

Departement für Nutztiere  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun

---

**Überprüfung der Schlundrinnenfunktion bei Kälbern und Jungrindern  
mittels sonographischer Untersuchung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

**Carina Brammertz**

Tierärztin

aus Weingarten, Deutschland

genehmigt auf Antrag von  
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent  
Prof. Dr. Thomas Lutz, Korreferent

Zürich, 2014

Zentralstelle der Studentenschaft



Meiner lieben Familie und meinem Freund Volker



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2. SUMMARY</b>	<b>6</b>
<b>3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG</b>	<b>7</b>
<b>4. LITERATURÜBERSICHT</b>	<b>9</b>
4.1. Schlundrinne und Schlundrinnenreflex	9
4.2. Beeinflussung und Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes	11
4.3. Entwicklung des Vormagensystems und des Labmagens	11
4.4. Milchgerinnung	13
4.5. Pansentrinken (Ruminal Drinking Syndrome)	13
4.6. Sonographische Befunde beim Kalb	15
4.6.1. Sonographische Befunde an der Haube	15
4.6.2. Sonographische Befunde am Pansen	16
4.6.3. Sonographische Befunde am Psalter	16
4.6.4. Sonographische Befunde am Labmagen	17
4.6.5. Sonographische Befunde bei Pansentrinkerälbern	18
4.6.6. Sonographische Darstellung der Milchgerinnung	19
<b>5. MATERIAL UND METHODIK</b>	<b>21</b>
5.1. Tiere	21
5.2. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern	21
5.2.1. Voruntersuchungen	21
5.2.2. Haltung und Fütterung der Kälber	22
5.2.3. Sonographische Untersuchung der Kälber	23
5.2.4. Experimentelle Untersuchungen bei den Kälbern	24
5.2.4.1. Kontrollen	24
5.2.4.2. Milchaustauscher (unterschiedliche Konzentrationen) und Schlundrinnenreflex	25
5.2.4.3. Verschiedene Milchtemperaturen und Schlundrinnenreflex	26
5.2.4.4. Eimertränke, Saugerposition und Schlundrinnenreflex	26
5.2.4.5. Grösse der Saugeröffnung und Schlundrinnenreflex	26
5.3. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern	27
5.3.1. Voruntersuchungen	27
5.3.2. Vorbereitung der Rinder	27
5.3.3. Tränke der Rinder	28
5.3.4. Ultraschallgerät	28

5.3.5. Sonographische Untersuchungen	28
5.4. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen	29
5.4.1. Voruntersuchungen	29
5.4.2. Vorbereitung der Kühe	29
5.4.3. Tränke der Kühe	29
5.4.4. Ultraschallgerät	29
5.4.5. Sonographische Untersuchungen	30
5.5. Statistik	30
5.6. Tierversuchsbewilligung	30
5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	30
<b>6. ERGEBNISSE</b>	<b>31</b>
6.1. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern	31
6.1.1. Befunde der Voruntersuchungen	31
6.1.2. Gesundheitszustand der Kälber während der Untersuchungsperiode	31
6.1.3. Schlundrinnenreflex während den ersten 120 Lebenstagen	32
6.1.3.1. Ultraschallbefunde vor dem Tränken	32
6.1.3.2. Ultraschallbefunde während dem Tränken	35
6.1.3.3. Ultraschallbefunde nach dem Tränken	37
6.1.4. Auslösung des Schlundrinnenreflexes unter verschiedenen Tränkebedingungen	38
6.1.4.1. Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen	38
6.1.4.2. Einfluss verschiedener Milchaustauscherkonzentrationen	39
6.1.4.3. Einfluss verschiedener Milchtemperaturen	39
6.1.4.4. Eimertränke und Saugerposition	40
6.1.4.5. Einfluss des Durchmessers der Saugeröffnung	41
6.2. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern	42
6.2.1. Befunde der Voruntersuchungen	42
6.2.2. Sonographische Befunde	42
6.3. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen	44
6.3.1. Befunde der Voruntersuchungen	44
6.3.2. Sonographische Befunde	44
<b>7. DISKUSSION</b>	<b>45</b>
7.1. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern	45
7.1.1. Haltung und Fütterung der Kälber	45
7.1.2. Sonographische Untersuchung	45
7.1.3. Erkrankungen während der Untersuchungszeit	45
7.1.4. Ultraschallbefunde vor, während und nach dem Tränken	46
7.1.4.1. Ultraschallbefunde vor dem Tränken	46
7.1.4.2. Ultraschallbefunde während dem Tränken	47

7.1.4.3. Ultraschallbefunde nach dem Tränken	48
7.1.5. Schlundrinnenreflex über die ersten 120 Lebenstage	49
7.1.6. Auslösung des Schlundrinnenreflexes unter verschiedenen Tränkebedingungen	50
7.1.6.1. Verschiedene Milchaustauscherkonzentrationen	50
7.1.6.2. Verschiedene Milchtemperaturen	50
7.1.6.3. Eimertränke und Saugerposition	51
7.1.6.4. Saugeröffnung	52
7.2. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern	52
7.3. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen	53
7.4. Schlussbemerkung	54
<b>8. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>56</b>
<b>9. ANHANG</b>	<b>62</b>

## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Dissertation war es, die Auslösung des Schlundrinnenreflexes bei Kälbern, Jungrindern und Kühen unter verschiedenen Bedingungen unter Ultraschallkontrolle zu überprüfen. Bei intaktem Schlundrinnenreflex gelangt die Milch nach deren Aufnahme sofort in den Labmagen, was sonographisch nachgewiesen werden kann. Im ersten Versuch wurde der Schlundrinnenreflex bei 6 männlichen Holstein-Friesian Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 4 Monaten untersucht. Es wurden verschiedene Tränkemethoden (Eimertränke, Sauger am oberen Eimerrand bzw. am Eimerboden, Sauger mit kleiner bzw. grosser Öffnung), unterschiedliche Milchtemperaturen (20, 30, 45 °C) und verschiedene Milchaustauscherkonzentrationen (100, 125, 150 g Milchaustauscherpulver pro Liter Wasser) verwendet und mittels Sonographie überprüft, ob der Schlundrinnenreflex ausgelöst werden konnte. Vor der Tränke wurden bei jedem Versuch Haube, Labmagen, Pansenvorhof und ventraler Pansensack sonographisch untersucht. Dies diente dazu, die Grösse, die Lage und den Inhalt der Organe zu erfassen. Während der Tränke wurden Haube und Labmagen gleichzeitig untersucht, um zu evaluieren, ob die Milch in den Labmagen oder in den Hauben-Pansen-Raum gelangt war. Zwei Minuten nach der Tränke wurden Haube und Labmagen noch einmal sonographisch untersucht. Die Untersuchungen zeigten, dass der Schlundrinnenreflex in der beschriebenen Versuchsanordnung nicht durch unterschiedliche Tränkeformen, Milchtemperaturen und Milchaustauscherkonzentrationen beeinflusst und bis zum 120. Lebenstag regelmässig ausgelöst wurde.

Im zweiten Versuch wurde der Schlundrinnenreflex bei je 5 Jungrindern untersucht, die im Alter von 5 bis 6, 7 bis 8, 9 bis 10 und 11 bis 12 Monaten mit 10 Litern Milch getränkt wurden. Der Schlundrinnenreflex war bei 4, 0, 1 bzw. 0 Rindern dieser Altersgruppen auslösbar.

Im dritten Versuch wurden 20 Kühe untersucht, denen 15 Liter Milch zum Trinken angeboten wurden. Nur eine Kuh nahm die angebotene Milch auf, welche als



Folge eines ausbleibenden Schlundrinnenreflexes in die Haube und den Pansen-  
vorhof floss.

## 2. SUMMARY

The goal of this study was to investigate the activity of the oesophageal groove reflex using ultrasonography in young and older calves and in cows under various conditions. Induction of this reflex results in closure of the oesophageal groove and deposition of ingested milk directly into the abomasum. This process can be monitored ultrasonographically. In experiment 1, oesophageal groove closure was examined in six Holstein Friesian bull calves from birth to four months of age. Different feeding systems (pail with and without nipple, nipples with small or large opening), milk temperatures (20, 30 or 45 °C) and milk replacer concentrations (100, 125 or 150 g milk replacer/litre) were used and the calves were monitored sonographically for oesophageal groove closure while being fed. The reticulum, abomasum, dorsal blind sac and ventral sac of the rumen were examined sonographically before feeding to record the size, position and content of the organs. During feeding, the reticulum and abomasum were examined simultaneously to determine where the milk was deposited. Both organs were re-examined two minutes after the end of feeding. Oesophageal groove closure was consistently induced regardless of feeding system, feeding temperature and concentration of milk replacer.

In experiment 2, five calves were monitored sonographically for oesophageal groove closure during ingestion of 10 litres of milk at 5 to 6, 7 to 8, 9 to 10 and 11 to 12 months of age. In the four age periods, closure of the oesophageal groove occurred in 4, 0, 1 and 0 calves, respectively.

In experiment 3, 20 mature cows were offered 15 litres of milk. Only one cow drank the milk, which reached the reticulum and dorsal blind sac of the rumen because the oesophageal groove failed to close.

### **3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG**

Beim Milch saugenden Kalb bildet die Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes eine Voraussetzung für die Erhaltung der Gesundheit. Wird der Schlundrinnenreflex nicht ausgelöst, entsteht das sogenannte Pansentrinkersyndrom (DIRKSEN und BAUR, 1991). Damit der Reflex ausgelöst wird, müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Laut DIRKSEN (2006) zählen dazu ein ungestörtes Allgemeinbefinden, eine freiwillige Tränkeaufnahme, kein abstossender Geruch der Flüssigkeit bzw. der Milch und Kontakt der Flüssigkeit mit den entsprechenden Chemorezeptoren im Maulbereich sowie im Oesophagus. Es wird ausserdem angenommen, dass visuelle, auditive und olfaktorische Reize den Schlundrinnenreflex auslösen können (ABE et al., 1979). Nach Wissen der Autorin liegen aber keine Forschungsergebnisse darüber vor, welchen Einfluss die Tränkemethode und die Tränkezeit auf die Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes beim gesunden Kalb haben.

Um die Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes indirekt nachzuweisen, stellt die Ultraschalluntersuchung während der Tränke eine nicht invasive und leicht durchzuführende Methode dar. Es existieren bereits verschiedene Studien über die sonographische Untersuchung des Abdomens beim Kalb. KRÜGER (2012) untersuchte verschiedene intraadominale Organe mittels Ultraschall und MYIAZAKI et al. (2009) beschrieben die sonographischen Befunde bei der Milchgerinnung. Es wurden zwar bereits sonographische Untersuchungen an Haube, Psalter, Pansen und Labmagen beim Kalb vor und nach der Tränke durchgeführt (GAUTSCHI, 2010); jedoch wurde dabei immer dieselbe Tränkemethode verwendet.

Ziel dieser Studie war es, mittels Ultraschalluntersuchung abzuklären, ob und wie verschiedene Managementfaktoren den Schlundrinnenreflex beim gesunden Kalb beeinflussen. Dazu wurden verschiedene Milchtemperaturen, verschiedene Milchaustauscherkonzentrationen und verschiedene Tränkeformen untersucht.

Normalerweise geht der Schlundrinnenreflex im Verlaufe des Heranwachsens der Kälber verloren, da sie diesen nach dem Absetzen von der Milch nicht mehr benö-

tigen (HILL, 1976). MIKHAIL und SCHOLZ (1987) konnten den Schlundrinnenreflex bei Kühen durch intravenöse Vasopressinverabreichung auslösen. Nach Wissen der Autorin wurde jedoch bei Kühen nicht versucht, den Schlundrinnenreflex mittels Milchtränke auszulösen. Ein positives Ergebnis wäre für die Behandlung von Magen-Darm-Erkrankungen, wie zum Beispiel von Labmagenulzera, von grosser Bedeutung. Wenn durch Milch bzw. einen Inhaltsstoff der Milch der Schlundrinnenreflex beim erwachsenen Rind wieder ausgelöst werden könnte, würde dies eine Möglichkeit darstellen, Medikamente direkt in den Labmagen zu verabreichen, damit sie ihre Wirkung dort oder im Darm entfalten könnten. Daher war es ein zusätzliches Ziel dieser Studie abzuklären, ob Rinder und Kühe noch freiwillig Milch trinken und falls dies der Fall ist, ob und bis zu welchem Alter sich der Schlundrinnenreflex durch Milchtränke auslösen lässt.

## **4. LITERATURÜBERSICHT**

### **4.1. Schlundrinne und Schlundrinnenreflex**

Bei saugenden Wiederkäuern gelangen Flüssigkeiten unter Umgehung des Retikulumens direkt in den Labmagen. Dies ist durch den sogenannten Schlundrinnenreflex bedingt (COMLINE und TITCHEN, 1951; NEWHOOK und TITCHEN 1974; WISE et al., 1984). Die Schlundrinne erstreckt sich von der Oesophagusmündung bis zur Öffnung in den Blättermagen. Sie liegt in der rechten Wand des Netzmagens und wird von zwei spiraligen Lippen begrenzt (SALOMON, 2005). Im Blättermagen wird sie als Psalterrinne weitergeführt. Diese verbindet die Hauben-Psalter-Öffnung mit dem Labmagen. Die Psalterrinne ist am Boden des Blättermagens gelegen und wird von den freien Rändern der Psalterblätter sowie zwei papillenbesetzten Leisten begrenzt (SCHUMMER und WILKENS, 1987). Als Schlundrinnen- oder Haubenrinnenreflex wird die reflektorisch ausgelöste, spiralförmige Drehung der beiden Haubenlippen bei gleichzeitiger Relaxation der Hauben-Psalter-Öffnung und des Psalterkanals bezeichnet, wodurch ein Bypass zwischen Oesophagus und Labmagen entsteht (KASKE, 2005). Um einen Schluss der Schlundrinne herbei zu führen, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Dazu zählen ein ungestörtes Allgemeinbefinden, eine freiwillige Tränkeaufnahme, ein nicht abstossender Geruch der Flüssigkeit bzw. Milch und Kontakt der Flüssigkeit mit den entsprechenden Chemorezeptoren im Maulbereich sowie im Oesophagus (DIRKSEN, 2006). Es wird ausserdem angenommen, dass visuelle, auditive und olfaktorische Reize den Schlundrinnenreflex auslösen können (ABE et al., 1979). Die Schlundrinne ist bei Kälbern sehr dicht innerviert. Dabei dominieren Nervenfasern, welche auf Somatostatin und Gastrin freisetzende Polypeptide reagieren. Die Hauptkontrolle der Schlundrinne erfolgt mittels vago-vagalen Reflexen über die Medulla oblongata (KITAMURA et al., 1986). Der Schluss der Haubenrinne wird letztendlich vorwiegend durch den dorsalen Ast des Nervus vagus vermittelt (SELLERS und STEVENS, 1966). Daher geht der Schlundrinnenreflex nach einer Vagotomie verloren (COMLINE und TITCHEN, 1951). Die Kontrakti-

on der Schlundrinne erfolgt direkt durch Erregung von  $\alpha$ -Rezeptoren der glatten Muskulatur, während eine Relaxation über  $\beta$ -Rezeptoren vermittelt wird (DENAC et al., 1990). Als sekundärer Botenstoff spielt Stickstoffmonoxid bei der Innervation der glatten Muskulatur der Schlundrinne eine wichtige Rolle (SCALA und MARUCCIO, 2012). Kommt es zum reflektorischen Schluss der Schlundrinne, fließen weniger als 10 % der Milch in die Haube oder in den Pansen (DIRKSEN, 2006).

TEIXEIRA et al. (2009) untersuchten die Schlundrinnen von 6 erwachsenen Rindern stereo- und elektronenmikroskopisch und konnten nagelförmige Papillen im distalen Bereich der Schlundrinne identifizieren. Sowohl die Grösse als auch die Dichte der Papillen auf der Schleimhaut der Schlundrinne nahm vom Anfang bis zum Ende der Schlundrinne zu. Die Autoren nahmen an, dass die Papillen beim adulten Rind im distalen Bereich eine Art Filterfunktion für grössere Futterpartikel besitzen und ausserdem durch passive Bewegung in diesem Bereich eine Obstruktion verhindern.

Es wurden verschiedenste Möglichkeiten zur Überprüfung der Schlundrinnenfunktion beschrieben. Mehrere Autoren (ØRSKOV et al., 1970; LAWLOR et al., 1971; LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983) untersuchten den Schlundrinnenreflex mittels Röntgenstudien; weitere Autoren führten fluoroskopische Untersuchungen bei Schafen und Kälbern durch (CHAPMAN et al., 1986; SARGISON et al. 1999) und wieder andere verwendeten mit der Milch verabreichte Farbstoffe, um die Schlundrinnenfunktion zu überprüfen (ABE et al., 1979).

SCHNETZLER (2012) konnte die Schlundrinne computertomographisch darstellen. Diese enthielt meistens Gas und verlief, vom Oesophagus ausgehend, in der medialen Wand der Haube, bevor sie ventral in den Psalter übergang und wenig weiter kaudal in den Labmagen mündete.

## **4.2. Beeinflussung und Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes**

Eine intravenöse Verabreichung von Atropin hob den Schlundrinnenreflex komplett auf (COMLINE und TITCHEN, 1951). Auch eine Verabreichung von Lokalanästhetika im Maulbereich verhinderte einen Schluss der Schlundrinne (KASKE, 2005). DENAC et al. (1990) stellten einen konzentrationsabhängigen kontraktilen Effekt von Adrenalin und Noradrenalin auf die Bodenmuskulatur der Schlundrinne fest. Die Verabreichung von Kolostrum über eine Schlundsonde beim bis zu drei Wochen alten Kalb führte nicht zur Auslösung des Schlundrinnenreflexes (LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983). Erfolgte die Kolostrumaufnahme jedoch über einen Eimer, so konnte das Kolostrum direkt im Labmagen und Dünndarm nachgewiesen werden, was für einen Schluss der Schlundrinne sprach (LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983). Die Kopf- und Nackenhaltung des Kalbes beeinflussten den Schlundrinnenreflex nicht (WISE et al., 1942). ABE et al. (1979) konnten den Schlundrinnenreflex beim bis zu zwei Wochen alten Kalb, unabhängig davon, ob es mit einem Eimer und Sauger oder einer Flasche mit Sauger getränkt wurde, auslösen. Es kam jedoch zu einem geringen Funktionsverlust, wenn die Kälber abrupt von Nippel- auf Eimertränke umgestellt wurden. Dieser war daran zu erkennen, dass nach der Tränke mehr von den mit der Milch verabreichten Indikatorfarbstoffen im Retikulum nachgewiesen werden konnten. Bei Lämmern trat der Schlundrinnenreflex bereits bei einer Erwartungshaltung auf Milch auf, falls sie auf eine bestimmte Tränkemethode konditioniert waren (ØRSKOV et al., 1970). Ebenfalls ging der Schlundrinnenreflex nach einer zervikalen oder abdominalen Vagotomie verloren und es konnte keine spontane Aktivität der Schlundrinne mehr nachgewiesen werden, sodass die aufgenommene Milch in den Pansen und in die Haube gelangte (NEWHOOK und TITCHEN, 1974).

## **4.3. Entwicklung des Vormagensystems und des Labmagens**

Beim Wiederkäuerembryo stellt sich die Magenanlage wie bei den anderen Säugetieren als spindelförmige Erweiterung dar. Beim 20 mm langen Rinderembryo

sind die vier Magenabteilungen bereits deutlich voneinander abgegrenzt (SCHNORR, 1996). Die verschiedenen Abteilungen der Wiederkäuermägen wachsen in unterschiedlicher Geschwindigkeit. Vor der Geburt, während das Kalb noch in der Gebärmutter ist, hat der Pansen zunächst einen Wachstumsvorsprung. Zum Zeitpunkt der Geburt sind Labmagen und Pansen annähernd gleich gross. Nach der Geburt nimmt die Grösse des Labmagens bis zu einem Alter von 3 Monaten rasch zu (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004).

Der Labmagen ist derjenige Abschnitt des Magensystems, welcher nach der Geburt unmittelbar nach der ersten Milchaufnahme die Funktion deren Verdauung aufnimmt. Seine Struktur ähnelt derjenigen eines erwachsenen Tieres schon sehr und das Fassungsvermögen des Labmagens kann bereits 60 % des Volumens adulter Rinder erreichen (KÖNIG et al., 2005).

Mit dem Beginn der Raufutteraufnahme erweitert sich der Pansen zunehmend. Mit etwa drei Monaten sind Labmagen und Pansen gleichgross, bis sich schliesslich beim Jungrind allmählich das endgültige Verhältnis der beiden Organe einstellt (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Auch SCHNETZLER (2012) konnte beim Kalb in den ersten 105 Lebenstagen eine massive Zunahme der Pansengrösse beobachten.

BRAUN et al. (2014) konnten die Entwicklung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen über die ersten 105 Lebenstage beim Kalb sehr gut mittels computertomographischen Untersuchungen aufzeigen. Dabei zeigte es sich, dass der Labmagen direkt nach der Geburt der grösste der vier Mägen ist. Die Länge des Labmagens veränderte sich über den Untersuchungszeitraum von 105 Tagen kaum, jedoch verringerte sich seine seitliche Ausdehnung deutlich. Damit nahm der Labmagen aufgrund einer Grössenzunahme des Pansens seine Lage eher auf der rechten, ventralen Körperseite ein. Auch der Pylorus konnte mittels CT anhand seiner Radspeichenstruktur identifiziert werden. Dieser hatte, je nach Untersuchungszeitraum, eine unterschiedliche Lage. So lag er entweder rechts dorsal, links dorsal oder rechts ventral. Die Haube war links paramedian gelegen. Die



Haube wie auch der Pansen nahmen über die 105 Lebenstage deutlich an Grösse zu. So betrug die Länge von Haube und Pansen direkt nach der Geburt  $17.9 \pm (1.7)$  cm, nach 105 Lebenstagen hingegen waren die beiden Organe  $61.7 \pm (4.6)$  cm lang. Der Blättermagen nahm ebenfalls deutlich an Grösse zu und wurde durch den sich ausdehnenden Pansen etwas nach kranial verlagert.

#### **4.4. Milchgerinnung**

Beim Milchkalb wird in den Hauptzellen der Fundusdrüsen des Labmagens anstelle des Pepsinogens das Prochymosin gebildet, welches durch den niedrigen pH-Wert im Labmagen zu Chymosin aktiviert wird (SCHARRER und WOLFFRAM, 2005). Die höchste Stabilität weist Chymosin bei einem pH-Wert von 5.3 bis 6.3 und die höchste Wirksamkeit bei einem solchen von 4.0 auf. Der pH-Wert im Labmagen steigt während der Tränke von 1.4 auf 6.0 an, um dann innerhalb von etwa sechs Stunden wieder den Ausgangswert zu erreichen. Dies bedeutet, dass im Labmagen zwei Stunden nach der Tränke ein optimaler pH-Wert für die Milchgerinnung herrscht (MIYAZAKI et al., 2009). Das Chymosin spaltet das kappa-Kasein der Milch und führt unter Anwesenheit von Kalziumionen zur Koagulation der Kaseinproteine. Die Fette sind im Kaseinkuchen mit eingeschlossen, während die Milchserumproteine, Laktose, lösliche Mineralstoffe und Vitamine in der flüssigen Phase gelöst bleiben. Die gelösten Anteile werden innerhalb von zwei bis drei Stunden in den Dünndarm weiter transportiert, während das Koagulum langsamer verdaut wird (DRACKLEY, 2008).

#### **4.5. Pansentrinken (Ruminal Drinking Syndrome)**

Die Pathogenese des Pansentrinkersyndroms wurde bereits in der Dissertation von GAUTSCHI (2010) beschrieben. Dieses wird unter anderem durch eine Beeinträchtigung des Schlundrinnenreflexes ausgelöst. Ein teilweiser oder vollständiger Ausfall des Schlundrinnenreflexes kann bei unphysiologischen Haltungs- oder Fütterungsbedingungen auftreten (KASKE, 2005). Auch andere Erkrankungen,

wie zum Beispiel die Neugeborenenendiarrhoe, führen zu einer Störung des Schlundrinnenreflexes (DIRR und DIRKSEN, 1989). Auch bei Zwangstränke eines Kalbes mittels Sonde gelangt die gesamte Milch in den Hauben-Pansen-Raum (SCHIPPER et al., 1984; DIRKSEN und BAUR, 1991). Wenn grössere Milchmengen in den Pansen gelangen und die Milch schnell weitertransportiert wird, entstehen keine nachhaltigen Folgen. Physiologischerweise gelangen bei der Tränke des Kalbes etwa 10 % der Milch in den Hauben-Pansen-Raum (RUCKE-BUSCH und KAY, 1971) und diese wird ohne Beeinträchtigung des Vormagensystems innerhalb von 3 Stunden durch aktive Transportmechanismen in den Pansen und Labmagen weiter transportiert (LATEUR-ROWET und BREUKINK, 1983). Bleibt die Milch jedoch länger im Pansen, unterliegen die Kohlenhydrate in der Milch der bakteriellen Fermentation. Dabei entstehen Butter-, Essig-, Propion- und Milchsäure. Durch die bakterielle Spaltung der Kohlenhydrate der Milch sinkt der pH-Wert im Pansen auf Werte zwischen 4 und 5 (DIRKSEN und BAUR, 1991). Es entsteht eine akute Pansenazidose (HÄNICHEN, 1992; BREITNER et al., 1998; GENTILE et al., 2004). Laut VAN BRUINESSEN-KAPSENBERG et al. (1982) sind beim Pansentrinker noch 6 Stunden nach der Tränke beträchtliche Milchmengen im Pansen vorhanden. Auch HERRLI-GYGI et al. (2008) zeigten, dass beim Pansentrinker der Milchtransport vom Pansen bis in den Dünndarm wesentlich langsamer als beim gesunden Kalb abläuft. GENTILE et al. (2004) beschrieben beim Pansentrinkerkalb eine metabolische Azidose und konnten zudem im Blut eine Hyper-D-Laktatämie nachweisen, welche eng mit den beim Pansentrinker auftretenden Verhaltensänderungen zusammenhängt.

Beim chronischen Pansentrinkersyndrom kommt es zu einer Villusatrophie und zu einer verminderten Aktivität der Bürstensaumenzyme im Dünndarm, was für eine Malabsorption und Maldigestion verantwortlich gemacht wird (VAN WEEREN-KEVERLING BUISMAN et al., 1988), und im fortgeschrittenen Stadium kann die entstandene Ruminitis selbst zu einer Störung der Schlundrinnenfunktion führen (BREITNER et al., 1998).

## **4.6. Sonographische Befunde beim Kalb**

### **4.6.1. Sonographische Befunde an der Haube**

#### **Milchkalb**

Die Haube kann beim Kalb ab dem 16. Lebenstag sicher dargestellt werden. Sie befindet sich sternal oder links paramedian im Unterbrustbereich (KRÜGER, 2012). Wird das Kalb nur mit Milch getränkt, kommt es vor, dass sich die Haube sonographisch nicht darstellen lässt, da sie noch zu klein ist und nicht der Bauchwand anliegt (GAUTSCHI, 2010). Die Haubenwand stellt sich ähnlich wie bei der Kuh als hyperechogene, glatte Linie dar (BRAUN und GÖTZ, 1994; Braun, 2002). Der Haubeninhalt kann aufgrund seiner gasigen Beschaffenheit selten dargestellt werden (BRAUN et al., 2012). In seltenen Fällen, wenn die Haube Flüssigkeit enthält, kann ihre Bienenwabenstruktur als echogenes, gewelltes, unmittelbar der Haubenwand anliegendes Muster erkannt werden (BRAUN et al., 2013). GAUTSCHI (2010) konnte die Haube bei 16 bis 33 Tage alten Kälbern während und bis 30 Minuten nach der Milchtränke nicht darstellen, da diese durch den sich ausdehnenden Labmagen nach kranial und dorsal unter die Lunge verdrängt wurde.

#### **Heufressendes Kalb**

Beim heufressenden Kalb kann die Haube im Unterschied zu dem mit Milch getränkten Kalb von paramedian links aus immer dargestellt werden, da sie bereits der Bauchwand anliegt (GAUTSCHI, 2010). Dabei zeigt sich die Wand als hyperechogene Linie. Während der Fütterung mit Heu oder Silage lassen sich keine Veränderungen in Bezug auf die Lage oder den Inhalt der Haube feststellen (BRAUN et al., 2012). Ab dem 16. Lebenstag konnten von KRÜGER (2012) die typischen biphasischen Kontraktionen der Haube erkannt werden. Vor dem 16. Lebenstag treten keine, monophasische oder biphasische Kontraktionen der Haube in unterschiedlicher Häufigkeit pro Zeiteinheit auf (KRÜGER, 2012).

#### **4.6.2. Sonographische Befunde am Pansen**

In den ersten beiden Lebenswochen kann der Pansen beim Kalb nur von der linken, ab der dritten Lebenswoche auch von der rechten Körperseite aus dargestellt werden. Der dorsale und der ventrale Pansensack lassen sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht differenzieren. Meist sind in der linken Flanke in den ersten beiden Lebenswochen eine dorsale Gaskappe mit Reverberationsartefakten und ventral eine Flüssigkeitsphase im Pansen zu erkennen. Ab der 3. Lebenswoche lässt sich auch der Pansenvorhof sonographisch darstellen. Mit dem Alter der Kälber nimmt auch die Grösse des Pansens zu (BRAUN et al., 2013). GAUTSCHI (2010) und KRÜGER (2012) konnten die Pansenwand beim Kalb auf der linken Seite als hyper-echogene Linie darstellen. Dabei erstreckte sich der Pansen auf der linken Körperseite vom 7. bis zum 12. Interkostalraum und nahm auch den Raum in der linken Flanke ein. Anhand der Pansenlängsfurche konnte der dorsale und ventrale Pansensack von links deutlich voneinander differenziert werden (BRAUN et al., 2012).

#### **4.6.3. Sonographische Befunde am Psalter**

Der Psalter kann beim Kalb auf der rechten Körperseite als echogene, halbkreisförmige Struktur medial der Leber dargestellt werden (BRAUN et al., 2012), wobei nur die schallkopfnahе Wand des Psalters erkannt werden kann. Jedoch können die Psalterblätter normalerweise mittels Ultraschall nicht dargestellt werden (BRAUN et al., 2012). Bei den 1 bis 4 Tage alten Kälbern war es gelegentlich möglich, die Psalterblätter als feine, echogene Linien zu identifizieren und auch bei Untersuchungen bis zum 100. Lebenstag konnte der Ursprung der Psalterblätter teilweise an der Psalterwand als in das Lumen hinein ragende, echogene Zapfen dargestellt werden (BRAUN et al., 2013).

#### **4.6.4. Sonographische Befunde am Labmagen**

##### **Milchkalb**

Beim präruminanten Kalb liegt der Labmagen der ventralen Bauchwand an. Er erstreckt sich vom Xyphoid bis vor das Becken und kann ohne den Einfluss anderer Organe dargestellt werden (MIYAZAKI et al., 2009). Auch BRAUN et al. (2012) konnten feststellen, dass der Labmagen links und rechts der Medianen, kaudal des Xyphoids, direkt der ventralen Bauchwand anliegt. Die Labmagenwand stellte sich an der ventralen Bauchwand als feine, echogene Linie dar (KRÜGER, 2012). War der Labmagen wenig gefüllt, so zeigte sich die Labmagenwand als wellige Linie. Der Labmagen konnte sonographisch allein anhand seines Inhalts identifiziert werden (BRAUN et al., 2012). Die Labmagenfalten konnten im sie umgebenden Labmageninhalt als echoarme Strukturen gesehen werden (KRÜGER, 2012).

Durch die Tränke kam es zu einer Volumenzunahme des Labmagens und zu einer Dorsalverlagerung des Pylorus und der Pars cranialis duodeni (PADELGSCHWIND und STOCKER, 2004). WITTEK et al. (2005) konnten feststellen, dass der Labmagen nach der Tränke eine ellipsoide Form besitzt. Die Grösse des Labmagens nahm während der Tränke zu allen Seiten hin zu, wobei er sich hauptsächlich nach lateral und kaudal, jedoch nur wenig nach dorsal ausdehnte. Er nahm dabei in Bezug auf die übrigen Bauchhöhlenorgane den Grossteil des Raumes vom Zwerchfell bis zum fünften Lendenwirbel ein. Im Gegensatz dazu stellten andere Autoren fest, dass sich der Labmagen während der Milchtränke stärker nach links als nach rechts der Medianen ausdehnte (GAUTSCHI, 2010; KRÜGER 2012).

Die Milch stellte sich im Labmagen homogen dar (MIYAZAKI et al., 2009). Das Einströmen der Milch war im Labmagen als echogenes Schneegestöber während der Tränke darstellbar (GAUTSCHI, 2010; KRÜGER, 2012).

Zehn bis 24 Sekunden nach Tränkebeginn konnte die Milch zuerst als wolkige, hyperechogene Masse dargestellt werden. Diese breitete sich schneegestöberartig

aus und füllte den Labmagen zunehmend als homogener, hyperechogener Inhalt aus (BRAUN et al., 2013).

### **Heufressendes Kalb**

Beim heufressenden Kalb lag der Labmagen der Bauchwand wie beim Milchkalb direkt an (BRAUN et al., 2012). Er war beidseits der Medianen darstellbar, wobei er sich signifikant weiter nach links als nach rechts ausdehnte. Die Labmagenwand stellte sich als echogene Linie dar und die Labmagenfalten waren deutlich identifizierbar. Der Labmageninhalt stellte sich homogen oder inhomogen dar. Ganz im Gegensatz zum Aussehen nach der Milchtränke veränderte sich der Labmagen nach der Aufnahme von Heu oder Grassilage weder in der Lage noch in der Ausdehnung. Auch der Labmageninhalt blieb nach einer Raufutteraufnahme unverändert (BRAUN et al., 2012).

#### **4.6.5. Sonographische Befunde bei Pansentrinker-Kälbern**

Bei Pansentrinker-Kälbern konnte die Haube als echogene Linie an der linken ventralen Bauchwand fast immer sonographisch dargestellt werden (BRAUN und GAUTSCHI, 2013). Die Haubenleisten waren deutlich sichtbar, zum Teil war auch die Bienenwabenstruktur der Haube zu sehen. Der Inhalt der Haube bestand, im Gegensatz zu Kälbern mit normal funktionierendem Schlundrinnenreflex, immer aus echogener, homogener Flüssigkeit. Während der Tränke war die Haube nicht sichtbar.

Die Pansenwand konnte auf der linken Seite in den letzten Interkostalräumen und der linken Flanke als echogene Linie dargestellt werden. Der Pansen war mit flüssigem Inhalt gefüllt, mit einer deutlichen Grenze zur dorsalen Gasphase (Reverberationsartefakte). Während der Milchtränke konnte der Milcheinstrom in den Pansen als hyperechogene Flüssigkeit verfolgt werden. Die Flüssigkeit vermischte sich mit bereits vorhandener Flüssigkeit im Pansen.

Der Labmagen konnte ventral links und rechts paramedian direkt kaudal des Xyphoids dargestellt werden. Er lag bei allen Pansentrinkerkalbern direkt der Bauchwand an. Die Labmagenwand stellte sich wie auch bei gesunden Kälbern als schmale, echogene Linie dar. Auch die Labmagenfalten konnten zum Teil identifiziert werden. Die im Labmagen enthaltene Flüssigkeit stellte sich entweder hypoechogen oder echogen dar. Zum Teil konnten in der flüssigen Phase des Labmagens feste Bestandteile identifiziert werden. Während der Milchtränke konnte der Milcheinstrom sowohl in den Pansen als auch in den Labmagen beobachtet werden (BRAUN und GAUTSCHI, 2013).

#### **4.6.6. Sonographische Darstellung der Milchgerinnung**

GAUTSCHI (2010) konnte bei 16 bis 33 Tage alten Kälbern zum Teil bereits während der Tränke mit Vollmilch erste Gerinnungsanzeichen im Labmagen sehen. Es kam dabei zu einer Zunahme des echoreichen Materials im Labmagen. Bereits 15 Minuten nach der Tränke enthielt der Labmagen kaum mehr flüssige Anteile. Rund um den hyperechogenen, klar abgrenzbaren Gerinnungsklumpen konnte nebst Labmagenfalten wenig hypoechogene Flüssigkeit dargestellt werden. 30 Minuten nach der Tränke erschien der Gerinnungsklumpen weniger gut abgegrenzt und weniger echogen. Er löste sich zu diesem Zeitpunkt langsam auf und zum Labmagenrand hin wurde ein grösserer, flüssigkeitsgefüllter Raum sichtbar. Zwei Stunden nach der Tränke war der Gerinnungsklumpen deutlich kleiner und der Labmageninhalt stellte sich inhomogen dar.

Schon MIYAZAKI et al. (2009) stellten beim präruminanten Kalb fest, dass getrunzene Milch unmittelbar nach deren Aufnahme, aber auch nach ihrer Gerinnung, dargestellt werden kann. Direkt nach der Tränke war der Labmageninhalt homogen echogen. Im Gegensatz zur Tränke mit Milch liessen sich bei der Tränke mit Milchaustauscher geronnene Milchanteile als echogene Stippchen erst 30 Minuten nach der Tränke sonographisch identifizieren. Dabei liess sich der Gerinnungsklumpen ein bis zwei Stunden nach der Tränke am besten darstellen, da er

zu diesem Zeitpunkt die grösste Ausdehnung besass und am klarsten von der Molkeflüssigkeit abgegrenzt werden konnte (MIYAZAKI et al., 2009). Der Gerinnungsklumpen besass, im Gegensatz zur ihn umgebenden Flüssigkeit, einen echogenen Charakter (MIYAZAKI et al., 2009; GAUTSCHI, 2010). In den Randbereichen mit dem flüssigen Milchanteil konnte eine deutliche Bewegung des Labmageninhalts beobachtet werden (KRÜGER, 2012). Ebenso konnte KRÜGER (2012) die Milchgerinnung nach der Tränke mittels Ultraschalluntersuchung beim Kalb darstellen. Auch sie fand wie MIYAZAKI et al. (2009) eine periphere, hypoechogene Zone mit sich bewegenden hyperechogenen Stippchen und einen grossen, echogenen Milchklumpen im Zentrum des Labmagens.



## **5. MATERIAL UND METHODIK**

### **5.1. Tiere**

Die Untersuchungen zur Auslösung des Schlundrinnenreflexes wurden vom 16. Dezember 2012 bis zum 17. Februar 2014 an 6 Kälbern (Gruppe A), 20 Rindern (Gruppe B) und 20 Kühen (Gruppe C) verschiedener Rassen durchgeführt.

### **5.2. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern**

Die Kälber der Gruppe A dienten erstens dazu, die Auslösung des Schlundrinnenreflexes über die ersten 120 Lebenstage zu überprüfen. Zweitens sollte untersucht werden, ob verschiedene Faktoren, wie unterschiedliche Milchaustauscherkonzentrationen, unterschiedliche Milchtemperaturen und verschiedene Tränkeformen, einen Einfluss auf den Schlundrinnenreflex ausüben. Die Gruppe bestand aus 6 männlichen Holstein-Friesian-Kälbern, welche zum Zeitpunkt des Zukaufs 0 bis 2 Tage alt waren. Die Kälber wurden für dieses Projekt aus drei verschiedenen Betrieben zugekauft. Sie waren klinisch gesund und wiesen ein Gewicht zwischen 33 und 46 kg auf ( $41.5 \pm 4.6$  kg).

#### **5.2.1. Voruntersuchungen**

Die Kälber der Gruppe A wurden vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen klinisch untersucht, um sicherzustellen, dass sie gesund waren. Dazu gehörten die Auskultation von Herz, Lunge und Darm, die Schwing- und Perkussionsauskultation auf beiden Seiten, die Bestimmung der rektalen Körpertemperatur und die Beurteilung des Kots. Bei jedem Kalb wurden Blut und Harn für die folgenden Untersuchungen entnommen:

- EDTA-Blut und Heparinblut für die Bestimmung von Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozytenzahl, MCH, MCHC, MCV, Leukozytenzahl, Thrombozytenzahl, Fibrinogen, Plasmaprotein, Bilirubin, Harnstoff, GLDH, ASAT,  $\gamma$ -GT, CK, SDH, Natrium, Kalium, Chlorid, Kalzium, anorganisches Phosphat, pH-Wert, pCO<sub>2</sub>, Bikarbonat, Basenabweichung, O<sub>2</sub>-Sättigung.

- Vollblut für die serologische Untersuchung auf Bovines-Herpesvirus-1-Antikörper durch das Virologische Institut der Vetsuisse Fakultät Zürich.
- Harn für die Bestimmung des spezifischen Gewichts mit einem Handrefraktometer und für die Bestimmung des pH-Werts und den Nachweis von Leukozyten, Nitrit, Protein, Glukose, Keton, Urobilinogen, Bilirubin, Erythrozyten und Hämoglobin mittels Teststreifen (Combur Test<sup>®</sup>, Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland).
- Eine Hautbiopsie bei 2 Tieren und eine Ohrstanzprobe bei 4 Tieren für die Untersuchung auf Pestivirus-Antigen (Microsynth, Balgach, Schweiz).

### **5.2.2 Haltung und Fütterung der Kälber**

Die Kälber wurden in mit Stroh eingestreuten Einzelboxen mit Sichtkontakt zu anderen Kälbern gehalten. Falls es die Witterung zuliess, wurde den Tieren Auslauf im Freien auf einem befestigten Auslauf ohne Graswuchs gewährt. Die Kälber wurden zwischen 6.30 und 8 Uhr und zwischen 15 und 17 Uhr getränkt. Die auf zwei Portionen aufgeteilte Milchmenge betrug 12 % des Körpergewichts. Im Maximum wurden 4 Liter auf einmal bzw. 8 Liter pro Tag verabreicht. Bis zum Erreichen der Maximaltränke wurden die Kälber einmal wöchentlich gewogen und die Milchmenge wurde an das Gewicht angepasst. Bei der Anpassung der Milchmenge wurde berücksichtigt, in welchem Versuch sich die Kälber befanden. Im Normalfall wurde die Milch den Kälbern mit einem Eimer und dem Sauger am oberen Eimerrand angeboten. Dabei war der Sauger derart mit einem Schlauch verbunden, dass die Milch mit kräftigen Saugbewegungen vom Eimerboden des 10-Liter-Eimers gesaugt werden musste (Kälbersauger, Etro einfach, Etro AG, Schweiz). Ab dem ersten Lebenstag standen den Kälbern Wasser über ein Selbsttränkebecken und Heu ad libitum zur Verfügung. Ab dem 61. Lebenstag erhielten sie zudem zweimal täglich 75 Gramm eines Ergänzungsfuttermittels für Aufzuchtälber (PRIMA ProRumin COMBI IPS, UFA AG, Herzogenbuchsee).

### **5.2.3. Sonographische Untersuchung der Kälber**

#### **Vorbereitung der Kälber**

Die Kälber wurden ventral am Bauch und auf der rechten sowie auf der linken Körperseite geschoren. Die geschorene Fläche reichte beidseits vom Ellbogen bis zum Hüfthöcker und von den Querfortsätzen der Wirbelsäule bis zur ventralen Mittellinie des Abdomens. Die Haut wurde vor der Ultraschalluntersuchung mit Alkohol entfettet und daraufhin mit Gleitgel beschichtet (Vetogel<sup>®</sup>, Streuli Pharma AG, Uznach). Um einen besseren Kontakt zwischen der Haut und dem Schallkopf zu erreichen, wurde diese zusätzlich mit Kontaktgel (Aquasonic<sup>®</sup> 100, Parker Laboratories, Inc.) beschichtet.

#### **Ultraschallgerät**

Für die Ultraschalluntersuchungen standen zwei Geräte der Hitachi Medical Systems AG (Zug, Schweiz) mit einer 7.5-MHz-Linear- (Hitachi EUB-8500) und einer 5-MHz-Konvexsonde (Hitachi EUB-7500 A) zur Verfügung. Die fotografischen Aufnahmen erfolgten mit einem Konvexschallkopf mit variabler Frequenz (GE Healthcare Logiq 7, GE Medical Systems, Glattbrugg, Schweiz).

#### **Sonographische Untersuchung**

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am stehenden, unseidierten Kalb durchgeführt. Vor der Tränke wurden Haube, Pansenvorhof, Pansen und Labmagen sonographisch untersucht, um Lage, Ausdehnung und Inhalt dieser Organe vor der Tränke beurteilen zu können. Die Haube wurde auf der linken Körperseite ventral, kaudal des Xyphoids und links paramedian untersucht. Dazu wurde der Schallkopf parallel zur Längsachse des Tieres gehalten. Falls die Haube von ventral nicht darzustellen war, wurde sie links und rechts in den kranialen Interkostalräumen von kranial nach kaudal und von dorsal nach ventral parallel zu den Rippen untersucht. Ausdehnung, Lage und Inhalt des Labmagens wurden von beiden Körperseiten aus untersucht. Dabei wurde der Schallkopf in den Interkostalräumen 7 bis 12 von

der ventralen Mittellinie aus parallel zu den Rippen nach dorsal geführt. Der Pansenvorhof wurde ebenfalls von ventral und links an der ventralen seitlichen Bauchwand untersucht. Die Darstellung des ventralen Pansensacks erfolgte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 sowie in der linken Flanke, an der ventralen kaudalen Bauchwand und auf der rechten Körperseite in der Flanke sowie in den letzten beiden Interkostalräumen.

Während der Tränke wurden Haube und Labmagen immer gleichzeitig untersucht. Bis zum 60. Lebenstag konnten die beiden Organe mit einem Schallkopf gleichzeitig abgebildet werden, ab dem 61. Lebenstag mussten wegen der zunehmenden Organgrösse zwei Schallköpfe verwendet werden. Die beiden Schallköpfe wurden dabei von einer Person gehalten. Zwei Minuten nach dem Tränken wurden zuerst die Haube und danach der Labmagen noch einmal untersucht.

#### **5.2.4. Experimentelle Untersuchungen bei den Kälbern**

##### **5.2.4.1. Kontrollen**

Einmal pro Woche wurde eine Kontrolluntersuchung durchgeführt, mit welcher die nachfolgend aufgeführten experimentellen Untersuchungen der betreffenden Woche verglichen wurden. Dabei wurde für die Milchtränke, im Gegensatz zur täglichen routinemässigen Tränke, immer ein Eimer mit dem Sauger am Eimerboden verwendet (Kunststoffeimer mit rotem Sauger, Hauptner Instrumente GmbH, Schweiz). Um die Kälber nicht zu konditionieren, wurden alle, auch die experimentellen Untersuchungen, vor- oder nachmittags, zum Zeitpunkt der geplanten Tränke, an verschiedenen Orten durchgeführt (entweder im Stall oder in einem von vier verschiedenen Untersuchungsräumen). Die Kälber wurden für die Untersuchung mit 50 % der täglichen Milchmenge getränkt. Die Milch war vor der Verabreichung mit einem Heizstab (Kälbermilcherwärmer mit PTFE-Beschichtung, Hauptner Instrumente GmbH) auf 39 °C erhitzt worden (Kontrolle der Temperatur mit einem Flüssigkeits-Thermometer). Die Tränkedauer wurde bei jeder Untersuchung mit einer digitalen Stoppuhr festgehalten (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht über das experimentelle Vorgehen zur Auslösung des Schlundrinnenreflexes

Lebenswochen (Lebenstage)	Experimentelle Untersuchungen
1 bis 3 (0 - 21)	Einmal pro Woche Ultraschalluntersuchung während der Tränke
4 (22 - 28)	Vier Ultraschalluntersuchungen, davon eine Kontrolluntersuchung mit Milch und je eine Untersuchung mit 100, 125 und 150 g Milchaustauscher pro Liter Tränke
5 (29 - 35)	Vier Ultraschalluntersuchungen, davon eine Kontrolluntersuchung mit 39 °C warmer Milch und je eine Untersuchung mit 20, 30 und 45 °C warmer Milch
6 (36 - 42)	Drei Ultraschalluntersuchungen, davon eine Kontrolluntersuchung mit Sauger am unteren Eimerrand und je eine Untersuchung mit Tränke direkt aus dem Eimer und Eimer mit Sauger am oberen Eimerrand
7 (43 - 49)	Drei Ultraschalluntersuchungen, davon eine Kontrolluntersuchung mit Sauger am Eimerboden und je eine Untersuchung mit Flasche und Sauger mit grosser bzw. kleiner Öffnung
8 bis 17 (50 - 120)	Einmal pro Woche Ultraschalluntersuchung während der Tränke

#### 5.2.4.2. Milchaustauscher (unterschiedliche Konzentrationen) und Schlundrinnenreflex

Der Einfluss verschiedener Milchaustauscherkonzentrationen auf den Schlundrinnenreflex wurde in der vierten Lebenswoche untersucht (Tab. 1). Die Untersuchungen erfolgten mit 100, 125 und 150 g Milchaustauscher (UFA 207 plus Auf-

zuchtmilch Universal, UFA AG, Sursee, Schweiz) pro Liter Wasser (Wassertemperatur 41 °C), wobei die vom Hersteller empfohlene Menge bei 100 Gramm pro Liter lag. Die Menge des Milchaustauschers wurde mit einer elektronischen Waage bestimmt. Jedes Kalb wurde je einmal mit den verschiedenen Milchaustauscherkonzentrationen getränkt. Als Kontrolle diente die in derselben Woche durchgeführte wöchentliche Untersuchung mit Milchtränke.

#### **5.2.4.3. Verschiedene Milchttemperaturen und Schlundrinnenreflex**

Der Einfluss verschiedener Milchttemperaturen auf den Schlundrinnenreflex wurde in der fünften Lebenswoche untersucht (Tab. 1). Die Untersuchungen erfolgten mit Milch, die auf 20, 30 oder 45 °C erwärmt wurde. Jedes Kalb wurde je einmal mit Milch der drei Temperaturen getränkt. Als Kontrolle diente die in derselben Woche durchgeführte wöchentliche Untersuchung mit Milchtränke.

#### **5.2.4.4. Eimertränke, Saugerposition und Schlundrinnenreflex**

Der Einfluss der Eimertränke auf den Schlundrinnenreflex wurde in der sechsten Lebenswoche untersucht (Tab. 1). Es wurden zwei Tränkeverfahren verwendet. Beim ersten wurden die Kälber direkt aus einem Eimer getränkt, beim zweiten wurde ein Eimer mit Sauger am oberen Eimerrand verwendet (Kälbersauger, Etro einfach). Jedes Kalb wurde je einmal mit den beiden Eimertränken getränkt. Als Kontrolle diente die in derselben Woche durchgeführte wöchentliche Untersuchung mit Milchtränke und dem Sauger am Eimerboden.

#### **5.2.4.5. Grösse der Saugeröffnung und Schlundrinnenreflex**

Die Untersuchungen erfolgten in der siebten Lebenswoche mit Saugern, deren Öffnungen Durchmesser von 1 und 8 mm aufwiesen. Die Milch wurde anstatt aus einem Eimer mit Hilfe einer Kälberschoppenflasche verabreicht. Beim Sauger mit der 1-mm-Öffnung handelte es sich um ein kommerziell hergestelltes Produkt (Kälberschoppenflasche 2 Liter, Hauptner Instrumente GmbH, Schweiz), bei wel-

chem der Sauger eine kreuzähnliche, schlitzförmige Öffnung aufwies. Der Sauger mit der 8-mm-Öffnung wurde selbst hergestellt, indem die Saugeröffnung mit einer Hautbiopsiestanze (Biopsy Punch<sup>®</sup>, Hautstanze, Ø 8 Millimeter, Stiefel, Deutschland) auf 8 mm erweitert wurde. Die Milchttemperatur betrug bei jedem Versuch 39 °C. Jedes Kalb wurde einmal mit den beiden Saugern getränkt. Als Kontrolle diente die in derselben Woche durchgeführte wöchentliche Untersuchung mit Milchtränke mit dem Sauger in der Nähe des Eimerbodens.

### **5.3. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern**

Mit den Rindern der Gruppe B sollte abgeklärt werden, ob und bis zu welchem Alter Milch aus einem Eimer getrunken und ob dabei der Schlundrinnenreflex ausgelöst wird. Die Gruppe bestand aus 20 Rindern der Holstein-Friesian- (n = 16), Braunvieh- (n = 2), Fleckvieh- (n = 1) und Schottischen Hochlandrind-Rasse (n = 1), die von mehreren Landwirten für die Untersuchungen zur Verfügung gestellt wurden. Je fünf der Tiere waren 5 bis 6 (Gruppe B1), 7 bis 8 (Gruppe B2), 9 bis 10 (Gruppe B3) und 11 bis 12 Monate (Gruppe B4) alt.

#### **5.3.1. Voruntersuchungen**

Die klinische Voruntersuchung erfolgte wie bei den Kälbern der Gruppe A.

#### **5.3.2. Vorbereitung der Rinder**

Die Vorbereitung erfolgte wie bei den Kälbern der Gruppe A mit Ausnahme dessen, dass nur die ventrale Bauchwand geschoren wurde, während die linke und die rechte Körperseite wegen der winterlichen Kälte nur mit Alkohol und Kontaktgel bestrichen wurde.

### **5.3.3. Tränke der Rinder**

Den Rindern wurde für die Untersuchungen 10 Liter körperwarme Milch über einen Eimer zur freiwilligen Aufnahme angeboten. Dabei befand sich der Eimer auf dem Boden, und die Rinder sollten die Milch direkt aus dem Eimer aufnehmen.

### **5.3.4. Ultraschallgerät**

Es wurden dieselben Geräte wie für die Kälber der Gruppe A verwendet. Für die Ultraschalluntersuchung vor der Tränke kam ein 5-MHz-Konvexschallkopf (Hitachi EUB-7500 A) zum Einsatz. Während der Tränke wurden für die Haube eine 5-MHz-Konvexsonde des Hitachi EUB-7500 A Ultraschallgeräts und für den Labmagen eine 3.5-MHz-Linearsonde verwendet (Hitachi EUB-8500). Die sonographische Untersuchung nach der Tränke wurde mit einem 5-MHz-Konvexschallkopf (Hitachi EUB-7500 A) durchgeführt.

### **5.3.5. Sonographische Untersuchungen**

Die Untersuchungen wurden am stehenden und unsedierten Tier vor, während und nach der Tränke mit Milch durchgeführt. Vor der Tränke wurde die Haube von links und rechts ventral, kaudal des Xyphoids untersucht. Beurteilt wurden Grösse, Lage und Form der Haube. Der Pansenvorhof wurde von links paramedian untersucht. Dabei wurde vor allem auf eventuellen Inhalt geachtet. Der ventrale Pansensack wurde an der linken Bauchwand in den Interkostalräumen 6 bis 12 sowie in der linken Flanke und an der kaudalen, ventralen Bauchwand untersucht. Zudem wurde darauf geachtet, ob der ventrale Pansensack auf der rechten Körperseite in der Flanke oder den letzten Interkostalräumen darstellbar war. Der Labmagen wurde von rechts und links ventral aufgesucht und in Bezug auf Lage, Ausdehnung und Inhalt beurteilt. Während der Tränke wurden Haube und Labmagen gleichzeitig dargestellt, um den Milcheinstrom dokumentieren zu können.

Zwei Minuten nach der Milchtränke wurden Haube und Labmagen sonographisch auf das Vorhandensein von Milch untersucht. Falls während der Tränke kein



Milcheinstrom in den Labmagen gesehen werden konnte, wurden auch der Pansenvorhof und der ventrale Pansensack auf Milch untersucht.

#### **5.4. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen**

Die Kühe der Gruppe C dienten dazu, abzuklären, ob sie überhaupt Milch trinken und falls ja, ob der Schlundrinnenreflex ausgelöst wird. Die Gruppe bestand aus 20 Kühen der Braunvieh- (n = 11), Fleckvieh- (n = 4), Holstein-Friesian- (n = 4) und Jerseyrasse (n = 1). Die Kühe waren 3 bis 7 Jahre alt ( $5.0 \pm 1.2$  Jahre). Alle Kühe waren klinisch gesund. 15 Kühe waren nicht oder nur wenige Wochen trächtig. Je zwei Kühe waren 5 bzw. 8 Monate und eine Kuh war 7 Monate trächtig.

##### **5.4.1. Voruntersuchungen**

Die klinische Voruntersuchung erfolgte wie bei den Kälbern der Gruppe A und den Rindern der Gruppe B.

##### **5.4.2. Vorbereitung der Kühe**

Die Vorbereitung erfolgte wie bei den Rindern der Gruppe B.

##### **5.4.3. Tränke der Kühe**

Den Kühen wurden zur Überprüfung des Schlundrinnenreflexes 15 Liter körperwarme Kuhmilch aus einem Eimer zur freiwilligen Aufnahme angeboten. Dabei befand sich der Eimer mit der Milch auf dem Boden.

##### **5.4.4. Ultraschallgerät**

Es wurden dieselben Geräte und Schallköpfe wie für die Rinder der Gruppe B verwendet.

#### **5.4.5. Sonographische Untersuchungen**

Die Ultraschalluntersuchung zur Überprüfung des Schlundrinnenreflexes wurde analog zu den Untersuchungen der Tiere der Gruppe B durchgeführt.

#### **5.5. Statistik**

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Medianwerte und Standardabweichungen erfolgten mit Hilfe des Programms IBM<sup>®</sup> SPSS<sup>®</sup> Statistics 20 (IBM Corporation, New York, USA, 2012). Zur Prüfung der Daten auf Normalverteilung wurden der Shapiro-Wilk-Test und der Kolmogorov-Smirnov-Test angewendet. Bei normalverteilten Werten wurde der Mittelwert mit Standardabweichung und Schwankungsbreite angegeben. Waren die Werte nicht normalverteilt, so wurde der Medianwert mit der Schwankungsbreite aufgeführt.

Beim Vergleich der verschiedenen Tränkezeiten in der Gruppe A (Kälber) wurde bei normalverteilten Werten ein gepaarter t-Test durchgeführt. Handelte es sich um nicht parametrische Daten, wurde zur statistischen Auswertung der Wilcoxon-Test herangezogen. Unterschiede mit einem P-Wert  $\leq 0.05$  wurden als signifikant bezeichnet.

#### **5.6. Tierversuchsbewilligung**

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor (Bewilligungsnummer: 199/2012).

#### **5.7. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich**

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit war neben der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) das Veterinärmedizinische Labor (Prof. Dr. Regina Hofmann-Lehmann) beteiligt. Dieses führte die hämatologische und blutchemische Blutuntersuchung sowie die Pansensaftuntersuchung durch.

## **6. ERGEBNISSE**

### **6.1. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern**

#### **6.1.1. Befunde der Voruntersuchungen**

Alle 6 Kälber waren am Tag des Eintritts klinisch gesund. Die Herz- und Atemfrequenz waren normal, die Schleimhautfarbe war blass-rosa oder rosa, die Schwing- und Perkussionsauskultation waren beidseits negativ, Pansenmotorik war kaum zu hören, Nabel und Gelenke wiesen keine Besonderheiten auf, die Auskultation von Herz und Lunge war ohne pathologische Befunde und der Kot wies eine pastöse Konsistenz auf und war ockerfarben oder dunkelbraun. Die Körpertemperatur lag bei allen Kälbern im Normalbereich ( $38.5 \pm 0.4$  °C). Die Harnuntersuchung ergab keine besonderen Befunde. Pansensaft konnte bei keinem der Kälber gewonnen werden. Im Weiteren wurden alle Kälber negativ auf BVD-Antigen und IBR-Antikörper getestet. Ein Kalb (Nr. 4) wies am Tag des Eintritts eine niedrige Aktivität des Enzyms  $\gamma$ -GT auf (37 U/l, Normalwert Kalb in der ersten Lebenswoche  $> 1000$  U/l), was für eine ungenügende Kolostrumaufnahme sprach. Die übrigen hämatologischen und blutchemischen Befunde der 6 Kälber waren unauffällig.

#### **6.1.2. Gesundheitszustand der Kälber während der Untersuchungsperiode**

Vier Kälber (Nr. 1, 2, 3, 5) erkrankten zwischen dem 8. und 20. Lebenstag an Neugeborenenendiarrhoe und ein weiteres Kalb (6) im Alter von 3 Monaten. Der Kot war übelriechend und dünnbreiig bis wässrig. Ein Kalb (1) zeigte eine erhöhte Körpertemperatur (39.6 °C). Beim Kalb 1 war der Schnelltest für Kryptosporidien (FASTest<sup>®</sup> CRYPTO, Diagnostik MegaCor GmbH, Hörbranz, Österreich) und bei zwei weiteren Kälbern (2 und 3) war der Schnelltest für Rotaviren (FASTest<sup>®</sup> ROTA, Diagnostik MegaCor GmbH) positiv. Bei den übrigen beiden Kälbern waren alle Schnelltests (FASTest<sup>®</sup> CRYPTO, FASTest<sup>®</sup> ROTA, FASTest<sup>®</sup> BCV und FASTest<sup>®</sup> *E.coli-99*, Diagnostik MegaCor GmbH) negativ.

Drei Kälber (1, 2, 4) erkrankten im Alter von 2.5 bis 4 Lebensmonaten ausserdem an Trichophytie und wurden lokal mit Enilconazol (Imaverol<sup>®</sup> 0.2 prozentige Lösung, Provet AG, Lyssach Burgdorf, Schweiz) behandelt. Bei zwei Kälbern (3, 5) trat im Alter von 5 bzw. 34 Lebenstagen eine mittel- bis hochgradige, fieberhafte Bronchopneumonie auf. Beim Kalb 3 wurde zudem eine Omphalitis und eine dolente, eitrige Entzündung im Bereich der Einzugsstelle der linken Ohrmarke festgestellt. Die aufgeführten Krankheiten wurden bei allen Kälbern erfolgreich behandelt (Anhang 7). Die Sauglust der Kälber war zu jedem Zeitpunkt vorhanden und an den Tagen, an welchen Versuche durchgeführt wurden, wiesen die Kälber immer eine gute Sauglust auf.

### **6.1.3. Schlundrinnenreflex während den ersten 120 Lebenstagen**

#### **6.1.3.1. Ultraschallbefunde vor dem Tränken**

##### **Haube**

Die Ultraschallbefunde vor der Milchtränke waren je nach Alter der Kälber unterschiedlich. Die Haube konnte erst ab dem 18. bis 27. Lebenstag (Median = 23.0 Tage) links paramedian im 8. Interkostalraum als halbmondförmiges Gebilde dargestellt werden. Ab dem 26. Lebenstag konnte sie bei einem Kalb auch von ventral gesehen werden; bei den übrigen 5 Kälbern war die Haube erst zu einem späteren Zeitpunkt (Tage 35, 37, 39, 43, 46) von der ventralen Bauchwand aus zu identifizieren. Sie war in diesen Fällen direkt kaudal des Xyphoids in der Medianen oder leicht links paramedian zu sehen. Meist befand sich zwischen der Haube und der ventralen Bauchwand noch die Milz; gelegentlich lag die Haube der Bauchwand direkt an (Abb. 1). Die Haubengrösse nahm während der 120-tägigen Untersuchungsperiode deutlich zu. Die Haubenwand stellte sich echogen dar. Der Haubeninhalt und die Haubenleisten konnten vor dem Tränken nie dargestellt werden.

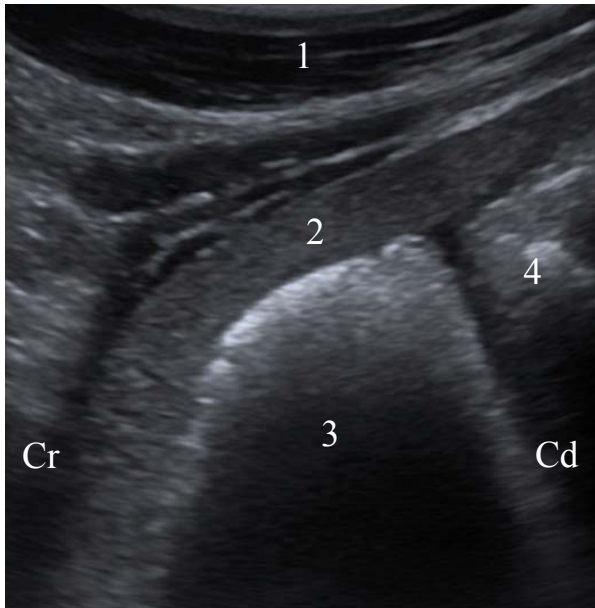


Abb. 1: Sonographische Befunde an der Haube vor dem Tränken (Kalb 4). Die Untersuchung erfolgte am Tag 44 im Unterbrustbereich paramedian links mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf. Die Haube liegt kaudal und dorsal der Milz. Kaudal der Haube sind Teile des Labmagens zu sehen. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milz, 3 Haube, 4 Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal.

### **Pansenvorhof und Pansen**

Der Pansenvorhof konnte bei allen sechs Tieren ab der zweiten Untersuchung (7 bis 10. Lebenstag) links paramedian etwa im 9. Interkostalraum auf Höhe der Knorpel-Knochengrenze der Rippen dargestellt werden. Ab dem 67. bis 72. Lebenstag liess sich der Pansenvorhof ausser bei zwei Kälbern (5, 6) auch von ventral darstellen. Die Wand des Pansenvorhofs stellte sich als echogene Linie dar. Der Inhalt war bei keinem Kalb zu identifizieren. Der Pansen konnte ab der ersten Lebenswoche von links und danach auch von rechts dargestellt werden. Von links war auch die seitliche Längsfurche, welche den Pansen in den dorsalen und ventralen Pansensack unterteilt, sichtbar. Auf der linken Seite konnte der ventrale Pansensack anhand der Pansenlängsfurche klar vom dorsalen Pansen abgegrenzt werden (Abb. 2). In der linken Flanke war die sonographisch darstellbare Ausdehnung des Pansens am grössten, da der dorsale Pansensack nach kranial zunehmend von

der Lunge überdeckt wurde. Die dorso-ventrale und die Längsausdehnung des Pansens wurden bis zum 120. Lebenstag zunehmend grösser. In den ersten 40 Lebenstagen liess sich der ventrale Pansensack nicht an der ventralen, kaudalen Bauchwand untersuchen. In der ersten Lebenswoche konnte im ventralen Pansensack bei allen Kälbern homogener und echogener erscheinender Inhalt dargestellt werden. Bei zwei Kälbern (3, 4) konnte dieser Befund auch noch in der zweiten Lebenswoche erhoben werden. Ab der dritten Woche konnte der Panseninhalt nicht mehr dargestellt werden.

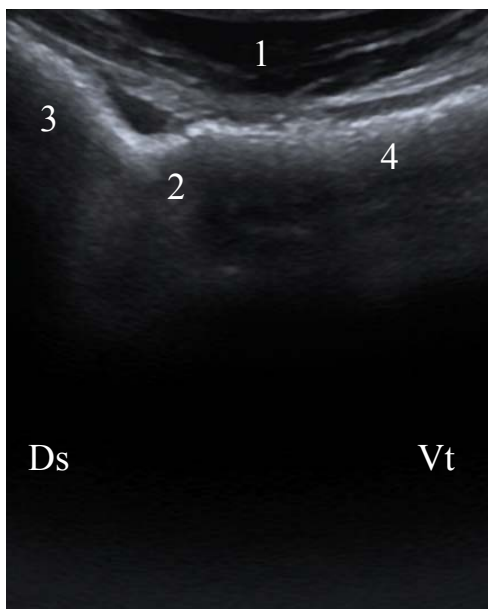


Abb. 2: Sonographische Befunde am Pansen vor der Tränke (Kalb 4). Die Untersuchung erfolgte am Tag 44 in der linken Flanke mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf. 1 Linke seitliche Bauchwand, 2 Pansenfurche, 3 Wand des dorsalen Pansensacks, 4 Wand des ventralen Pansensacks, Ds Dorsal, Vt Ventral.

### **Labmagen**

Der Labmagen lag der ventralen Bauchwand immer direkt an. Vor dem Tränken zeigte sich seine echogene Wand wellig, die kaudale Grenze war deutlich zu sehen. Bei jedem Kalb waren die Labmagenfalten als hypoechogene Strukturen zu erkennen (Abb. 3). Der Inhalt des Labmagens war stets inhomogen, zum Teil mit

hyperechogenen, rundlichen bis ovalen Anteilen im Zentrum des Labmagens. Die darstellbare Grösse des Labmagens vor der Milchtränke nahm wegen der Ausdehnung des Pansens über den Untersuchungszeitraum von 4 Monaten immer mehr ab. Der Labmagen wurde mit zunehmender Grösse des Pansens immer mehr auf die rechte Körperseite verdrängt. Der Pylorus konnte nur sehr unregelmässig und nicht immer an derselben Stelle als radspeichenartige, sich kontrahierende Struktur dargestellt werden.

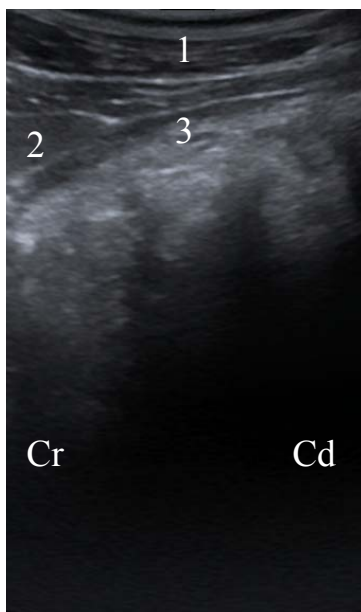


Abb. 3: Sonographische Befunde am Labmagen vor der Tränke (Kalb 6). Die Untersuchung erfolgte am Tag 113 an der ventralen Bauchwand mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milz, 3 Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal.

#### **6.1.3.2. Ultraschallbefunde während dem Tränken**

Beim Tränken konnte das Einströmen der Milch in den Labmagen bei jedem Kalb und bei jeder Untersuchung (n = 17) dargestellt werden. Dieser Vorgang stellte sich weniger als kontinuierlicher Milchfluss, sondern vielmehr als pulsierendes Einströmen von echogener Milch in den Labmagen dar. Der Labmagen füllte sich dabei schneegestöberartig mit homogenem Inhalt. Dabei konnte die Milch zu al-

lererst im kranialen Anteil des Labmagens, direkt kaudal des Xyphoids gesehen werden (Abb. 4). Während der Tränke füllte sich der Labmagen zunehmend von kranial nach kaudal mit der einströmenden Milch. Dabei dehnte sich der Labmagen zunehmend nach kaudal sowie beidseits nach lateral hin aus. Die Labmagenfalten waren während dem Trinken als hypoechogene undulierende Strukturen an der der Bauchwand zugewandten Labmagenwand zu sehen, wobei der Abstand zwischen den Falten infolge der Ausdehnung des Labmagens zunahm.

Die Haube, soweit eindeutig darstellbar, wurde während der Milchaufnahme nach dorsal und kranial verdrängt, bis sie von der Lunge überdeckt wurde und deshalb nicht mehr gesehen werden konnte. Ab dem Alter von ca. 7 Wochen wurde sie durch den sich ausdehnenden Labmagen nur noch unvollständig verdrängt und war dann noch teilweise zu sehen.

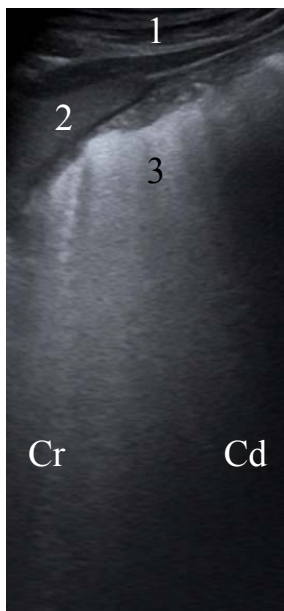


Abb. 4: Sonographische Befunde am Labmagen während der Milchtränke (Kalb 6). Die Untersuchung wurde am Tag 92 an der ventralen Bauchwand mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf durchgeführt. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milz, 3 Einstrom der homogen und echogen erscheinenden Milch kranial in den Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal.



### 6.1.3.3. Ultraschallbefunde nach dem Tränken

Zwei Minuten nach dem Tränken stellte sich der Labmagen als gefülltes Hohlorgan mit homogenem Inhalt dar (Abb. 5). Er erstreckte sich nach dem Tränken bis weit nach kaudal und nach lateral. Dabei war der Labmageninhalt normalerweise homogen und echogen. Nur bei einem Kalb (6) konnten ab der 5. Lebenswoche regelmässig bereits zwei Minuten nach der Tränke erste Anzeichen der Milchgerinnung erkannt werden. Im Zentrum des Labmagens war bei diesem Kalb eine hyperechogene, rundliche bis ovale Struktur (Gerinnungsklumpen) und am äusseren Rand, der Labmagenwand zugewandt, befand sich hypoechogene Flüssigkeit mit echogenen, sich in der Flüssigkeit bewegendem Stippchen (Molke) (Abb. 6).



Abb. 5: Sonographische Befunde am Labmagen zwei Minuten nach dem Tränken (Kalb 4). Die Untersuchung erfolgte am Tag 46 an der ventralen Bauchwand mit einem 4-MHz- Konvexschallkopf. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milch im Labmagen, 3 Hypoechogene Labmagenfalte, Cr Kranial, Cd Kaudal.

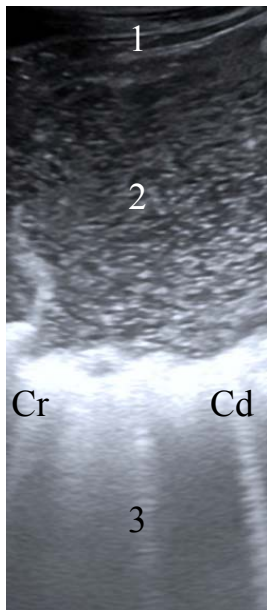


Abb. 6: Sonographische Befunde am Labmagen zwei Minuten nach dem Tränken (Kalb 6). Die Untersuchung erfolgte am Tag 92 an der ventralen Bauchwand mit einem 4-MHz- Konvexschallkopf. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Milchmolke im Labmagen, 3 Milchkoagulum, Cr Kranial, Cd Kaudal.

Die Haube konnte nach dem Tränken vom 43. bis 76. Lebenstag ( $54.5 \pm 13.9$  Lebenstage) nicht mehr dargestellt werden, da sie durch den Labmagen nach dorsal verschoben und deswegen von der Lunge überdeckt wurde. Danach war sie auch nach dem Tränken wieder sichtbar, da Haube und Pansen im Gegensatz zum Labmagen stark an Grösse zugenommen hatten.

#### **6.1.4. Auslösung des Schlundrinnenreflexes unter verschiedenen Tränkebedingungen**

##### **6.1.4.1. Ergebnisse der wöchentlichen Untersuchungen**

Bei jeder der wöchentlichen Untersuchungen, welche mit 39 °C warmer Milch und dem Sauger am Eimerboden durchgeführt wurden, konnte aufgrund des Milcheinstroms in den Labmagen auf einen funktionierenden Schlundrinnenreflex geschlossen werden.

#### **6.1.4.2. Einfluss verschiedener Milchaustauscherkonzentrationen**

Bei der Kontrolluntersuchung am Tag 22, 23 oder 24 der 4. Lebenswoche, bei welcher die Kälber mit 39 °C warmer Milch getränkt wurden, konnte, basierend auf dem Milcheinstrom in den Labmagen, bei allen Kälbern auf eine funktionierende Schlundrinne geschlossen werden. Das Gleiche gilt für die mit 100, 125 und 150 Gramm Milchaustauscher (MAT) pro Liter Wasser durchgeführten Untersuchungen (Tage 23 bis 28). Auch hier füllte sich der Labmagen unmittelbar nach Tränkebeginn mit der verabreichten Flüssigkeit. Diese stellte sich im Gegensatz zur Milch bei den Kontrolluntersuchungen nicht homogen und echogen, sondern inhomogen und hyperechogen dar. Im hyperechogenen Inhalt waren echogene Stippchen zu sehen. Durch diese Stippchen waren auch die Strömungen und die Verwirbelungen der sich ausbreitenden Flüssigkeit im Labmagen und die undulierenden Labmagenfalten wesentlich besser zu erkennen. Nach der Tränke zeigten sich, am deutlichsten bei den Kälbern 1 und 6, erste Gerinnungsanzeichen des Milchaustauschers im Labmagen. Diese waren als wenige Millimeter grosse, hyperechogene, ovale Strukturen in der hypoechogenen Flüssigkeit zu erkennen. Das sonographische Bild der Haube unterschied sich zwischen der Kontrolluntersuchung und den Experimenten mit verschiedenen Milchaustauscherkonzentrationen nicht. Es stellte sich wie bereits beschrieben dar. Bei keinem Kalb konnte während oder nach der Tränke Milch in der Haube nachgewiesen werden. Die Trinkzeiten für die Aufnahme der Milch bzw. die Aufnahme des Milchaustauschers unterschieden sich nicht signifikant. Sie betragen für die Kontrolluntersuchung  $4.8 \pm 1.8$  Minuten (3.0 bis 7.4 Minuten), für 100 g MAT  $4.5 \pm 1.6$  Minuten (2.5 bis 7.1 Minuten), für 125 g MAT  $3.6 \pm 0.6$  Minuten (3.0 bis 4.6 Minuten) und für 150 g MAT pro Liter Wasser  $4.0 \pm 0.8$  Minuten (3.0 bis 5.3 Minuten).

#### **6.1.4.3. Einfluss verschiedener Milchtemperaturen**

Bei der Kontrolluntersuchung an den Tagen 28 oder 29 mit körperwarmer Milch (39 °C) konnte der Milcheinstrom in den Labmagen bei jedem Kalb gesehen wer-

den. Das Gleiche gilt für die Tränke mit 20, 30 und 45 °C warmer Milch an den Tagen 29 bis 35. Das sonographische Bild der Haube unterschied sich zwischen der Kontrolluntersuchung und der Tränke mit verschiedenen Milchtemperaturen nicht. Die Haube wurde während der Tränke immer weiter nach kranial und dorsal verdrängt und konnte einige Zeit nach Tränkebeginn und auch zwei Minuten nach der Tränke nicht mehr dargestellt werden. In der Haube war zu keinem Zeitpunkt Milch zu sehen.

Die Trinkzeiten betragen für die Kontrolluntersuchung (39 °C) 2.4 bis 5.3 Minuten ( $3.6 \pm 1.0$  Minuten), die 20 °C warme Milch 2.5 bis 5.0 Minuten ( $3.4 \pm 0.9$  Minuten), die 30 °C warme Milch 2.1 bis 5.6 Minuten ( $3.7 \pm 1.4$  Minuten) und für die 45 °C warme Milch 3.1 bis 11.5 Minuten (Median = 3.4). Die Trinkzeiten der verschiedenen Gruppen unterschieden sich nicht signifikant. Die längere Trinkzeit bei der auf 45 °C erhitzten Milch war einzig auf das Kalb 3 zurückzuführen, bei dem diese 11.5 Minuten betrug. Dieses Kalb setzte während der Tränke mit der 45 °C heißen Milch mehrmals vom Sauger ab und wich ein paar Schritte zurück, um dann erneut mit dem Saugen zu beginnen. Dies war eine bedeutend längere Zeit als die 3.1 bis 3.6 Minuten ( $3.3 \pm 0.2$  Minuten), welche die anderen Kälber für die 45 °C warme Milch benötigten. Sie war auch deutlich länger als die vom gleichen Kalb für die anderen Milchtemperaturen benötigte Zeit (2.1 bis 3.4 Minuten, Median = 3.3 Minuten).

#### **6.1.4.4. Eimertränke und Saugerposition**

Bei der Kontrolluntersuchung (39 °C warme Milch, Sauger in der Nähe des Eimerbodens) an den Tagen 38, 39 oder 41 der 6. Lebenswoche konnte der Milcheinstrom in den Labmagen bei jedem Kalb gesehen werden. Nur 4 der 6 Kälber tranken die Milch direkt aus dem Eimer, während diese über den am oberen Eimertrand bzw. in der Nähe des Eimerbodens angebrachten Sauger von allen 6 Kälbern getrunken wurde. Bei allen die Milch trinkenden Kälbern konnte aufgrund des Milcheinstroms in den Labmagen auf einen funktionierenden Schlundrinnen-

reflex geschlossen werden. Die sonographischen Befunde an Labmagen und Hau-  
be stellten sich wie bei den vorangehenden Versuchen dar. Bei einem Kalb (1) war  
nach der Tränke direkt aus dem Eimer auch wenig Milch im ventralen Pansensack  
zu sehen, welche sich homogen echogen darstellte. Trotzdem füllte sich auch bei  
diesem Kalb der Labmagen deutlich mit Milch und erstreckte sich nach dem Ver-  
such bis in die Inguinalgegend. Im Vergleich zu den anderen Kälbern war der  
Labmagen subjektiv beurteilt nach der Tränke gleich gross.

Die Trinkzeiten der verschiedenen Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.  
Sie betragen für die Kontrolluntersuchung mit dem Sauger in der Nähe des Ei-  
merbodens 2.2 bis 3.3 Minuten ( $2.7 \pm 0.5$  Minuten), beim Sauger am oberen Ei-  
merrand  $1.9 \pm 0.7$  Minuten (1.3 bis 3.1 Minuten) und bei der Tränke direkt aus  
dem Eimer 1.2 bis 8.4 Minuten (Median = 1.8 Minuten).

#### **6.1.4.5. Einfluss des Durchmessers der Saugeröffnung**

Bei der Kontrolluntersuchung am Tag 45 (39 °C warme Milch, Sauger in der Nähe  
des Eimerbodens) konnte, basierend auf dem Milcheinstrom in den Labmagen, bei  
allen Kälbern auf eine funktionierende Schlundrinne geschlossen werden. Das  
Gleiche gilt für die durchgeführten Untersuchungen mit der Flasche mit dem Sau-  
ger und der kleinen Öffnung an den Tagen 43 bis 46 und der Flasche mit dem  
Sauger mit der grossen Öffnung an den Tagen 44 bis 47.

Die Trinkzeit betrug für die Kontrolluntersuchung 2.3 bis 4.6 Minuten ( $3.2 \pm 1.0$   
Minuten), für die kleine Saugeröffnung 5.5 bis 19.4 Minuten (Median = 7.4 Minu-  
ten) (Differenz zu Kontrolle  $P < 0.05$ ) und für die grosse Saugeröffnung 1.4 bis  
2.2 Minuten (Median = 1.6 Minuten).

In Bezug auf die Messung, welche in der gleichen Woche als Kontrollmessung  
verwendet wurde, benötigten die Kälber signifikant mehr Zeit bei der Tränke aus  
der Flasche mit dem kleinlochigen Sauger ( $P < 0.05$ ). Im Vergleich zur Kontroll-  
messung und dem Sauger, welcher eine kleine Öffnung aufwies, benötigten die

Kälber für das Trinken über den Sauger mit der grossen Öffnung signifikant weniger Zeit ( $P$  jeweils  $< 0.05$ ).

## **6.2. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern**

### **6.2.1. Befunde der Voruntersuchungen**

Alle Rinder waren klinisch gesund und wiesen eine ungestörte Futteraufnahme auf.

### **6.2.2. Sonographische Befunde**

Vor der Tränke entsprachen die Befunde den bereits früher an Haube (BRAUN und RAUCH, 2008; RAUCH, 2008), Pansen (BRAUN et al., 2013) und Labmagen (WILD, 1995) beschriebenen Befunden.

In der Gruppe B1 (5 bis 6 Monate) wurde die Milch von 4 Rindern, in der Gruppe B2 (7 bis 8 Monate) von keinem Rind, in der Gruppe B3 (9 bis 10 Monate) von einem Rind und in der Gruppe B4 (11 bis 12 Monate) von 2 Rindern aus dem Eimer aufgenommen. Bei den milchtrinkenden Rindern der Gruppen B1 und B3 gelangte die Milch in den Labmagen. Dies zeigte sich in wolkigen Verwirbelungen im Labmageninnern und zum Teil in undulierenden Labmagenfalten (Abb. 7). Der Labmagen nahm während der Tränke deutlich an Grösse zu. Die Haube stellte sich im Vergleich zu vor dem Tränken entweder unverändert dar oder sie wurde von kaudal durch den Labmagen komprimiert und war nur noch als schmaler Saum zu erkennen.

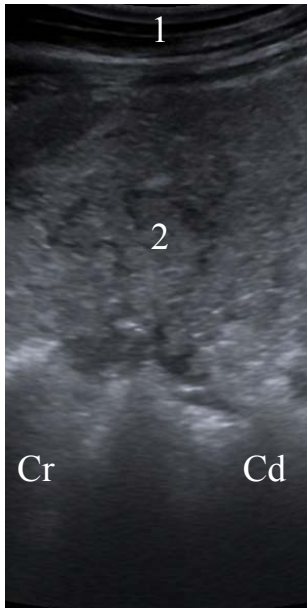


Abb. 7: Sonographische Befunde am Labmagen eines 5 Monate und 12 Tage alten Rindes nach der Milchtränke (Rind 5 der Gruppe B1). Die Untersuchung wurde an der ventralen Bauchwand mit einem 4-MHz-Konvexschallkopf durchgeführt. 1 Ventrale Bauchwand, 2 Labmagen mit hypoechoenen Falten und homogenem Inhalt (Milch), Cr Kranial, Cd Kaudal.

Bei den zwei Rindern der Gruppe B4 gelangte die Milch nicht in den Labmagen, sondern in die Haube und den Pansenvorhof. Während der Milchaufnahme veränderte sich der Labmagen bei diesen Rindern weder in Bezug auf seine Grösse noch in Bezug auf seine Lage. Es konnte kein Milcheinström in den Labmagen beobachtet werden. Die Haube, der Pansenvorhof und der Pansen hingegen füllten sich zunehmend mit echogenem Inhalt (Milch) und nahmen an Grösse zu. Auch zwei Minuten nach der Milchaufnahme waren im Innern des Labmagens keine Veränderungen zu sehen. Der Labmagen wurde durch das sich ausdehnende Retikulumen komprimiert und teilweise von der ventralen Bauchwand verdrängt.

### **6.3. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen**

#### **6.3.1. Befunde der Voruntersuchungen**

Alle Kühe der Gruppe C waren klinisch gesund und zeigten eine ungestörte Fut-  
teraufnahme.

#### **6.3.2. Sonographische Befunde**

Vor der Tränke entsprachen die Befunde bei der Gruppe C den bereits früher an  
Haube (BRAUN et al., 1994; RAUCH, 2008), Pansen (BRAUN et al., 2013) und  
Labmagen (WILD, 1995) beschriebenen Befunden.

Nur eine von 20 Kühen (Nr. 2) der Gruppe C trank den Eimer mit den 15 Litern  
Milch. Die übrigen Kühe interessierten sich nicht für die Milch und tranken diese  
nicht. Bei der Kuh 2 gelangte die Milch in die Haube und den Pansenvorhof, was  
als inhomogene, echogene Veränderungen in der Haube dargestellt werden konn-  
te. Haube und Pansenvorhof nahmen deutlich an Grösse zu. Auch der Labmagen  
blieb während der Milchtränke in seiner Lage und Grösse konstant und im Gegen-  
satz zur Haube konnte sonographisch kein Milcheinstrom in den Labmagen fest-  
gestellt werden. Zwei Minuten nach der Milchaufnahme konnte auch im Lab-  
magen ein langsames Einströmen von echogener Milch festgestellt werden. Der  
Labmagen änderte jedoch seine Lage und Grösse nicht. Im ventralen Pansensack  
konnte nach der Milchtränke kein Inhalt dargestellt werden.



## **7. DISKUSSION**

### **7.1. Gruppe A: Schlundrinnenreflex bei 6 Kälbern**

#### **7.1.1. Haltung und Fütterung der Kälber**

Die Kälber erhielten pro Tag 12 % des Körpergewichts an Milch, jedoch maximal 4 Liter Milch pro Mahlzeit. Die Gesamtmenge war auf zwei Mahlzeiten verteilt. Die getränkte Milchmenge reichte aus, um sicher im Labmagen dargestellt zu werden und bei Auslösung des Schlundrinnenreflexes auch zu einer Vergrößerung des Labmagens zu führen.

#### **7.1.2. Sonographische Untersuchung**

Die Ultraschalluntersuchungen wurden am stehenden Tier durchgeführt. Die Kälber waren nur mit einem Halfter fixiert, um das Trinken nicht zu beeinflussen. Vor allem bei sehr jungen Tieren war die sonographische Untersuchung vor dem Trinken schwierig, da die Kälber sehr unruhig waren. Die sonographische Untersuchung wurde an bereits etablierte Methoden beim Rind (BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al., 1994; BRAUN, 1997; BRAUN und RAUCH, 2008) und Kalb angelehnt (GAUTSCHI 2010; BRAUN und GAUTSCHI, 2012; KRÜGER, 2012). Die gewählten Schallköpfe waren für die Darstellbarkeit der einzelnen Organe sehr gut. Die Erklärung für die Untersuchung mit nur einem Schallkopf bis zum Alter von 60 Lebenstagen liegt darin, dass Haube und Labmagen im Abdomen des Kalbes direkt hintereinander angeordnet sind und zu wenig Platz vorhanden war, um zwei Schallköpfe hintereinander anzulegen. Sobald die Tiere eine bestimmte Grösse erreicht hatten, war die gleichzeitige Verwendung von zwei Schallköpfen möglich und auch sinnvoll, um keine Inhaltveränderungen der Organe zu verpassen.

#### **7.1.3. Erkrankungen während der Untersuchungszeit**

Fünf Kälber erkrankten während der Untersuchungszeit an Neugeborenenendiarrhoe (Kälber 1, 2, 3, 5), Bronchopneumonie (Kälber 3, 5), Trichophytie (Kälber 1, 2, 4)

und Omphalitis (Kalb 3). Da die Kälber täglich klinisch untersucht wurden, wurden die Erkrankungen sofort entdeckt und behandelt (Anhang 7) und die Sauglust war deshalb zu keinem Zeitpunkt beeinträchtigt. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass der Schlundrinnenreflex durch die Erkrankungen nicht beeinflusst wurde.

#### **7.1.4. Ultraschallbefunde vor, während und nach dem Tränken**

##### **7.1.4.1. Ultraschallbefunde vor dem Tränken**

Die Haube konnte, wie auch von KRÜGER (2012) festgestellt, erst in der zweiten Lebenswoche dargestellt werden. Die Erklärung liegt darin, dass sie beim Kalb der Bauchwand noch nicht anliegt, sondern dem Pansen kraniodorsal als sackförmiges Gebilde anhängt. Erst im Verlauf der ersten Lebenswochen vergrössern sich die Vormägen zunehmend, was unter anderem mit dem Beginn der Raufutteraufnahme zusammen hängt (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Erst ab dem 26. Lebenstag (Median = 38.0 Tage) war die Haube zum Teil von ventral darstellbar. Bei den vorher durchgeführten Untersuchungen besteht durchaus die Möglichkeit, dass die Haube mit dem Pansenvorhof verwechselt wurde, da sie dem Pansen ebenfalls als sackförmiges Gebilde kranial anhängt.

Auch die Grösse des Pansens nimmt in den ersten Lebenswochen immer mehr zu (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004; SCHNETZLER, 2012). Damit kann erklärt werden, dass sich der ventrale Pansensack erst in der 9. bis 11. Lebenswoche auch an der kaudalen, ventralen Bauchwand auf der linken Körperseite darstellen liess. In den Wochen davor war der Pansen noch so klein, dass er von ventral sonographisch nicht erfassbar war, da er der Bauchwand nicht anlag bzw. da sich an dieser Stelle der Labmagen befand. Bereits ab der zweiten Lebenswoche konnte der Pansen auch von der rechten ventralen Bauchwand aus gesehen werden. Die Beobachtung deckt sich nicht mit den Befunden von KRÜGER (2012), welche den Pansen auf der rechten Seite erst ab der 5. Lebenswoche darstellen konnte. Eventuell hing es damit zusammen, dass den Kälbern von KRÜGER (2012) ab dem ersten Lebenstag Kälberaufzuchtfutter vorgelegt wurde. In der vorliegenden Studie wurden

die Kälber erst ab dem 61. Lebenstag mit Kraftfutter versorgt. Dies könnte zu einer früheren Raufutteraufnahme und somit Entwicklung und Füllung des Pansens geführt haben. Aber auch die verwendeten Ultraschallköpfe könnten einen Einfluss auf die Darstellbarkeit des Pansens gehabt haben. KRÜGER (2012) verwendete für die Untersuchung der Pansenwand einen 13-MHz-Linearschallkopf, während in dieser Studie ein 5-MHz-Konvexschallkopf verwendet wurde. Zwar wird mit der höheren Frequenz eine bessere Darstellbarkeit der Pansenwand erreicht; als Nachteil muss dafür die stark verminderte Eindringtiefe in Kauf genommen werden. Es ist somit möglich, dass KRÜGER (2012) den Pansen von rechts aufgrund der geringeren Eindringtiefe des Schallkopfs erst zu einem späteren Zeitpunkt darstellen konnte.

Der Labmagen war bei allen Kälbern zu jedem Zeitpunkt der Untersuchung an der ventralen Bauchwand darzustellen. Wie auch in früheren Untersuchungen (KRÜGER, 2012; BRAUN und GAUTSCHI, 2013) dehnte er sich weiter nach links als nach rechts aus. Die darstellbare Grösse des Labmagens vor der Tränke nahm über den Zeitraum der Untersuchung, wie auch von KRÜGER (2012) beschrieben, immer mehr ab und wurde mit der Volumenzunahme des Pansens in den ersten Lebenswochen beim Kalb begründet (VOLLMERHAUS und ROOS, 2004). Andere Untersucher (TAMATE et al., 1962; KRÜGER, 2012) erwähnten, dass der Labmagen bereits ab der 12. Lebenswoche durch den grösser werdenden Pansen auf die rechte Körperseite verschoben wird. Der Pylorus liess sich bei den Kälbern nur sehr unregelmässig und an verschiedenen Stellen im Abdomen darstellen. So konnte er zum Teil auch auf der linken Körperseite gesehen werden. Dies hängt wohl damit zusammen, dass der Pansen noch nicht so gross war und der Labmagen den grössten Teil des Abdomens einnahm (SCHNETZLER, 2012).

#### **7.1.4.2. Ultraschallbefunde während dem Tränken**

Der Milcheinstrom in den Labmagen konnte sonographisch sehr gut, wie bereits von GAUTSCHI (2010) und KRÜGER (2012) beschrieben, beobachtet werden.

Die Milch liess sich meistens zuerst im kranialsten Anteil des Labmagens darstellen. Daraufhin füllte sich der Labmagen von kranial nach kaudal mit der homogen und echogen erscheinenden Milch. Dies lässt sich sehr gut mit der Anatomie der Schlundrinne und des Vormagensystems erklären. So mündet die Psalterrinne vom Psalter in den Labmagen. Dieser Übergang befindet sich am oralen Ende des Labmagens (SCHUMMER und WILKENS, 1987). Daher fliesst die Milch kranial in den Labmagen und lässt sich eben genau dort zuerst sonographisch erfassen. Der Abstand zwischen den einzelnen Labmagenfalten nahm während der Tränke immer mehr zu. Da die Labmagenfalten nicht verstreichen können (KÖNIG et al., 2005) lassen sich diese Befunde nur dadurch erklären, dass sich der Labmagen zwischen den Falten ausdehnte und dadurch die einzelnen Labmagenfalten nach der Tränke einen grösseren Abstand zueinander aufwiesen.

Die Haube wurde während dem Tränken komplett oder im fortgeschrittenen Alter nur teilweise durch den sich füllenden Labmagen verdrängt. BRAUN und GAUTSCHI (2012) konnten die Haube während dem Tränken bei ihren Kälbern nie darstellen. Diese unterschiedlichen Befunde lassen sich mit dem jüngeren Alter der Kälber von BRAUN und GAUTSCHI (2012) erklären. Die Kälber waren 16 bis 33 Tage alt, während die Kälber in der vorliegenden Studie ein Alter bis zu 120 Tagen erreichten. Im Alter von 16 bis 33 Tagen liess sich die Haube auch in der vorliegenden Untersuchung nach der Tränke nicht darstellen.

#### **7.1.4.3. Ultraschallbefunde nach dem Tränken**

Der Labmagen stellte sich nach der Milchtränke deutlich grösser dar. So erstreckte er sich weiter nach lateral und nach kaudal bis in die Nabel- oder sogar Inguinalregion. Der Labmagen dehnte sich etwas weiter zur linken lateralen Seite hin aus. Dies deckt sich mit früheren Untersuchungen (BRAUN und GAUTSCHI, 2012; KRÜGER, 2012).

Die sonographischen Befunde bei der Milchgerinnung im Labmagen wurden von mehreren Autoren (WITTEK et al., 2005; MIYAZAKI et al., 2009; BRAUN und GAUTSCHI, 2012) beschrieben.

Die Haube wurde durch den milchgefüllten Labmagen bis zum Alter von durchschnittlich 54.5 Lebenstagen komplett verdrängt. Später war die Haube zwar nach der Tränke noch erfassbar, aber sie wies eine deutlich schmalere Kontur auf.

#### **7.1.5. Schlundrinnenreflex über die ersten 120 Lebenstage**

Auf die Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes konnte sonographisch bei jeder der 17 Milchtränken über die ersten 120 Lebenstage geschlossen werden, da der Milcheinstrom in den Labmagen dargestellt werden konnte. Früher wurde nachgewiesen, dass sich der Schlundrinnenreflex bereits durch alleinigen Anblick des Tränkegefässes auslösen lässt (ØRSKOV et al., 1970).

VEISSIER et al. (2002) diskutierten dieses Phänomen der Konditionierung durch Geräusche beim Milchzubereiten oder durch den Geruch der warmen Milch ebenfalls, da bei ihren Versuchen die Herzfrequenz der Kälber bereits vor der Tränke über den physiologischen Wert anstieg. Jedoch wurden diese Kälber immer zum gleichen Zeitpunkt am Morgen und am Abend getränkt. Die Kälber in der vorliegenden Studie wurden zu unterschiedlichen Zeiten und von verschiedenen Personen getränkt. Zusätzlich wurden die Versuche in unterschiedlichen Räumen oder sogar im Stall durchgeführt. Damit sollte verhindert werden, dass die Kälber konditioniert wurden und der Schlundrinnenschluss vor der Tränke ausgelöst wurde. Eine teilweise Konditionierung oder ein Schluss der Schlundrinne durch den Geruch der warmen Milch lässt sich jedoch nicht ganz ausschliessen, da die Kälber in der vorliegenden Studie häufig bereits vor der Tränke in Erwartungshaltung der Milch waren.

## **7.1.6. Auslösung des Schlundrinnenreflexes unter verschiedenen Tränkebedingungen**

### **7.1.6.1. Verschiedene Milchaustauscherkonzentrationen**

Schon früher wurde indirekt nachgewiesen (CONSTABLE et al., 2005), dass der Schlundrinnenreflex nach Aufnahme von Milchaustauscher ausgelöst wird. Die genannten Autoren bestimmten zu diesem Zweck den Labmagen-pH-Wert, der innerhalb von 3 Minuten nach MAT-Verabreichung von 1.4 auf 6 anstieg. In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass der Schlundrinnenreflex bei allen untersuchten MAT-Konzentrationen (100, 125, 150 g MAT/ Liter Wasser) ausgelöst wurde. Die Konzentration beeinflusste im verwendeten Bereich die Auslösbarkeit des Schlundrinnenreflexes nicht. Der Milchaustauscher stellte sich jedoch sonographisch anders als Milch dar: In der echogenen Flüssigkeit waren hyper-echogene Stippchen zu sehen, während die Milch homogen echogen erschien. Eine mögliche Erklärung könnte darin liegen, dass sich der Milchaustauscher nicht völlig im heissen Wasser auflöste und es somit zur Klumpenbildung kam, welche sich im Ultraschall darstellen liess.

### **7.1.6.2. Verschiedene Milchtemperaturen**

Sowohl bei der Kontrolluntersuchung mit 39 °C warmer Milch als auch bei den drei Milchtemperaturen von 20, 30 und 45 °C konnte sonographisch ein Milcheinstrom in den Labmagen und somit indirekt ein Schlundrinnenreflex nachgewiesen werden. Dies deckt sich mit Befunden von GRÄNZER (1978), der feststellte, dass die pH-Wert-Dynamik im Labmagen bei Kalt- und Warmtränke ähnlich verlief. Diese Befunde sprachen ebenso für einen Schluss der Schlundrinne, da der pH-Wert im Labmagen nach dem Trinken zuerst ansteigt, um dann wieder abzusinken.

Beim Kalb 3 wurde der Schlundrinnenreflex offenbar nicht negativ beeinflusst, obschon es bei der auf 45 °C erwärmten Milch immer wieder pausierte und schliesslich 11.5 Minuten für das Trinken brauchte.

### 7.1.6.3. Eimertränke und Saugerposition

Es konnte sowohl bei der Kontrolluntersuchung mit dem Sauger in der Nähe des Eimerbodens als auch bei der direkten Eimertränke und bei der Eimertränke mit dem Sauger am oberen Eimerrand durch den Milcheinstrom in den Labmagen auf einen funktionierenden Schlundrinnenreflex geschlossen werden.

WISE et. al (1984) unterschieden bei der Milchtränke von Kälbern aus einem offenen Eimer zwei verschiedene Formen der Tränkeaufnahme. Einerseits wurden Kälber beobachtet, welche die Milch vorsichtig von der Oberfläche absaugten. Diese wurden als „Sipper“ bezeichnet (to sip = schlürfen, nippen, in kleinen Schlucken trinken). Dem gegenüber standen die „Gulper“, welche das Maul tief in die Milch hinein steckten und die Milch dann abschluckten (to gulp = hastig trinken, hinunter schlingen). Auch in der vorliegenden Studie wurden verschiedene Arten der Tränkeaufnahme beobachtet. Das Kalb 4 wurde zu den „Sippnern“ gezählt. Es legte das Maul auf die Milchoberfläche und saugte die Milch auf und benötigte daher auch 8.4 Minuten für die Tränkeaufnahme. Die Kälber 1, 5 und 6 wurden als „Gulper“ bezeichnet. Sie tauchten das Maul bis über die Nasenöffnungen in die Milch, schluckten sie ab und benötigten nur 1.2 bis 2.1 Minuten ( $1.6 \pm 0.5$  Minuten), um die Milch aus dem Eimer zu trinken. WISE et al. (1984) berichteten, dass bei „Gulpern“ in 95 % der Fälle Milch aus der Schlundrinne austrat, bei den „Sippnern“ hingegen nur in 17.5 % der Fälle. Dies kann in dieser Studie nicht bestätigt werden. Der Schlundrinnenreflex wurde auch bei den drei Kälbern, welche als „Gulper“ bezeichnet wurden, ausgelöst. Allerdings konnte bei einem dieser Kälber (Kalb 1) nach der Tränke auch homogener Inhalt im Pansen festgestellt werden. Vermutlich hatte sich bei diesem Kalb die Schlundrinne nicht komplett geschlossen.

Die Zeit bis zum Austrinken des Eimers betrug durchschnittlich 1.8 Minuten (1.2 bis 8.4 Minuten). Bei der Kontrolluntersuchung mit Sauger in der Nähe des Eimerbodens benötigten die gleichen Kälber durchschnittlich  $2.7 \pm 0.5$  Minuten (Differenz  $P > 0.05$ ). In anderen Untersuchungen (VEISSIER et al., 2002) wurde

die Milch signifikant schneller aus dem Eimer als über den Sauger getrunken (2.6 vs. 9.4 Minuten). Die Kälber waren allerdings an den Eimer gewöhnt und die Untersuchungen wurden erst in einem Alter von 1.5 Monaten durchgeführt. Im vorliegenden Versuch wurden die Kälber nur einmalig aus einem offenen Eimer getränkt und waren somit nicht an die Eimertränke gewöhnt.

#### **7.1.6.4. Saugeröffnung**

Sowohl bei der Kontrolluntersuchung mit dem Eimer und dem Sauger in der Nähe des Eimerbodens als auch bei den zwei verschiedenen grossen Saugeröffnungen konnte aufgrund der Ultraschalluntersuchung von Haube und Labmagen auf einen funktionierenden Schlundrinnenreflex geschlossen werden, da die Milch sonographisch im Labmagen nachgewiesen werden konnte.

Bei der grossen Saugeröffnung floss die Milch aufgrund des hydrostatischen Drucks von alleine aus der Flasche in die Maulhöhle, sodass das Kalb nur wenig saugen musste. Trotzdem wurde der Schlundrinnenreflex bei jedem Kalb ausgelöst. Bei der Flaschentränke mit kleiner Saugeröffnung wurde, ähnlich wie bei der 45 °C warmen Milch, eine Ausnahme beobachtet: Das Kalb 2 brauchte 19.4 Minuten für die Milchaufnahme, während die anderen 5 Kälber durchschnittlich 7.1 Minuten (5.5 bis 9.0 Minuten) benötigten. Auch bei diesem Kalb, welches während der Tränke immer wieder absetzte, wurde der Schlundrinnenreflex ausgelöst. Es spielte also offensichtlich keine Rolle, ob das Kalb durchgehend Milch aufnahm oder zwischendurch von der Tränke absetzte.

#### **7.2. Gruppe B: Schlundrinnenreflex bei 20 Rindern**

Die sonographischen Befunde vor der Tränke decken sich mit früheren Befunden (BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al., 1994; BRAUN, 1997; BRAUN, 2002). Wie auch bei den Kühen konnte der Inhalt der Haube infolge gasiger Beschaffenheit nicht dargestellt werden.



Bei den Rindern im Alter von 5 bis 6 und 9 bis 10 Monaten konnte sonographisch ein Milcheinstrom in den Labmagen mit deutlicher Grössenzunahme des Labmagens nach allen Seiten hin beobachtet werden, ähnlich wie dies in früheren Dissertationen mit Kälbern beschrieben wurde (GAUTSCHI, 2012; KRÜGER, 2012). Bei zwei der 11 bis 12 Monate alten Rinder floss die Milch hingegen nicht in den Labmagen, sondern in die Haube, den Pansen und den Pansenvorhof. BRAUN und GAUTSCHI (2013) konnten den Milcheinstrom in den Pansen beim Pansentrinkerkalb sonographisch darstellen. Auch bei den Rindern befand sich nach der Tränke flüssiger Inhalt im Pansen.

Bezugnehmend auf die Einteilung in „Sipper“ und „Gulper“ (WISE et al., 1984) wurden die zwei milchtrinkenden Rinder als „Gulper“ bezeichnet, da sie das ganze Maul bis über die Nasenöffnungen in die Milch eintauchten und den Eimer sehr schnell austranken. Dies könnte auch ein Grund dafür gewesen sein, dass sich die Schlundrinne offenbar nicht schloss.

Die Befunde der vorliegenden Untersuchung lassen vermuten, dass der Schlundrinnenreflex im Alter ab etwa 11 Monaten verloren geht.

### **7.3. Gruppe C: Schlundrinnenreflex bei 20 Kühen**

Die sonographischen Befunde an Haube, Pansen und Labmagen vor der Milchtränke stimmten mit den Berichten anderer Autoren überein (BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al., 1994; BRAUN et al., 1997; BRAUN, 2002).

Nur eine Kuh trank die 15 Liter Milch aus dem Eimer. Offenbar geht das Interesse für Milch mit zunehmendem Alter verloren. Die Milch ist für die Tiere vermutlich ungewohnt und wird deshalb nur in seltenen Fällen getrunken. Bei der Kuh 2, welche die Milch trank, floss diese zuerst in die Haube und den Pansenvorhof. Dies ist ein Hinweis darauf, dass der Schlundrinnenreflex nicht ausgelöst wurde. Der Labmagen veränderte sich in seiner Grösse und Lage nicht und während der Tränke war auch kein Milcheinstrom in den Labmagen zu verzeichnen. Zwei Minuten nach der Milchtränke wurden bei der Kuh deutliche Verwirbelungen im

Labmagen beobachtet werden. Wahrscheinlich wurde ein Teil der Milch von Pansen und Haube über den Blättermagen in den Labmagen weiter transportiert und erzeugte das beschriebene sonographische Bild. HILL (1976) beschrieb, dass bei Kühen Wasser zuerst in die Haube und den Pansen gelangte. Wenn dort jedoch genug Flüssigkeit vorhanden war, fand sofort ein Übergang des Wassers in den Labmagen statt. Dies könnte auch bei der Kuh in der vorliegenden Arbeit der Fall gewesen sein, da es sich bei den 15 Litern Milch um eine relativ grosse Menge handelte. Im ventralen Pansensack hingegen konnte auch nach der Milchaufnahme keine Flüssigkeit dargestellt werden. Eventuell waren die 15 Liter Milch zu wenig, um sie sonographisch im Pansen erfassen zu können oder der flüssige Inhalt wurde, wie bereits oben erwähnt, direkt nach dem Trinken in den Labmagen weiter transportiert.

#### **7.4. Schlussbemerkung**

Die Auslösung des Schlundrinnenreflexes beim Kalb ist von essentieller Bedeutung für den Erhalt der Gesundheit beim Kalb. Schliesst die Schlundrinne nicht oder nur unvollständig, kann dies zu schwerwiegenden Folgen für das Kalb führen. Diese Studie lässt den Schluss zu, dass in den vorliegenden Untersuchungen weder die Tränkeform noch die Milchttemperatur oder die Milchaustauscherkonzentration einen Einfluss auf den Schlundrinnenreflex hatten. Sicher muss berücksichtigt werden, dass es sich um gesunde Kälber handelte. Ob ein Schlundrinnenreflex mit einer Flasche mit Sauger und einem 8 Millimeter grossen Loch auch bei einem Kalb ausgelöst wird, welches beispielsweise an Neugeborenenendiarrhoe leidet, kann nicht gesagt werden. Zusätzlich kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie sich grössere Milchmengen oder Elektrolyttränken auf den Schlundrinnenreflex auswirken. Um diese Fragen beantworten zu können, sind weitere Untersuchungen nötig.

Der Schlundinnenreflex scheint im fortgeschrittenen Alter verloren zu gehen. Kühe nehmen Milch nur in seltenen Fällen freiwillig auf. Daher kann Milch beim adulten Tier nicht als Vehikel für Medikamente verwendet werden.

## 8. LITERATURVERZEICHNIS

ABE, M., T. IRIKI, K. KONDOH and H. SHIBUI (1979): Effects of nipple or bucket feeding of milk-substitute on rumen by-pass and on rate of passage in calves. *Br. J. Nutr.* 41, 175-181.

BRAUN, U. and M. GÖTZ (1994): Ultrasonography of the reticulum in cows. *Am. J. Vet. Res.* 55, 325-332.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey Buchverlag, Berlin, 9-18, 72, 79-86.

BRAUN, U., K. WILD and F. GUSCETTI (1997): Ultrasonographic examination of the abomasum of 50 cows. *Vet. Rec.* 140, 93-98.

BRAUN, U. (2002): Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle. *Vet. J.* 166, 112-124.

BRAUN, U. and S. RAUCH (2008): Ultrasonographic evaluation of reticular motility during rest, eating, rumination and stress in 30 healthy cows. *Vet. Rec.* 163, 571-574.

BRAUN, U. and A. GAUTSCHI (2012): Ultrasonography of the reticulum, rumen, omasum, and abomasum in 10 calves before, during, and after ingestion of milk. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 154, 287-297.

BRAUN, U., A. GAUTSCHI, A. TSCHUOR and M. HÄSSIG (2012): Ultrasonography of the reticulum, rumen, omasum and abomasum before, during and after ingestion of hay and grass silage in 10 calves. *Res.Vet. Sci.* 93, 1407-1412.

BRAUN, U. and A. GAUTSCHI (2013): Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. *Acta Vet. Scand.* 55:1.

BRAUN, U., S. KRÜGER and M. HÄSSIG (2013): Ultrasonographic examination of the reticulum, rumen, omasum and abomasum during first 100 days of life in calves. *Res. Vet. Sci.* 95, 326-333.

BRAUN, U., C. SCHNETZLER, S. OHLERTH, L. HATZ und H. AUGSBURGER (2014): Computed tomography of the abdomen of calves during the first 105 days of life: I. Reticulum, rumen, omasum and abomasum. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 156, 217-225.

BREITNER, W., U. GÜTHLE und A. GENTILE (1998): Diagnostik, Therapie und Prognose der Pansenazidose beim Milchkalb: Auswertung von 64 Fällen. *Prakt. Tierarzt* 79, 323-332.

BRUINESSEN, E. G., Th. WENSING und H. J. BREUKINK (1982): Indigestion der Mastkälber infolge fehlenden Schlundrinnenreflexes. *Tierärztl. Umschau* 37, 515-517.

CHAPMAN, H. W., D. G. BUTLER and M. NEWELL (1986): The route of liquids administered to calves by esophageal feeder. *Can. J. Vet. Res.* 50, 84-87.

COMLINE, R. S. and D. A. TITCHEN (1951): Reflex contraction of the oesophageal groove in young ruminants. *J. Physiol.* 115, 210-226.

CONSTABLE, P. D., A. F. AHMED and N. A. MISK (2005): Effect of suckling cow's milk or milk replacer on abomasal luminal pH in dairy calves. *J. Vet. Intern. Med.* 19, 97-102.

DENAC, M., J. MARTI und E. SCHARRER (1990): Einfluss von Katecholaminen auf die glatte Muskulatur der Schlundrinne des Kalbes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 132, 491-496.

DIRKSEN, G. (2006): Krankheiten der Verdauungsorgane und der Bauchwand. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*, 5. Auflage, Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Parey Buchverlag, Stuttgart, 457-462.

DIRKSEN, G. und T. BAUR (1991): Pansenazidose beim Milchkalb infolge Zwangsfütterung (Pansentrinken). *Tierärztl. Umschau* 46, 257-261.

DIRR, L. und G. DIRKSEN (1989): Dysfunktion der Schlundrinne („Pansentrinken“) als Komplikation der Neugeborenenendiarrhö beim Kalb. *Tierärztl. Prax.* 17, 353-358.

DRACKLEY, J. K. (2008): Calf nutrition from birth to breeding. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24, 55-86.

GAUTSCHI, A. (2010): Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen von 30 Kälbern. Dissertation, Universität Zürich.

GENTILE, A., S. SCONZA, I. LORENZ, G. OTRANTO, G. RADEMACHER, P. FAMIGLI-BERGAMINI and W. KLEE (2004): D-lactic acidosis in calves as a consequence of experimentally induced ruminal acidosis. *J. Vet. Med. A* 51, 64-70.

GRÄNZER, W. (1978): Zur pH-Wertdynamik im Kälber-Labmagen bei Kaltränke. Z. Tierphysiol. Tierer. 41, 197-201.

HÄNICHEN, T., L. BETTINELLI, G. DIRKSEN und W. HERMANN (1992): Hyperkeratose und Entzündung der Vormagenschleimhaut von jungen Milchkälbern nach „Pansentrinken“. Tierärztl. Umschau 47, 623-627.

HERRLI-GYGI, M., A. STEINER, M. G. DOHERR, J. W. BLUM, M. KIRCHHOFER and P. ZANOLARI (2008): Digestive process in ruminal drinkers characterized by means of the acetaminophen absorption test. Vet. J. 176, 369-377.

HILL, H. (1976): Die Verdauung. In: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, 6. Auflage, Hrsg. A. Scheunert und A. Trautmann. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 147-148.

KASKE, M., A. MIDASCH and J. REHAGE (1994): Sonographic investigation of reticular contractions in healthy sheep, cows, and goats and in cows with traumatic reticulo-peritonitis. J. Vet. Med. A 41, 748-756.

KASKE, M. (2005): Motorik des Magen-Darm-Kanals. In: Physiologie der Haustiere, 2. Auflage, Hrsg. W. von Engelhardt und G. Breves. Enke Verlag, Stuttgart, 326-328 und 335-336.

KITAMURA, N., J. YAMADA and T. YAMASHITA (1986): Immunohistochemical study on the distribution of neuron-specific enolase- and peptide-containing nerves in the reticulorumen and the reticular groove of cattle. J. Comp. Neurol. 248, 223-234.

KÖNIG, H. E., J. SAUTET und H.-G. LIEBICH (2005): Verdauungsapparat. In: Anatomie der Haussäugetiere, 3. Auflage, Hrsg. H. E. König und H.-G. Liebich. Schattauer Verlag, Stuttgart, 333-337.

KRÜGER, S. (2012): Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Milz und Leber von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 100 Tagen. Dissertation, Universität Zürich.

LATEUR-ROWET, H. J. M. and 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. Quart. 5, 68-74.

LAWLOR, M. J., S. P. HOPKINS and J. K. KEALY (1971): The functioning of the oesophageal groove reflex and comparison of the performance of lambs fed individually and in groups. *Br. J. Nutr.* 26, 439-448.

MIKHAIL, M. und H. SCHOLZ (1987): Untersuchungen zur Nutzung der Schlundrinnenkontraktion in der Behandlung innerer Erkrankungen des erwachsenen Rindes: Vasopressinkonzentration im Blutplasma. *Tierärztl. Umschau* 42, 378-382.

MIYAZAKI, T., M. MIYAZAKI, J. YASUDA and K. OKADA (2009): Ultrasonographic imaging of abomasal curd in preruminant calves. *Vet. J.* 179, 109-116.

NEWHOOK, J. C. and D. A. TITCHEN (1974): Effects of vagotomy, atropine, hexamethonium and adrenalin on the destination in the stomach of liquids sucked by milk-fed lambs and calves. *J. Physiol.* 237, 415-430.

ØRSKOV, E. R., D. BENZIE and R. N. B. KAY (1970): The effects of feeding procedure on closure of the oesophageal groove in young sheep. *Br. J. Nutr.* 24, 785-795.

PADEL-GSCHWIND, D. und H. STOCKER (2004): Sonographische Untersuchungen am Darm des Kalbes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 146, 173-181.

RAUCH, S. (2008): Haubenmotorik bei gesunden Kälbern und bei Kühen mit Hoflundsyndrom. Dissertation, Universität Zürich.

RUCKEBUSCH, V. et R. N. B. KAY (1971): Sur le réflexe de fermeture de la gouttière oesophagienne. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 11, 281-281.

SALOMON, F.-V. (2005): Verdauungsapparat. In: *Anatomie für die Tiermedizin*, Hrsg. F.-V. Salomon, H. Geyer, U. Gille. Enke Verlag, Stuttgart, 283-290.

SARGISON, N. D., K. J. STAFFORD and D. M. WEST (1999): Fluoroscopic studies of the stimulatory effects of copper sulphate and cobalt sulphate on the esophageal groove of sheep. *Small Ruminant Res.* 32, 61-67.

SCALA, G. and L. MARUCCIO (2012): Reticular groove of the domestic ruminants: Histochemical and immunocytochemical study. *Anat. Histol. Embryol.* 41, 428-435.

SCHARRER, E. und S. WOLFFRAM (2005): Funktion des einhöhligen Magens. In: *Physiologie der Haustiere*, 2. Auflage, Hrsg. W. von Engelhardt und G. Breves. Enke Verlag, Stuttgart, 377.

SCHIPPER, I. A., T. COLVILLE, C. W. SAMUAL and A. MISEK (1984): The effects of intubation feeding of the newborn calf. *ND Farm Res.* 42, 14-17.

SCHNETZLER, C. (2012): Computertomographische Untersuchung des Abdomens von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 105 Tagen. Dissertation, Universität Zürich.

SCHNORR, B. und M. KRESSIN (2001): Entwicklung der Organe. In: *Embryologie der Haustiere*, 4. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 155-159.

SCHNORR, B. (1996): Entwicklung der Verdauungsorgane. In: *Embryologie der Haustiere*, 3. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 143-145.

SCHUMMER, A. und H. WILKENS, (1987): Verdauungsapparat. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band II, 6. Auflage, Hrsg. R. Nickel, A. Schummer und E. Seiferle. Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 158-180.

SELLERS, A. F. and C. E. STEVENS (1966): Motor functions of the ruminant forestomach. *Physiol. Rev.* 46, 634-659.

TAMATE, H., A. D. MCGILLIARD, N. L. JACOBSON and R. GETTY (1962): Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45, 408-420.

TEIXEIRA, A. F., W. KÜHNEL, P. VIVES and T. WEDEL: Functional morphology of unguiculiform papillae of the reticular groove in the ruminant stomach. *Ann. Anat.* 191, 469-476.

WILD, K. (1995): Sonographische Untersuchungen am Labmagen des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

WISE, G. H., G. W. ANDERSON and P. G. MILLER (1942): Factors affecting the passage of liquids into the rumen of the dairy calf. Elevation of the head as milk is consumed. *J. Dairy Sci.* 25, 529-536.

WISE, G. H., G. W. ANDERSON and A. C. LINNERUD (1984): Relationship of milk intake by sucking and by drinking to reticular-groove reactions and ingestion behavior in calves. *J. Dairy Sci.* 67, 1983-1992.

WITTEK, T., P. D. CONSTABLE, T. S. MARSHALL and S. S. CROCHIK (2005): Ultrasonographic measurement of abomasal volume, location, and emptying rate in calves. *Am. J. Vet. Res.* 66, 537-544.



VAN WEEREN-KEVERLING BUISMAN, A., E. N. NOORDHUIZEN-STASSEN, H. J. BREUKINK, Th. WENSING and J. M. V. M. MOUWEN (1988): Villus atrophy in ruminal drinking calves and mucosal restoration after reconditioning. *Vet. Quart.* 10, 164-171.

VEISSIER, I., A. M. DE PASSILLÉ, G. DESPRÉS, J. RUSHEN, I. CHARPENTIER, A. R. RAMIREZ DE LA FE and P. PRADEL (2002): Does nutritive and non-nutritive sucking reduce oral behaviors and stimulate rest in calves? *J. Anim. Sci.* 80, 2574-2587.

VOLLMERHAUS, B. und H. ROOS (2004): Speiseröhre, Magen, Darm und Anhangsdrüsen. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere 2*, 9. Auflage, Hrsg. R. Nickel, A. Schummer, E. Seiferle. Parey Buchverlag, Stuttgart, 112-120.

## 9. ANHANG

Anhang 1: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 1 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Trinkdauer (Minuten)	Versuchsanordnung
1	2.5	7.5	Sauger am Eimerboden
2	2.5	7.4	Sauger am Eimerboden
3	3.0	8.2	Sauger am Eimerboden
4	3.5	3.4	Sauger am Eimerboden
4	3.5	5.6	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	3.5	4.2	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	3.5	4.1	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	3.5	2.4	Sauger am Eimerboden
5	3.5	3.1	Milchtemperatur 20 °C
5	3.5	3.1	Milchtemperatur 30 °C
5	3.5	3.5	Milchtemperatur 45 °C
6	4.0	1.4	Sauger am oberen Rand
6	4.0	1.5	Tränke direkt aus Eimer
6	4.0	3.3	Sauger am Eimerboden
7	4.0	6.2	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	1.6	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	4.3	Sauger am Eimerboden
8	4.0	6.7	Sauger am Eimerboden
9	4.0	6.3	Sauger am Eimerboden
10	4.0	5.6	Sauger am Eimerboden
11	4.0	3.5	Sauger am Eimerboden
12	4.0	4.0	Sauger am Eimerboden
13	4.0	4.3	Sauger am Eimerboden
14	4.0	3.2	Sauger am Eimerboden
15	4.0	4.5	Sauger am Eimerboden
16	4.0	3.2	Sauger am Eimerboden
17	4.0	3.1	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 2: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 2 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Tränkezeit (Minuten)	Versuchsanordnung
1	2.5	8.15	Sauger am Eimerboden
2	2.5	8.23	Sauger am Eimerboden
3	3.0	3.38	Sauger am Eimerboden
4	3.0	5.46	Sauger am Eimerboden
4	3.0	4.49	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	3.0	4.55	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	3.0	5.30	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	3.5	4.06	Sauger am Eimerboden
5	3.5	3.11	Milchtemperatur 20 °C
5	3.5	3.45	Milchtemperatur 30 °C
5	3.5	3.23	Milchtemperatur 45 °C
6	4.0	2.19	Sauger am oberen Rand
6	4.0	-	Tränke direkt aus Eimer
6	4.0	2.15	Sauger am Eimerboden
7	4.0	19.40	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	2.22	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	3.02	Sauger am Eimerboden
8	4.0	3.31	Sauger am Eimerboden
9	4.0	4.17	Sauger am Eimerboden
10	4.0	3.05	Sauger am Eimerboden
11	4.0	3.39	Sauger am Eimerboden
12	4.0	4.12	Sauger am Eimerboden
13	4.0	3.56	Sauger am Eimerboden
14	4.0	3.39	Sauger am Eimerboden
15	4.0	3.27	Sauger am Eimerboden
16	4.0	3.16	Sauger am Eimerboden
17	4.0	3.55	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 3: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 3 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Tränkezeit (Minuten)	Versuchsordnung
1	2.0	11.18	Sauger am Eimerboden
2	2.0	9.06	Sauger am Eimerboden
3	2.5	9.30	Sauger am Eimerboden
4	2.5	7.39	Sauger am Eimerboden
4	2.5	7.09	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	2.5	3.14	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	2.5	4.02	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	3.0	3.36	Sauger am Eimerboden
5	3.0	3.34	Milchtemperatur 20 °C
5	3.0	2.12	Milchtemperatur 30 °C
5	3.0	11.52	Milchtemperatur 45 °C
6	3.5	1.27	Sauger am oberen Rand
6	3.5	-	Tränke direkt aus Eimer
6	3.5	2.48	Sauger am Eimerboden
7	4.0	8.26	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	1.38	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	2.47	Sauger am Eimerboden
8	4.0	3.41	Sauger am Eimerboden
9	4.0	3.05	Sauger am Eimerboden
10	4.0	2.31	Sauger am Eimerboden
11	4.0	2.43	Sauger am Eimerboden
12	4.0	2.27	Sauger am Eimerboden
13	4.0	3.00	Sauger am Eimerboden
14	4.0	2.25	Sauger am Eimerboden
15	4.0	2.21	Sauger am Eimerboden
16	4.0	2.07	Sauger am Eimerboden
17	4.0	3.16	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 4: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 4 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Tränkezeit (Minuten)	Versuchsanordnung
1	2.5	10.49	Sauger am Eimerboden
2	3.0	17.43	Sauger am Eimerboden
3	3.0	5.50	Sauger am Eimerboden
4	3.0	6.25	Sauger am Eimerboden
4	3.0	4.02	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	3.0	3.27	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	3.0	3.44	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	3.5	3.27	Sauger am Eimerboden
5	3.5	2.45	Milchtemperatur 20 °C
5	3.5	2.57	Milchtemperatur 30 °C
5	3.5	3.10	Milchtemperatur 45 °C
6	4.0	2.25	Sauger am oberen Rand
6	4.0	8.35	Tränke direkt aus Eimer
6	4.0	2.32	Sauger am Eimerboden
7	4.0	6.56	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	1.58	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	2.34	Sauger am Eimerboden
8	4.0	2.26	Sauger am Eimerboden
9	4.0	2.37	Sauger am Eimerboden
10	4.0	2.39	Sauger am Eimerboden
11	4.0	3.03	Sauger am Eimerboden
12	4.0	2.43	Sauger am Eimerboden
13	4.0	2.02	Sauger am Eimerboden
14	4.0	2.32	Sauger am Eimerboden
15	4.0	2.33	Sauger am Eimerboden
16	4.0	2.32	Sauger am Eimerboden
17	4.0	3.13	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 5: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 5 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Tränkezeit (Minuten)	Versuchsanordnung
1	2.5	13.46	Sauger am Eimerboden
2	2.5	9.09	Sauger am Eimerboden
3	2.5	4.58	Sauger am Eimerboden
4	3.0	3.02	Sauger am Eimerboden
4	3.0	2.53	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	3.0	3.40	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	3.0	3.01	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	3.5	3.21	Sauger am Eimerboden
5	3.5	3.34	Milchtemperatur 20 °C
5	3.5	5.59	Milchtemperatur 30 °C
5	3.5	3.59	Milchtemperatur 45 °C
6	4.0	3.07	Sauger am oberen Rand
6	4.0	1.18	Tränke direkt aus Eimer
6	4.0	2.34	Sauger am Eimerboden
7	4.0	5.52	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	1.58	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	2.37	Sauger am Eimerboden
8	4.0	2.25	Sauger am Eimerboden
9	4.0	2.17	Sauger am Eimerboden
10	4.0	2.41	Sauger am Eimerboden
11	4.0	3.40	Sauger am Eimerboden
12	4.0	3.29	Sauger am Eimerboden
13	4.0	2.54	Sauger am Eimerboden
14	4.0	3.22	Sauger am Eimerboden
15	4.0	4.15	Sauger am Eimerboden
16	4.0	3.59	Sauger am Eimerboden
17	4.0	3.23	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 6: Tränkemenge und Tränkezeit beim Kalb 6 der Gruppe A

Lebenswoche	Tränkemenge (Liter)	Tränkezeit (Minuten)	Versuchsanordnung
1	2.5	7.23	Sauger am Eimerboden
2	2.5	6.47	Sauger am Eimerboden
3	3.0	4.15	Sauger am Eimerboden
4	3.5	3.42	Sauger am Eimerboden
4	3.5	3.54	MAT <sup>1</sup> , 100 g/l
4	3.5	3.02	MAT <sup>1</sup> , 125 g/l
4	3.5	4.18	MAT <sup>1</sup> , 150 g/l
5	4.0	5.33	Sauger am Eimerboden
5	4.0	5.03	Milchtemperatur 20 °C
5	4.0	5.15	Milchtemperatur 30 °C
5	4.0	3.10	Milchtemperatur 45 °C
6	4.0	1.30	Sauger am oberen Rand
6	4.0	2.11	Tränke direkt aus Eimer
6	4.0	3.31	Sauger am Eimerboden
7	4.0	9.04	Sauger mit dünnem Loch
7	4.0	1.50	Sauger mit dickem Loch
7	4.0	4.56	Sauger am Eimerboden
8	4.0	3.52	Sauger am Eimerboden
9	4.0	4.22	Sauger am Eimerboden
10	4.0	4.49	Sauger am Eimerboden
11	4.0	3.39	Sauger am Eimerboden
12	4.0	4.39	Sauger am Eimerboden
13	4.0	4.30	Sauger am Eimerboden
14	4.0	5.24	Sauger am Eimerboden
15	4.0	3.34	Sauger am Eimerboden
16	4.0	3.13	Sauger am Eimerboden
17	4.0	4.52	Sauger am Eimerboden

<sup>1</sup> Milchaustauscher

Anhang 7: Behandlung der 6 Holstein-Friesian-Kälber während den ersten 120  
Lebenstagen

Tag	Advocid®			Cobactan®		Clamoxyl®	Flunixinim®		Ventipulmin®		Tocosenit®	Rifen®	Halocur®	Vetalgin®	Nuflor®	Eprinex®	
	Kalb	1	3	5	3	5	3	3	5	3	5	4	4	1	1	3	3
1											x	x					
5		x															
6		x															
7		x															
8		x															
9		x	x														
10		x	x														
11	x		x										x				
12	x		x										x				
13	x		x										x				
14	x		x										x				
15	x												x				
16	x												x				
17	x												x				
18	x												x				
19	x												x				
21							x										
22							x										
23							x										
24							x										
25							x										
26							x										
27							x										
34			x					x									
35			x					x		x							
36			x					x		x							
37						x				x							
38						x				x							
39						x											
40						x											
41						x											
42						x											
43						x											



Fortsetzung Anhang 7:

Tag	Advocid®			Cobactan®		Clamoxyl®	Flunixinim®		Ventipulmin®		Tocoselenit®	Rifen®	Halocur®	Vetalgin®	Nuflor®	Eprinex®	
	Kalb	1	3	5	3	5	3	3	5	3	5	4	4	1	1	3	3
44						x											
45						x											
46	x																
47	x																
48	x																
49	x																
50	x																
53		x						x		x							
54		x						x		x							
55		x						x		x							
56		x								x							
58												x					
60										x						x	
61										x							
62										x						x	
63										x							
64										x						x	
65										x							
74																	
75																	
76																	
77																	
78																	
79																	
80																	
81																	
82																	
83																	
91																	
92																	
93																	
94																	
95																	

## 10. LEBENSLAUF

Name	Carina Brammertz
Geburtsdatum	03. März 1987
Geburtsort	Weingarten, Baden-Württemberg, Deutschland
Nationalität	Deutsch
1993- 1997	Grundschule Promenade in Weingarten
1997- 2006	Gymnasium in Weingarten
2006-2012	Studium der Veterinärmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München
2012	Approbation an der Ludwig-Maximilians-Universität in München
2012-2014	Assistentin und Doktorandin in der Klinik für Wiederkäuer des Departements für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich.

## **11. DANKSAGUNG**

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

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Vergabe des interessanten Themas, die Übernahme des Referats, die stete Unterstützung und die wertvollen Anregungen.

Herrn Prof. Dr. Thomas Lutz für die Übernahme des Korreferats.

Allen Tierpflegerinnen und Tierpflegern, insbesondere jedoch Kim Friedt und Deborah Giger für die liebevolle Pflege und Tränke der Kälber.

Sandra Frei und Theresa Tschoner für die stete Unterstützung bei der Arbeit und für die Freundschaft.

Meinen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung für Nutztiermedizin Dr. Luzia Trösch, Manon Kochan, Stephanie Schramm, Sonja Warislohner, Claudine Bieli, Manuela Stettler und Dr. Christian Gerspach für die vielen witzigen Momente, aber auch für die stete Unterstützung in allen Lebenslagen. Sie haben jeden Arbeitstag zu etwas Besonderem gemacht.

Allen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung für Nutztierchirurgie, der Fortpflanzungsmedizin und der Ambulanz für die tatkräftige Unterstützung.

Frau Dr. Beatrice Wenzinger und Frau Dr. Julia Ruf für den frühen sportlichen Ausgleich beim Schwimmen.

Meinen Eltern Horst und Carola Brammertz, die mich uneingeschränkt und unter allen Umständen unterstützt haben, gilt ein besonders grosser Dank. Danke für die motivierenden Gespräche auch in schwierigeren Zeiten.

Meiner Oma Inge Kaesmacher, meinem Bruder Kai Brammertz und meiner restlichen Familie.

Meinem Freund Volker Oschlies danke ich von ganzem Herzen für seine unerschütterliche und ausdauernde Unterstützung in allen Lebenslagen. Danke für all die schönen Momente und danke für die grosse Liebe.

Max, Melanie, Annegret und Günter für die stete Unterstützung und das grosse Verständnis.

Meinem Freundeskreis (Verena Hund, Raphael Fetzer, Daniela Sepke, Kai Hinderer, Christian Friedrich, Anne Toillié, Timo Schiele, Matthias Rommel, Mark Pröger, Marion Straub und Michael Gauder) für den Zusammenhalt seit der Gymnasialzeit. Danke, dass Ihr immer für mich da seid.

Manon Weis, Nadine Schrammel, Katharina Boes und Jessica Seemann für die stete Unterstützung während des Studiums, aber auch in der Zeit danach. Danke, dass Ihr immer an mich geglaubt habt.

Den Studentinnen Alexandra Wiederkehr und Isabelle Specker für die Hilfe bei den Tränkeversuchen auch in den frühen Morgenstunden.

Alle Landwirten, insbesondere Thomas Weber, die mir Rinder und Kühe für meine Untersuchungen überlassen haben.