

**Feldstudie zur kolostralen  
Immunglobulin-Versorgung  
neugeborener Kälber in Abhängigkeit  
von der Verweildauer beim Muttertier**

**Kristina Lipp**







Aus dem Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der  
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. M. Erhard

Anfertigung unter der Leitung von

Prof. Dr. M. Erhard

**Feldstudie zur kolostralen Immunglobulin-  
Versorgung neugeborener Kälber in Abhängigkeit  
von der Verweildauer beim Muttertier**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

**Kristina Lipp**

aus

Leutkirch im Allgäu

München 2005

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Referent: Univ.-Prof. M. H. Erhard  
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. R. Mansfeld

Tag der Promotion: 11. Februar 2005

**MEINEN ELTERN**





---

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Immunologie</b> .....	<b>3</b>
2.1.1	Humorale und lokale Immunantwort .....	3
2.1.2	Maternale Immunität.....	4
<b>2.2</b>	<b>Kolostrum</b> .....	<b>5</b>
2.2.1	Bildung und Sekretion .....	5
2.2.2	Zusammensetzung .....	5
2.2.3	Immunglobulingehalt .....	6
<b>2.3</b>	<b>Passive Immunisierung des Kalbes</b> .....	<b>9</b>
2.3.1	Absorption der kolostralen Immunglobuline.....	9
2.3.2	Ursachen einer unzureichenden Immunglobulinversorgung	12
2.3.3	Immunitätsentwicklung .....	13
<b>2.4</b>	<b>IgG-Gehalt in Abhängigkeit zur Tränketchnik</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Haltung und Fütterung der Kühe</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Kälber</b> .....	<b>19</b>
3.2.1	Haltung und Fütterung .....	19
3.2.2	Anzahl, Geschlecht und Rasse.....	20
<b>3.3</b>	<b>Routinemaßnahmen</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>Entnahme und Aufbereitung der Blutproben</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5</b>	<b>Untersuchung mittels ELISA</b> .....	<b>22</b>
3.5.1	Puffer und Lösungen .....	22
3.5.2	Bestimmung von IgG im Serum der Kälber .....	24

3.6	<b>Statistische Verfahren</b> .....	26
4	<b>Ergebnisse</b> .....	27
4.1	<b>Kolostrumaufnahme der Kälber</b> .....	27
4.2	<b>Ergebnisse der IgG-Bestimmung</b> .....	27
4.2.1	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier .....	27
4.2.2	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber im Vergleich zu den einzelnen Betrieben .....	31
4.2.3	Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme und dem IgG-Gehalt im Serum der Kälber .....	32
4.2.4	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf .....	35
4.2.5	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit vom Geschlecht .....	37
4.2.6	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen .....	38
4.2.7	Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Milchleistung der Mutterkühe .....	39
4.3	<b>Erkrankungen</b> .....	40
4.3.1	Erkrankungen der Mutterkühe .....	40
4.3.2	Erkrankungen der Kälber .....	40
5	<b>Diskussion</b> .....	45
5.1	<b>IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier</b> .....	45
5.2	<b>Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme</b> .....	48
5.3	<b>IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen</b> .....	54
5.4	<b>Schlussfolgerung</b> .....	57
6	<b>Zusammenfassung</b> .....	59
7	<b>Summary</b> .....	61

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>65</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabellarischer Anhang .....</b>	<b>83</b>

---

# ABKÜRZUNGEN

---

Abb.	Abbildung
BV	Braunvieh
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FPT	Failure of passive transfer
FV	Fleckvieh
HF	Herzschlagfrequenz
IgA	Immunglobulin A
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
LSM-Test	Least squares Means-Test
m	männlich
MW	Mittelwert
n	Anzahl
n.b.	nicht bekannt
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PBS	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung
pFPT	partial Failure of passive transfer
p.n.	post natum
p.p.	post partum
r	Korrelationskoeffizient
RBT	Rotbunte
SBT	Schwarzbunte
SEM	Standardfehler vom Mittelwert
Tab.	Tabelle
TMB	Tetramethylbenzidin
w	weiblich

---

# 1 EINLEITUNG

---

In Deutschland liegen laut Statistik die Kälberverluste durchschnittlich zwischen 12-14 % (Kaske u. Kunz, 2003). Sie können jedoch in Problembetrieben bis auf 50 % ansteigen, wodurch für den Landwirt enorme Kosten entstehen. Als eine der Hauptursachen für die Verluste in den ersten Lebenswochen ist der Neugeborenenendurchfall zu nennen. Mehr als 52 % aller Fälle treten dabei in den ersten sieben bis zehn Lebensstagen auf. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass die Aufzuchtverluste als Indiz für generelle Fehler in der Tränketchnik und Haltungsmängel betrachtet werden können.

Von besonderer Wichtigkeit ist die frühzeitige und regelmäßige Aufnahme des Erstkolostrums, um eine ausreichende passive Immunität des Kalbes zu gewährleisten. Die übliche Fütterung der Kälber besteht derzeit in rationierter Fütterung per Eimertränke. Verschiedene Untersuchungen haben ergeben, dass die Kälber dabei meist zu große Mahlzeiten erhalten, zu unregelmäßig gefüttert werden und viele von ihnen mit Immunglobulinen unterversorgt sind. Um dieses Defizit auszugleichen und den Arbeitsaufwand zu minimieren, tendieren immer mehr Landwirte dazu, den Neugeborenen das Kolostrum direkt nach der Geburt mit einer Schlundsonde einzugeben. Jedoch ist es in Deutschland laut § 3, Punkt 9 des Tierschutzgesetzes verboten, „einem Tier durch Anwendung von Zwang Futter einzuverleiben, sofern dies nicht aus gesundheitlichen Gründen erforderlich ist“ (herausgegeben durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn am 25.05.1998).

Im Vergleich dazu wurde in zahlreichen Untersuchungen festgestellt, dass Kälber bei Mutterkuhhaltung eine ausreichend bis hohe Immunglobulinkonzentrationen im Serum erreichen (Quigley et al., 1995; Heyn, 2002). Hier haben die Kälber die Möglichkeit über den ganzen Tag verteilt Kolostrum in kleinen Portionen aufzunehmen,

was sich günstig auf die Verdauungsabläufe auswirkt. Zusätzlich wird bei dieser Hal-  
tungsform gewährleistet, dass sowohl das Kalb als auch das Muttertier ihr natürliches  
Verhalten ausleben können.

Von diesem Hintergrund ausgehend sollte in der vorliegenden Studie untersucht wer-  
den, ob es in herkömmlichen Milchviehbetrieben mit Laufstallhaltung durchführbar  
ist, Kälber ohne zusätzlich angebotene Tränke beim Muttertier zu belassen und da-  
durch eine ausreichend passive Immunisierung zu erzielen. Weiterhin sollte die op-  
timale Verweildauer des Kalbes beim Muttertier festgelegt werden, in der eine gute  
Immunglobulinversorgung gesichert ist.

---

## 2 LITERATUR

---

### 2.1 Immunologie

#### 2.1.1 Humorale und lokale Immunantwort

Das Immunsystem stellt einen wirksamen und hochentwickelten Abwehrmechanismus dar. Die Grundaufgabe besteht darin, körperfremde von körpereigenen Strukturen zu unterscheiden und erstere dann unschädlich zu machen. Als erste Immunreaktion steht dem Körper die unspezifische Abwehr (angeborene Immunität) zur Verfügung, deren Hauptaufgabe die Phagozytose ist. Diese wird durch Granulozyten, Monozyten und Makrophagen vermittelt. Mit einer zeitlichen Verzögerung setzt das spezifische Abwehrsystem (erworbene Immunität) ein. Es reagiert auf solche Infektionserreger, die die Barriere der unspezifischen Abwehr durchbrochen haben. In diesem Fall kommt es zur Aktivierung von Lymphozyten und somit zur Bildung spezifischer Antikörper. Antikörper – oder Immunglobuline – sind Gruppen von organischen Substanzen, die im Serum und in der Gewebsflüssigkeit aller Säugetiere gebildet werden. Ein Immunglobulinmolekül bindet einerseits an das Antigen, andererseits vermittelt es die Bindung an das Wirtsgewebe, wobei durch die Aktivierung zahlreicher Komponenten (Komplementsystem, akute Phase Proteine, Interferonsystem) wieder eine Verbindung zur unspezifischen Abwehr hergestellt wird. Die einzelnen Systeme der spezifischen und unspezifischen Abwehr interagieren sehr eng miteinander und können funktionell nicht getrennt werden (Banks, 1982; Lösch et al., 2000).

### 2.1.2 Maternale Immunität

Die Infektionsabwehr ist bei adulten, gesunden Tieren am stärksten ausgeprägt. Beim Neugeborenen ist diese noch unterentwickelt, da sich das Immunsystem erst im Laufe des Lebens zu seiner vollen Kapazität ausbildet. Zum Zeitpunkt der Geburt verlässt das Neugeborene die sterile Umgebung des Uterus und gelangt in eine keimhaltige Umwelt. Es ist zwar in der Lage eine Immunreaktion zu entfalten, allerdings handelt es sich hierbei um eine Primärreaktion, d. h. eine Reaktion auf einen erstmaligen Kontakt mit einem Antigen, die eine lange Anlaufphase braucht und in deren Verlauf es nur zur Bildung geringer Antikörpertiter kommt. Ohne die passive Zufuhr von Antikörpern über das Muttertier können die meisten Infektionen für das Neugeborene sehr gefährlich werden oder sogar tödlich verlaufen (Buschmann, 1990). Auf welche Art die Übertragung der maternalen Antikörper stattfindet, ist von der jeweiligen Plazentation der verschiedenen Tierarten abhängig. Je nach Ausbildung der Plazenta bewirkt diese eine mehr oder weniger durchlässige Barriere zwischen dem maternalen und dem fetalen Kreislauf (Rolle u. Mayr, 1984). Die Primaten besitzen eine Plazenta hämochorialis; diese besteht aus nur wenigen Gewebsschichten, so dass die Antikörper bereits intrauterin direkt in den fetalen Kreislauf übertreten können (diaplazentare Übertragung). Bei Hund und Katze (Plazenta endotheliochorialis) findet eine intrauterine Antikörperübertragung nur zu 5-10 % statt, der Rest wird laktogen übertragen. Das Rind sowie Pferd, Schwein und Ziege besitzen eine Plazenta epitheliochorialis. Bei dieser ist eine Passage von maternalen Immunglobulinen nicht möglich, d.h. die Jungtiere kommen nahezu agammaglobulinämisch auf die Welt. Die Antikörper werden mit dem Kolostrum übertragen (Bachmann et al., 1982). Nach der Geburt erfolgt eine sogenannte passive Immunisierung des Neugeborenen über die Kolostralmilch, in der verschiedene Immunglobulinfraktionen vertreten sind.



## 2.2 Kolostrum

### 2.2.1 Bildung und Sekretion

Als Kolostralmilch bezeichnet man die in den ersten Tagen nach der Geburt abgegebene Milch. Sie ist der Anfangsteil der bis zum 21. Tag post partum andauernden Milchreifungsphase, in der das Sekret langsam die Zusammensetzung der normalen (reifen) Milch annimmt. In der Hochträchtigkeit kommt es zunächst zur Ansammlung geringer Sekretmengen im Hohlraumssystem der Milchdrüse. Etwa vier Wochen vor dem Geburtstermin binden die Immunglobuline des Blutplasmas unter dem hormonellen Einfluss von Oestrogen und Progesteron an Rezeptoren der Drüsenzellen (Smith, 1971; Mielke, 1994). Die Immunglobuline werden dort durch Endozytose aufgenommen, in Vesikel verpackt und gelangen mittels Exozytose in das Kolostrum. Zwei bis drei Wochen ante partum werden im Eutersekret maximale Immunglobulinkonzentrationen erreicht. Schließlich wird das in dieser Zeit gebildete eiweiß- und immunglobulinreiche Sekret durch die einsetzende Synthese von Lactose mit Wasser verdünnt und bildet das sogenannte Erstkolostrum. Beim Rind dauert die Kolostralmilchperiode etwa 5 Tage (Gürtler u. Schweigert, 2000).

### 2.2.2 Zusammensetzung

Das Kolostrum unterscheidet sich in zahlreichen Eigenschaften von der reifen Milch (Meyer u. Kamphues, 1990). Neben einem höheren Gehalt an Trockenmasse, Fett, Casein, Mineralstoffen und Vitaminen zeichnet sich Kolostrum vor allem durch seinen hohen Immunglobulingehalt aus (Naylor, 1979a). Wichtige Bestandteile sind essentielle und nicht essentielle Aminosäuren, Fettsäuren und Lactose. In Bezug auf die Mineralstoffe findet man im Kolostrum höhere Konzentrationen an Natrium, Calcium, Chlorid und Phosphat. Ein hoher Gehalt an fettlöslichen Vitaminen A und E sowie an  $\beta$ -Carotin sind ebenfalls charakteristisch. Nicht nahrhafte Bestandteile wie Peptide, Wachstums- und Steroidhormone sind für die Entwicklung des Neugeborenen von Bedeutung. Ferner unterstützt das Kolostrum wegen seiner

laxierenden Wirkung den Abgang des Darmpechs, dem sogenannten Mekonium (Gürtler u. Schweigert, 2000).

### 2.2.3 Immunglobulingehalt

Immunglobuline sind Glykoproteine, die von Plasmazellen gebildet werden. Sie bestehen aus vier Polypeptidketten, die paarweise zueinander angeordnet sind. Entsprechend der Primärstruktur der H-Ketten sowie aufgrund von unterschiedlichem Molekulargewicht, elektrischer Ladung und elektrophoretischer Wanderung werden die Immunglobuline in verschiedene Antikörperklassen eingeteilt. Im Rinderkolostrum unterscheidet man fünf Immunglobulinfraktionen: IgE, IgM, IgA, IgG<sub>1</sub> und IgG<sub>2</sub> (Butler, 1983; Thatcher u. Gershwin, 1989). Das Hauptimmunglobulin repräsentiert das IgG<sub>1</sub>, das bis zu 90 % des Immunglobulingehaltes im Kolostrum ausmacht (Smith, 1971; Porter, 1973; Butler, 1998; Tizard, 2000). Der Gehalt an IgM und IgA weist deutlich geringere Konzentrationen auf. IgG<sub>2</sub> ist das am geringsten vertretene Immunglobulin (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Immunglobulinkonzentration in Kolostrum und Milch des Rindes (Tizard, 2000)

	Immunglobulinkonzentration (mg/ml)		
	IgA	IgM	IgG
<b>Kolostrum</b>	1,0 – 7,0	3,0 – 13,0	34,0 – 80,0
<b>Milch</b>	0,1 – 0,5	0,1 – 0,2	0,5 – 7,5

Viele Autoren sind sich weitgehend darüber einig, dass die Immunglobuline überwiegend aus dem Blut stammen und nur zu einem geringen Teil direkt im Euter synthetisiert werden (Penhale u. Christie, 1969; Sheldrake u. Husband, 1985; Tizard, 2000). Die Zunahme der Antikörperkonzentration in der Milchdrüse korreliert mit einer Abnahme der Immunglobulinkonzentration im Blutplasma. Während der letzten zwei bis drei Wochen vor dem Abkalben fällt der Blutserumspiegel an IgG<sub>1</sub> rapide ab. Berning et al. (1993) ermittelten zum Zeitpunkt der Geburt eine IgG<sub>1</sub>-Konzentration von 94 mg/ml im Kolostrum, wobei die Serum-IgG<sub>1</sub>-Konzentration nur 6,8 mg/ml betrug. 30 Tage nach der Geburt sank die IgG<sub>1</sub>-Konzentration in der Milch auf einen Wert von 1,0 mg/ml und im Serum stieg sie auf 16,9 mg/ml. Die IgG<sub>2</sub>-Konzentration änderte sich nicht signifikant.

Der Immunglobulingehalt im Erstgemelk variiert individuell erheblich. Er ist abhängig von der Menge des produzierten Kolostrums, der ersten Kolostrumgewinnung, dem Alter der Kühe, der Rasse, der Jahreszeit, eventuell durchgeführten Impfungen und der Fütterung während der Trockenstehzeit, die in der Regel zwischen sechs bis acht Wochen beträgt. In der Untersuchung von Butler (1983) lagen die mittleren IgG-Werte zwischen 30 und 75 mg/ml. Levieux u. Ollier (1999) ermittelten IgG-Konzentrationen zwischen 15,3 mg/ml und 176,2 mg/ml.

Die Menge des Erstgemelks ermöglicht eine Abschätzung der Immunglobulinkonzentration im Kolostrum. So wies das Erstgemelk von Kühen mit weniger als 8,5 l eine signifikant höhere Konzentration von Immunglobulinen auf als die Kolostralmilch von Kühen mit größeren Volumina (Pritchett et al., 1991). Bereits wenige Tage nach der Geburt nimmt der Immunglobulinspiegel im Kolostrum wieder deutlich ab und stabilisiert sich auf niedrigen Werten (Norcross, 1982). Nach Schäfer et al. (1998) fiel der Medianwert des IgG<sub>1</sub>- und des IgM-Gehaltes im Kolostrum innerhalb der ersten 4 Melkungen stetig ab und zwar beim IgG<sub>1</sub> von 50,0 auf 18,2 g/l und beim IgM von 4,4 auf 1,9 g/l. Newstead (1976) ermittelte 28 Tage post partum nur noch Werte von 0,3 bis 0,5 mg/ml IgG<sub>1</sub>. Der Abfall der Immunglobulinkonzentrationen kann fehlendem Immunglobulintransfer in die Milch, schwacher lokaler Synthese und einem starken Anstieg der Milchproduktion zugeschrieben werden (Norcross,

1982). Auch das Melken vor der Geburt kann den Antikörpergehalt im Kolostrum reduzieren (Petrie, 1984; BAMN, 2001).

Das Alter der Kühe hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Kolostrumzusammensetzung. Ältere Kühe produzieren meist Kolostrum mit höheren Ig-Konzentrationen als jüngere Kühe. Laut Lambrecht et al. (1982) steigt der IgG-Gehalt im Kolostrum bis zur vierten, der Gehalt an IgA bis zur fünften Laktation ständig an und bleibt danach etwa auf demselben Niveau. Kühe mit mehr als zwei Laktationen wiesen im Vergleich zu Färsen eine um 19,35 mg/ml höhere IgG-Konzentration im Kolostrum auf (Tyler et al., 1999). Ebenfalls werden in der Literatur Rasseunterschiede beschrieben. In einer Untersuchung von Besser u. Gay (1994) hatten 60 % der Fleischrinder eine IgG-Konzentration über 60 mg/ml im Kolostrum während bei Holsteinkühen weniger als 30 % einen IgG-Gehalt von mehr als 60 mg/ml im Kolostrum aufwiesen. Die geringeren kolostralen IgG-Werte von Milchrassen im Vergleich zu Fleischrassen werden zum Teil auf einen Verdünnungseffekt durch die meist wesentlich höhere Milchleistung zurückgeführt (Robinson et al., 1988). Nach Lambrecht et al. (1982) liegen die IgG-Gehalte des Kolostrums im Winterhalbjahr über denen im Sommerhalbjahr. Hinsichtlich der Kolostrumzusammensetzung gibt es auch Unterschiede zwischen den einzelnen Vierteln. Schmidt et al. (1986) ermittelten im Kolostrum aus den Vordervierteln geringere Konzentrationen an IgA, IgM und IgG als im Kolostrum, welches aus den Hintervierteln ermolken wurde. In der Arbeit von Schlecht (2001) konnten zwischen den verschiedenen Eutervierteln keine Unterschiede der mittleren IgG-Konzentrationen im Erstgemelk festgestellt werden, jedoch traten bei einzelnen Kühen starke Schwankungen von Viertel zu Viertel auf.

### 2.3 Passive Immunisierung des Kalbes

#### 2.3.1 Absorption der kolostralen Immunglobuline

Eine adäquate Versorgung mit Kolostrum ist von entscheidender Bedeutung für die Immunprophylaxe neugeborener Kälber, denn nur durch den Transfer maternaler Antikörper kann die mangelhafte immunologische Kapazität des Neugeborenen kompensiert werden (Banks, 1982). Jungtiere, denen die Kolostrumaufnahme verwehrt wurde, erkrankten erheblich leichter an Coliseptikämien, Diarrhöen, Pneumonien und anderen Infektionskrankheiten.

Die kolostralen Antikörper haben nicht nur die Funktion der Abwehr systemischer Infektionskrankheiten, sondern sie schützen auch gegen lokale Darminfektionen (Klee, 2000). Nach oraler Aufnahme binden sie spezifisch an die antigenen Strukturen der Erreger und belegen deren Bindungsstellen. Diese entstehenden Komplexe können schließlich vom Kalb ausgeschieden werden. Durch die Unterbindung des Anheftens z.B. von Colikeimen wird eine Schädigung der Darmzotten begrenzt und die lokale Immunität unterstützt (Heckert et al., 1999).

In der Literatur gibt es unterschiedliche Angaben darüber, ob Immunglobuline selektiv oder nicht selektiv resorbiert werden. Clover et al. (1980) vertreten den Standpunkt der nicht selektiven Resorption. Bei der Arbeit von Kim u. Schmidt (1983) hingegen konnten unterschiedliche Absorptionsraten für die einzelnen Immunglobulinlinklassen gemessen werden. Je nach Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme lag die Absorptionsrate 36 Stunden p.n. für IgA zwischen 11,4 % und 3,6 %, für IgG zwischen 12,7 % und 4,6 % und für IgM zwischen 14,3 % und 0,1 %. Dieser Unterschied ist umso größer, je früher die erste Kolostralmilch aufgenommen wurde.

Die Absorption kolostraler Immunglobuline findet im Dünndarm, hauptsächlich im Jejunum und teilweise im Ileum statt. Das Neugeborene ist in der Lage, aufgrund der niedrigen proteolytischen Aktivität seines Darminhaltes und des Vorkommens von Trypsininhibitoren im Kolostrum die passiv aufgenommenen Immunglobuline unzerstört zu resorbieren. Voraussetzung dafür ist die Funktionsfähigkeit der

Darmschleimhaut (Tizard, 2000). Der Mechanismus der intestinalen Immunglobulinaufnahme in den Blutkreislauf erfolgt über die Lymphe durch Pinozytose. Durch Einstülpung der Zellmembran zwischen den Mikrovilli, die sich immer mehr vertiefen und schließlich als kleine Vesikel ablösen, werden die Makromoleküle intrazellulär aufgenommen. Die Vesikel wandern basalwärts, nehmen an Größe zu und fließen zu größeren Vakuolen zusammen. Dann werden sie durch die Zelle transportiert und ihr Inhalt entleert sich an der Zellbasis. Von dort gelangen die Immunglobuline in die Lymphgefäße und letztendlich in den Blutkreislauf (Scharrer u. Wolfram, 2000). Damit die Eiweißkörper während des intrazellulären Transportes nicht verdaut werden, binden sie an einen speziellen FcRn-Rezeptor, der in den Epithelzellen des Darmes bei Neugeborenen vorkommt, jedoch bis jetzt nur bei Ratten und Mäusen nachgewiesen wurde (Raghavan u. Bjorkam, 1996). Die Rolle des FcRn-Rezeptors für den intrazellulären Transport von IgG in den Epithelzellen des Darmes beim Kalb ist noch nicht vollkommen geklärt (Doleschall et al., 2004). Auch die Unterschiede zwischen homologem und heterologem Immunglobulin sprechen für einen rezeptorvermittelten Transport (Erhard et al., 1995).

Von entscheidender Wichtigkeit ist die Tatsache, dass die Absorption der Immunglobuline im Darm zeitlich begrenzt ist. Inhaltsstoffe von zu spät verabreichtem Kolostrum werden nicht mehr in den Blutkreislauf aufgenommen. Der Rückgang der Absorption von intakten Makromolekülen wird in der englischsprachigen Literatur als „gut closure“ bezeichnet. Unter natürlichen Bedingungen liegt dieser nach Clover et al. (1980) zwischen 24 und 48 Stunden post natum. Selman (1973) kam zu dem Ergebnis, dass die maximale Immunglobulinabsorption im Alter von einer Stunde stattfindet und danach kontinuierlich abnimmt. Die Untersuchungen von Stott et al. (1979a) und Quigley et al. (1995) ergaben, dass sich die Absorptionsrate im Verlauf der ersten 12 Stunden nicht wesentlich verändert, danach jedoch schnell abnimmt. Kim u. Schmidt (1983) geben als maximale Absorptionszeit für IgA 25 Stunden, für IgG 29 und für IgM 16 Stunden post natum an. Als Ursache für den Rückgang der Absorptionsfähigkeit werden in der Literatur verschiedene Gründe genannt. Laut Lusterman und

Günther (1977) verlieren die Epithelzellen nach einer gewissen Zeit die Fähigkeit Makromoleküle zu transportieren oder intrazellulär aufzunehmen. Weiterhin werden Interaktionen zwischen intestinalen Mikroben und Immunglobulinen um einen bestimmten Rezeptor an der Darmwand diskutiert (Staley u. Bush, 1985). Schließlich werden die Kolostrumproteine mit zunehmender Intensität der Verdauungsvorgänge im Darm des Neugeborenen allmählich abgebaut (Buschmann, 1990).

Oben genannte Gründe verdeutlichen, wie wichtig Zeitpunkt und Dauer der Kolostrumaufnahme sind, damit eine ausreichende Immunglobulinversorgung des Kalbes gewährleistet ist. Je eher Kolostrum aufgenommen wird, desto früher kommt es zum Einstellen der Absorption. Nach Michanik et al. (1989) resorbierten Kälber nach der zweiten, dritten und vierten Fütterung, die eine Stunde post natum zum ersten Mal getränkt wurden, signifikant mehr Immunglobuline, als Tiere, die erst nach acht Stunden das erste Mal Kolostrum aufnahmen. Matte et al. (1982) fanden bei Kälbern, die erst 12 Stunden post natum definierte Mengen an Kolostrum und IgG erhielten, dass nur noch 46,9 % der aufgenommenen IgGs absorbiert wurden. Bei Neugeborenen, bei denen die erste Kolostrumaufnahme später als 12 Stunden p.n. erfolgte, konnten 3 % der Kälber keine Immunglobuline mehr absorbieren (Stott et al., 1979a). Die Höhe der Absorption hängt außerdem entscheidend von der aufgenommenen Menge und der Immunglobulinkonzentration des Kolostrums ab. Ist der Immunglobulingehalt im Kolostrum niedrig, kommt es zwangsläufig zu einer ungenügenden Absorption. Morin et al. (1997) tränkten Kälber mit Kolostrum, welches geringe Konzentrationen an Immunglobulinen enthielt und kamen zu dem Ergebnis, dass auch eine Verdopplung der Kolostrummenge nicht zu einem höheren Immunglobulinspiegel im Serum führte. Die Serumkonzentration ist am höchsten, wenn gleich nach der Geburt 4 Liter Kolostrum mit einer hohen Immunglobulinkonzentration verabreicht werden. Da aber von Kälbern auf physiologische Weise keine 4 Liter Flüssigkeit aufgenommen werden, kann dies nur per Schlundsonde oder Zwangsfütterung geschehen (Heyn, 2002).

### **2.3.2 Ursachen einer unzureichenden Immunglobulinversorgung**

Die Grundvoraussetzung für eine passive Immunisierung des Neugeborenen stellt die ausreichend enterale Absorption von IgG in den ersten 24 Stunden post natum dar. Eine Unterversorgung mit maternalen Antikörpern wird in der englischsprachigen Literatur als „failure of passive transfer“ (FPT) bezeichnet. Ab welcher postkolostralen IgG-Konzentration im Serum von FPT bzw. von partial FPT (pFPT) gesprochen werden kann, wird kontrovers diskutiert. Für das Fohlen wurde ein Grenzwert von 4 mg/ml IgG im Serum für FPT und ein IgG-Konzentrationsbereich von 4 bis 8 mg/ml Serum für pFPT von verschiedenen Autoren angegeben (Morris et al., 1985; Stoneham et al., 1991). Laut Erhard u. Heyn (2003) ist davon auszugehen, dass hinsichtlich des Zeitpunktes der Absorption von IgG und des Beginns der Eigensynthese keine wesentlichen Unterschiede zwischen neugeborenen Fohlen und Kälbern bestehen. Demzufolge wird für eine normale Entwicklung des Kalbes ein IgG-Serumgehalt von über 8 mg/ml 24 Stunden post natum als ausreichend angesehen. Diese Aussage deckt sich fast mit der von Besser et al. (1991) und Gay (1983). Sie sprechen von einem unzureichenden Transfer, wenn bei Kälbern zwischen der 36. und 48. Lebensstunde eine Immunglobulinkonzentration von unter 10 mg/ml im Serum gemessen wird. Laut Weaver et al. (2000) liegt bei Kälbern, die 24 Stunden p.n. eine Serum-Protein-Konzentration von unter 5 g/dl aufweisen, das Risiko einer Erkrankung bzw. eines tödlichen Verlaufs höher. Schäfer et al. (1998) vertreten die Meinung, dass IgG-Konzentrationen von 6 bis 12 mg/ml für eine normale Entwicklung des Kalbes ausreichend sind.

Es gibt zahlreiche Gründe, warum es zu einer ungenügenden Immunglobulinabsorption von Neonaten kommen kann. So können hormonelle Geburtseinleitungen, Frühgeburten und der Geburtsverlauf, die Jahreszeit (Gay, 1983), Stress und Hitze, der Azidosegrad der Neonaten, die fetale Schilddrüsenfunktion (Cabello u. Levieux, 1980), Mastitiden und die Art der Tränkung (Selman et al., 1971b) das Maß der Absorption auf unterschiedliche Weise beeinflussen. Johnston u. Steward (1986) ermittelten im Vergleich zu normal



ausgetragenen Tieren eine signifikant niedrigere Immunglobulinkonzentration bei Kälbern, bei denen die Geburt mit Dexamethason eingeleitet wurde. In der Untersuchung von Stott et al. (1975) zeigten neugeborene Kälber, die einer hohen Umgebungstemperatur ausgesetzt waren, geringere IgG<sub>1</sub>-Konzentrationen im Serum und eine höhere Sterblichkeitsrate. Die absorbierte Menge an IgG hängt auch von der Vitalität der Neonaten ab. Nach Schweregeburten sind Neugeborene oft wenig vital und nehmen aufgrund ungenügender Sauglust meist sehr spät und nur geringe Mengen an Kolostrum auf (Kolb u. Seehawer, 2002). Störungen des Geburtsablaufs können zu einer Asphyxie des Kalbes führen, wodurch infolge einer Schädigung der Darmmucosa die Absorption kolostraler Immunglobuline vermindert ist (Eigenmann et al., 1983). Laut Tyler u. Ramsey (1991) verlängert sich bei Kälbern mit einer Hypoxie der Zeitraum der Immunglobulinabsorption von 20 Stunden auf 40,5 Stunden. Störungen des Stoffwechsels laktierender Kühe können sich ebenfalls negativ auf die Kolostrumversorgung derer Kälber auswirken. Durch verschiedene Erkrankungen wie Gebärparese, Fettlebersyndrom oder Ketose kann es zu einer verminderten Milchbildung bis hin zur Agalaktie bei akuten Mastitiden kommen (Kolb u. Seehawer, 2002). Maunsell et al. (1998) hingegen stellten fest, dass eine Mastitis die Funktion der Milchdrüse zwar erheblich beeinträchtigt, sich aber nicht negativ auf die Übertragung von Immunglobulinen auswirkt.

### **2.3.3 Immunitätsentwicklung**

Beim Neugeborenen wird aufgrund eines negativen Feedback-Mechanismus der passiv übertragenen maternalen Antikörper die Eigensynthese von Immunglobulinen behindert. Ohne Kolostrumaufnahme beginnen Kälber bereits nach einer Woche mit der Bildung von Antikörpern, dagegen beginnt bei Saugkälbern die eigene Immunglobulinproduktion erst vier Wochen p.n. (Buschmann, 1990). Laut Logan et al. (1974) werden bei Kälbern mit einer Hypogammaglobulinämie schon innerhalb der ersten Lebenswoche Immunglobuline synthetisiert. Der maternale antigenabhängige Antikörpertiter muss erst bis zu einem bestimmten Schwellenwert reduziert werden, bevor das Immunsystem des Neugeborenen auf gleiche Antigene

mit einer Antikörpersynthese reagiert. Laut Erhard et al. (1999a) kann der zeitliche Verlauf der Gesamt-IgG-Menge im Serum bei 18 untersuchten Kälbern mit vier typischen Phasen charakterisiert werden (siehe Abbildung 1). Zwölf Stunden nach der Kolostrumaufnahme kommt es in Phase 1 zu einem rapiden Anstieg von 0,45 auf 22,6 Gesamt-IgG. An Tag 11 p.n. fällt die Gesamtmenge an Serum-IgG auf 17,6 (Phase 2) und bleibt bis Tag 28 p.n., an dem schließlich der Tiefpunkt mit 17,3 erreicht wird (Phase 3), konstant. In Phase 4 steigt der IgG-Gehalt auf 49,3 (11 Wochen p.n.). Daraus ist ersichtlich, dass wegen des hohen Spiegels maternaler Antikörper eine Impfung neugeborener Tiere zumeist wenig erfolgreich ist. Ein zusätzlicher Schutz vor lokalen intestinalen Infektionen sowie vor systemischen Infektionskrankheiten kann nur durch eine Muttertierimpfung empfohlen werden (Buschmann, 1990). Im Alter von 12 Wochen erreichen Kälber schließlich ähnlich hohe Werte wie adulte Tiere (Logan et al., 1973; Erhard et al., 1999a).

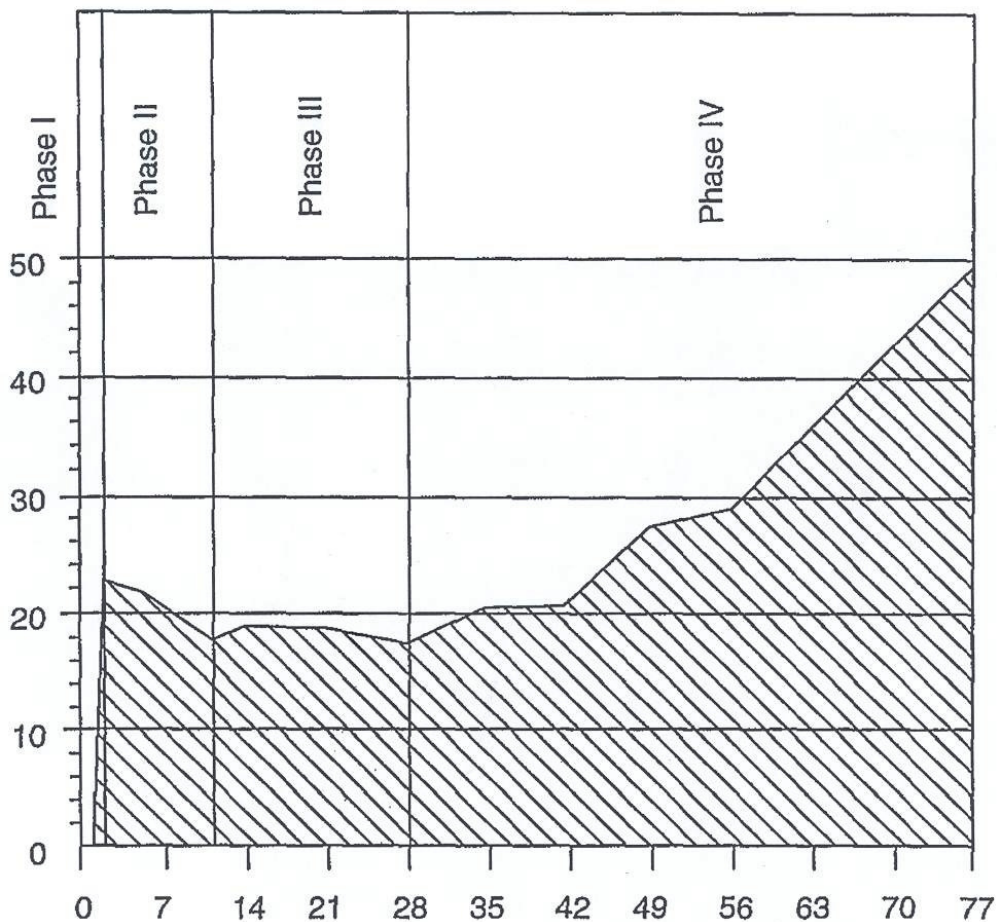


Abbildung 1: Verlauf (Tage p.n.) des Gesamt-IgG-Gehaltes (g) beim Kalb (aus Erhard et al., 1999a)

## 2.4 IgG-Gehalt in Abhängigkeit zur Tränketchnik

Hinsichtlich der verschiedenen Tränkeverfahren von Neugeborenen gibt es sehr unterschiedliche Angaben über deren Immunglobulinversorgung. Zaremba et al. (1984) führten eine Studie durch, in der die IgG<sub>1</sub>-Konzentrationen von Kälbern nach Kolostrumaufnahme untersucht wurden. Verglichen wurde die Kolostrumverabreichung per Schlundsonde mit der freiwilligen Aufnahme aus der Saugflasche. Die Tiere, die per Schlundsonde das Kolostrum erhielten, wiesen signifikant niedrigere IgG<sub>1</sub>-Konzentrationen im Blutserum auf als Kälber, die freiwillig aus der Saugflasche tranken. Auch Mc Coy et al. (1994) kamen zu dem Ergebnis, dass sich die Eingabe

von Kolostrum per Schlundsonde negativ auf die IgG-Absorption auswirkt. Es wird angenommen, dass künstlich verabreichtes Kolostrum erst in den Pansen und nicht in den Labmagen fließt. Dadurch gelangen die Immunglobuline verzögert in den Dünndarm, wo sie schließlich vermindert absorbiert werden (Zaremba et al., 1984). Dagegen erzielten laut Besser et al. (1991) die Kälber nach Verabreichung des Kolostrums mit der Schlundsonde gleich hohe IgG-Serumwerte wie die mit der Saugflasche getränkten Tiere. Heyn (2002) führte drei von einander unabhängige Studien zur kolostralen IgG-Versorgung durch. Dabei haben die Untersuchungen gezeigt, dass neugeborene Kälber per Eimertränke in Deutschland eine schlechtere Versorgung mit maternalen Antikörpern erhielten, als bei Kolostrumgabe per Schlundsonde in den USA. Allerdings konnten in deutschen Betrieben mit Mutterkuhhaltung vergleichbar hohe postkolostrale Immunglobulin-Werte gemessen werden. Kälber, die ihre erste Tränke per Schlundsonde erhielten, wiesen im Mittel eine Serum-IgG-Konzentration von 22,6 mg/ml auf. Die eimergetränkten erzielten einen Durchschnittswert von 12,8 mg IgG/ml Serum. Im Vergleich der IgG-Konzentrationen von Kälbern aus der Mutterkuhhaltung mit den schlundsonden-gefütterten Kälbern, zeigten die Ergebnisse von 23,7 mg/ml und 22,6 mg/ml keine große Differenz. Auch Quigley et al. (1995) erzielten höhere Ig-Absorptionsraten bei Tieren, die an der Mutter getrunken hatten, als bei Kälbern, die 2 L Kolostrum in den ersten 12 Stunden per Eimer erhielten. Nach einer Studie von Franklin et al. (2003) wiesen Saugkälber 24 Stunden p.n. geringgradig niedrigere Serum-Protein-Konzentrationen auf (5,8 g/dl) als eimergetränkte Kälber (6,0 g/dl). Davon hatten bei den eimergetränkten nur 2 von 15 Tieren eine Serum-Protein-Konzentration unter 5 g/dl, während bei den Saugkälbern 6 von 16 unter dieser Konzentration lagen.

Aufgrund der Erkenntnis, dass Kälber, die Kolostrum direkt am Muttertier aufnehmen, in zahlreichen Untersuchungen ausreichend bis hohe Immunglobulinspiegel im Serum aufwiesen, beschäftigten sich verschiedene Autoren näher mit dieser Thematik. Laut Selman et al. (1970; 1971a) trinken Saugkälber meistens innerhalb der ersten 6 Lebensstunden und nehmen im Vergleich zu eimergetränkten Tieren über den Tag verteilt mehr Kolostrum auf. Stott et al. (1979b) vermuten, dass bei Saugkälbern ein unbekannter Faktor mit dem frischen Kolostrum

übertragen wird, der als Botenstoff die pinozytische Aktivität im Darm stimuliert und dadurch die Absorption von kolostralen Makromolekülen beschleunigt. Eine andere Erklärung für die höheren IgG-Absorptionsraten ist ein möglicher Unterschied zwischen der Ig-Konzentration von ermolkenem Kolostrum und direkt vom Euter aufgenommenen Kolostrum (Stott et al., 1979b).

Im Vergleich von Kälbern aus Mutterkuhhaltung und eimergetränkten Tieren, kam Steinhard (2003) zu dem Ergebnis, dass mutterlos aufgezogene Tiere weitaus häufiger Verhaltensanomalien zeigten. Dies äußert sich in typischen Verhaltensweisen, wie das Besaugen von Gegenständen und Artgenossen sowie das sogenannte „Zungenspielen“. Eine Begründung dafür ist, dass Neugeborene, die beim Muttertier gehalten werden, in der ersten Lebenswoche durchschnittlich 6 bis 8 mal täglich trinken (Meyer u. Kamphues, 1990). Erhalten Kälber bei mutterloser Aufzucht üblicherweise nur zwei Eimertränkungen täglich, wird die zugemessene Milchmenge mit etwa 300 Saugzügen getrunken. Das entspricht nur 5 % der an der Kuh üblichen 6000 Saugakte am Tag und lässt folglich ein erhebliches Saugdefizit entstehen. Weiterhin wurde beobachtet, dass ad libitum gefütterte Kälber in der Regel weniger diarrhoeanfällig sind als rationiert getränkte Tiere. Laut Dirr u. Dirksen (1989) trinken eimergetränkte Tiere ihre Mahlzeiten viel zu hastig und nehmen auf einmal zu große Mengen auf. Dies kann zu einem ungenügenden Schluss der Schlundrinne führen. Dadurch gelangt das Kolostrum direkt in den Pansen oder fließt durch Überfüllung des Labmagens in den Pansen zurück. In den Vormägen kommt es zu bakterieller Spaltung und schließlich durch Entstehung verschiedener Säuren zu einer pH-Senkung. Eine solche Übersäuerung kann zu Entzündungen der Schleimhäute und folglich zu Diarrhoen führen.

Krohn (2001) untersuchte verschiedene Parameter während einer Säugeperiode, in der Mutter und Kalb zusammen gehalten wurden. Er kam zu dem Ergebnis, dass ein Saugen des Kalbes am Euter keinen Einfluss auf die Milchleistung hat und das Risiko von Mastitiden vermindert wird. Weiterhin gibt er an, dass die Mutterkuh in den Saugperioden ihren natürlichen Mutterinstinkt ausleben kann, wodurch es sowohl beim Kalb als auch beim Muttertier zu einer Aktivitätssteigerung kommt (Krohn et

al., 1999). Dies deckt sich auch mit der Aussage von Lidfors (1996), die beobachtete, dass die Kühe und deren Kälber während des Beisammenseins aktiver waren.

Laut Egli u. Blum (1998) liegt bei Saugkälbern in Mutterkuhhaltung die Herzfrequenz (HF) in den ersten zwei bis drei Lebenswochen nach der Geburt auf einem höheren Niveau als bei mutterlos aufgezogenen. Durch eine Aktivierung der HF bzw. des Blutkreislaufes wird die Umverteilung des Blutflusses gefördert und gewährleistet die Sauerstoffversorgung der in einer spezifischen Situation am stärksten belasteten Organe (Edwards, 1998). Kälber, die per Eimer getränkt werden, nehmen ihre Mahlzeiten meist durch intensives, hastiges Saugen auf, was einer Stresssituation ähnelt. Dadurch fällt die O<sub>2</sub>-Sättigung des venösen und arteriellen Blutes ab und bleibt auch in den Pausen zwischen den Saugperioden verringert (Grant et al., 1997). Folglich kann sich eine chronische Hypoxie entwickeln. Obwohl junge Tiere eine erhebliche Toleranz gegenüber einer Hypoxie haben, konnten Steinhardt et al. (1996) feststellen, dass sich chronisch hypoxische Tiere nicht ausreichend entwickeln. Auch für Tenhagen et al. (1998) gilt, dass in der Mutterkuhhaltung durch relativ geringe Leistungsanforderungen, die an Mutter und Kalb gestellt werden, das Risiko erheblicher Energiedefizite und anderer metabolischer Stressoren verringert wird.

---

## **3 MATERIAL UND METHODEN**

---

Im Zeitraum von August 2003 bis Juni 2004 wurden in einer Feldstudie auf acht verschiedenen Milchviehbetrieben Untersuchungen zur Kolostrumversorgung von Kälbern durchgeführt. Davon stammten sechs Betriebe aus Niederbayern und zwei aus dem Berchtesgadener Land. Insgesamt wurden 87 neugeborene Kälber in den Versuch aufgenommen.

### **3.1 Haltung und Fütterung der Kühe**

Alle acht Betriebe waren Vollerwerbsbetriebe und unterlagen der Milchleistungsprüfung. Die genauen Daten sind aus Tabelle 15 (siehe tabellarischer Anhang) zu entnehmen. Die Kühe wurden im Boxenlaufstall auf Spaltenboden gehalten und hatten teilweise Zugang zu einem Auslauf. Jeder Betrieb besaß eine Abkalbebox mit Tiefstreu, in welche die trächtigen Kühe zwei bis drei Tage vor dem errechneten Geburtstermin umgestallt wurden.

Die Fütterung der Milchkühe bestand im wesentlichen aus Grünfutter, Grassilage, Maissilage, Heu und einer Mineralstoffmischung. Auch Kraftfutter wurde entsprechend ihrer Milchleistung zugefüttert.

### **3.2 Kälber**

#### **3.2.1 Haltung und Fütterung**

Alle Kälber wurden unmittelbar nach der Geburt bei der Mutter in der Abkalbebox belassen. Die Neugeborenen erhielten keine zusätzliche Tränke und die Mutterkühe wurden während der Verweildauer nicht gemolken.

Wie lange ein Kalb beim Muttertier bleiben sollte, wurde teilweise unter betriebstechnischen Vorgaben vor der Geburt festgelegt. Dabei wurde in jedem Betrieb versucht, eine alternierende Verweildauer von 12, 24 und 48 Stunden einzuhalten.

Tabelle 2: Einteilung der Gruppen nach der unterschiedlichen Verweildauer

Gruppe	n	Verweildauer beim Muttertier
I	29	12 Stunden
II	33	24 Stunden
III	25	48 Stunden

Nach der jeweiligen Verweildauer beim Muttertier wurden die Tiere in herkömmliche Kälberboxen aufgestellt und erhielten zwei bis drei mal täglich Muttermilch per Eimer. Neugeborene Tiere, die bei der Mutter bis zur achten Lebensstunde freiwillig kein Kolostrum aufnahmen, wurden von der Studie ausgeschlossen.

### 3.2.2 Anzahl, Geschlecht und Rasse

Von insgesamt 95 im Untersuchungszeitraum geborenen Kälbern wurden 87 in den Versuch aufgenommen. Darunter waren vier Zwillingspaare, wovon bei einem Paar ein Kalb tot geboren wurde und bei einem weiteren Paar ein Kalb direkt nach der Geburt verstarb. Von den weiteren Kälbern, die von der Studie ausgeschlossen wurden, kamen zwei im Laufstall zur Welt und zwei wurden tot geboren. Ein Kalb konnte aufgrund einer Gebärpause der Mutter nicht am Euter trinken, ein weiteres nahm in den ersten acht Lebensstunden freiwillig kein Kolostrum auf.

Unter den 87 Kälbern waren 38 weibliche und 49 männliche. 70 Kälber gehörten der Rasse Fleckvieh und zehn der Rasse Schwarzbunt an. Unter den restlichen Tieren waren drei Rotbunkälber, zwei der Rasse Braunvieh und zwei Kreuzungen zwischen Fleckvieh und Schwarzbunt.



Die genauen Angaben über die Verteilung der Kälber in den einzelnen Betrieben und Gruppen sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3: Übersicht der Betriebe (A-H) und Kälber in Bezug auf die einzelnen Gruppen

Betrieb	A		B		C		D		E		F		G		H		n
	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	
Gruppe I	3	4	3	2	-	1	2	2	-	3	-	-	2	6	-	1	29
Gruppe II	5	4	1	2	-	-	1	3	2	3	-	1	4	6	-	1	33
Gruppe III	3	2	3	1	-	1	-	1	1	1	-	2	5	1	3	1	25
<b>Gesamt</b>	21		12		2		9		10		3		24		6		87

### 3.3 Routinemaßnahmen

Weder bei den trächtigen Rindern noch bei den Neugeborenen wurden Impfungen durchgeführt. Die in der Studie beteiligten Kälber wurden bis zum Alter von zwei Wochen routinemäßig medizinisch untersucht und gegebenenfalls therapeutisch versorgt (siehe Tabelle 12).

### 3.4 Entnahme und Aufbereitung der Blutproben

Bei allen Kälbern bis auf vier, wurden zwei Blutproben gezogen. Von diesen vieren (ein Kalb aus Gruppe I und drei Kälber aus Gruppe II) konnte nur die erste Blutprobe entnommen werden, da sie innerhalb der ersten Lebenswoche verstarben.

Die erste Blutentnahme fand, unabhängig von der Verweildauer beim Muttertier, zwischen der 36. und 48. Stunde post natum (im Text als 48 Stunden bezeichnet) statt. Die zweite Blutprobe wurde am 7. Lebenstag des Kalbes entnommen.

Die Blutentnahme erfolgte aus der *V. jugularis*. Dazu wurden 9 ml S-Monovetten<sup>®</sup> (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht, Deutschland) verwendet, die Granulatkügelchen als Gerinnungsaktivator enthalten und der Serumgewinnung dienen. Das Blut wurde bis zu 18 Stunden gekühlt und anschließend für zehn Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert. Das überstehende Serum wurde abpipettiert und bis zur Messung bei  $-20^{\circ}\text{C}$  eingefroren.

### 3.5 Untersuchung mittels ELISA

#### 3.5.1 Puffer und Lösungen

PBS:	Phosphatgepufferte Kochsalzlösung pH 7,2
	8,00 g Natriumchlorid
	1,45 g Di-Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat
	0,20 g Kaliumhydrogenphosphat
	0,20 g Kaliumchlorid
	ad 1000 ml Aqua bidest.

Zur Herstellung von PBS-Tween (pH 7,2 ) wurde zusätzlich 500  $\mu\text{l}$  Tween 20 zugesetzt.

Beschichtungspuffer: Carbonatpuffer pH 9,6

3,11 g	Natriumcarbonat
6,00 g	Natriumhydrogencarbonat
ad 1000 ml	Aqua bidest.

Waschpuffer: PBS-Tween

TMB-Puffer: Natriumacetat-Citrat-Puffer pH 5,0

8,20 g	Natriumacetat
3,15 g	Citronensäure-Monohydrat
ad 1000 ml	Aqua bidest.

Stammlösung: Tetramethylbenzidin-Lösung (TMB)

0,06 g	Tetramethylbenzidin (Fa. Sigma, Deisenhofen)
10 ml	Dimethylsulfoxid (Fa. AppliChem, Darmstadt)

Substratlösung: 332 µl Stammlösung

10 ml	TMB-Puffer
3 µl	30 % H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

Stoppreagenz: 1-molare Schwefelsäure pH 1

472 ml	Aqua bidest.
28 ml	96%ige Schwefelsäure

(Soweit nicht anders aufgeführt, stammen alle weiteren Chemikalien von der Fa. Merck, Darmstadt.)

### 3.5.2 Bestimmung von IgG im Serum der Kälber

Der Nachweis von IgG im Serum der Kälber wurde mittels des Sandwich-ELISA-Verfahrens nach Erhard et al. (1995) durchgeführt. Dazu wurden die Proben in PBS-Tween 1: 5000 verdünnt und nach der unten beschriebenen Methode auf den Gehalt an bovinem IgG untersucht:

1. Beschichtung: An eine 96-löchrige Platte aus Polystyrol (Maxisorb, Nunc<sup>®</sup>, Wiesbaden) wurde Kaninchen-anti-Rind-IgG (A 5645, Fa. Sigma, Deisenhofen) fixiert. Die Konzentration betrug 5 µg Antikörper pro ml Beschichtungspuffer. In jede Kavität der Platten wurden 100 µl pipettiert und anschließend über Nacht bei +4°C inkubiert.
2. Waschvorgang: Nach dreimaligem Waschen der Platte mit PBS-Tween in einem mechanischen Wascher (Tecan Deutschland GmbH, Modell: Columbus, Crailsheim), wurde diese anschließend zur Entfernung von Flüssigkeitsresten auf Zellstoff ausgeklopft.
3. Blockierung: Gelatine wurde zur Herstellung einer 0,5%igen Lösung in PBS gelöst. In jede Kavität wurden 200 µl dieser Lösung pipettiert, um die freien Bindungsstellen in jeder Vertiefung zu blockieren. Danach wurde die Platte für eine Stunde bei 37°C inkubiert.
4. Waschvorgang: siehe Punkt 2
5. Auftragen der Proben: Die Serumproben wurden in die oberste Kavität einer jeden Spalte aufgetragen. Daraufhin wurde in jeder Spalte eine zweierlogarithmische Verdünnungsreihe angelegt, so dass am Ende jede Vertiefung mit 50 µl beladen war. In Spalte 6 wurde bovines IgG (I 5506, Fa. Sigma, Deisenhofen) als Standard in einer Anfangskon-

zentration von 1 µg/ml aufgetragen und ebenfalls in zweierlogarithmischen Schritten verdünnt. Spalte 1 diente als Leerwert und wurde mit 50 µl PBS-Tween pro Kavität gefüllt. Es folgte wiederum eine Stunde Inkubation bei 37°C.

6. Waschvorgang: siehe Punkt 2
7. Hinzufügen d. Konjugats: In jede Kavität wurden 100 µl eines an Peroxidase gekoppelten Kaninchen-anti-Rind-IgG (A 5295, Fa. Sigma, Deisenhofen) in einer Konzentration von 1: 50 000 (in PBS-Tween) pipettiert. Die Platten wurden wieder eine Stunde inkubiert.
8. Waschvorgang: siehe Punkt 2
9. Hinzufügen d. Substrats: 100 µl der unter 3.5.1 beschriebenen Substratlösung wurden in jede Kavität der Platte pipettiert und diese anschließend für 10 Minuten im Dunkeln bei Zimmertemperatur inkubiert.
10. Stoppen der Reaktion: Die Reaktionsvorgänge wurden durch Zugabe von 50 µl einer 1 molaren Schwefelsäure beendet.
11. Auswertung: Im ELISA-Reader (EAR 400 AT, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim) ist die Farbintensität bei 450 nm gemessen worden. Mit Hilfe eines Computerprogramms (Easyfit, Tecan Deutschland GmbH, Crailsheim) wurde die Standardkurve auf die Ursprungskonzentration zurückgerechnet. Der Mittelwert der Einzelkonzentrationen ergab dann die Endkonzentration in mg IgG/ml Serum.

### **3.6 Statistische Verfahren**

Von allen metrischen Daten wurden der arithmetische Mittelwert und der Standardfehler bestimmt. Die Signifikanzprüfung in Bezug auf eine Datengruppe wurde mit Hilfe des t-Tests durchgeführt. Um festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen zwei Datengruppen bestand, wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient ( $r$ ) berechnet. Die jeweilig betrachtete Korrelation wurde mit Hilfe des LSM-Tests (Least squares Means) auf ihre Signifikanz untersucht. Unterschiede wurden als signifikant angesehen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit 5 % unterschritt ( $p < 0,05$ ).

---

## 4 ERGEBNISSE

---

### 4.1 Kolostrumaufnahme der Kälber

Bis auf zwei Fälle wurde jedes Kalb ( $n = 87$ ) von der Mutter angenommen und konnte ungehindert am Euter trinken. In einem Fall hatte die Mutterkuh eine Gebärpause, die 13 Stunden andauerte, so dass das Kalb nicht am Euter trinken konnte und folglich aus dem Versuch genommen wurde. Ein anderes Kalb nahm innerhalb der acht-Stunden-Frist freiwillig kein Kolostrum auf und wurde schließlich von der Mutter getrennt. Vier Kälbern musste beim ersten Trinken durch Hinführen ans Euter Hilfestellung gegeben werden.

### 4.2 Ergebnisse der IgG-Bestimmung

#### 4.2.1 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier

Zum Zeitpunkt der ersten Blutentnahme 48 Stunden p.n. lag die mittlere IgG-Konzentration im Serum der Kälber der Gruppe I bei 12,37 mg/ml, der Gruppe II bei 9,87 mg/ml und der Gruppe III bei 16,23 mg/ml. Bei der zweiten Blutentnahme am 7. Lebenstag ergab sich ein mittlerer IgG-Gehalt von 11,34 mg/ml bei Gruppe I, von 9,37 mg/ml bei Gruppe II und von 14,15 mg/ml bei Gruppe III. Damit sank die jeweilige Serum-IgG-Konzentration von 48 Stunden p.n. zum 7. Lebenstag in Gruppe I um 8,33 %, in Gruppe II um 5,07 % und in Gruppe III um 12,82 %. Die exakten Angaben sind aus Abbildung 2 zu entnehmen.

Ab 8 mg IgG/ml Serum (siehe gestrichelte Linie in Abbildung 2) gelten Kälber als ausreichend versorgt. Demnach wiesen im Mittel alle drei Gruppen eine ausreichende IgG-Versorgung auf.



Abbildung 2: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der Kälber 48h p.n. und am 7. Lebenstag in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier (ab 8 mg IgG/ml Serum gelten die Kälber als ausreichend versorgt)

In Tabelle 4 werden die mit Hilfe des LSM-Tests ermittelten Signifikanzen ( $p < 0,05$ ) zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt der ersten Blutentnahme (48h p.n.) dargestellt.

Tabelle 4: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0.05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) zwischen den drei Gruppen (48h p.n.)

	Gruppe I (12h)	Gruppe II (24h)	Gruppe III (48h)
Gruppe I		0,2980	0,1346
Gruppe II	0,2980		<b>0,0122</b>
Gruppe III	0,1346	<b>0,0122</b>	



Aus Tabelle 4 geht hervor, dass sich nur Gruppe II zu Gruppe III signifikant verhält. Zwischen Gruppe I und Gruppe II sowie zwischen Gruppe I und Gruppe III sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

In Tabelle 5 werden die mit Hilfe des LSM-Testes ermittelten Signifikanzen ( $p < 0,05$ ) zwischen den Gruppen zum Zeitpunkt der zweiten Blutentnahme (7. Lebenstag) dargestellt. Auch hier ist nur ein signifikanter Unterschied zwischen Gruppe II und Gruppe III zu erkennen.

Tabelle 5: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0.05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) zwischen den drei Gruppen (7 Tage p.n.)

	<b>Gruppe I (12h)</b>	<b>Gruppe II (24h)</b>	<b>Gruppe III (48h)</b>
<b>Gruppe I</b>		0,3847	0,2370
<b>Gruppe II</b>	0,3847		<b>0,0428</b>
<b>Gruppe III</b>	0,2370	<b>0,0428</b>	

Alle drei Gruppen zeigten im Mittel einen Serum-IgG-Spiegel über 8 mg/ml. Abbildung 3 stellt die Verteilung der einzelnen IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. dar. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, bei wie vielen Kälbern ein ausreichender ( $\text{IgG} > 8 \text{ mg/ml}$ ), mangelhafter ( $\text{IgG} 4\text{-}8 \text{ mg/ml}$ ) oder sogar ungenügender ( $\text{IgG} < 4 \text{ mg/ml}$ ) Immunglobulintransfer stattgefunden hat. Aufgrund der Streuung der einzelnen IgG-Werte wurden zur Darstellung Box-Plots gewählt.

Demnach wiesen in Gruppe I 58,6 % der Kälber einen Serum-IgG-Spiegel über 8 mg/ml auf und in Gruppe II 54,6 %. In Gruppe III hingegen hatten 80 % der Kälber eine Serum-IgG-Konzentration über 8 mg/ml.

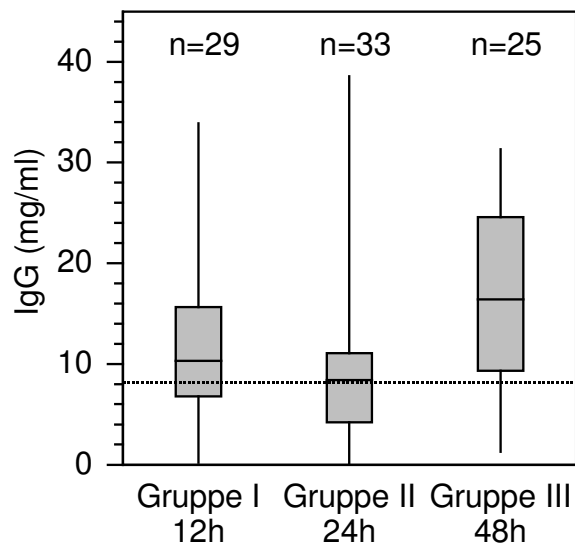


Abbildung 3: Verteilung der einzelnen IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier

In Tabelle 6 ist ein Überblick der IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. bezogen auf die Gruppen aufgeführt.

Tabelle 6: Überblick der IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. unterteilt nach den drei Gruppen

	< 1 mg/ml (FPT)	1-4 mg/ml (FPT)	4-8 mg/ml (pFPT)	> 8 mg/ml
<b>Gruppe I (n = 29)</b>	6,9 % (n = 2)	10,4 % (n = 3)	24,1 % (n = 7)	58,6 % (n = 17)
<b>Gruppe II (n = 33)</b>	6,1 % (n = 2)	15,1 % (n = 5)	24,2 % (n = 8)	54,6 % (n = 18)
<b>Gruppe III (n = 25)</b>	0 % (n = 0)	16,0 % (n = 4)	4,0 % (n = 1)	80,0 % (n = 20)

### 4.2.2 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber im Vergleich zu den einzelnen Betrieben

In Abbildung 4 ist die durchschnittliche IgG-Konzentration (mg/ml) im Serum der Kälber der einzelnen Betriebe dargestellt. Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erzielen, wurden Betrieb C und F in der Auswertung nicht berücksichtigt, da jeweils nur zwei bzw. drei Kälber von diesen Betrieben stammten.

In allen Betrieben wiesen die Kälber einen mittleren Serum-IgG-Spiegel über 8 mg/ml auf. Betrieb A hatte bei der ersten Blutentnahme 48 Stunden p.n. mit einer durchschnittlichen IgG-Konzentration von 8,77 mg/ml den niedrigsten Wert. In Betrieb H lag der mittlere IgG-Gehalt 48 Stunden p.n. im Vergleich zu den anderen am höchsten (17,81 mg/ml).

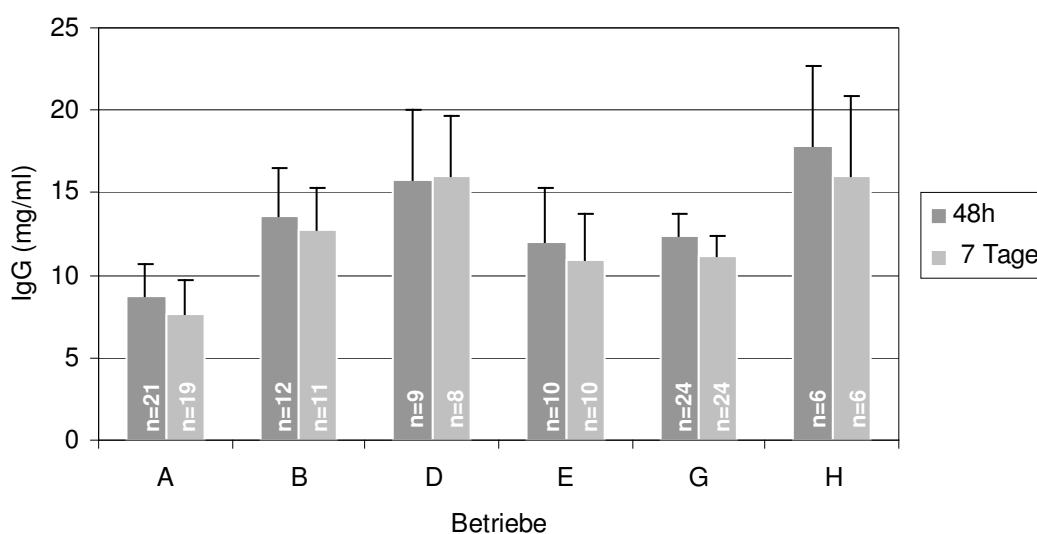


Abbildung 4: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der Kälber 48h und 7 Tage p.n. im Vergleich zu den einzelnen Betrieben

### 4.2.3 Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme und dem IgG-Gehalt im Serum der Kälber

In Abbildung 5 ist der Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und der IgG-Konzentration (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. dargestellt. Beide Parameter korrelieren auf mittlerem Niveau negativ miteinander ( $r = -0,49864$ ). Der Schnittpunkt der Regressionsgeraden und der 8 mg/ml-Linie liegt bei 5,12h.

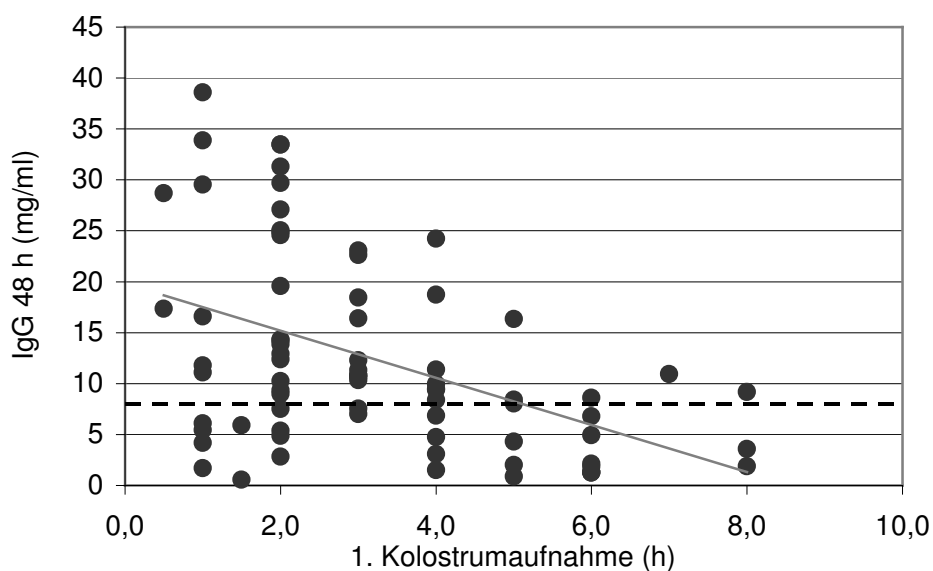


Abbildung 5: Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und dem IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber ( $n = 76$ ) 48h p.n. (ab 8 mg IgG/ml Serum gelten die Kälber als ausreichend versorgt)

Zusätzlich wurde jeweils der Korrelationskoeffizient ( $r$ ) mit Signifikanzniveau berechnet. Von elf Neugeborenen fehlen gesicherte Angaben über den Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme. Diese wurden in der Korrelationsberechnung nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefasst. Demnach liegt sowohl zum Zeitpunkt der ersten Blutentnahme (a) als auch am 7. Lebenstag (b) eine hochsignifikante Korrelation zwischen den beiden Parametern vor. Bei der Korrelationsberechnung

zwischen der ersten Kolostrumaufnahme und dem IgG-Gehalt am 7. Lebenstag fehlen zwei Kälber, da diese in der ersten Lebenswoche verstarben.

Tabelle 7: Korrelation zwischen erster Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und dem IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. (a) und 7 Tage p.n. (b)

	1. Kolostrumaufnahme (a)	1. Kolostrumaufnahme (b)
<b>r</b>	-0,49864	-0,50429
<b>p</b>	< 0,0001	< 0,0001
<b>n</b>	76	74

Tabelle 8 zeigt die durchschnittliche IgG-Konzentration (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. in den drei verschiedenen Gruppen, bezogen auf den Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.). Weiterhin wurde jeweils der Mittelwert der Zeitpunkte der ersten Kolostrumaufnahme je Gruppe aufgeführt.

Tabelle 8: Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen IgG-Werten (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. und dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.)

1. Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.)	≤ 2h	> 2h ≤ 4h	> 4h ≤ 6h	> 6h ≤ 8h	Mittelwert
<b>Gruppe I</b>	52,2 % (n = 12)	26,1 % (n = 6)	17,4 % (n = 4)	4,3 % (n = 1)	3,0h
<b>IgG (mg/ml)</b>	15,05 (SEM 3,20)	10,39 (SEM 1,72)	6,32 (SEM 3,60)	1,90 (SEM 0)	
<b>Gruppe II</b>	41,4 % (n = 12)	31,0 % (n = 9)	27,6 % (n = 8)	–	3,3h
<b>IgG (mg/ml)</b>	13,76 (SEM 3,59)	9,92 (SEM 2,10)	4,97 (SEM 1,08)	–	
<b>Gruppe III</b>	45,8 % (n = 11)	33,4 % (n = 8)	8,3 % (n = 2)	12,5 % (n = 3)	3,4h
<b>IgG (mg/ml)</b>	21,06 (SEM 2,61)	14,67 (SEM 2,41)	1,58 (SEM 0,28)	7,89 (SEM 2,22)	

In allen drei Gruppen war die Anzahl der Kälber, die bis zu vier Stunden nach der Geburt das erste Kolostrum aufnahmen, deutlich größer, als die Anzahl der Kälber, die später zum ersten Mal tranken. Demnach hatten die Kälber, die innerhalb der ersten vier Lebensstunden das erste Kolostrum aufnahmen in Gruppe I einen durchschnittlichen Serum-IgG-Wert 48 Stunden p.n. von 13,50 mg/ml, in Gruppe II von 12,11 mg/ml und in Gruppe III von 18,37 mg/ml. Bei den Neugeborenen, bei denen die erste Kolostrumaufnahme später als vier Stunden p.n. stattfand, lag der mittlere Serum-IgG-Wert in Gruppe I bei 5,43 mg/ml, in Gruppe II bei 4,97 mg/ml und in Gruppe III bei 5,37 mg/ml. Insgesamt zeigten die Kälber, die innerhalb der ersten vier Stunden Kolostrum aufnahmen, eine mittlere IgG-Konzentration von 14,59 mg/ml im Serum und die, die später tranken, einen mittleren Serum-IgG-Gehalt von 5,21 mg/ml (siehe Abbildung 6).

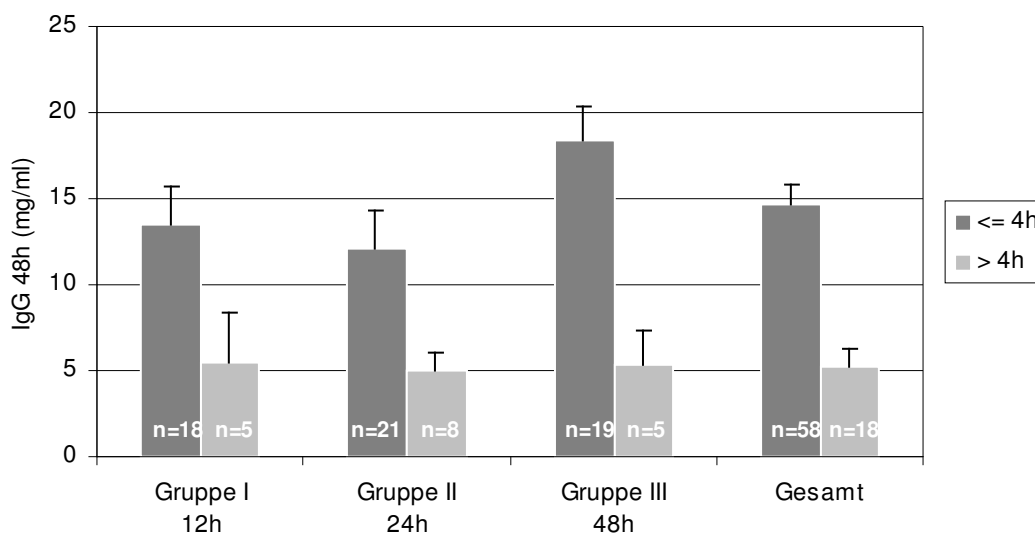


Abbildung 6: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit von der ersten Kolostrumaufnahme ( $\leq 4h$ / $> 4h$ )

Mit Hilfe des t-Tests wurde die mittlere IgG-Konzentration (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. in Abhängigkeit zum Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme ( $\leq 4h$ / $> 4h$ ) in jeder Gruppe auf ihre Signifikanz untersucht. Demnach unterschied sich der mittlere IgG-Gehalt der Kälber, die in bis zu vier Stunden das erste Kolostrum aufnahmen und der Kälber, die später das erste Mal tranken in Gruppe I und Gruppe III signifikant und insgesamt hochsignifikant (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0,05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) 48h p.n. zur ersten Kolostrumaufnahme ( $\leq 4h$ / $> 4h$ ) in den drei Gruppen

	Gruppe I (12h)	Gruppe II (24h)	Gruppe III (48h)	Gesamt
<b>p</b>	<b>0,028</b>	0,127	<b>0,004</b>	<b><math>1,16 \times 10^{-7}</math></b>

### 4.2.4 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf

Um einen Einfluss des Geburtsverlaufs auf den IgG-Gehalt im Serum der Kälber zu prüfen, wurden die einzelnen Parameter miteinander verglichen. In Abbildung 7 ist der Vergleich des Geburtsverlaufs mit der mittleren IgG-Konzentration (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. dargestellt. Beim Geburtsverlauf ohne fremde Hilfe erzielten die Kälber einen Serum-IgG-Spiegel von 12,97 mg/ml. Musste bei der Geburt Zughilfe geleistet werden, lag der IgG-Gehalt im Serum der Kälber mit 12,8 mg/ml etwas niedriger. Beim Geburtsverlauf, bei dem tierärztliche Hilfe benötigt wurde, erzielten die Kälber einen Serum-IgG-Spiegel von 6,99 mg/ml.

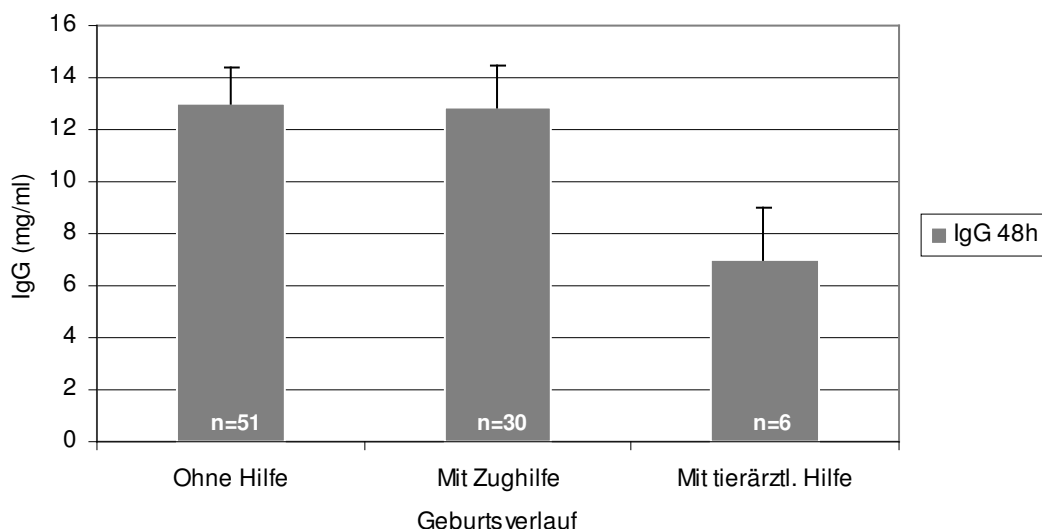


Abbildung 7: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf

Die mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. unterschieden sich hinsichtlich der drei Geburtsverläufe nicht signifikant ( $p = 0,4182$ ).

Zusätzlich wurde der Geburtsverlauf mit der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) in Bezug auf die einzelnen Gruppen verglichen. Von 11 Neugeborenen fehlen gesicherte Angaben über den Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme. Diese wurden in der tabellarischen Darstellung nicht aufgeführt. Die genaue Verteilung ist aus Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10: Vergleich der Mittelwerte der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) mit dem Geburtsverlauf in Bezug auf die Verweildauer beim Muttertier

<i>Ø 1. Kolostrumaufnahme (h)</i>	<b>Ohne Hilfe</b>	<b>Mit Zughilfe</b>	<b>Mit tierärztl. Hilfe</b>
<b>Gruppe I</b>	2,8 (n = 12)	3,2 (n = 11)	– (n = 0)
<b>Gruppe II</b>	3,0 (n = 16)	3,2 (n = 9)	4,8 (n = 4)
<b>Gruppe III</b>	3,3 (n = 17)	2,8 (n = 6)	8,0 (n = 1)
<b>Gesamt (I-III)</b>	3,0 (n = 45)	3,1 (n = 26)	5,4 (n = 5)



Um eine mögliche Korrelation zwischen der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und dem Geburtsverlauf zu ermitteln, wurde jeweils der Korrelationskoeffizient (r) mit Signifikanzniveau berechnet. Es ergaben sich keine signifikanten Korrelationen.

#### 4.2.5 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit vom Geschlecht

In Gruppe I hatten die weiblichen Kälber 48 Stunden p.n. eine mittlere Serum-IgG-Konzentration von 15,23 mg/ml und die männlichen von 10,86 mg/ml. Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant. In Gruppe II lag der mittlere IgG-Gehalt im Serum der weiblichen Kälber ebenfalls höher (10,08 mg/ml) als bei den männlichen (9,74 mg/ml). In Gruppe III hingegen hatten die männlichen Kälber eine um 0,79 mg/ml höhere IgG-Konzentration im Serum als die weiblichen (15,91 mg/ml). Beim allgemeinen Vergleich ergab sich für die weiblichen Kälber ein mittlerer Serum-IgG-Gehalt von 13,74 mg/ml und für die männlichen von 11,59 mg/ml (siehe Abbildung 8).

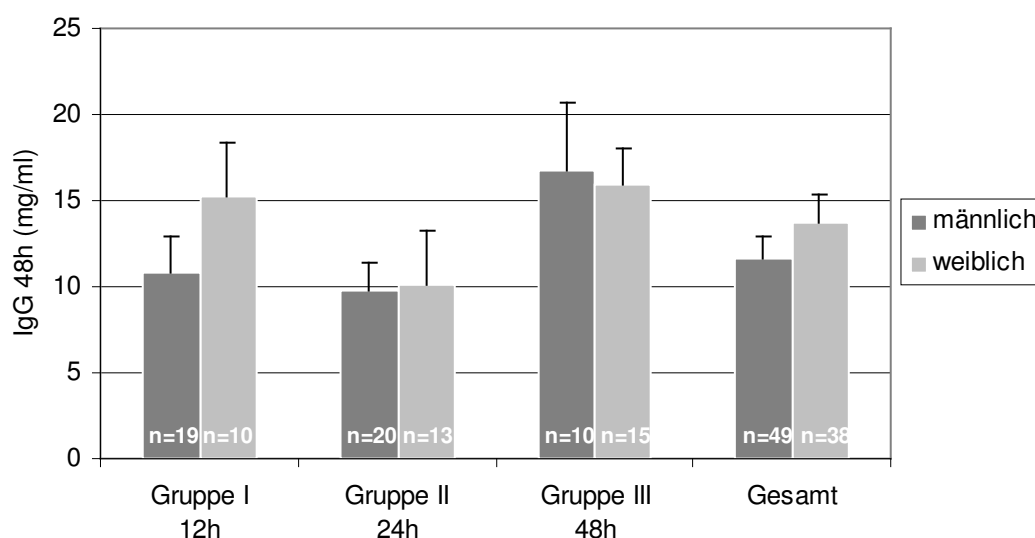


Abbildung 8: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der weiblichen und männlichen Kälber 48h p.n.

Um den Unterschied der mittleren IgG-Konzentration (mg/ml) 48 Stunden p.n. in Gruppe I zwischen männlich und weiblich zu erklären, wurde zusätzlich die erste Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.), soweit bekannt, verglichen. Hierbei konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern festgestellt werden ( $p = 0,0148$ ). Aus Tabelle 11 geht hervor, dass in Gruppe I die weiblichen Kälber im Schnitt 1,7 Stunden p.n. das erste Mal tranken. Bei den männlichen lag die erste Kolostrumaufnahme im Schnitt bei 3,5 Stunden p.n., also fast zwei Stunden später als bei den weiblichen Tieren. Insgesamt tranken sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kälber im Mittel 3,2 Stunden p.n. das erste Mal.

Tabelle 11: Vergleich der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) mit dem Geschlecht der neugeborenen Kälber

<i>Ø 1. Kolostrumaufnahme (h)</i>	<b>Gruppe I</b>	<b>Gruppe II</b>	<b>Gruppe III</b>	<b>Gesamt (I-III)</b>
<b>m</b>	3,5 (n = 16)	2,9 (n = 17)	3,3 (n = 9)	3,2 (n = 42)
<b>w</b>	1,7 (n = 7)	3,9 (n = 12)	3,4 (n = 15)	3,2 (n = 34)

#### **4.2.6 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen**

Jedes in den Versuch aufgenommene Kalb trank das Kolostrum der eigenen Mutter. Folglich konnte ein Zusammenhang zwischen den IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber und dem Laktationsstand der Mutterkühe festgestellt werden. Es zeigte sich, dass die Anzahl der Kalbungen des Muttertieres einen positiven Einfluss auf die Serum-IgG-Gehalte der Neugeborenen nahm. Bei den erstlaktierenden Kühen hatten die Kälber 48 Stunden p.n. eine mittlere IgG-Konzentration von nur 7,48 mg/ml. Kälber von Kühen in der zweiten und dritten Laktation erreichten einen mittleren IgG-Gehalt von 13,03 mg/ml. Bei den Kälbern, deren Mütter schon mehr als drei Laktationen hatten, wurde eine mittlere IgG-Konzentration von 14,24 mg/ml gemessen.

In Abbildung 9 sind die mittleren IgG-Werte (mg/ml) der Kälber in Bezug auf die Anzahl der Laktationen des Muttertieres zusammengefasst und graphisch dargestellt.

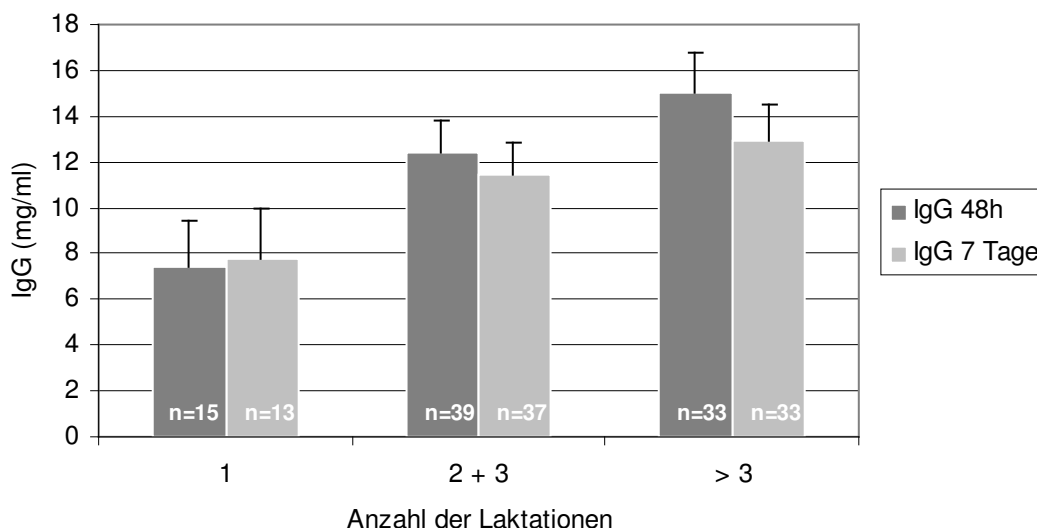


Abbildung 9: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der Kälber in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen des Muttertieres

Mit Hilfe des t-Tests wurden die mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) der Kälber 48 Stunden p.n. in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen der Muttertiere auf ihre Signifikanz untersucht. Demnach ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem mittleren IgG-Gehalt der Kälber von Erstlaktierenden (1) und der Kälber, deren Mütter schon mehr als drei Laktationen (> 3) hatten ( $p = 0,007$ ).

### 4.2.7 Mittlerer IgG-Gehalt im Serum der Kälber in Abhängigkeit von der Milchleistung der Mutterkühe

Um einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung des Muttertieres und der IgG-Konzentration im Serum der Kälber 48 Stunden p.n. festzustellen, wurde der Korrelationskoeffizient ( $r$ ) der Parameter „durchschnittliche Milchleistung (kg) der vorherigen Laktation“ und „Serum-IgG-Gehalt (mg/ml) des Kalbes 48 Stunden p.n.“ berechnet. Hierbei stellte sich heraus, dass beide Parameter nicht miteinander

korrelieren ( $r = 0,033$ ) und somit kein Zusammenhang zwischen der Milchleistung der Mutterkühe und dem IgG-Gehalt ihrer Kälber nachgewiesen werden konnte.

### 4.3 Erkrankungen

#### 4.3.1 Erkrankungen der Mutterkühe

Vier Kühe erkrankten während der Studie an einer Gebärparese. Bei zwei Tieren entwickelte sich diese erst nach der Trennung vom Kalb. Eine Kuh, die direkt nach der Geburt festlag, konnte mittels einer Kalzium-Infusion therapiert werden. Eine weitere verstarb 36 Stunden p.p., wobei das Kalb rechtzeitig mit dem Eimer getränkt werden konnte.

In zwei Fällen erkrankten die Mutterkühe an einer Mastitis, allerdings erst nach der Trennung vom Kalb.

#### 4.3.2 Erkrankungen der Kälber

Insgesamt erkrankten 15 (17,2 %) der in die Auswertung einbezogenen Kälber an Durchfall. Die Durchfallintensität wurde in drei Schweregrade eingeteilt:

- Grad 1: Kot dünnbreiig, keine klinischen Symptome
- Grad 2: Kot dünnbreiig bis suppig, Allgemeinbefinden geringgradig gestört
- Grad 3: Kot suppig bis wässrig, Allgemeinbefinden hochgradig gestört

Der durchschnittliche Grad des Durchfalls lag in Gruppe I bei 2,0 ( $n = 3$ ), in Gruppe II bei 1,8 ( $n = 9$ ) und in Gruppe III bei 1,0 ( $n = 3$ ). In neun Fällen war die Durchfallintensität gering, so dass mittels zusätzlicher Elektrolyttränke die Symptome wieder abklangen. Sechs Kälber mussten zusätzlich durch den betreuenden Tierarzt behandelt werden, wovon vier in der ersten Lebenswoche verstarben. Weiterhin erkrankten drei Kälber an einer Bronchopneumonie und mussten antibiotisch versorgt werden. Bei einem Kalb entwickelte sich eine Polyarthritits, die in Verbindung mit der Durchfallerkrankung am fünften Lebenstag zum Tod führte. Ein weiteres Kalb mit einer

Polyarthritits wurde acht Tage p.n. euthanasiert. Drei Kälber hatten eine Verkürzung der Beugesehnen in den Vordergliedmaßen, welche das Stehvermögen der einzelnen Tiere in unterschiedlichem Grade beeinträchtigte.

Die genaue Auflistung der Erkrankungen sowie die Zusammenhänge zwischen der ersten Kolostrumaufnahme, der Verweildauer beim Muttertier und den IgG-Konzentrationen im Serum der Kälber ist Tabelle 12 zu entnehmen.

Die mittlere IgG-Konzentration 48 Stunden p.n. im Serum der Kälber, die an Durchfall erkrankt sind ( $n = 15$ ), lag bei 7,73 mg/ml (siehe Abbildung 10). Davon hatten acht Kälber (53,3 %) eine IgG-Unterversorgung ( $< 8$  mg IgG/ml Serum). Die Kälber, die an schwerem Durchfall (Grad 3) erkrankten und daraufhin trotz Therapie starben, hatten einen mittleren Serum-IgG-Wert von 2,97 mg/ml. Keines der gestorbenen Kälber stammte aus Gruppe III. Die Kälber, die nicht an Durchfall erkrankt sind ( $n = 72$ ), hatten eine mittlere Serum-IgG-Konzentration 48 Stunden p.n. von 13,53 mg/ml.

Der Unterschied der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum 48 Stunden p.n. von den an Durchfall erkrankten und nicht an Durchfall erkrankten Kälbern erwies sich als signifikant ( $p = 0,018$ ).

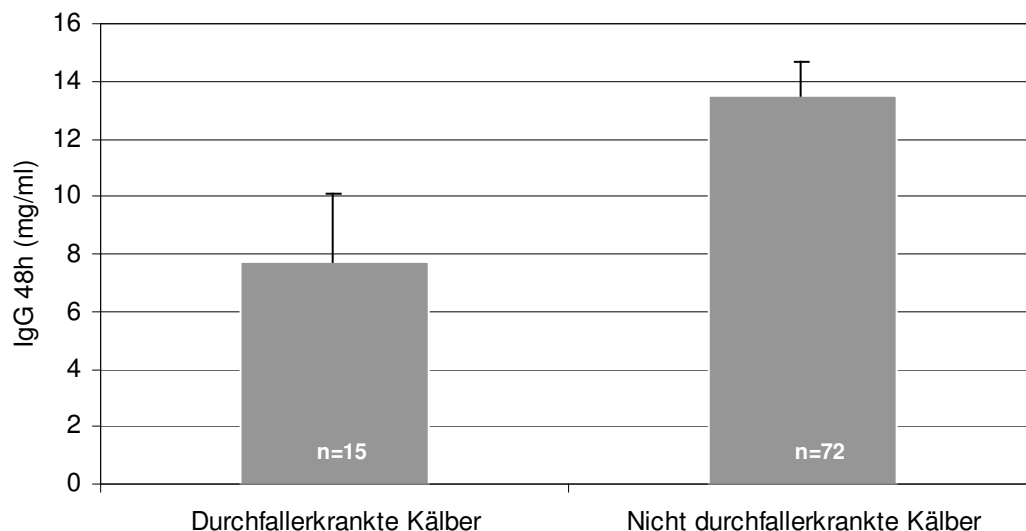


Abbildung 10: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der durchfallerkrankten Kälber im Vergleich zu den nicht durchfallerkrankten Kälbern 48h p.n.

Die Kälber, die an einer Bronchopneumonie erkrankten ( $n = 3$ ), hatten im Vergleich eine sehr hohe mittlere IgG-Konzentration (33,9 mg/ml).

Die beiden Kälber mit Polyarthritiden hatten einen IgG-Gehalt von 0,87 und 0,18 mg/ml im Serum.

Hinsichtlich der ersten Kolostrumaufnahme fällt auf, dass auch Tiere erkrankten, die sehr früh, also zwei bzw. vier Stunden p.n., das erste Mal Kolostrum aufnahmen.

<i>Kalb</i>	<i>m/w</i>	<i>1. K.- auf- nahme (h)</i>	<i>Grup- pe</i>	<i>IgG (mg/ml) 48h</i>	<i>IgG (mg/ml) 7 Tage</i>	<i>Diarrhoe- beginn (Tag p.n.)</i>	<i>Diarrhoe- intensität (Grad)</i>	<i>Sonstige Er- krankungen</i>	<i>Bemerkung</i>
A1	m	6	III	1,3	0,27	7	1		
A4	w	4	II	1,52	0,62	6	1		
A9	m	5	I	0,87	0,53			Polyarthrit	Euthanasie 8 Tage p.n.
A14	m	n.b.	I	0,18	–	3	3	Polyarthrit	5 Tage p.n. verstorben
A18	m	5	II	8,41	6,19			Sehnenver- kürzung	
A20	m	1,5	II	0,57	–	4	3		6 Tage p.n. verstorben
A21	w	1	II	38,6	39,8			Pneumonie	
B2	w	n.b.	II	4,05	3,19	3	1		
B3	m	4	III	18,7	24,5	7	1		
B4	w	2	I	10,2	11,5	6	2		
B5	w	7	III	10,9	11,0	8	1		

Tabelle 12: Übersicht der Erkrankungen der Kälber

Kalb	m/w	1. K.-aufnahme (h)	Gruppe	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 7 Tage	Diarrhoe- beginn (Tag p.n.)	Diarrhoe- intensität (Grad)	Sonstige Er- krankungen	Bemerkung
B8	m	5	II	11,1	–	5	3		7 Tage p.n. verstorben
D4	m	n.b.	II	0,03	–	4	3		5 Tage p.n. verstorben
D5	w	2	I	33,5	26,6	7	1		
D7	m	6	II	1,27	1,15	6	1		
E1	m	2	II	33,5	30,0			Pneumonie	
E7	w	6	II	2,15	1,94			Sehnenver- kürzung	
G12	m	5	II	8,06	9,73	4	1		
G19	m	4	II	9,39	7,50			Sehnenver- kürzung	
G24	w	5	II	4,31	3,42	5	2		
H1	m	n.b.	II	10,3	8,41	7	1		
H4	m	2	III	29,7	29,4			Pneumonie	



---

## 5 DISKUSSION

---

### 5.1 IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier

Die IgG-Messungen 48 Stunden p.n. im Serum der Kälber ergaben in Gruppe I eine mittlere IgG-Konzentration von 12,37 mg/ml, in Gruppe II von 9,87 mg/ml und in Gruppe III von 16,23 mg/ml (siehe Abbildung 2). Die Bestimmung der IgG-Konzentration 24 bis 48 Stunden p.n. ist ausschlaggebend für die Feststellung eines ungenügenden Immunglobulintransfers (FPT). Laut Erhard und Heyn (2003) hat bei einer IgG-Serumkonzentration 24 Stunden p.n. von 8 mg/ml ein ausreichender, von 4-8 mg/ml ein mangelhafter (pFPT) und von 1-4 mg/ml ein ungenügender Transfer (FPT) stattgefunden. Dennoch kann ein sicherer protektiver Wert für FPT nicht festgelegt werden, da die Immunglobulinkonzentration im Kolostrum und folglich im Serum der Kälber auch von der jeweiligen Keimbelastung in der Umgebung abhängt (Besser et al., 1991).

Ausgehend von den angegebenen Werten nach Erhard und Heyn (2003) hat in der vorliegenden Arbeit bei allen drei Gruppen im Mittel mit über 8 mg IgG/ml Serum 48 Stunden p.n. ein ausreichender Transfer von maternalen Immunglobulinen stattgefunden. Bei insgesamt 32 Tieren (36,8 %) lag der Serum-IgG-Gehalt unter 8 mg/ml. Davon zeigten 50 % pFPT und ebenfalls 50 % FPT (siehe Tabelle 6). In einer Studie von Erhard et al. (2000) im süddeutschen Raum erreichten unter Praxisbedingungen nur 23,0 % bzw. 14,1 % (n = 123, n = 198) der neugeborenen Kälber eine Serum-IgG-Konzentration von über 8 mg/ml, d.h. es waren 80 % mit IgG unterversorgt. Da in der vorliegenden Studie nur 36,8 % eine Unterversorgung zeigten, unterscheiden sich die Ergebnisse von den oben genannten Daten aus dem Feldversuch von Erhard et al. (2000) um 43 %.

In zahlreichen Untersuchungen erreichten Saugkälber im Vergleich zu eimergetränkten Tieren höhere IgG-Werte. Hierfür existieren in der Literatur verschiedene Erklärungen. Kälber, die beim Muttertier verweilen, trinken meist in den ersten sechs Lebensstunden und nehmen über den Tag verteilt größere Mengen an Kolostrum auf (Selman et al., 1970; 1971a). Weiterhin soll durch die Bindung von Mutter und Kalb die Absorption von kolostralen Immunglobulinen stimuliert werden. Stott et al. (1979b) vermuten, dass bei Saugkälbern ein unbekannter Faktor mit dem Kolostrum übertragen wird, der als Botenstoff die pinozytische Aktivität im Darm stimuliert und dadurch die Absorption von kolostralen Immunglobulinen beschleunigt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stützen damit die These, dass die Mutterkuhhaltung in den ersten Lebenstagen einen positiven Einfluss auf die Immunglobulinabsorption des Kalbes hat.

Betrachtet man die Immunglobulinversorgung der Kälber in Gruppe I und Gruppe III, so ist eine steigende Tendenz der IgG-Konzentration im Serum zu erkennen. Dennoch fällt auf, dass die Kälber in Gruppe II im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen einen niedrigeren mittleren IgG-Serumspiegel aufwiesen. In diesem Zusammenhang ist es von Bedeutung, bei wie vielen Kälbern eine ausreichende IgG-Absorption stattgefunden hat und wie viele nur mangelhaft oder sogar ungenügend Kolostrum aufgenommen haben. Von den Kälbern der Gruppe I wiesen 58,6 % einen Serum-IgG-Spiegel über 8 mg/ml auf, 24,1 % zeigten pFPT und 17,3 % FPT. In Gruppe II waren 54,6 % der Kälber ausreichend mit IgG versorgt, wobei 24,2 % pFPT und 21,2 % FPT aufwiesen. Somit ist der Unterschied der Tiere, die ausreichend mit Immunglobulinen versorgt waren, zwischen Gruppe I und Gruppe II nur sehr gering und statistisch nicht vergleichbar. Gruppe III hingegen unterschied sich signifikant von Gruppe II. Hier betrug die mittlere IgG-Konzentration im Serum der Kälber 16,23 mg/ml, davon lagen 80 % der Kälber über einem Serum-IgG-Spiegel von 8 mg/ml, 4 % zeigten pFPT und 16 % FPT (siehe Abbildung 3).

In der vorliegenden Arbeit wurde auch der Serum-IgG-Gehalt der Kälber am siebten Lebenstag bestimmt. Bei allen drei Gruppen reduzierte sich die Immunglobulinkonzentration im Verlauf der ersten Lebenswoche. In Gruppe I lag die mittlere IgG-

## 5.1 IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier

---

Konzentration am siebten Lebenstag bei 11,34 mg/ml, in Gruppe II bei 9,37 mg/ml und in Gruppe III bei 14,15 mg/ml (siehe Abbildung 2). Die Abnahme der Serum-IgG-Werte ist auf den Abbau, die Ausscheidung und die Verteilung auf extravasale Kompartimente zurückzuführen (Schlecht, 2001). Nach Erhard et al. (1999a) kommt es 12 Stunden nach der ersten Kolostrumaufnahme zu einem rapiden Anstieg der IgG-Konzentration im Serum der Kälber, die danach kontinuierlich wieder abfällt. Der Konzentrationsverlauf ist stark von der Höhe der post natum erreichten Immunglobulinkonzentration abhängig (Rajala u. Castrèn, 1995). Je höher die Anfangskonzentration im Blut der Kälber, desto später setzt die Eigensynthese von Immunglobulinen ein. Diese Aussage hat sich auch in der vorliegenden Studie bestätigt. Bei allen drei Gruppen lag die mittlere IgG-Anfangskonzentration hoch und sank innerhalb der ersten Lebenswoche in Gruppe I um 8,33 %, in Gruppe II um 5,07 % und in Gruppe III um 12,82 %. Bei einzelnen Tieren stieg der IgG-Gehalt bis zum siebten Lebenstag, jedoch hatten diejenigen auch niedrigere Anfangskonzentrationen. Diese Tatsache lässt vermuten, dass schon vor dem siebten Lebenstag eine Eigensynthese von Immunglobulinen stattgefunden hat. Laut Logan et al. (1974) beginnen Kälber mit einer Hypogammaglobulinämie bereits wenige Tage nach der Geburt mit der Bildung von Antikörpern. Auch Erhard et al. (1999b) sind der Auffassung, dass die endogene IgG-Synthese beim Kalb bereits in den ersten zwei Lebenswochen beginnt. Da sich der Konzentrationsverlauf in der ersten Lebenswoche bei allen drei Gruppen sehr ähnlich verhielt, kann man davon ausgehen, dass die Verweildauer beim Muttertier darauf keinen Einfluss nimmt.

## 5.2 Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme

Im Versuch wurde zwar jeweils die erste Kolostrumaufnahme erfasst, jedoch hat man unter Feldbedingungen keine Kontrolle darüber, wie häufig ein Kalb am Muttertier trinkt, und vor allem welche Mengen an Kolostrum es aufnimmt. Auch wenn ein Kalb sehr früh nach der Geburt zum ersten Mal Kolostrum aufnimmt, kann es zu einem geringen Serum-IgG-Gehalt kommen, falls zwischen der ersten Kolostrumaufnahme und dem nächsten Trinken mehrere Stunden liegen. Folglich kann angenommen werden, dass die Kälber, deren Serum-IgG-Gehalt 48 Stunden p.n. unter 8 mg/ml lag, während der Verweildauer beim Muttertier zu wenig oder nur sehr unregelmäßig Kolostrum aufnahmen.

Die Begründung hierfür ist, dass die maximale Absorption von Immunglobulinen im Alter von einer Stunde stattfindet und danach kontinuierlich abnimmt (Selman, 1973). Schließlich endet die Absorption zwischen der 24. und 48. Lebensstunde (Clover et al., 1980). Kim u. Schmidt (1983) geben sogar für die einzelnen Immunglobuline unterschiedliche Absorptionszeiten an. Nach ihnen kann IgG bis zu 29 Stunden nach der Geburt im Darm resorbiert werden. So ist die aufgenommene Menge von Kolostrum und auch die Häufigkeit des Trinkens genauso von Bedeutung, wie der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme. Aufgrund dieser Tatsachen lässt es sich erklären, dass in allen drei Gruppen starke Streuungen der einzelnen IgG-Werte im Serum der Kälber vorkamen.

Wie bereits erwähnt, ist der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme ein ausschlaggebender Punkt für die Immunglobulinabsorption und somit für den Serum-IgG-Spiegel. In einer Untersuchung von Michanik et al. (1989) resorbierten Kälber nach der zweiten, dritten und vierten Fütterung, die eine Stunde p.n. zum ersten Mal getränkt wurden, signifikant mehr Immunglobuline als Tiere, die erst nach acht Stunden das erste Mal Kolostrum aufnahmen. Laut Rajala u. Castrén (1995) führt jede Verzögerung der ersten Kolostrumaufnahme um 30 Minuten zu einer Verminderung der Immunglobulinkonzentration im Serum von ca. 2 mg/ml.

## 5.2 Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme

---

Die durchgeführte Studie unterstützt diese Aussage, da eine hochsignifikante negative Korrelation zwischen der ersten Kolostrumaufnahme und dem IgG-Gehalt im Serum der Kälber festgestellt werden konnte (siehe Abbildung 5). Je eher Kolostrum aufgenommen wurde, desto höhere Immunglobulinspiegel wurden im Serum der Kälber erreicht. Mit Hilfe der Regressionsgeraden konnte ein theoretischer Wert für den spätesten Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme von 5,12 Stunden p.n. ermittelt werden, an dem die Kälber eine Serum-IgG-Konzentration von 8 mg/ml erreichten. Wer Kälber hält, hat laut Abschnitt 2, § 11, Punkt 2 der Tierschutz-Nutztierhaltungs-VO sicherzustellen, „dass Kälbern spätestens vier Stunden nach der Geburt Biestmilch angeboten wird“ (herausgegeben durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Bonn am 25.10.2001). Im Laufe der Studie nahmen 76 % der Kälber innerhalb der ersten vier Lebensstunden freiwillig Kolostrum auf. Diese hatten im Mittel eine Serum-IgG-Konzentration von 14,59 mg/ml, wogegen die Kälber, die später als vier Stunden das erste mal tranken (24 %), einen hochsignifikant niedrigeren mittleren Serum-IgG-Gehalt von 5,21 mg/ml aufwiesen (siehe Abbildung 6). Diese erhebliche Differenz verdeutlicht, wie wichtig der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme ist. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass viele Neugeborene oft sehr spät ihr erstes Kolostrum erhalten. Ein typisches Problem stellen die Kälber dar, die abends oder nachts auf die Welt kommen und bei herkömmlicher rationierter Fütterung erst am nächsten Morgen getränkt werden.

Vergleicht man nun die erste Kolostrumaufnahme zwischen den Gruppen, kann man Unterschiede erkennen. In Gruppe I tranken 52,2 % der Kälber zwei Stunden nach der Geburt das erste Mal, in Gruppe II waren es 41,4 % und in Gruppe III 45,8 % (siehe Tabelle 8). Vier Stunden nach der Geburt hatten in Gruppe II immer noch 27,6 % der Kälber kein Kolostrum zu sich genommen (Gruppe I: 21,7 %; Gruppe III: 20,8 %). Hieraus wird ersichtlich, dass einige Kälber aus Gruppe II im Verhältnis zu den anderen erst später das erste Mal am Muttertier saugten und dadurch der mittlere IgG-Gehalt niedriger liegt als bei den anderen Gruppen.

Zahlreiche Umstände können das Trinkverhalten und damit die Kolostrumaufnahme der Kälber beeinflussen, unter anderem der Geburtsverlauf. Der Verlauf der Geburt wurde in der vorliegenden Arbeit in drei Schweregrade eingeteilt: die Geburt ohne fremde Hilfe, mit leichter Zughilfe und mit tierärztlicher Hilfe. Beim Vergleich der ersten Kolostrumaufnahme mit dem Geburtsverlauf zeigte sich, dass je schwerer die Geburt verlief, desto später der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme war (siehe Tabelle 10). Dies wurde auch von Kolb u. Seehawer (2002) bestätigt. Laut ihrer Studie sind Neugeborene nach Schweregeburten oft wenig vital und nehmen aufgrund ungenügender Sauglust meist sehr spät und nur geringe Mengen Kolostrum auf. Dementsprechend wirkte sich die Schwere des Geburtsverlaufs auf den Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme und folglich auf die mittleren IgG-Konzentrationen im Serum der Kälber aus. So lag der mittlere IgG-Gehalt der Kälber, die ohne Hilfe zur Welt kamen, bei 12,97 mg/ml und bei den Kälbern, die mit Zughilfe entwickelt wurden, bei 12,81 mg/ml. Die Kälber, bei deren Geburt tierärztliche Hilfe benötigt wurde, hatten nur eine mittlere Serum-IgG-Konzentration von 6,99 mg/ml (siehe Abbildung 7). Die Unterschiede erwiesen sich allerdings als nicht signifikant. In einer Untersuchung von Riedl et al. (2003) wiesen lebensfrische Kälber während des gesamten Untersuchungszeitraums, unabhängig vom Geburtsverlauf, höhere IgG-Konzentrationen auf als Tiere mit reduzierter Vitalität. Sie vermuten, dass bei Kälbern mit reduzierter Vitalität der IgG-Verbrauch durch eine vorhandene Infektion erhöht ist, wodurch der Serum-IgG-Gehalt erniedrigt wird. Laut Eigenmann et al. (1983) kann sich beim Kalb je nach Schweregrad und Dauer der Geburt eine Asphyxie entwickeln. Infolge dessen kommt es zur Schädigung der Darmmucosa und dadurch zu einer Verminderung der Absorption von kolostralen Immunglobulinen. Der Zeitraum der Immunglobulinabsorption verlängert sich bei Neugeborenen mit einer Asphyxie von 20 Stunden auf 40,5 Stunden (Tyler u. Ramsey, 1991). Diese erhebliche Verzögerung der Absorption könnte eine Erklärung für die niederen IgG-Werte im Serum der Kälber nach einer Schweregeburt sein.

Auch andere Erkrankungen der Neugeborenen können zu einer Verzögerung der ersten Kolostrumaufnahme führen. Ein typisches Beispiel hierfür wäre eine Beugesehnenverkürzung in den Vorder- bzw. Hintergliedmaßen. Durch diese Behinderung

sind die Kälber meist stark in ihrem Stehvermögen und ihrer Beweglichkeit eingeschränkt, was sich zwangsläufig auf das Trinkverhalten auswirkt. Innerhalb des Versuchszeitraums kamen drei Kälber mit verkürzten Beugesehnen zur Welt. Bei allen dreien war der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme zwar verzögert (fünf, sechs und vier Stunden p.n.) jedoch lag der Serum-IgG-Wert nicht unterhalb des Durchschnitts (siehe Tabelle 12). Dies lässt sich in erster Linie auf das vermehrte Platzangebot in einer Abkalbebox zurückführen, da sich Neugeborene in herkömmlichen Kälberboxen oft nicht ungehindert umdrehen können und sich infolge ständiger Aufstehversuche oft Schmerzen bzw. Verletzungen zuziehen. Dadurch neigen diese viel eher zu Trägheit und verweigern die Tränkeaufnahme. In einer Abkalbebox hingegen haben die Kälber die Möglichkeit ihren Bewegungsdrang auszuleben und sind trotz einer körperlichen Einschränkung motiviert das Euter der Mutter aufzusuchen. Auch die Anwesenheit des Muttertieres spielt hierbei eine erhebliche Rolle. Das Beisammensein von Mutter und Kalb führt bei beiden zu einer Aktivitätssteigerung und hat einen positiven Einfluss auf die Vitalität (Krohn, 2001).

In nur einem Fall wurde durch eine Erkrankung des Muttertieres die Kolostrumaufnahme des Kalbes behindert. Die Kuh erkrankte an einer Gebärpause, die mittels Kalzium-Infusionen nicht therapiert werden konnte, so dass das Kalb schließlich von der Mutter getrennt werden musste. Ansonsten gab es während der Versuchsdauer keinerlei schwerwiegende Erkrankungen von Seiten der Muttertiere. Die Beobachtungen haben gezeigt, dass sich die Mutterkühe trotz intensiven Kümmerns um ihr Kalb sehr schnell von den Geburtsstrapazen erholt haben und sehr vital waren. Dies bestätigt auch die Aussage von Krohn et al. (1999): laut ihrer Untersuchung zeigen die Kühe mehr Aktivität und Vitalität, wenn sie die Möglichkeit haben, sich um ihr Kalb zu kümmern und somit ihren natürlichen Mutterinstinkt auszuleben. Dieses Verhalten wirkt sich auch positiv auf das Neugeborene aus. Eine wichtige Rolle spielt hierbei das Ablecken des Kalbes nach der Geburt, wodurch das Nervensystem der Neugeborenen und folglich deren Aktivität angeregt wird (Selman et al., 1970a). Edwards (1982) hat in seiner Studie beobachtet, dass Neugeborene, die innerhalb der ersten Stunde nach der Geburt vom Muttertier trockengeleckt wurden, schneller vital waren und auch früher das Euter

aufsuchten. Brignole u. Stott (1980) dagegen behaupten, dass gerade Hochleistungsrinder oft einen unterentwickelten Mutterinstinkt besitzen und gar kein Bedürfnis haben, sich um ihr Kalb zu kümmern. Diese Annahme konnte jedoch durch die vorliegende Studie nicht bestätigt werden. In jedem Fall wurde das Kalb von der Mutter angenommen. Dass die Tiere während dem Beisammensein häufig eine sehr enge Bindung aufbauen, konnte auch nach der Trennung beobachtet werden. So zeigten die Kühe je nach Betrieb und Verweildauer beim Kalb einen unterschiedlich ausgeprägten Trennungsschmerz. Dieser manifestierte sich in den meisten Fällen durch Lautäußerungen. In einem Betrieb kam es soweit, dass vereinzelt Kühe oft tagelang „brüllten“ und durch die Trennung vom Kalb sichtlich gestresst waren. Ein anderer Landwirt berichtete, dass manche Kühe nach der Trennung sehr unruhig waren und teilweise sogar ihre Kraftfuttermahlung nicht aus dem Automaten abholten. Bei den Kälbern hingegen gab es nach der Trennung vom Muttertier keine Probleme. Sie wirkten sehr ausgeglichen und tranken regelmäßig ihre Milchrationen aus dem Tränkeimer. Lidfors (1996) hingegen fand in ihrer Studie heraus, dass die Kälber nach der Trennung sehr viel lagen und ein erhöhtes Bedürfnis zeigten, ihren Saugdrang zu befriedigen.

Weitere Ursachen, die die Kolostrumaufnahme der Kälber beeinflussen können, wie zum Beispiel die Form des Euters oder auch die Anordnung der Zitzen, werden von Broom (1983) angegeben. Direkt nach der Geburt haben Kühe oft stark ödematisierte Euter, was ein Trinken der Kälber vor allem durch schmerzhaftes Abwehrbewegungen der Muttertiere nur schwer ermöglicht. Weiterhin sollte man beachten, dass Hochleistungsrinder immer mehr darauf gezüchtet werden, „melkmaschinengerechte“ Euter zu haben. Die „optimale Form“ ist durch lange schmale nach vertikal gerichtete Zitzen gekennzeichnet. In einer Studie von Edwards (1982) konnte festgestellt werden, dass Kälber bei vertikal angeordneten Zitzen mehr Schwierigkeiten hatten, diese zu ergreifen, als bei Zitzen, die leicht nach vorne oder seitwärts standen. Von ihm wurde auch beobachtet, dass Kälber von Kühen mit großen pendelnden Eutern viel eher dazu tendierten, an anderen Körperstellen zu nuckeln. Im Laufe der vorliegenden Arbeit stellte jedoch die Form des Euters bzw. der Zitzen nie eine Behinderung der Kolostrumaufnahme dar. Vielmehr war es von Bedeutung, wie lange ein Kalb



brauchte, eine Zitze aufzufinden. Laut Ventorp u. Michanek (1991) verbringen Neugeborene generell erst sehr viel Zeit damit, das Euter irgendwo am Körper zu suchen. Wurde schließlich eine Zitze gefunden, schaffte es lediglich ein Drittel der Kälber, diese in den Mund zu nehmen. Diese Beobachtungen konnten auch in der vorliegenden Studie häufig gemacht werden. Vier Kälbern musste Hilfestellung beim Aufsuchen der Zitze gegeben werden. Schließlich waren es insgesamt 5,3 % der Kälber, die unter anderem durch solche Verzögerungen erst zwischen sechs und acht Stunden nach der Geburt das erste Kolostrum aufnahmen. Auch Petrie (1984) kam in seiner Untersuchung zu dem Ergebnis, dass eine rechtzeitige Hilfestellung beim Aufsuchen der Zitze bzw. Saugen am Euter nötig ist, um eine ausreichende Immunglobulinversorgung der Neugeborenen zu gewährleisten.

In der vorliegenden Arbeit wurde auch der IgG-Gehalt von männlichen und weiblichen Kälbern miteinander verglichen. Weibliche Kälber in Gruppe I wiesen im Vergleich zu den männlichen eine um 4,37 mg/ml höhere IgG-Konzentration auf. In Gruppe II und Gruppe III war der Unterschied des IgG-Gehalts der weiblichen und männlichen Kälber nur sehr gering (siehe Abbildung 8). Um den Unterschied der mittleren IgG-Konzentration in Gruppe I zwischen männlich und weiblich zu erklären, wurde zusätzlich die erste Kolostrumaufnahme verglichen. Die weiblichen Kälber aus Gruppe I tranken im Schnitt 1,7 Stunden p.n. und unterschieden sich somit signifikant von den männlichen, die 3,5 Stunden p.n. das erste mal Kolostrum aufnahmen (siehe Tabelle 11). Insgesamt tranken sowohl die weiblichen als auch die männlichen Kälber 3,2 Stunden p.n. das erste Mal, wobei die weiblichen einen mittleren Serum-IgG-Gehalt von 13,74 mg/ml und die männlichen von 11,59 mg/ml aufwiesen. Leuzinger (1998) konnte ebenfalls einen geringen Unterschied hinsichtlich der IgG-Konzentration im Serum zwischen den Geschlechtern feststellen. Sie ermittelte bei den weiblichen Kälbern eine mittlere Serum-IgG-Konzentration von 5,1 mg/ml und bei den männlichen von 4,7 mg/ml. Laut Roy (1990) haben Stierkälber im Allgemeinen niedrigere Serum-IgG-Werte als Kuhkälber. Er führt es auf ein größeres Blutvolumen der männlichen Tiere zurück. In anderen Studien dagegen wurden keine Geschlechtsunterschiede hinsichtlich des IgG-Gehaltes gemessen (Vann et al., 1995; Egli u. Blum, 1998). Nach Erhard et al. (1995) zeigten männliche

Kälber in den ersten zwei Lebenswochen deutlich niedrigere Gewichtszunahmen pro Tag als die weiblichen. Somit scheinen männliche Neugeborene gegenüber intestinalen Infektionen empfindlicher zu reagieren bzw. auch häufiger Träger sogenannter latenter Infektionen zu sein als weibliche. Über die Ursache ist aber noch nichts bekannt. Die subjektiven Beobachtungen in der vorliegenden Studie bestärken diese Vermutung, da die weiblichen Kälber während der Verweildauer beim Muttertier generell vitaler wirkten als die männlichen.

### **5.3 IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen**

Weiterhin wurde in dieser Arbeit ein Zusammenhang zwischen dem Serum-IgG-Gehalt der Kälber und der Laktationsanzahl des Muttertieres festgestellt. Eine Untersuchung des Kolostrums der jeweiligen Mutterkuh wurde hierbei nicht vorgenommen, da ein Melken vor der Trennung von Mutter und Kalb vermieden werden sollte, um sowohl das Verhalten der Tiere als folglich auch die Ergebnisse der Blutuntersuchung nicht zu beeinflussen. Über die IgG-Konzentration im Rinderkolostrum gibt es zahlreiche Untersuchungen von verschiedenen Autoren. So wurde in den meisten Fällen eine deutliche Steigerung der IgG-Werte im Kolostrum festgestellt, je mehr Kälber die Kühe geboren hatten. In der Untersuchung von Heyn (2002) wiesen erst- und zweitlaktierende Tiere durchschnittlich 49,6 mg IgG/ml Kolostrum auf, drittlaktierende 69,6 mg/ml und Kühe in der vierten Laktation 80,5 mg/ml. Muttertiere, die schon fünf oder mehr Kälber zur Welt brachten, hatten eine durchschnittliche IgG-Konzentration von 93,2 mg/ml im Kolostrum. Auch nach Tyler et al. (1999) wiesen Kühe mit mehr als zwei Laktationen im Vergleich zu Färsen eine um 19,35 mg/ml höhere IgG-Konzentration im Kolostrum auf. In der vorliegenden Studie konnte anhand des IgG-Gehalts im Serum der Kälber ebenfalls eine Steigerung pro Laktation festgestellt werden. Kälber von erstlaktierenden Kühen hatten 48 Stunden p.n. eine mittlere IgG-Konzentration von 7,48 mg/ml. Bei den Kälbern, deren Mütter sich in der zweiten oder dritten Laktation befanden, lag der mittlere IgG-Gehalt bei 13,03 mg/ml. Kälber von Kühen mit mehr als drei Laktationen hatten schließlich mit

### 5.3 IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen

---

14,24 mg/ml eine signifikant höhere mittlere IgG-Konzentration als die Kälber von Färsen (siehe Abbildung 9). Geht man nun davon aus, dass die Remontierungsrate zwischen 25 und 33 % beträgt, stellt sich die Frage, ob dies nicht generell einen entscheidenden Einfluss auf die Durchfallproblematik und die damit verbundenen Kälberverluste hat. Des Weiteren gilt zu bedenken, dass eine Milchkuh im Schnitt nach drei Laktationen abgeht.

Weiterhin muss beachtet werden, dass der IgG-Gehalt im Kolostrum noch von zahlreichen anderen Faktoren abhängt. So können unter anderem die Jahreszeit (Lambrecht et al., 1982), die Rasse (Besser und Gay, 1994), die Menge des produzierten Kolostrums (Pritchett et al., 1991) und die jeweilige Keimbelastung der Umgebung (Besser et al., 1991) den IgG-Gehalt im Kolostrum beeinflussen. Betrachtet man jeweils die mittleren IgG-Gehalte der verschiedenen Betriebe, fallen diese durch große Unterschiede auf (siehe Abbildung 4). In jedem Betrieb herrschen unterschiedliche Umweltbedingungen, die sich auch auf den Antikörpergehalt sowie die Antikörpervielfalt im Kolostrum und schließlich auf den Serum-IgG-Gehalt der Kälber auswirken können.

Hinsichtlich der Rasse hatten nach einer Untersuchung von Besser und Gay (1994) Fleischrinder eine höhere IgG-Konzentration im Kolostrum als Holsteinkühe. Die geringen kolostralen IgG-Werte von Milchrassen werden zum Teil auf einen Verdünnungseffekt durch die meist wesentlich höhere Milchleistung zurückgeführt (Robinson et al., 1988). Beim Vergleich der durchschnittlichen Milchleistung (kg) der vorherigen Laktation der in den Versuch aufgenommenen Kühe mit dem Serum-IgG-Gehalt 48 Stunden p.n. der dazugehörigen Kälber konnte jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden (siehe tabellarischer Anhang, Tabelle 16).

Ein oft genanntes Argument der Landwirte, warum sie neugeborene Kälber nicht beim Muttertier belassen wollen, ist die Befürchtung, dass die Kühe an einer Mastitis erkranken. Diese Schlussfolgerung hat sich im Laufe der Studie aber nicht bestätigt. Lediglich in zwei Fällen erkrankten die Kühe an einer Mastitis. Bei beiden Tieren entwickelte sich diese erst nach der Trennung und konnte mittels antibiotischen Euterinjektoren erfolgreich therapiert werden. Dies deckt sich auch mit der Aussage von

Krohn (2001), der anhand seiner Untersuchungen zu dem Schluss kommt, dass eine Säugeperiode zwischen drei und fünf Tagen nach der Geburt keinen Einfluss auf die Milchproduktion hat und sogar zu einer nachträglich besseren Eutergesundheit beiträgt. Mikrobiell bedingte Sekretionsstörungen bzw. Mastitiden können auf eine Fülle verschiedenartiger Ursachen zurückgeführt werden. Bezüglich der Mutterkuhhaltung wird die Entstehung einer Mastitis oft mit ungenügendem Ausmelken in Verbindung gebracht. Über dessen Schadwirkung gibt es unterschiedliche Ansichten. In Halbeuterversuchen konnten sowohl durch die Zellgehalts- als auch bakteriologischen Sekretuntersuchungen zwischen den nachgemolkenen und nicht nachgemolkenen Euterhälften nur unwesentliche Differenzen festgestellt werden (Wendt et al., 1994). Auch Stresseinflüsse können zu einer Mastitis führen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob nicht die Trennung von Mutter und Kalb sowie die Umstellung auf die Melkmaschine in den oben genannten beiden Fällen der Auslöser für eine Mastitis war.

Weiterhin bestand von Seiten der Landwirte die Sorge, dass Hochleistungskühe durch ein Saugen des Kalbes am Euter im Nachhinein weniger Milch produzieren. Wird die im Drüsengewebe produzierte Milch gar nicht oder nur sehr unregelmäßig entnommen, wie es beim saugenden Kalb der Fall ist, steigt der Euterinnendruck, was schließlich zu einer Minderung der Milchbildung führt. Diesem Einfluss kann aber durch regelmäßige Melkzeiten entgegengewirkt werden. Folglich ist es möglich, trotz einer Säugeperiode in den ersten Tagen der Laktation eine erhöhte Milchleistung zu realisieren (Wendt et al., 1998).

### 5.4 Schlussfolgerung

Gegenstand der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Immunglobulinversorgung von Kälbern, welche entgegen der verbreiteten rationierten Fütterung beim Muttertier belassen wurden und dort die Möglichkeit hatten, Kolostrum ad libitum aufzunehmen.

Während des Versuchs konnte gezeigt werden, dass ein Verbleiben der Neugeborenen beim Muttertier einen positiven Einfluss auf die Immunglobulinabsorption des Kalbes hat, denn die Kälber aller drei Gruppen waren im Schnitt ausreichend mit Immunglobulinen versorgt. Unter Praxisbedingungen im süddeutschen Raum gelten 80 % der Kälber mit IgG unterversorgt, was somit einer Verbesserung von 43 % entspricht. Besonders hervorzuheben ist, dass eine akzeptable Erkrankungs- und Sterblichkeitsrate (17,2 % bzw. 9,5 %) in den ersten Lebenswochen beobachtet werden konnte. Nur die Kälber mit einer durchschnittlich niedrigen postkolostralen Serum-IgG-Konzentration (2,97 mg/ml) erkrankten an schwerem Durchfall mit Todesfolge.

Die Möglichkeit der Kühe, ihren natürlichen Mutterinstinkt auszuleben, wirkte sich positiv auf deren eigene Aktivität und Vitalität aus und ließ subjektiv bei den Kälbern ein ausgeglichenes und stabiles Allgemeinbefinden beobachten.

Der Verlauf der vorliegenden Studie hat gezeigt, dass die Immunglobulinversorgung des Kalbes nach einer Verweildauer von 48 Stunden beim Muttertier als gesichert angenommen werden kann, denn 80 % der Kälber aus Gruppe III wiesen einen Serum-IgG-Gehalt von über 8 mg/ml auf. Dieser wurde bei den anderen beiden Gruppen von nur 58,6 % bzw. 54,6 % überschritten. Der durchschnittliche Wert der Gruppe III lag bei 16,23 mg/ml und war damit der höchste aller drei untersuchten Gruppen.

Die Werte der IgG-Bestimmung legen somit nahe, Kälber 48 Stunden beim Muttertier zu belassen. Eindrücke und Aussagen der Landwirte weisen jedoch darauf hin, dass der Beobachtungsaufwand während der 48 Stunden sehr hoch sei, und sie außerhalb des Feldversuches nicht bereit wären, einen solchen einzugehen. Die Umsetzung in der Praxis zeigt, dass eine 12-stündige Verweildauer beim Muttertier

für die Immunglobulinversorgung ausreicht, da die Erkrankungs- und Sterblichkeitsrate dieser Gruppe nicht höher war. Allerdings muss in jedem Fall eine rechtzeitige und regelmäßige Kolostrumaufnahme der neugeborenen Kälber gewährleistet sein, die ein gutes Management erfordert.

---

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

---

Im Rahmen einer Feldstudie wurden an 87 neugeborenen Kälbern Untersuchungen zur postkolostralen Immunglobulin G (IgG) -Versorgung durchgeführt.

Es standen acht Laufstallbetriebe aus Niederbayern und dem Berchtesgadener Land zur Verfügung. Die neugeborenen Kälber blieben unmittelbar nach der Geburt beim Muttertier in der Abkalbebox, erhielten keine zusätzliche Tränke und die Mutterkühe wurden während der Verweildauer nicht gemolken. Wie lange ein Kalb beim Muttertier bleiben sollte, wurde vor dem Geburtstermin festgelegt. Die Kälber der Gruppe I (n = 29) blieben 12 Stunden, die der Gruppe II (n = 33) 24 Stunden und die der Gruppe III (n = 25) 48 Stunden beim Muttertier. Nach der jeweiligen Verweildauer wurden die Kälber in herkömmliche Kälberboxen aufgestellt und per Eimer getränkt. Schließlich wurde 36-48 Stunden p.n. und am siebten Lebenstag eine Blutprobe gezogen und das Serum mittels eines Sandwich-ELISA-Verfahrens auf dessen IgG-Gehalt untersucht.

Der mittlere IgG-Gehalt 48 Stunden p.n. im Serum der Kälber betrug in Gruppe I 12,37 mg/ml, in Gruppe II 9,87 mg/ml und in Gruppe III 16,23 mg/ml. Dabei wiesen 58,6 % der Kälber aus Gruppe I, 54,6 % der Kälber aus Gruppe II und 80,0 % der Kälber aus Gruppe III eine ausreichende IgG-Konzentration (> 8 mg/ml Serum) auf. Bei insgesamt 32 Tieren (36,8 %) lag der Serum-IgG-Gehalt unter 8 mg/ml (Gruppe I: n = 12, Gruppe II: n = 15, Gruppe III: n = 5), wovon 50 % einen mangelhaften Immunglobulintransfer (pFPT; Serum-IgG 4-8 mg/ml) und ebenfalls 50 % einen ungenügenden Immunglobulintransfer (FPT; Serum-IgG < 4 mg/ml) zeigten.

Bei allen drei Gruppen reduzierte sich die Immunglobulinkonzentration im Verlauf der ersten Lebenswoche. In Gruppe I lag die mittlere IgG-Konzentration am siebten Lebenstag bei 11,34 mg/ml, in Gruppe II bei 9,37 mg/ml und in Gruppe III bei 14,15 mg/ml.

Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme korrelierte in allen drei Gruppen signifikant negativ mit der IgG-Konzentration (48h p.n.) im Serum der Kälber ( $r = -0,50$ ;  $p < 0,0001$ ). Mit Hilfe der Regressionsgeraden konnte ein theoretischer Wert für den spätesten Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme von 5,12 Stunden ermittelt werden, an dem die Kälber eine Serum-IgG-Konzentration von 8 mg/ml erreichten.

Das Trinkverhalten und damit die Aufnahme des Erstkolostrums wurde von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Es konnte festgestellt werden, dass je schwerer die Geburt verlief, desto später die erste Kolostrumaufnahme stattfand. Männliche und weibliche Kälber tranken im Schnitt 3,2 Stunden p.n. das erste Mal.

Die Anzahl der Laktationen des Muttertieres wirkte sich positiv auf den Serum-IgG-Gehalt der Neugeborenen aus. Kälber von erstlaktierenden Kühen hatten eine mittlere IgG-Konzentration von 7,48 mg/ml. Bei den Kälbern, deren Mütter schon mehr als drei Laktationen hatten, wurde ein signifikant höherer mittlerer IgG-Gehalt von 14,24 mg/ml gemessen.

Insgesamt erkrankten 17,2 % ( $n = 15$ ) der neugeborenen Kälber an Durchfall, die einen mittleren Serum-IgG-Gehalt von 7,73 mg/ml aufwiesen. Bei den Kälbern, die keinen Durchfall hatten, wurde eine signifikant höhere Serum-IgG-Konzentration von 13,53 mg/ml gemessen. Vier der erkrankten Kälber verstarben in der ersten Lebenswoche, wobei sich keines davon in der 48h-Gruppe befand und der Serum-IgG-Gehalt bei durchschnittlich 2,97 mg/ml lag.



---

## 7 SUMMARY

---

### **Field study on the immunoglobulin G-status in newborn calves comparing the retention period with their dam**

Within the scope of this study the IgG-status in 87 new born calves was investigated. All the calves were born in eight different dairy farms around southern Bavaria in Germany.

The procedure of the study was to leave the newborn calves with their dam and allow them to suckle. During this retention period the dam was not milked and the calf was not additionally fed by bottle. The duration of this period was set before the calf was born by assigning it to one of three groups: group I was left 12 hours with their dams, group II 24 hours and group III 48 hours. After that time, the calves were separated from their mother, placed in individual pens and fed by bottle. Blood samples were taken 36-48 hours after birth and additionally at their seventh day of life. The serum was analysed by ELISA according to its IgG-concentration.

The mean serum IgG-concentration at 48 hours in group I was 12.37 mg/ml, in group II 9.87 mg/ml and in group III 16.23 mg/ml. 58.6 % of the calves in group I, 54.6 % in group II and 80 % in group III were provided sufficiently with IgG (> 8 mg/ml). 32 calves (36.8 %) did not reach this critical value, the IgG-concentration in the serum stayed under 8 mg/ml (group I: n = 12, group II: n = 15, group III: n = 5). Half of those showed partial failure of passive transfer (pFPT; serum-IgG 4-8 mg/ml) and the other half showed failure of passive transfer (FPT; serum-IgG < 4 mg/ml).

During the first week of life, the IgG-concentration in the serum of all three groups declined. The mean IgG-concentration of group I went down to 11.34 mg/ml, of group II down to 9.37 mg/ml and of group III down to 14.15 mg/ml.

Time of first suckling correlated significantly negative in all three groups with the serum IgG-concentration.

Suckling behaviour and therefore the intake of first colostrum was influenced by several factors. An interrelation between the course of parturition and the time of first suckling could be determined. The more complicated the parturition was, the later the calf suckled initially. For both female and male calves mean time period of first suckling was 3.2 hours p.n.

The number of the dam's lactation influenced the serum IgG-concentration in the calves positively. Heifers' calves showed a mean IgG-concentration of 7.48 mg/ml in their serum and calves of cows with more than three lactations showed a significant higher mean IgG-concentration of 14.24 mg/ml.

15 calves out of 87 (17,2 %) came down with diarrhoea, having a mean IgG-concentration of 7.73 mg/ml. Four of them even died during their first week. Those four cases of death belonged to group I and II, showing a mean IgG-concentration of 2.97 mg/ml. None of the calves in group III died during the study period. The calves not suffering from diarrhoea showed a significant higher mean IgG-concentration of 13.53 mg/ml.

---

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

---

Abbildung 1: Verlauf (Tage p.n.) des Gesamt-IgG-Gehaltes (g) beim Kalb (aus Erhard et al., 1999a) .....	15
Abbildung 2: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der Kälber 48h p.n. und am 7. Lebenstag in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier (ab 8 mg IgG/ml Serum gelten die Kälber als ausreichend versorgt) .....	28
Abbildung 3: Verteilung der einzelnen IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit von der Verweildauer beim Muttertier .....	30
Abbildung 4: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der Kälber 48h und 7 Tage p.n. im Vergleich zu den einzelnen Betrieben .....	31
Abbildung 5: Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und dem IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber (n = 76) 48h p.n. (ab 8 mg IgG/ml Serum gelten die Kälber als ausreichend versorgt) .....	32
Abbildung 6: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit von der ersten Kolostrumaufnahme ( $\leq$ 4h/> 4h) .....	34
Abbildung 7: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der Kälber 48h p.n. in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf .....	36
Abbildung 8: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der weiblichen und männlichen Kälber 48h p.n. ....	37
Abbildung 9: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$ SEM) der Kälber in Abhängigkeit von der Anzahl der Laktationen des Muttertieres ....	39

Abbildung 10: Mittlere IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum ( $\pm$  SEM) der durchfallerkrankten Kälber im Vergleich zu den nicht durchfallerkrankten Kälbern 48h p.n. .... 41

---

# TABELLENVERZEICHNIS

---

Tabelle 1: Immunglobulinkonzentration in Kolostrum und Milch des Rindes (Tizard, 2000).....	6
Tabelle 2: Einteilung der Gruppen nach der unterschiedlichen Verweildauer	20
Tabelle 3: Übersicht der Betriebe (A-H) und Kälber in Bezug auf die einzelnen Gruppen.....	21
Tabelle 4: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0.05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) zwischen den drei Gruppen (48h p.n.).....	28
Tabelle 5: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0.05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) zwischen den drei Gruppen (7 Tage p.n.).....	29
Tabelle 6: Überblick der IgG-Konzentrationen (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. unterteilt nach den drei Gruppen.....	30
Tabelle 7: Korrelation zwischen erster Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) und dem IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. (a) und 7 Tage p.n. (b).....	33
Tabelle 8: Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen IgG-Werten (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. und dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) .....	33
Tabelle 9: Darstellung der Signifikanzen ( $p < 0,05$ ) der mittleren IgG-Konzentrationen (mg/ml) 48h p.n. zur ersten Kolostrumaufnahme ( $\leq 4h / > 4h$ ) in den drei Gruppen .....	35
Tabelle 10: Vergleich der Mittelwerte der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) mit dem Geburtsverlauf in Bezug auf die Verweildauer beim Muttertier .....	36
Tabelle 11: Vergleich der ersten Kolostrumaufnahme (Stunden p.n.) mit dem Geschlecht der neugeborenen Kälber .....	38

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 12: Übersicht der Erkrankungen der Kälber .....	43
Tabelle 13: Mittlerer IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. aufgeteilt nach den drei Gruppen .....	83
Tabelle 14: Mittlerer IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber am siebten Lebenstag aufgeteilt nach den drei Gruppen .....	83
Tabelle 15: Übersicht der Betriebe .....	84
Tabelle 16: Zusammenfassende Darstellung aller erfassten Daten.....	85

---

# LITERATURVERZEICHNIS

---

BACHMANN, A.P., W. EICHHORN und R.G. HESS (1982)

Aktive Mutterschutzimpfung: Passive Immunisierung von Neugeborenen

Tierärztl. Umschau 37, 684-703

BAMN, BOVINE ALLIANCE ON MANAGEMENT AND NUTRITION (2001)

A guide to colostrums and colostrums management for dairy calves

American Feed Industry Association, Arlington, Virginia, USA

BANKS, K.L. (1982)

Host defense in the newborn animal

J. Am. Vet. Med. Ass. 181, 1053-1056

BERCHTHOLD, M., W. ZAREMBA und E. GRUNERT (1990)

Kälberkrankheiten

In: K. WALSER und H. BOSTEDT (Hrsg.): Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere

Verlag Enke, Stuttgart, 260-265

BERNING, L.M., M.J. PAAPE und R.R. PETERS (1993)

Functional variation in endogenous and exogenous immunoglobulin binding to bovine neutrophils relative to parturition

Am. J. Vet. Res. 54, 1145-1153

BESSER, T.E., C.C. GAY und L. PRITCHETT (1991)

Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves

J. Am. Vet. Med. Ass. 198, 419-423

BESSER, T.E. und C.C. GAY (1994)

The importance of colostrum to the health of neonatal calf

Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 10, 107-117

BRIGNOLE, T.J. und G.H. STOTT (1980)

Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival

J. Dairy Sci. 63, 451-456

BROOM, D.M. (1983)

Cow-calf and sow-piglet behaviour in relation to colostrums ingestion

Annales de Recherches Vétérinaires 14, 342-348

BUSCHMANN, H. (1990)

Anatomische und physiologische Grundlagen des Neugeborenen

In: K. WALSER und H. BOSTEDT (Hrsg.): Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere

Verlag Enke, Stuttgart, 30-35

BUTLER, J.E. (1983)

Bovine immunoglobulins: an argumented review

Vet. Immunol. Immunopathol. 4, 43-152

BUTLER, J.E. (1998)

Immunoglobulin diversity, B-cells and antibody repertoire development in large farm animals

Rev. Sci. Tech. 17, 43-70

CLOVER, C.K. und A. ZARKOWER (1980)

Immunologic responses in colostrum-fed and colostrum-deprived calves

Am. J. Vet. Res. 41, 1002-1007



CABELLO, G. und D. LEVIEUX (1980)

Comparative absorption of colostral IgG<sub>1</sub> und IgM in the newborn calf: effects of Thyroxine, cortisol and environment factors

Ann. Rech. Vet. 11, 1-7

DIRR, L. und G. DIRKSEN (1989)

Dysfunktion der Schlundrinne („Pansentrinken“) als Komplikation der Neugeborenenendiarrhoe beim Kalb

Tierärztl. Praxis 17, 353

DOLESCHALL, M., Y. ZHAO, B. MAYER, L. HAMMARSTRÖM und

I. KACSKOVICS (2004)

Analysis of the promoter region of the bovine FcRn gene

1<sup>st</sup> International Conference on Basic and Clinical Immunogenomics

Budapest, Hungary, 3.10.-7.10. 2004, Band 4, Abstract 0 06-3

EDWARDS, A.V. (1998)

Regulation of adrenal function in the conscious calf

Horm. Metab. Res. 30, 303-310

EDWARDS, S.A. (1982)

Factors affecting the time to first suckling in dairy calves

Anim. Prod. 34, 339-346

EGLI, C.P. und J.W. BLUM (1998)

Clinical, haematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling Simmentaler calves held in a cow-calf operation

J. Vet. Med. 45, 99-118

EIGENMANN, U.J.E., W. ZAREMBA, K. LUETGEBRUNE und E. GRUNERT  
(1983)

Untersuchungen über die Kolostrumaufnahme und die Immunglobulinabsorption  
asphyktischer und lebensfrischer Kälber  
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 109-113

ERHARD, M.H., P. AMON, S. NÜSKE und M. STANGASSINGER (1999a)

Studies on the systemic availability of maternal and endogeneously produced im-  
munoglobulin G<sub>1</sub> and G<sub>2</sub> in newborn calves by using newly developed ELISA sys-  
tems  
J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 81, 239-248

ERHARD, M.H., P. AMON, M. YOUNAN, Z. ALI und M. STANGASSINGER  
(1999b)

Absorption and synthesis of immunoglobulin G in newborn calves  
Reprod. Dom. Anim. 34, 173-175

ERHARD, M.H. und E. HEYN (2003)

Optimierung der Immunglobulinversorgung beim Kalb  
Hrsg.: Bayerische Landestierärztekammer 2003, 71-72

ERHARD, M.H., K. LEUZINGER und M. STANGASSINGER (2000)

Untersuchung zur prophylaktischen Wirkung der Verfütterung eines Probiotikums  
und von erregerspezifischen Kolostrum- und Dotterantikörpern bei neugeborenen  
Kälbern  
J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr. 84, 85-94

ERHARD, M.H., U. LÖSCH und M. STANGASSINGER (1995)

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Körpergewichtsentwicklung bei neugeborenen Kälbern während der prophylaktischen Verfütterung von spezifischen Dotterantikörpern

49. Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie,

Göttingen 28.02.-02.03. 1995, Band 4, Abstract 55

ERHARD, M.H., U. LÖSCH und M. STANGASSINGER (1995)

Untersuchungen zur intestinalen Absorption von homologem und heterologem Immunglobulin G bei neugeborenen Kälbern

Z. Ernährungswiss. 34, 160-163

FRANKLIN, S.T., D.M. AMARAL-PHILLIPS, J.A. JACKSON und A.A. CAMPBELL (2003)

Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter

J. Dairy Sci. 86, 2145-2153

GAY, C.C. (1983)

Failure of passive transfer of colostral immunoglobulin and neonatal disease in calves: A review

Proceedings of the fourth international symposium of neonatal diarrhea

Veterinary Infectious Disease Organisation, Saskatoon, 346-364

GRANT, D.A., J.E. FEWELL, A.M. WALKER und M.H. WILKINSON (1997)

Oxygen transport and utilization during feeding in the young lamb

J. Physiol. 503, 195-202

GÜRTLER, H. und F.J. SCHWEIGERT (2000)

Physiologie der Laktation

In: W.v. ENGELHARD und G. BREWES (Hrsg.): Physiologie der Haustiere

Verlag Enke, Stuttgart, 572-593

HECKERT, H.P., I. BARDELLA, W. HOFMANN und S. OLTIMER (1999)

Untersuchungen zum Einfluss eines antikörperhaltigen Volleipulvers auf die aktive Immunitätsausbildung bei Kälbern

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 106, 1-52

HEYN, E. (2002)

Vergleichende Untersuchungen zur kolostralen IgG-Versorgung neugeborener Kälber unter verschiedenen Haltungsbedingungen

München, Univ., Tierärztl. Fak., Diss.

JOHNSTON, N.E. und J.A. STEWART (1986)

The effect of glucocorticoids and prematurity on absorption of colostral immunoglobulin in the calf

Aust. Vet. J. 63, 191-192

KASKE, M. und H.-J. KUNZ (2003)

Handbuch Durchfallerkrankungen der Kälber

Kamlage Verlag, Osnabrück, 5

KIM, J.W. und F.-W. SCHMIDT (1983)

Zur Frage der Absorption von kolostralen Immunglobulinen durch das Kalb

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 90, 283-286

KLEE, W. (2000)

Durchfall junger Kälber

Skript zur Vorlesung Innere Medizin und Chirurgie der Rinder

[www.vetmed.uni-muenchen.de/med2/skripten/b5-18.html](http://www.vetmed.uni-muenchen.de/med2/skripten/b5-18.html)

KOLB, E. und J. SEEHAWER (2002)

Die Bedeutung der Immunglobuline, der Vitamine und der Wachstumsfaktoren des Kolostrums für das Kalb

Tierärztl. Umschau 57, 348-354

KROHN, C.C. (2001)

Effects of different suckling systems on milk production, udder health, reproduction, calf growth and some behavioural aspects in high producing dairy cows – a review

Appl. Anim. Behaviour Sci. 72, 271-280

KROHN, C.C., J. FOLDAGER und L. MOGENSEN (1999)

Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves

Acta Agric. Scand., Sect. A. Anim. Sci. 49, 57-64

LAMBRECHT, G., H. FRERKING und E. HENKEL (1982)

Bestimmungen von IgG, IgA und IgM im Erstkolostrum des Rindes mit Hilfe der Nephelometrie und der radialen Immundiffusion unter besonderer Berücksichtigung von Jahreszeit, Laktationsnummer und Vererbung

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 89, 107-110

LEUZINGER, K. (1998)

Vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Probiotikums und von erregerspezifischen Dotter- bzw. Kolostrumantikörpern bei der Neugeborenen-diarrhoe des Kalbes unter Berücksichtigung des Immunglobulinstatus

München, Univ., Tierärztl. Fak., Diss.

LEVIEUX, D. und A. OLLIER (1999)

Bovine immunoglobulin G,  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post partum period

J. Dairy Res. 66, 421-430

LIDFORS, L.M. (1996)

Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum

Appl. Anim. Behav. Sci. 49, 269-283

LÖSCH, U., S. CIHAK, M.H. ERHARD und B. KASPERS (2000)

Blut und Abwehr

In: W.v. ENGELHARD und G. BREWES (Hrsg.): Physiologie der Haustiere

Verlag Enke, Stuttgart, 204-216

LOGAN, E.F., D.G. MC BEATH und B.G. LOWMAN (1974)

Quantitative studies on serum immunoglobulin levels in suckled calves from birth to five weeks

Vet. Rec. 94, 367-370

LOGAN, E.F., W.J. PENHALE und R.A. JONES (1973)

Changes in the serum immunoglobulin levels of colostrums-fed calves during the first 12 weeks post partum

Res. Vet. Sci. 14, 394-397

LUSTERMAN, H. und H. GÜNTHER (1977)

Absorption von Kolostrumbestandteilen im Darm – eine Übersicht

Arch. exper. Vet. med. 31, 53-59

MATTE, J.J., C.L. GIRARD, J.R. SEOANE und G.J. BRISSON (1982)

Absorption of colostrum immunoglobulin G in the newborn dairy calf

J. Dairy Sci. 65, 1765-1770

MAUNSELL, F.P., D.E. MORIN, P.D. CONSTABLE, W.L. HURLEY, G.C. MC COY, I. KAKOMA und R.E. ISAACSON (1998)

Effects of mastitis on the volume and composition of colostrum produced by Holstein cows

J. Dairy Sci. 81, 1291-1299

MC COY, G.C., J.E. MEINERT und W.L. HURLEY (1994)

Quantity and frequency of colostrum feeding and IgG<sub>1</sub> absorption in newborn calves

J. Dairy Sci. 77 (Suppl.1), 297 (Abstr.)

MEYER, H. und J. KAMPHUES (1990)

Grundlagen der Ernährung von Neugeborenen

In: K. WALSER und H. BOSTEDT (Hrsg.): Neugeborenen- und Säuglingskunde der Tiere

Verlag Enke, Stuttgart, 260-335

MICHANEK, P., M. VENTORP und B. WESTRÖM (1989)

Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of different ages at first feeding

Res. Vet. Sci. 46, 375-379

MIELKE, H. (1994)

Physiologie der Laktation

In: WENDT, K., H. BOSTEDT, H. MIELKE u. H.W. FUCHS (Hrsg.)

Euter- und Gesäugekrankheiten

Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, 64-137

MORIN, D.E., G.C. MC COY und W.L. HURLEY (1997)

Effects of quality, quantity and timing of colostrum feeding and addition of a dried colostrum supplement on immunoglobulin G<sub>1</sub> absorption in Holstein bull calves

J. Dairy Sci. 80, 747-753

MORRIS, D.D., D.A. MEIRS und G.S. MERRYMAN (1985)

Passive transfer failure in horses: incidence and causative factors on a breeding farm

Am. J. Vet. Res. 46, 2294-2299

NAYLOR, J.M. (1979a)

Colostrum immunity in the calf and the foal  
Vet. Clin. North. Am. Large Anim. Pract. 1, 331-361

NEAWSTEAD, D.F. (1976)

Carotene and immunoglobulin concentrations in the colostrums and milk of pasture-fed cows  
J. Dairy Res. 43, 229-237

NORCROSS, N.L. (1982)

Secretion and composition of colostrums and milk  
J. Am. Vet. Med. Assoc. 181, 1057-1060

PENHALE, W.J. und G. CHRISTIE (1969)

Quantitative studies on bovine immunoglobulins  
1. Adult plasma and colostrum levels  
Res. Vet. Sci. 10, 493-501

PETRIE, L. (1984)

Maximising the absorption of colostrum immunoglobulins in the newborn dairy calf  
Vet. Record 114, 157-163

PORTER, P. (1973)

Functional heterogeneity of the bovine immune system  
J. Am. Vet. Med. Ass. 163, 789

PRITCHETT, L.C., C.C. GAY, T.E. BESSER und D.D. HANCOCK (1991)

Management and production factors influencing immunoglobulin G<sub>1</sub> concentration in colostrums from Holstein cows  
J. Dairy Sci. 74, 2336-2341



- QUIGLEY, J.D., K.R. MARTIN, D.A. BEMIS, L.N.D. POTGIETER, C.R. REINEMEYER, B.W. ROHRBACH, H.H. DOWLEN und K.C. LAMAR (1995)  
Effects of housing and colostrum feeding on serum immunoglobulins, growth, and fecal scores of Jersey calves  
J. Dairy Sci. 78, 893-901
- QUIGLEY, J.D., K.R. MARTIN, H.H. DOWLEN und K.L. LAMAR (1995)  
Addition of soybean trypsin inhibitor to bovine colostrums: Effects on serum immunoglobulin concentrations in Jersey calves  
J. Dairy Sci. 78, 886-892
- RAGHAVAN, M. und P.J. BJORKAM (1996)  
Fc receptors and their interactions with immunoglobulins  
Annu. Rev. Cell Dev. Biol. 12, 181-220
- RAJALA, P. und H. CASTRÉN (1995)  
Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 weeks of age  
J. Dairy Sci. 78, 2737-2744
- RIEDL, J., U. BRAUCHLE, B. DAFFNER, H. BOLLWEIN, R. STOLLA, S. SCHÖNREITER-FISCHER und M. ERHARD (2005)  
Zusammenhänge zwischen Geburtsverlauf, Cortisolspiegel und Immunglobulin-G-Absorption beim neugeborenen Kalb  
Tierärztl. Umschau, im Druck
- ROBINSON, J.D., G.H. STOTT und S.K. DE NISE (1988)  
Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer  
J. Dairy Sci. 71, 1283-1287

ROLLE, M. und A. MAYR (1984)

Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre für Tierärzte, Biologen, Agrarwissenschaftler und Interessierte aus benachbarten Fachgebieten  
Lehrbuch für Praxis und Studium  
6. Auflage, Verlag Enke, Stuttgart

ROY, J.H.B. (1990)

The calf  
Management of health  
Vol.I, Verlag "Butterworths", Boston

SCHÄFER, S., G. WESENHAUER und K. ARBEITER (1998)

Der Immunglobulintransfer beim vitalen, neugeborenen Kalb  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 153-157

SCHARRER, E. und S. WOLFRAM (2000)

Funktion des Dünndarms und seiner Anhangdrüsen  
In: W.v. ENGELHARD und G.BREWES (Hrsg.): Physiologie der Haustiere  
Verlag Enke, Stuttgart, 369-393

SCHLECHT, K. (2001)

Untersuchungen zum Immunglobulin G-Status und zur humoralen Immunantwort  
neugeborener Kälber nach der Verfütterung von Eipulver zu unterschiedlichen  
Zeitpunkten post natum  
München, Univ., Tierärztl. Fak., Diss.

SCHMIDT, F.W., J.W. KIM, J. DERENBACH und H.J. LANGHOLZ (1986)

Kolostralimmunität und Aufzuchtleistung von Kälbern in der Mutterkuhhaltung  
Tierärztl. Umschau 37, 485-486

SELMAN, I.E. (1973)

The absorption of colostral globulins by newborn calves  
Ann. Rech. Vet. 4, 213

SELMAN, I.E., A.D. MC EWAN und E.W. FISHER (1970)

Serum immune globulin concentrations of calves left with dams for the first two days of life  
J. Com. Pathol. 80, 419-427

SELMAN, I.E., A.D. MC EWAN und E.W. FISHER (1970a)

Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post partum  
I. Behavioural studies (dams)  
Anim. Behav. 18, 276-283

SELMAN, I.E., A.D. MC EWAN und E.W. FISHER (1971a)

Studies on dairy calves allowed to suckle their dams at fixed times post partum  
Res. Vet. Sci. 12, 1

SELMAN, I.E., G.H. DE LA FUENTE, E.W. FISHER und A.D. Mc EWAN (1971b)

The serum immune globulin concentrations of newborn dairy heifer calves: a farm survey  
Vet. Rec. 88, 460-464

SHELDRAKE, R.F. und A.J. HUSBAND (1985)

Immune defences at mucosal surfaces in ruminants  
J. Dairy Res. 52, 599-613

SMITH, K.L. (1971)

Role of estrogen in the selective transport of IgG into the mammary gland  
J. Dairy Sci. 54, 1322-1323

STALEY, T.E. und L.J. BUSH (1985)

Receptor mechanismen of the neonatal intestine and their relationship to immunoglobulin absorption and disease

J. Dairy Sci. 68, 184-205

STEINHARDT, M. (2003)

Reaktionen von Saugkälbern der Mutterkuhhaltung auf Nahrungsaufnahme

Tierärztl. Umschau 58, 26-32

STEINHARDT, M., H.-H. THIELSCHER, T. von HORN, R. von HORN, K. ERMGASSEN, H. DEHN, A. LEHR, S. LOTTMANN und W. GRÜNBERG (1996)

Physiologische Variablen bei Kälbern und ihre Bedeutung für Vitalität und Wachstum

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 103, 285-368

STONEHAM S.J., N.J.W. DIGBY, S.W. RICKETTS und N.J. WINGFIELD-DIGBY (1991)

Failure of passive transfer of colostral immunity in the foal; incidence, and the effect of stud management and plasma transfusions

Vet. Rec. 128, 416-419

STOTT, G.H., D.B. MARX, B.E. MENEFEE und G.T. NIGHTENGALE (1979a)

Colostral immunoglobulin transfer in calves

II. Rate of Absorption

J. Dairy Sci. 62, 1902-1007

STOTT, G.H., D.B. MARX, B.E. MENEFEE und G.T. NIGHTENGALE (1979b)

Colostral immunoglobulin transfer in calves

IV. Effect of Suckling

J. Dairy Sci. 62, 1908-1913

STOTT, G.H., F. WIERSMA, B.E. MENEFEE und F.R. RADWANSKI (1975)

Influence of environment on passive immunity in calves

J. Dairy Sci. 59, 1306-1311

TENHAGEN, B.-A., A. HOFFMANN und W. HEUWIESER (1998)

Mutterkuhhaltung im ökologischen Landbau in Brandenburg – Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit

Tierärztl. Umschau 53, 678-685

THATCHER, E.E. und C.J. GERSHWIN (1989)

Colostrum transfer of bovine immunoglobulin E and dynamics of serum IgE in calves

Vet. Immunol. Immunopathol. 57, 229-238

TIZARD, I.R. (2000)

Veterinary immunology: an introduction

6. Auflage

W.B. Saunders Company Philadelphia, Pennsylvania

TYLER, H. und H. RAMSEY (1991)

Effect of fructose- induced hypoglycaemia on cessation of macromolecular transport in the neonatal calf

J. Dairy Sci. 76, 3021-3025

TYLER, J.W., B.J. STEEVENS, D.E. HOSTETLER, J.M. HOLLE und J.L. DENBIGH (1999)

Colostrum immunoglobulin concentration in Holstein and Guernsey cows

Am. J. Vet. Res. 60, 1136-1139

VANN, R.C., J.W. HOLLOWAY, G.E. CARSTENS, M.E. BOYD und R.D. RUNDEL (1995)

Influence of calf genotype on colostral immunoglobulins in *Bos Aaurus* and *Bos Indicus* cows and serum immunoglobulins in their calves  
*J. Anim. Sci.* 73, 3044-3050

VENTORP, M. und P. MICHANEK (1991)

Cow-calf behaviour in relation to first suckling  
*Res. Vet. Sci.* 51, 6-10

WEAVER, D.M., J.W. TYLER, D.C. Van METRE, D.E. HOSTETLER und G.M. BARRINGTON (2000)

Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves  
*J. Vet. Intern. Med.* 14, 569-577

WENDT, K., H. BOSTEDT, H. MIELKE und H.-W. FUCHS (1994)

Mastitiden  
In: *Euter- und Gesäugekrankheiten*  
Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 326-434

WENDT, K., K.-H. LOTTHAMMER, K. FEHLINGS und M. SPOHR (1998)

Milchspeicherung  
In: *Handbuch Mastitis*  
Kamlage Verlag, Osnabrück, 41-43

ZAREMBA, W., E. GRUNERT, W. HEUWIESER und H. SCHIFFNER-MEHRENS (1984)

Untersuchungen über die Immunglobulinabsorption bei Kälbern nach Verabreichung von Kolostrum per Schlundsonde im Vergleich zur freiwilligen Aufnahme  
*Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 92, 18-20

---

# TABELLARISCHER ANHANG

---

Tabelle 13: Mittlerer IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber 48h p.n. aufgeteilt nach den drei Gruppen

Verweil-dauer	Arith. Mittel	Geometr. Mittel	Std.-Abw.	Stand. Fehler	Min	Max	n
Gruppe I (12h)	12,37	8,03	9,47	1,76	0,18	33,88	29
Gruppe II (24h)	9,87	5,90	9,09	1,58	0,03	38,59	33
Gruppe III (48h)	16,23	12,33	9,58	1,92	1,3	31,3	25

Tabelle 14: Mittlerer IgG-Gehalt (mg/ml) im Serum der Kälber am siebten Lebens-tag aufgeteilt nach den drei Gruppen

Verweil-dauer	Arith. Mittel	Geometr. Mittel	Std.-Abw.	Stand. Fehler	Min	Max	n
Gruppe I (12h)	11,34	8,41	7,68	1,45	0,53	26,64	28
Gruppe II (24h)	9,37	6,19	9,06	1,65	0,62	39,84	30
Gruppe III (48h)	14,15	9,98	8,94	1,79	0,27	30,65	25

Tabelle 15: Übersicht der Betriebe

<b>Betrieb</b>	<b>Praxisgebiet</b>	<b>Anzahl der Milchkühe</b>	<b>Ø Milchjahres- leistung (kg)</b>	<b>Sonstige Angaben</b>
A	Untergriesbach	34	7500	Stall mit Auslauf
B	Untergriesbach	32	8000	Stall mit Auslauf Biobetrieb
C	Untergriesbach	46	7500	Stall ohne Auslauf
D	Untergriesbach	23	6500	Stall mit Auslauf
E	Untergriesbach	18	7000	Stall mit Auslauf Biobetrieb
F	Untergriesbach	26	10000	Biobetrieb
G	Teisendorf	35	6500	Stall ohne Auslauf
H	Teisendorf	52	9500	Stall ohne Auslauf



Tabelle 16: Zusammenfassende Darstellung aller erfassten Daten

Betrieb	Probenr.	Rasse	Alter (Jahre)	Anzahl Laktationen	Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)	Trächtigkeitsdauer (Tage)	Kalbeverlauf (1 bis 4) <sup>1</sup>	Geschlecht (m = 1, w = 2)	1. Kolostrumaufnahme (Stunden)	Verweildauer (Stunden)	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 1 Woche
A	1	FV	2,0	1	K <sup>2</sup>	282	2	1	6,0	48	1,3	0,27
A	2	FV	11,0	9	21,6	289	1	1	4,0	48	3,09	1,77
A	3	FV	4,5	3	20,6	268	1	2	3,0	48	22,61	20,11
A	4	FV	7,5	5	22,2	279	1	2 <sup>Z</sup>	4,0	24	1,52	0,62
A	5	FV	7,5	5	22,2	279	1	2 <sup>Z</sup>	4,0	24	4,76	1,58
A	6	FV	4,0	2	16,9	289	2	1	n.b.	24	17,31	10,26
A	7	FV	4,0	2	14,6	289	1	1	1,5	24	5,92	4,46
A	8	FV	6,5	4	18,1	288	1	2	4,0	24	9,97	6,54
A	9	FV	4,0	3	19,6	289	1	1	5,0	12	0,87	0,53
A	10	FV	3,5	2	21,0	293	1	2	4,0	24	6,84	4,7
A	11	FV	3,0	1	K	288	2	2	4,0	48	9,32	5,25
A	12	FV	5,0	3	16,5	295	3	2	8,0	48	9,17	6,4
A	13	FV	4,0	3	18,1	287	1	2	1,0	12	11,78	10,53

<sup>1</sup> 1 = ohne Hilfe, 2 = mit Zughilfe, 3 = mit tierärztl. Hilfe, 4 = Sectio

<sup>2</sup> K = Kalbin

<sup>Z</sup> Zwilling

Tabellarischer Anhang

Betrieb	Probenr.	Rasse	Alter (Jahre)	Anzahl Laktationen	Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)	Trächtigkeitsdauer (Tage)	Kalbeverlauf (1 bis 4) <sup>1</sup>	Geschlecht (m = 1, w = 2)	1. Kolostrumaufnahme (Stunden)	Verweildauer (Stunden)	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 1 Woche
A	14	FV	3,0	2	20,9	281	2	1	n.b.	12	0,18	† <sup>3</sup>
A	15	SBT	4,0	3	30,8	288	2	1	3,0	12	7,53	10,02
A	16	FV	4,5	3	15,6	292	2	2	n.b.	12	12,93	9,23
A	17	SBT	4,0	3	25,0	280	1	2	1,0	12	6,1	3,77
A	18	FV	2,0	1	K	290	3	1	5,0	24	8,41	6,19
A	19	FV	6,0	4	20,7	281	2	1	6,0	12	5,37	3,33
A	20	FV	4,5	3	15,7	277	1	1	1,5	24	0,57	†
A	21	FV/ SBT	4,5	3	18,1	283	1	2	1,0	24	38,59	39,84
B	1	FV	3,5	2	15,3	271	1	2	2,0	48	24,58	20,42
B	3	FV	12,0	4	22,3	289	2	1	4,0	48	18,73	24,15
B	5	BV	5,5	4	25,4	289	1	2	7,0	48	10,93	11,01
B	6	FV	3,0	2	22,4	281	1	2	1,0	12	1,69	1,92
B	7	FV	2,0	1	K	285	1	1	6,0	12	1,28	4,53
B	8	FV	2,5	1	K	287	2	1	5,0	24	11,08	†
B	9	FV	3,5	2	16,6	283	2	1	3,0	24	8,98	9,1
B	10	FV	6,0	5	27,3	285	1	2	3,0	48	11,32	7,5

<sup>3</sup> † = innerhalb der ersten Lebenswoche verstorben

Betrieb	Probenr.	Rasse	Alter (Jahre)	Anzahl Laktationen	Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)	Trächtigkeitsdauer (Tage)	Kalbeverlauf (1 bis 4) <sup>1</sup>	Geschlecht (m = 1, w = 2)	1. Kolostrumaufnahme (Stunden)	Verweildauer (Stunden)	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 1 Woche
B	11	FV	4,0	2	21,8	289	1	2	n.b.	12	26,44	25,37
B	12	FV	7,0	5	27,3	288	2	1	1,0	12	33,88	21,35
B	2	FV	10,0	8	17,8	288	2	2	n.b.	24	4,05	3,19
B	4	FV	3,0	2	22,4	290	2	2	2,0	12	10,23	11,47
C	1	FV	4,0	3	19,4	280	2	1	6,0	12	6,78	5,52
C	2	FV	5,0	4	22,6	271	1	1	8,0	48	3,58	4,22
D	1	FV	3,0	2	16,7	293	1	1	3,0	24	12,3	19,9
D	2	FV	3,0	2	23,4	301	1	1	3,0	12	18,46	25,84
D	3	FV	2,0	1	K	287	1	2	5,0	24	2,02	2,22
D	4	FV	4,0	1	K	281	1	1	n.b.	24	0,03	†
D	5	FV	6,5	5	24,1	287	2	2	2,0	12	33,46	26,64
D	6	FV	5,5	4	19,3	285	1	1	1,0	12	29,55	25,37
D	7	FV	2,0	1	K	296	3	1	6,0	24	1,27	1,15
D	8	FV	3,5	2	20,8	286	1	2	n.b.	12	25,47	14,55
D	9	FV	4,0	2	20,1	284	1	1	2,0	48	19,59	12,75
E	1	SBT	3,5	2	17,4	294	2	1	2,0	24	33,47	30,01
E	2	BV	5,5	3	26,2	289	1	1	1,0	48	5,45	5,75
E	3	RBT	3,0	2	26,1	290	3	1	2,0	24	4,87	6,33

Tabellarischer Anhang

Betrieb	Probenr.	Rasse	Alter (Jahre)	Anzahl Laktationen	Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)	Trächtigkeitsdauer (Tage)	Kalbeverlauf (1 bis 4) <sup>1</sup>	Geschlecht (m = 1, w = 2)	1. Kolostrumaufnahme (Stunden)	Verweildauer (Stunden)	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 1 Woche
E	4	FV	4,5	3	23,8	289	2	1	4,0	12	8,39	7,82
E	5	SBT	6,0	5	19,4	285	1	1	0,5	24	17,36	15,05
E	6	FV	6,0	5	20,9	291	1	1	2,0	12	12,9	12,35
E	7	FV	3,0	1	K	285	1	2	6,0	24	2,15	1,94
E	8	RBT	9,0	6	17,6	288	1	2	2,0	24	2,83	2,88
E	9	RBT	6,0	4	26,3	280	1	1	n.b.	12	7,94	5,82
E	10	FV	7,0	5	18,9	286	2	2	2,0	48	25,06	21,09
F	1	FV	5,5	4	29,7	287	1	1 <sup>z</sup>	0,5	48	28,69	24,73
F	2	FV	5,5	4	29,7	287	2	1 <sup>z</sup>	2,0	48	27,09	24,35
F	3	FV/ SBT	4,0	2	31,6	284	2	1	4,0	24	10,82	7,01
G	1	FV	6,0	4	19,1	288	3	1	n.b.	12	15,64	17,62
G	2	FV	4,0	2	16,5	280	1	2	3,0	12	10,33	10,59
G	3	FV	5,0	3	18,2	292	1	2	3,0	48	10,82	10,37
G	4	FV	6,0	4	25,5	285	2	1	2,0	24	12,39	12,37
G	7	FV	9,0	7	22,4	278	1	2	4,0	24	24,22	23,46
G	8	FV	3,0	1	K	286	1	1	3,0	12	7,02	9,88
G	9	FV	3,0	1	K	293	2	1	4,0	24	9,45	9,72
G	10	FV	2,5	1	K	278	1	2	4,0	48	11,37	13,21

Betrieb	Probenr.	Rasse	Alter (Jahre)	Anzahl Laktationen	Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)	Trächtigkeitsdauer (Tage)	Kalbeverlauf (1 bis 4) <sup>1</sup>	Geschlecht (m = 1, w = 2)	1. Kolostrumaufnahme (Stunden)	Verweildauer (Stunden)	IgG (mg/ml) 48h	IgG (mg/ml) 1 Woche
G	11	FV	4,0	2	23,6	283	2	1	8,0	12	1,9	1,55
G	12	FV	3,0	1	K	287	2	1	5,0	24	8,06	9,73
G	13	FV	6,0	4	20,1	288	2	1	6,0	24	8,61	7,17
G	14	FV	3,5	2	13,8	282	1	1	5,0	12	16,33	11,93
G	15	FV	7,0	5	24,7	281	2	2	2,0	12	13,86	15,05
G	16	FV	5,0	4	22,2	276	1	2	2,0	24	24,9	19,09
G	17	FV	4,5	3	20,5	289	3	2	6,0	24	4,92	4,27
G	18	FV	3,0	2	14,4	282	1	2	3,0	48	16,4	7,61
G	19	FV	11,0	7	21,8	288	2	1	4,0	24	9,39	7,5
G	20	FV	8,0	6	18,3	291	1	1	1,0	24	4,18	2,96
G	21	FV	4,0	3	22,5	286	1	2	2,0	48	14,33	15,68
G	22	FV	6,5	5	19,4	286	2	2	1,0	48	16,59	18,19
G	23	FV	3,0	1	K	283	2	1	3,0	12	7,51	6,44
G	24	FV	7,0	5	23,1	281	1	2	5,0	24	4,31	3,42
G	25	FV	4,0	2	25,0	286	1	1	2,0	12	14,25	10,24
G	26	FV	6,0	4	21,3	283	1	1	2,0	48	29,7	19,84
H	1	SBT	5,0	4	33,9	284	1	1	n.b.	24	10,28	8,41
H	2	SBT	4,0	3	34,3	286	1	2	3,0	48	23,05	17,12

	<b>Betrieb</b>	<b>Probennr.</b>	<b>Rasse</b>	<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Anzahl Laktationen</b>	<b>Jahresmilchleistung vom Vorjahr (kg)</b>	<b>Trächtigkeitsdauer (Tage)</b>	<b>Kalbeverlauf (1 bis 4)<sup>1</sup></b>	<b>Geschlecht (m = 1, w = 2)</b>	<b>1. Kolostrumaufnahme (Stunden)</b>	<b>Verweildauer (Stunden)</b>	<b>IgG (mg/ml) 48h</b>	<b>IgG (mg/ml) 1 Woche</b>
H		3	SBT	3,5	2	28,7	283	1	2	6,0	48	1,86	2,03
H		4	SBT	6,5	5	30,0	280	1	1	n.b.	48	29,75	29,39
H		5	SBT	2,0	1	K	277	1	2	2,0	48	31,3	30,65
H		6	SBT	4,5	3	31,8	281	2	1	3,0	12	10,61	8,27

---

# DANKSAGUNG

---

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben bedanken.

Herrn Prof. Dr. M. Erhard für die Überlassung des interessanten Themas und die mir immer gewährte Unterstützung während der Anfertigung dieser Arbeit.

Dr. Elke Heyn, die mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Herrn Stanglmeier für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials.

Den Mitarbeitern des Labors, insbesondere Katrin Schuster und Tanja Ertl, für ihre Hilfe im Labor.

Der Tierklinik Teisendorf, vor allem Kerstin und Ansgar, die mich bei der Auswahl der Betriebe unterstützten.

Den Landwirten Fam. Fenzl, Gut, Hellauer, Höfler, Katzinger, Sageder, Strasser und Thanbichler, durch deren Hilfsbereitschaft und Engagement die Durchführung dieser Studie erst möglich war.

Roland, ohne den diese Arbeit so nicht entstanden wäre und der mich auf so manch gute Idee brachte.

Vera, die immer im richtigen Moment die passenden Worte fand.

Igor, der mit sehr viel Geduld alle Katastrophen rettete und auf dessen moralische Unterstützung ich mich immer verlassen konnte.

Nicht zuletzt meiner Familie, die mir das alles erst ermöglicht hat.





---

# LEBENS LAUF

---

## Persönliche Angaben

Name: Kristina Claudia Lipp  
Geburtsdatum: 11.06.1976  
Geburtsort: Leutkirch im Allgäu  
Eltern: Karl Lipp  
Ingrid Lipp, geb. Baumer  
Familienstand: ledig

## Ausbildung

1996 Abitur / Allgemeine Hochschulreife  
Hans-Multscher-Gymnasium Leutkirch  
1996-2003 Studium der Tiermedizin  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
03/2003 Approbation als Tierärztin  
seit 09/2003 Anfertigung der vorliegenden Dissertation

## Berufstätigkeit

03/2000-03/2003 Studentische Hilfskraft  
II. Medizinische Tierklinik für Innere Medizin und  
Chirurgie der Wiederkäuer  
LMU München  
04/2003-12/2003 Assistenztierärztin Großtierpraxis  
Tierklinik Teisendorf  
seit 01/2004 Assistenztierärztin Großtierpraxis  
Tierärztliche Gemeinschaftspraxis  
Dres. Rauscher, Wetzel, Kohler  
Leutkirch im Allgäu



