

Aus der II. Medizinischen Tierklinik
(Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie der Wiederkäuer: Prof. Dr. W. Klee)
der Ludwig-Maximilians-Universität München

**Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss des Kolostrum-Drenchens bei
neugeborenen Kälbern auf Immunstatus und Gesundheit**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

von André Ebert
aus Coburg

München 2006

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Prof. Dr. Klee

Korreferent: Prof. Dr. Erhard

Tag der Promotion: 9. Februar 2007

Für meine Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	2
2.1	Immunglobuline und deren Schutzwirkung für das Kalb	2
2.2	Kolostrum	4
2.2.1	Kolostrumbildung	4
2.2.2	Kolostruminhaltsstoffe	4
2.3	Passiver Transfer von Immunglobulinen	7
2.3.1	Serumimmunglobulinkonzentration	7
2.3.2	Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke	9
2.3.3	Kolostrumvolumen	10
2.3.4	Tränkemethode und Serumimmunglobulinkonzentration	12
♦	Mutterkuhhaltung und Saugeimer/-flaschentränke	12
♦	Zwangstränke „Drenchen“	13
2.3.5	Geburtsverlauf und Serumimmunglobulinkonzentration	16
2.4	Serumimmunglobuline und Kälbergesundheit	17
2.4.1	Mortalität	18
2.4.2	Krankheitsinzidenz	19
2.4.3	Körpermassenentwicklung	20
3	Eigene Untersuchungen	22
3.1	Material und Methodik	22
3.1.1	Versuchsordnung	22
3.1.2	Probanden	24
3.1.3	Betriebe	25
3.1.4	Haltung und Fütterung der Kälber	25
3.1.5	Routinemaßnahmen	25
3.1.6	Entnahme, Einsendung und Aufbereitung der Blutproben	26
3.1.7	Bestimmung der Körpermasse	26
3.1.8	Klinische Untersuchung der Kälber	27

3.1.9	Tierärztliche Diagnosen und Definitionen	29
3.1.10	Tierärztliche Therapiemaßnahmen	30
3.1.11	Tierarztkosten	32
3.1.12	Retrospektive Beurteilung durch den Tierbesitzer	32
3.1.13	Bestimmung von IgG im Serum der Kälber mittels ELISA	33
3.1.14	Statistik	34
3.2	Ergebnisse	35
3.2.1	Allgemeine Angaben zu den Kälbern	35
3.2.2	Körpermassenzunahme	36
	♦ Serum-IgG-Konzentration und Körpermassenzunahme	38
3.2.3	Serumimmunglobulinkonzentration	38
3.2.4	Kolostrumtränke	39
	♦ Kolostrumvolumen und Serum-IgG-Konzentration	40
	♦ Erste Tränke post natum und Serum-IgG-Konzentration	42
3.2.5	Klinische Untersuchung am zweiten Tag post natum	43
	♦ Kolostrumtränke und Gesamtpunktzahl	44
3.2.6	Klinische Untersuchung am 14. Tag post natum	45
	♦ Kolostrumtränke und Gesamtpunktzahl	46
	♦ Serum-IgG-Konzentration und Punktzahlen bei den klinischen Untersuchungen	47
3.2.7	Tierärztliche Diagnosen und Therapien	48
	♦ Durchfall	48
	♦ Erkrankung des Respirationstraktes	49
	♦ Trinkschwäche	50
	♦ Nabelentzündung	51
	♦ Tierarztkosten und Therapien	52
3.2.8	Retrospektive Beurteilung durch die Tierbesitzer	53
3.2.9	„Failure of passive transfer“ bei Kälbern	54
	3.2.9.1 Allgemeines	54
	3.2.9.2 Einfluss auf den Gesundheitszustand	56
	♦ Körpermassenentwicklung	56
	♦ Klinische Untersuchung (2. d p.n.)	57
	♦ Klinische Untersuchung (14. d p.n.)	57
	♦ Diagnosen	58

♦	Tierarztkosten und Therapien	59
♦	Retrospektive Beurteilung	59
4	Diskussion	61
4.1	Material und Methodik	61
4.1.1	Versuchsanordnung	61
4.1.2	Einschlusskriterien	62
4.1.3	Erhebung der Auswertungskriterien	64
♦	Vorberichtliche Angaben	64
♦	Befunde der klinischen Untersuchung	64
4.2	Ergebnisse	65
4.2.1	Passiver Transfer von Immunglobulinen	65
♦	IgG-Konzentration im Serum der Kälber	65
♦	„Failure of passive transfer“	69
4.2.2	Gesundheitszustand der Kälber	70
♦	Körpermassenentwicklung	70
♦	Klinische Untersuchung (zweiter Tag post natum)	74
♦	Klinische Untersuchung (14. Tag post natum)	76
♦	Diagnosen	77
4.2.3	Serumimmunglobuline und Gesundheitszustand	80
4.3	Anmerkungen zum Drenchen von Kolostrum	84
5	Zusammenfassung	86
6	Summary	88
7	Literaturverzeichnis	90
8	Danksagung	101
9	Anhang	102

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

d	day
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay
ftp	failure of passive transfer
ggr.	geringgradig
h	hour
hgr.	hochgradig
IgA	Immunglobulin A
IgE	Immunglobulin E
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
insg.	insgesamt
mgr.	mittelgradig
n	Anzahl
pfpt	partial failure of passive transfer
p.n.	post natum
prim.	primär
r	Korrelationskoeffizient
RR	relatives Risiko
SD	standard deviation
sek.	sekundär
sRID	single radial immunodiffusion

1 Einleitung

Das Interesse der Landwirte an neuen Methoden zur Förderung der Kälbergesundheit ist groß und der Wille, diese Methoden anzuwenden, vorhanden. Die in den USA oft praktizierte Technik des „Drenchens von Kälbern“ findet auch hierzulande unter den Landwirten immer häufiger Anwendung, beispielsweise bei der Behandlung des Kälberdurchfalls oder der Trinkschwäche des Kalbes. Das frühzeitige einmalige Drenchen großer Volumina an Kolostrum an neugeborene Kälber stellt einen weiteren Versuch dar, die Kälbergesundheit über eine Verbesserung der Immunglobulinversorgung zu optimieren.

BESSER et al. (1991) zeigten, dass bei der Verabreichung von Kolostrum per Schlundsonde nur ein geringer Anteil an Kälbern unzureichende Immunglobulinkonzentrationen im Blutserum aufwies. Bei Anwendung anderer Tränketekniken oder bei Kälbern in Mutterkuhhaltung sahen BESSER et al. (1991) dagegen ein erhöhtes Risiko niedriger Serumimmunglobulinkonzentrationen.

Im Einzugsgebiet der Rinderklinik Babenhausen erkrankt aktuell eine große Anzahl an Kälbern an Neugeborenenendiarrhoe und auf Nachfrage bei den Tierbesitzern zeigt sich, dass in vielen Fällen Mängel in der Kolostralmilchversorgung vorliegen. Wegen Zeit- und Personalmangel oder aufgrund der Unterschätzung der Wichtigkeit einer ausreichenden Kolostralmilchversorgung seitens des Betreuungspersonals erhalten viele Kälber zu spät oder zu wenig Kolostrum.

In der vorliegenden Arbeit soll mit Hilfe eines Feldversuches im Unterallgäu untersucht werden, ob durch frühzeitiges Drenchen von neugeborenen Kälbern mit Erstgemelkskolostrum der Mutter nicht nur die Ig-Konzentration im Blut der Kälber erhöht, sondern auch deren Krankheitsanfälligkeit vermindert werden kann.

2 Literaturübersicht

2.1 Immunglobuline und deren Schutzwirkung für das Kalb

Die Placenta epitheliochorialis von Rindern, Pferden, Ziegen und Schweinen verhindert den Transfer von maternalen Antikörpern. Da sie für Makromoleküle und somit für Immunglobuline undurchlässig ist, übertragen diese Tierarten ihre Antikörper fast ausschließlich über das Kolostrum. Als Konsequenz werden Kälber hypogammaglobulinämisch geboren und benötigen bis zur Ausbildung eines eigenen belastbaren Immunsystems Kolostrum, reich an kolostralen Antikörpern, um sich vor Krankheiten zu schützen (BACHMANN et al., 1982). Dabei können kolostrale Immunglobuline das Kalb sowohl in Form von zirkulierenden Antikörpern im Blutserum vor Allgemeininfektionen schützen als auch eine lokale protektive Funktion im Intestinaltrakt ausüben. Systemische Antikörper schützen das Kalb beispielsweise vor einer Coliseptikämie, besitzen aber nur geringe Effekte bei streng lokal im Darm ablaufenden Infektionen durch enteropathogene Viren und Bakterien. LOGAN et al. (1974a) zeigten, dass sich mit der Verfütterung von Kolostrum oder einzelnen Immunglobulinen ein Schutz vor einer enteralen *E. coli*-Infektion erzielen lässt. Dagegen starben Kälber, denen IgM intravenös verabreicht wurde und die keine Immunglobuline oral erhielten, an *E. coli* bedingtem Durchfall. Auch WOODS et al. (1975), SAIF und SMITH (1985) sowie TSUNEMITSU et al. (1989) berichteten von der lokalen protektiven Wirkung der kolostralen Antikörper im Darmlumen, jedoch sollten diese während der Zeit der Gefährdung, in der Regel bis zur zweiten oder dritten Lebenswoche, kontinuierlich oral aufgenommen werden. Bei kontinuierlicher Verfütterung von Kolostrum kann ein Schutz vor rotavirusbedingtem Durchfall erzielt werden, auch wenn keine Immunglobuline im Darm mehr absorbiert werden können (TSUNEMITSU et al., 1989). Das in diesem Versuch verwendete Kolostrum stammte von Kühen, die mit einer inaktivierten Rotavirus-Vakzine geimpft worden waren. Durch eine derartige parenterale Muttertierimpfung lässt sich eine Steigerung und Verlängerung der Ausscheidung spezifischer Antikörper, vor allem IgG, mit dem Kolostrum bewirken. Vorausgesetzt, die Kälber nehmen frühzeitig nach der Geburt genug Kolostrum auf und

absorbieren die darin enthaltenen Immunglobuline, erzielt man damit sowohl eine rasch einsetzende systemische Immunität gegenüber Allgemeinerkrankheiten als auch einen lokalen Schutz im Intestinaltrakt (BACHMANN et al., 1982). In der Buiatrik haben sich heute vor allem Kombinationsvakzinen mit attenuiertem Rota- und Corona-Lebendvirus und K99-Antigen von *E.coli* durchgesetzt. Diese aktive Mutterschutzvakzine bewirkt in den meisten Fällen einen Boostereffekt, da viele Kühe bereits Antikörper gegen diese ubiquitär vorkommenden enteropathogenen Erreger besitzen. ESCHRIG et al. (2004) konnten eine vergleichbare Wirkung einer zur einmaligen Impfung zugelassenen Muttertierimpfung und einer zur zweimaligen Impfung vorgesehenen Vakzine feststellen. In verschiedenen Feldstudien zeigten Muttertierimpfungen ihre Wirksamkeit in der Prophylaxe von Durchfallerkrankungen (FREITAG et al., 1984; BACHMANN et al., 1985; SAIF und SMITH, 1985). Dagegen berichteten HARP et al. (1989), dass spezifische Antikörper im Kolostrum gegen Kryptosporidien keinen protektiven Effekt bei *Cryptosporidium parvum*-Infektionen besaßen.

Verschiedene Studien veranschaulichten eine unerwartet lang anhaltende protektive Wirkung der Kolostrumversorgung (DONOVAN et al., 1998b). Mehr als ein Drittel der Kälber, die kein Kolostrum erhalten hatten, verendeten in den ersten sechs Lebensmonaten, hingegen nur etwa 7 % der optimal versorgten Kälber. Berücksichtigt man die geringe Halbwertszeit der Immunglobuline (2-25 Tage, je nach Isotyp), so stellt sich die Frage nach möglichen Ursachen für die lange Dauer der protektiven Wirkung maternaler Antikörper. Man vermutet, dass die so genannte „Idiotypvaksinierung“ dafür verantwortlich ist. Maternale Antikörper induzieren eine adaptive Immunantwort des Neugeborenen gegen diese, wodurch anti-idiotypische Antikörper entstehen. Gegen diese erfolgt eine erneute adaptive Immunantwort und es entstehen Antikörper, die gegen dieselben Epitope wie die ursprünglichen maternalen Immunglobuline gerichtet sind (Magliani et al., 1998; KASKE et al., 2003).

Neuere Studien zeigen, dass Kolostrum auch zahlreiche weitere immunmodulierende Faktoren enthält, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von ebenso großer Bedeutung wie die Immunglobuline sind. So werden im Dünndarm des Kalbes vitale Immunzellen aus dem Kolostrum durch interzelluläre Migration resorbiert und vermitteln möglicherweise einen temporären passiven Schutz und bilden eine Quelle regulativer Cytokine. Auch das lösliche CD14-Molekül, im Kolostrum in hoher Konzentration vorhanden, beeinflusst lokale, angeborene und adaptive Immunantworten. Es stimuliert B-Zellen in Antigen-unabhängiger Weise zur Proliferation und Ausdifferenzierung in IgM- und/oder IgG-produzierende Plasmazellen (KASKE et al., 2003).

2.2 Kolostrum

2.2.1 Kolostrumbildung

Als Kolostralmilch bezeichnet man die in den ersten fünf Tagen nach dem Partus abgegebene Milch (GÜRTLER und SCHWEIGERT, 2000), die sich in vielen Eigenschaften von der reifen Milch unterscheidet. Bei der Kuh kommt es in der Hochträchtigkeit zunächst zur Ansammlung geringer Sekretmengen im Hohlraumssystem der Milchdrüse. Etwa vier Wochen vor der Kalbung werden die Immunglobuline IgG₁, IgA und IgM aus dem Blutplasma unter hormonellem Einfluss an Rezeptoren an der basolateralen Membran der Drüsenzellen gebunden, durch Endozytose aufgenommen und nach einer Verpackung in Vesikeln an die apikale Membran transportiert, von wo aus sie mittels Exocytose in das Sekret gelangen. Dieser Prozess erreicht drei bis zwei Wochen vor der Abkalbung seinen Höhepunkt. Die lokale Antikörperbildung in der Milchdrüse scheint von untergeordneter Bedeutung zu sein, da 80 % der Immunglobuline aus dem Blutserum stammen. IgG₁ entstammt ausschließlich dem Blutserum. IgG₂, IgA und IgM werden in geringen Mengen auch in der Milchdrüse produziert (BACHMANN et al., 1982). Etwa eine Woche vor der Kalbung wird das so entstandene eiweiß- und immunglobulinreiche Sekret durch die einsetzende Synthese von Lactose mit Wasser verdünnt und bildet das Erstkolostrum, das nach der Kalbung abgegeben wird. Zunehmend gleicht sich die Zusammensetzung des Kolostrums jener der reifen Milch an. Die Konzentration an Immunglobulinen nimmt bereits nach dem ersten Gemelk stark ab.

2.2.2 Kolostruminhaltsstoffe

Kolostrum unterscheidet sich von der reifen Milch durch einen höheren Gehalt an Trockenmasse, Gesamtprotein, Casein, Milchserumproteinen und Mineralstoffen, wobei der Gehalt an Lactose deutlich geringer ist. Vor allem das Erstkolostrum ist reich an Immunglobulinen, auf die mehr als die Hälfte der Milchserumproteine entfallen. Es enthält hohe Konzentrationen an den fettlöslichen Vitaminen A und E sowie an β -Carotin, welches neben Hämoglobin für die gelbe bzw. bräunliche Verfärbung verantwortlich ist (GÜRTLER

und SCHWEIGERT, 2000). Des Weiteren findet man essentielle und nicht essentielle Aminosäuren, Fettsäuren, Peptidhormone, Wachstumshormone, Zytokine, Steroidhormone, Thyroxine, Nucleotide, Polyamine und Enzyme (BLUM und HAMMON, 1999).

Von besonderem Interesse in Bezug auf die Kälbergesundheit sind die hohen Konzentrationen an Immunglobulinen von üblicherweise 50 bis 150 g/l (LONA und ROMERO, 2001). Im Rinderkolostrum finden sich die fünf Immunglobulinklassen IgG₁, IgG₂, IgM, IgA und IgE (LAMBRECHT et al., 1982). Das mengenmäßig dominierende Immunglobulin IgG₁ ist das Immunglobulin, welches im Darmtrakt des Kalbes in der größten Menge absorbiert wird (PRITCHETT et al., 1991). IgG₁ übernimmt die führende Rolle bei der Infektionsabwehr und vermittelt auch eine passive, lokale Immunität im Darmtrakt. Bei allen anderen Säugerspezies sorgt IgA für diese Protektion im Intestinaltrakt. Dagegen vermag IgA Kälber nur in geringem Ausmaß vor lokal im Intestinaltrakt ablaufenden *E. coli*-Infektionen zu schützen (LOGAN et al., 1974a; BACHMANN et al., 1982).

Die Immunglobulinkonzentrationen im Kolostrum unterliegen großen Schwankungen und werden von vielen Faktoren beeinflusst. Beispielsweise berichteten einige Autoren von Schwankungen von nahezu 0 bis 120 g/l IgG im Kolostrum (LONA und ROMERO, 2001). Das Volumen des produzierten Erstkolostrums, die Anzahl der Laktationen, die Rinderrasse, Muttertierimpfungen, die Länge der Trockenstehphase sowie weitere Faktoren führen zu Variationen in der Immunglobulinkonzentration. Die Differenzen an IgG im Kolostrum können, bei Aufnahme eines bestimmten Volumens, den Unterschied zwischen ausreichender oder mangelhafter IgG-Versorgung des Kalbes ausmachen.

PRITCHETT et al. (1991) stellten fest, dass Kolostrumproben, gewonnen von Kühen, die weniger als 8,5 kg Erstkolostrum produzierten, einen signifikant höheren IgG₁-Gehalt aufwiesen. Vor allem Kolostren von Holsteinkühen, die meist große Volumina an Biestmilch produzierten, besaßen geringere IgG₁-Konzentrationen. Eine Steigerung der Laktogenese führte zu einem Verdünnungseffekt und somit zu geringeren kolostralen Immunglobulinkonzentrationen.

Ältere Kühe produzieren oft qualitativ hochwertigeres Kolostrum als jüngere Kühe. Es existieren Empfehlungen, Kälbern, wenn möglich, Kolostrum von Kühen mit drei oder mehr Laktationen anzubieten, da diese Kolostren signifikant höhere Immunglobulinkonzentrationen besitzen als Kolostren von Kalbinnen oder Kühen in der zweiten Laktation (WEAVER et al., 2000). Die Ergebnisse von MULLER und ELLINGER (1981) sowie SCHMIDT (1986) bestätigten die geringen Konzentrationen der einzelnen Immunglobulinfraktionen bei erstkalbenden Kühen.

Weitere Untersuchungen zeigten, dass rassespezifische Unterschiede in der kolostralen Immunglobulinkonzentration bestanden. Während Jersey- und Ayrshirekühe hochwertiges Kolostrum in Bezug auf Immunglobuline produzierten, zeigten Holsteinkühe Kolostrum mit signifikant niedrigeren Immunglobulinkonzentrationen (MULLER und ELLINGER, 1981; WEAVER et al., 2000). Jedoch konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Holstein- und Schweizer Braunviehkühen festgestellt werden.

LONA und ROMERO (2001) konnten bei Kühen mit Retentio secundinarum einen um 50 % geringeren Immunglobulinspiegel im Kolostrum nachweisen, im Vergleich zu Kühen, die kein Nachgeburtverhalten zeigten. Die Autoren vermuteten, dass negative Einflüsse von Kortikostereoiden für die Beobachtungen verantwortlich waren.

Von saisonalen Unterschieden in der Ig-Konzentration sprach SCHMIDT (1986). Kühe, die im Februar oder März abkalbten, zeigten niedrigere Ig-Titer im Kolostrum als solche mit Abkalbungen im Dezember oder Januar. Eine Beobachtung, die PRITCHETT et al. (1991) jedoch nicht bestätigen konnten. Die Autoren sahen keine signifikanten Einflüsse der Abkalbung zu bestimmten saisonalen Zeiten auf die kolostrale IgG₁-Konzentration.

Bezüglich der Länge der Trockenstehperiode existieren verschiedene Meinungen. Eine zu kurze Trockenstehperiode beeinflusst die Immunglobulinkonzentration im Kolostrum negativ. Bei Kühen mit langer Trockenstehzeit scheint jedoch das Volumen an Erstkolostrum zuzunehmen, wodurch der eintretende Verdünnungseffekt zu geringen Immunglobulinkonzentration führen kann (PRITCHETT et al., 1991).

2.3 Passiver Transfer von Immunglobulinen

Der passive Transfer von Immunglobulinen von der Mutterkuh auf das Kalb und somit die Immunglobulinkonzentration im Serum des Kalbes wird von vielen Faktoren beeinflusst. Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke, das Volumen an Kolostrum, die Tränketeknik, der Geburtsverlauf und weitere Faktoren besitzen Effekte auf den passiven Transfer und damit die Immunglobulinkonzentration im Serum.

2.3.1 Serumimmunglobulinkonzentration

Aufgrund der plazentären Verhältnisse besitzen Kälber nach der Geburt sehr niedrige präkolostrale Immunglobulinkonzentrationen im Plasma und sind daher auf kolostrale Antikörper angewiesen. Die Immunglobulinwerte bei neugeborenen nüchternen Kälbern verdeutlichen jedoch, dass ante natum bereits eine geringe Eigensynthese von Antikörpern stattfindet.

Periphere Blut-Lymphozyten können ab dem 45. Tag post conceptionem im Embryo nachgewiesen werden und Antikörper tragende IgM^+ B-Zellen findet man ab dem 59. Tag post conceptionem sowie IgG^+ B-Zellen ab dem 135. Tag post conceptionem. Der früheste Nachweis erster Serumimmunglobuline hängt von der Sensitivität der Untersuchungsmethoden ab. OSBURNE et al. (1974) berichteten von geringen Mengen an IgM und IgG frühestens ab dem 130. Tag post conceptionem, jedoch verweilten die Konzentrationen bis zur Geburt auf niedrigem Niveau. Präkolostrale Werte von 0,15 g/l IgG_1 und 0,06 g/l IgG_2 wurden ermittelt (ERHARD et al., 1999). Nach der ersten Kolostrumaufnahme war die IgG Konzentration am Tag 1 post natum am höchsten und lag im Mittel bei 9,3 g/l Serum (ERHARD et al., 1997). Bezüglich dieses Aspektes können in der Literatur jedoch unterschiedliche Angaben gefunden werden. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Serum-IgG-Konzentrationen (g/l) nach verschiedenen Autoren in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Blutprobenentnahme, der Nachweismethode und der Kolostrumtränketeknik.

Die IgG-Konzentration nahm im Anschluss an Tag 1 post natum durch katabole Prozesse kontinuierlich ab und erreichte am Tag 12 post natum einen signifikant niedrigeren Wert von 4,9 g/l (ERHARD et al., 1997). Dabei ist im Allgemeinen bei Kälbern mit hohen postkolostralen Immunglobulinkonzentrationen eine stärkere Abnahme zu verzeichnen, da die

endogene Produktion von Immunglobulinen durch hohe Gehalte an maternalen Antikörpern gebremst wird (BURTON et al., 1989).

Anschließend war wiederum ein Anstieg bis zum 77. Tag post natum durch endogene Produktion zu verzeichnen. Etwa zwölf Wochen nach der Geburt des Kalbes erreichten die Immunglobulinkonzentrationen im Blut ähnlich hohe Werte wie bei erwachsenen Rindern (LOGAN et al., 1973).

ERHARD et al. (1999) gehen davon aus, dass die endogene Produktion von IgG in der ersten bis zweiten Lebenswoche beginnt. DEVERY et al. (1979) berichten von einer geringen Eigensynthese an IgG₁ von 1g pro Tag bereits 36 Stunden nach der Geburt. Kälber mit hohen postkolostralen Immunglobulinkonzentrationen produzieren laut LOGAN et al. (1974b) aber erst ab der vierten Lebenswoche eigene Immunglobuline. Die Rate der endogenen Produktion ist anfangs zwar gering, unterstützt jedoch durch kumulative Effekte die kolostral vermittelte Immunität in den ersten drei Lebenswochen (DEVERY et al., 1979).

Tabelle 1: Serum-IgG-Konzentration (g/l) nach verschiedenen Autoren
sRID: einfache radiale Immundiffusion
ELISA: Enzym-linked immunosorbent assay

Quelle	Gehalt in g/l	Alter	Methode	Tränketchnik
LOGAN et al. (1974)	IgG 38,1	24 h	sRID	Mutterkuhhaltung
MOLLA (1978)	IgG 21,72	24 h	sRID	gedrencht
ZAREMBA et al. (1984)	IgG ₁ 10,17	24 h	sRID	gedrencht
	IgG ₁ 12,93	24 h	sRID	Saugflasche
BRADLEY und NILO (1985)	IgG 28,77-51,11	48 h	sRID	gedrencht
	IgG 28,24-56,30	48 h	sRID	nicht gedrencht
BURTON et al. (1989)	IgG 18,01	24-36 h	sRID	Saugflasche
BESSER et al. (1991)	IgG ₁ 19,8	48 h	sRID	gedrencht
	IgG ₁ 21,2	48 h	sRID	Saugflasche
	IgG ₁ 10,7	48 h	sRID	Mutterkuhhaltung
ERHARD et al. (1999)	IgG ₁ 9,3	24-48 h	ELISA	
	IgG ₂ 0,8			
HEYN (2002)	IgG 17,3-26,4	24-48 h	ELISA	gedrencht
	IgG 23,8	24-48 h	ELISA	Mutterkuhhaltung
	IgG 12,8	24-48 h	ELISA	Saugeimer
JASTER (2005)	IgG ₁ 9,95-45,66	48 h	sRID	Flasche/gedrencht

2.3.2 Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke

Die Enterozyten des neugeborenen Kalbes besitzen die Eigenschaft, Makromoleküle, darunter Immunglobuline aus dem Kolostrum, innerhalb der ersten 24 bis 36 Lebensstunden zu absorbieren (STOTT et al., 1979a). Die Absorption intakter Immunglobuline ist möglich, da zum einen Pepsinogen und Salzsäure im Magen erst nach der Geburt zunehmend sezerniert werden und zum anderen Immunglobuline eine Resistenz gegenüber Trypsin aufweisen (GÜRTLER und SCHWEIGERT, 2000). Weiterhin schützen Trypsininhibitoren im Kolostrum die Immunglobuline vor einem proteolytischen Abbau. Der Absorptionsmechanismus wird gegenwärtig genauer erforscht. Neben unspezifischen Mechanismen, bei denen Immunglobuline mittels Pinozytose in Vesikel verpackt werden, transzellulär zur basolateralen Membran gelangen und durch Exocytose in die Lymphkapillaren abgegeben werden (SCHARRER und WOLFFRAM, 2000; WEAVER et al., 2000) könnten auch spezifische Rezeptoren für den Transport verantwortlich sein. Zumindest bei neugeborenen Nagetieren existieren FcRn-Rezeptoren in den Epithelzellen des Darmes, welche IgG spezifisch binden und somit den Transport aus dem Darmlumen zum Kreislaufsystem sicherstellen (KACSKOVICS, 2004). Bei neugeborenen Kälbern wurden noch keine derartigen spezifischen Transportmechanismen beschrieben, jedoch scheint, mit Blick auf die Funktion der FcRn-Rezeptoren bei anderen Species, der FcRn-Rezeptor eine kritische Rolle im Geschehen des passiven Transfers von Immunglobulinen zu spielen. Besitzen Mutterkühe oder Kälber spezielle Haplotypen, die für die Struktur des Rezeptors kodieren, existieren negative Effekte auf die IgG-Konzentration im Serum des Kalbes. LAEGREID et al. (2002) und CLAWSON et al. (2004) untersuchten die Zusammenhänge zwischen den beiden Genen des neonatalen Fc-Rezeptors (FCGRT und $\beta 2M$) und dem Auftreten eines „failure of passive transfer“. Sie stellten fest, dass Tiere, die an ihrem 10. Chromosom das Genotyp $\beta 2M$ 2,2 besaßen bis zu zehnmal häufiger einen fpt aufwiesen wie Tiere mit anderen $\beta 2M$ Genotypen. KACSKOVICS (2004) vermutete jedoch, dass FcRn-Rezeptoren bei Wiederkäuern eher eine Sekretion von IgG an Mukosaschichten vermitteln, als dass sie für die Absorption von IgG verantwortlich sind.

Die Weiterentwicklung der Enterozyten und des Verdauungsapparates bewirkt eine zeitliche Begrenzung der Immunglobulinabsorption aus dem Darmlumen. Etwa 24 Stunden nach der Geburt verlieren die Enterozyten die Fähigkeit, Immunglobuline intakt zu absorbieren (STOTT et al., 1979a). Der kontinuierliche Rückgang der Absorptionsfähigkeit lässt sich sowohl mit einer Weiterdifferenzierung der Enterozyten erklären als auch mit dem

vermehrten Auftreten von Verdauungsenzymen etwa zwölf Stunden post natum, welche die Immunglobuline schädigen. Des Weiteren reduziert die zunehmende Kolonisierung des Darmlumens mit Bakterien die Absorption von Immunglobulinen (QUIGLEY und DREWRY, 1998). Je eher Kolostrum nach der Geburt getränkt wird, desto früher kommt es zum Einstellen der Absorption. Die Absorptionsperiode verkürzt sich dadurch um zwei bis drei Stunden. Eine Verzögerung der Kolostrumtränke bewirkt eine länger anhaltende Absorption von Immunglobulinen bis zu 36 Stunden post natum (STOTT et al., 1979a). Aufgrund der zeitlich begrenzten Absorptionsfähigkeit für Immunglobuline ist es wichtig, dem Kalb frühzeitig Kolostrum anzubieten. In den ersten vier Stunden post natum ist der Immunglobulintransfer durch das Darmepithel maximal. Bereits zwölf Stunden post natum nimmt dieser Transfer stark ab (BUSH und STALEY; 1980). Kälber, die zu einem früheren Zeitpunkt mit Kolostrum getränkt werden, besitzen signifikant höhere Serumimmunglobulinspiegel als Kälber, die später Kolostrum erhalten, wenn Kolostrum gleicher Qualität und gleichen Volumens getränkt wird (MATTE et al., 1982). RAJALA und CASTRÉN (1995) berichteten, dass jede Verzögerung der ersten Kolostrumaufnahme um eine halbe Stunde zu einer Verminderung der Immunglobulinkonzentration im Serum von ca. 2 g/l führte. In einer Studie von TODD und WHYTE (1995) wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede in der Serumimmunglobulinkonzentration festgestellt, wenn Kolostrum zwischen zwei und acht Stunden nach der Geburt getränkt wurde.

2.3.3 Kolostrumvolumen

Die Immunglobulinkonzentration im Serum des Kalbes ist abhängig von der Immunglobulinmenge im verabreichten Kolostrum. Je mehr Immunglobuline im Kolostrum enthalten sind, umso höher ist die Konzentration im Serum. Es existiert jedoch eine Kapazitätsschranke in Bezug auf die angebotene Kolostrum-IgG-Menge (STOTT et al., 1979b). Überschüssige Immunglobuline, die nach dem Erreichen der Kapazitätsgrenze nicht mehr in das Serum aufgenommen werden können, üben im Verdauungstrakt des Neugeborenen eine lokal schützende Wirkung aus. STOTT et al. (1979c) konnten durch eine Erhöhung des angebotenen Kolostrumvolumens auf bis zu 2 l einen Anstieg der Serumimmunglobulinkonzentration erzielen. Eine optimale Immunglobulinabsorption erreicht man laut dieser Studie durch die Tränke von 2 l Kolostrum. In späteren Veröffentlichungen wurde jedoch von Vorteilen berichtet, dem Kalb Initial größere Mengen an Kolostrum

anzubieten. BESSER et al. (1991) zeigten, dass bei einer Initialen Kolostrumtränke von ca. 3 l das Risiko eines mangelhaften passiven Transfers von Immunglobulinen deutlich geringer war. Aufgrund der natürlichen Schwankungen der Immunglobulinkonzentration im Kolostrum besteht die Gefahr, dass Kälber bei Verabreichung geringer Volumina Kolostrum einen zu niedrigen Immunglobulinspiegel im Blut aufweisen, welcher negative Auswirkungen auf die Kälbergesundheit haben kann. Dieser Zustand wird im englischen Sprachgebrauch „failure of passive transfer“ (fpt) genannt. Zur Vermeidung eines fpt sollten Kälber 100 g IgG₁ aufnehmen. Jedoch enthalten nur 36 % der Kolostrumproben diese benötigte Menge an IgG₁ in zwei Litern. Drei und vier Liter Proben enthalten hingegen mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 bzw. 85 % die ausreichende Menge an Immunglobulinen. BESSER et al. (1991) raten aus diesem Grund dazu, Kälbern 3 - 4 l Kolostrum bei der ersten Tränke zu verabreichen, wenn keine Möglichkeit besteht, den Immunglobulingehalt des Kolostrums zu messen. Da dieses Kolostrumvolumen die Aufnahmefähigkeit des neugeborenen Kalbes überschreiten kann, empfehlen die Autoren die Verabreichung über eine Schlundsonde. Auch MORIN et al. (1997) sahen Vorteile in der Tränke großer Volumina an Kolostrum. Sowohl bei der Tränke eines immunglobulinarmen Kolostrums als auch eines immunglobulinreichen Kolostrums, führte eine Verdopplung des initial angebotenen Kolostrumvolumens von 2 l auf 4 l zu höheren Immunglobulinspiegeln im Blut. Jedoch konnte durch eine dreimalige Tränke von jeweils 2 l Kolostrum in kurzen zeitlichen Intervallen (0 h post natum, 6 h post natum, 12 h post natum) ein ebenso hoher Immunglobulinwert erzielt werden, wenn immunglobulinarmes Kolostrum getränkt wurde. Auch JASTER (2005) untersuchte den Einfluss des aufgenommenen Kolostrumvolumens auf den Serumimmunglobulinspiegel von Jerseykälbern unter Berücksichtigung der Kolostrumqualität. Die Ergebnisse zeigten, dass die einmalige Tränke von 4 l Kolostrum direkt nach der Geburt bei Verwendung von immunglobulinreichem Kolostrum einer zweimaligen Tränke von 2 l (0 h post natum, 12 h post natum) unterlegen war. Bei Verwendung von Kolostrum niedriger Qualität erreichte man jedoch durch die einmalige Tränke von 4 l Kolostrum unmittelbar post natum höhere Serumimmunglobulinwerte. Auch JASTER (2005) benutzte, wie MORIN et al. (1997), eine Schlundsonde, wenn die Aufnahmefähigkeit der Kälber bei der Tränke von 4 l Kolostrum überschritten war.

In den Studien von BESSER et al. (1991) und JASTER (2005) wird übereinstimmend gefordert, bei der Kälbertränke hochwertiges immunglobulinreiches Kolostrum auszuwählen. Im landwirtschaftlichen Betrieb wird diese Selektion von Kolostrum nach dem Immunglobulingehalt jedoch selten durchgeführt. Aus diesem Grund kann man

schlussfolgern, dass man - auf der Grundlage der Ergebnisse von BESSER et al. (1991) - das Risiko eines „failure of passive transfer“ durch das frühzeitige Drenchen von 3 - 4 l Kolostrum reduzieren kann. HOPKINS und QUIGLEY (1997) untersuchten, ob dieses Volumen durch eine einmalige oder zweimalige Tränke verabreicht werden sollte. Sie konnten jedoch keine Unterschiede im Immunglobulinspiegel zwischen einer einmaligen Tränke von 3,8 l (1 Gallone) und einer zweimaligen Tränke von jeweils 1,9 l Kolostrum im Abstand von zehn bis zwölf Stunden feststellen.

2.3.4 Tränkemethode und Serumimmunglobulinkonzentration

◆ Mutterkuhhaltung und Saugeimer/-flaschentränke

Der Einfluss der Tränketechnik auf den Immunglobulinspiegel im Blut wurde von mehreren Autoren untersucht. Es stehen mehrere Arten der Kolostrumdarreichung zur Auswahl. Die natürlichste Methode ist, das Kalb direkt am Muttertier trinken zu lassen. QUIGLEY et al. (1995) zeigten, dass durch diese Tränkemethode höhere Immunglobulinspiegel im Serum des Kalbes erreicht wurden als bei der Tränke über eine Saugflasche. Da das Kolostrumvolumen beim Säugen an der Mutterkuh nicht gemessen wurde, vermuteten die Autoren, dass Kälber bei dieser Tränketechnik größere Volumina an Kolostrum zu sich nahmen, was die höheren Serumimmunglobulinwerte erklärt haben könnte. STOTT et al. (1979d) vermuteten, dass bei verlängertem Kontakt zwischen Mutterkuh und Kalb ein zusätzlicher unbekannter Faktor mit dem frischen Kolostrum auf das Kalb übertragen wird oder ein Botenstoff für eine schnellere Absorption der Immunglobuline durch das Darmepithel verantwortlich ist. Ein weiteres Resultat der Studie von QUIGLEY et al. (1995) sowie von BAR-PELED et al. (1997) und KROHN (2001) war eine signifikant höhere durchschnittliche Körpermassenzunahme im Vergleich zur Saugflaschen- und Eimertränke, wenn Kälber an der Mutterkuh säugten. KROHN et al. (1999) zeigten, dass der soziale Kontakt zwischen Kalb und Mutterkuh einen wichtigen Effekt auf die Körpermassenzunahme des Kalbes besitzt. Kälber, die ihr Kolostrum über einen Saugeimer erhielten, jedoch sofort nach der Geburt von der Mutterkuh getrennt wurden, besaßen eine geringere tägliche Massenzunahme als Kälber, die ebenfalls Kolostrum ausschließlich über einen Saugeimer tranken, jedoch für einige Tage bei der Mutterkuh belassen wurden.

Allerdings existieren auch Veröffentlichungen, in denen das Trinken an der Mutterkuh nicht befürwortet wird. BRIGNOLE und STOTT (1980) berichteten, dass 42,2 % der Versuchskälber, die nach der Geburt einen Tag lang bei der Mutterkuh verweilten, nur geringgradig Immunglobuline absorbierten oder nicht an der Mutter getrunken hatten. In einer Studie von BESSER et al. (1991) zeigten 61,4 % der Kälber, die an der Mutterkuh getrunken hatten, einen mangelhaften passiven Transfer von Immunglobulinen, ein Hinweis auf eine zu geringe Kolostrumaufnahme trotz regelmäßiger unterstützender Maßnahmen. Auch FRANKLIN et al. (2003) berichteten von einem besseren passiven Immunglobulintransfer bei der Saugflaschentränke als beim Verbleib bei der Mutterkuh. In Bezug auf Körpermassenzunahme und Kotkonsistenz der Kälber wurden jedoch keine Unterschiede zwischen den beiden Tränkemethoden festgestellt. FRANKLIN et al. (2003) wiesen darauf hin, dass Kälber in früheren Studien zu geringe Biestmilchmengen über die Saugflasche erhielten, was die geringeren Immunglobulinspiegel in den Vergleichen erklärt haben könnte.

◆ **Zwangstränke „Drenchen“**

Es existieren Studien, die eine Verabreichung von Kolostrum über eine Schlundsonde mit anderen Tränketechniken vergleichen. Die Zwangstränke, das so genannte „Drenchen“ von Kolostrum wird kontrovers diskutiert. Im deutschen Tierschutzgesetz ist laut § 3, Punkt 9 die Zwangsverabreichung von Nahrung ohne klinischen Hintergrund verboten. Auch RADEMACHER (2003) lehnt die Zwangstränke mit Blick auf den Tierschutz und mögliche Gefahren ab. Nur wenn Kälber trotz aller Bemühungen die Kolostralmilchaufnahme in den ersten Lebensstunden verweigern, sollte eine Intervention erfolgen und jeweils 1,5 l Erstkolostrum im Abstand von ca. 2 - 3 Stunden mit der Sonde verabreicht werden, damit der passive Transfer von Immunglobulinen sichergestellt wird. Das routinemäßige Drenchen von Kolostrum wird in den USA häufig angewandt. Verschiedene Autoren sehen Vorteile in der Zwangstränke, da Initial große Volumina Kolostrum getränkt werden können, wodurch das „failure of passive transfer“-Risiko minimiert wird. BESSER et al. (1991) zeigten, dass nur 10,8 % der zwangsgetränkten Kälber zu niedrige Immunglobulinspiegel im Blut hatten, hingegen aber 19,3 % der über eine Saugflasche getränkten Kälber. Ob sich das Drenchen, neben dem positiven Einfluss auf die Serumimmunglobulinkonzentration auch positiv auf die Kälbergesundheit auswirkte, wurde indes nicht untersucht. Auch MOLLA (1978) konnte beim frühzeitigen Drenchen von großen Volumina Kolostrum hohe mittlere Serumimmunglobulinwerte und eine niedrige Krankheitsanfälligkeit bei Kälbern feststellen, jedoch

ohne einen Bezug auf eine Kontrollgruppe anzugeben. Des Weiteren wurden auch in dieser Studie keine genauen Angaben darüber gemacht, ob sich durch das Drenchen die Krankheitsinzidenz der Kälber im Vergleich zu anderen Tränketechniken reduzieren ließ.

Zu einem anderen Ergebnis kam HEYN (2002). Die Autorin verglich die IgG-Konzentrationen im Serum von Kälbern in Mutterkuhhaltung (Mittelwert: 23,7 g/l) mit den IgG-Konzentrationen von schlundsondengefütterten Kälbern aus den USA (22,6 g/l) sowie mit der IgG-Konzentration von eimergetränkten Bioland-Kälbern (12,7 g/l). Die Ergebnisse zeigten keine großen Differenzen zwischen Kälbern in Mutterkuhhaltung und gedrenchten Kälbern. Deshalb liegen eigentlich keine überzeugenden Gründe für die Verwendung der Schlundsonde vor. Laut HEYN (2002) sollte versucht werden, die neugeborenen Kälber in den ersten Lebenstagen beim Muttertier zu belassen, da somit im Vergleich zum bundesdeutschen Durchschnitt von eimergetränkten Kälbern (5 - 6 g IgG/l Serum; gemessen unter Feldbedingungen) höhere Serum-IgG-Konzentrationen erzielt werden können.

ZAREMBA (1983) und ZAREMBA et al. (1984) konnten ebenfalls keinen Vorteil in der Zwangstränke von Kälbern erkennen. Kälber, die Kolostrum über eine Schlundsonde erhielten, hatten niedrigere Serumimmunglobulinspiegel als solche mit freiwilliger Aufnahme von Kolostralmilch über eine Saugflasche. Auch BRADLEY und NILO (1985) sahen keinen Vorteil darin, Kälber direkt nach der Geburt routinemäßig mit 1 l Kolostrum zu drenchen. Im Vergleich zum natürlichen Säugen an der Mutterkuh erzielte man durch die Zwangstränke weder höhere Immunglobulinwerte im Blut noch höhere Körpermassenzunahmen.

Gemeinsam ist den in der Literatur zu findenden Studien, dass bei Vergleich der Tränkemethoden in vielen Fällen einzig die Serum-Ig-Konzentration als Bewertungsgrundlage herangezogen wird. Der Einfluss der Kolostrumtränketechnik auf den Gesundheitszustand der Kälber wird nicht untersucht.

ZAREMBA et al. (1984) erklärten sich die niedrigeren Ig-Spiegel im Serum bei zwangsgetränkten Kälbern mit der Tatsache, dass das per Schlundsonde zugeführte Kolostrum vorerst in den Pansen fließt und nicht wie beim selbstständigen Saufen oder beim Tränken aus der Flasche in den Labmagen. Dadurch erreichten die kolostralen Immunglobuline möglicherweise verzögert den Dünndarm. Da die Absorptionsfähigkeit in den ersten Lebensstunden kontinuierlich abnimmt, entstehen somit geringere Immunglobulinspiegel im Serum. Mit Hilfe von Kontrastmitteln konnte ZAREMBA (1983) und CHAPMAN et al. (1986) den Weg der gedrenchten Flüssigkeit röntgenologisch verfolgen. Die Tatsache, dass zwangsgetränkte Flüssigkeit zuerst das Reticulum erreicht, beweist ein Ausbleiben des Schlundrinnenreflexes. Ab einer gedrenchten Menge von 0,4 l

fließt bei neugeborenen Kälbern die Flüssigkeit passiv in das Abomasum über, ein Vorgang, der im englischen Sprachgebrauch als „overflow“ bezeichnet wird. Milchreste, die sich noch im Hauben-Pansenraum des Kalbes befinden, verlassen diese Vormagenabteilungen durch aktive Transportmechanismen innerhalb von drei Stunden bei gesunden Kälbern (LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983). CHAPMAN et al. (1986) zeigten des weiteren, dass, bedingt durch den „overflow“-Effekt, die gedrenchte Flüssigkeit bereits kurze Zeit nach der Applikation zur enteralen Absorption bereit steht, vorausgesetzt, es werden große Flüssigkeitsvolumina verwendet. Diese Beobachtung kann die vergleichsweise geringen Immunglobulinwerte in den Studien von ZAREMBA (1983), ZAREMBA et al. (1984) und BRADLEY und NILO (1985) erklären, da in diesen Versuchen nur geringe Volumina an Kolostrum zwangsgetränkt wurden. CHAPMAN et al. (1986) empfehlen, mindestens zwei Liter zu drenchen.

Verschiedene Autoren berichteten von schwerwiegenden Erkrankungen bei Kälbern infolge Zwangstränke. DIRKSEN und BAUER (1991) beschrieben eine tödlich verlaufende Pansenazidose beim Milchkalb durch wiederholte Zwangstränke. Nach LATEUR-ROWET und BREUKINK (1983) leert sich der Hauben-Pansenraum nach einer Zwangstränke in der Regel aktiv in kurzer Zeit. Sofern die Tränke aber wiederholt in kurzen Abständen und in großen Volumina in das Reticulorumen fließt und/oder der Ausfluss verzögert ist, entsteht eine Pansenübersäuerung. Die in der Tränke vorhandenen Kohlenhydrate werden bei längerem Aufenthalt im Hauben-Pansenraum bakteriell zu kurzkettigen Fettsäuren und/oder Milchsäure vergoren. Das pH des Pansens sinkt und metabolische Azidose, Ruminitis und (im chronischen Zustand) Dyskeratose der Hauben- und Pansenschleimhaut können die Folgen sein. RADEMACHER et al. (1995) sehen eine Gefahr darin, dass Calf drencher, wenn sie einmal angeschafft sind, zur Rehydratation bei Kälberdurchfall oder bei primärer oder sekundärer Trinkschwäche übereilt und zu häufig von Landwirten eingesetzt werden. Dadurch können die Kälber zusätzlich an einer Pansenazidose erkranken (so genanntes erzwungenes Pansentrinken). In vielen Fällen besitzen die Kälber einen kräftigen Saugreflex, so dass eine Zwangstränke nicht nötig ist.

RADEMACHER et al. (1995) beschrieben sechs Fälle von Pansenfremdkörpern bei Kälbern, verursacht durch abgebrochene Calf drencher. Die Autoren gingen davon aus, dass es durch heftige Gegenwehr der Kälber bei der Zwangstränke und durch zu häufigen Gebrauch zum Bruch des Stabes gekommen war. Zwar wurde das Allgemeinbefinden durch den Fremdkörper nicht unmittelbar beeinträchtigt, doch könnte es mit zunehmendem Alter der

Tiere und zunehmender Pansenmotorik zu Irritationen der Pansenwand kommen. Durch eine Operation konnten die Fremdkörper entfernt und die meisten Kälber geheilt werden.

Die Aspirationspneumonie stellt eine weitere Komplikation bei der Zwangstränke dar, jedoch existieren nur wenige Veröffentlichungen. ZAREMBA (1983) rät dazu, großlumige Sonden mit einem äußeren Durchmesser von etwa 1,7 cm bei der Zwangstränke zu verwenden, um ein Einführen in die Trachea zu vermeiden. CHAPMAN et al. (1986) empfehlen bei der Zwangstränke von mehr als zwei Litern eine Verabreichung in zweistündigen Intervallen zur Verhinderung einer Aspirationspneumonie. Von 31 Kälbern, die kurz nach der Geburt mit einem Liter Kolostrum zwangsgetränkt wurden, starb in einem Versuch von BRADLEY und NILO (1985) ein Kalb an einer Aspirationspneumonie.

2.3.5 Geburtsverlauf und Serumimmunglobulinkonzentration

RIEDL et al. (2004) untersuchten die Zusammenhänge zwischen Geburtsverlauf, Cortisolspiegel und Immunglobulin-G-Absorption beim neugeborenen Kalb. Die Ergebnisse zeigten, dass sich Zughilfe und Kaiserschnitt vitalitätsmindernd auf das neugeborene Kalb auswirkten. Die höchsten Konzentrationen an IgG waren dennoch zu allen Untersuchungszeitpunkten bei den durch Kaiserschnitt geborenen Kälbern nachweisbar. Zwischen spontan und mit Zughilfe geborenen Kälbern konnten 24 Stunden nach der Geburt keine signifikanten Unterschiede im IgG-Spiegel festgestellt werden. Unabhängig vom Geburtsverlauf fiel den Autoren auf, dass lebensfrische Kälber höhere IgG-Konzentrationen aufwiesen als Tiere mit reduzierter Vitalität.

Dies kann auf unterschiedliche Absorptionsraten, die wiederum durch noch unbekannte Faktoren beeinflusst werden, zurückzuführen sein, da alle Kälber dasselbe Volumen eines gepoolten Kolostrums aufnahmen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass bei Kälbern mit reduzierter Vitalität der IgG-Verbrauch durch eine vorhandene Infektion erhöht ist, wodurch die Serum-IgG-Konzentration erniedrigt wird.

2.4 Serumimmunglobuline und Kälbergesundheit

Nach Ansicht vieler Autoren schützt der passive Transfer von Immunglobulinen das neugeborene Kalb vor Infektionskrankheiten. Amerikanische Studien zeigen jedoch, dass viele Kälber zu geringe IgG-Konzentrationen im Serum besitzen und der passive Transfer von Immunglobulinen somit unzureichend ist (LOGAN et al., 1974; MCGUIRE et al., 1976; STOTT et al., 1979a; ROBISON et al., 1988; BESSER et al., 1991; QYIGLEY und DREWRY, 1998).

Eine Studie von ERHARD et al. (2000), die im süddeutschen Raum durchgeführt wurde kam sogar zu dem Ergebnis, dass bei 80 % der Kälber mit einer Unterversorgung an IgG gerechnet werden muss (< 8 g IgG/l Serum). Dem widersprechend konnte MCMORRAN (2006) in einer bundesweiten Untersuchung bei 18,4 % der Kälber einen „failure of passive transfer“ (0-4,9 g IgG/l Serum) und bei 20,4 % einen „partial failure of passive transfer“ (5-9,9 g IgG/l Serum) feststellen. Fpt ist keine Krankheit, sondern ein Zustand geringer Immunglobulin- oder Proteinkonzentration im Blut. Gegenwärtig wird die Unterschreitung von 10 g IgG /l Blut zwischen dem ersten und zweiten Lebenstag als fpt gewertet (BESSER und GAY, 1994). Tabelle 2 zeigt die in der Literatur angegebenen Grenzwerte und Häufigkeiten eines fpt bei Kälbern in Abhängigkeit von der Kolostrumtränketeknik.

*Tabelle 2: Häufigkeit (%) eines fpt und IgG-Grenzwerte (g/l) im Serum nach verschiedenen Autoren.
k.A.: keine Angabe*

Quelle	Häufigkeit fpt	Grenzwert	Tränkemethode
LOGAN et al. (1974)	23,3 %	k.A.	Mutterkuhhaltung
MCGUIRE et al. (1976)	35 %	>1 SD unter Mittelwert	k.A.
STOTT et al. (1979a)	10-30 %	k.A.	k.A.
ROBISON et al. (1988)	28 %	<12 g/l	Mutterkuhhaltung
BESSER et al. (1991)	10,8 %	<10 g/l	gedrencht
	19,3 %	<10 g/l	Saugflasche
	61,4 %	<10 g/l	Mutterkuhhaltung
QUIGLEY und DREWRY (1998)	>40 %	<10 g/l	k.A.
	>25 %	<6,2 g/l	k.A.
HEYN (2002)	0 % (n = 38)	< 8 g/l	gedrencht
	11,5 % (n = 26)	< 8 g/l	gedrencht
	7,5 % (n = 40)	< 8 g/l	Mutterkuhhaltung
	38 % (n = 29)	< 8 g/l	Saugeimer

Die Konsequenzen aus einem „failure of passive transfer“ sind vielfältig. Es existieren unter anderem Einflüsse auf die Mortalitätsrate, die Krankheitsinzidenz sowie auf die Körpermassenzunahme von Kälbern.

2.4.1 Mortalität

Schon MCGUIRE et al. (1976) zeigten, dass 50 % der während einer Studie gestorbenen Kälber Serumimmunglobulinwerte besaßen, die deutlich unterhalb des Normalwertes lagen. Auch QUIGLEY und DREWRY (1998) berichteten, jedoch aus einem anderen Blickwinkel, von einer mehr als doppelt so hohen Mortalität bei Kälbern mit einer Serum-IgG-Konzentration < 10 g/l im Vergleich zu Kälbern mit höheren IgG-Konzentrationen. Ähnliche Ergebnisse erhielten ROBISON et al. (1988), auch wenn in diesem Versuch andere Grenzwerte verwendet wurden. Die Mortalität während der ersten 180 Tage post natum betrug 6,78 % bei Kälbern mit einer Serumimmunglobulinkonzentration < 12 g/l verglichen mit einer Mortalität von 3,33 % bei Kälbern mit > 12 g/l. Die Mortalität während der ersten 35 Lebenstage war in dieser Studie jedoch sehr gering.

TYLER et al. (1999) untersuchten den Einfluss der Serumproteinkonzentration bei Kälbern auf die Mortalität innerhalb der ersten 16 Lebenswochen. Da die Serumproteinkonzentration eng mit der Serumimmunglobulinkonzentration korreliert, konnte diese ebenso für die Vorhersage der Mortalität verwendet werden. Durch einen Vergleich der gemessenen Mortalität mit der Basismortalität konnten von TYLER et al. (1999) 39 % der beobachteten Todesfälle auf einen unzureichenden passiven Transfer zurückgeführt werden. Die Ergebnisse einer zuvor durchgeführten Studie zeigten auch, dass bei Kälbern mit einem unzureichenden passiven Transfer an IgG eine erhöhte Mortalität bis in die juvenile Phase hinein bestand.

Des Weiteren stellten die Autoren fest, dass beim Überschreiten einer Serumproteinkonzentration von 55 g/l mit keiner weiteren Abnahme der Mortalität zu rechnen war (TYLER et al., 1998). Dies verdeutlicht, dass eine Basismortalität persistiert, auch wenn der passive Transfer von Immunglobulinen noch weiter verbessert wird. Vergleichbare Ergebnisse präsentierten DONOVAN et al. (1998b). Bei einer Zunahme der Serumproteinkonzentration von 40 g/l auf 50 g/l nahm die Mortalität drastisch ab. Ab einer Serumproteinkonzentration von 60 g/l konnte jedoch keine Reduktion der Mortalität mehr festgestellt werden.

2.4.2 Krankheitsinzidenz

Die Neugeborenenendiarrhoe gilt weltweit als die häufigste und verlustreichste Erkrankung junger Kälber und zwar sowohl in Milchvieh- als auch in Mastrinderherden. Mortalitätsraten bedingt durch Kälberdurchfall zwischen 1,5 % und 10 %, bezogen auf Landesebene, wurden beschrieben (DOLL, 2002). In einer eigenen Erhebung im Allgäu konnten DOLL et al. (1995) feststellen, dass im Mittel 34 % der Kälber an Durchfall erkrankten. KATIKARIDIS (2000) und GIRNUS (2004) fanden in Oberbayern Durchfallinzidenzen von 15,4 % sowie 47,8 %. KATIKARIDIS (2000) berechnete den Mittelwert aus den Inzidenzen auf Betriebsebene und GIRNUS (2004) berechnete den Anteil der durchfallerkrankten Kälber an der Gesamtprobandenzahl. Neben der Länge des Versuchszeitraumes und der Häufigkeit der klinischen Untersuchungen ist die Durchfallinzidenz unter anderem von der durchschnittlichen Herdengröße und dem Betriebsmanagement abhängig. Im Allgemeinen ist die Durchfallinzidenz in Herden mit mehr als 50 Kühen größer, da hier, neben dem erhöhten Infektionsdruck, die vielen Abkalbungen in kurzen zeitlichen Abständen verhindern, dass Infektionsketten von selbst wieder abreißen (DOLL et al., 1995). Eine Einzelhaltung sowie eine Unterbringung in Kälberglus wirken sich dagegen positiv auf die Kälbergesundheit in Bezug auf Durchfallerkrankungen aus (RADEMACHER, 2003; SVENSSON et al., 2003; GIRNUS, 2004).

Neben der Haltungsform besitzt auch die Immunglobulinversorgung der Kälber eine zentrale Bedeutung bei der Prophylaxe der Neugeborenenendiarrhoe. Untersuchungsergebnisse von BOYD (1972) zeigten einen signifikanten Zusammenhang zwischen niedrigem Serumimmunglobulinspiegel und hoher Krankheitsfrequenz. Bei Kälbern mit unterdurchschnittlichem Immunglobulinspiegel betrug die Durchfallinzidenz 21,9 %, bei Tieren mit überdurchschnittlicher Serumimmunglobulinkonzentration hingegen betrug die Inzidenz für Kälberdurchfall lediglich 5,3 %. In einer folgenden Studie zeigte BOYD (1974), jedoch aus einem anderen Blickwinkel, dass gesunde Kälber signifikant höhere mittlere Serumimmunglobulinkonzentrationen besaßen als Kälber die an leichter oder schwerer Diarrhoe erkrankt waren. Auch KLINGENBERG (1996) berichtete von einer hohen Durchfallinzidenz (61 %) bei Kälbern mit geringem Immunglobulinspiegel (≤ 5 g/l) im Vergleich zu Kälbern mit hoher (≥ 13 g/l) Immunglobulinkonzentration, von denen nur 29 % an Durchfall erkrankten.

In einer anderen Veröffentlichung wurde die Durchfallinzidenz jedoch nicht vom Immunglobulinspiegel und von der Kolostrumversorgung beeinflusst (GIRNUS, 2004). Auch

TIETZ (1996) konnte keine engen Zusammenhänge zwischen einer niedrigen Serumimmunglobulinkonzentration und einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit feststellen. DONOVAN et al. (1998b) sahen ebenfalls keine Korrelation zwischen dem Serumproteingehalt und dem Auftreten von Neugeborenenendiarrhoe oder von Nabelentzündungen. Allerdings konnten sie einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Serumproteinkonzentration und dem Vorkommen von Septikämien oder von Pneumonien bei Kälbern feststellen. In Bezug auf die Neugeborenenendiarrhoe wurden in den Versuchsbeständen primär Viren, Kryptosporidien und Salmonellen als Durchfallerreger nachgewiesen. Da systemisch absorbierte kolostrale Antikörper nicht effizient gegen diese Pathogene schützen, könnte diese Tatsache das Fehlen eines Zusammenhangs zwischen dem Serumproteingehalt und der Durchfallinzidenz erklären (DONOVAN et al., 1998b).

Dass eine geringe Serumimmunglobulinkonzentration zu einer größeren Inzidenz von Lungenentzündungen führen kann, wurde auch von WILLIAMS et al. (1975) und VIRTALA et al. (1999) beschrieben. Kälber mit geringen IgG-Konzentrationen erkrankten laut VIRTALA et al. (1999) zweimal so häufig an Pneumonien wie Kälber mit höheren Serum-IgG-Konzentrationen. Pneumonien bei Kälbern treten häufig auf und verursachen große wirtschaftliche Verluste. In Nord-Amerika beträgt beispielsweise die Pneumonieinzidenz für Kälber aus Milchviehbeständen bis zu 29 % (VAN DONKERSGOED et al., 1993). Auch die Kälberhaltung in unmittelbarer Nachbarschaft von ausgewachsenen Rindern erhöht das Risiko an Pneumonien zu erkranken. Durch eine Unterbringung in Kälberglus können Kälber besser vor Pneumonien geschützt werden (VIRTALA et al., 1999).

2.4.3 Körpermassenentwicklung

Der Einfluss der Serumimmunglobulinkonzentration auf die Entwicklung der Körpermasse des Kalbes wurde von mehreren Autoren untersucht. ROBISON et al. (1988) berichteten von größeren täglichen Zunahmen bei Kälbern mit hohen Immunglobulinkonzentrationen im Blut. Auch VIRTALA et al. (1996b) stellten in einer Studie fest, dass ein „failure of passive transfer“ (≤ 8 g IgG/l Serum) während des ersten Lebensmonats zu einer Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme um 48 g führte. Zu abweichenden Ergebnissen kamen dagegen DONOVAN et al. (1998a). Sie konnten keinen signifikanten Effekt des passiven Transfers von Immunglobulinen auf die Körpermassenentwicklung erkennen. Jedoch könnte die Serumimmunglobulinkonzentration indirekt die Körpermassenzunahme beeinflusst haben,

da Kälber mit niedrigen Antikörperspiegeln häufiger erkrankten. Vor allem Erkrankungen des Respirationstrakts, Septikämien und Durchfallerkrankungen verlangsamten das Kälberwachstum innerhalb der ersten sechs Lebensmonate. Nabelentzündungen beeinflussten die Körpermasse der Kälber in dieser Studie nicht. Pneumonien führten in einer Studie von VIRTALA et al. (1996b) zu einer Verringerung der Tageszunahme innerhalb des ersten Lebensmonats um 66g.

HINDERER et al. (1999) untersuchten die Auswirkung von Ad-libitum- und rationierter Milchtränkung auf die Körpermassenentwicklung bei jungen Kälbern mit Durchfall. Die normale Tageszunahme eines gesunden Kalbes lag zwischen 0,9 % und 2 % der Körpermasse. HINDERER et al. (1999) fanden bei Durchfallkälbern mit rationierter Milchtränke Tageszunahmen von nur 0,5 %, jedoch bei Kälbern mit Ad-libitum-Milchtränke Zunahmen im physiologischen Bereich von 1,4 % (ca. 0,6 kg/Tag). Diese Studie zeigt, dass in der akuten Phase des Durchfalls das Tränkemanagement einen bedeutenden Einfluss auf die Körpermassenentwicklung besitzt. Auch der Dehydratationsgrad des Kalbes beeinflusst die Körpermassenzunahme. HINDERER et al. (1999) stellten in einem Vorversuch fest, dass die Körpermassenzunahme der Durchfallkälber in den ersten zwei Versuchstagen im wesentlichen auf eine Rehydratationstherapie, diejenige ab Tag drei dagegen vornehmlich auf das aufgenommene Milchvolumen zurückzuführen war.

Die langfristigen Auswirkungen von Durchfall auf die Körpermassenentwicklung scheinen dagegen nach Meinung von VIRTALA et al. (1996b) gering zu sein. Sie sahen keinen signifikanten Effekt von Durchfallerkrankungen auf die Körpermassenzunahme innerhalb des ersten Lebensmonats, berichteten aber auch von der Möglichkeit, dass Durchfallkälber erlittene Gewichtsverluste vollständig innerhalb eines Monats kompensieren können.

In derselben Studie zeigten Nabelentzündungen erst zu einem späten Zeitpunkt deutliche Auswirkungen auf die Tageszunahme. Erst im dritten Lebensmonat führten Nabelentzündungen aufgrund ihrer meist langsamen chronischen Verlaufsform zu einer Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme.

Als weiterer Faktor, der die Körpermassenentwicklung beeinflusst, wurde von VIRTALA et al. (1996b) die Anzahl der Laktationen der Mutterkuh angeführt. Sie stellten fest, dass Kälber von Mutterkühen mit drei oder mehr Laktationen eine höhere tägliche Körpermassenzunahme zeigten als Kälber von erstlaktierenden Kühen. Die Autoren vermuten, dass Kälber, die von erstlaktierenden Kühen abstammen, häufiger zu geringe Serumimmunglobulin-konzentrationen besitzen und aus diesem Grund weniger an Körpermasse zunehmen.

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Material und Methodik

3.1.1 Versuchsanordnung

Die klinischen Untersuchungen und Blutprobenentnahmen wurden bei 279 termingerecht geborenen Kälbern beiderlei Geschlechts im Zeitraum von April 2004 bis Januar 2005 im Einzugsgebiet der Rinderklinik Babenhausen durchgeführt. Hierbei galten keine Restriktionen hinsichtlich der Rassezugehörigkeit der Kälber. Die landwirtschaftlichen Betriebe, welche die Probanden zur Verfügung stellten, meldeten sich nach Teilnahme an einer Informationsveranstaltung zum Thema „Gesündere Kälber durch einmaliges Drenchen von Kolostrum?“ freiwillig für das Versuchsvorhaben. Durch diese Vorgehensweise wurde sichergestellt, dass ein persönliches und betriebswirtschaftliches Interesse der Tierbesitzer an der Versuchsdurchführung gegeben war. Die Kälber wurden über einen zweiwöchigen Zeitraum von der Geburt bis zum 14. Tag post natum bezüglich ihrer Gesundheit vom Doktoranden und Tierbesitzer beobachtet. Da viele männliche Kälber üblicherweise bereits im Alter von 14 Tagen von den Tierbesitzern verkauft werden und deshalb für weitere Untersuchungen nicht mehr zur Verfügung gestanden hätten, musste ein zweiwöchiger Versuchszeitraum gewählt werden. Als sinnvoll wurde die Teilnahme von mindestens 238 Kälbern erachtet. Die Stichprobenplanung wurde mit Hilfe des χ^2 -Vierfelder-Tests durchgeführt. Die angenommene Wahrscheinlichkeit für Kälberdurchfall betrug 60 % (0,60) und die erwünschte minimal relevante Differenz 20 % (0,20). Bei einer 2-seitigen Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 ergab sich ein Stichprobenumfang von 119 Kälbern pro Gruppe.

Die Kälber wurden unmittelbar post natum in eine von zwei Gruppen eingeteilt, die sich bezüglich der Kolostrumtränke unterschieden. Die Gruppeneinteilung der neugeborenen Kälber erfolgte in alternierender Reihenfolge durch den jeweiligen Landwirt.

Versuchsgruppe: Kälber, die ihre erste Kolostrumtränke über einen Calf drencher erhielten. Diese Kälber wurden einmalig mit 3 l Kolostrum gedrencht. Die erste Kolostrumtränke sollte möglichst bald nach der Geburt des Kalbes erfolgen. Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum wurde dem Landwirt nicht streng vorgegeben. Als Calf drencher wurde die handelsübliche GEWA Milkbottle[®] mit drei Liter Fassungsvermögen verwendet. Die Calf drencher bestehen aus einem 50 cm langen Kunststoffstab mit einer endständigen Gewebeschutzvorrichtung zum Einführen in den Oesophagus, kombiniert mit einem Kunststoffschlauch als Verbindungsstück zum Milchbehälter. Die Zwangstränke der Kälber wurde nach einer Einweisung durch den Tierarzt vom Landwirt und einer Hilfsperson selbstständig durchgeführt. Die folgenden Kolostrummahlzeiten wurden auf betriebsübliche Art mittels eines Saugeimers verabreicht.

Kontrollgruppe: Kälber, die auf betriebsübliche Art über einen Saugeimer die erste Kolostrumtränke post natum erhielten und auch die folgenden Mahlzeiten mittels eines Saugeimers getränkt wurden. Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke und das Volumen des getränkten Kolostrums wurde vom Landwirt selbst gewählt.

Am zweiten Tag post natum wurde den Kälbern Blut aus der V. jugularis zur Ermittlung des klinisch-chemischen Parameters IgG entnommen. Im Anschluss an die Blutentnahme wurde eine klinische Beurteilung der Kälber vorgenommen sowie die Körpermasse der Kälber bestimmt. Am 14. Tag post natum erfolgte eine klinische Abschlussuntersuchung und eine abschließende Körpermassenbestimmung. Bei Kälbern, die innerhalb des vierzehntägigen Versuchszeitraums erkrankten und deren Besitzer den Tierarzt informierten, erfolgten weitere klinische Beurteilungen und therapeutische Maßnahmen.

3.1.2 Probanden

Kälber, die den folgenden Einschlusskriterien genügten, wurden als Probanden aufgenommen:

- Klinisch „reife“ Kälber, dabei beschränkte sich die Beurteilung klinisch „reif“ auf die Reifezeichen für neugeborene Kälber (Körper- und Nabelbehaarung, Durchbruch und Stellung der Incisivi im Zahnbogen).
- Kälber, bei denen sichtbare und die Vitalität beeinflussende Missbildungen vorlagen wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.
- Neugeborene Kälber, die bezüglich des Vitalitätsgrades vom Landwirt als „lebensschwach“ eingeschätzt wurden, wurden nicht in die Untersuchung aufgenommen. Dabei bezog sich die Einstufung „lebensschwach“ auf vom Landwirt festgestellte arrhythmische Atmung sowie schwache oder fehlende Kopfreaktion auf Kaltwasserguß.
- Kälber, die in die Versuchsgruppe eingeteilt wurden, deren Mutterkuh jedoch weniger als 3 l Kolostrum produzierte und die aus diesem Grund auf betriebsübliche Art über einen Saugeimer oder eine Saugflasche mit Erstkolostrum getränkt wurden, wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.
- Kälber, die unmittelbar post natum in die Kontrollgruppe eingeteilt, jedoch die Kolostrumtränke verweigerten und aus diesem Grund außerplanmäßig gedrencht wurden, wurden bei der Auswertung der Ergebnisse nicht berücksichtigt.
- Die Körpermasse bei der ersten klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum musste mindestens 35 kg betragen.

3.1.3 Betriebe

Die am Versuch teilnehmenden 15 Betriebe spiegelten die regionaltypischen Besonderheiten wider. In 12 Betrieben wurden die Milchkühe in Laufställen gehalten, drei Bestände besaßen eine Anbindehaltung für die Milchkühe und mit Ausnahme eines Bestandes wurde eine Vollerwerbslandwirtschaft durchgeführt. Die Anzahl an Milchkühen betrug in 12 Betrieben jeweils mehr als 50 Tiere. Zehn Betriebe hatten Abkalbeboxen, in welche die Kühe ca. zwei bis drei Tage vor dem errechneten Abkalbetermin verbracht wurden.

3.1.4 Haltung und Fütterung der Kälber

Die Kälber wurden in allen Betrieben sobald wie möglich von der Mutterkuh getrennt. In 12 Beständen wurden die neugeborenen Kälber anschließend in Kälberindividualboxen aus Holz mit Stroheinstreu gehalten. In sieben Betrieben existierten ausschließlich oder zusätzlich Kälberiglus, welche in der Mehrzahl der Fälle mit mehr als einem Kalb pro Iglu belegt wurden. In zwei Betrieben wurden die Kälber in den Individualboxen zusätzlich angebunden. Nur ein Bestand hielt seine Kälber die ersten paar Tage post natum angebunden im Stall. In den meisten Betrieben erfolgte ab der dritten Lebenswoche des Kalbes (vereinzelt erst ab dem dritten Lebensmonat) eine Umstallung in Gruppenboxen auf Stroh mit bis zu 12 Kälbern.

In der Mehrzahl der Betriebe erhielten die Kälber bis zu einer Woche das mütterliche Kolostrum, mindestens aber fünf Tage lang, danach Vollmilch oder restliches Kolostrum von fremden Muttertieren. Das Kolostrum wurde zweimal pro Tag als Saugeweimertränke verabreicht. In einem Bestand wurden die Kälber in der ersten Lebenswoche dreimal täglich getränkt. Die Kälbertränke wurde in neun Beständen von der Bäuerin durchgeführt. In einem Bestand übernahm der Betriebshelfer die Versorgung der Kälber und in fünf Betrieben wurden die Kälber vom Bauern getränkt.

3.1.5 Routinemaßnahmen

In neun Betrieben wurden die hochträchtigen Kühe routinemäßig mit einer Mutterschutzvakzine (Rotavec Corona[®], ESSEX TIERARZNEI, München) geimpft.

3.1.6 Entnahme, Einsendung und Aufbereitung der Blutproben

Die Blutentnahme erfolgte bei den Kälbern am zweiten Lebenstag aus der V. jugularis externa nach kurzzeitiger, mäßiger Stauung des Gefäßes mit der linken Hand im unteren Drittel der Vene. Es wurden 9 ml S-Monovetten[®] (Sarstedt Ag & Co., Nümbrecht, Deutschland), die der Serumgewinnung dienen und kleine Granulatkügelchen als Gerinnungsaktivator enthalten, verwendet. Das Blut wurde mehrere Stunden gekühlt aufbewahrt (Transport) und anschließend für zehn Minuten bei 3000 U/min zentrifugiert. Das überstehende Serum wurde abpipettiert und bei - 20°C eingefroren. Der Transport der tiefgefrorenen Serumproben von der Rinderklinik Babenhausen in das Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München erfolgte in Kühlboxen. Anschließend wurden die Proben bei Ankunft im Labor bei -80°C gefroren gelagert oder für die anstehende Messung codiert und vorverdünnt. Es wurden für jede Probe jeweils drei verdünnte Aliquots bis zur endgültigen Messung bei -80 °C gefroren gelagert.

3.1.7 Bestimmung der Körpermasse

Am zweiten Tag post natum wurden die Kälber nach der Blutentnahme und der ersten klinischen Untersuchung gewogen. Im weiteren Verlauf des Versuches wurde die Körpermasse der Kälber nochmals am 14. Tag post natum zum Zeitpunkt der klinischen Abschlussuntersuchung bestimmt. Die Kälber wurden in den meisten Fällen zur Mittagszeit gewogen. Dementsprechend handelt es sich bei der Körpermassenangabe um einen Nichtnüchternwert. Die jeweilige Körpermasse wurde in Kilogramm (kg) auf 100 Gramm genau notiert.

Das Wiegen wurde mit einer Waage mit 150 kg Tragkraft und einer 100 g Teilung (Soehnle[®] - Waagen GmbH & Co. KG, Murrhardt) auf dem jeweiligen landwirtschaftlichen Betrieb vorgenommen. Die Kälber mussten zu diesem Zweck vom Tierarzt gehoben werden.

3.1.8 Klinische Untersuchung der Kälber

Am zweiten Tag post natum und abschließend am 14. Tag nach der Geburt erfolgte eine umfassende klinische Allgemeinuntersuchung der Kälber. Hierbei war dem untersuchenden Tierarzt zunächst nicht bekannt, ob der Proband zur Versuchs- oder Kontrollgruppe gehörte. Wenn Kälber erkrankten und der Landwirt den Tierarzt informierte, schloss sich zusätzlich eine dritte oder vierte klinische Untersuchung im vierzehntägigen Versuchszeitraum an.

Im Rahmen der ersten klinischen Untersuchung wurden des Weiteren allgemeine Angaben zu den Kälbern gesammelt (Nationale, Geburtsverlauf, Laktationsnummer der Mutterkuh, aufgenommenes Kolostrumvolumen bei den ersten vier Mahlzeiten post natum). Hinsichtlich des Geburtsverlaufs galt eine Zughilfe von ein bis zwei Personen und fünf Minuten Dauer bis zur Entwicklung des Kalbes als leichter Auszug. Als schwerer Auszug wurde eine Extraktionsdauer von mehr als fünf Minuten bei einer Zugkraft von zwei bis drei Personen gewertet. Beim neugeborenen Kalb gestaltet es sich schwierig, eine eindeutige Grenze zwischen gesund und krank festzulegen. Um trotzdem eine weitgehend objektive Einschätzung und Beurteilung des Gesundheitszustandes der Versuchskälber zu gewährleisten sowie Vergleichsmöglichkeiten zwischen den beiden Gruppen zu erhalten, wurde in Anlehnung an die Angaben von BEYER (1988) ein spezielles Punkteschema verwendet (Tabelle 3). Die Versuchskälber wurden bei jeder klinischen Untersuchung anhand dieses Punkteschemas bewertet. Die Maximalpunktzahl, die ein Kalb bei einer klinischen Untersuchung erreichen konnte, betrug 20 Punkte.

Tabelle 3: Schema zur Beurteilung des Gesundheitszustandes des Kalbes (modifiziert nach BEYER 1988)

Parameter	Punktzahl	Erläuterung der Bewertung
Allgemeinzustand	3	Kalb steht allein auf; rege Anteilnahme an der Umgebung; lebhaft
	2	Kalb steht allein auf; eingeschränkte Anteilnahme an der Umgebung
	1	Kalb steht nur mit Hilfe auf; alleiniges Stehen möglich; eingeschränkte Anteilnahme an der Umgebung
	0	Kalb kann nur mit Hilfe aufstehen und mit Unterstützung stehen; starke Apathie und längeres Festliegen
Saugverhalten	2	Kalb trinkt zügig; kräftiger Saugreflex
	1	Kalb trinkt mit mehreren Pausen angebotene Tränke vollständig aus; kräftiger Saugreflex
	0	Fehlender oder schwacher Saugreflex
Temperatur	2	Physiologisch <39,5°C
	1	39,5°C-40,5°C
	0	>40,5°C oder Untertemperatur
Hautturgor	3	Hautfalte verstreicht sofort
	2	Hautfalte verstreicht geringgradig langsamer
	1	Hautfalte verstreicht nach kurzzeitigem Stehen bleiben
	0	Hautfalte bleibt länger stehen
Bulbus	2	Ohne besonderen Befund
	1	Geringgradig eingesunken
	0	Mittel- bis hochgradig eingesunken
Nabel	3	Weich bis geringgradig derb; fingerstark und nicht druckempfindlich
	2	Geringgradig derb; bis zweifingerstark und geringgradig druckempfindlich
	1	Derb; bis zweifingerstark; deutlich druckempfindlich
	0	Derb; mehr als zweifingerstark; deutlich druckempfindlich und vermehrt warm
Digestionstrakt	3	Dickbreiige bis pastöse Kotkonsistenz
	2	Geringgradiger Durchfall; Kotkonsistenz weichbreiig
	1	Mittelgradiger Durchfall; Kotkonsistenz weichbreiig bis dünnflüssig oder suppig
	0	Hochgradiger Durchfall, Kotkonsistenz dünnflüssig im bogenförmigen Strahl
Respirationstrakt	2	Auskultatorisch keine Veränderungen
	1	Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch
	0	Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch mit Dyspnoe

3.1.9 Tierärztliche Diagnosen und Definitionen

Im Anschluss an jede klinische Untersuchung wurde bei krankhaften Veränderungen eine Diagnose gestellt. Die Diagnosen wurden zum besseren Verständnis, in Anlehnung an die Angaben von BEYER (1988), wie folgt definiert:

- ◆ Trinkschwäche
 - Fehlender oder schwacher Saugreflex und Kalb trinkt angebotene Tränke nicht vollständig aus.
Oder:
Kräftiger Saugreflex aber Kalb trinkt angebotene Tränke nur mit mehreren Pausen aus.
 - primäre Trinkschwäche siehe „Trinkschwäche“; keine zusätzlichen Krankheiten diagnostiziert.
 - sekundäre Trinkschwäche siehe „Trinkschwäche“; infolge einer diagnostizierten Primärkrankheit.

- ◆ Nabelentzündung
 - Nabel bei Palpation mindestens geringgradig derb, mindestens zweifingerstark und mindestens geringgradig druckempfindlich.
 - ggr. Nabelentzündung Nabel bei Palpation geringgradig derb, bis zweifingerstark und geringgradig druckempfindlich.
 - hgr. Nabelentzündung Nabel derb, mehr als zweifingerstark, deutlich druckempfindlich und vermehrt warm.

- ◆ Durchfall
 - Kotkonsistenz mindestens weichbreiig.
 - ggr. Durchfall Kotkonsistenz weichbreiig.
 - mgr. Durchfall Kotkonsistenz weichbreiig bis dünnflüssig oder suppig.
 - hgr. Durchfall Kotkonsistenz dünnflüssig im bogenförmigen Strahl.

- ◆ Erkrankung des Respirationstraktes Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch mit oder ohne Dyspnoe sowie auslösbarer Husten bei Trachealmassage.
 - ggr. Pneumonie Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch ohne Dyspnoe sowie auslösbarer Husten bei Trachealmassage.
 - hgr. Pneumonie Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch mit Dyspnoe sowie auslösbarer Husten bei Trachealmassage.
 - Aspirationspneumonie Auskultatorisch verschärftes Atemgeräusch mit Dyspnoe und vorberichtliche pränatale Aspiration (Fruchtwasseraspiration) oder Verdacht auf Aspiration von Kolostrum (Einschüttungspneumonie).

3.1.10 Tierärztliche Therapiemaßnahmen

Bei den Versuchskälbern erfolgten, wenn medizinisch indiziert und falls vom Tierbesitzer gewünscht, in Abhängigkeit von der Erkrankungsform folgende kliniküblichen Initialbehandlungen:

Zur Therapie wurde den an Durchfall erkrankten Kälbern das Antibiotikum Marbofloxacin (Marbocyl[®] 2%, Vétoquinol, Lure Cedex) in einer Dosierung von 2 mg/kg KGW intramuskulär über drei Tage verabreicht sowie einmalig Metamizol-Natrium (Metapyrin[®], Medistar GmbH, Holzwickede) in einer Dosierung von 20-50 mg/kg KGW langsam intravenös injiziert. Zusätzlich erhielten Durchfallkälber alpha-Tocopherolacetat und Natriumselenit (Vitaselen[®], Selectavet GmbH, Weyarn-Holzolling) in einer Dosierung von 0,1ml/kg KGW intramuskulär. Falls medizinisch indiziert und vom Landwirt gewünscht, erfolgte eine Rehydratationstherapie der Durchfallkälber über eine Dauertropfinfusion. Hierfür wurde in der V. jugularis externa ein Venenverweilkatheter (Braunüle MT[®] G14, B. Braun Melsungen AG, Melsungen) fixiert. Als klinikübliche Infusion dienten 10 l einer isotonen Natriumchloridlösung (Fresenius Kabi Deutschland GmbH, Bad Homburg) inklusive 0,5 l einer 40 %igen Glucose-Lösung (Delta Select GmbH, Pfullingen) sowie einer 8,4 %igen Natriumhydrogencarbonat-Lösung (Delta Select GmbH, Pfullingen).

Des Weiteren kamen bei Pneumonien das Antibiotikum Florfenicol (Nuflor[®], Essex Pharma GmbH, München) in einer Dosierung von 40 mg/kg KGW zur zweimaligen subcutanen Injektion sowie das nichtsteroidale Antiphlogistikum Meloxicam (Metacam[®], Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim) in einer Dosierung von 0,5 mg/kg KGW einmalig i.v. zur Anwendung. Zusätzlich wurde Kälbern, die an Pneumonie erkrankten, über drei Tage Bromhexinhydrochlorid (Bisolvon[®], Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim) in einer Dosierung von 0,5 mg/kg KGW i.m. verabreicht.

Bei Nabelerkrankungen erfolgte eine Therapie mit einem Penicillinpräparat (Procain-PenicillinG, aniMedica GmbH, Senden-Bösensell) in einer Dosierung von 15000 bis 20000 I.E./kg KGW einmal täglich intramuskulär. Die Behandlungsdauer umfasste fünf Tage. Zusätzlich wurde einmalig das nichtsteroidale Antiphlogistikum Metamizol-Natrium (Metapyrin[®]) sowie Vitaselen[®] in der bereits genannten Dosierung verabreicht.

Bei primärer Trinkschwäche erfolgte eine Therapie mit Prednisolon (Prednisolon ad us. vet., aniMedica GmbH, Senden-Bösensell) in einer Dosierung von 50 mg/Kalb intramuskulär sowie Brotizolam (Mederantil[®], Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim) in einer Dosierung von 2 µg/kg KGW langsam intravenös. Zusätzlich wurde Vitaselen[®] in der bereits genannten Dosierung verabreicht.

Bei allen Erkrankungsformen erfolgte die Initialbehandlung durch den Tierarzt sowie die routinemäßige Nachbehandlung durch den Tierbesitzer. Bei Komplikationen sollten die Tierbesitzer erneut den Tierarzt informieren.

3.1.11 Tierarztkosten

Die tierärztlichen Behandlungskosten wurden für jedes Kalb dokumentiert. Es galten die folgenden kliniküblichen Tarife für tierärztliche Leistungen:

Tabelle 4: Klinikübliche Therapien und Therapiekosten

Therapieform	Kosten (€)
Durchfalltherapie (3 Injektionen; inkl. NB durch Landwirt)	19,30 €
Pneumonietherapie (3 Injektionen; inkl. NB durch Landwirt)	19,30 €
Omphalitistherapie (2 Injektionen; inkl. NB durch Landwirt)	19,30 €
Trinkschwächetherapie (3 Injektionen)	16,60 €
Dauertropfinfusion (inkl. 3 Injektionen)	55,00 €
Dauertropfinfusion II	44,00 €

3.1.12 Retrospektive Beurteilung durch den Tierbesitzer

Am 14. Tag post natum erfolgte eine retrospektive Beurteilung des Gesundheitszustandes der Kälber durch die Tierbesitzer. Da eine detaillierte Beurteilung des Gesundheitszustandes im Rückblick nicht durchführbar ist, wurde ein Fragebogen erstellt, welcher anhand weniger Parameter einen Überblick über die Gesundheit des Kalbes in den vergangenen zwei Versuchswochen liefern sollte. Es stellte sich heraus, dass die Tierbesitzer und in besonderem Maße die Junglandwirte bei der retrospektiven Befragung am 14. Tag nach der Geburt der Kälber die Dauer und den Schweregrad von Kälberkrankheiten hinreichend genau, wenn auch subjektiv, wiedergeben konnten. Vor allem die genannten Informationen über die Krankheit „Neugeborenenendiarrhoe“ waren für einen Feldversuch sehr genau. Aus diesem Grund wurde im Fragebogen für die Tierbesitzer (Tabelle 5) das Auftreten von Kälberdurchfall genauer hinterfragt. Die Kälber wurden anhand dieses Fragebogens in ein Punkteschema mit stärkerer Gewichtung auf Digestionstrakterkrankungen eingeteilt.

Zusätzlich wurden vom Tierbesitzer selbstständig durchgeführte Therapien, welche im zweiwöchigen Versuchszeitraum angewandt wurden, erfragt und dokumentiert. Hierbei sollten vor allem Informationen über die Verabreichung von Antibiotika und/oder

Antiphlogistika, Diät- und Elektrolyttränken und zusätzliche Zwangstränken gesammelt werden.

Nachbehandlungen, welche der Landwirt auf Anraten des Tierarztes durchgeführt hatte, wurden bei dieser retrospektiven Befragung nicht zusätzlich dokumentiert.

Tabelle 5: Fragebogen zur retrospektiven Beurteilung des Gesundheitsstatus der Kälber

Parameter	Erläuterung	Punktzahl
Allgemeinzustand	unverändert	1
	>1d verändert	0
Trinkverhalten	immer gut getrunken	2
	≤1d schlecht getrunken	1
	>1d schlecht getrunken	0
Respirationstrakt	unverändert	2
	≤1d Husten, angestrenzte Atmung	1
	>1d Husten, angestrenzte Atmung	0
Nabel	unverändert	1
	entzündet	0
Durchfall	kein Durchfall	6
	≤1d ggr. Durchfall	5
	>1d ggr. Durchfall	4
	≤1d mgr. Durchfall	3
	>1d mgr. Durchfall	2
	≤1d hgr. Durchfall	1
	>1d hgr. Durchfall	0

3.1.13 Bestimmung von IgG im Serum der Kälber mittels ELISA

Der IgG-Gehalt im Serum der Kälber wurde von Frau Dr. Elisabeth Kay McMorran am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München mittels Sandwich-ELISA-Verfahren nach ERHARD et al. (1995) ermittelt. In der Veröffentlichung von MCMORRAN (2006) wird das Verfahren detailliert beschrieben.

3.1.14 Statistik

Für die statistischen Auswertungen wurde das Computerprogramm SPSS 13.0 (SPSS Incorporation®) benutzt.

Zur Anwendung kamen der Chi-Quadrat-Test nach Pearson, welcher bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ beurteilt wurde sowie der exakte Test nach Fisher.

Für signifikante Beziehungen wurde zusätzlich das relative Risiko (RR) sowie dessen 95% - Konfidenzintervall bestimmt.

Normalverteilte metrische Daten wurden mit Hilfe des t-Tests statistisch verglichen. Für nicht normalverteilte metrische Daten wurde der statistische Zusammenhang mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests bestimmt.

Für die Bestimmung der statistischen Zusammenhänge zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen sowie des Zeitpunktes der ersten Kolostrumtränke und der Serum-IgG-Konzentration sowie der Punktzahlen bei den klinischen Untersuchungen wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet.

Bei der Berechnung des statistischen Zusammenhangs zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der durchschnittlichen täglichen Körpermassenzunahme wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson bestimmt.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Allgemeine Angaben zu den Kälbern

Die Ergebnisse beinhalten die Daten von als lebensfrisch beurteilten **262 Kälbern**, von denen 137 Kälber betriebsüblich mit Kolostrum getränkt und 125 Kälber mit Kolostrum gedrencht wurden. Die Daten von 17 Kälbern wurden nicht in die Auswertung aufgenommen. Hierbei handelte es sich um 10 Kälber, die nach der Geburt nicht trinken wollten und außerplanmäßig gedrencht wurden sowie um 7 Kälber, die betriebsüblich mit Kolostrum getränkt wurden, da sehr wenig Kolostrum zum Drenchen vorhanden war.

Die Probanden stammten aus 15 landwirtschaftlichen **Betrieben**. Von diesen hatten zwei Betriebe den Feldversuch frühzeitig abgebrochen, so dass in diesen Fällen nur fünf bzw. sieben Kälber am Versuch teilnahmen.

Auf Betriebsebene unterschied sich die Probandenanzahl in der Versuchs- und Kontrollgruppe nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test).

Die **Geschlechtsverteilung** war mit insgesamt 56,9 % (n = 149) weiblichen und 43,1 % (n = 113) männlichen Kälbern nur annähernd gleichmäßig. Zwischen der Gruppe der gedrenchten und der Gruppe der betriebsüblich getränkten Kälber bestanden in der Geschlechtsverteilung keine signifikanten Unterschiede (Chi-Quadrat-Test).

Entsprechend der regionalen Dominanz dieser **Rasse**, waren die meisten Probanden (n = 162; 61,8 %) Kälber der Rasse Braunvieh. Es fehlen die Angaben zu zwei Probanden. Im Chi-Quadrat-Test konnten zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe keine signifikanten Rasseunterschiede festgestellt werden. Weiterhin waren die Rassen Deutsche Schwarzbunte (n = 39), Deutsches Fleckvieh (n = 35), Rotbunte (n = 6) und Weißblauer Belgier (n = 18) vertreten.

Tabelle 6 zeigt die **Anzahl der Laktationen** der Mutterkuh in beiden Versuchsgruppen. Es fällt auf, dass in der Gruppe der betriebsüblich getränkten Kälber der Anteil der Probanden, die von Kalbinnen abstammten (n = 45; 34,6 %) geringgradig höher war als in der Versuchsgruppe (n = 35; 29,2 %; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

Tabelle 6: Anzahl der Laktationen der Mutterkuh (Anteil %) bei gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern.

Anzahl der Laktationen	gedrencht	betriebsüblich
1	29,2	34,6
2	20,0	18,5
3	21,7	15,4
≥4	29,2	31,5

Der Anteil der Kälber, die durch eine **Muttertiervakzination** einen Schutz vor bestimmten Durchfallerregern besaßen, betrug 45,4 % (n = 119). Zwischen den beiden Gruppen bestanden hinsichtlich dieser prophylaktischen Maßnahme keine signifikanten Unterschiede (Chi-Quadrat-Test).

Die Auswertung des **Geburtsverlaufs** zeigte, dass der Anteil an Schweregeburten bei gedrenchten Kälbern größer war (n = 19; 15,2 %) als in der Gruppe der betriebsüblich mit Kolostrum versorgten Kälber (n = 12; 8,8 %). Die Unterschiede sind im Chi-Quadrat-Test jedoch nicht signifikant. Bezüglich des Geburtszeitpunkts bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe. Im Durchschnitt wurden 64,1 % der Kälber (n = 168) tagsüber während der Stallzeit geboren. Details zum Geburtsverlauf können der Tabelle 7 entnommen werden.

Tabelle 7: Anteil (%) an Spontangeburt und Geburten mit leichter oder schwerer Zughilfe bei gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern.

Geburtsverlauf	gedrencht	betriebsüblich
spontan	54,4	60,6
leichte Zughilfe	30,4	30,7
schwere Zughilfe	15,2	8,8

3.2.2 Körpermassenzunahme

Die durchschnittliche Körpermasse der Probanden zum Zeitpunkt der ersten tierärztlichen Untersuchung betrug 45,6 kg (n = 260) und am 14. Tag post natum durchschnittlich 50,1 kg (n = 243). Im Bezug auf die durchschnittliche **tägliche Körpermassenzunahme** (0,39 kg/d; n = 243) existierten keine signifikanten Unterschiede zwischen gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern (t-Test). 7 % (n = 17) der Versuchskälber hatten innerhalb des Versuchszeitraumes an Körpermasse verloren. Diese Kälber verteilten sich annähernd

gleichmäßig auf beide Gruppen. Auffallend war, dass bei einem großen Prozentsatz (64,7 %; n = 11) dieser untergewichtigen Kälber ein „**failure of passive transfer**“ nachgewiesen werden konnte. Statistisch war das relative Risiko (RR) bei untergewichtigen Kälbern einen fpt festzustellen 2,90 (1,69 – 4,97) mal so hoch wie bei Kälbern, die während des Versuchszeitraumes an Körpermasse zugenommen hatten.

Des Weiteren führte eine vom Tierarzt diagnostizierte **Durchfallerkrankung** zu einer signifikanten Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme um 0,23 kg (t-Test). Kälber, die außer einer diagnostizierten Durchfallerkrankung keine weiteren Krankheiten aufwiesen (n = 59), zeigten eine Körpermassenzunahme von $0,27 \pm 0,26$ kg/d, während gesunde Kälber, bei denen keine Krankheit diagnostiziert wurde, eine tägliche Körpermassenzunahme von $0,50 \pm 0,30$ kg besaßen (n = 116). Ähnliche signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen gesunden Kälbern (n = 116) und Kälbern (n = 22), die einzig an einer **Nabelentzündung** erkrankt waren ($0,31 \pm 0,32$ kg/d). Dies führte zu einer Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme um 0,19 kg. Bei alleinigem Auftreten einer **Respirationstrakt-erkrankung** (n = 17) wurden ebenfalls signifikant niedrigere tägliche Körpermassenzunahmen festgestellt ($0,35 \pm 0,23$ kg/d) als bei gesunden Kälbern (n = 116), was einer Reduktion um 0,15 kg entsprach.

Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Körpermasse und die Zunahmen der Kälber. 19 Kälber konnten aufgrund eines zu hohen Gewichtes nicht von einer Einzelperson gewogen werden und wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 8: Übersicht über die Mittelwerte der Körpermassen und der täglichen Körpermassenzunahme bei gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern.

	gedrencht ($\bar{x} \pm s$)	betriebsüblich ($\bar{x} \pm s$)
Körpermasse (kg) (2. d p.n.)	$45,46 \pm 5,48$ (n = 123)	$45,65 \pm 5,60$ (n = 137)
Körpermasse (kg) (14. d p.n.)	$49,94 \pm 6,40$ (n = 118)	$50,17 \pm 6,39$ (n = 125)
tägl. Körpermassen- zunahme (kg)	$0,38 \pm 0,30$ (n = 118)	$0,40 \pm 0,30$ (n = 125)

◆ Serum-IgG-Konzentration und Körpermassenzunahme.

Es wurde der Korrelationskoeffizient (r) berechnet, um eine mögliche Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der täglichen Körpermassenzunahme festzustellen. Tabelle 9 fasst die Ergebnisse dieser Berechnung zusammen. Demnach liegt eine schwache, aber signifikante Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der täglichen Körpermassenzunahme vor.

Tabelle 9: Korrelation zwischen Serum-IgG-Gehalt (g/l) am Tag 2 post natum und der täglichen Körpermassenzunahme (kg).

	Serum-IgG-Konzentration
r	0,228
p	<0,001
n	241

3.2.3 Serumimmunglobulinkonzentration

Zur Feststellung der Serum-IgG-Konzentration wurde bei 87,8 % der Probanden am zweiten Tag post natum eine **Blutprobe** entnommen. In 12,2 % der Fälle erfolgte die Blutentnahme an einem anderen Lebenstag des Kalbes. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Zeitpunktes der Blutentnahme (Mann-Whitney-U-Test). Die Blutprobenentnahme wurde im Durchschnitt etwa 54 Stunden nach der Geburt des Kalbes durchgeführt. Von vier Kälbern konnte die Blutprobe nicht auf den Immunglobulingehalt untersucht werden, weshalb sie hier nicht in der Auswertung berücksichtigt wurden.

Die mittleren **Serum-IgG-Konzentrationen** unterschieden sich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test). Auffallend war jedoch die geringgradig höhere durchschnittliche IgG-Konzentration in der Gruppe der gedrenchten Kälber ($19,04 \pm 11,06$ g/l; n = 124) im Vergleich zu den betriebsüblich getränkten Probanden ($17,16 \pm 11,41$ g/l; n = 134).

Betrachtet man die Häufigkeit des Auftretens eines „**failure of passive transfer**“ (Serum-IgG-Konzentration < 10 g/l), so ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen im Chi-Quadrat-Test. Während 32,1 % (n = 43) der betriebsüblich getränkten Kälber einen fpt aufwiesen, zeigten nur 19,4 % (n = 24) der gedrenchten Kälber

einen „failure of passive transfer“. Statistisch war das relative Risiko (RR) bei betriebsüblich getränkten Kälbern einen fpt nachzuweisen 1,66 (1,08 – 2,54) mal so hoch wie bei gedrenchten Kälbern.

3.2.4 Kolostrumtränke

Die Bereitschaft der Landwirte die Kälber möglichst früh nach der Geburt mit Kolostrum zu versorgen, war in der Gruppe der gedrenchten Kälber größer. Die Gruppe der gedrenchten Kälber erhielt das **erste Kolostrum** im Durchschnitt 1,7 Stunden ($1,73 \pm 1,70$ h; n = 125) nach der Geburt und somit im Mann-Whitney-U-Test signifikant früher als die Kontrollgruppe ($2,97 \pm 2,55$ h; n = 137).

Vergleicht man das Kolostrumvolumen, das von den Kälbern bei der ersten Tränke post natum aufgenommen wurde, so ergeben sich signifikante Unterschiede (Mann-Whitney-U-Test). Gedrenchten Kälbern wurde bei der ersten Tränke post natum durchschnittlich 3,0 l Kolostrum pro Kalb verabreicht. Betriebsüblich getränkte Kälber tranken durchschnittlich etwa 2,1 l Kolostrum bei der ersten Tränke nach der Geburt.

Tabelle 10 zeigt das bis zu bestimmten Zeitpunkten nach der Geburt durchschnittlich aufgenommene **Kolostrumvolumen** in der jeweiligen Gruppe. Auffallend ist, dass gedrenchte Kälber sowohl bei der ersten Kolostrumverabreichung als auch zu folgenden Zeitpunkten durchschnittlich mehr Kolostrum aufnahmen als saugeimergetränkte Kälber. Die Unterschiede waren im Mann-Whitney-U-Test bis zur 24. Stunde post natum signifikant. 32 Stunden nach der Geburt existierten zwischen beiden Gruppen jedoch keine signifikanten Unterschiede mehr im Volumen des seit der Geburt insgesamt aufgenommenen Kolostrums.

Tabelle 10: Aufgenommenes mittleres Volumen (l) an Kolostrum im Gruppenvergleich (angegeben ist die erste Tränke post natum sowie das bis zu bestimmten Zeitpunkten post natum insgesamt aufgenommene Kolostrumvolumen).

Kolostrumvolumen	gedrencht (n = 125) ($\bar{x} \pm s$)	betriebsüblich (n = 137) ($\bar{x} \pm s$)	signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)
1. Tränke p.n. (l)	$3,00 \pm 0,12$	$2,05 \pm 0,59$	< 0,001
bis 6 h p.n. (l)	$2,87 \pm 0,66$	$2,05 \pm 1,09$	< 0,001
bis 12 h p.n. (l)	$3,78 \pm 0,85$	$2,96 \pm 1,17$	< 0,001
bis 24 h p.n. (l)	$5,24 \pm 1,22$	$4,75 \pm 1,15$	0,001
bis 32 h p.n. (l)	$6,50 \pm 1,26$	$6,36 \pm 1,27$	0,103

Trotz des durchschnittlich größeren Kolostrumvolumens, das gedrenchte Kälber innerhalb der ersten 24 Lebensstunden aufnahmen, berichteten viele Landwirte von einem schlechteren Trinkverhalten der Kälber, nachdem die erste Tränke gedrencht wurde. 39,2 % der zwangsgetränkten Kälber tranken die folgende zweite Tränke schlecht (n = 49), jedoch haben nur durchschnittlich 5,8 % (n = 8) der betriebsüblich versorgten Kälber die zweite Tränke schlecht getrunken (Chi-Quadrat-Test signifikant). Statistisch war das relative Risiko (RR), dass ein gedrenchtes Kalb die zweite Tränke schlecht trinken würde 6,59 (3,69 – 11,65) mal so hoch wie für ein betriebsüblich getränktes Kalb.

Bei Betrachtung des Trinkverhaltens bei der zweiten bis einschließlich vierten Tränke post natum fiel auf, dass gedrenchte Kälber insgesamt eine größere Anzahl von Mahlzeiten schlecht getrunken hatten (Chi-Quadrat-Test signifikant). Demnach haben in der Versuchsgruppe 24,8 % (n = 31) der Kälber eine Tränke, 8,0 % (n = 10) zwei Tränken und 9,6 % (n = 12) der gedrenchten Kälber drei Tränken schlecht getrunken. In der Kontrollgruppe wurden vergleichsweise niedrigere Werte von 2,2 % (n = 3), 2,9 % (n = 4) und 2,2 % (n = 3) ermittelt.

◆ Kolostrumvolumen und Serum-IgG-Konzentration

Um eine mögliche Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen bei der ersten Tränke (n = 262) einerseits sowie dem insgesamt aufgenommenen Kolostrumvolumen bis zur 12. Stunde post natum (n = 262) andererseits und der Serumimmunglobulin-konzentration (n = 258) zu ermitteln, wurde jeweils der Korrelationskoeffizient (r) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Es liegt eine schwach signifikante, aber positive Korrelation zwischen dem bei der ersten Tränke einerseits und bis zur 12. Stunde post natum andererseits aufgenommenen Kolostrumvolumen und der Serum-IgG-Konzentration vor.

Tabelle 11: Korrelation zwischen aufgenommenem Kolostrumvolumen (l) und IgG-Gehalt (g/l) am zweiten Tag post natum im Serum der Kälber.

	Kolostrumvolumen 1. Tränke	Kolostrumvolumen bis 12 h p.n.
r	0,132	0,231
p	0,033	<0,001
n	262	262

Abbildung 1 zeigt die Zusammenhänge zwischen dem bis zur 24. Stunde post natum aufgenommenen Kolostrumvolumen ($n = 262$) und der Serum-IgG-Konzentration ($n = 258$). Demnach liegt auch in diesem Fall eine schwach signifikante, aber positive Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen und dem Serum-IgG-Spiegel der Kälber am zweiten Tag post natum vor. Der Grenzwert für einen „failure of passive transfer“ (fpt) wurde markiert.

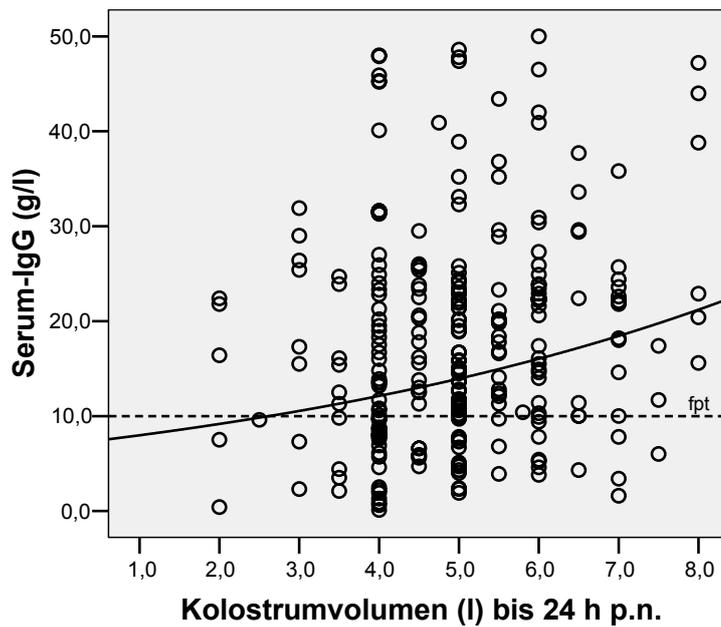


Abbildung 1: Korrelation zwischen aufgenommenem Kolostrumvolumen (l) bis zur 24. Stunde post natum und Serum-IgG-Gehalt (g/l) am zweiten Tag post natum (Spearman's $\rho = 0,159$; $p = 0,010$); logistische Kurvenanpassung (R -Quadrat = $0,037$).

◆ Erste Tränke post natum und Serum-IgG-Konzentration

In Abbildung 2 ist die Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumaufnahme post natum (n = 262) und dem IgG-Gehalt im Serum der Kälber (n = 258) am zweiten Tag post natum dargestellt und der Grenzwert eines „failure of passive transfer“ (fpt) markiert. Die Parameter zeigen eine negative signifikante Korrelation. Es wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet.

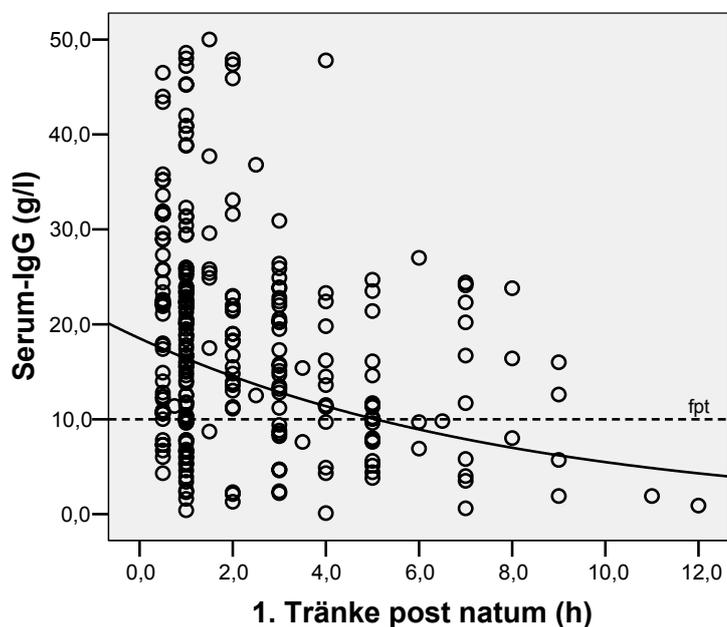


Abbildung 2: Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum (h) und dem Serum-IgG-Gehalt (g/l) am zweiten Tag post natum (Spearman's $\rho = -0,253$; $p < 0,001$); logistische Kurvenanpassung (R -Quadrat = 0,08).

3.2.5 Klinische Untersuchung am zweiten Tag post natum

In Übereinstimmung mit dem Zeitpunkt der Blutentnahme erfolgte auch die erste klinische Untersuchung der Kälber im Durchschnitt etwa 54 Stunden nach der Geburt. Bei der Beurteilung des Gesundheitsstatus konnten nur geringe Unterschiede zwischen gedrenchten Kälbern und der Kontrollgruppe festgestellt werden. Die bei der klinischen Untersuchung zu erreichende **Gesamtpunktzahl** unterschied sich zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe nicht wesentlich (Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Im Durchschnitt erzielten die Probanden eine Gesamtpunktzahl von 19,2 Punkten (n = 262) bei maximal zu erreichenden 20 Punkten. Signifikante Vorteile ergaben sich für die Gruppe der gedrenchten Kälber bei der Bewertung der Parameter Hautturgor und Bulbus (Mann-Whitney-U-Test). In Tabelle 12 werden die durchschnittlich erreichten Punkte bei den einzelnen Parametern der klinischen Untersuchung detailliert dargestellt.

*Tabelle 12: Auswertung des Punkteschemas zur Beurteilung des Gesundheitszustandes der Kälber bei der ersten klinischen Untersuchung.
n.s.: nicht signifikant*

Parameter (Maximalpunktzahl)	gedrencht (n = 125) (x ± s)	betriebsüblich (n = 137) (x ± s)	Signifikante Unterschiede (p < 0,05) Mann-Whitney-U-Test
Allgemeinbefinden (3)	2,8 ± 0,559	2,8 ± 0,559	n.s.
Hautturgor (3)	3,0 ± 0,000	3,0 ± 0,188	0,031
Bulbus (2)	2,0 ± 0,000	1,9 ± 0,249	0,004
Saugverhalten (2)	1,9 ± 0,446	1,9 ± 0,493	n.s.
Respirationstrakt (2)	1,9 ± 0,322	1,9 ± 0,265	n.s.
Nabel (3)	2,9 ± 0,418	2,9 ± 0,335	n.s.
Temperatur (2)	2,0 ± 0,197	2,0 ± 0,205	n.s.
Digestionstrakt (3)	2,9 ± 0,491	2,8 ± 0,681	n.s.
Gesamtpunktzahl (20)	19,3 ± 1,389	19,2 ± 1,736	n.s.

Zu bemerken ist, dass saugeimergetränkte Kälber bei der Beurteilung des Dehydratationsgrades schlechter bewertet wurden als die Versuchsgruppe. 6,6 % der saugeimergetränkten Kälber (n = 9) zeigten geringgradig eingesunkene **Bulbi** (exakter Test nach Fisher signifikant) sowie 3,6 % (n = 5) ein geringgradig langsames Verstreichen der **Hautfalte**. Auch bei der Beurteilung des **Digestionstraktes** zeigten die Kälber der Kontrollgruppe tendenziell häufiger durchfallartige Abweichungen in der Kotkonsistenz (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). Insgesamt konnte bei 7,2 % (n = 9) der gedrenchten Kälber eine abweichende Kotkonsistenz festgestellt werden. Dem gegenüber zeigten 13,1 % (n = 18) der betriebsüblich getränkten Kälber durchfallartigen Kot.

Tatsache ist, dass das von den Tierbesitzern beobachtete schlechtere **Trinkverhalten** der gedrenchten Kälber während der zweiten bis vierten Mahlzeit post natum zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung nicht mehr festgestellt werden konnte. Zwischen den beiden Gruppen bestanden bei der tierärztlichen Erstuntersuchung keine signifikanten Unterschiede im Trinkverhalten (Chi-Quadrat-Test). Im Durchschnitt zeigten 90,8 % (n = 238) der Kälber ein ungestörtes Trinkverhalten bei der klinischen Untersuchung am dritten Lebenstag.

◆ Kolostrumtränke und Gesamtpunktzahl

Um eine mögliche Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung feststellen zu können und auch um eine Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung zu finden, wurde jeweils der Korrelationskoeffizient (r) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 zusammengefasst. Es waren schwache, aber positive signifikante Korrelationen zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen bis zur 6., 12. und 24. Stunde post natum und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung erkennbar.

Tabelle 13: Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen (l) bis zu verschiedenen Zeitpunkten post natum (h) sowie dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum (h) mit der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung.

	Kolostrum (l) bei 1. Tränke p.n.	Kolostrum (l) bis 6 h p.n.	Kolostrum (l) bis 12 h p.n.	Kolostrum (l) bis 24 h p.n.	Zeitpunkt (h) 1. Tränke p.n.
r	0,080	0,164	0,144	0,213	-0,048
p	0,199	0,008	0,020	0,001	0,443
n	262	262	262	262	262

3.2.6 Klinische Untersuchung am 14. Tag post natum

Von 262 Kälbern wurden 259 Kälber am 14. Tag post natum einer klinischen Abschlussuntersuchung unterzogen. Ein gedrenhtes Kalb und zwei betriebsüblich getränkte Kälber starben vor dieser Abschlussuntersuchung und wurden mit einer Gesamtpunktzahl von 0 Punkten bewertet. Gedrenhte Kälber erreichten die **Gesamtpunktzahl** von durchschnittlich 19,3 Punkten bei der klinischen Untersuchung am 14. Tag post natum. Kälber aus der Kontrollgruppe erreichten im Durchschnitt 18,9 Punkte (Mann-Whitney-U-Test signifikant). Tabelle 14 gibt einen Überblick über die erzielten Punkte bei den einzelnen klinischen Parametern.

Vergleicht man beide Gruppen anhand der Anzahl der Kälber, die am 14. Tag post natum die Maximalpunktzahl von 20 Punkten erreichten, ergibt sich ein signifikanter Vorteil für die Gruppe der gedrenhten Kälber. Während 70,4 % (n = 88) der gedrenhten Kälber mit der vollen Punktzahl bewertet wurden, konnten nur 56,2 % (n = 77) der saugeimergetränkten Kälber die Maximalpunktzahl erzielen (exakter Test nach Fisher signifikant).

*Tabelle 14: Auswertung der klinischen Abschlussuntersuchung
n.s.: nicht signifikant*

Parameter (Maximalpunktzahl)	gedrenht (n = 125) (x ± s)	betriebsüblich (n = 137) (x ± s)	Signifikante Unterschiede (p < 0,05) Mann-Whitney-U-Test
Allgemeinbefinden (3)	2,9 ± 0,405	2,9 ± 0,379	n.s.
Hautturgor (3)	3,0 ± 0,268	2,9 ± 0,387	n.s.
Bulbus (2)	2,0 ± 0,199	2,0 ± 0,280	n.s.
Saugverhalten (2)	1,9 ± 0,263	1,9 ± 0,312	n.s.
Respirationstrakt (2)	1,9 ± 0,364	1,9 ± 0,412	n.s.
Nabel (3)	2,9 ± 0,453	2,8 ± 0,523	n.s.
Temperatur (2)	1,9 ± 0,289	1,9 ± 0,312	n.s.
Digestionstrakt (3)	2,7 ± 0,709	2,6 ± 0,866	0,036
Gesamtpunktzahl (20)	19,3 ± 2,078	18,9 ± 2,614	0,023

Trotz dieser statistisch signifikanten Unterschiede in der Gesamtpunktzahl fällt auf, dass in vielen klinisch untersuchten Bereichen nahezu keine Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden. In beiden Gruppen erzielten jeweils mehr als 90 % der Probanden die maximale Punktzahl bei der Beurteilung des **Allgemeinbefindens**, des **Hautturgors**, der **Bulbi**, des **Saugverhaltens** und der **Körpertemperatur**.

Einzig die Ergebnisse der Abschlussuntersuchung des **Digestionstraktes** zeigten bei Vergleich der Punktzahl im Mann-Whitney-U-Test signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Saugeimergetränkte Kälber entwickelten weitaus häufiger mittelgradigen Durchfall (11,7 %; n = 16) als gedrenchte Probanden (5,6 %; n = 7). Der Anteil der Kälber mit unveränderter Kotkonsistenz betrug in der Kontrollgruppe 75,2 % (n = 103), in der Gruppe der gedrenchten Kälber hingegen 85,6 % (n = 107; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

Bei einer zusätzlichen dritten klinischen Untersuchungen im Falle einer akuten Erkrankung eines Probanden (n = 43) erreichten gedrenchte Kälber durchschnittlich $15,6 \pm 3,37$ Gesamtpunkte (n = 22) und saugeimergetränkte Kälber eine Gesamtpunktzahl von $14,7 \pm 3,48$ Punkten (n = 21; Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Diese zusätzliche dritte klinische Untersuchung wurde meist etwa eine Woche ($7,6 \pm 3,17$ d) post natum durchgeführt.

◆ Kolostrumtränke und Gesamtpunktzahl

Um eine mögliche Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen und der Gesamtpunktzahl bei der klinischen Abschlussuntersuchung zu ermitteln und auch um eine Korrelation zwischen dem Zeitpunkt der ersten Tränke post natum und der Gesamtpunktzahl zu finden, wurde jeweils der Korrelationskoeffizient (r) berechnet. Die Ergebnisse in Tabelle 15 zeigen lediglich eine schwache signifikante Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen bei der ersten Tränke post natum und der Gesamtpunktzahl.

Tabelle 15: Korrelation zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen (l) bis zu verschiedenen Zeitenpunkten post natum (h) sowie dem Zeitpunkt (h) der ersten Kolostrumtränke post natum mit der Gesamtpunktzahl bei der klinischen Abschlussuntersuchung am 14. Tag post natum.

	Kolostrum (l) bei 1. Tränke p.n.	Kolostrum (l) bis 6 h p.n.	Kolostrum (l) bis 12 h p.n.	Kolostrum (l) bis 24 h p.n.	Zeitpunkt (h) 1. Tränke p.n.
r	0,171	0,053	0,058	0,116	-0,006
p	0,006	0,392	0,346	0,060	0,920
n	262	262	262	262	262

◆ Serum-IgG-Konzentration und Punktzahlen bei den klinischen Untersuchungen

Um statistische Zusammenhänge zwischen dem Immunglobulinspiegel und der Gesamtpunktzahl bei den klinischen Untersuchungen (klinische Untersuchung am zweiten Tag post natum; eventuelle zusätzliche klinische Untersuchung durchschnittlich am Tag 7,6 post natum bei akuter Erkrankung der Kälber; klinische Abschlussuntersuchung am 14. Tag post natum) feststellen zu können, wurden die Korrelationskoeffizienten berechnet. Des Weiteren wurden die Korrelationen zwischen dem Serum-IgG-Spiegel und der Punktzahl bei bestimmten klinischen Parametern berechnet. Die Ergebnisse in Tabelle 16 zeigen schwache, aber signifikante Korrelationen zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung sowie zwischen dem Immunglobulinspiegel und der Punktzahl im Bereich „Nabel“ bei der Abschlussuntersuchung am 14. Tag post natum. In den übrigen Fällen konnten keine signifikanten Korrelationen festgestellt werden.

Tabelle 16: Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration (g/l) und der Gesamtpunktzahl sowie der Punktzahl im Bereich „Digestionstrakt“, „Respirationstrakt“, „Nabel“ und „Allgemeinzustand“ bei der ersten klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum, der im Bedarfsfall durchgeführten klinischen Untersuchung am Tag 7,6 post natum sowie der klinischen Abschlussuntersuchung am 14. Tag post natum. Signifikante Korrelationen sind mit “” gekennzeichnet.*

Parameter	klin. Unt.	r	p	n
Gesamtpunktzahl	2. d p.n.	0,127*	0,041*	258
	7,6. d p.n.	-0,005	0,975	42
	14. d p.n.	0,084	0,177	258
Digestionstrakt	2. d p.n.	0,117	0,060	258
	7,6. d p.n.	0,066	0,676	42
	14. d p.n.	-0,043	0,487	258
Respirationstrakt	2. d p.n.	0,031	0,617	258
	7,6. d p.n.	-0,115	0,470	42
	14. d p.n.	0,042	0,505	258
Nabel	2. d p.n.	0,078	0,211	258
	7,6. d p.n.	0,000	0,999	42
	14. d p.n.	0,270*	<0,001*	258
Allgemeinzustand	2. d p.n.	0,058	0,356	258
	7,6. d p.n.	-0,037	0,817	42
	14. d p.n.	0,048	0,440	258

3.2.7 Tierärztliche Diagnosen und Therapien

Die Diagnose wurde im Anschluss an jede klinische Untersuchung des Probanden gestellt. 219 Kälber (83,6 %) wurden routinemäßig zweimal einer klinischen Untersuchung unterzogen. Bei 40 Kälbern (15,3 %) war eine dreimalige und bei drei Kälbern eine viermalige tierärztliche klinische Untersuchung notwendig. Gedrenchte und betriebsüblich getränkte Kälber unterschieden sich bezüglich der **Anzahl der Tierarztbesuche** nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test).

◆ Durchfall

Die Diagnose „Durchfall“ wurde bei knapp einem Drittel (32,4 %; n = 85) aller Kälber gestellt. Von den an Durchfall erkrankten Kälbern zeigte die Mehrheit (n = 70) nur einmalig Durchfallssymptome bei den tierärztlichen Untersuchungen. Bei 14 Kälbern wurde innerhalb des vierzehntägigen Versuchszeitraums die Diagnose „Neugeborendiarrhoe“ je zweimal durch den Tierarzt gestellt. Während nur bei drei gedrenchten Kälbern je zweimal Durchfall diagnostiziert wurde, konnte bei elf saugeimergetränkten Kälbern zweimalig die Diagnose „Durchfall“ gestellt werden (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). Ein saugeimergetränktes Kalb zeigte Durchfallssymptome bei allen drei klinischen Untersuchungen.

Bezüglich der Schweregrade der diagnostizierten Durchfallerkrankungen ergaben sich die aus Tabelle 17 ersichtlichen Verteilungen. Die Diagnose „mittelgradiger Durchfall“ wurde bei 14,9 % (n = 39) der Versuchskälber und somit am häufigsten gestellt. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Durchfallsschweregrade, jedoch ist in Tabelle 17 ein tendenziell schlechteres Abschneiden der betriebsüblich getränkten Kälber zu erkennen.

Zu Beginn des Versuchsvorhabens wurden die Tierbesitzer zur Kälberdurchfallinzidenz in ihrem Bestand befragt. Dabei schätzte die Mehrzahl der Tierbesitzer (n = 7) eine Durchfallinzidenz von 20-49 %, fünf Tierbesitzer beobachteten eine Durchfallinzidenz von 50-79 % im Bestand, zwei Tierbesitzer gaben 80-100 % an und ein Betrieb besaß eine geschätzte Durchfallinzidenz von 10-19 %. Bei Vergleich der gemessenen mit der geschätzten Durchfallinzidenz auf Betriebsebene wurde in der Mehrzahl der Fälle eine Reduktion der Durchfallinzidenz festgestellt (n = 7). In fünf Betrieben lag die gemessene Durchfallinzidenz im Bereich der geschätzten Durchfallinzidenz und in drei Betrieben war die tatsächliche Durchfallinzidenz höher als die zuvor geschätzte.

Tabelle 17: Häufigkeit (%) der Diagnose „Durchfall“ und der Durchfallschweregrade (es waren mehrere Diagnosen pro Kalb möglich).

Diagnose	gedrencht (n = 125)	betriebsüblich (n = 137)
Durchfall (insg.)	28,8 % (n = 36)	35,8 % (n = 49)
ggr. Durchfall	8 % (n = 10)	13,2 % (n = 18)
mgr. Durchfall	12,8 % (n = 16)	16,8 % (n = 23)
hgr. Durchfall	8 % (n = 10)	10,3 % (n = 14)

◆ Erkrankung des Respirationstraktes

Eine Erkrankung des Respirationstraktes wurde bei 14,1 % (n = 37) aller Probanden diagnostiziert. Davon waren 18 Kälber gedrencht und 19 Kälber über einen Saugeimer getränkt worden. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Inzidenz einer Erkrankung des Respirationstraktes (Chi-Quadrat-Test). Bei Betrachtung der Ätiologie dieser Respirationstrakterkrankungen fiel auf, dass in der Gruppe der gedrenchten Kälber tendenziell häufiger eine Aspirationspneumonie bzw. eine Aspiration von Fruchtwasser diagnostiziert wurde (n = 9) als in der Kontrollgruppe (n = 5) (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). In der Gruppe der gedrenchten Kälber konnte etwa ein Fünftel (n = 2) der Fälle einer Aspirationspneumonie als Folge einer Schweregeburt gesehen werden. Auch in der Kontrollgruppe standen ein Fünftel (n = 1) der Aspirationspneumoniefälle im direkten Zusammenhang mit einer Schweregeburt.

Bezüglich der Schweregrade der Respirationstrakterkrankungen ergab sich folgende Verteilung: In etwa einem Viertel der Krankheitsfälle (24,3 %; n = 9) wurde eine hochgradige Lungenentzündung mit Dyspnoe diagnostiziert. Der große Anteil der Respirationstrakterkrankungen verlief jedoch mild (75,7 %; n = 28). Diesbezüglich konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test). Nur fünf gedrenchte Kälber und vier betriebsüblich getränkte Kälber entwickelten eine hochgradige Pneumonie.

◆ Trinkschwäche

Die Diagnose „Trinkschwäche“ wurde bei durchschnittlich 18,3 % (n = 48) aller Kälber mindestens einmal innerhalb des Versuchszeitraumes gestellt. Es existierten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Häufigkeit der Diagnose „Trinkschwäche“ zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe (Chi-Quadrat-Test). Die Krankheit „Trinkschwäche“ kann ätiologisch in primäre und sekundäre Trinkschwäche gegliedert werden. Etwa drei Fünftel (60,5 %; n = 29) der an Trinkschwäche erkrankten Kälber zeigten schlechtes Trinkverhalten in Folge einer Primärkrankheit (sekundäre Trinkschwäche). Bei etwa zwei Fünftel (41,7 %; n = 20) der erkrankten Probanden wurde eine primäre Trinkschwäche diagnostiziert. Ein gedrenchtes Kalb entwickelte beide Formen der Trinkschwäche. Es wurde erwartet, dass bei gedrenchten Kälbern häufiger eine primäre Trinkschwäche diagnostiziert werden würde als in der Kontrollgruppe, da laut der Aussagen von Tierbesitzern gedrenchte Probanden des Öfteren die zweite bis vierte Mahlzeit post natum schlecht getrunken hatten. Jedoch konnten bezüglich der Häufigkeit von primärer oder sekundärer Trinkschwäche keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Tabelle 18 gibt einen Überblick über die Häufigkeit der Diagnose „Trinkschwäche“.

Tabelle 18: Häufigkeit (%) der Diagnose „Trinkschwäche“ bei gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern.

Diagnose	gedrencht (n = 125)	betriebsüblich (n = 137)
Trinkschwäche (insg.)	19,2 % (n = 24)	17,5 % (n = 24)
prim. Trinkschwäche	8 % (n = 10)	7,3 % (n = 10)
sek. Trinkschwäche	12 % (n = 15)	10,2 % (n = 14)

◆ Nabelentzündung

15,3 % (n = 40) aller Probanden entwickelten eine Nabelentzündung. Bei 12,2 % (n = 32) aller Kälber wurde die Diagnose „Nabelentzündung“ pro Kalb nur einmal gestellt. Bei sieben Kälbern wurde jeweils zweimal eine Nabelentzündung diagnostiziert, wobei in allen sieben Fällen ein Rezidiv vorlag. Bei diesen Kälbern handelte es sich um vier gedrenchte und drei betriebsüblich getränkte Kälber. Bei einem saugeimergetränkten Kalb wurde dreimal eine Omphalitis diagnostiziert. Die meisten Probanden zeigten nur geringgradige Veränderungen im Bereich des Nabels. Die Diagnose „geringgradige Nabelentzündung“ wurde am häufigsten gestellt (12,2 %; n = 32). Von allen Probanden entwickelte nur ein betriebsüblich getränktes Kalb eine hochgradige Nabelentzündung. Tabelle 19 gibt einen Überblick über das Auftreten von Nabelentzündungen. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden bezüglich der Häufigkeit und der Schweregrade der Diagnose „Nabelentzündung“ keine signifikanten Unterschiede (Chi-Quadrat-Test).

Tabelle 19: Häufigkeit (%) der Diagnose „Nabelentzündung“ in der Versuchs- und Kontrollgruppe (es waren mehrere Diagnosen pro Kalb möglich).

Diagnose	gedrencht (n = 125)	betriebsüblich (n = 137)
Nabelentzündung (insg.)	15,2 % (n = 19)	15,3 % (n = 21)
ggr. Nabelentzündung	12,0 % (n = 15)	12,4 % (n = 17)
mgr. Nabelentzündung	3,2 % (n = 4)	5,8 % (n = 8)
hgr. Nabelentzündung	-	0,8 % (n = 1)

Vergleicht man die Anzahl der Kälber, die mehrere Krankheiten entwickelten, so konnte im Chi-Quadrat-Test kein signifikanter Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ermittelt werden. Während des Versuchszeitraumes konnte bei elf Kälbern Durchfallerkrankung in Kombination mit Respirationstrakterkrankung diagnostiziert werden. Zehn Kälber entwickelten Durchfall und Nabelentzündung, sechs Probanden entwickelten Respirationstrakterkrankung und Nabelentzündung und nur insgesamt zwei Kälber zeigten Durchfall-, Pneumonie- und Omphalitissymptome.

◆ Tierarztkosten und Therapien

Die durchschnittlichen Tierarztkosten betragen 7,87 Euro pro Kalb bei Berücksichtigung aller Probanden. In der Versuchsgruppe beliefen sich die durchschnittlichen Tierarztkosten auf 8,66 Euro pro Kalb (n = 125), betriebsüblich über einen Saugeimer getränkte Kälber verursachten 7,14 Euro Kosten pro Kalb (n = 137; Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Bei knapp drei Viertel (72,9 %; n = 191) aller Probanden entstanden keine Tierarztkosten. Gedrenchte Kälber verursachten tendenziell häufiger Tierarztkosten (29,6 %; n = 37) als Kälber aus der Kontrollgruppe (24,8 %; n = 34; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

Antibiotika und/oder Antiphlogistika wurden bei fast einem Viertel (22,9 %; n = 60) der Probanden verabreicht. In der Gruppe der mit Antibiotika und/oder Antiphlogistika behandelten Kälber mussten acht Probanden zweimalig und zwei Kälber dreimalig vom Tierarzt therapiert werden. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bestanden bezüglich der Häufigkeit der Anwendung von Antibiotika und/oder Antiphlogistika keine signifikanten Unterschiede (Chi-Quadrat-Test). Präparate zur Behandlung der Trinkschwäche des Kalbes (Glukokortikoide, Vitaminpräparate und Benzodiazepine) wurden in der Versuchsgruppe geringgradig häufiger (7,2 %; n = 9) eingesetzt als in der Kontrollgruppe (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). Auch der Einsatz von 10 l Dauertropfinfusionen erfolgte in der Gruppe der gedrenchten Kälber häufiger (4,8 %; n = 6) als in der Gruppe der betriebsüblich getränkten Kälber (2,9 %; n = 4), jedoch bestanden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede (Chi-Quadrat-Test).

Bezüglich der Therapien durch die Tierbesitzer ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe (Chi-Quadrat-Test). Der Calf drencher wurde von den Tierbesitzern bei 5 % (n = 13) aller Probanden nicht nur zur einmaligen Verabreichung von Kolostrum verwendet, sondern auch außerplanmäßig therapeutisch eingesetzt.

3.2.8 Retrospektive Beurteilung durch die Tierbesitzer

Am 14. Tag post natum wurde eine retrospektive Befragung der Tierbesitzer über den Gesundheitszustand der Probanden während der vergangenen zwei Wochen durchgeführt. Gedrenchte und betriebsüblich über einen Saugeimer getränkte Kälber wurden von den Tierbesitzern annähernd gleich bewertet und es waren keine signifikanten Unterschiede im Gesundheitszustand zu beobachten. Gedrenchte Kälber erzielten im Fragebogen für die Tierbesitzer durchschnittlich $10,0 \pm 2,522$ Punkte bei maximal erreichbaren 12 Punkten und Kälber der Kontrollgruppe wurden mit durchschnittlich $10,1 \pm 2,552$ Punkten bewertet (Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Bei mehr als 90 % der gedrenchten und saugeimergetränkten Kälber konnten die Tierbesitzer keine Krankheit des Respirationstraktes, des Nabels oder ein gestörtes Allgemeinbefinden feststellen. Aus der Sicht des Tierarztes war die Inzidenz von Respirationstrakterkrankungen (14,1 %; n = 37) und Nabelentzündungen (15,3 %; n = 40) jedoch höher.

Die Tierbesitzer beobachteten bei 38,9 % (n = 102) aller Probanden Durchfallssymptome und diagnostizierten diese Erkrankung somit häufiger als der Tierarzt (32,4 %; n = 85). Jedoch stimmten 76,7 % (n = 201) der Diagnosen zwischen Tierarzt und Landwirt bezüglich der Frage, ob Durchfall aufgetreten war oder nicht, überein.

Wie nach den Erfahrungen der ersten Tränken post natum zu erwarten war, beurteilten die Tierbesitzer das Trinkverhalten der gedrenchten Kälber in der Retrospektive tendenziell schlechter als das Trinkverhalten der betriebsüblich getränkten Kälber. Nur 74,4 % (n = 93) der gedrenchten Kälber zeigten ein ungestörtes Trinkverhalten, jedoch 82,5 % (n = 113) der saugeimergetränkten Probanden (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

3.2.9 “Failure of passive transfer” bei Kälbern

3.2.9.1 Allgemeines

Im Feldversuch konnte bei 26 % (n = 67) aller Probanden eine unzureichende Immunglobulinkonzentration im Serum festgestellt werden. Wie bereits zuvor erläutert, existierten signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe der gedrenchten Kälber und der Gruppe der betriebsüblich getränkten Kälber. Während 32,1 % (n = 43) der betriebsüblich getränkten Kälber einen fpt aufwiesen, zeigten nur 19,4 % (n = 24) der gedrenchten Kälber einen mangelhaften passiven Transfer an Immunglobulinen (Chi-Quadrat-Test signifikant). Betrachtet man die Häufigkeit des Auftretens von fpt auf **Betriebsebene**, so lässt sich eine starke Variation zwischen den Betrieben erkennen (Chi-Quadrat-Test signifikant). In einem Drittel der Betriebe (n = 5) konnte bei mehr als 35 % der Kälber ein fpt nachgewiesen werden.

Im Folgenden werden Kälber, bei denen ein „failure of passive transfer“ nachgewiesen wurde, mit Kälbern verglichen, die eine ausreichende Immunglobulinkonzentration im Serum besaßen. Zwischen diesen beiden Gruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der **Rassezugehörigkeit**, jedoch besaßen **männliche Kälber** tendenziell häufiger einen fpt (30,8 %; n = 32) als weibliche Kälber (22,4 %; n = 32; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). Auch hinsichtlich der Häufigkeit des Einsatzes von **Muttertiervakzinen** bestand zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied (Chi-Quadrat-Test). Es fiel auf, dass bei einem großen Prozentsatz der Kälber von Erstkalbenden (32,5 %; n = 26) ein fpt nachgewiesen werden konnte. Hingegen konnte bei Kälbern von Mutterkühen mit zwei oder mehr **Laktationen** nur bei 23,5 % (n = 39) ein fpt festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

Hinsichtlich des **Zeitpunktes der ersten Kolostrumtränke** ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Kälbern mit einem „failure of passive transfer“ und Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen im Serum (Mann-Whitney-U-Test). Probanden mit unzureichenden Serumimmunglobulinkonzentrationen hatten signifikant später ihre erste Kolostrumtränke erhalten (ca. 3,2 Stunden post natum) als die Vergleichsgruppe, in welcher die Kälber durchschnittlich zwei Stunden nach der Geburt erstmalig getränkt wurden.

Abbildung 3 gibt diese Ergebnisse aus einem anderen Blickwinkel wieder und zeigt die Anzahl an fpt-Kälbern und Kälbern ohne fpt bei verschiedenen Zeitpunkten der ersten Kolostrumtränke post natum (Chi-Quadrat-Test signifikant).

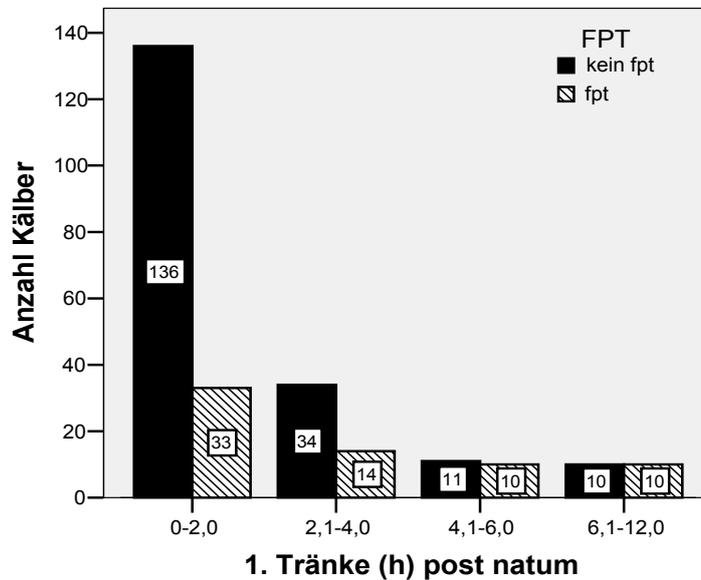


Abbildung 3: Anzahl an Kälbern mit und ohne fpt bei verschiedenen Zeitpunkten der ersten Tränke post natum (h).

Hinsichtlich des insgesamt aufgenommenen **Kolostrumvolumens** innerhalb der ersten 12 Stunden post natum und der Häufigkeit eines „failure of passive transfer“ ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede im Chi-Quadrat-Test. Kälber, die in den ersten 12 Stunden post natum nur bis zu 2 l Kolostrum aufgenommen hatten (n = 53), besaßen den größten Anteil an fpt-Kälbern in ihren Reihen (n = 26).

Abbildung 4 zeigt die Anteile an fpt-Kälbern und Kälbern ohne fpt bei Aufnahme verschieden großer Kolostrumvolumina innerhalb der ersten 12 Stunden post natum.

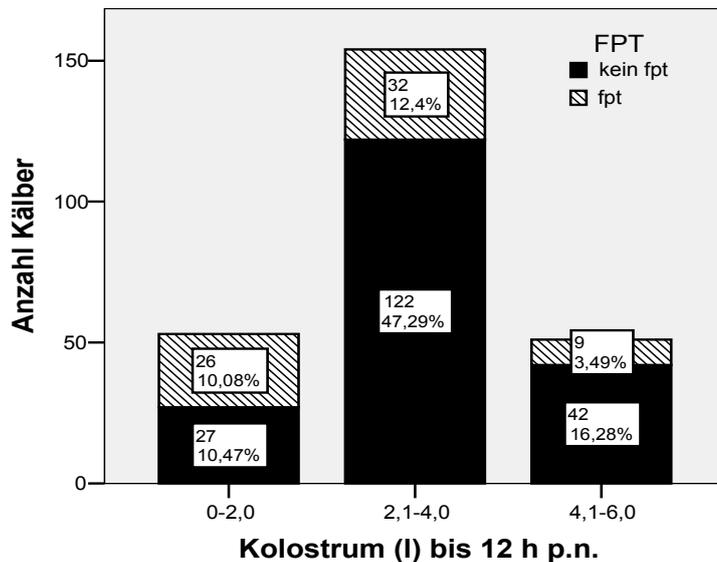


Abbildung 4: Anzahl an fpt-Kälbern und Kälbern ohne fpt bei Aufnahme unterschiedlicher Kolostrumvolumina (l) innerhalb der ersten 12 Stunden post natum..

3.2.9.2 Einfluss auf den Gesundheitszustand

◆ Körpermassenentwicklung

Am 14. Tag post natum wurde im Rahmen einer Abschlussuntersuchung die Körpermassenzunahme der Kälber ermittelt. Diese abschließende Messung erbrachte signifikante Ergebnisse (Chi-Quadrat-Test). Fast jedes fünfte fpt-Kalb (18 %; n = 11) hatte während dieser ersten zwei Lebenswochen keine Zunahme zu verzeichnen, sondern an Körpermasse verloren. Hingegen hatten nur 3,3 % (n = 6) der Kälber mit einem ausreichenden passiven Immunglobulintransfer an Körpermasse verloren. Somit war das relative Risiko (RR) für Kälber mit einem nachgewiesenen fpt, an Körpermasse während der ersten zwei Lebenswochen zu verlieren, 5,41 (2,30 – 12,73) mal so hoch wie für Kälber mit einem ausreichenden passiven Transfer von Immunglobulinen.

Die durchschnittliche Tageszunahme unterschied sich dementsprechend ebenfalls signifikant (t-Test). Kälber mit hohem Immunglobulinspiegel nahmen $0,43 \pm 0,29$ kg pro Tag zu; Kälber mit einem „failure of passive transfer“ nur $0,28 \pm 0,30$ kg pro Tag, was einer Reduktion um 0,15 kg entsprach.

◆ **Klinische Untersuchung (zweiter Tag post natum)**

In der klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum erzielten Probanden mit ausreichenden Serumimmunglobulinwerten eine signifikant höhere durchschnittliche Gesamtpunktzahl ($19,3 \pm 1,541$) als fpt-Kälber ($19,1 \pm 1,474$; Mann-Whitney-U-Test signifikant). Jedoch blieben die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gering. Bei der Beurteilung des Allgemeinbefindens, des Hauturgors, der Bulbi, des Trinkverhaltens, des Nabels, des Respirationstraktes und der Körpertemperatur konnten bei der ersten klinischen Untersuchung keine signifikanten Unterschiede im Mann-Whitney-U-Test zwischen fpt-Kälbern und Kälbern mit ausreichend Serumimmunglobulinen festgestellt werden. Die niedrigere Gesamtpunktzahl der fpt-Kälber entstand durch signifikant geringere Werte bei der Beurteilung des Digestionstraktes ($p = 0,018$). Kälber mit ausreichend Immunglobulinen erreichten durchschnittlich $2,9 \pm 0,561$ Punkte bei der Beurteilung des Digestionstraktes. Fpt-Kälber erreichten hingegen nur $2,7 \pm 0,670$ Punkte.

Während nur 7,3 % ($n = 14$) der ausreichend mit Immunglobulin versorgten Kälber durchfallartige Abweichungen in der Kotkonsistenz aufwiesen, zeigten 17,9 % ($n = 12$) der fpt-Kälber Kotkonsistenzveränderungen (Chi-Quadrat-Test signifikant). Statistisch (RR) entwickelten fpt-Kälber am zweiten Tag post natum 2,44 ($1,23 - 6,17$) mal so häufig eine durchfallartige Kotkonsistenz wie Kälber mit ausreichend Immunglobulinen im Serum.

◆ **Klinische Untersuchung (14. Tag post natum)**

In der Abschlussuntersuchung am 14. Tag post natum konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Gesamtpunktzahl zwischen fpt-Kälbern ($19,0 \pm 2,631$) und Kälbern ohne fpt ($19,2 \pm 1,843$) festgestellt werden. Signifikante Unterschiede ergaben sich jedoch bei der Bewertung des Parameters „Nabel“. Fpt-Kälber ($n = 67$) erreichten bei der Beurteilung des Nabels durchschnittlich $2,7 \pm 0,598$ Punkte. Kälber ohne einen fpt ($n = 191$) erzielten hingegen $2,9 \pm 0,386$ Punkte (Mann-Whitney-U-Test signifikant).

Die Veränderungen im Nabelbereich waren jedoch in beiden Gruppen größtenteils geringgradiger Art. Im Falle der Kälber ohne einen „failure of passive transfer“ waren dies 69,2 % ($n = 9$) der Nabelentzündungen. Auch 80 % ($n = 12$) der Nabelentzündungen bei fpt-Kälbern bestanden aus geringgradig derben bis zweifingerstarken und geringgradig druckempfindlichen Veränderungen.

Die klinische Untersuchung des Allgemeinbefindens, des Hautturgors, der Bulbi, des Trinkverhaltens, der Körpertemperatur, des Respirations- und des Digestionstraktes erbrachte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. In vielen Gesichtspunkten wurden mehr als 90 % der Kälber mit der Maximalpunktzahl bewertet.

Eine zusätzliche dritte klinische Untersuchung innerhalb der ersten beiden Lebenswochen wurde bei 18,8 % (n = 36) der Kälber ohne einen fpt und bei 9,0 % (n = 6) der fpt-Kälber vorgenommen. Bei fpt-Kälbern wurden somit tendenziell weniger Tierarztbesuche durchgeführt. Fpt-Kälber erzielten durchschnittlich $15,5 \pm 4,278$ Gesamtpunkte und Kälber mit ausreichend Immunglobulinen $15,1 \pm 3,338$ Punkte (Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant).

◆ Diagnosen

Betrachtet man die Häufigkeiten der vom Tierarzt gestellten Diagnosen, so ergibt sich folgendes Bild: Die mit Abstand am häufigsten diagnostizierte Erkrankung sowohl bei fpt-Kälbern als auch in der Vergleichsgruppe war die Neugeborenenendiarrhoe. In beiden Gruppen wurde bei fast jedem dritten Kalb „Durchfall“ mindestens einmal bei den klinischen Untersuchungen diagnostiziert. 34,4 % (n = 23) der fpt-Kälber entwickelten Durchfall und 31,5 % (n = 60) der Vergleichskälber. Die Unterschiede, auch bezüglich der Schweregrade der Durchfallerkrankungen, waren nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test).

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangt man bei der Betrachtung von Respirationstrakterkrankungen. Auch hier konnte zwischen den beiden Gruppen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test). 13,4 % (n = 9) der fpt-Kälber erkrankten an einer Infektion der Atemwege und 14,7 % (n = 28) der Kälber mit hohem Immunglobulinspiegel.

Die „Trinkschwäche“ wurde bei 14,9 % (n = 10) der fpt-Kälber diagnostiziert und bei 19,4 % (n = 37) der Kälber mit ausreichend Serumimmunglobulinen, wobei keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten.

Wie bereits die Ergebnisse aus der klinischen Abschlussuntersuchung vermuten ließen, so wurde die Diagnose „Nabelentzündung“ bei fpt-Kälbern signifikant häufiger gestellt (Chi-Quadrat-Test). Bei 23,9 % (n = 16) der fpt-Kälber wurde mindestens einmal bei einer klinischen Untersuchung eine Nabelentzündung diagnostiziert. Dem gegenüber entwickelten nur 12,1 % (n = 23) der Kälber mit hohem Serum-IgG-Spiegel eine Nabelentzündung.

In beiden Gruppen erkrankten die Kälber am häufigsten an der milden Form der Nabelentzündung. Fpt-Kälber entwickelten somit 1,98 (1,11 – 3,53) mal häufiger eine Nabelentzündung als ausreichend mit Immunglobulinen versorgte Kälber (RR).

◆ Tierarzkosten und Therapien

Die Tierarzkosten unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen (Mann-Whitney-U-Test). Fpt-Kälber verursachten durchschnittliche Kosten von 7,24 Euro pro Kalb und für ein Kalb aus der Vergleichsgruppe mussten durchschnittlich 8,15 Euro an Behandlungskosten ausgegeben werden.

Ein ähnliches Bild ergab die Auswertung der durchgeführten tierärztlichen Therapien. Zwischen fpt-Kälbern und Kälbern mit hohem IgG-Spiegel konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test). Dauertropfinfusionen erhielten von den fpt-Kälbern 3,0 % (n = 8) und 4,2 % (n = 8) der Kälber aus der Vergleichsgruppe. Präparate zur Behandlung der Trinkschwäche wurden bei Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen tendenziell häufiger eingesetzt (6,8 %; n = 13) als bei Kälbern mit einem „failure of passive transfer“ (3,0 %; n = 2; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant).

Ähnliche Ergebnisse lieferte die Auswertung der Therapien durch die Tierbesitzer. Statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test). Etwa jedes vierte Kalb in beiden Gruppen erhielt während des zweiwöchigen Versuches mindestens einmal eine Elektrolyttränke (25,6 %; n = 66). Eine wiederholte Zwangstränke, die nicht der Versorgung mit Erstgemelkskolostrum diente, wurde vom Tierbesitzer bei 4,7 % (n = 9) der Kälber mit hohem Immunglobulinspiegel und bei 4,5 % (n = 3) der fpt-Kälber durchgeführt.

◆ Retrospektive Beurteilung

Bei der retrospektiven Beurteilung der Kälber erzielten fpt-Kälber (n = 67) eine durchschnittliche Gesamtpunktzahl von $10,3 \pm 2,194$ Punkten und Kälber aus der Vergleichsgruppe (n = 191) durchschnittlich $10,0 \pm 2,607$ Punkte (Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Auch die Tierbesitzer beurteilten fpt-Kälber in Bezug auf Nabelentzündungen tendenziell schlechter als Kälber mit einem hohen Serum-IgG-Spiegel. Die Tierbesitzer beobachteten bei 10,4 % (n = 7) der fpt-Kälber eine Nabelentzündung. Bei Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen erkannten die Landwirte nur bei 5,2 % (n = 10) entzündliche Veränderungen am Nabel. Das Trinkverhalten der Kälber unterschied sich nach

Ansicht der Tierbesitzer nicht wesentlich. 16,4 % der Kälber mit einem „failure of passive transfer“ (n = 11) zeigten ein länger als einen Tag anhaltendes schlechtes Trinkverhalten. In der Vergleichsgruppe waren es 16,2 % (n = 31; Chi-Quadrat-Test nicht signifikant). Die Tierbesitzer bewerteten fpt-Kälber und Kälber mit ausreichend Immunglobulinen bezüglich des Allgemeinbefindens, des Respirationstraktes und des Auftretens von Durchfall ähnlich. In diesen Bereichen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Chi-Quadrat-Test).

4 Diskussion

4.1 Material und Methodik

4.1.1 Versuchsanordnung

Um der Fragestellung der Dissertation gerecht zu werden, ob durch das einmalige Drenchen von Kolostrum gesündere Kälber erzielt werden können, sollte die Technik des Drenchens mit der jeweiligen betriebsüblichen Verabreichung von Kolostrum verglichen werden. Aus diesem Grund wurden als Kontrollgruppe Kälber in den Versuch aufgenommen, welche das erste Kolostrum post natum auf betriebsübliche Art und Weise vom Tierbesitzer erhielten, ohne dass dem Tierbesitzer Vorgaben sowohl über den Zeitpunkt der ersten Tränke post natum, das Kolostrumvolumen als auch über die Tränketchnik gemacht wurden. Kälber aus der Kontrollgruppe durften jedoch nicht bei der ersten Tränke post natum gedrencht sein. Allerdings konnte nicht ausgeschlossen werden, dass durch die Informationsveranstaltung und durch Gespräche während der Versuchsdurchführung eine Sensibilisierung der Tierbesitzer für die Bedeutung der Kolostrumversorgung eingetreten war. Aus diesem Grund konnte es möglich sein, dass sich mit dem Beginn des Versuchsvorhabens die Kolostrumversorgung geändert hatte und Kälber der Kontrollgruppe eine bessere Kolostrumversorgung erhielten als bisher im Bestand üblich.

Die Kälber in der Versuchsgruppe erhielten das erste Kolostrum post natum über einen Calf drencher verabreicht. Hierbei wurden die Kälber mit jeweils 3 l Kolostrum zwangsgetränkt. Größere Volumina wären aufgrund verschiedener Veröffentlichungen (BESSER et al., 1991; MORIN et al., 1997; JASTER, 2005) ebenfalls sinnvoll gewesen, jedoch musste auch auf Bedenken der Tierbesitzer Rücksicht genommen werden. Abgesehen davon, dass viele handelsübliche Calf drencher keine größeren Fassungsvermögen besitzen und der Vorgang der Zwangstränke bei Verwendung größerer Volumina verlängert oder gar wiederholt werden müsste, äußerten viele Tierbesitzer ihre Sorge, vor allem wertvolle Zucht- und Mastkälber aufgrund der Gefahr von Aspirationspneumonien oder Verdauungsstörungen mit größeren Volumina (z.B. 4 l) zu drenchen. Die Ergebnisse von MORIN et al. (1997) zeigten jedoch,

dass diese Sorge der Tierbesitzer unbegründet erschien. Kälber, die bei der ersten Tränke post natum 4 l Kolostrum über eine Saugflasche oder einen Calf drencher erhielten, entwickelten keine gastrointestinalen Störungen oder Störungen des Allgemeinzustandes als Reaktion auf dieses einmalig verabreichte große Kolostrumvolumen.

Da die Tierbesitzer nach einer Instruktion durch den Tierarzt das Drenchen der Kälber selbständig durchführten und zum Teil von starker Gegenwehr der Kälber bei der Zwangstränke berichtet wurde, sollte der Vorgang des Drenchens jedoch so kurz und schonend wie möglich durchgeführt werden.

BESSER et al. (1991) sahen immer noch Vorteile gegenüber anderen Tränkemethoden, wenn Kälber nur mit 3 l Kolostrum gedrencht wurden. Aus diesem Grund wurden in der vorliegenden Arbeit ebenfalls 3 l Kolostrum als zu drenchendes Volumen gewählt.

Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum wurde den Tierbesitzern auch in der Versuchsgruppe nicht vorgeschrieben. Es wurde jedoch auf den Vorteil einer frühen Kolostrumtränke hingewiesen. Während in anderen Studien (MORIN et al., 1997; JASTER, 2005) die erste Kolostrumtränke post natum zu einem festen Zeitpunkt durchgeführt wurde, sollte im vorliegenden Versuch die Bereitschaft der Tierbesitzer, die Kälber möglichst früh mit Kolostrum zu drenchen, unter Feldbedingungen überprüft werden.

Da in neueren Studien (BESSER et al., 1991; HEYN, 2002; JASTER, 2005) die Blutprobenentnahme zur Bestimmung der Serum-IgG-Konzentration in vielen Fällen etwa 48 Stunden nach der Geburt des Kalbes erfolgte und Studien existieren, die von einer Absorptionsfähigkeit für kolostrale Immunglobuline bis zu 36 Stunden post natum berichten (STOTT et al., 1979a), sollte auch in der vorliegenden Arbeit die Blutprobenentnahme am zweiten Tag post natum durchgeführt werden.

4.1.2 Einschlusskriterien

Um gleiche Umweltbedingungen zu gewährleisten, wurden die neugeborenen Kälber vom jeweiligen Tierbesitzer in alternierender Reihenfolge in die Versuchs- oder Kontrollgruppe eingeteilt. Hierbei wurde das alternierende Einteilungssystem in manchen Fällen vom Tierbesitzer nicht eingehalten, was vom Doktoranden jedoch nicht verhindert werden konnte. Die Gründe für Abweichungen im Einteilungssystem wurden dokumentiert und es erfolgte unter bestimmten Voraussetzungen ein Ausschluss von Probanden von der Ergebnisauswertung. So wurden die Ergebnisse von zehn Kälbern, die der Kontrollgruppe

zugeteilt waren, jedoch nach der Geburt nicht trinken wollten und aus diesem Grund gedrencht wurden, bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Das Verhalten der Landwirte war verständlich, da die Kolostrumversorgung dieser Kälber sichergestellt werden musste. Diese Vorgehensweise wird auch von RADEMACHER (2003) unterstützt. Jedoch berichteten SCHULZ et al. (1997) von höheren prospektiven Erkrankungswahrscheinlichkeiten bei Kälbern, deren Saugfrequenz und -intensität unmittelbar post natum deutlich vermindert war. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass bei postnatalen Saug- und Trinkstörungen in vielen Fällen eine Neugeborenenhypoxie vorliegt, welche sich nachteilig auf die Serumimmunglobulinkonzentration auswirken kann (WEAVER et al., 2000). Da diese Kälber somit schlechtere Voraussetzungen bei Beginn des Versuches hatten, wurden sie bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Aus denselben Gründen wurden Kälber mit erkennbaren Missbildungen sowie Anzeichen einer klinischen Unreife oder Untergewicht (<35 kg) bei der ersten klinischen Untersuchung vom Versuch ausgeschlossen.

Die Tierbesitzer waren angehalten, auf arrhythmische Atmung bei neugeborenen Kälbern und auf schwache oder fehlende Kopfreaktion bei Kaltwasserguss als Anzeichen einer „Lebensschwäche“ zu achten. Bei der ersten klinischen Untersuchung der Kälber durch den Doktoranden wurden diese Beobachtungen erfragt. Kälber, die entsprechende Symptome zeigten, wurden aufgrund der Gefahr eines Vorliegens einer Asphyxie und aufgrund der Beobachtungen von RIEDL et al. (2004) nicht in die Untersuchung aufgenommen.

Sieben in die Versuchsgruppe eingeteilte Kälber, deren Mutterkühe deutlich weniger als 3 l Kolostrum gaben und die aus diesem Grund vom Tierbesitzer über einen Saugemimer getränkt wurden, sind ebenfalls von der Auswertung ausgeschlossen worden, da sich das sehr geringe Kolostrumvolumen nachteilig auf die Serumimmunglobulinkonzentration (STOTT et al., 1979c) und im Folgenden auf den Gesundheitszustand ausgewirkt haben könnte. Die Tierbesitzer wollten derartig geringe Volumina an Kolostrum nicht über einen Calf drencher verabreichen. Die Einbeziehung dieser Kälber hätte Nachteile für die Kontrollgruppe bedeutet.

4.1.3 Erhebung der Auswertungskriterien

◆ Vorberichtliche Angaben

Die Ergebnisse für die Kriterien „Geburtszeitpunkt des Kalbes“, „Anzahl der Laktationen der Mutterkuh“, „Mutterschutzimpfung“, „Geburtshilfe“ und „Zeitpunkte und aufgenommene Volumina der ersten vier Kolostralmilchtränken post natum“ basierten allein auf Angaben der Tierbesitzer im Rahmen eines der klinischen Untersuchung folgenden Gespräches. Dabei ist zu beachten, dass die Aussagen sehr stark von der Auskunftsbereitschaft und der Ehrlichkeit des jeweiligen Tierbesitzers abhängen. Es muss jedoch erwähnt werden, dass das Interesse der teilnehmenden Landwirte und in besonderem Maße der Junglandwirte an einer sorgfältigen Durchführung des Versuches sehr stark war. Vor allem die Junglandwirte zeigten große Einsatzbereitschaft und detailliertes Fachwissen, weshalb die Angaben als für einen Feldversuch relativ genau angesehen werden können.

◆ Befunde der klinischen Untersuchung

Der Doktorand führte alle klinischen Untersuchungen eigenständig durch. Eine gewisse Subjektivität der Ergebnisse ist unumgänglich. Diese wurde jedoch durch die Verwendung eines modifizierten Punkteschemas nach BEYER (1988) minimiert. Dem Doktoranden war zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung nicht bekannt, ob das jeweilige Kalb zur Versuchs- oder Kontrollgruppe gehörte. Die Ergebnisse der Bestimmung der Serumimmunglobulinkonzentration erhielt der Doktorand erst jeweils nach Ablauf des vierzehntägigen Versuchszeitraumes. Aufgrund der Mitteilungsbereitschaft der Tierbesitzer und aufgrund des anamnestischen Gespräches im Anschluss an die erste klinische Untersuchung war es jedoch nicht zu verhindern, dass zum Zeitpunkt etwaiger Nachuntersuchungen und der Abschlussuntersuchung in gewissen Fällen eine Gruppenzugehörigkeit bekannt war. Dies sollte jedoch aufgrund einer Unvoreingenommenheit des Doktoranden gegenüber bestimmter Tränketekniken nicht zu Ungenauigkeiten geführt haben.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Passiver Transfer von Immunglobulinen

◆ IgG-Konzentration im Serum der Kälber

In dieser Studie wurden die Serum-IgG-Konzentrationen am zweiten Tag post natum gemessen. Da die präkolostralen Immunglobulinkonzentrationen im Serum der Kälber (0,15 g IgG₁/l und 0,06 g IgG₂/l) aufgrund einer schwachen endogenen Produktionsrate im allgemeinen sehr gering sind (ERHARD et al., 1999), können die ermittelten IgG-Werte am zweiten Tag post natum auf die Absorption maternaler Antikörper aus dem Kolostrum zurückgeführt werden. Die Blutentnahme erfolgte bei den Kälbern dieser Studie im Durchschnitt 54 Stunden post natum. Gedrenchte Kälber wiesen dabei einen mittleren IgG-Gehalt im Serum von 19,04 g/l und betriebsüblich über einen Saugeimer getränkte Kälber von 17,16 g/l auf. Die Unterschiede waren nicht signifikant. Die Konzentrationen lagen damit meist im mittleren Bereich der in der Literatur angegebenen Werte (siehe Tabelle 1).

Es muss jedoch beachtet werden, dass die in den Studien genannten Ergebnisse nicht direkt mit einander vergleichbar sind, da die Ausgangsvoraussetzungen, z.B. Tränketechnik, Zeitpunkt und Menge der ersten Kolostrumtränke oder die Kolostrumqualität stark variieren. Des Weiteren können sowohl verschiedene Zeitpunkte der Blutentnahme post natum als auch verschiedene Nachweismethoden zu unterschiedlichen Angaben über die Serumimmunglobulinkonzentration führen. Zum Beispiel soll durch die Verwendung der einfachen radialen Immundiffusion als Messmethode ein zu hoher Gehalt an Immunglobulinen im Serum vorgetäuscht werden (HEYN, 2002).

In der vorliegenden Arbeit wurde die Technik des Drenchens mit der betriebsüblichen Verabreichung von Kolostrum über einen Saugeimer verglichen. Ähnliche Vergleiche zogen auch BESSER et al. (1991) und HEYN (2002).

Die in der vorliegenden Arbeit gemessene durchschnittliche Serumimmunglobulinkonzentration der gedrenchten Kälber lag im Bereich der Ergebnisse von BESSER et al. (1991). Die Autoren verabreichten 2,84 l gepooltes Kolostrum über einen Calf Drencher. Dieses Volumen entsprach annähernd dem Kolostrumvolumen (3 l), welches in der vorliegenden Studie der Versuchsgruppe zwangsgetränkt wurde, was die ähnlichen Serum-IgG-Spiegel erklären könnte. Jedoch muss beachtet werden, dass die Serum-IgG-

Konzentration noch von vielen weiteren Faktoren abhängig ist (WEAVER et al., 2000). So besitzt vor allem die kolostrale Immunglobulinkonzentration einen großen Einfluss auf den IgG-Spiegel im Serum des Kalbes, was beispielsweise die Studie von JASTER (2005) verdeutlichte. Da in der vorliegenden Arbeit der IgG-Gehalt im verabreichten Kolostrum nicht bestimmt wurde, kann man über Gemeinsamkeiten bezüglich der kolostralen Immunglobulinkonzentration zwischen der Studie von BESSER et al. (1991) und der vorliegenden Arbeit nur spekulieren. Wann das erste Kolostrum bei BESSER et al. (1991) nach der Geburt des Kalbes zwangsgetränkt wurde, ging aus der Studie nicht genau hervor. Aus diesem Grund können die Ergebnisse der beiden Arbeiten bezüglich dieses Aspektes nicht verglichen werden.

Betrachtet man das durchschnittliche Kolostrumvolumen (2,05 l), welches Kälber der Kontrollgruppe bei der ersten Tränke post natum über einen Saugeimer aufgenommen haben, mit dem über eine Saugflasche verabreichten Kolostrumvolumen (1,9 l) in der Studie von BESSER et al. (1991), so fallen auch hier gewisse Übereinstimmungen auf. Die Serum-IgG-Konzentrationen der nicht gedrenchten Kälber unterscheiden sich bei Vergleich der beiden Studien ebenfalls nur geringgradig. Diese geringen Differenzen könnten durch Unterschiede im Zeitpunkt der ersten Tränke post natum entstanden sein. Die Kontrollgruppe erhielt in der vorliegenden Arbeit erst durchschnittlich 3,0 Stunden post natum das erste Kolostrum. BESSER et al. (1991) beschrieben in ihrem Versuch, dass die Kälber unmittelbar nachdem die Mutterkuh gemolken war, das erste Kolostrum über eine Saugflasche erhielten. Dies dürfte wesentlich früher als drei Stunden post natum der Fall gewesen sein. Da laut MATTE et al. (1982) Kälber, die zu einem früheren Zeitpunkt mit Kolostrum getränkt werden, signifikant höhere Serumimmunglobulinspiegel besitzen als Kälber, die später Kolostrum erhalten, wenn Kolostrum gleicher Qualität und gleichen Volumens getränkt wird, könnte diese Tatsache die geringgradig höhere Serum-IgG-Konzentration der Saugflaschenkälber in der Studie von BESSER et al. (1991) erklären.

Gemeinsam ist sowohl der vorliegenden Arbeit als auch der Studie von BESSER et al. (1991), dass bei alleiniger Betrachtung der durchschnittlichen Serum-IgG-Konzentrationen keine signifikanten Vorteile einer Zwangsstränkung gegenüber einer Verabreichung von Kolostrum über einen Saugeimer oder eine Saugflasche zu erkennen sind.

Diese Beobachtungen stehen jedoch im Widerspruch zu den Ergebnissen von HEYN (2002), welche einen signifikanten Vorteil in der Zwangsstränkung gegenüber der Saugeimertränke bezüglich der Serum-IgG-Spiegel verdeutlichen.

Obwohl in der vorliegenden Arbeit Kälber der Versuchsgruppe sowohl signifikant mehr Kolostrum (3 l) bei der ersten Tränke post natum erhielten als auch zu einem signifikant früheren Zeitpunkt post natum (1,7 h post natum) als Kälber der Kontrollgruppe (2,05 l; 3,0 h post natum), ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der durchschnittlichen Serum-IgG-Konzentration. Dies zeigt sich auch an den zwar signifikanten, jedoch nur schwach ausgeprägten Korrelationen zwischen dem aufgenommenen Kolostrumvolumen bei der ersten Tränke post natum und der Serumimmunglobulinkonzentration sowie dem Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum und der Serumimmunglobulinkonzentration.

Die Gründe für die nicht signifikant höhere Serum-IgG-Konzentration der gedrenchten Kälber im Vergleich zur Kontrollgruppe können vielfältig sein. Da die Immunglobulinkonzentration des verabreichten Kolostrums in der vorliegenden Arbeit nicht gemessen wurde, könnte es sein, dass die Gruppe der gedrenchten Kälber zufällig mit qualitativ schlechterem Kolostrum getränkt wurde als die Kontrollgruppe, was durch den alternierenden Versuchsaufbau jedoch vermieden werden sollte. Durch einen Vergleich der Anzahl der Laktationen der jeweiligen Mutterkühe konnte diese Vermutung jedoch nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigten im Gegenteil, dass der Anteil der Kälber, die von erstkalbenden Kühen abstammten, in der Kontrollgruppe zwar nicht signifikant, jedoch tendenziell höher war (34,6 %; n = 45) als in der Versuchsgruppe (29,2 %; n = 35). Da laut mehrerer Autoren (MULLER und ELLINGER, 1981; SCHMIDT, 1986) erstkalbende Kühe tendenziell geringere Konzentrationen der einzelnen Immunglobulinfraktionen im Kolostrum besitzen und die Laktationsanzahl laut MCMORRAN (2006) die Serum-IgG-Konzentration des Kalbes beeinflusst, kann es möglich sein, dass in der vorliegenden Studie die Kontrollgruppe qualitativ schlechteres Kolostrum erhielt als die Versuchsgruppe.

Des Weiteren ergab die Auswertung der Geburtsverläufe, dass in der Versuchsgruppe tendenziell ein größerer Anteil an Schweregeburten zu verzeichnen war. Diese Tatsache sollte sich jedoch nicht negativ auf die Serum-IgG-Konzentration der gedrenchten Kälber ausgewirkt haben. MCMORRAN (2006) konnte in einer neuen Studie keinen Zusammenhang zwischen dem Geburtsverlauf und dem IgG-Spiegel des Kalbes feststellen. Auch RIEDL et al. (2004) sahen keine Unterschiede im IgG-Spiegel zwischen spontan geborenen und mit Zughilfe entwickelten Kälbern.

Ein weiterer Grund für die geringen, nicht signifikanten Unterschiede in der Serum-IgG-Konzentration zwischen gedrenchten Kälbern und betriebsüblich getränkten Kälbern in der vorliegenden Studie könnte sein, dass das per Schlundsonde zugeführte Kolostrum erst in den Pansen fließt und nicht wie beim selbständigen Trinken am Saugeimer in den Labmagen,

wodurch die Immunglobuline möglicherweise erst verzögert den Dünndarm erreichen (ZAREMBA et al., 1984). Da die Absorptionsfähigkeit in den ersten Lebensstunden sehr schnell abnimmt, erklären die Autoren in einer eigenen Studie damit einen deutlich niedrigeren Immunglobulinspiegel bei gedrenchten Kälbern als im Vergleich zur freiwilligen Tränkeaufnahme.

Im Gegensatz zu den in der vorliegenden Studie gesammelten Ergebnissen und zu den Erkenntnissen von ZAREMBA et al. (1984) konnte HEYN (2002) bei Kälbern, die mit der Sonde getränkt wurden, deutlich höhere Serum-IgG-Konzentrationen nachweisen als bei der Saugeimertränke. Jedoch muss darauf hingewiesen werden, dass den sondengetränkten Kälbern ein wesentlich größeres Volumen an Kolostrum verabreicht wurde als den eimergetränkten Probanden. Sondengetränkte Kälber wurden in der Studie von HEYN (2002) in der Mehrzahl der Fälle mit 3,8 l Kolostrum bei der ersten Tränke post natum gedrencht und nahmen weitere 1,9 l bei der folgenden zweiten Tränke auf. Kälber, die über einen Saugeimer getränkt wurden nahmen bei der ersten Tränke post natum nur durchschnittlich 1,9 l Kolostrum auf sowie 2,3 l bei der zweiten Tränke. Diese Unterschiede im aufgenommenen Kolostrumvolumen könnten die signifikant höheren Serum-IgG-Konzentrationen der gedrenchten Kälber im Vergleich zu saugeimergetränkten Kälbern bei HEYN (2002) erklären. Dies würde auch mit den Ergebnissen von STOTT et al. (1979c) übereinstimmen, welche besagen, dass je größer das bei der Tränke aufgenommene Kolostrumvolumen ist, desto höher ist auch die Serum-IgG-Konzentration der Kälber.

Die Ergebnisse von HEYN (2002) zeigen auch, dass sich mit der schrittweisen Erhöhung des gedrenchten Kolostrumvolumens bei der ersten Tränke post natum die Vorteile einer Zwangstränkung gegenüber einer Saugeimertränke bezüglich des IgG-Spiegels immer deutlicher ausprägen. Da im vorliegenden Feldversuch in Absprache mit den Tierbesitzern lediglich 3 l Kolostrum gedrencht wurden, kann spekuliert werden, ob bei der Zwangstränkung größerer Volumina deutlichere Unterschiede im Serum-IgG-Gehalt erzielt worden wären.

◆ „Failure of passive transfer“

Gegenwärtig wird zum Vergleich der Immunglobulinversorgung von Kälbern in vielen Studien der „failure of passive transfer“ (fpt) als Bewertungsgrundlage herangezogen. BESSER und GAY (1994) werteten eine Unterschreitung von 10 g IgG /l Blut als fpt. Fpt ist keine Krankheit, sondern ein Zustand geringer Immunglobulin- oder Proteinkonzentration im Blut mit eventuellen Konsequenzen auf den Gesundheitszustand des Kalbes. Die Grenzwerte für einen fpt variieren in der Literatur und als direkte Folge davon ergeben sich auch unterschiedliche Angaben über die Häufigkeiten des Auftretens eines fpt. In der vorliegenden Studie konnte bei 19,4 % der gedrenchten Kälber und bei 32,1 % der über einen Saugemer getränkten Kälber ein fpt nachgewiesen werden. Die Unterschiede waren signifikant. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lagen zwischen denen von anderen Autoren festgestellten Häufigkeiten eines fpt. Tabelle 2 zeigt die in der Literatur angegebenen Grenzwerte und Häufigkeiten eines fpt bei Kälbern unter besonderer Berücksichtigung der Tränkemethode.

Auch bei Betrachtung der fpt-Häufigkeiten gilt, dass die publizierten Werte nicht vorbehaltlos vergleichbar sind, da unterschiedliche Grenzwerte angesetzt sowie verschiedene IgG-Messmethoden verwendet werden. Würde man, ähnlich der Studien von ERHARD et al. (2000) und HEYN (2002), auch in der vorliegenden Arbeit einen Grenzwert für einen fpt von < 8 g IgG/l Blut ansetzen, so besäßen nur noch 21,6 % (n = 29) der betriebsüblich getränkten Kälber einen „failure of passive transfer“ und 16,9 % (n = 21) der gedrenchten Kälber. Die Unterschiede wären nur noch tendenzieller Art aber nicht mehr signifikant (Chi-Quadrat-Test). Weshalb die Unterschiede in den ermittelten Häufigkeiten eines fpt zwischen der Studie von ERHARD et al. (2000) und der vorliegenden Arbeit so groß sind, kann nur vermutet werden. Eventuell trat bei den Tierbesitzern in der vorliegenden Arbeit eine Sensibilisierung für die Bedeutung der Kolostrumtränke auf, was zu einer allgemein besseren Kolostrumversorgung der Kälber führte.

Bei alleiniger Betrachtung der Serum-IgG-Konzentration konnte sowohl in der Studie von BESSER et al. (1991) als auch in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Unterschied zwischen gedrenchten und über eine Saugflasche oder Saugemer getränkten Kälbern festgestellt werden. Vergleicht man jedoch die Häufigkeiten eines fpt (Grenzwert < 10 g IgG/l Blut), so ergaben sich in beiden Arbeiten signifikante Vorteile für die Gruppe der zwangsgetränkten Kälber. BESSER et al. (1991) erklärten die geringere Häufigkeit eines fpt bei gedrenchten Kälbern mit der Tatsache, dass größere Volumina an Kolostrum mit einer höheren Wahrscheinlichkeit eine für das Kalb ausreichende Menge an Immunglobulinen

besitzen. Kälber sollten 100 g IgG₁ zur Verhinderung eines fpt aufnehmen. Jedoch enthalten laut BESSER et al. (1991) nur 36 % der 2 l Kolostrum diese benötigte Menge an IgG₁. Auch in der vorliegenden Arbeit nahmen die Kälber der Kontrollgruppe durchschnittlich nur 2,05 l Kolostrum bei der ersten Tränke post natum auf. Dies lässt vermuten, dass die Kälber der Kontrollgruppe bei der ersten Tränke post natum in vielen Fällen Kolostrum mit insgesamt zu wenig Immunglobulinen tranken. BESSER et al. (1991) berichteten, dass Proben von 3 - 4 l Kolostrum hingegen mit einer Wahrscheinlichkeit von 66 bzw. 85 % die ausreichende Menge an Immunglobulinen besitzen. Diese Beobachtungen zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit, bei saugeimergetränkten Kälbern einen fpt nachzuweisen, deutlich größer ist als bei gedrenchten Kälbern.

Bei Vergleich der vorliegenden Arbeit mit der Studie von HEYN (2002), unter Verwendung gleicher Grenzwerte für einen fpt, fällt auf, dass die Vorteile einer Zwangstränkung hinsichtlich der Häufigkeit eines fpt bei HEYN (2002) deutlicher ausgeprägt waren als in der vorliegenden Studie. Dies könnte daran liegen, dass bei HEYN (2002) die gedrenchten Kälber in der Mehrzahl der Fälle größere Volumina an Kolostrum erhielten als im vorliegenden Feldversuch. Den hohen Anteil an fpt-Kälbern in der Gruppe der saugeimergetränkten Kälber führte HEYN (2002) auf das geringe Volumen des aufgenommenen Kolostrums sowie auf die ungenügende IgG-Konzentration im getränkten Kolostrum zurück.

4.2.2 Gesundheitszustand der Kälber

Die bisherigen Beobachtungen zeigen, dass zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe bezüglich des Serumimmunglobulinspiegels nur tendenzielle Unterschiede zu erkennen sind, jedoch bei saugeimergetränkten Kälbern signifikant häufiger ein „failure of passive transfer“ festgestellt werden kann. Im Folgenden werden die Unterschiede im Gesundheitszustand zwischen den beiden unterschiedlich getränkten Gruppen beleuchtet.

◆ Körpermassenentwicklung

Die Körpermasse der Kälber zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung betrug in der vorliegenden Studie durchschnittlich 45,6 kg und lag somit deutlich über den in der Literatur angegebenen durchschnittlichen Geburtsgewichten von ca. 39 kg (ROBISON et al., 1988), ca. 38 kg (BAR-PELED et al., 1997), 40,3 kg (JOHANSON und BERGER, 2003) sowie NOCEK

et al. (1984), die von Körpermassen zwischen 41,0 kg und 43,6 kg bei Holsteinkälbern berichteten. Jedoch muss bedacht werden, dass in der vorliegenden Arbeit - es konnten keine Unterschiede bezüglich der Häufigkeit bestimmter Rassen zwischen Versuchsgruppe und Kontrollgruppe festgestellt werden - überwiegend Braunviehkälber und zu einem geringeren Anteil Holstein-, Fleckvieh- und Belgierkälber als Probanden dienten. Die Studien von ROBISON et al. (1988), BAR-PELED et al. (1997), JOHANSON und BERGER (2003), sowie NOCEK et al. (1984) befassten sich ausschließlich mit Holsteinkälbern, welche tendenziell geringere Körpermassen zum Geburtszeitpunkt aufweisen. Des Weiteren wurde die Körpermasse in der vorliegenden Arbeit erst durchschnittlich 54 Stunden nach der Geburt bestimmt. Dies könnten Gründe für Differenzen zwischen den Studien sein.

Bei Vergleich der durchschnittlichen täglichen Körpermassenzunahme konnte in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Die durchschnittliche tägliche Körpermassenzunahme pro Kalb betrug während des zweiwöchigen Versuchszeitraumes etwa 0,39 kg pro Tag. Tabelle 20 gibt einen Überblick über die in der Literatur zu findenden durchschnittlichen täglichen Körpermassenzunahmen.

*Tabelle 20: Durchschnittliche Körpermassenzunahme (kg/d) pro Kalb während verschiedener Versuchszeiträume (LW; Lebenswochen).
k.A.: keine Angabe*

Quelle	kg/d	Zeitraum	Tränketchnik
NOCEK et al. (1984)	0,45	5-45 d p.n.	Mutterkuhhaltung
	0,45-0,50	5-45 d p.n.	Saugflaschentränke
VIRTALA et al. (1996)	0,37	→ 4. LW	k.A.
BAR-PELED et al. (1997)	0,56	→ 6. LW	Eimertränke (Milchaustauscher)
	0,85	→ 6. LW	Mutterkuhhaltung (restriktive Tränke)
KROHN et al. (1999)	0,27	k.A.	Saugeimertränke
	0,53	k.A.	Saugeimertränke (Gegenwart der Mutterkuh)
	0,55	k.A.	Mutterkuhhaltung
KROHN (2001)	0,50 (0,18-0,86)	→ ca. 7. LW	Mutterkuhhaltung (freie Tränkeaufnahme)
	0,66	→ 8. LW	Mutterkuhhaltung (freie Tränkeaufnahme)
	0,75	→ 8. LW	Mutterkuhhaltung (restriktive Tränke)
	0,66	→ 8. LW	Eimertränke

Die in der Literatur zu findenden Angaben über die durchschnittlichen täglichen Körpermassenzunahmen lagen in den meisten Fällen über dem in der vorliegenden Arbeit gemessenen Wert.

Vergleiche zwischen den einzelnen Studien sind schwierig durchzuführen, da die Versuchsbedingungen und vor allem die Tränkemethoden und Tränkevolumina variieren. Die Veröffentlichungen von NOCEK et al. (1984), VIRTALA et al. (1996) und BAR-PELED et al. (1997) zeigen des Weiteren, dass die Länge des Versuchszeitraumes eine entscheidende Rolle spielt. Vor allem in den ersten Tagen post natum war die tägliche Körpermassenzunahme geringer als zu späteren Zeitpunkten, z.B. zur 6. Lebenswoche. In der Studie von NOCEK et al. (1984) zeigten die Kälber zwischen Tag 0 und Tag 4 post natum in den meisten Fällen sogar eine negative Körpermassenentwicklung. Betrachtet man nur die ersten zwei Lebenswochen der Kälber, so lag die tägliche Körpermassenzunahme der eimergetränkten Kälber bei BAR-PELED et al. (1997) im Bereich des in der vorliegenden Arbeit gemessenen Wertes.

Obwohl bei VIRTALA et al. (1996) die tägliche Körpermassenzunahme während der ersten vier Lebenswochen gemessen wurde, stimmten die Werte annähernd mit denen der vorliegenden Arbeit überein.

Auch die über einen Saugeimer getränkten Kälber in der Studie von KROHN et al. (1999) zeigten vergleichbare tägliche Körpermassenzunahmen wie die Kälber des vorliegenden Versuches. Überraschend war die Erkenntnis von KROHN et al. (1999), dass allein die Gegenwart der Mutterkuh positive Effekte auf die Körpermassenentwicklung besaß. Kälber, die in Gegenwart der Mutterkuh über einen Saugeimer getränkt wurden, zeigten höhere tägliche Körpermassenzunahmen als Kälber, die genauso getränkt, jedoch von der Mutterkuh getrennt gehalten wurden. Im Gegensatz zu den Erkenntnissen von NOCEK et al. (1984) war vielen Studien gemeinsam, dass Kälber in Mutterkuhhaltung höhere tägliche Körpermassenzunahmen erzielten als beispielsweise über einen Saugeimer getränkte Kälber. In der vorliegenden Arbeit wurden die Kälber in den meisten Fällen sofort nach der Geburt von der Mutter getrennt. Da die am Versuch teilnehmenden Betriebe keine Mutterkuhhaltung durchführten, konnte diese Haltungsform und Tränkemethode nicht mit der Saugeimertränke und Zwangstränke verglichen werden. Deshalb kann nur vermutet werden, dass unter anderem das Fehlen von sozialem Kontakt zwischen Kalb und Mutterkuh bei der Saugeimer- oder Zwangstränkung zu niedrigeren täglichen Körpermassenzunahmen im Vergleich zu anderen Studien führte.

Weitere Einflüsse auf die tägliche Körpermassenzunahme besitzen Kälberkrankheiten, da erkrankte Kälber die aufgenommenen Nährstoffe nicht allein für das Wachstum und die Entwicklung, sondern einen Teil davon zur Bekämpfung von Pathogenen sowie eventuell zur „Reparatur“ von körperlichen Schäden verwenden müssen (ROBISON et al., 1988). Diese Beobachtung erschwert es zusätzlich, Vergleiche zwischen den einzelnen Studien zu ziehen. So berichteten BAR-PELED et al. (1997) von einer sehr geringen Krankheitsinzidenz bei Kälbern in ihrem Versuch, nannten jedoch keine prozentualen Häufigkeiten. Auch ROBISON et al. (1988) machten keine Angaben über die Inzidenz von Kälberkrankheiten, lediglich die Kälbermortalität wurde veröffentlicht.

Die negativen Einflüsse der Neugeborenenendiarrhoe und einer Respirationstrakterkrankung auf die Körpermassenzunahme von Kälbern zeigten sich bereits in einem Versuchsaufbau von DONOVAN et al. (1998a). Auch VIRTALA et al. (1996) bestätigten die negativen Effekte von Respirationstrakterkrankungen auf die Körpermassenentwicklung. Übereinstimmend konnte auch in der vorliegenden Studie im Falle des Auftretens einer Neugeborenenendiarrhoe eine signifikante Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme festgestellt werden. Allerdings muss angemerkt werden, dass vor allem bei Bestimmung der Körpermasse in der akuten Phase der Erkrankung etwaige Dehydratationen der Kälber das Messergebnis negativ beeinflusst haben könnten (HINDERER et al., 1999).

Respirationstrakterkrankungen führten in der vorliegenden Arbeit ebenfalls zu einer signifikanten Reduktion der Körpermassenzunahme im Vergleich zu gesunden Kälbern.

Des Weiteren erkrankten 15,3 % der Probanden im vorliegenden Feldversuch an einer Nabelentzündung, was ebenfalls zu einer signifikanten Reduktion der Körpermassenzunahme führte. Diese Erkenntnis stimmt mit den Beobachtungen von VIRTALA et al. (1996) überein. Die Autoren sahen jedoch bei Nabelentzündungen erst ab dem dritten Lebensmonat der Kälber Auswirkungen auf die Körpermassenzunahme. DONOVAN et al. (1998a) konnten hingegen keinen Einfluss von Nabelentzündungen auf die Massenzunahme erkennen.

◆ **Klinische Untersuchung (zweiter Tag post natum)**

Am zweiten Tag post natum erfolgte die erste klinische Untersuchung durch den Doktoranden. Zur objektiven klinischen Beurteilung des Gesundheitszustandes der einzelnen Kälber während der 14-tägigen Versuchsdauer wurde in Anlehnung an die Ausführungen von BEYER (1988) ein spezielles Punkteschema angewandt. Die Ergebnisse zeigen, dass bezüglich der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnten. Die durchschnittliche Gesamtpunktzahl betrug 19,2 bei maximal zu erreichenden 20 Punkten. Der hohe Wert verdeutlicht den allgemein guten Gesundheitszustand der Probanden am dritten Lebenstag. Lediglich bei Betrachtung der für den Dehydratationsgrad wichtigen Parameter „Hautturgor“ und „Bulbus“ ließen sich signifikante Vorteile für die Versuchsgruppe erkennen. Die signifikant geringeren Punktzahlen der saugeimergetränkten Kälber in diesen Parametern waren auf eine tendenziell schlechtere Bewertung des Parameters „Digestionstrakt“ zurückzuführen. Die Fallzahlen und der geringe Schweregrad der Veränderungen zeigen, dass die signifikanten Unterschiede im „Hautturgor“ und „Bulbus“ keine Folgen schwerwiegender Erkrankungen waren. Aufgrund der geringen Anzahl an Probanden mit entsprechenden pathologischen Veränderungen muss sogar die Relevanz für den Tierbesitzer in Frage gestellt werden.

Weshalb betriebsüblich getränkte Kälber tendenziell häufiger Durchfallssymptome am dritten Lebenstag zeigten, kann nur vermutet werden, da keine Unterscheidung zwischen infektiös- oder diätetischbedingter Diarrhoe vorgenommen wurde. Da das gedrenchte Kolostrum zuerst in den Pansen gelangt und es dann laut ZAREMBA et al. (1984) zu einer verzögerten und dadurch eventuell zu einer kontinuierlichen Abgabe in den Dünndarm kommt, kann es sein, dass die Folge dieses Effektes eine verlängerte lokale protektive Funktion der Immunglobuline im Darmlumen ist. Da bei streng im Intestinaltrakt ablaufenden Rotavirus- oder *E. coli*-Infektionen systemische Antikörper kaum wirksam sind (LOGAN et al., 1974a; TSUNEMITSU et al., 1989), könnten die verzögert und kontinuierlich ins Darmlumen abgegebenen Immunglobuline bei gedrenchten Kälbern einen besseren Schutz vor diesen Krankheiten bewirkt haben.

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum zeigen des Weiteren, dass durch die Zwangstränkung von 3 l Kostrum keine offensichtlich erkennbaren Störungen des Verdauungsapparates bei den Kälbern entstanden waren, wie teilweise von den Tierbesitzern befürchtet wurde. Diese Beobachtungen werden durch die Ergebnisse von

MORIN et al. (1997) unterstützt. Auch die Tatsache, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei der Beurteilung des Respirationstraktes festgestellt wurden, lässt vermuten, dass die Zwangstränkung über einen Calf drencher ein im Hinblick auf Aspirationspneumonien relativ sicheres Verfahren darstellt.

Überraschend ist die Erkenntnis, dass zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung keine signifikanten Unterschiede im Bereich des Trinkverhaltens zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnten. Immerhin berichteten die Tierbesitzer häufig von einem schlechten Trinkverhalten der Kälber bei den folgenden Mahlzeiten, nachdem die erste Tränke post natum gedrencht wurde. Dies zeigt sich auch darin, dass 24,8 % (n = 31) der gedrenchten Kälber bei der zweiten bis einschließlich vierten Tränke post natum eine Tränke schlecht getrunken haben, 8,0 % (n = 10) zwei Tränken und 9,6 % (n = 12) sogar alle drei Tränken. Demgegenüber zeigten nur zehn betriebsüblich getränkte Kälber bei der zweiten bis vierten Mahlzeit post natum ein schlechtes Trinkverhalten. Die Ursachen für dieses signifikant schlechtere Ergebnis der gedrenchten Kälber können vielfältig sein. Durch das durchschnittlich größere Volumen an Kolostrum (3 l), welches die gedrenchten Kälber bei der ersten Tränke post natum aufgenommen haben, kann sich bei den Kälbern ein Sättigungsgefühl eingestellt haben. Dies würde jedoch nicht erklären, weshalb die gedrenchten Kälber teilweise mehrere Mahlzeiten nach der Zwangstränkung schlecht getrunken haben. Die Vermutung liegt nahe, dass durch den Vorgang des Drenchens bei starker Gegenwehr der Kälber eventuell leichte Irritationen im Schlundbereich entstanden sein könnten, die jedoch bereits am zweiten Tag post natum wieder verheilt waren und sich somit nicht mehr auf das Trinkverhalten ausgewirkt haben. Auch RADEMACHER et al. (1995) berichteten von starker Gegenwehr der Kälber bei der Zwangstränkung, die sogar dazu führte, dass Calf drencher abbrechen. Die Frage, ob das Drenchen tatsächlich zu geringen Irritationen im Schlundbereich führte oder aufgrund der beschriebenen Gegenwehr der Kälber ein psychologischer Aspekt für das schlechtere Trinkverhalten bei den folgenden Tränken post natum verantwortlich war, muss unbeantwortet bleiben. Tatsache ist jedoch, dass zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum nahezu keine Unterschiede im Gesundheitszustand zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnten.

◆ **Klinische Untersuchung (14. Tag post natum)**

Im Gegensatz zur klinischen Untersuchung am zweiten Lebenstag der Kälber konnte bei der Abschlussuntersuchung ein signifikanter Unterschied in der Gesamtpunktzahl zwischen gedrenchten Kälbern (19,3) und Kälbern der Kontrollgruppe (18,9) festgestellt werden. Das schlechtere Abschneiden der betriebsüblich getränkten Kälber war, wie bereits Tendenzen bei der ersten klinischen Untersuchung zeigten, vor allem auf eine signifikant niedrigere Punktzahl bei der Bewertung des Parameters „Digestionstrakt“ zurückzuführen. Von den betriebsüblich getränkten Kälbern zeigten am 14. Tag post natum 24,8 % (n = 30) durchfallartige Abweichungen in der Kotkonsistenz, wobei der Großteil (n = 16) eine weichbreiige bis dünnflüssige oder suppige Kotkonsistenz entwickelte. Von den gedrenchten Kälbern zeigten nur 14,4 % (n = 18) Durchfallsymptome. Die Gründe für die höhere Anfälligkeit der Kontrollgruppe gegenüber der Neugeborenenendiarrhoe können vielfältig sein. Da die Kälberhaltung und das Betriebsmanagement in der Versuchs- und Kontrollgruppe gleich waren, müssen andere Faktoren dafür verantwortlich gewesen sein. Verschiedene Autoren (BOYD, 1972; BOYD et al., 1974; KLINGENBERG, 1996) sahen eine größere Durchfallinzidenz bei Kälbern mit niedrigen Serumimmunglobulinkonzentrationen. Zwar war diese bei den Kontrollkälbern tendenziell niedriger (17,16 g/l) als bei gedrenchten Kälbern (19,04 g/l) und auch der Anteil an fpt-Kälbern (32,1 %) war in der Kontrollgruppe signifikant größer als in der Versuchsgruppe (19,4 %), aber trotz dieser Tatsachen konnte in der vorliegenden Arbeit bei der Abschlussuntersuchung keine signifikante Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration am zweiten Tag post natum und der Gesamtpunktzahl oder der Punktzahl bei der Bewertung des Digestionstraktes festgestellt werden. Aus dieser Beobachtung kann geschlussfolgert werden, dass in der vorliegenden Arbeit zwischen der Höhe des Immunglobulinspiegels und der ermittelten Kotkonsistenz im Gegensatz zu den Erkenntnissen von BOYD (1972), BOYD et al. (1974) und KLINGENBERG (1996) kein Zusammenhang bestand und darüber hinaus auch die Gesamtpunktzahl als Gesundheitsindikator nicht von der Serum-IgG-Konzentration beeinflusst wurde. Diese Ergebnisse stimmen unter anderem mit den Beobachtungen von PICKEL et al. (1988), RAJALA und CASTRÉN (1995), TIETZ (1996) und DONOVAN et al. (1998b) überein. PICKEL et al. (1988) konnten in einem ähnlich aufgebauten Versuch feststellen, dass hypogammaglobulinämische Kälber eine annähernd gleiche Punktzahl im Punkteschema nach BEYER (1988) erzielten wie Kälber mit signifikant höheren Serum-IgG-Konzentrationen. Auch DONOVAN et al. (1998b) sahen keine Korrelation zwischen dem Serumproteingehalt und

dem Auftreten von Neugeborenenendiarrhoe, was die Autoren damit begründeten, dass in ihrem Versuch primär Viren, Kryptosporidien und Salmonellen als Durchfallerreger identifiziert wurden, jedoch systemisch absorbierte kolostrale Antikörper im Allgemeinen nicht effizient gegen diese Pathogene schützen. Dies könnte ebenfalls eine Erklärung für das Fehlen einer Korrelation in der vorliegenden Arbeit sein. Da jedoch die Durchfallätiologie nicht bekannt ist, kann dies nur vermutet werden. Letztendlich kann die Frage, weshalb die Kälber der Kontrollgruppe signifikant niedrigere Punktzahlen bei der Beurteilung des Digestionstraktes erzielten, nicht zweifelsfrei geklärt werden.

◆ Diagnosen

Im Anschluss an jede klinische Untersuchung wurden bei Vorliegen einer Erkrankung eine oder mehrere Diagnosen gestellt. In der Versuchsgruppe erkrankten 28,8 % der Kälber an Durchfall, 14,4 % zeigten eine Erkrankung des Respirationstraktes, 15,2 % eine Nabelentzündung und 19,2 % erkrankten an Trinkschwäche. Entsprechend wurden in der Kontrollgruppe folgende Inzidenzen gemessen: 35,8 %, 13,9 %, 15,3 % und 17,5 %, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden konnten. Obwohl leichte Tendenzen zu erkennen waren, dass betriebsüblich getränkte Kälber geringgradig häufiger Durchfall entwickelten, zeigen die Ergebnisse dennoch den geringen Einfluss verschiedener Tränketechniken auf die Inzidenz von Kälberkrankheiten. In Tabelle 21 sollen die in dieser Arbeit vom Tierarzt festgestellten Krankheitsinzidenzen mit den Literaturangaben verglichen werden.

Tabelle 21: Inzidenzen (%) von Kälberkrankheiten nach verschiedenen Autoren

Quelle	Diarrhoe	Pneumonie	Omphalitis	Trinkschwäche
BOYD (1972)	14 %			
BOYD (1974)	16 %			
DOLL et al. (1995)	34 %			
KLINGENBERG (1996)	54 %			
DONOVAN et al. (1998a)	29 %	21 %	11 %	
DONOVAN et al. (1998b)	35 %	21 %	11 %	
KATIKARIDIS (2000)	15,4 %			
DIRKSEN (2002)				2 %
SVENSSON et al. (2003)	9,8 %	7,0 %	1,3 %	
GIRNUS (2004)	47,8 %			

Die Inzidenz für Kälberdurchfall - diagnostiziert durch den Tierarzt - betrug in der vorliegenden Studie durchschnittlich 32,4 %, wenn der Anteil der erkrankten Kälber an der Gesamtprobandenzahl berechnet wurde. Sie lag somit zwischen den von verschiedenen Autoren festgestellten Werten. Am Beispiel der Neugeborenenendiarrhoe zeigen sich die großen Differenzen in der Inzidenz zwischen den Studien. Die Gründe dafür sind vielfältig. So muss stets berücksichtigt werden wie häufig und nach welchen Kriterien die Probanden untersucht wurden. Beispielsweise ermittelte GIRNUS (2004) bei einer täglichen Gesundheitskontrolle unter 205 Kälbern in Oberbayern eine Durchfallinzidenz von 47,8 %. In der vorliegenden Arbeit erfolgten durch den Tierarzt maximal vier klinische Untersuchungen in den ersten zwei Lebenswochen. Dies könnte die geringere Inzidenz erklären. Durch eine höhere Untersuchungsfrequenz hätten eventuell mehr Durchfallerkrankungen erkannt werden können. Diese Vermutung wird unterstützt von der Tatsache, dass die Tierbesitzer, welche die Kälber tagtäglich beobachten konnten, bei 38,9 % der Probanden Durchfallsymptome feststellten.

Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund der freiwilligen Basis und der Fragestellung der vorliegenden Arbeit vermehrt Betriebe mit Problemen im Bereich der Kälbergesundheit am Versuch teilnahmen. Die Auswahl von Problembetrieben zieht jedoch im Allgemeinen eine höhere gemessene Krankheitsinzidenz nach sich als ein breit angelegter Feldversuch, den beispielsweise SVENSSON et al. (2003) mit 122 Betrieben geringer Herdengröße in Schweden durchführten.

Auch die Herdengröße muss beachtet werden, wenn Vergleiche zwischen den Studien gezogen werden. Bei einer Betriebsgröße von mehr als 50 Milchkühen kann es zu einem gehäuften Auftreten von Kälberkrankheiten kommen, da hier neben dem erhöhten Infektionsdruck die vielen Abkalbungen in kurzen zeitlichen Abständen verhindern, dass Infektionsketten von selbst wieder abreißen (DOLL et al., 1995). So ermittelte KLINGENBERG (1996) in einem Bestand mit 220 Kühen, in dem keine Muttertiervakzinierung durchgeführt wurde, die sehr hohe Durchfallinzidenz von 54 %. Dagegen stellten DOLL et al. (1995) bei einem Feldversuch im Allgäu mit einer durchschnittlichen Herdengröße von nur 29 Kühen eine mittlere Durchfallinzidenz von 34 % fest. Bezüglich der gemessenen Durchfallinzidenz und der Lokalität des Versuches bestehen Gemeinsamkeiten zwischen der Veröffentlichung von DOLL et al. (1995) und der vorliegenden Studie. Jedoch betrug die durchschnittliche Herdengröße im vorliegenden Feldversuch 63 Kühe. Da allerdings keine Informationen über den Einsatz von Muttertiervakzinen bei DOLL et al. (1995) vorliegen und keine Angaben über die Berechnung

der Durchfallinzidenz von den Autoren gemacht wurden, kann ein genauer Vergleich dieser beiden Studien nicht durchgeführt werden.

Bezüglich der Schweregrade der Durchfallerkrankungen sind Gemeinsamkeiten zwischen der vorliegenden Arbeit und den Literaturangaben zu erkennen. Übereinstimmend mit den Feststellungen anderer Autoren (DOLL et al., 1995; SVENSSON et al., 2003) wurden meist milde Verlaufsformen des Kälberdurchfalls beobachtet.

Überraschend ist die Erkenntnis, dass die gemessene Durchfallinzidenz auf Betriebsebene in den meisten Beständen geringer war als die vor Versuchsbeginn vom Tierbesitzer geschätzte Inzidenz. Dies könnte die Folge einer mit dem Versuchsbeginn einsetzenden verbesserten Kolostrumversorgung gewesen sein. Aber auch eine Fehleinschätzung der Durchfallinzidenz durch den Tierbesitzer und veränderte Umweltbedingungen könnten in Betracht kommen.

Bei Vergleich der Pneumonieinzidenz zwischen den Studien muss die jeweilige Länge des Versuchszeitraumes sowie die Definition einer Erkrankung berücksichtigt werden. Da häufig lange Versuchszeiträume - von der Geburt des Kalbes bis teilweise zum dritten oder sechsten Lebensmonat – angesetzt wurden (DONOVAN et al., 1998a/b; SVENSSON et al., 2003), können diese Inzidenzwerte nicht direkt mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, welche die ersten beiden Lebenswochen der Kälber beleuchtete, verglichen werden. Dies zeigt sich bereits darin, dass viele Pneumonien, im Gegensatz zu Durchfallerkrankungen, erst relativ spät in der Entwicklung des Kalbes auftreten (SVENSSON et al., 2003). Die Autoren diagnostizierten Pneumonien durchschnittlich erst am 52. Lebenstag der Kälber. Die Gründe für diese späte Krankheitsanfälligkeit lagen auch in der Kälberhaltung. So erkannten SVENSSON et al. (2003), dass die Haltung in großen Gruppenboxen zu einem höheren Pneumonierisiko führte, da durch den intensiven direkten Kontakt zwischen den Kälbern die meist viralen Pneumonieerreger leichter übertragen wurden. Diese Beobachtungen lassen vermuten, dass die Pneumonieinzidenz in der vorliegenden Studie bei einer längeren Versuchsdauer eventuell größer ausgefallen wäre, da die meisten Kälber erst nach dem Ende des Versuchs, ab einem Alter von etwa drei Wochen, in Gruppenboxen verbracht wurden. Bezüglich der Schweregrade der Respirationstrakterkrankungen wurden in der vorliegenden Studie meist milde Verlaufsformen festgestellt. Nur in etwa einem Viertel der Fälle lag eine hochgradige Pneumonie mit Dyspnoe und Husten vor. Somit wurden anteilmäßig weniger hochgradige Lungenentzündungen diagnostiziert als in der Studie von SVENSSON et al. (2003), in der etwa die Hälfte der Pneumonien eine schwere Verlaufsform besaß. Da die Definitionen, bei welchen Symptomen oder Symptomkombinationen man von einer

Erkrankung des Respirationstraktes sprechen kann, von Studie zu Studie variieren, können allein diese Umstände zu Unterschieden in der Inzidenz oder im Krankheitsverlauf führen.

Es kann jedoch gesagt werden, dass sich die festgestellten Inzidenzen für eine „Erkrankung des Respirationstraktes“ und auch für „Nabelentzündungen“ weitgehend im Bereich der Literaturangaben bewegten.

Bezüglich der Diagnose „Trinkschwäche“ existieren wenige Veröffentlichungen, welche die Häufigkeit dieser Erkrankung beschreiben. DIRKSEN (2002) berichtete von einer Inzidenz der postnatalen Anorexie („Trinkschwäche“) von 2 %. Hierbei wurde jedoch nur die primäre Trinkschwäche unmittelbar nach der Geburt betrachtet. In der vorliegenden Studie konnte bei 8 % der gedrenchten und bei 7,3 % der betriebsüblich versorgten Kälber während des vierzehntägigen Versuchszeitraumes eine primäre Trinkschwäche diagnostiziert werden, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bestanden. Weshalb diese Erkrankung so häufig auftrat, kann nur vermutet werden. Da die Landwirte angehalten waren, das Trinkverhalten genau zu beobachten und auch bei den klinischen Untersuchungen das Saugverhalten genau betrachtet wurde, könnte es sein, dass eine Sensibilisierung bezüglich des Trinkverhaltens der Kälber eingetreten war, was zu der häufigeren Diagnosestellung „Trinkschwäche“ führte. Des Weiteren wurde in der vorliegenden Arbeit bereits bei längeren Pausen während der Tränke von einer „Trinkschwäche“ des Kalbes ausgegangen.

4.2.3 Serumimmunglobuline und Gesundheitszustand

Der Einfluss der kolostralen Serumimmunglobuline auf den Gesundheitszustand der Kälber wurde in der Literatur kontrovers diskutiert. In der vorliegenden Arbeit zeigt Tabelle 16, dass nur in zwei Bereichen eine Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration und einem Gesundheitsparameter festgestellt werden konnte. Als einzige Erkrankung zeigten Nabelentzündungen, die aufgrund ihres meist chronischen Verlaufes am 14. Tag nach der Geburt der Kälber häufig vom Tierarzt diagnostiziert wurden, eine Beeinflussung durch den Immunglobulinspiegel. Die Korrelation war jedoch schwach ausgeprägt ($r = 0,270$). Diese Beobachtung wurde gestützt von der Tatsache, dass bei Vorliegen eines „failure of passive transfer“ das relative Risiko an einer Nabelentzündung zu erkranken, etwa dreimal so hoch war wie bei Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen im Blut (Diagnose der Nabelentzündung zur Abschlussuntersuchung). Bei 22,4 % der fpt-Kälber (versus 6,8 %)

wurden am 14. Tag post natum entzündliche Veränderungen am Nabel festgestellt. Da die Veränderungen in den überwiegenden Fällen (80 %) geringgradiger Art waren und der Vergleich der Tierarztkosten zeigte, dass keine signifikanten Unterschiede zwischen fpt-Kälbern und Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen bestanden, muss die Relevanz dieser Beobachtungen für die Tierbesitzer jedoch in Frage gestellt werden. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass Nabelentzündungen langfristige negative Auswirkungen auf den Gesundheitszustand haben könnten, welche jedoch erst nach Beendigung des Versuches auftreten würden. So berichteten VIRTALA et al. (1996) von einer deutlichen Reduktion der täglichen Körpergewichtszunahme im dritten Lebensmonat in Folge von Omphalitis bei Kälbern. Die Erkenntnis, dass sich kolostrale Immunglobuline positiv auf die „Gesundheit“ des Nabels auswirkten, wurde ebenfalls von NAYLOR et al. (1977) und WALTER-TOEWS et al. (1986) beschrieben und mit der systemischen Wirkung der kolostralen Immunglobuline erklärt. DONOVAN et al. (1998b) sahen hingegen keine Zusammenhänge zwischen dem passiven Transfer von Immunglobulinen und dem Auftreten von Nabelentzündungen. Jedoch wurden in der Studie von DONOVAN et al. (1998b) alle Kälber, die Abweichungen am Nabel zeigten, routinemäßig in den frühen Lebensstagen mit Antibiotika behandelt, was das Fortschreiten entzündlicher Veränderungen verhindert haben könnte und somit die Diagnose der Omphalitis schwieriger gestaltete und seltener machte.

Die positive Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung am dritten Lebenstag der Kälber zeigte sich auch in der Tatsache, dass fpt-Kälber signifikant niedrigere Gesamtpunktzahlen bei der ersten klinischen Untersuchung erzielten als Kälber mit hohem Immunglobulinspiegel.

Weshalb sich der Immunglobulinspiegel bereits so früh im Leben der Kälber auf den Gesundheitszustand auswirkte, jedoch bei den folgenden Untersuchungen keine signifikante Korrelation mehr festgestellt werden konnte, ist schwer erklärbar. Da dem Doktoranden zum Zeitpunkt der ersten klinischen Untersuchung der Immunglobulinspiegel der Kälber nicht bekannt war, sind die Entscheidungen ohne Möglichkeit der Beeinflussung durch Kenntnis des Ig-Status gefällt worden. Zumindest bei Betrachtung der fpt-Kälber schienen signifikant schlechtere Bewertungen im Bereich des „Digestionstraktes“ zu einer signifikant niedrigeren Gesamtpunktzahl geführt zu haben. Die Frage, weshalb ein niedriger Gehalt an systemisch verfügbaren kolostralen Antikörpern zu einer schlechteren Bewertung der Kotkonsistenz führte, ist nicht zweifelsfrei zu klären, da auch nicht bekannt ist, ob es sich bei den Durchfallerregern um Pathogene mit zusätzlicher systemischer Wirkung handelte. Generell wird in vielen Studien davon ausgegangen, dass der Serum-IgG-Spiegel keinen Einfluss auf

das Auftreten der Neugeborenenendiarrhoe besitzt, da nur lokale Antikörper eine Protektion gegen lokal im Intestinum ablaufende Infektionen vermitteln (PICKEL et al., 1988; RAJALA und CASTRÉN, 1995; TIETZ, 1996; DONOVAN et al., 1998b). Diese Erkenntnis konnte auch durch die vorliegende Arbeit unterstützt werden, da bei Betrachtung aller klinischen Untersuchungen keine signifikante Korrelation zwischen dem Serum-IgG-Spiegel und der Punktzahl im Bereich „Digestionstrakt“ festgestellt werden konnte. Eine mögliche Erklärung für das häufigere Auftreten durchfallartiger Kotkonsistenz bei fpt-Kälbern am zweiten Tag post natum könnte sein, dass nicht nur systemisch zu wenig Immunglobuline vorhanden waren, sondern auch eine zu geringe intestinale Konzentration an kolostralen protektiven Immunglobulinen vorlag.

Ein weiterer Grund, weshalb Kälber mit höheren Serum-IgG-Konzentrationen bereits bei der ersten klinischen Untersuchung höhere Gesamtpunktzahlen erzielten, könnte das insgesamt größere Volumen an aufgenommenem Kolostrum sein. Tabelle 13 zeigt, dass eine schwache, aber signifikante positive Korrelation zwischen dem bis zur 24. Stunde post natum insgesamt aufgenommenen Kolostrumvolumen und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung bestand. Es müssen nicht unbedingt die Immunglobuline im Blut des Kalbes für die bessere Gesundheitsbewertung am zweiten Tag post natum verantwortlich sein. Ein Mehr an aufgenommenem Kolostrum könnte bei den Kälbern auch direkt zu mehr Vitalität und Energie geführt haben.

Überraschend ist, dass im Gegensatz zu den Studien von DONOVAN et al. (1998b) und VIRTALA et al. (1999) keine signifikante Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration und dem Auftreten von Respirationstrakterkrankungen gefunden werden konnte. DONOVAN et al. (1998b) berichteten, dass gerade junge Kälber einen starken Schutz vor Pneumonien durch systemische kolostrale Antikörper besaßen und dieser Schutz erst ab einem Alter von 180 Lebenstagen nicht mehr nachzuweisen war. Dieser unerwartet lang anhaltende Schutz durch kolostrale Immunglobuline wurde aufgrund ihrer kurzen Halbwertszeit mit der Theorie der „Idiotypvaksinierung“ erklärt. Eventuell lässt sich das Fehlen einer Korrelation zwischen dem Immunglobulinspiegel und dem Auftreten von Pneumonien in der vorliegenden Arbeit durch den kürzeren Versuchszeitraum im Gegensatz zu anderen Studien (SVENSSON et al., 2003) erklären. Des Weiteren muss in Betracht gezogen werden, dass Therapien durch die Tierbesitzer Symptome und somit Korrelationen abgeschwächt haben könnten. Da jedoch zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede in der Therapiehäufigkeit sowohl durch den Tierbesitzer als auch durch den Tierarzt bestanden, blieben die Grundvoraussetzungen für beide Gruppen gleich.

Übereinstimmend mit den Ergebnissen von ROBISON et al. (1988) und VIRTALA et al. (1996) konnte im vorliegenden Versuch eine positive, jedoch schwache signifikante Korrelation zwischen der Serum-IgG-Konzentration der Kälber und der durchschnittlichen täglichen Körpermassenzunahme festgestellt werden. Dies zeigt sich auch an der Tatsache, dass fast jedes fünfte Kalb (18 %, n = 11) mit einem nachgewiesenen „failure of passive transfer“, während des Versuchszeitraumes an Körpermasse verloren hatte. Kälber, bei denen ein ausreichender passiver Transfer festgestellt wurde, zeigten nur in 3,3 % (n = 6) der Fälle eine negative tägliche Körpermassenentwicklung. VIRTALA et al. (1996) berichteten von einer Reduktion der Tageszunahme um 0,048 kg, wenn ein fpt bei einem Kalb nachgewiesen wurde. Jedoch verwendeten die Autoren eine IgG-Konzentration von 8 g/l Serum als Grenzwert für einen fpt. In der vorliegenden Arbeit zeigten Kälber mit ausreichend Immunglobulinen eine Tageszunahme von etwa 0,43 kg. Fpt-Kälber nahmen durchschnittlich nur etwa 0,28 kg pro Tag an Körpermasse zu. Die Unterschiede in der Körpermassenentwicklung zwischen fpt-Kälbern und Kälbern mit ausreichend IgG im Serum waren demnach größer als in der Veröffentlichung von VIRTALA et al. (1996) beschrieben wurde. Auch SCHÄFER et al. (1998) berichteten von Zusammenhängen zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der Körpermassenzunahme. Die Autoren stellten fest, dass erst ab dem Überschreiten einer Serum-IgG-Konzentration von 6 bis 12 g/l die Lebendmassezunahme unbeeinträchtigt war.

Die Art und Weise der positiven Wirkung der Immunglobuline auf die Körpermassenentwicklung wurde indes in den Studien, in denen eine Korrelation zwischen diesen beiden Faktoren festgestellt wurde, noch nicht beschrieben. Es könnte sich um direkte Effekte der kolostralen Immunglobuline gehandelt oder eine indirekte Beeinflussung der Körpermassenzunahme durch eine Reduktion der Krankheitsanfälligkeit vorgelegen haben. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Landwirte, die ihre Kälber früh genug mit ausreichenden Volumina an Kolostrum versorgten, ihnen auch später mehr zu trinken und zu fressen gaben.

4.3 Anmerkungen zum Drenchen von Kolostrum

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung kann gefolgert werden, dass durch das routinemäßige Drenchen von neugeborenen Kälbern mit 3 l Kolostrum im Feldversuch keine signifikant höheren Serumimmunglobulinkonzentrationen erzielt werden können als bei der freiwilligen Aufnahme von Kolostrum über einen Sauger. Diese Erkenntnis steht im Widerspruch zu den Resultaten einer vorangegangenen Arbeit von HEYN (2002). Des Weiteren lässt sich zwar durch die Zwangstränkung das „failure of passive transfer“-Risiko der Kälber reduzieren, jedoch scheint der klinische und wirtschaftliche Nutzen daraus fraglich zu sein. Die Ergebnisse zeigten, dass fpt-Kälber zwar häufiger Nabelentzündungen entwickelten als Kälber mit ausreichend Immunglobulinen im Serum, doch handelte es sich bei den Nabelentzündungen in den meisten Fällen um geringgradige Veränderungen. Darüber hinaus konnten zwischen fpt-Kälbern und ausreichend mit Immunglobulinen versorgten Kälbern keine Unterschiede in den Tierarztkosten und in der Therapiehäufigkeit festgestellt werden. Die Frage, ob sich die niedrigere tägliche Körpermassenzunahme der fpt-Kälber langfristig negativ auf den Gesundheitszustand auswirken könnte oder ob es zu einer Kompensation der Gewichtsverluste kommen könnte, muss unbeantwortet bleiben.

Die nachgewiesenen - wenn auch geringen - positiven Effekte des Drenchens von Kolostrum auf den passiven Transfer von Immunglobulinen sind für die Tierbesitzer nicht sichtbar. Für die Landwirte ist vielmehr von Interesse, ob sich durch das Drenchen von Kolostrum gesündere Kälber erzielen lassen. Die Ergebnisse zeigen zwar, dass die Zwangstränkung von Kolostrum zu einer geringgradig niedrigeren Kälberdurchfallinzidenz führen kann (Chi-Quadrat-Test nicht signifikant) und gedrenchte Kälber höhere Gesamtpunktzahlen und Punktzahlen bei der Beurteilung der Kotkonsistenz erzielen können (Mann-Whitney-U-Test bei der klinischen Abschlussuntersuchung signifikant), die positiven Effekte sind jedoch von geringer klinischer und wirtschaftlicher Relevanz. Dies zeigt sich daran, dass in vielen anderen Gesundheitsbereichen nahezu keine Unterschiede zwischen gedrenchten und betriebsüblich getränkten Kälbern festgestellt werden konnten und des Weiteren keine Unterschiede in den Therapiekosten bestanden. Vor dem Hintergrund, dass die Zwangstränkung zu starken Abwehrbewegungen des Kalbes führen kann und häufig eine nachfolgende Trinkschwäche oder -unlust beobachtet wird, sollte das Drenchen von Kolostrum auf Notsituationen beschränkt bleiben. In Übereinstimmung mit den Ratschlägen von RADEMACHER (2003) zur Kolostralmilchversorgung von Kälbern und aufgrund eines

allgemein guten Gesundheitszustandes der Probanden in der vorliegenden Arbeit, scheint es sinnvoller, die Landwirte über die Bedeutung der Kolostralmilchversorgung aufzuklären und die Zwangstränkung nur bei Kälbern durchzuführen, die bis sechs Stunden post natum die Tränke verweigert haben.

5 Zusammenfassung

In einem Feldversuch im Unterallgäu wurden an 262 Kälbern aus 15 Betrieben Untersuchungen zur Serum-IgG-Konzentration, zur Körpermassenentwicklung und zur Krankheitsanfälligkeit in Abhängigkeit von der Kolostrumtränkemethode durchgeführt. Dabei wurden 125 Kälber kurze Zeit post natum einmalig mit 3,0 l Erstgemelkskolostrum gedrencht (Versuchsgruppe) und 137 Kälber erhielten durchschnittlich 2,1 l Kolostrum auf betriebsübliche Art über einen Saugeimer (Kontrollgruppe). Von den Tierbesitzern gedrenchte Kälber erhielten das erste Kolostrum durchschnittlich 1,7 Stunden post natum und damit signifikant früher als Kälber, die über einen Saugeimer getränkt wurden (3,0 Stunden post natum).

Die Serum-IgG-Konzentration der gedrenchten Kälber lag im Mittel bei 19,04 g/l und bei saugeimergetränkten Kälbern bei 17,16 g/l (Mann-Whitney-U-Test nicht signifikant). Der Zeitpunkt der ersten Kolostrumtränke post natum und das bei der ersten Tränke verabreichte Kolostrumvolumen zeigten eine schwache, aber signifikante Korrelation mit der Serum-IgG-Konzentration. Signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe ergaben sich in der Inzidenz eines „failure of passive transfer“ (< 10 g IgG/l Blut). Bei 32,1 % der saugeimergetränkten Kälber und bei 19,4 % der gedrenchten Kälber konnte ein mangelhafter passiver Transfer von Immunglobulinen festgestellt werden.

Während des vierzehntägigen Versuchszeitraumes zeigten die Probanden eine durchschnittliche tägliche Körpermassenzunahme von 0,39 kg wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnten. Ein diagnostizierter „failure of passive transfer“ (fpt) sowie Durchfall-, Nabel- und Respirationstrakterkrankungen führten zu einer signifikanten Reduktion der täglichen Körpermassenzunahme um 0,15 kg bzw. 0,23 kg, 0,19 kg und 0,15 kg. Zwischen der Serum-IgG-Konzentration am zweiten Tag post natum und der täglichen Körpermassenzunahme konnte eine positive signifikante Korrelation festgestellt werden.

Zur objektiven Beurteilung des Gesundheitszustandes wurden die Probanden nach einem Punkteschema mit einer Maximalpunktzahl von 20 Punkten pro Kalb und Untersuchung

bewertet. Gedrenchte Kälber erzielten bei der ersten klinischen Untersuchung am zweiten Tag post natum eine durchschnittliche Gesamtpunktzahl von 19,3 Punkten und saugeimergetränkte Kälber 19,2 Punkte. Bei der klinischen Abschlussuntersuchung (14. Tag post natum) entsprechend 19,3 Punkte und 18,9 Punkte. Eine dritte klinische Untersuchung wurde bei akuter Erkrankung der Kälber durchgeführt. Hierbei erzielten gedrenchte Kälber 15,6 Punkte und saugeimergetränkte Kälber 14,7 Punkte. Außer bei der klinischen Abschlussuntersuchung konnten keine signifikanten Unterschiede in der Gesamtpunktzahl zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt werden. Kälber, die über einen Saugeimer getränkt wurden zeigten am zweiten Tag post natum eine signifikant niedrigere Punktzahl bei der Bewertung der Parameter „Hautturgor“ und „Bulbus“ sowie bei der Abschlussuntersuchung eine signifikant niedrigere Punktzahl im Bereich „Digestionstrakt“. Die Diagnose „Durchfall“ wurde bei 32,4 % aller Probanden und somit am häufigsten gestellt. Bei 18,3 % der Kälber wurde eine Trinkschwäche diagnostiziert und 15,3 % der Kälber zeigten Symptome einer Nabelentzündung. 14,1 % der Probanden entwickelten eine Erkrankung des Respirationstraktes. Zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Krankheitsinzidenzen festgestellt werden.

Die durchschnittlichen Tierarztkosten betragen 7,87 Euro pro Kalb und unterschieden sich nicht signifikant zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe. Gedrenchte Kälber und saugeimergetränkte Kälber zeigten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Häufigkeit tierärztlicher Therapien.

In den meisten Fällen konnten keine Einflüsse der Serum-IgG-Konzentration auf die bei den klinischen Untersuchungen vergebenen Punktzahlen ermittelt werden. Lediglich zwischen der Serum-IgG-Konzentration und der Gesamtpunktzahl bei der ersten klinischen Untersuchung sowie der Punktzahl im Bereich „Nabel“ bei der klinischen Abschlussuntersuchung, konnte eine positive signifikante Korrelation festgestellt werden. Fpt-Kälber erzielten eine signifikant niedrigere Gesamtpunktzahl und eine niedrigere Punktzahl im Bereich „Digestionstrakt“ bei der ersten klinischen Untersuchung sowie eine signifikant niedrigere Punktzahl bei der Bewertung des Gesundheitsparameters „Nabel“ bei der klinischen Abschlussuntersuchung. Dies zeigte sich auch in einer erhöhten Omphalitisinzidenz für fpt-Kälber. Kälber mit einem „failure of passive transfer“ unterschieden sich ansonsten nicht signifikant bezüglich ihrer Krankheitsanfälligkeit oder ihrer Punktzahlen bei den klinischen Untersuchungen von Kälbern mit ausreichend Immunglobulinen im Serum.

6 Summary

Ebert, André (2006)

Routine drenching of neonatal calves with colostrum and influence on IgG- and health status

The IgG status, the weight gain and the disease incidence in 262 newborn calves from 15 typical dairies in the “Unterrallgäu” in Bavaria were investigated in a field trial by comparing two different methods of colostrum feeding. 125 calves were fed with 3.0 l of first colostrum by tube feeder (experimental group) and 137 calves were fed 2.1 l of colostrum by bucket (control group). Calves fed by tube feeder received their first colostrum 1.7 hours after birth, significantly earlier than those fed by bucket (3.0 hours after birth).

There was no significant difference in the mean serum IgG concentration between tube fed calves (19.04 g/l) and control calves (17.16 g/l). The timing of first colostrum ingestion after birth and the volume of colostrum fed at the first feeding correlated positively, but rather weakly with the serum IgG concentration.

A significant difference can be found between force fed calves and bucket fed calves with regard to the risk of failure of passive transfer. 32.1 % of the control calves had fpt but only 19.4 % of the tube fed calves.

During the first two weeks of life the average daily gain was 0.39 kg and no significant difference can be found between the experimental group and the control group. Fpt was associated with a reduction in average daily gain of 0.15 kg and diarrhea, umbilical infection and respiratory diseases decreased body weight gain daily by 0.23 kg, 0.19 kg and 0.15 kg, respectively.

There was a significant positive correlation between serum IgG concentration and the average daily gain.

A score system was developed for the evaluation of the clinical findings in the following parameters: general health status, sucking behaviour, skin turgor, position of the eyeballs,

body temperature, findings concerning the umbilical region, the digestive and respiratory tract. At the first clinical examination, tube fed calves achieved an average of 19.3 points of a maximum of 20 points and bucket fed calves an average of 19.2 points. At the final clinical examination tube fed calves achieved 19.3 points and bucket fed calves 18.9 points. Apart from the results of the final clinical examination, no significant differences in total points between the experimental group and the control group were found.

Control calves reached significant lower points only at “skin turgor” and “position of the eyeballs” on day 2 after birth and significant lower points at “digestive tract” at the final clinical examination.

Diarrhea was the most frequently diagnose. About 32.4 % of all calves showed signs of diarrhea, 18.3 % of the calves developed a reluctance to drink, 15.3 % had an umbilical infection and 14.1 % showed signs of a respiratory disease but there were no significant differences in disease incidence between the experimental group and the control group.

The average treatment costs per calf were 7.87 Euro. The results showed no significant differences between force fed calves and bucket fed calves with respect to frequency and type of veterinary intervention.

Only the serum IgG concentration and the total points at the first clinical examination as well as the serum IgG concentration and the points at “umbilical region” at the final clinical examination showed a significant positive correlation.

The results showed no close relation between a low immunoglobulin concentration and a higher susceptibility to disease. It is true that calves suffering from fpt reached lower total points at the first clinical examination and lower points at “umbilical region” as well as a higher umbilical infection incidence, but in most cases there were no statistically differences between calves with fpt and calves with an adequate serum IgG concentration in disease incidence or in health status.

Conclusion: Routine drenching of neonatal calves with colostrum offers no relevant advantage over early bucket-feeding of an adequate volume of colostrum.

7 Literaturverzeichnis

Bachmann, P.A., W. Eichhorn, R.G. Heß (1982): Aktive Mutterschutzimpfung: Passive Immunisierung von Neugeborenen. Tierärztl. Umschau 37, 684-703.

Bachmann, P.A., W. Eichhorn, G. Baljer, H. Woernle, J. Wieda, P. Plank, W. Becker, A. Mayr (1985): Muttertierimpfung gegen Diarrhoen bei Kälbern: Ergebnisse eines Feldversuches. Tierärztl. Umschau 40, 8-14.

Bar-Peled, U., B. Robinzon, E. Maltz, H. Tagari, Y. Folman, I. Bruckental, H. Voet, H. Gacitua, A.R. Lehrer (1997): Increased Weight Gain and Effects on Production Parameters of Holstein Heifer Calves That Were Allowed to Suckle from Birth to Six Weeks of Age. J. Dairy Sci. 80, 2523-2528.

Besser, T.E., C.C. Gay, L. Pritchett (1991): Comparison of three methods of feeding colostrums to dairy calves. J.A.V.M.A. 198(3), 419-423.

Besser, T.E., C.C. Gay (1994): The importance of colostrum to the health of the neonatal calf. Veterinary Clinics Of North America: Food Animal Practice 10(1), 107-117.

Beyer, C. (1988): Gesundheitszustand und Immunstatus neugeborener Kälber nach Gabe des Molkeneiweißpulvers COLOSTRX®. Vet. Med. Diss., Hannover.

Blum, J.W., H. Hammon (1999): Endocrine and metabolic aspects in milk-fed calves. Domest. Anim. Endocrinol. 17, 219-230.

Boyd, J.W. (1972): The Relationship between Serum Immune Globulin Deficiency and Disease in Calves: a Farm Survey. Vet. Rec. 90, 645-649.

Boyd, J.W. (1974): Neonatal diarrhoea in calves. Vet. Rec. 95, 310-313.

Bradley, J.A., L. Niilo (1985): Immunoglobulin Transfer and Weight Gains in Suckled Beef Calves Force-fed Stored Colostrum. *Can. J. Comp. Med.* 49, 152-155.

Burton, J.L., B.W. Kennedy, E.B. Burnside, B.N. Wilkie, J.H. Burton (1989): Variation in serum concentrations of immunoglobulins G, A, and M in Canadian Holstein-Friesian calves. *J. Dairy Sci.* 72, 135-149.

Bush, L.J., T.E. Staley (1980): Absorption of colostrum immunoglobulins in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 63, 672-680.

Chapman, H.W., D.G. Butler, M. Newell (1986): The Route of Liquids Administered to Calves by Esophageal Feeder. *Can. J. Vet. Res.* 50, 84-87.

Clawson, M.L., M.P. Heaton, C.G. Chitko-McKown, J.M. Fox, T.P.L. Smith, W.M. Snelling, J.W. Keele, W.W. Laegreid (2004): Beta-2-microglobulin haplotypes in U.S. beef cattle and association with failure of passive transfer in newborn calves. *Mammalian Genome* 15, 227-236.

Devery, J.E., C.L. Davis, B.L. Larson (1979): Endogenous production of immunoglobulin IgG1 in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 62, 1814-1818.

Dirksen, G., T. Bauer (1991): Pansenazidose beim Milchkalb infolge Zwangsfütterung. *Tierärztl. Umschau* 46, 257-261.

Dirksen, G. (2002): Postnatale Anorexie („Trinkschwäche“). In: G. Dirksen, H.-D. Gründer, M. Stöber (Hrsg.): *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Verlag Parey, Berlin, S. 462-464.

Doll, K., P. Weirather, H.-M. Küchle (1995): Kälberdurchfall als Bestandsproblem: Betriebsinterne Faktoren und häufige Behandlungsfehler. *Prakt. Tierarzt* 11, 995-1004.

Doll, K. (2002): Neugeborenendiarrhoe. In: G. Dirksen, H.-D. Gründer, M. Stöber (Hrsg.): *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Verlag Parey, Berlin, S. 561-572.

Donovan, G.A., L. Badinga, R.J. Collier, C.J. Wilcox, R.K. Braun (1986): Factors influencing passive transfer in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 69, 754-759.

Donovan, G.A., I.R. Dohoo, D.M. Montgomery, F.L. Bennett (1998a): Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 33, 1-10.

Donovan, G.A., I.R. Dohoo, D.M. Montgomery, F.L. Bennett (1998b): Associations between passive immunity and morbidity and mortality in dairy heifers in Florida, USA. *Prev. Vet. Med.* 34, 31-46.

Erhard, M.H., U. Lösch, M. Stangassinger (1995): Untersuchungen zur intestinalen Absorption von homologem und heterologem Immunglobulin G bei neugeborenen Kälbern. *Z. Ernährungswiss* 34, 160-163.

Erhard, M.H., E. Göbel, B. Lewan, U. Lösch, M. Stangassinger (1997): Zur systemischen Verfügbarkeit von bovinem Immunglobulin G und Hühnerimmunglobulin Y aus gefüttertem Kolostrum bzw. Volleipulver bei neugeborenen Kälbern. *Arch. Anim. Nutr.* 50, 369-380.

Erhard, M.H., P. Amon, S. Nüske, M. Stangassinger (1999): Studies on the systemic availability of maternal and endogeneously produced immunoglobulin G1 and G2 in newborn calves by using newly developed ELISA systems. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 81, 239-248

Erhard, M.H., K. Leutzinger, 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.

Eschrig, M., H.P. Heckert, L. Goossens (2004): Feldstudie zum Vergleich der Wirksamkeit von zwei Muttertier-Vakzinen gegen Erreger neonataler Durchfallerkrankungen bei Rindern. *Prakt. Tierarzt* 85(8), 580-585.

Franklin, S.T., D.M. Amaral-Phillips, J.A. Jackson, 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.

Freitag, H., H. Wetzel, E. Espenkoetter (1984): Zur Prophylaxe der Rota-Corona-Virus-bedingten Kälberdiarrhoe. Tierärztl. Umschau 39, 731-736.

Girnus, D.A. (2004): Inzidenz und Verlauf von Neugeborenenendurchfall bei Kälbern in einem Praxisgebiet in Oberbayern. Vet. Med. Diss., München

Gürtler, H., F.J. Schweigert (2000): Physiologie der Laktation. In: W.v. Engelhard und G. Brewes (Hrsg.): Physiologie der Haustiere. Verlag Enke, Stuttgart, S. 572-593.

Harp, J.A., D.B. Woodmansee, H.W. Moon (1989): Effects of colostrum antibody on susceptibility of calves to cryptosporidium parvum infection. Am. J. Vet. Res. 12, 2117-2119.

Heyn, E. (2002): Vergleichende Untersuchungen zur kolostralen IgG-Versorgung neugeborener Kälber unter verschiedenen Haltungsbedingungen. Vet. Med. Diss., München.

Hinderer, A., G. Seemann, W. Klee (1999): Untersuchungen zur Auswirkung von Ad-libitum- und rationierter Milchtränkung auf Krankheitsverlauf und Körpermasseentwicklung bei jungen Kälbern mit Durchfall. Dtsch. tierärztl. Wschr. 106, 14-17.

Hopkins, B.A., J.D. Quigley, III (1997): Effects of Method of Colostrum Feeding and Colostrum Supplementation on Concentrations of Immunoglobulin G in the Serum of Neonatal Calves. J. Dairy Sci. 80, 979-983.

Jaster, E.H. (2005): Evaluation of Quality, Quantity and Timing of Colostrum Feeding on Immunoglobulin G1 Absorption in Jersey Calves. J. Dairy Sci. 88(1), 296-302.

Johanson, J.M., P.J. Berger (2003): Birth Weight as a Predictor of Calving Ease and Perinatal Mortality in Holstein Cattle. J. Dairy Sci. 86, 3745-3755.

Kacskovics, I. (2004): Fc receptors in livestock species. Veterinary Immunology and Immunopathology 102, 351-362.

Kaske, M., W. Kehler, H.-J. Schuberth (2003): Kolostrumversorgung von Kälbern. Nutztierpraxis Aktuell 4, 12-18.

Katkaridis, M.M. (2000): Epidemiologische Erhebungen zur Kälberdiarrhoe in einem Praxisgebiet in Oberbayern. Vet. Med. Diss., München

Klingenberg, K. (1996): Serum Gamma Globulin Levels, Rotavirus Excretion And Neonatal Enteritis In Calves. British Cattle Vet. Ass., XIX World Buiatric Congress, posters presentation, 116-117.

Krohn, C.C., J. Foldager, 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

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. Applied Animal Behaviour Science 72, 271-280.

Laegreid, W.W., M.P. Heaton, J.E. Keen, W.M. Grosse, C.G. Chitko-McKown, T.P.L. Smith, J.W. Keele, G.L. Bennett, T.E. Besser (2002): Associations of bovine neonatal Fc receptor α -chain gene (FCGRT) haplotypes with serum IgG concentration in newborn calves. Mammalian Genome 13, 704-710.

Lambrecht, G., H. Frerking, E. Henkel (1982): Bestimmung von IgG, IgA und IgM im Erstkolostrum des Rindes mit Hilfe der Nephelometrie und der radialen Immunodiffusion unter besonderer Berücksichtigung von Jahreszeit, Laktationsnummer und Vererbung. Dtsch. tierärztl. Wschr. 89, 107-110.

Lateur-Rowet, H.J.M., H.J. Breukink (1983): The failure of the oesophageal groove reflex, when fluids are given with an oesophageal feeder to newborn and young calves. Vet. Quarterly 5, 279-297.

Logan, E.F., W.J. Penhale, R.A. Jones (1973): Changes in the serum immunoglobulin levels of colostrums-fed calves during the first 12 weeks postpartum. Res. Vet. Sci. 14, 394-397.

Logan, E.F., A. Stenhouse, D.J. Ormond, W.J. Penhale (1974a): The role of colostral immunoglobulins in intestinal immunity to enteric colibacillosis in the calf. *Res. Vet. Sci.* 17, 290-301.

Logan, E.F., D.G. McBeath, B.G. Lowman (1974b): Quantitative studies on serum immunoglobulin levels in suckled calves from birth to five weeks. *Vet. Rec.* 94, 367-370.

Lona, V., C. Romero (2001): Low levels of colostral immunoglobulins in some dairy cows with placental retention. *J. Dairy Sci.* 84, 389-391.

Magliani W., L. Polonelli, S. Conti, A. Salati, P.F. Rocca, V. Cusumano, G. Mancuso, G. Teti (1998): Neonatal mouse immunity against group B streptococcal infection by maternal vaccination with recombinant anti-idiotypes. *Nat. Med.* 4, 705-709.

Matte, J.J., C.L. Girard, J.R. Seoane, G.J. Brisson (1982): Absorption of colostral immunoglobulin G in the newborn dairy calf. *J. Dairy Sci.* 65, 1765-1770.

McGuire, T.C., N.E. Pfeiffer, J.M. Weikel, R.C. Bartsch (1976): Failure of Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves Dying from Infectious Disease. *J.A.V.M.A.* 169(7), 713-718.

McMorran, E.K. (2006): Bundesweite Untersuchung zur kolostralen Versorgung von neugeborenen Kälbern. *Vet. Med. Diss., München.*

Molla, A. (1978): Immunoglobulin levels in calves fed colostrums by stomach tube. *Vet. Rec.* 103, 377-380.

Morin, D.E., G.C. McCoy, W.L. Hurley (1997): Effects of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding and Addition of a Dried Colostrum Supplement on Immunoglobulin G1 Absorption in Holstein Bull Calves. *J. Dairy Sci.* 80, 747-753.

Muller, L.D., D.K. Ellinger (1981): Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 64, 1727-1730.

Naylor, J.M., D.S. Kronfeld, S. Bech-Nielsen, R.C. Bartholomew (1977): Plasma total protein measurement for prediction of disease and mortality in calves. *J.A.V.M.A.* 171, 635-638.

Nocek, J.E., D.G. Braund, R.G. Warner (1984): Influence of Neonatal Colostrum Administration, Immunoglobulin, and Continued Feeding of Colostrum on Calf Gain, Health, and Serum Protein. *J. Dairy Sci.* 67, 319-333.

Osburn, B.I., G.H. Stabenfeld, A.A. Ardens, C. Trees, M. Sawyer (1974): Perinatal immunity in calves. *J.A.V.M.A.* 164(3), 295-298.

Perino, L.J., T.E. Wittum, G.S. Ross (1995): Effects of various risk factors on plasma protein and serum immunoglobulin concentrations of calves at postpartum hours 10 and 24. *Am. J. Vet. Res.* 56(9), 1144-1148.

Pickel, M., W. Zaremba, E. Grunert (1988): Zur Prophylaxe der Diarrhoe beim neugeborenen Kalb. *Prakt. Tierarzt, Collegium veterinarium XIX*, 51-55.

Pritchett, L.C., C.C. Gay, T.E. Besser, D.D. Hancock (1991): Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in colostrums from Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 74, 2336-2341.

Quigley, J.D., III, K.R. Martin, D.A. Bemis, L.N.D. Potgieter, C.R. Reinemeyer, B.W. Rohrbach, H.H. Dowlen, 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., III, J.J. Drewry (1998): Symposium: Practical considerations of transition cow and calf management. Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving. *J. Dairy Sci.* 81, 2779-2790.

Rademacher, G., G. Seemann, W. Klee (1995): Abgebrochene Calf drencher als Pansenfremdkörper bei Kälbern. *Tierärztl. Umschau* 50, 336-340.

Rademacher, G. (2003): Zwangstränkung. In: Rademacher, G.: Kälberkrankheiten. Verlag Ulmer, Stuttgart, S. 38.

Rajala, P., 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, M.H. Erhard (2004): Zusammenhänge zwischen Geburtsverlauf, Cortisolspiegel und Immunglobulin-G-Absorption beim neugeborenen Kalb. *Tierärztl Umschau* 59, 683-686.

Robison, J.D., G.H. Stott, S.K. DeNise (1988): Effects of Passive Immunity on Growth and Survival in the Dairy Heifer. *J. Dairy Sci.* 71, 1283-1287.

Saif, L.J., K.L. Smith (1985): Enteric Viral Infections of Calves and Passive Immunity. *J. Dairy Sci.* 68, 206-228.

Schäfer, S., G. Wesenauer, K. Arbeiter (1998): Der Immunglobulintransfer beim vitalen, neugeborenen Kalb. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 105, 153-157.

Scharrer, E., S. Wolfram (2000): Funktionen des Dünndarmes und seiner Anhangsdrüsen. In: W.v. Engelhard und G. Brewes (Hrsg.): *Physiologie der Haustiere*. Verlag Enke, Stuttgart, S. 369-394.

Schmidt, F.W. (1986): Neues rund um das Kolostrum. *Prakt. Tierarzt, Collegium veterinarium* XVII, 68, 79-80.

Schulz, J., B. Plischke, H. Braun (1997): Saug- und Trinkverhalten als Vitalitätskriterium bei neugeborenen Kälbern. *Tierärztl. Prax.* 25, 116-122.

Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee, G.T. Nightengale (1979a): Colostral Immunglobulin Transfer in Calves. I. Period of Absorption. *J. Dairy Sci.* 62, 1632-1638.

Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee, G.T. Nightengale (1979b): Colostral Immunglobulin Transfer in Calves. II. Rate of Absorption. *J. Dairy Sci.* 62, 1766-1773.

Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee, G.T. Nightengale (1979c): Colostral Immunglobulin Transfer in Calves. III. Amount of Absorption. *J. Dairy Sci.* 62, 1902-1907.

Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee, G.T. Nightengale (1979d): Colostral Immunglobulin Transfer in Calves. IV. Effect of Suckling. *J. Dairy Sci.* 62, 1908-1913.

Stott, G.H., W.A. Fleenor, W.C. Kleese (1981): Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *J. Dairy Sci.* 64, 459-465.

Svensson, C., K. Lundborg, U. Emanuelson, S.-O. Olsson (2003): Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *Prev. Vet. Med.* 58, 179-197.

Tietz, G. (1996): Die Bestimmung von Gesamteiweiß und GGT sowie der Immunglobulinkonzentration im Blut von Kälbern bis zum 14. Lebenstag unter Berücksichtigung des Gesundheitszustandes. *Vet. Med. Diss.*, Hannover.

Todd, A.G., P.B. Whyte (1995): The effect of delays in feeding colostrums and the relationship between immunoglobulin concentration in the serum of neonatal calves and their rates of growth. *Aust. Vet. J.* 72(11), 415-417.

Tsunemitsu, H., M. Shimizu, T. Hirai, H. Yonemichi, T. Kudo, K. Mori, S. Onoe (1989): Protection against bovine rotaviruses in newborn calves by continuous feeding of immune colostrums. *Jpn. J. Vet. Sci.* 51(2), 300-308.

Tyler, J.W., D.D. Hancock, S.E. Wiksie, S.L. Holler, J.M. Gay, C.C. Gay (1998): Use of Serum Protein Concentration to Predict Mortality in Mixed-Source Dairy Replacement Heifers. *J. Vet. Intern. Med.* 12, 79-83.

Tyler, J.W., D.D. Hancock, J.G. Thorne, C.C. Gay, J.M. Gay (1999): Partitioning the Mortality Risk Associated with Inadequate Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Dairy Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 13, 335-337.

Van Donkersgoed, J., C.S. Ribble, L.G. Boyer, H.G.G. Townsend (1993): Epidemiological study of enzootic pneumonia in dairy calves in Saskatchewan. *Can. J. Vet. Res.* 57, 247-254

Virtala, A.-M.K., G.D. Mechor, Y.T. Gröhn, H.N. Erb (1996a): Morbidity from nonrespiratory diseases and mortality in dairy heifers during the first three months of life. *J.A.V.M.A.* 208, 2043-2046.

Virtala, A.-M.K., G.D. Mechor, Y.T. Gröhn, H.N. Erb (1996b): The Effect of Calthood Diseases on Growth of Female Dairy Calves During the First 3 Months of Life in New York State. *J. Dairy Sci.* 79, 1040-1049.

Virtala, A.-M.K., Y.T. Gröhn, G.D. Mechor, H.N. Erb (1999): The Effect of maternally derived immunoglobulin G on the risk of respiratory disease in heifers during the first 3 months of life. *Prev. Vet. Med.* 39, 25-37.

Waltner-Toews, D., S.W. Martin, A.H. Meek (1986): Dairy calf management, morbidity and mortality in Ontario Holstein herds: III. Association of management with morbidity. *Prev. Vet. Med.* 4, 137-158.

Weaver, D.M., J.W. Tyler, D.C. VanMetre, D.E Hostetler, G.M. Barrington (2000): Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569-577.

Williams, M.R., R.L. Spooner, L.H. Thomas (1975): Quantitative studies on bovine immunoglobulins. *Vet. Rec.* 96, 81-84.

Woode G.N., J. Jones, J. Bridger (1975): Levels of colostral antibodies against neonatal calf diarrhoea virus. *Vet. Rec.* 97(8), 148-149.

Zaremba, W. (1983): Fütterungstechnik und ihre Bedeutung für den Gesundheitszustand neugeborener Kälber unter besonderer Berücksichtigung der Diarrhoen. Prakt. Tierarzt 11, 977-992.

Zaremba, W., E. Grunert, W. Heuwieser, 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.

8 Danksagung

Herrn Prof. Dr. W. Klee gilt ganz besonders mein Dank für die Überlassung des Themas und für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Besonders danken möchte ich auch Frau Dr. Theresia Wagner und Herrn Dr. Claus Wagner für die Idee zur vorliegenden Arbeit und ihre Bereitschaft, sich stets mit auftretenden Problemen zu beschäftigen und wertvolle Hinweise bei der Durchführung des Feldversuches zu geben. Weiterhin möchte ich mich bei allen Kollegen der Rinderklinik Babenhausen für die immer freundliche Zusammenarbeit und ihre Unterstützung bedanken.

Mein aufrichtiger Dank gilt insbesondere Frau Dr. Elisabeth McMorran für die Auswertung der Blutproben am Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der LMU München und ihre freundliche Hilfe bei allen Problemen.

Ich möchte ganz besonders Frau Dr. Carola Sauter-Louis für die jederzeit gewährte Unterstützung bei der oft mühsamen Aufbereitung und Auswertung der Daten danken. Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Dr. Moritz Metzner für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung bedanken sowie bei Frau Kirsch für die außergewöhnliche Hilfsbereitschaft beim Korrekturlesen.

Den Tierärzten Dr. Thomas Jarde, Dr. Josef Mohn und Dr. Karl Schuwerk sowie meinen Arbeitskollegen/-innen Alexandra, Cornelia und Markus in Wangen möchte ich dafür danken, dass sie mir soviel Verständnis entgegengebracht haben.

Schließlich gilt mein besonderer Dank den Landwirten im Einzugsgebiet der Rinderklinik Babenhausen, die mir ihre Kälber zur Verfügung stellten und ohne deren Mithilfe und Vertrauen diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Letztendlich gilt mein herzlichster Dank meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht und mich jederzeit aufgemuntert haben sowie allen Freunden und besonders Rudi, Sanne und Lotte, die mich in dieser Zeit begleitet und abgelenkt haben.

9 Anhang

Im Anhang der Dissertation sind die Daten der für die Untersuchungen zur Verfügung stehenden Kälber mit Hilfe des Computerprogramms MS Excel[®] 2003 zusammengefasst.