p \leq 0,001$ ), Kohlendioxidpartialdruck ( $p \leq 0,01$ ), Base Excess ( $p \leq 0,001$ ), Hämatokrit ( $p \leq 0,001$ ), Harnstoff ( $p \leq 0,05$ ) und AST-Aktivität ( $p \leq 0,05$ ) statistisch nachweisbar. Auf die Parameter Harnstoff ( $p \leq 0,001$ ), Natrium ( $p \leq 0,05$ ), Kalium ( $p \leq 0,05$ ), Chlorid ( $p \leq 0,05$ ) und ALT-Aktivität ( $p \leq 0,05$ ) waren Wechselwirkungen der Geburtsziffer der Muttertiere von der Geburt bis zur 72. Lebensstunde darstellbar.

Korrelationen zwischen den in der Praxis einfach zu erhebenden Parametern Körpertemperatur und Blutglukose und den für die postnatale Adaptation wichtigen Indikatoren pH, Kohlendioxidpartialdruck und Base Excess wurden aufgedeckt. Die

Körpertemperatur der Kälber korrelierte unmittelbar nach der Geburt signifikant ( $p \leq 0,01$ ) mit dem Blut-pH-Wert ( $r = -0,283$ ) und dem Kohlendioxidpartialdruck ( $r = +0,284$ ). Zum Base Excess bestand postnatal eine schwach signifikante ( $p \leq 0,05$ ) Korrelation ( $r = -0,193$ ). Die Blutglukosewerte korrelierten unmittelbar *post natum* schwach signifikant ( $p \leq 0,05$ ) mit dem Blut-pH ( $r = -0,207$ ), dem Kohlendioxidpartialdruck ( $r = +0,089$ ) und dem Base Excess ( $r = 0,210$ ). Beziehungen zwischen der Körpertemperatur und der Blutglukose konnten statistisch nicht nachgewiesen werden.

Bezüglich qualitativer Vitalitätsmerkmale ist von besonderem klinischen Interesse, dass die erhobenen ethologischen Parameter in teilweise engem Zusammenhang zu der etablierten Beurteilung nach APGAR standen. Das erste Kopfheben *post natum* stand in hoch signifikantem ( $p \leq 0,001$ ) Zusammenhang mit der Vitalitätseinschätzung nach APGAR. Das erste Stehen zeigte einen signifikante ( $p \leq 0,01$ ) und der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme noch einen schwach signifikanten ( $p \leq 0,05$ ) Zusammenhang. Die enge Beziehung zum APGAR-Wert machen die ethologischen Kriterien, erstes Kopfheben, erstes Stehen und erste Kolostrumaufnahme zu einem in der Praxis gut einzusetzenden Instrument zu Vitalitätseinschätzung.

Bei der differenzierten Auswertung der einzelnen labordiagnostischen Parameter und deren Gegenüberstellung mit für Milchrindkälber formulierten Referenzbereichen (STÖBER und GRÜNDER 1990; BERCHTOLD et al.1990; KRAFT und DÜRR 1999) gelangt man zu folgenden Ergebnissen. Durch die, mit Ausnahme von Chloridionen, hochsignifikant ( $p \leq 0,001$ ) vom Entnahmezeitpunkt abhängigen Konzentrationen der unterschiedlichen Parameter ist eine Einschätzung vorgefundener Messwerte innerhalb der ersten 72 Lebensstunden nur unter genauer Berücksichtigung des Alters der Kälber möglich. Unter Zugrundelegung der in der Literatur vorzufindenden Referenzbereiche für Milchrindkälber lagen die Ergebnisse der Elektrolyte (Natrium, Kalium, Chlorid und Magnesium) und des Harnstoffes innerhalb der definierten Referenzbereiche. Die Parameter pH, Kohlendioxidpartialdruck, Base Excess, Hämatokrit, Gesamtprotein, Glukose, Triglyzeride, Cholesterin, Kreatinin, ALT, AP, AST, GGT, GLDH und CK wichen jedoch zumindest zu einem Messzeitpunkt gering

bis erheblich von den Werten aus der Literatur ab. Als Ursache dafür ist die zeitlich undifferenzierte Darstellung der Referenzbereiche wie auch die klinisch wenig sinnvolle Darstellung als klassische Referenzbereiche zu sehen. Zur exakten Einschätzung der labordiagnostisch ermittelten Blutwerte bei neugeborenen Kälbern ist eine vom genauen Alter abhängige Erstellung von Referenzbereichen unter Berücksichtigung nicht parametrischer Referenzbereiche notwendig. Diese wurde anhand eines ausreichend großen Kollektives vorgenommen, dabei blieben die Kälber über den eigentlichen Untersuchungszeitraum hindurch weitere zwei Wochen unter klinischer Beobachtung wobei sich keine klinischen Anzeichen einer Erkrankung zeigten, so dass von einem klinisch gesunden, vitalen Kollektiv ausgegangen werden kann.

Eine zusätzliche Verifizierung der Ergebnisse dieser Arbeit anhand klinischer und ethologischer Befunde kranker Kälber sollte ergänzend in zukünftigen Untersuchungen erfolgen.

## 7 SUMMARY

The exact knowledge of the postnatal adaptation reactions is the basis to judge the development of calves at an early stage. Despite the growing importance of raising suckler cow management system, this particular aspect of neonatology hardly found any attention. Considering the fact that during the raising period of mother cows, almost half of the number of calves are lost during the first 48 hours after birth, this is not quite understandable (BUSATO et al. 1997). In the literature existing to date, only small segments of the adaptation process are being discussed. None of the publications dealt in such detail and comprehensiveness with the postnatal adaptation process of calves in the breeding of suckler cow management system.

To date, only reference values of calves from the conventional milk farming were available to assess exactly neonates based on clinical and laboratory diagnostic values. Here, the physiological fluctuation of values within a healthy population were not considered adequately. In addition, the exact age of the calves was not considered. However, this plays an important role especially in the early adaptation process.

The aim of the present study was to illustrate the sensitive time of the first and the early second adaptation period from birth to the 72. hour of life in different races of beef cattle in one herd. Furthermore non parametric reference values for clinical and laboratory diagnostic parameters for this period of adaptation were described. Another aim was to find correlations between clinical and laboratory parameters to show relations of clinical relevance.

In order to deal with all aspects of the practice, also the vitality was evaluated. This could easily be done by ethological findings such as: first raising of the head *post natum*, first firm standing and colostrum intake. Subsequently, the results were compared with those of the APGAR-Score modified by MÜLLING (1976).

For tests, a total of 115 mature calves of different races out of a close suckler cow management system herd was available. Only those calves were included in the

research which were single calves and which were given birth by Eutokia (n = 95) or by light obstetrics (n = 17).

Besides the clinical evaluation of the vitality immediately after birth, values of the body temperature were taken at four different stages (immediately *post natum*, 2 hours p. n., 24 hours p. n. and 72 hours p. n.) and one blood sample was taken each time from the *vena jugularis*. One sample was taken on the spot to determine the gas status of the blood and various other laboratory diagnostic parameters. The second sample came after deepfreeze conservation in to the laboratory of the clinic for further analysis. The following 20 parameters were evaluated: pH, base excess, carbondioxide partial pressure, hematocrit, total protein, glucose, triglyceride, cholesterol, uric acid, creatinin, sodium, calium, potassium, chloride, magnesium, AST, ALT, AP, GGT, GLDH and CK.

The statistical evaluation was done with the aid of the statistic program package BMDP/Dynamic, Release 7.0. For the description of the data with near to normal distribution the arithmetical average value ( $\bar{x}$ ), the standard distribution ( $\pm s$ ), minimum and maximum as well as the range were determined. In case of those characteristics with abnormal distribution the values for the statistical evaluation were logarithmically transformed and calculated with the aid of geometrical average values ( $\bar{x}_g$ ) and distribution factors (SF). When doing the statistical evaluation of the results factors such as: age, race, sex, kind of birth of the calves as well as the number of births given by the mother cow were considered. The data collected were then evaluated by using a factor five variance analysis with repeated measuring during the factor time with the aid of the program BMDP 5V and also by considering any interactions. The determination of the main effects was done during the first 72 hours after birth.

The development of the single values over the time period of the research was highly influenced by the age ( $p \leq 0.001$ ). Only the plasma chloride did not show any significant fluctuation from birth till the 72nd hour. Influence of the race was found during the course of the blood-pH-value ( $p \leq 0.01$ ), of the base excess ( $p \leq 0.05$ ) and also of the enzymes ALT ( $p \leq 0.05$ ) and GLDH ( $p \leq 0.05$ ).

The time of first firm standing *post natum* as a qualifying factor was only weak significantly ( $p \leq 0.05$ ) influenced by the sex. The parameter blood-pH ( $p \leq 0.05$ ), blood glucose ( $p \leq 0.01$ ) and carbondioxide partial pressure ( $p \leq 0.01$ ) also proved influence of the sex of the calves during the first 3 days after birth.

The kind of birth had a significant influence on the ethological parameter of the first standing ( $p \leq 0.01$ ) and the first suckling *post natum* ( $p \leq 0.01$ ). When judging according to APGAR the correlation was even highly significant ( $p \leq 0.001$ ). In the laboratory diagnostics a significant influence on the CK-activity ( $p \leq 0.01$ ) could be found. pH-value, potassium concentration and AST-activity were weak significantly influenced ( $p \leq 0.05$ ) by the kind of birth.

The kind of birth was significantly influenced ( $p \leq 0.01$ ) by the fact how often a mother cow already had given birth to calves. The serum level of the total protein ( $p \leq 0.05$ ), of the uric acid ( $p \leq 0.01$ ), potassium ( $p \leq 0.05$ ), ALT ( $p \leq 0.05$ ) and GLDH ( $p \leq 0.05$ ) also showed their correlation to the number of birth.

Interactions of the parameters with the factors under examination showed during the first 72 hours after birth following coherence: During the course of the AP activities of the different races significant interactions became obvious ( $p \leq 0.001$ ). The sex of the calves also showed highly significant interactions ( $p \leq 0.001$ ) towards the GLDH activity. Interactions of the kind and time of birth could also statistically be proven for the parameters: pH value ( $p \leq 0.001$ ), carbondioxide partial pressure ( $p \leq 0.01$ ), base excess ( $p \leq 0.001$ ), hematocrit ( $p \leq 0.001$ ), uric acid ( $p \leq 0.05$ ) and AST activity ( $p \leq 0.05$ ). For the parameters uric acid ( $p \leq 0.001$ ), sodium ( $p \leq 0.05$ ), potassium ( $p \leq 0.05$ ), chloride ( $p \leq 0.05$ ) and AST activity ( $p \leq 0.05$ ), an interaction could be found to the number of births given by the mother cow from the date of birth till the 72<sup>nd</sup> hour after birth.

Correlation was discovered between body temprature and blood glucose which in practice can easily be measured and the indicators for the postnatal adaptation such as pH, carbondioxide partial pressure and base excess. The body temperature of the calves correlated after birth directly and significantly ( $p \leq 0.01$ ) with the blood-pH-value ( $r = -0.283$ ) and the carbondioxide partial pressure ( $r = +0.284$ ). There existed

a slightly significant ( $p \leq 0.05$ ) correlation ( $r = -0.193$ ) to the base excess. The blood glucose values correlated directly *post natum* slightly significantly ( $p \leq 0.05$ ) with the blood-pH ( $r = -0.207$ ) with the carbondioxide partial pressure ( $r = +0.089$ ) and with the base excess ( $r = 0.210$ ). A relation between the body temperature and the blood glucose could statistically not be found.

For the qualitative vitality properties it is of particular clinical interest to know that the found ethological parameters partially were in close connection to the established judgement according to APGAR. The first raising of the head *post natum* was in a highly significant connection ( $p \leq 0.001$ ) with the judgement of the vitality by APGAR. The first standing up showed a significant ( $p \leq 0.01$ ) and the time of first intake of cholostrum still a weak significant ( $p \leq 0.05$ ) correlation. The close relation to the APGAR-value makes the ethological criteria first raising of the head, first standing up and first intake of cholostrum to an instrument that can well be used in practice to judge the vitality.

When exactly evaluating the various laboratory diagnostic parameter and their comparison with the reference values for dairy calves (STÖBER und GRÜNDER 1990; BERCHTOLD et al. 1990; KRAFT und DÜRR 1999), following results were achieved: with the exception of chloride ions, the concentration of the various parameters is depending on the time of first evaluation and is highly significant ( $p \leq 0.001$ ). For this reason an evaluation of the found values is only possible during the first 72 hours and when taking into consideration the exact age of the calves.

Based on the reference values for dairy calves found in the literature the values in this study for electrolytes (sodium, potassium, chloride and magnesium) and for uric acid were within the defined reference values. The parameter pH, base excess, carbondioxide partial pressure, hematocrit, total protein, glucose, triglyceride, cholesterol, creatinin, AST, ALT, AP, GGT, GLDH and CK, however, were differing slightly to markedly from those values found in the literature at least at one particular moment of measuring. Reason for this is the demonstration of the values at not particularly defined times as well as the classical demonstration of the values which is clinically not suitable. For the exact evaluation of the blood values derived from laboratory diagnostics for newly born calves, a table with values referring to the exact

age and also considering the non-parameter values must be created. This table was set up based on a sufficiently great number of cases. During the time of research the calves remained for another two weeks under clinical observation. During this period, no signs of a disease could be observed. Therefore, it can be presumed that the animals were clinically healthy.

The findings of this research should be completed in future by ethological and clinical research on sick calves.

## 8 LITERATURVERZEICHNIS

- ABT, K.; ACKERMANN, H. (1981)  
Univariate und multivariate Normbereiche in der Medizin.  
Med. Welt 32, 409-413
- ABOUZITE, M.; ALDAKER, M. B.; FELAT, S.; SAHIBI, H.; BADDOURI, K. H. (1997)  
Development post-natal du pouvoir de concentration renal, du systeme rene-  
angiotensine et des hormones cortico-surrealiennes chez le veau.  
Reprod. Nutr. Dev. 37, 285-292
- ACKERMANN, H. (1983)  
Sind „± 2s“-Bereiche nützliche diagnostische Hilfsmittel?  
Med. Welt 34, 212-215
- AMMANN, H.; BERCHTOLD, M.; SCHNEIDER, F. (1974)  
Blutgas- und Säuren-Basen-Verhältnisse bei normalen und  
asphyktischen Kälbern.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 87, 66-68
- APGAR, V. (1953)  
A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant.  
Curr. Res. Anesth. Anal. 32, 260-267
- AVL Scientific Corporation (1999)  
Benutzerhandbuch zu AVL CCA OPTI 3  
PD7014 REV B
- BAUER, K. (2001)  
Neonatologie  
in: Pädiatrie; SPEER, Ch. P. und GAHR, M. (Hrsg.)  
Springer Verlag
- BAUMRUCKER, C. R.; GREEN, M. H.; BLUM, J. W. (1994)  
Effects of dietary RHIGF-I in neonatal calves on the appearance of glucose,  
insulin, D-xylose, globulins and gamma-glutamyl-transferase in blood  
Domest. Anim. Endocrinol. 11, 4, 393-403
- BAUMGARTNER, W.; SCHLERKA, G.; PETSCHENNING, W. (1980)  
Untersuchungen über den Blutgas - Säure - Basen - Haushalt,  
Elektrolytgehalt, einige Enzyme und Inhaltsstoffe im Blut neugeborener Kälber.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 87, 18-20

- BELLOWS, R. A.; LAMMOGLIA, M. A. (1999)  
Effects of severity of dystocia on cold tolerance and serum concentrations of glucose and cortisol in neonatal beef calves.  
*Theriogenology* 53, 803–813
- BERCHTOLD, J.; HARTMANN, H.; HOFMANN, W. (2000)  
Bedeutung respiratorischer Kompensationsvorgänge bei Azidosen des Kalbes  
*Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 107, 10-16
- BERCHTOLD, M.; ZAREMBA, W.; GRUNERT, E. (1990)  
Kälberkrankheiten  
in: Neugeborenen und Säuglingskunde der Tiere, WALSER, K.; BOSTEDT, H.  
Enke Verlag, Stuttgart, 260-335
- BEYREIß K. (1983)  
Pathobiochemische Probleme untergewichtiger Neugeborener  
*Mh. Vet. Med.* 38, 64-68
- BLUM, J. W.; HADORN, U.; SALLMANN, H. P.; SCHUEP, W. (1997)  
Delaying colostrum intake by one day impairs plasma lipid, essential fatty acid, carotene, retinol and  $\alpha$ -tocopherol status in neonatal calves.  
*J. Nutr.* 127, 2024–2029
- BLUM, J. W.; HAMMON, H. (2000)  
Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves.  
*Livest. Prod. Sci.* 66, 151–159
- BLUM, J. W.; HAMMON, H. (2000)  
Bovines Kolostrum: Mehr als nur ein Immunglobulinlieferant.  
*Schweiz. Arch. Tierheilk.* 142, 221-228
- BOEDICKER, R. (1991)  
Die Bestimmung der Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT) im Serum als Indikator für die Kolostralmilchversorgung des Kalbes.  
*Tierärztl. Umsch.* 46, 190-192
- BOFFIN, U.; OSTERKORN, K. (1989)  
Alternativen zur herkömmlichen Bestimmung von Referenzbereichen.  
*Tierärztl. Prax. Suppl.* 5, 55-57

BOGIN, E.; AVIDAR, Y.; SHENKLER, S.; ISRAELI, B. A.; SPIEGEL, N.; COHEN, R. (1993)

A rapid field test for the determination of colostrum ingestion by calves, based on Gamma-Glutamyltransferase.

Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. 31, 695-699

BOGIN, E.; SOMMER, H. (1976)

Enzymprofile von Herz- und Skelettmuskeln, Leber und Nieren bei Kühen und Schweinen.

Zbl. Vet. Med. A, 23, 394-400

BOGNER, H.; GRAUVOGEL, A. (1984)

Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere.

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

BOUDA, J.; JAGOS, P. (1979)

Protein and enzyme activities in the blood of cows in late pregnancy and in their foetuses

Acta Vet. Brno. 48, 15-18

BOUNOUS, D. I. (1995)

The hematopoietic and lymphoid systems

in: HOSKINS, J. D. Veterinary pediatrics, 2nd edition, Saunders, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokio, 337-377

BOSTEDT, H. (1976)

Untersuchungen über den Gehalt an diagnostisch wichtigen Serumenzymaktivitäten bei fetalen und neugeborenen Kälbern, Lämmern, Ferkeln und Fohlen unter Berücksichtigung von Geburtsstörungen und maternalen Stoffwechselerkrankungen in der peripartalen Periode.

Arbeits- und Ergebnisbericht SFB 147 (Adaptationsleistungen im prä- und postnatalen Lebensabschnitt) 21-36

BOSTEDT, H. (1983)

Vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des Enzymprofils im Blut von Kälbern und Lämmern in der neonatalen Adaptationsperiode.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 431-438

BOSTEDT, H.; REINHARDT, H. J. (1980)

Zur Entwicklung des Serumenzymprofils bei Ferkeln in den ersten Lebensstunden und -tagen.

Zbl. Vet. Med. A 27, 85-95

- BOSTEDT, H.; THEIN, P. (1990)  
Untersuchung eines Fohlens  
In: Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere, WALSER, K.; BOSTEDT, H. (Hrsg.)  
Enke Verlag, Stuttgart, 140-145
- BOSTEDT, H.; SCHRAMEL, P. (1982)  
Blutserumkonzentrationen von Kalzium und Magnesium sowie der Spurenelemente Eisen, Kupfer und Zink in den ersten Lebenswochen des Kalbes.  
Tierärztl. Umschau 37, 471-476
- BOSTEDT, H.; WOSNIK, M.; HOSPES, R. (1997)  
Effekte der normalen Geburt auf die Aktivität klinisch relevanter Enzyme im Blutplasma von Ziegen und deren Lämmern.  
Dtsch. Tierärztl Wschr. 104, 350-354
- BOYD, J. W. (1989)  
Serum enzyme changes in newborn calves fed colostrum.  
Vet. Clin. Path. 18, 47-51
- BOYD, J. W.; BOYD, A. J. (1987)  
Computer model of the absorption and distribution of colostral immunoglobulins in the newborn calf.  
Res. Vet. Sci. 43, 291-296
- BRANDIS, M. (1989)  
Anpassung und Anpassungsstörungen der Nieren einschließlich des Wasser- und Elektrolytstoffwechsels  
in: Pädiatrie in Praxis und Klinik, BACHMANN, K. - D.; EWERBECK, H.; KLEINHAUER, E.; ROSSI, E.; STALDER, G. (Hrsg.)  
2. Auflage, Gustav Fischer Verlag und Georg Thieme Verlag, 152-154
- BRAUN, J. P.; TAINTURIER, D., LANGIER, C.; BENARD, J. P.; THOUVENOT, J. P.; RICO A. G. (1982)  
Blood plasma Gamma-Glutamyl-Transferase in new born calves.  
A test of colostrum intake.  
XIIth World Congr. of Cattle Amsterdam Proceed. II, 1222-1224
- BRAUN, J. P.; BENARD, V.; BURGAT, V.; RICO, A. K. (1983)  
Gamma- Glutamyltransferase in domestic animals  
Vet. Res. Commun. 6, 77-90
- BÜCHER, Th.; SCHMIDT, S.; SCHMIDT F. W. (1959)  
Vortrag, Ninth middle east medical assambly. Beirut

- BUSATO, A.; STEINER, L.; TONIS, A.; GAILLARD, C. (1997)  
Häufigkeiten und Ursachen von Kälberverlusten und Kälberkrankheiten in Mutterkuhbetrieben.  
I. Methoden der Datenerhebung, Kälbermortalität, Kälbermorbidity  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 104, 131-135
- BUSSE, G.; BOSTEDT, H.; SOBIRAJ, A. (1986)  
Ergebnisse der Blutgasanalytik bei neugeborenen Lämmern unter besonderer Berücksichtigung der neonatalen Atemdepression.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 93, 313-317
- CENTER, S. A.; HORNBUCKLE, W. E.; HOSKINS, J. D. (1995)  
The liver and pancreas.  
in: Veterinary pediatrics, HOSKINS, D. (Hrsg.)  
2nd edition Saunder company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokio 189-227
- DIXON, W. J. (1993)  
BMDP Statistic Software Manual.  
Vol. 1 and 2, University of California Press, Berkley, Los Angeles, London.
- EDWARDS, S. A.; BROOM, D. M. (1982)  
Behavioral interactions of dairy cows with their newborn calves and effects of parity.  
Animal Behav. 30, 525-535
- EGLI, C. P.; BLUM, J.W. (1998)  
Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three month of life sucking simmentaler calves in a cow-calf operation.  
J. Vet. Med. 45, 99-118
- EIGENMANN, U. (1981)  
Der Einfluß geburtshilflicher Maßnahmen auf die Lebensfähigkeit neugeborener Kälber.  
Prakt. Tierarzt 62, 933-940
- EIGENMANN, U. J. E.; RÜDIGER, B.; SCHOON, J. A.; GRUNERT, E. (1983)  
Untersuchungen über die Kolostrumaufnahme und die Immunglobulinabsorption bei Kälbern mit und ohne Geburtsazidose.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 109-113
- FELDMANN, D.; GUIGNARD, J.P. (1982)  
Plasma creatinine in the first month of life.  
Arch. Dis. Child. 57, 123-126

- FINCO, R. (1989)  
Kidney function  
in: Clinical biochemistry of domestic animals.  
KANEKO, J. J.(Hrsg.) 4th edition, Academic press, Inc.
- FISCHER, W.; BUTTE, R. (1974)  
Vergleichende Untersuchungen des Elektrolyt- und Blutstatus bei gesunden  
und an Enteritis erkrankten Kälbern  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 81, 549-609
- FRASER, A. F. (1989)  
A monitored study of major physical activities in the perinatal calf.  
Vet. Rec. 125, 38-40
- FRERKING, H. (1975)  
Entwicklung des Blutbildes beim Rinderfetus während der zweiten Hälfte der  
Tragzeit.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 88, 264-269
- FRERKING, H.; BLESENKEMPER, E.; PETERS - BORG, A. (1984)  
Enzymuntersuchungen bei bis zu drei Monate alten kranken Kälbern sowie  
Ergebnisse der Faktorenanalyse.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 91, 8-12
- FRERKING, H.; BLESENKEMPER, E.; RISTEDT, H. (1982)  
Enzymuntersuchungen bei Kälbern vor und bis zu zwei Stunden nach erster  
Kolostrumaufnahme sowie Ergebnisse der Faktorenanalyse.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 89, 238-241
- FRERKING, H.; BLESENKEMPER, E.; SCHWARZ, E. V. (1983)  
Enzymuntersuchungen bei bis zu acht Wochen alten gesunden Kälbern sowie  
Ergebnisse der Faktorenanalyse.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 90, 213-216
- FROMM, M.; HIERHOLZER, K. (2000)  
Niere  
in: Physiologie der Haustiere, BREVES, G. und v. ENGELHARDT, W. (Hrsg.)  
Enke Verlag, 254-287
- FUCHS, CL. (2001)  
Ökonomischer Nutzen von extensiver und intensiver Tierproduktion.  
Prakt. Tierarzt 82, 578-585
- GERBER, H. (1963)  
Aktivitätsbestimmung von Serumenzymen in der Veterinärmedizin.  
Schweiz. Arch. Tierheilkd. 105, 529-545

- GOLZE, M.; BALTZER, J. (1997)  
Aufbau und Bestandsergänzung von Mutterkuhherden.  
in: Extensive Rinderhaltung, GOLZE, M. (Hrsg.)  
Verlags - Union – Agrar, 20-32
- GROVE-WHITE, D. (2000)  
Resuscitation of the newborn calf.  
Farm Animal Practice, Jan. 2000, 17-22
- GRUNERT, E. (1991)  
Gesundheitsentwicklung von spontan geborenen, mittels Schnittentbindung entwickelten sowie asphyktisch geborenen Kälbern.  
Tierärztl. Umschau, 46, 179-180
- GRUNERT, E. (1993)  
Zur Ätiologie und Prophylaxe der perinatalen Mortalität beim Kalb.  
Collegium Veterinarium XXIV, 67-69
- GRÜN, E.; KLÖTZER, M. (1973)  
Serumenzyme bei neugeborenen Kälbern.  
Mh. Vet. Med. 28, 651–656
- HÄBERLE, K. (1986)  
Zur Korrektur des Azidosezustandes bei neugeborenen Kälbern mit Atemdepression.  
Vet. Med. Diss., Gießen
- HARVEY, W. (1989)  
Erythrocyte metabolism.  
in: KANEKO, J. J. (Hrsg.): Clinical biochemistry of domestic animals, 4th Edition. Academic Press, Inc. San Diego, California
- HARTMANN, H. (1988)  
Pathophysiologische Grundlagen der Infusionstherapie bei Tieren.  
Mh. Vet.-Med. 44, 530-535
- HARTMANN, H. (1994)  
Regulation des Körperwassers und der Elektrolyte.  
in: HARTMANN, H. und MEYER, H. (Hrsg.): Klinische Pathologie der Haustiere.  
Gustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart, 198-202

- HARTMANN, H. (1994)  
Störungen im Säure-Basen-Haushalt  
in: HARTMANN, H. und MEYER, H. (Hrsg.): Klinische Pathologie der  
Haustiere  
Gustav Fischer Verlag , Jena, Stuttgart, 176-193
- HEALY, P. J. (1977)  
Intestinal brush border and lysosomal enzymes and immunoglobulin  
absorption in the newly-born lamb.  
Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci. 60, 1283-1287
- HERFEN, K. (1997)  
Überprüfung verschiedener Therapiemodelle bei der neonatalen  
Atemdepression des Kalbes unter besonderer Berücksichtigung klinischer und  
blutgasanalytischer Vitalitätskriterien.  
Vet. Med. Diss., Gießen
- HERFEN, K.; BOSTEDT, H. (1999)  
Zum Säure- Basen- Status bei neugeborenen Kälbern in den ersten  
Lebenstagen unter Berücksichtigung differenter Vitalitätssituationen.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 112, 166-171
- HERFEN, K.; BOSTEDT, H. (1999)  
Die Korrelation zwischen klinischer und labordiagnostischer  
Vitalitätsbewertung beim neugeborenen Kalb unter besonderer  
Berücksichtigung von Geburtslänge und Geburtsart.  
Wien. Tierärztl. Mschr. 86, 255-261
- JEFFCOTT, L. B.; JEFFCOTT, T. J. (1974)  
Studies on the passive immunity in the foal III.  
The characterization and significance of neonatal proteinuria.  
J. Comp.Path. 84, 455-465
- JEKEL, E. (1986)  
Über Konzentrationsänderungen von Elektrolyten und Spurenelementen im  
Blutplasma von Kälbern in den ersten Lebensstunden und -tagen.  
Vet. Med. Diss., Gießen
- JESSEN, C. (1996)  
Temperaturregulation und Wärmehaushalt.  
in: Lehrbuch der Physiologie; KLINKE, R. und SILBERNAGEL, S. (Hrsg.)  
2. Auflage, Georg Thieme Verlag, 375-387
- KASTENDIECK, E. (1982)  
Zur Interpretation der Fetalblutanalyse während der Geburt.  
Med. Klin. 77, 655-659

- KAYA, G. (2001)  
Untersuchungen über die Auswirkungen unterschiedlicher Umwelttemperaturen beim neugeborenen Lamm in den ersten 72 Lebensstunden.  
Vet. Med. Diss., Gießen
- KELLER, H. (1971)  
Serumenzyme beim Rind: Organanalysen und Normalwerte  
Schweiz. Arch. Tierheilk. 113, 615–626
- KETZ, H. A. (1980)  
Die Physiologie der Niere.  
in: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere, KOLB, E. (Hrsg.)  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- KIELWEIN, G. (1994)  
Zusammensetzung und Bildung der Milch.  
in: Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene  
3. Auflage, Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 18-49
- KLUSSMANN, F. W. (1999)  
Wärmehaushalt und Thermoregulation.  
in: Physiologie; DEETJEN, P. und SPECKMANN, E. - J. (Hrsg.)  
Urban und Fischer Verlag
- KLEE, W.; STEITZ, A.; ELMER - ENGELHARD, D. (1985)  
Untersuchungen über den Kreatinin- und Harnstoff- Blutspiegel gesunder neugeborener Kälber im Hinblick auf deren Nierenfunktion.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 92, 345-348
- KOLB, E.; KOUIDER, S. (1978)  
Neuere Erkenntnisse über den Stoffwechsel der Glukose und der Fruktose bei Kälbern unter physiologischen und experimentellen Bedingungen.  
Mh. Vet. Med. 33, 711-716
- KOLB, E.; SCHMIDT, U. (1976)  
Untersuchungen über das Vorkommen von Isoenzymen der alkalischen Phosphatase in verschiedenen Geweben bei Rind und Schaf.  
Mh. Vet. Med. 31, 536-540
- KÖNIGS, U. (1989)  
Untersuchungen über den Blutserumspiegel von Kreatinin und Ribonuklease bei gesunden und kranken Rindern im Hinblick auf die diagnostische Bedeutung bei Nierenkrankheiten.  
Vet. Med. Diss., Gießen

- KRAFT, W. (1999)  
Referenzbereich, Normalbereich, Normbereich, Normalwert.  
in: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin; KRAFT, W.; DÜRR, U. M.  
(Hrsg.)  
5. Auflage Schattauer Verlag Stuttgart, 1-5
- KRAFT, W.; DÜRR, U. M.; M. FÜRLL, M.; BOSTEDT, H.; HEINRITZI, K. (1999)  
Harnapparat  
in: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin; KRAFT, W.; DÜRR, U. M.  
(Hrsg.)  
5. Auflage, Schattauer Verlag, Stuttgart, 169-201
- KRAFT, W.; DÜRR, U. M. (1999)  
Referenzbereiche  
in: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin; KRAFT, W.; DÜRR, U. M.  
(Hrsg.)  
5. Auflage Schattauer Verlag Stuttgart, 344-365
- KRUGER, J. M.; OSPORNE, A. C.; LULICH, J. P.; POLZIN, D. P.; FITZGERALD, S.  
D. (1995)  
The urinary system.  
in: Veterinary pediatrics; HOSKINS, J. D. (Hrsg.)  
2nd edition, Saunders W. B. Company, 399-427
- KÜHNE, S.; HAMMON, H. M.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W. (2000)  
Growth performance and a formula with nutrient contents on growth  
performance, health status, metabolic and endocrine traits in neonatal calves.  
J. Anim. Sci., 78, 609-620
- LACKMANN, G. M.; TOLLNER, U.; MADER, R. (1993)  
Serum enzyme activities in full - term asphyxiated and healthy newborns:  
enzyme kinetics during the first 144 hours of life.  
Enzyme Protein. 47, 3, 160-172
- MAACH, L.; GRÜNDER, H.-D.; FAIO, A. (1991)  
Hämozytologische und hämobiochemische Untersuchungen bei  
schwarzbunten, klinisch gesunden Aufzuchtälbern in Marokko.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 98, 94-102
- MANTEUFFEL, U. V. (1975)  
Untersuchungen über den Einfluß des Alters und der Fütterung auf die  
alkalische und saure Phosphatase im Blutserum von Kälbern.  
Zbl. Vet. Med. A 22, 209-214

- MEYER, H.; KAMPHUS, J. (1990)  
Grundlagen der Ernährung der Neugeborenen.  
in: Neugeborenen - und Säuglingskunde der Tiere, WALSER, K.; BOSTEDT, H. (Hrsg.)  
Enke Verlag, Stuttgart, 55-67
- MÜLLING, M.; HENNING, H.-J.; MARCKS, CH. (1972)  
Aktuelle pH-Werte im Blut neugeborener Kälber.  
Tierärztl. Umsch., 27, 180-181
- MÜLLING, M. (1974)  
Peripartale Kälberverluste.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 87, 473-475
- MÜLLING, M. (1976)  
Asphyxie des neugeborenen Kalbes.  
Koll. Vet. 78-80
- MÜLLING, M.; WAIZENHÖFER, H.; BRATTIG, B. (1979)  
Glukose-, Laktat- und pH-Werte bei Kühen und Kälbern während und unmittelbar nach der Geburt.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 97, 111-117
- NORMAN, L. M.; HOHENBOKEN, W. D.; KELLEY, K. W. (1981)  
Genetic differences in concentration of immunoglobulins G1 and M in serum and colostrum of cows and in serum of neonatal calves.  
J. Anim. Sci. 53, 1465-1472
- OLTNER, R.; BERGLUND, B. (1982)  
Blood levels of haemoglobin, leukocytes, glucose, urea, creatinine, calcium, magnesium and inorganic phosphorus in dairy calves from birth to 12 weeks of age.  
Swed. J. Agric. Res. 12, 23-28
- PARISH, S. T.; TYLER, J. W.; BESSER, T. E.; GAY, C. C.; KRYTENBERG, D. (1997)  
Prediction of serum IgG1 concentration in holstein calves using serum gamma glutamyltransferase activity.  
J. Vet. Int. Med. 11, 6, 344-347
- PEIP, D. T. (1989)  
Einfluß der ersten Kolostrumaufnahme auf Blutgas- und Säure- Basenstatus sowie einige Parameter des Kohlenhydratstoffwechsels beim bovinen Neonaten.  
Vet. Med. Diss., Gießen

- PERINO, L. J.; SUTHERLAND, R. L.; WOOLLEN, N. E. (1993)  
Serum gammaglutamyltransferase activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate and inadequate passive transfer of immunoglobulin G  
Am. J. Vet. Res. 54, 56-59
- PETERS-BORG, A.; FRERKING, H. (1982)  
Untersuchungen zum "Enzymmuster" im Blut kranker Kälber.  
Tierärztl. Umschau, 37, 476-480
- PICKEL, M.; ZAREMBA, W.; GRUNERT, E. (1989)  
AST, GLDH, Gamma-GT, Gesamtbilirubin- und CK-Werte bei frühgeborenen gesunden oder an einer Spätasphyxie erkrankten Kälbern im Verlauf der ersten Lebenswoche.  
J. Vet. Med. A 36, 2, 122-131
- PITKIN, R. M.; ZWREK, S. J. (1967)  
Amniotic fluid creatinine.  
Amer. J. Obstet. Gynec. 98, 1135-1141
- RAUPRICH, A. B. E.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. (2000)  
Effects of feeding colostrum and formula with nutrient contents as colostrum on metabolic and endocrine traits in neonatal calves.  
Biology of the Neonate 78, 1, 53-64
- REINHARDT, H. J. (1977)  
Normwerte diagnostisch bedeutsamer Serumenzyme bei Kälbern und Ferkeln in den ersten Lebensstunden und -tagen.  
Vet. Med. Diss., München
- SAMBRAUS, H. H. (1996)  
Atlas der Nutztierassen.  
Ulmer Verlag, 5. Auflage
- SAMBRAUS, H. H. (1990)  
Das Verhalten des Neugeborenen und der Säuglinge.  
In: Neugeborenen und Säuglingskunde der Tiere, WALSER, K.; BOSTEDT, H., (Hrsg.)  
Enke Verlag, Stuttgart, 38-51
- SAMBRAUS, H. H. (1978)  
Nutztierethologie.  
Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg

- SCHÄFER, S. ; ARBEITER, K. (1995)  
Zusammenhänge zwischen Geburtsablauf, Vitalität und diversen Blutparametern beim Rinderneonaten.  
Wien. Tierärztl. Mschr. 82; 271-275
- SCHÄFER, S.; WIESENAUER, G.; ARBEITER, K. (1998)  
Der Immunoglobulintransfer beim vitalen Kalb.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 153-157
- SCHEID, P. (1996)  
Säure – Basen – Gleichgewicht  
In: Lehrbuch der Physiologie, KLINKE, W. und SILBERNAGEL, S. (Hrsg.)  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 269-282
- SCHIESSLER, A.; JASTER, H.-J.; GROSSE-SIESTRUP, CH.; UNGER, V.;  
BÜCHERL, F. S. (1977)  
Normalwerte beim Kalb.  
Zbl. Vet. Med. 24, 298-310
- SCHLERKA, G. (1998)  
Selen- und Eisenkonzentrationen im Blutplasma sowie Hämoglobin und Hämatokrit klinisch gesunder Aufzuchtälber in den ersten Lebenstagen.  
Tierärztl. Umschau 53, 239-242
- SCHLERKA, G.; PETSCHENNING, W.; JAHN, J. (1979)  
Untersuchungen über die Blutgase, den Säure- Basen- Haushalt, Elektrolytgehalt, einige Enzyme und Inhaltsstoffe im Blut neugeborener Kälber.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 86, 85-128
- SCHNORR, B. (2001)  
Embryologie der Haustiere.  
4. Auflage  
Enke Verlag, Stuttgart
- SCHULZ, J.; VOLLHARDT, W. (1983)  
Vitalitätskriterien für neugeborene Kälber.  
Mh. Vet. Med. 38, 62-64
- SCHULZ, J.; PLISCHKE, B.; BRAUN, H. (1997)  
Saug- und Trinkverhalten als Vitalitätskriterien bei neugeborenen Kälbern.  
Tierärztl. Prax., 25, 116-122

- SELMAN, I. E.; McEWAN, A. D.; FISHER, E. W. (1970)  
Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post partum.  
I. Behavior studies (dams)  
Anim. Behav. 18, 276-283
- SILBERNAGEL, S. (1996)  
Die Funktion der Nieren.  
in: Lehrbuch der Physiologie, KLINKE, W. und SILBERNAGEL, S. (Hrsg.)  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 283–331
- SILBERNAGEL S., DESPOPULUS, A. (1991)  
Säure-Basen-Haushalt.  
in: Taschenatlas der Physiologie, SILBERNAGEL S.; DESPOPULUS, A. (Hrsg.)  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 110-118
- SIMMONS, A (1989)  
A combined theoretical & technical approach  
in: A combined theoretical & technical approach  
Saunders, W. B., Philadelphia, 28-29
- SPEER, C. S. (2000)  
Neonatologie  
in: von Harnack Kinderheilkunde, KOLETZKO, K. (Hrsg.)  
Springer Verlag, 156-160
- Statistisches Bundesamt Wiesbaden (2002)  
Statistische Daten zu Rinderbeständen und dem ökologischen Landbau in  
Deutschland
- STEFFEN, S.; TIETZ, G.; GRUNERT, E. (1997)  
Untersuchungen des Gesamteiweißgehaltes und der  $\gamma$ -Glutamyltransferase ( $\gamma$ -GT) bei Kälbern in den ersten 14 Lebenstagen und ihre Bedeutung für die Voraussage des Gesundheitszustandes in den ersten 2 Wochen post natum.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 104, 272-276
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; VON HORN, T.; VON HORN, R.;  
ERMGASSEN, K. (1994)  
Reaktion frühzeitig trächtiger Jungrinder und ihrer Nachkommen bei termingerechter Schnittentbindung und in den ersten postpartalen Lebenstagen in Mutterkuhhaltung.  
Tierärztl. Prax. 22, 414-422

- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; SZALONY, S.; LEHR, A.; IHNEN, B.; LADEWIG, J.; SMIDT, D. (1995)  
Wachstum und Entwicklung der Saugkälber einer Mutterkuhherde aus Vertretern der DRB, DSB und der F1 Galloway x Holstein Frisian / Einflüsse des Alters der Muttertiere und des Geburtsverlaufes.  
Landbauforschung Völkenrode 45, 2, 83-93
- STEINHARDT, M.; GOLLNAST, I.; LANGANKE, M.; BÜNGER, U.; KUTSCHKE, J. (1993)  
Klinisch-chemische Blutwerte bei neugeborenen Kälbern, Einflüsse einiger innerer und äußerer Bedingungen.  
Wiederholte Untersuchungen an den gleichen Tieren.  
Tierärztl. Prax. 21, 295-301 und 405-411
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; von HORN, T.; von HORN, R.; ERMGASSEN, K.; DEHN, H.; LEHR, A.; LOTTMANN, S.; GRÜNBERG, W. (1996)  
Physiologische Variablen bei Kälbern und ihre Bedeutung für Vitalität und Wachstum.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 103, 354-363
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; von HORN, T.; von HORN, R.; ERMGASSEN, K.; LADEWIG, J.; SMIDT, D. (1995)  
Anpassungsreaktionen von Milchrindkälbern in den ersten Lebenstagen/ Einflüsse durch Geburtsverlauf und individuelle Regelbreite.  
Tierärztl. Prax. 23, 243-249
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H.; ZERBE, F.; SMIDT, D. (1997)  
Entwicklungsqualität, Adaptationsreaktionen und klinisch-chemische Blutwerte von am Tränkeautomaten aufgezogenen Milchrindkälbern.  
Dtch. Tierärztl. Wschr. 104, 1-8
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H. (1999)  
Entwicklungsqualität und Anpassungsreaktionen von Milchrindkälbern in spezifischen Altersperioden während der Aufzucht.  
Effekte von Haltungsvarianten auf Proteine und Mineralstoffe sowie auf metabolische Variablen des Blutes.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 106, 497-536
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H. (2000)  
Tiergerechte Haltung und physiologische Funktionen von Tieren  
Tierärztl. Umschau 55, 189-198
- STEINHARDT, M.; THIELSCHER, H.-H. (2001)  
Reaktionen von Saugkälbern der Mutterkuhhaltung auf Transport und temporäre Separation in verschiedenen Altersperioden während der frühen Aufzucht.  
Tierärztl. Prax. 29, 132-140

- STENGEL, K.-H. (1998)  
Immunglobulin G – Bestimmung im Blutserum neugeborener Kälber in den ersten zehn Lebenstagen sowie im Kolostrum derer Mütter mittels eines neu entwickelten kompetitiven ELISA.  
Vet. Med. Diss., Gießen
- STÖBER, M.; GRÜNDER, H.-D. (1990)  
Blut  
in: Die klinische Untersuchung des Rindes, ROSENBERGER, G. (Hrsg.)  
3. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 171-241
- THIELSCHER, H.-H.; HOPPE, T.; THIELSCHER, M. (1995)  
Der Säure/Basenstatus im Blut von Kälbern verschiedener Rassen in einer Mutterkuhherde auf Tiefstreu und bei strohloser Haltung.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 108, 339-343
- THOMSON, J. C.; PAULI, J. V. (1981)  
Colostrum transfer of gamma - glutamyl transpeptidase in calves.  
N. Zeal. Vet. J. 29, 223-226
- TOLLERSRUD, S.; BAUSTAD, B. (1970)  
Serum enzyme activity of newborn calves, pigs and lambs.  
Acta vet. Scand. 11, 525-535
- TORRES, O.; GONZALES, M. (1986)  
Eine Methode zur klinischen Beurteilung des neugeborenen Kalbes.  
Mh. Vet. Med. 42, 27-28
- TREUDE, H. J.; MÜLLING, M. (1982)  
Enzymuntersuchungen im Blutplasma von Kühen und Kälbern während und nach der Geburt sowie in der Amnionhaut.  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, 436-439
- VARGA, J.; MESTER, L.; BÖRZSÖNYI, L.; VARI, A.; KÖRMÖCZI, P.S.; SZENCI, O. (1999)  
Adaptation of respiration to extrauterin-life in healthy newborn calves.  
Reprod. Dom. Anim. 34, 377-379
- VOET, D.; VOET, J. G. (1995)  
Lipids and membranes und mechanisms of enzyme action  
in: Biochemistry, WILEY J. & Sons (Hrsg.), Inc., second edition, New York, 277-330 und 331-343

- WAIZENHÖFER H.; MÜLLING, M. (1978)  
Untersuchungen über das Verhalten von pH akt., pO<sub>2</sub> und pCO<sub>2</sub> im venösen, kapillären und arteriellen Blut neugeborener Kälber  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 91, 173-176
- WALSER, K. (1990)  
Herz und Kreislaufsystem / Atmung / Blut  
in: Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere, WALSER, K.; BOSTEDT, H. (Hrsg.)  
Enke Verlag, Stuttgart, 6-16
- WEHREND, A.; TSCHACHTSCHAL, J.; BOSTEDT, H. (1999)  
Veränderungen der Harnstoff-, Cholesterin- und Triglyzeridkonzentrationen im Plasma klinisch gesunder Saugferkel während der ersten vier Lebenswochen.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 106, 506-509
- WEHREND, A.; TSCHACHTSCHAL, J.; BOSTEDT, H. (2000)  
Untersuchungen zum Verlauf der Plasmaenzymaktivitäten und der Gesamtproteinkonzentration bei Saugferkeln während der ersten drei Lebenswochen.  
Tierärztl. Praxis 28, (G), 80-83
- WEHREND, A.; FAILING, K.; TSCHACHTSCHAL, J.; BOSTEDT, H. (2003)  
Reference values of electrolyte plasma concentrations in healthy piglets during the first 48 hours of life.  
J. Vet. Med. (A) 50, 67-71
- WEIß, C. (2001)  
Basiswissen Medizinische Statistik  
2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona
- WIEST, D.; KLEE, W. (1998)  
Retrospektive Auswertung von Harnstoff- und Kreatininblutspiegeln bei an Durchfall erkrankten Kälbern.  
Deutsch. Tierärztl. Wschr. 105, 333-364
- WIESNER, E.; RIBBECK, R. (2000)  
Lexikon der Veterinärmedizin  
Auflage Enke Verlag, Stuttgart
- WIRTH, W. (1999)  
Elektrolyte  
in: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, KRAFT, W. und DÜRR, U. M. (Hrsg.)  
5. Auflage, Schattauer Verlag, 159-165

WÜRZNER, P. (1964)

Einblicke in die neuere Enzymdiagnostik der Veterinärmedizin.  
Tierärztl. Umschau 19, 511-516

ZANDER, R. (1996)

Die korrekte Bestimmung des Base Excess (BE mmol/l) im Blut.  
in: Anesthesiologische Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie

ZANKER, I. A.; HAMMON, H. M.; BLUM, J. W. (2001)

Delayed feeding of first colostrum: are there prolonged effects on  
haematological, metabolic and endocrine parameters and on growth  
performance in calves?  
J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 85, 3-4 und 53-66

## 9 ANHANG

Tab. 63: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Körpertemperatur und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Temperatur</b> <b>°C</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	39,7	39,2	38,9	39,3
$\pm s$	0,4	0,4	0,4	0,5
<b>Median</b>	39,6	39,2	38,9	39,3
<b>Minimum</b>	38,6	38,3	38,0	38,2
<b>Maximum</b>	40,8	40,1	40,1	40,6
<b>Spannweite</b>	2,2	1,8	2,1	2,4
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 64: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der venösen Blut-ph-Wertes und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>pH</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	7,22	7,30	7,36	7,36
$\pm s$	0,07	0,04	0,04	0,04
<b>Median</b>	7,23	7,30	7,36	7,36
<b>Minimum</b>	6,97	7,15	7,21	7,24
<b>Maximum</b>	7,34	7,38	7,42	7,44
<b>Spannweite</b>	0,37	0,23	0,21	0,20
<b>n =</b>	104	103	101	103

Tab. 65: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite des Kohlendioxidpartialdruckes im venösen Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>pCO<sub>2</sub></b> <b>kPa</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	10,38	8,68	7,79	7,94
$\pm s$	1,12	0,82	0,77	0,94
<b>Median</b>	10,13	8,66	7,73	7,86
<b>Minimum</b>	8,66	6,67	6,27	4,13
<b>Maximum</b>	15,33	11,46	11,20	11,33
<b>Spannweite</b>	6,66	4,80	4,93	7,20
<b>n =</b>	104	103	101	103

Tab. 66: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite des Base Excess im venösen Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>BE</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	0,31	2,76	4,62	5,24
$\pm s$	4,04	2,57	2,14	2,65
<b>Median</b>	1,2	3,1	4,9	5,7
<b>Minimum</b>	-13,7	-9,0	-3,4	-6,4
<b>Maximum</b>	7,0	8,2	9,4	10,2
<b>Spannweite</b>	20,7	17,2	12,8	16,6
<b>n =</b>	104	103	101	103

Tab. 67: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite des Hämatokrit und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Hämatokrit</b> <b>l/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	0,459	0,460	0,407	0,387
$\pm s$	0,045	0,048	0,048	0,044
<b>Median</b>	0,46	0,46	0,41	0,39
<b>Minimum</b>	0,33	0,31	0,28	0,27
<b>Maximum</b>	0,54	0,58	0,50	0,49
<b>Spannweite</b>	0,21	0,27	0,22	0,22
<b>n =</b>	79	78	76	74

Tab. 68: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite des Gesamtpoteingehaltes im Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Gesamtprotein</b> <b>g/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	45,1	45,7	74,5	75,1
$\pm s$	5,5	8,5	16,3	13,9
<b>Median</b>	45	46	74	75,5
<b>Minimum</b>	32	31	35	40
<b>Maximum</b>	64	106	111	109
<b>Spannweite</b>	32	75	76	69
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 69: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Blutglukose und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Glukose</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	4,51	4,27	6,59	6,32
$\pm s$	1,78	1,54	1,50	1,03
<b>Median</b>	4,22	4,00	6,60	6,44
<b>Minimum</b>	1,39	1,39	3,00	3,94
<b>Maximum</b>	9,66	10,05	10,93	9,10
<b>Spannweite</b>	8,27	8,66	7,94	5,16
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 70: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Triglyzeridkonzentration und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Triglyzeride</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	0,136	0,263	0,397	0,641
$\pm s$	0,203	0,153	0,205	0,308
$\bar{x}_g$	0,084	0,233	0,342	0,568
<b>SF</b>	2,564	1,637	1,804	1,676
<b>Median</b>	0,09	0,24	0,36	0,62
<b>Minimum</b>	0,01	0,07	0,03	0,14
<b>Maximum</b>	1,82	1,36	1,22	1,71
<b>Spannweite</b>	1,81	1,29	1,19	1,57
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 71: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Cholesterinkonzentration im Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Cholesterin</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	0,596	0,666	0,911	1,524
$\pm s$	0,246	0,264	0,255	0,388
<b>Median</b>	0,60	0,65	0,90	1,50
<b>Minimum</b>	0,03	0,13	0,23	0,80
<b>Maximum</b>	1,35	1,70	1,58	2,70
<b>Spannweite</b>	1,32	1,57	1,35	1,90
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 72: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Harnstoffkonzentration im Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Harnstoff</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	2,90	2,97	3,31	3,76
$\pm s$	0,90	0,89	1,27	2,18
<b>Median</b>	2,8	3,0	2,9	3,1
<b>Minimum</b>	0,9	1,1	1,6	1,0
<b>Maximum</b>	7,2	6,5	7,8	11,6
<b>Spannweite</b>	6,3	5,4	6,2	10,6
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 73: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Kreatininkonzentration im Blut und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Kreatinin</b> $\mu\text{mol/l}$	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	328,1	309,8	152,2	103,2
$\pm s$	121,4	102,0	38,0	15,9
<b>Median</b>	302	287	148	102
<b>Minimum</b>	3	146	1	61
<b>Maximum</b>	791	707	344	156
<b>Spannweite</b>	788	561	343	95
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 74: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Natriumionenkonzentration im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Natrium</b> $\text{mmol/l}$	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	142,2	143,2	141,5	141,0
$\pm s$	2,3	2,0	2,6	1,7
<b>Median</b>	143	143	141	141
<b>Minimum</b>	134	139	135	136
<b>Maximum</b>	146	148	150	145
<b>Spannweite</b>	12	9	15	9
<b>n =</b>	104	103	101	103

Tab. 75: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Kaliumionenkonzentration im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Kalium</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	4,64	4,53	4,92	4,87
$\pm s$	0,54	0,36	0,59	0,37
<b>Median</b>	4,6	4,5	4,8	4,8
<b>Minimum</b>	3,9	3,8	3,5	4,1
<b>Maximum</b>	8,5	5,5	7,5	6,9
<b>Spannweite</b>	4,6	1,7	4,0	2,8
<b>n =</b>	104	103	101	103

Tab. 76: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Chloridionenkonzentration im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Chlorid</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	104,3	104,3	104,1	102,9
$\pm s$	2,7	2,8	2,9	2,3
<b>Median</b>	105	105	104	103
<b>Minimum</b>	94	92	92	97
<b>Maximum</b>	114	110	111	107
<b>Spannweite</b>	20	18	19	10
<b>n =</b>	77	73	74	72

Tab. 77: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der Magnesiumionenkonzentration im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>Magnesium</b> <b>mmol/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	0,97	0,93	1,11	0,90
$\pm s$	0,21	0,16	0,20	0,14
<b>Median</b>	0,9	0,9	1,1	0,9
<b>Minimum</b>	0,6	0,6	0,7	0,6
<b>Maximum</b>	2,0	1,5	2,1	1,3
<b>Spannweite</b>	1,4	0,9	2,1	0,7
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 78: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der AST-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>AST</b> <b>U/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	9,2	14,5	36,2	19,7
$\pm s$	3,3	4,8	13,9	5,8
$\bar{x}_g$	8,8	13,9	34,7	19,0
<b>SF</b>	1,3	1,4	1,3	1,3
<b>Median</b>	8	14	35	19
<b>Minimum</b>	5	6	16	11
<b>Maximum</b>	24	36	160	58
<b>Spannweite</b>	19	30	144	47
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 79: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der ALT-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>ALT</b> <b>U/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	3,2	4,3	6,4	6,5
$\pm s$	1,4	1,8	2,4	1,9
$\bar{x}_g$	2,9	4,0	6,0	6,2
SF	1,6	1,5	1,4	1,4
Median	3	4	6	6
Minimum	1	2	1	2
Maximum	8	14	24	17
Spannweite	7	12	23	15
n =	115	115	115	114

Tab. 80: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der AP-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b> <b>AP</b> <b>U/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	201,1	229,1	484,2	380,0
$\pm s$	80,5	109,0	214,1	146,4
$\bar{x}_g$	187,5	208,4	441,27	345,5
SF	1,4	1,5	1,5	1,7
Median	181	198	447	354
Minimum	63	61	132	5
Maximum	525	642	1197	879
Spannweite	562	581	1065	874
n =	115	115	115	114

Tab. 81: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der GGT-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt GGT U/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	9,2	36,8	973,7	291,9
$\pm s$	36,7	133,3	661,2	217,2
$\bar{x}_g$	5,7	8,3	648,5	208,4
<b>SF</b>	1,6	3,3	3,3	2,6
<b>Median</b>	5	5	960	245
<b>Minimum</b>	3	2	4	8
<b>Maximum</b>	399	1160	3350	1010
<b>Spannweite</b>	396	1158	3346	1002
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 82: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der GLDH-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt GLDH U/l</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	4,4	5,9	10,7	24,4
$\pm s$	4,4	5,4	11,1	30,6
$\bar{x}_g$	3,6	4,8	8,5	15,7
<b>SF</b>	1,7	1,8	2,0	2,4
<b>Median</b>	3	4	8	12
<b>Minimum</b>	2	2	0	4
<b>Maximum</b>	34	48	95	194
<b>Spannweite</b>	32	46	95	190
<b>n =</b>	115	115	115	114

Tab. 83: Arithmetischer Mittelwert ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung ( $\pm s$ ), geometrischer Mittelwert ( $\bar{x}_g$ ), Standardfehler (SF), Median, gemessene Minimum- und Maximumwerte sowie Spannweite der CK-Aktivität im Plasma und Anzahl der beprobten Kälber (n) während der ersten 72 Lebensstunden

<b>Zeitpunkt</b>				
<b>CK U/I</b>	<b>post natum</b>	<b>2 h p. n.</b>	<b>24 h p. n.</b>	<b>72 h p. n.</b>
$\bar{x}$	32,6	117,4	132,1	25,6
$\pm s$	38,7	94,1	400,7	17,4
$\bar{x}_g$	22,5	90,3	82,4	22,0
<b>SF</b>	2,3	2,1	1,9	1,7
<b>Median</b>	20,0	98	76	20
<b>Minimum</b>	7	12	22	8
<b>Maximum</b>	317	630	4300	128
<b>Spannweite</b>	310	618	4278	120
<b>n =</b>	115	115	115	114

Anlage 1:

**Untersuchungsbogen / Kalb**

Ohrmarken Nr.: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_ Geburtsart: \_\_\_\_\_

Bewertung nach APGAR

Punkte unmittelbar p. n.:	0	1	2
Muskeltonus / Bewegung	fehlen	herabgesetzt	spontan, aktiv
Relaxerregbarkeit	fehlt	herabgesetzt	voll vorhanden
Atmung regelmäßig	fehlt	unregelmäßig, flach	rhythmisch, tief,
Schleimhautkolorit	weiß	blau-zyanotisch	rosarot

Einnahme erhobener Kopfhaltung in Min. p. n. \_\_\_\_\_

erstes Stehen in Min. p. n. \_\_\_\_\_

erster Saugversuch am Muttertier in Min. p. n. \_\_\_\_\_

**Werte der Zusatzuntersuchungen:****PROBE 1:** unmittelbar *post natum*

Temperatur: \_\_\_\_\_ °C Blutglukose: \_\_\_\_\_

**PROBE 2:** zwei Stunden *post natum*

Temperatur: \_\_\_\_\_ °C Blutglukose: \_\_\_\_\_

**PROBE 3:** 24 Stunden *post natum*

Temperatur: \_\_\_\_\_ °C Blutglukose: \_\_\_\_\_

**PROBE 4:** 72 Stunden *post natum*

Temperatur: \_\_\_\_\_ °C Blutglukose: \_\_\_\_\_

## Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. H. Bostedt für die Überlassung des interessanten Themas und die fortwährende Unterstützung bei der Fertigstellung der Dissertation.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. A. Wehrend für die stets freundliche hilfsbereite Beratung und Unterstützung.

Der Agrargesellschaft Zingst mbH & Co. KG und insbesondere Tierarzt Dr. R. Slucka danke ich für die hilfsbereite Unterstützung bei der Bereitstellung der Probanden und der Erhebung der Daten.

Insbesondere danke ich Frau T. Plug und Frau J. Blad-Stahl aus dem Labor der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Veterinärmedizinischen Universität Gießen für die freundliche und hilfreiche Zusammenarbeit bei den biochemischen Analysen.

Mein Dank richtet sich weiterhin an Herrn Dr. K. Failing und Herrn H. Heiter für die freundliche Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

Nicht zuletzt danke ich allen bislang ungenannten Helfern, die mich während der Erstellung der Dissertation fachlich und persönlich unterstützt haben.