Aus dem Department für Wiederkäuermedizin

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Untersuchung zum Behandlungserfolg bei Kälbern mit dem Pansentrinkersyndrom

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Gabriela Gratzer

Matrikelnummer: 01607081

Wien, im Juli 2022

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Thomas Wittek

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Literaturübersicht 3

2.1 Beschreibung des Begriffes Pansentrinker 3

2.2 Physiologische Milchverdauung und mikrobielle Besiedlung des Verdauungsapparates bei Kälbern 5

2.3 Schlundrinnenreflex 6

2.3.1 Anatomie der Schlundrinne 7

2.3.2 Zentrale neuronale Steuerung des Schlundrinnenreflexes 8

2.3.3 Lokale neuronale Steuerung des Schlundrinnenreflexes 9

2.3.4 Nachweisverfahren zur Überprüfung der Funktion der Schlundrinne 10

2.4 Faktoren, die den Schluss der Schlundrinne beeinflussen 12

2.5 Klinisches Bild der Pansentrinker 15

2.6 Diagnostik 18

2.6.1 Hämatologische und biochemische Veränderungen 18

2.6.2 Nachweismethoden für die verminderte Nährstoffaufnahme 20

2.6.3 Pansensaftuntersuchung 21

2.6.4 Sonographische Untersuchung 22

2.7 D-Laktat Azidose infolge Pansentrinkens 24

2.8 Folgen des Pansentrinkens 27

2.8.1 Pansentympanie als Folge des Pansentrinkens 27

2.8.2 Villusatrophie 28

2.9 Therapie 31

3 Material und Methoden 33

4 Ergebnisse 36

5 Diskussion 47

6 Zusammenfassung 50

7 Summary 51

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 52

9 Literaturverzeichnis 53

1 Einleitung

Pansentrinken tritt nicht nur bei den jungen Kälbern auf, sondern auch bei den schon etwas älteren Mastkälbern. Obwohl lange bekannt, ist das Krankheitsbild nicht zur Gänze verstanden, so zum Beispiel in wieweit es sich beim Verschluss der Schlundrinne um einen konditionierten Reflex handelt oder wie der Plexus myentericus die lokale Innervation der Schlundrinne steuert. In dieser Arbeit wird dargestellt, wie die Schlundrinne funktioniert und welche Prozesse den Verschluss beeinflussen. Neben der Erklärung der Funktionsweise der Schlundrinne wird das Krankheitsbild Pansentrinken genauer beschrieben.

Mit diesem Krankheitsbild hat man sich schon in der Vergangenheit wiederholt befasst. Es ist seit 1826 bekannt, dass die Milch direkt in den Labmagen rinnt, jedoch beim Pansentrinker größere Milchmengen in den Pansen gelangen. (Kaba et al. 2018) Seither wurden verschiedene Theorien aufgestellt, welche die Entstehungsursache und das Krankheitsbild des Pansentrinkens näher beschreiben. Mit der Frage, welchen Einfluss zum Beispiel die Milchtemperatur auf den Verschluss der Schlundrinne hat, hat sich zuletzt Ellingsen-Dalskau im Jahr 2020 befasst. Mit der Bedeutung von Umgebungsgeräuschen und der Konditionierung des Kalbes haben sich Lateur-Rowet und Breukink im Jahre 1983 befasst. (Lateur-Rowet und Breukink 1983) Diese Fragen werden eingangs mit einer Literaturrecherche beantwortet.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit stellt die Therapie und der Behandlungserfolg des Pansentrinkens dar. Für den zweiten Teil der Arbeit wurden die Krankenakten von 127 Kälbern, die in der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von 1999 bis 2021 behandelt wurden, ausgewertet.

Folgende Fragen sollten bei der Analyse der Daten beantwortet werden:

Es stellt sich die Frage, ob das Pansentrinken jahreszeitlich gehäuft auftritt, da rauere Umweltbedingungen und vermehrte Erkrankungen dies begünstigen können, sowie die Temperatur der Tränke eventuell schneller absinkt.

Bei den Vorerkrankungen wiederum machen Durchfallerkrankungen den größten Anteil aus, weshalb Kälber mit der Vorerkrankung Durchfall eine schlechtere Heilungsprognose haben könnten?

- Metabolische Azidose
- Regulierung des Säure- Base Haushaltes

Bei älteren Kälbern hingegen machen stressbedingte Situationen die Hauptursache aus und damit in Verbindung stehen insbesondere Kälbertransporte. Tritt das Pansentrinken somit gehäufter auf, je länger die Transportstrecken zum Mastbetrieb sind?

- Abweichungen der Stoffwechselparameter
- Großer Stress für das Kalb
- Kälber aus verschiedenen Betrieben kommen zusammen

Sind außerdem vermehrt jüngere Kälber von der akuten Form betroffen, als ältere Kälber von der chronischen Form?

- Immunsystem nicht ausgereift wie bei den älteren Kälbern
- Bei der akuten Form spielen Begleiterkrankungen eine Rolle

Eine weitere Frage stellt sich bezüglich der Tränkemethode, ob es einen Unterschied in der Schwere der Erkrankung macht, wenn Kuhmilch oder MAT getränkt wird?

- Vollmilch kann eventuell einen zu hohen Fettgehalt aufweisen, der bei Kälbern das Durchfallrisiko begünstigt
- MAT mit variablem Proteingehalt und Herkunft der Proteine (tierisch oder pflanzlich)

In der Arbeit soll dargelegt werden, wie hoch der Behandlungserfolg bei diesen Kälbern ist und ob die Kälber im Vergleich zu den gesunden gleichaltrigen Tieren eine deutlich verminderte Leistung aufweisen.

Folgende Hypothesen werden gestellt:

- Die Dauer der Vorerkrankung befindet sich unter einer Woche, da die meisten Kälber vorbehandelt werden und es sich bei dieser Form des Pansentrinkens um einen akuten Prozess handelt, der schnell eintritt.
- Je älter die Kälber sind, umso eher treten Behandlungserfolge auf.
- Die meisten Kälber haben bereits eine Erkrankung gehabt, wobei es sich meistens um Durchfall oder eine Lungenentzündung handelt.

- Jene Kälber, die mit einem Saugeimer getränkt wurden, haben eine bessere Genesungsrate, als Kälber, welche gedrencht werden.
- Bei einer kürzeren Dauer der Vorerkrankung, lassen sich öfter Behandlungserfolge verzeichnen.

2 Literaturübersicht

2.1 Beschreibung des Begriffes Pansentrinker

Unter Pansentrinken versteht man, dass die aufgenommene Milch bei diesen Kälbern direkt in den Hauben-Pansenraum gelangt, statt, wie es bei gesunden Tieren der Fall ist, in den Labmagen. Verantwortlich für dieses Geschehen ist eine Dysfunktion des Schlundrinnenreflexes. Bei gesunden Kälbern folgt nach drei Stunden die weitere Passage in den Dünndarm, während bei Pansentrinkern die Milch länger als 48 h im Pansen verbleiben kann. Im Grunde wird zwischen zwei Formen unterschieden, und zwar der akuten und der chronischen Erkrankungsform. (Stocker und Rüsch 1999)

Die akute Form tritt bei jüngeren Kälbern auf, bei denen der Schlundrinnenreflex wegen verschiedener Ursachen nicht richtig schließt. Dies kann zum einen an Vorerkrankungen liegen, wobei es sich meistens um eine Durchfallerkrankung handelt. Zum anderen können aber auch Zwangstränkung, schwacher Saugreflex, sowie eine Rasseprädisposition eine begleitende Rolle spielen. (Abalaka, 2020)

Die chronische Form ist bevorzugt bei älteren Kälbern zu beobachten, dabei vor allem unter Mastkälbern. Hier spielen Faktoren eine Rolle, die mit stressigen Situationen verbunden sind, wie zum Beispiel Langstreckentransporte zum Mastbetrieb oder auch die Eingliederung der Tiere in eine neue Herde. Aber auch die zu schnelle Milchaufnahme aus Eimern begünstigt die Entstehung dieser Erkrankung. Bei der chronischen Form sind die Tiere somit, anders als bei der akuten Form, klinisch gesund und zeigen keine Vorerkrankungen. (Stocker et al. 1999b)

Neben der selbstständigen Aufnahme der Milch, gibt es noch weitere Möglichkeiten, wie sie in den Pansen gelangen kann. Dafür verantwortlich ist zum einen der *abomasoruminale* Reflux, der bei Kälbern vorkommt, die in kurzer Zeit, schnell große Milchmengen aufnehmen müssen und es zu einer Labmagenüberladung kommt. Zum anderen gelangt die Milch bei gedrenchten Tieren ausnahmslos in den Pansen. (Jørgensen et al. 1992)

Bedeutung vom abomasoruminalen Reflux für das Pansentrinken

Beim *abomasoruminalen* Reflux gelangt die Milch wegen einer Überladung des Labmagens in den Pansen. Diese Möglichkeit wird bei der Entstehung des Pansentrinkens zwar beschrieben, aber sie hat nur eine untergeordnete Rolle. (Ellingsen et al. 2016) Trotzdem kann es wichtig sein, diese Entstehungsursache von den anderen zu differenzieren, um die Fütterung und das Management dementsprechend anpassen zu können. Zuerst hatten Dirksen und Garry 1987 den Chloridgehalt im Panseninhalt zum Nachweis eines Refluxes empfohlen, aber wie es sich herausstellte, war diese Methode diagnostisch zu unsicher. Als sicherer erwies sich die Bestimmung des Chymosingehaltes wie Dirr 1988 feststellte. Für diese Nachweismethode wird Pansensaft entnommen und die Koagulation, die durch die Protease entsteht, bestimmt. Benötigt werden neben dem entnommenen Pansensaft noch eine CMT Platte und Milch. Von der Milch werden 2 ml entnommen und auf die Platte gegeben und vom Panseninhalt benötigt man 1 ml. Dies wird dann bei Raumtemperatur für 15 min stehen gelassen und nachfolgend beurteilt. Tritt eine Koagulation auf, kann man davon ausgehen, dass die Milch durch einen Reflux aus dem Labmagen in den Pansen gelangt ist. Zu einer Senkung des Pansen pH Wertes kommt es durch den Rückfluss jedoch nicht. (Jørgensen et al. 1992)

Um zu große Milchaufnahmen zu vermeiden, werden jungen Kälbern ungefähr 2 l pro Mahlzeit angeboten. Damit will man bewirken, dass die Fassungsmenge des Labmagens nicht überschritten wird und es zu keinem Rückfluss in den Hauben- Pansenraum kommt. Allerdings wäre dieser Reflux in den Hauben- Pansenraum bei noch jungen Kälbern, unter zwei Wochen, weniger problematisch, da Haube und Pansen noch nicht entwickelt sind und die Milchbestandteile nicht durch Bakterien zersetzt werden können. Bei Kälbern ab zwei Wochen verursachen die Pansenmikroben, dass der Milchzucker zu Milchsäure fermentiert

wird, sowie die Milchproteine verrotten und den Pansen pH Wert senken. Daher wird bei den älteren Kälbern oft eine restriktive Fütterung bevorzugt, um diesen Rückfluss zu verhindern. Allerdings gehen Milchmengen bis zu einer Größe von 13,2 % des Körpergewichtes des Kalbes nicht mit einem Rückfluss in den Hauben-Pansenraum einher. (Ellingsen-Dalskau et al. 2020) Dies deutet darauf hin, dass der Labmagen eine große Ausdehnungsfähigkeit besitzt und dass die Milch, auch in größeren Mengen, bei freiwilliger Aufnahme, nicht in den Pansen zurückfließt. Dennoch ist zu bedenken, dass bei großen Milchmengen die Insulinsensitivität nachlässt. (Ellingsen et al. 2016)

2.2 Physiologische Milchverdauung und mikrobielle Besiedlung des Verdauungsapparates bei Kälbern

Bei der Geburt ist das Kalb noch kein Wiederkäuer und die Entwicklung des Verdauungsapparates zu dem eines Wiederkäuers wird in drei Phasen gegliedert. Die erste Phase ist die *präruminale* Phase, in der das Kalb hauptsächlich Milch zu sich nimmt. Sie dauert zwei bis drei Wochen an. Hier sind Enzyme wichtig, welche zum Beispiel die Milchproteine und die Laktose aufspalten. Allerdings sind diese Enzyme nicht in der Lage Stärke oder andere Proteine als die Milchproteine zu spalten. Danach folgt die Übergangsphase, in der das Kalb anfängt Heu zu fressen. Diese Phase dauert bis zum Absetzen an und ist dadurch charakterisiert, dass Haube und Pansen an Größe zunehmen. Die dritte Phase ist anschließend die Wiederkäuerphase. (Drackley 2008)

Enzyme im Labmagen: Die von der Labmagenwand sezernierte Salzsäure senkt den pH Wert des Magens und führt dazu, dass Enzyme wie Prochymosin in ihre aktive Form überführt werden. Prochymosin wird zu Chymosin, welches mit dem Milchprotein Kasein in Anwesenheit von Calcium eine Verbindung eingeht und die Milch koagulieren lässt. Abgesehen vom Fett befinden sich die Milchinhaltsstoffe, wie Vitamine, Laktose und lösliche Mineralien außerhalb des Koagulums in der Molke. Der Übertritt in den Dünndarm wird verlangsamt, damit Pepsin und die Lipasenenzyme wirken können. Der flüssige Bestandteil gelangt nach zwei bis drei Stunden in den Dünndarm, während das Koagulum länger braucht, bis es verdaut wird. Für die Inhaltsstoffe der Molke spielt das Enzym Pepsinogen eine

wesentliche Rolle, welches durch die Magensäure in seine aktive Form, das Pepsin überführt wird. Für die weitere Verdauung gelangen die Proteine in den Dünndarm, wo die Pankreasenzyme hinzukommen, sowie die sich am Bürstensaum selbst befindlichen Peptidasen. Die Pankreasenzyme sind aber erst nach einigen Tagen aktiv, da in den ersten Lebenstagen die Immunglobuline die Darmwand passieren müssen. Mittellange Fettsäuren haben im Zusammenhang mit der Magensäure eine antimikrobielle Aktivität und verhindern die Besiedlung des oberen Dünndarmabschnittes mit Bakterien. (Drackley 2008)

Ursprünglich hatte man angenommen, dass die bakterielle Besiedlung des Pansens kurz nach der Geburt stattfindet, aber wie sich herausstellte, findet die Inokulation bereits vorher statt. Darauf deutet die vorhandene Population mit *Proteobakterien*, *fibrolytischen Bakterien* sowie *Methanogenen* hin. Diese erste Besiedlung des Pansens mit Mikroorganismen, darunter vor allem die *Proteobakterien*, spielt eine wichtige Rolle für die weitere Besiedlung mit streng anaeroben Bakterien. Die *Proteobakterien* sind in der Lage den Sauerstoff aufzufangen, der aus den Kapillaren diffundiert, und sichern so eine passende Umgebung für die streng anaeroben Bakterien. Mit zunehmendem Alter werden die *Proteobakterien* durch *Firmicutes* und *Bacteroidetes* verdrängt. Pilze und zellulolytische Bakterien erscheinen ein bis zwei Wochen nach der Geburt im Pansen und die Ziliaten nach zwei bis drei Wochen. Im Darm dominieren bei den nicht abgesetzten Kälbern die gleichen Bakterienstämme wie im Pansen, diese sind *Bacteriodetes, Firmicutes* und *Proteobakterien*. Nach dem Absetzen nimmt die Anzahl von *Firmicutes* zu, während die *Bacteriodetes* abnehmen. (Meale et al. 2017)

Beginnen die Kälber feste Nahrung zu sich zu nehmen, steigt die Konzentration der freien Fettsäuren im Blut, da die Mikroben im Pansen Kohlenhydrate zu freien Fettsäuren fermentieren. Diese werden durch die Papillen aufgenommen und gelangen dann in die Blutbahn. Das Papillenwachstum wird durch diese Absorptionsvorgänge gefördert, nicht aber die Größe des Pansens. Zellulolytische Bakterien sind erst dann aktiv, wenn der Pansen pH einen Wert über sechs erreicht hat. (Drackley 2008)

2.3 Schlundrinnenreflex

2.3.1 Anatomie der Schlundrinne

Die Schlundrinne erstreckt sich von der Kardia bis hin zur *omaso-abomasalen* Öffnung und wird in zwei Abschnitte unterteilt. Als erstes wird sie in den „*Sulcus reticuli*“ gegliedert, der sich von der Kardia bis hin zur *reticulo-omasalen* Öffnung zieht. Die *retikuläre* Rinne verläuft entlang der kleinen Kurvatur des *Retikulums* und die zwei Labien bestehen aus longitudinalen Muskelfaserzügen. Der zweite Abschnitt ist der „*Sulcus omasi*“, welcher sich bis zur Öffnung des *Abomasums* erstreckt. (Teixeira et al. 2009)

Die Schlundrinne ist von Papillen durchzogen, die in Größe und Form entlang dieses *Sulcus* variieren. Zu Beginn haben die Papillen eine konische und glatte Form und sie sind nicht größer als 1,5 mm. Darauffolgend sind die Papillen mit 4 mm schon etwas größer und haben zudem schärfere Ränder, welche mit Keratin bedeckt sind. Im Bereich der *reticulo-omasalen* Öffnung sind die Papillen noch größer und reichen von 3 bis 11 mm. Die Papillen besitzen hier eine dornen- bzw. hakenähnliche Form. Diese haben eine schützende Funktion und sollen verhindern, dass es zu Obstruktionen kommt. (Teixeira et al. 2009)

Der histologische Aufbau der Schlundrinne lässt sich, wie der restliche Gastrointesinaltrakt (GIT) in drei Schichten unterteilen. Diese sind die *Tunica mucosa*, *Tunica muscularis* und die *Tunica serosa*.

Die *Lamina propria der Tunica mucosa* besteht aus einem geschichteten Plattenepithel. Die *Lamina muscularis mucosae*, welche als Besonderheit nur im GIT vorkommt und der Eigenmotilität dient, ist auch in der Schlundrinne zu finden. Allerdings ist die *Lamina muscularis mucosae* in der Schlundrinne nicht durchgängig ausgebildet. In der *Tela submucosa* befinden sich auf Höhe der Lippen-Boden Grenze Schleimdrüsen. Diese erstrecken sich entlang der gesamten Schlundrinne, wobei sie im distalen Abschnitt am zahlreichsten zu finden sind und hier auch zwischen der inneren und äußeren Muskelschicht vorkommen. Die *Tunica muscularis* besteht aus einer äußeren Längsmuskelschicht und einer inneren Zirkulärmuskelschicht. Der Unterschied zwischen der Boden- und der Lippenmuskulatur ist jener, dass die Längsmuskulatur des Bodens der Schlundrinne nur schwach ausgeprägt ist, hingegen in den Labien aber eine dicke Schicht darstellt. Die Muskelschicht besteht aus glatter Muskulatur, bis auf den kranialen Teil der äußeren

Längsmuskelschicht, da hier ebenso quer verlaufende Muskelfaserzüge vorkommen. (Lalatta-Costerbosa et al. 2011)

Abb.1. Histologisches Bild der Schlundrinne eines Lammes, 1->Zirkulärmuskelschicht, 2-> Längsmuskelschicht, Pfeil-> Drüsen in der *Submukosa* an der Lippen-Boden Grenze

Quelle: (Lalatta-Costerbosa et al. 2011)

2.3.2 Zentrale neuronale Steuerung des Schlundrinnenreflexes

Gelangt die Milch in die Maulhöhle wird über die Rezeptoren im Pharynx ein Signal über die afferenten Bahnen des Trigeminus an die *Medulla oblongata* geleitet. Nach dieser Stimulation der Nervenendigungen im Mund und Rachenraum verschließt sich die Schlundrinne und ermöglicht es der Milch direkt in den Labmagen zu fließen. Zum Verschluss der Schlundrinne kommt es, indem sich beide Labien stark kontrahieren und anschließend die rechte Labie das Epithel des *Retikulums* mit einer Drehbewegung an sich zieht und eine Art Schlauch bildet. Die parasympathischen Fasern des *N. vagus* haben somit einen exzitatorischen Effekt auf die Funktion der Schlundrinne und hemmen zugleich die Motilität von Haube und Pansen. Die Funktion dieses Reflexes nimmt mit dem Alter ab und tritt bei ausgewachsenen Tieren daher in der Regel nicht mehr auf. Die Färbung mit Neuronenspezifischer Enolase (NSE) ergibt ein ungleiches Verteilungsmuster der Neuronen, die Färbung ist im distalen Teil der Schlundrinne

stärker als im proximalen Teil. Dies bedeutet, dass der proximale Teil vermutlich stärker von der extrinsischen Innervation bestimmt wird. (Lalatta-Costerbosa et al. 2011)

Der *N. vagus* innerviert neben der Schlundrinne auch die Vormägen, den Labmagen, sowie Dünn- und Dickdarm. Aber es hat sich gezeigt, dass die Schlundrinne der Bereich mit der stärksten Innervation ist und neben dem *N. vagus* auch der *Nucleus ambiguus* und der *Nucleus retroambigualis* beteiligt sind. Das *Retikulum* wird ebenfalls von diesen beiden Strukturen innerviert, aber nicht die Vormägen, der Labmagen, sowie Dünn- und Dickdarm. (Chiocchetti et al. 2003)

2.3.3 Lokale neuronale Steuerung des Schlundrinnenreflexes

Neben einer zentralen Steuerung der Schlundrinne wird diese auch lokal durch ein myenterisches Nervensystem gesteuert. Allerdings ist die Funktion des *Plexus myentericus* im Bereich der Retikularfurche noch nicht zur Gänze erforscht. Die intrinsische Innervation beruht auf cholinergen und nitrergen Schaltkreisen. Es steht fest, dass die vorhandenen Neurotransmitter im Retikulum und der Schlundrinne unterschiedliche neurochemische Muster aufweisen. Das *Retikulum* hat einen ähnlichen neurochemischen Code wie der Pansen, und zwar kommen bei diesen vor allem Cholinacetyltransferase (ChAT) vor. In der Schlundrinne hingegen wurde vor allem Stickoxidsynthase (NOS) nachgewiesen. Eines der beiden Enzyme, NOS oder ChAT, lässt sich somit in allen myenterischen Neuronen finden. Eine weitere Unterteilung in Subpopulationen erfolgt durch den Nachweis von Substanz P (SP) und vasoaktives intestinales Peptid (VIP). So lassen sich vier neurochemische Codes nachweisen, und zwar ChAT/- , ChAT/SP , NOS/- und NOS/VIP. In der Schlundrinne waren es in absteigender Reihenfolge NOS/VIP, ChAT/SP-, NOS/- , ChAT/-. Jene Neuronen, welche für NOS immunreaktiv waren, waren es auch für Substanz P (SP) und Acetylcholin. (Pfannkuche et al. 2003)

Stickstoffmonoxid (NO) ist ein Neurotransmitter im zentralen und peripheren Nervensystem und das endogene NO wird durch NOS durch L-Arginin und Sauerstoff produziert. Eine hohe Dichte an NOS produzierenden Nervenzellen wurden im *myenterischen Plexus* gefunden. (Barahona et al. 1998) NO hat einen inhibitorischen Effekt auf die glatte Muskulatur der

Vormägen, indem es die Menge vom cGMP reguliert, welches wiederum die Ca Freisetzung hemmt. Außerdem hemmt NOS die Freisetzung von Substanz P, welches eine exzitatorische Wirkung hat. Es wird angenommen, dass sich das Zentrum der lokalen Innervation der Vormägen in der Retikularfurche selbst befindet, da hier eine hohe Neuronendichte herrscht. Besonders die Anzahl an nitrerger Innervation der retikulären Rinne lässt darauf schließen, dass es eine zentrale Rolle in der Beeinflussung der Vormagenmotilität hat. (Vittoria et al. 2000)

In der Retikularfurche kommen auch Acetylcholinesterasen vor und diese sind vor allem mit cholinergen Nerven gemeinsam zu finden. Acetylcholin ruft sowohl bei der Boden- als auch bei der Lippenmuskulatur eine Kontraktion hervor und gilt als der wichtigste Transmitter für eine Kontraktion der Längsmuskulatur der Lippen. (Barahona et al. 1997)

Der Schlundrinnenreflex kann auch auf nicht neuronalem Weg aktiviert werden, und zwar durch Natriumbicarbonat, Vasopressin, Kupfersulfat und Katecholamine. Für den exzitatorischen Effekt sind vor allem alpha 1 Rezeptoren verantwortlich, welche an der Lippenmuskulatur nicht nachgewiesen werden konnten. Der relaxierende Effekt wird über beta Rezeptoren vermittelt und diese sind sowohl an Boden- als auch an der Lippenmuskulatur zu finden. Dieser relaxierende Effekt stört aber den Verschluss der Schlundrinne, was durch die intravenöse Applikation von Adrenalin nachgewiesen werden konnte. (Denac et al. 1990)

2.3.4 Nachweisverfahren zur Überprüfung der Funktion der Schlundrinne

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um die Funktion der Schlundrinne zu prüfen und so unterscheidet man zwischen direkten und indirekten Nachweismethoden. Bei der direkten Methode wird der Verschluss zum Beispiel endoskopisch durch eine Pansenfistel beobachtet. Für eine bessere Sicht wird dafür der Panseninhalt ausgeräumt oder das Tier wird für 24 h vor der endoskopischen Untersuchung gefastet. (González-Montaña et al. 2014)

Bei der indirekten Methode gibt es mehrere Möglichkeiten, wie die Funktionsweise geprüft werden kann, so zum Beispiel kann dem Tier eine zuckerhaltige Nahrung verabreicht werden.

Gelangt die Glukose in den Pansen, wird der Zucker zu flüchtigen Fettsäuren abgebaut. Diese Zunahme an flüchtigen Fettsäuren kann dann im Blut gemessen werden. Hingegen kommt es zu einem Blutzuckeranstieg, wenn die verabreichte zuckerhaltige Flüssigkeit in den Labmagen gelangt. Allerdings hat sich diese Methode als unsicher herausgestellt, da Stress auf die Blutglukosekonzentration einwirken kann. Eine weitere Möglichkeit ist die röntgenologische Untersuchung nach Verabreichung von Bariumsulfat oder anderen röntgendichten Markern. Es haben sich beide Methoden als sicher erwiesen, um die Funktion der Schlundrinne feststellen zu können. Allerdings sollten die röntgendichten Marker keinen zu großen Durchmesser haben, um ungehindert die Rinne passieren zu können. (Sargison et al. 1999)

Neben der röntgenologischen Darstellung gibt es noch die Möglichkeit den Schluss der Schlundrinne mittels Ultraschalluntersuchung festzustellen. Dabei wird erfasst, in welchem Magen sich die Milch befindet. Auch bei gesunden Kälbern ist es möglich, dass sich nicht die ganze Milch im Labmagen, sondern ungefähr 10 % im Hauben-Pansenraum befindet. (Ellingsen-Dalskau et al. 2020)

Als Marker wurde auch Polyethylenglycol verwendet, welches in die Tränke gegeben wurde. Polyethylenglycol, sowie Chromoxid und Strontiumchlorid- Hexahydrat sind ein guter Indikator für die Funktion der Retikularfurche, da sie verlässliche Ergebnisse lieferten. Neuere Verfahren sind Thermosensoren, die im Pansen, sowie im Labmagen der Tiere platziert werden. In dem Magen, in welchen die Milch gelangt, tritt eine Temperaturänderung auf. (Ranzini Rodrigues R. et al. 2002)

Weiters kann der Gehalt an Kohlenstoff-13-Octansäure in der Ausatemluft der Kälber gemessen werden. Bei diesem Test wird die Zeit bestimmt, die für die Magenentleerung gebraucht wird. Die Octansäure wird mit der Nahrung aufgenommen und gelangt dann über die Blutbahn zur Leber. Dort wird die Octansäure zu Kohlendioxid abgebaut und ausgeatmet. In der Octansäure dient ein zuvor markiertes Kohlenstoffatom-13 als Marker. (Ranzini Rodrigues R. et al. 2002)

2.4 Faktoren, die den Schluss der Schlundrinne beeinflussen

In Verbindung mit der Kälberfütterung werden oft Milchtemperatur, Milchmenge, Tränkemethode, Positionierung des Kopfes zur Tränke sowie eine stressfreie Umgebung genannt. Zudem wird der Reflex durch die Sicht des Eimers, Gerüche und Geräusche, die mit der Milchgabe in Verbindung stehen, ausgelöst. (Ellingsen-Dalskau et al. 2020)

Es wird angenommen, dass warme Milch den Reflex auslösen kann, hingegen kalte Milch zu keinem oder vermindertem Verschluss führt. Entgegen der Annahme, dass eine zu kalte Milchtemperatur den Reflex nicht auslöst, hat sich gezeigt, dass es auch bei Milch mit 13 °C zu einem Verschluss der Rinne kommt. Sogar niedrigere Temperaturen beeinträchtigen diesen Prozess nicht und daher wird vermutet, dass bei 8 °C bis 23 °C eine normale Aufnahme in den Labmagen stattfindet. Dies wurde röntgenologisch mit der Gabe von Milch mit unterschiedlichen Temperaturen und der Zugabe von Bariumsulfat festgestellt. Der Nachteil bei einer niedrigen Temperatur ist, dass die Kälber eine verminderte Sauglust zeigen und eventuell nach der Tränkeaufnahme zittern. Außerdem wurde Durchfall in Zusammenhang mit einer kalten Tränke öfters beobachtet. Neben der Tatsache, dass kalte Milch auch zu einem Schluss führt, hat sich zudem bewiesen, dass es wichtiger ist, dass die Milch eine konstante Temperatur beibehält. (Ellingsen-Dalskau et al. 2020)

Neben der Milchtemperatur wurden auch andere Parameter beobachtet, und zwar, wie sich die Schlundrinne verhält, wenn das Kalb aus einem Nuckeleimer oder einem offenen Eimer trinkt. Bei den Kälbern, die aus einem offenen Eimer trinken, werden zwei unterschiedliche Methoden beobachtet, wie die Kälber die Milch zu sich nehmen. Manche Kälber nippen dabei nur an der Oberfläche, während andere mit dem gesamten Flotzmaul in die Milch eintauchen. Es wird angenommen, dass bei den Kälbern, welche mit dem ganzen Flotzmaul in der Milch sind, die Schlundrinne öfters unvollständig schließt. Aber im Grunde schließt sich die Schlundrinne bei der offenen Eimertränkung, als auch bei der Tränkemethode mit dem Nuckeleimer. Der Schlundrinnenreflex hält bei Nuckeleimertränkung bis zu 13 Wochen an, während es bei der Eimertränke bis ca. zur sechsten Lebenswoche zu einem Verschluss kommt. Bei den Nuckeleimern können die Saugeröffnungen unterschiedlich groß sein und je nachdem fließt die Milch schneller oder langsamer. Sowohl bei kleinen als auch bei großen

Öffnungen kommt es zum Verschluss der Schlundrinne und damit wird gezeigt, dass eine langsame oder unterbrochene Milchaufnahme den Erhalt des Verschlusses nicht beeinträchtigt. (Braun und Brammertz 2015)
Allerdings haben sich Unterschiede in der Milchverdauung und im Sättigungsgefühl der Kälber gezeigt, welche durch die Saugeröffnung bedingt sind. Bei einer kleineren Öffnung nehmen die Kälber die Milch langsamer auf und im Labmagen bilden sich kleinere Quarkteilchen, so bilden sich bei schneller Milchaufnahme große Quarkteilchen. Daher ist es denkbar, dass die Laktoseverdauung bei einer langsameren Milchaufnahme und einer kleineren Teilchengröße des Quarks effizienter funktioniert. (McInnes et al. 2015)

Bei Kälbern, die gedrencht werden, gelangt die Milch in den Pansen. Durch das Drenchen kommt die Milch nicht in Kontakt mit den Rezeptoren im Pharynx und daher wird kein Reiz ausgelöst. Hinzu kommt noch, dass der Verschluss der Schlundrinne bei einem geschwächten oder erkrankten Tier ohnehin schlechter funktioniert, als bei gesunden Tieren. Gesunde Tiere reagieren auf das Drenchen mit mehr Abwehr, wiederum manche probieren ein wenig zu nuckeln. Nachdem sich im Pansen 400 ml Milch angesammelt haben, kommt es zu einem Überfließen in den Labmagen. (Ahmed et al. 2002) Für gewöhnlich werden kranke Kälber mit Elektrolytlösungen gedrencht, oder Neugeborene mit Kolostrum, welche die Milch nicht selbstständig trinken wollen. Allerdings kommt es bei mit Kolostrum gedrenchten Kälbern zu einem schnellen Überfließen in den Labmagen. Jedoch ist es nicht klar, ob es bei erkrankten Kälbern auch zu einem baldigen Überfließen in den Labmagen kommt, da die Pansenmotorik gestört sein kann. Somit ist das Drenchen bei neugeborenen Kälbern, die kein Kolostrum aufnehmen wollen, empfehlenswert, um Infektionskrankheiten vorzubeugen. Das Drenchen von älteren Kälbern mit Milch führt zu einer bakteriellen Fermentation im Pansen und einer raschen Verschlechterung des Gesundheitszustandes des Tieres. Somit ist bei Pansentrinkern vor allem von Bedeutung, wie lange die Milch im Pansen verbleibt und nicht primär die Tatsache, dass Milch in den Pansen gelangt ist. (Ahmed et al. 2002)

Es bestehen keine Unterschiede beim Verschluss der Schlundrinne, wenn das Kalb Milchaustauscher statt Milch zu sich nimmt. Dies wurde bewiesen, indem im Labmagen mittels Ultraschalluntersuchung eine heterogene und echoreiche Ansammlung des Milchaustauschers (MAT) diagnostiziert wurde. Im Gegensatz dazu, stellt sich Milch im

Labmagen homogen dar. (Braun und Brammertz 2015) Auch ein Abfall des Labmagen pH Wertes deutet auf eine Aufnahme des MAT hin. Trinkt das Kalb aber Kuhmilch, fällt der pH Wert auf einen noch niedrigeren Wert als beim MAT. (Constable et al. 2005)

In den 1940er Jahren haben Wissenschaftler das erste Mal vermutet, dass eine Konditionierung am Verschluss mitwirken könnte. So ist neben einem richtig durchgeführten Tränkemanagement, auch eine Gewöhnung des Kalbes an die Tränkemethode, Zeit und Umgebung während der Fütterung nicht außer Acht zu lassen. (Lateur-Rowet und Breukink 1983). Da der Reflex mit zunehmendem Alter nachlässt, kann diese Konditionierung von Vorteil sein, sodass sich die Schlundrinne des Kalbes zum Beispiel beim Anblick des Tränkeeimers verschließt. Durch diese Konditionierung, so wird in manchen Quellen berichtet, könnten die Tiere bis in das Erwachsenenalter den Reflex beibehalten. So hat Orskov bereits 1970 über einen Schlundrinnenverschluss als Folge der Konditionierung geschrieben und welchen Vorteil dies für die Medikamentengabe mit sich bringen würde. (Ørskov et al. 1970)

In den 1970er Jahren wurde diese Konditionierung an Lämmern untersucht, indem es bei dem Anblick ihres gewohnten Tränkeeimers zu einem Verschluss der Schlundrinne kam. Aber nicht nur der Anblick des Eimers war entscheidend, sondern auch Gerüche und Geräusche, die in Zusammenhang mit der Milchvorbereitung standen. Die auf diese Signale trainierten Lämmer zeigten ein aufgeregtes Verhalten und es wird vermutet, dass bei ihnen nicht die Rezeptoren im Pharynx für einen Schluss nötig sind, sondern die gewohnten Bedingungen bei der Tränkeaufnahme. Um zu prüfen, ob sich die Schlundrinne bei alleiniger Ansicht des Tränkeeimers verschließt oder nicht, hatte man den Tieren Bariumsulfat in den Ösophagus injiziert und den Tieren den Tränkeeimer gezeigt. Bei einer ungestörten Umgebung gelang das Bariumsulfat oft direkt in den Labmagen. Gründe weshalb es nicht immer funktionierte, waren zum Beispiel Tiere, welche nicht so schnell lernten und den Tränkeeimer nicht mit einer bevorstehenden Fütterung verbanden. Des Weiteren können störende Fütterungsbedingungen, sowie ein Interessensverlust am Tränkeeimer mitgewirkt haben. Auch wenn den Tieren nur das Bariumsulfat eingegeben wurde, ohne das nachfolgend der Tränkeeimer gezeigt wurde, blieb der Schlundrinnenreflex aus und es landete im Hauben-Pansenraum. (Ørskov et al. 1970)

Dass ein Transport mit starkem Stress für das Tier verbunden ist, zeigt nicht nur das Verhalten der Kälber, sondern auch verschiedene Stoffwechselparameter. Transportstress, eine neue Umgebung und fremde Tiere sind daher eine große Belastung und kommen bei Mastkälbern, die in Mastbetriebe weiterverkauft werden oft vor. So ist es beschrieben, dass bei Mastkälbern das Pansentrinken im Mastbetrieb öfters als in Zuchtbetrieben beobachtet wird. (Marcato et al. 2020)

2.5 Klinisches Bild der Pansentrinker

Das Pansentrinken bei den Kälbern kann bei den neugeborenen Tieren, aber auch Älteren, insbesondere bei den Masttieren, auftreten. Nicht nur die Entstehungsursache unterscheidet sich bei den beiden Formen, sondern auch deren Dauer, Symptomatik und Folgen nach einer Genesung. Die neugeborenen Kälber leiden unter der akuten Verlaufsform, der meistens eine Vorerkrankung vorangeht. (Mahmoud G. El-Sebaei, 2012) Die Mastkälber sind von der chronischen Form betroffen, welche auch als Pansentrinkersyndrom bezeichnet wird. Hier liegt keine Vorerkrankung vor und der auslösende Faktor steht viel mehr in Verbindung mit stressigen Situationen, wie Langstreckentransporte zum Mastbetrieb und die Eingliederung in eine neue Gruppe. Aber bei beiden Formen des Pansentrinkens sind die Haltungs- sowie Fütterungsbedingungen nicht außer Acht zu lassen. (Stocker und Rüsch 1999) Das Allgemeinverhalten der Kälber liefert erste wichtige Informationen zur Diagnose eines Pansentrinkers. So wird ein gestörtes Allgemeinbefinden, wie bei vielen anderen Erkrankungen, auch bei den Pansentrinkern festgestellt. Dabei können die Schweregrade ganz unterschiedlich ausgeprägt sein und von einem apathischen Verhalten bis hin zu einem komatösen Verhalten mit Festliegen reichen. (Breukink et al. 1988) Je schwerwiegender die metabolische Azidose ist, desto eher sind die Kälber auch festliegend. Es wurde beobachtet, dass ab einem Pansen pH Wert von 5,5 die Pansenazidose von einer metabolischen Azidose begleitet ist. Festliegende Kälber haben neben einer metabolischen Azidose auch eine verminderte Fresslust. (Shakirat et al, 2016) Speziell bei den Mastkälbern sind noch andere Verhaltensauffälligkeiten bekannt. So wird bei chronischen Pansentrinkern nicht selten beobachtet, dass sie die Wände der Boxen, sowie andere Tiere öfters belecken. Zusätzlich

zeigen solche Kälber eine eigene Art, wie sie die Milch zu sich nehmen, da es wirkt als würden sie die Milch kauen wollen. Auch ein häufiges Wiederkauen tritt bei den erkrankten Mastkälbern auf. Die innere Körpertemperatur, Atmung, Kreislauf sowie Lymphknoten sind nicht verändert. (Breukink et al. 1988)

Neben dem veränderten Allgemeinverhalten und der verminderten Sauglust haben insbesondere chronische Pansentrinker auch eine veränderte Kotkonsistenz. Der Kot nimmt eine lehmartige Beschaffenheit an und dies ist auf zwei mögliche Gründe zurückzuführen. Diese Konsistenz kommt durch eine vermehrte Resorption von Wasser im *Colon* zustande, sowie durch die Hydrolyse von Fett im Pansen, wodurch die Fettaufnahme im Dünndarm vermindert ist. (Stocker et al. 1999b)

Nicht nur Durchfallerkrankungen führen zu Alopezie, sondern auch bei chronischen Pansentrinkern wurde dies beobachtet. Neben Haarausfall haben die Kälber auch ein verändertes Haarkleid, welches schuppig und stumpf erscheint. So wird vermutet, dass Haarausfall nicht nur infolge von infektiösen Krankheitsgeschehen entstehen können, sondern auch bei fehlerhaften Haltungs- und Fütterungsbedingungen. Alopezie wegen Durchfall oder Pansentrinken ist zurückzuführen auf die vermehrte Bildung von toxischen Stoffen wie D-Laktat, oder auf das Fehlen von essentiellen Substanzen. Welches dieser beiden Stoffwechselveränderungen aber primär verantwortlich für die Alopezie ist, ist nicht bekannt. (Wieland et al. 2019)

So ist es für chronische Pansentrinker charakteristisch, dass es sich selbst nach einer Genesung häufig um unwirtschaftliche Tiere handelt, da sie ein vermindertes Wachstum zeigen. Das klinische Bild des chronischen Pansentrinkers wird besonders von Trinkunlust, Schwäche, einem stumpfen Haarkleid mit Haarausfall, rezidivierenden Tympanien, lehmartigem Kot, sowie einer unwirtschaftlichen Gewichtszunahme geprägt. Die Symptome bei den akuten Pansentrinkern gleichen denen des chronischen Pansentrinkens, bezogen auf das veränderte Allgemeinverhalten, Trinkunlust, Depression und Schwäche der Tiere. Auch bei der akuten Form lässt sich eine Wölbung in der linken Flanke feststellen. (Lorenz und Gentile 2014)

Eine Alopezie tritt auch bei dieser Form auf, allerdings nur bei einer verlängerten Krankheitsdauer. Hingegen sind Dehydration, Kreislaufkollaps, Festliegen, sowie Anzeichen einer *Ruminitis*, wie ein aufgekrümmter Rücken und Zähneknirschen für die akute Form des Pansentrinkens typisch. Viele der Symptome, die bei akuten Pansentrinkern zu sehen sind, stimmen auch mit dem klinischen Erscheinungsbild einer metabolischen D-Laktatazidose überein. Ein weiterer wichtiger Punkt neben der typischen Symptomatik, ist jener, dass bei der akuten Form Vorerkrankungen mit systemischer Wirkung eine entscheidende Rolle spielen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Durchfallerkrankung aber auch Nabelentzündungen, Anorexie, Lungenentzündungen oder andere schmerzhafte Prozesse wie Venenentzündungen oder eine *Otitis*. (Arcangelo Gentile, 2004)

Durchfallerkrankungen mögen wohl deshalb die Hauptrolle bei den Vorerkrankungen spielen, da sich die Therapie bei einem Kalb mit Durchfall und akutem Pansentrinken als schwieriger erweist, als beispielsweise die Therapie bei einem Pansentrinker mit einer Nabelentzündung. Der ohnehin schlechte Zustand dieser Kälber wird durch eine Dysfunktion der Schlundrinne mit den Folgen der Milchansammlung im Hauben-Pansen-Raum zusätzlich verschlimmert. Da die Dünndarmwand geschädigt ist, kann keine normale Nährstoffaufnahme erfolgen und der Säure-Base Haushalt der Durchfallkälber ist gestört. Durch die Milchanhäufung im Pansen kommt es zur Bildung von Laktat, welches den Säure-Base Haushalt nur noch mehr aus dem Gleichgewicht bringt. Zusätzlich erfolgt keine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme, aber dafür durch den Durchfall bedingt ein großer Flüssigkeits- und Bikarbonatverlust. Die Sterberate bei diesen komplizierten Fällen ist somit höher als bei den Kälbern, die nur unter dem Pansentrinken leiden. (Lorenz und Gentile 2014)

Da dieser Zustand des akuten Pansentrinkens schmerzhaft sein kann, knirschen die Kälber mit den Zähnen, treten mit den Hinterbeinen Richtung Flanke, zeigen ein unruhiges Verhalten, indem sie das Gewicht von einem Bein auf das andere verlagern. Leiden die Kälber auch an einer *Ruminitis*, stehen sie öfters mit einem aufgekrümmten Rücken da. Neben diesen Schmerzäußerungen sind die Tiere auch aufgebläht, was besonders in der linken Flanke erkennbar ist. Diese rezidivierenden Tympanien kommen immer nach der Tränkeaufnahme vor, aber verschwinden nach einigen Stunden wieder. (Choudhary, II et al. 2010)

2.6 Diagnostik

Neben den typischen klinischen Veränderungen, können auch weiterführende Untersuchungsmethoden helfen Pansentrinker zu erkennen. Bei Pansentrinkern sind bei der Schwingauskultation Plätschergeräusche zu hören und bei der Perkussionsauskultation ein metallisches Klingeln. Wenn das Kalb während der Milchaufnahme auskultiert wird, ergeben sich auch deutliche Unterschiede zu gesunden Kälbern, da bei Pansentrinkern wegen des Milcheintritts in den Pansen plätschernde Geräusche zu vernehmen sind. Bei gesunden Kälbern hört man hingegen nur ein gurgelndes Geräusch, welches durch die geschlossene Schlundrinne verursacht wird. Weitere Möglichkeiten ergeben sich durch die Blutabnahme, Pansensaftbeurteilung, Ultraschalluntersuchung oder verschiedene Tests zum Nachweis der verminderten Nährstoffaufnahme. (Stocker und Rüsch 1999)

2.6.1 Hämatologische und biochemische Veränderungen

Bei der Beurteilung der hämatologischen Befunde sind Unterschiede zu gesunden Kälbern feststellbar und so gibt es Abweichungen im Blutbild vor und nach der Tränkeaufnahme. Insgesamt wurde das rote und das weiße Blutbild der Kälber, sowie Plasmaproteine, Fibrinogen, Urea- und Kreatininkonzentration, Na-, K-, und Chloridgehalt, GLDH, GGT, pO_2, pCO_2 und HCO_3 für diagnostische Zwecke beurteilt. (Stocker et al. 1999b)

Zudem haben die hämatologischen oder klinisch-chemischen Veränderungen nur dann eine Aussagekraft, wenn sie nicht durch andere Prozesse, wie z. B. einem exzessiven Wasserverlust beeinträchtigt werden. Da aber die Kälber in dieser Studie keine Veränderungen im Totalproteingehalt aufwiesen, ging man davon aus, dass Metaboliten- und Hormonveränderungen nicht auf eine Dehydratation zurückzuführen waren. Generell wurde diese Studie so ausgelegt, dass die Werte vor, sowie nach der Tränkeaufnahme bestimmt wurden und dies über einen Zeitraum von 11 Tagen. Die Hormone Insulin, Glukagon, Somatotropin, IGF-1, Leptin sowie T3 und T4 wurden gemessen und bei den Metaboliten waren es L-Laktat, NEFA, Triglyceride, BHB, TP, Harnstoff und Glukose. So zeigt sich bei Pansentrinkern an Tag 1 nach der Tränkeaufnahme kein Insulinanstieg, während bei gesunden

Tieren ein Anstieg dieses Hormons festzustellen ist. An Tag 11 steigt der Wert auch bei den Pansentrinkern an. Aber beim Insulin spielen auch Alter und Körpergewicht eine Rolle und die Pansentrinker in dieser Studie haben von Tag 1 bis Tag 11 nur ca. 6 kg zugenommen, hingegen sind es bei den gesunden Vergleichstieren 9-12 kg gewesen. Erniedrigte Werte sind beim IGF-1, Leptin, T3 und T4 bei Pansentrinkern festzustellen. Die Werte für Somatotropin erhöhen sich bei den Pansentrinkern gegen Ende der 11 Tage. Bei den Metaboliten zeigen sich Veränderungen bei der Glukose, NEFA und den Triglyceriden. Glukose und NEFA sind generell zeitlichen Schwankungen unterworfen, aber bei der Glukosekonzentration zeigt sich bei Pansentrinkern, dass sie bereits vor der Tränkeaufnahme niedrigere Werte als gesunde Tiere haben. Nach der Tränke sind die Werte bei den gesunden Tieren und bei den Pansentrinkern ebenfalls erhöht und bleiben es bei diesen aber auch und nehmen nicht wie bei den gesunden Kälbern bis zur nächsten Milchgabe hin ab. Die NEFA Werte sind direkt nach der Milchgabe bei allen Kälbern zunächst erniedrigt, aber bei den gesunden Tieren stiegen die Werte infolge an. Bei Pansentrinkern konnte dieser Anstieg an Tag 11 auch beobachtet werden. Die Triglyceride verhalten sich gleich wie die Werte für NEFA bei den Pansentrinkern. (Herrli-Gygi et al. 2006)

So zeigt sich bei den Pansentrinkern, dass sie eine unzureichende Energieversorgung hatten, da ihre Glukosewerte, IGF-1, T3 und T4 Konzentration erniedrigt waren. Weitere Werte die einen Einblick in die Energieversorgung des Tieres geben sind NEFA, BHB, Insulin sowie Glukagon. NEFA ist ein Indikator für die Fettmobilisation und bei einem Energiemangel erhöht. Bei einem Energiemangel sind auch die Werte für BHB und Glukagon erhöht und der Insulinwert ist erniedrigt. Allerdings zeigten alle vier Werte keine Abweichungen zu denen bei gesunden Tieren. Ein erhöhter Gewebsproteinabbau wird durch den erhöhten Harnstoffwert bestätigt. Die negative Energiebilanz und der Proteinabbau bei Pansentrinkern ist besonders mit den Werten zu bestimmen, die nach der Milchgabe erhoben wurden. Um die Werte für NEFA, Triglyceride und Insulin in die Norm zu bringen, reichen in etwa 10 Tage aus, aber bei Glukose, T4 und IGF-1 brauchen die Pansentrinker eine längere Zeit, bis sich diese normalisiert haben. Eine Normalisierung der ALP Werte deutet darauf hin, dass die Stoffwechselleistung wieder zunimmt und sich der intestinale Bürstensaum erholt. (Herrli-Gygi et al. 2006)

2.6.2 Nachweismethoden für die verminderte Nährstoffaufnahme

Um zu überprüfen, wie die Nährstoffaufnahme bei den Pansentrinkern funktioniert, steht - der Acetaminophentest (Paracetamol) zur Verfügung. Allerdings ist dieser Test aktuell nicht durchführbar, da die Anwendung von Paracetamol nicht zugelassen ist. Für diesen Test benötigt man einen Venenverweilkatheter in der Jugularvene für nachfolgende Blutabnahmen (pro Abnahme 6 ml), sowie Milch mit Paracetamol vermengt, welches den Kälbern gegeben wird. Zuvor muss das Paracetamol in 100 ml kochendem Wasser aufgelöst werden, ehe es der Milch zugegeben wird. Die Paracetamolkonzentrationen in den entnommenen Blutproben werden mit Hochdruckflüssigkeitschromatografie bestimmt. Acetaminophen eignet sich daher gut für einen Nährstofftransit- und Absorptionstest, da es in den Vormägen kaum resorbiert wird, sondern erst im Dünndarm. So hat sich gezeigt, dass Paracetamol auch bei einer geschädigten Pansenwand nicht resorbiert wird, da es sonst im Blut von Pansentrinkern schon früher nachweisbar wäre. Wie sich das Paracetamol im Labmagen verhält, kann anhand eines *in vitro* Tests gezeigt werden. Es wird 200 mg Paracetamol in 10 ml Wasser gelöst und dann mit 500 ml Milch und zwei Tropfen Lab vermischt. Nach einer Stunde Bebrütung zeigt sich, dass das Acetaminophen die Milchgerinnung nicht beeinflusst, da Molke und ausgefälltes Milcheiweiß in gleichen Verhältnissen entstehen, wie ohne der Zugabe von Acetaminophen. Zudem befindet sich das Paracetamol in beiden Fraktionen, was bei gesunden Kälbern am biphasischen Anstieg des Paracetamols im Blut gemessen werden kann. Ermittelt wird die Paracetamolaufnahme mit dem T/C Wert. C gibt die Konzentration des Paracetamols im Blut an und T die Zeitspanne, in der das Paracetamol im Blut nachweisbar ist. Bei Pansentrinkern sind die nachgewiesenen Konzentrationen niedriger als bei den gesunden Kälbern und die maximale Serumkonzentration wird auch erst nach einer längeren Zeit erreicht. Das spricht dafür, dass weniger und schlechter absorbiert wird, als bei einem gesunden Kalb. Für diese verminderte Absorptionsleistung sprechen bei Pansentrinkern drei Faktoren, die zusammenwirken. Zum einen liegt es daran, dass die aufgenommene Milch eine längere Zeit im Pansen verbleibt und nicht weitertransportiert wird. Zum anderen sind die Vorgänge im Labmagen mitverantwortlich, da die Milchgerinnung bei Pansentrinkern beeinträchtigt ist. Man könnte daher meinen, dass wegen dieser mangelnden Milchgerinnung die Passage durch den Labmagen schneller erfolgt, aber da sich im *Duodenum* nun vermehrt freie Fettsäuren

befinden, wird die Labmagenentleerung durch diese Ansäuerung gehemmt. Als dritter Faktor spielt noch die Absorption im Dünndarm eine Rolle, welche ebenfalls herabgesetzt ist. (Herrli-Gygi et al. 2008)

Zwei weitere indirekte Methoden, um die Nährstoffaufnahme bei Pansentrinkern nachzuweisen erfolgt ultraschallgestützt oder durch den Nachweis von nicht metabolisierten Monosacchariden im Urin. Die Ultraschalldiagnostik bei Kälbern bis zu einem Alter von 50 Tagen gibt zuverlässige Informationen darüber, ob es sich bei dem Kalb um einen Pansentrinker handeln könnte. Es wird die Differenz zwischen der aufgenommenen Milchmenge und dem Milchvolumen im Labmagen ermittelt. Ob dies auch bei schwereren und älteren Kälbern zuverlässig funktioniert, ist fragwürdig. Die Methode mit den Monosacchariden hat den Hintergrund, dass der Milch Monosaccharide zugesetzt werden, die zwar absorbiert werden, aber nicht verstoffwechselt und somit unverändert und nahezu vollständig wieder im Harn erscheinen. Bei Pansentrinkern werden diese Monosaccharide allerdings im Pansen mikrobiell abgebaut, weshalb im Harn eine geringere Menge nachweisbar ist. Es können 3-O-Methylglukose, D-X-Xylose und L-Rhamnose verwendet werden. (Labussière et al. 2014)

2.6.3 Pansensaftuntersuchung

Die Pansensaftuntersuchung stellt eine wichtige Diagnostikmöglichkeit dar. Pansensaft kann auf verschiedene Wege gewonnen werden, so z. B. mittels Schlundsonde oder aber auch perkutan mit einer dafür geeigneten Nadel (Ruminozentese). Der Vorteil bei der perkutanen Entnahme ist jener, dass der pH Wert nicht durch den Speichel im Maul verfälscht wird. Allerdings ist dieser Effekt ab einer Menge von 200 ml Pansensaft vernachlässigbar. (Ivany, 2002)

Direkt nach der Entnahme des Pansensaftes werden Farbe, Geruch und Konsistenz beurteilt und geben einen guten Rückschluss auf die Pansenfermentation. Neben der grobsinnlichen Prüfung kann noch der pH Wert gemessen werden, sowie die Infusorienzahl, Methylenblau-Probe und Sedimentaktivitätszeit bestimmt werden. Eine weitere mögliche Nachweismethode,

um Milch im Pansenraum festzustellen, ist die Zentrifugierprobe. Das Kalb bekommt Milch zu trinken und nach einer halben Stunde entnimmt man diesem Kalb mittels einer Schlundsonde Pansensaft. Davon werden 10 ml für 10 min bei 1500 U/min zentrifugiert, der Radius der Zentrifuge wird nicht mitgeteilt, so dass keine Angabe (g) zur Zentrifugation gemacht werden kann. Ist Milch in der Pansenflüssigkeit enthalten, dann setzt sich in der obersten Schicht das Milchfett ab und die darunter liegende Schicht bildet die Molke, gefolgt von dem Sediment. (Stocker und Rüsch 1999)

Bei Pansentrinkern ist häufig schon eine grobsinnliche Veränderung des Pansensaftes festzustellen. So ist der Geruch nicht mehr aromatisch, sondern stechend säuerlich oder kann auch auf Grund der Zersetzungsprozesse faulig riechen. Die Farbe des Pansensaftes kann grau oder schwärzlich sein. Die graue Farbe spricht für eine Azidose und die dunkle, schwärzliche Farbe ist typisch für Fäulnisprozesse. Der pH Wert ist vermindert und es finden sich vermehrt gram positive Bakterien. Die Sedimentationszeit liegt unter 4 min, was auf eine inaktive Pansenmikroflora hindeutet. Für die Methylenblauprobe verwendet man 1 ml des 0,03 %igen Methylenblaus und vermischt es mit 20 ml Pansensaft. Dabei wird die Zeit gemessen, die gebraucht wird, bis die Pansenmikroben das Methylenblau reduziert haben. Bei einer Pansenazidose sind wenige aktive Mikroben enthalten, weshalb dies mehr als 10 min dauert. (Stocker und Rüsch 1999)

2.6.4 Sonographische Untersuchung

Auch die Ultraschalluntersuchung kann bei der Diagnostik eines Pansentrinkers hilfreich sein. Organwände werden am besten mit einem 5 bis 7,5 MHz linearen oder konvexen Schallkopf beurteilt und für die Motilitätsbestimmung wird an das Ultraschallgerät ein Rekorder für eine Videoaufzeichnung angeschlossen. Der Netzmagen wird mit dem Schallkopf in der linken und rechten ventralen thorakalen Region dargestellt, Labmagen und Blättermagen auf der rechten Seite und der Pansen kann beidseits beurteilt werden. (Braun 2016)

Beim Netzmagen kann die Form, Wanddicke und der Inhalt ultrasonographisch beurteilt werden, genau wie die biphasische Netzmagenkontraktion. Die Wand, sowie der Inhalt stellen sich echoreich dar. Anders als bei ausgewachsenen Rindern, kann bei Kälbern der Netzmagen

nicht in jedem Fall dargestellt werden, da er bei Kälbern eine geringe Größe hat und er der ventralen Bauchwand nicht direkt anliegt. Besonders in den ersten zwei Lebenswochen ist der Netzmagen nur selten sichtbar. Allerdings gibt es einen Unterschied zwischen gesunden Kälbern und Pansentrinkern, da bei gesunden Kälbern der Netzmageninhalt nicht dargestellt werden kann. Bei Pansentrinkern hingegen kann ein heterogener echoreicher Inhalt erkannt werden, sowie die bienenwabenartige Struktur der Schleimhaut. Physiologisch ist der Inhalt aber wegen der gasförmigen Beschaffenheit nicht zu erkennen. Bei älteren Kälbern ist es außerdem normal, dass eine halbe Stunde nach der Milchaufnahme der Netzmagen nicht mehr zu finden ist, da er vom gefüllten Labmagen verdrängt wird. (Braun und Gautschi 2013)

Den Pansen findet man im 7. bis 12. Interkostalraum und auch hier werden Wanddicke, Inhalt und Begrenzung beurteilt. Dorsal hat der Pansen eine Wanddicke von 2,1 ± 0,61 mm, entlang der Längsfurche 3,5 ± 1,20 mm und ventral 3,2 ± 0,85 mm. Jedoch wurde festgestellt, dass bei Pansentrinkern die Pansenwand im Bereich der Längsfurche und im ventralen Pansensack dicker ist, als bei gesunden Vergleichstieren, dies gilt aber nicht für den dorsalen Pansensack. Begründet wird dies durch die bei Pansentrinkern vorkommende Hyperkeratose. Im dorsalen Pansensack findet man physiologisch eine Gasblase und im ventralen Pansensack echoreichen heterogenen Inhalt. Den Pansen kann man auch von der rechten Seite schallen, allerdings muss er nicht bei jedem Kalb darstellbar sein. Rechts ist er im 11. und 12. Interkostalraum und in der kranialen Flanke zu sehen. Bei Kälbern ist es bekannt, dass die Flüssigkeitsphase im Pansen nicht dargestellt werden kann, da sie nur wenige Zentimeter groß ist. Außerdem ist es bei einen Tag alten Kälbern nur möglich den Pansen von der linken Seite zu schallen. (Braun und Gautschi 2013)

Der Blättermagen ist auf der rechten Seite vom 6. bis 9. Interkostalraum als sichelförmige echoreiche Struktur sichtbar und hat eine Dicke von 2,7 ± 0,85 mm. Eine ultrasonographische Unterscheidung der Blättermägen zwischen gesunden Kälbern und Pansentrinkern ist nicht möglich. Auch der Inhalt dieses Magens kann nicht abgebildet werden. Einzig bei Kälbern, die zwischen 12 h und 2 Wochen alt sind, können die Omasalblätter als echoreiche Strukturen bestimmt werden. (Braun und Gautschi 2013)

Den Labmagen kann man rechts und links der ventralen Mittellinie darstellen, direkt kaudal des Xyphoids und die Wand erscheint als eine echoreiche Linie von 1,7 ± 0,68 mm Dicke.

Der Pylorus mit seiner charakteristischen Speichenradform ist auf der rechten Abdomenseite zu finden und stellt sich im Querschnitt oval bis rund dar. Der Labmageninhalt kann bei den Kälbern variieren und besteht bei manchen vor allem aus einem flüssigen Anteil und bei anderen wiederum finden sich zu gleichen Teilen feste und flüssige Bestandteile. Nicht nur die Strukturen, Inhalt und Wanddicke können ultrasonographisch erfasst werden, sondern auch der Milcheintritt in den Labmagen. Dieser Milcheinstrom stellt sich wolkenartig und hyperechoisch dar und ist 10 bis 25 Sekunden nach der Milchaufnahme zu erkennen. Die größte Veränderung nach der Milchaufnahme im Labmagen findet nach ca. 15 min statt, da der Inhalt heterogen wird und die Labmagenfalten nicht mehr zu sehen sind. Die Milchgerinnsel stellen sich hyperechogen dar und können einen Durchmesser von 1 cm bis 5 cm haben. Der restliche Inhalt stellt sich heterogen und hypoechoisch dar. Die Größe dieses Magens ist bei gesunden Kälbern gleich wie bei den Pansentrinkern. Auch der Inhalt variiert je nach aufgenommener Milchmenge genauso wie bei Pansentrinkern, da z. B. Kuhmilch als homogen und echoreich erscheint, während der Milchaustauscher heterogen und hyperechoisch ist. Daher kann gesagt werden, dass die sonographische Untersuchung von Netzmagen und Pansen eine Differenzierung zwischen gesunden Kälbern und Pansentrinkern zulässt, nicht aber die Untersuchung vom Blättermagen und Labmagen. (Braun und Gautschi 2013)

2.7 D-Laktat Azidose infolge Pansentrinkens

Gelangt die Milch in den Pansen kommt es zu bakteriellen Abbauprozessen der Milchbestandteile. Dabei wird die in der Milch enthaltene Laktose zu Laktat abgebaut. Physiologisch liegt der Pansen pH Wert zwischen 6,5 und 7,5 und die Laktatkonzentration liegt unter 1 mmol/l. Beim Laktat wird zwischen zwei Isoformen unterschieden, dem L- und D- Laktat. (Gentile et al. 2004) Bis in die 1980er Jahre dachte man, dass eine D-Laktatazidose bei Kälbern nicht vorkommt. Für eine lange Zeit war D-Laktat nicht von Interesse für die Veterinärmedizin und daher hatte man sich nur auf den Nachweis des L-Laktats konzentriert. (Lorenz und Gentile 2014) Diese beiden Isoformen unterscheiden sich jedoch wesentlich darin, wie sie gebildet werden und wie schnell sie abgebaut werden. So wird L-Laktat zum Beispiel in den Muskelzellen durch Glykolyse gebildet, während D-Laktat vor allem von

Bakterien gebildet wird. D-Laktat kann auch in eukaryotischen Zellen gebildet werden, aber dies ist vernachlässigbar. Ob nun das L oder D-Laktat überwiegt, hängt von den vorherrschenden Bakterien ab. Die Laktatkonzentration kann im Pansen auf bis zu 83 mmol/l ansteigen und der pH Wert auf 4 absinken. Der niedrige pH Wert im Pansen ist unabhängig von der Chlorid Konzentration und wird nur vom Laktatgehalt bestimmt. (Gentile et al. 2004)

Im Grunde wird zwischen zwei Azidoseformen unterschieden, die anhand der Anionenlücke bestimmt werden. Zum einen gibt es die hyperchlorämische metabolische Azidose, bei welcher die Anionenlücke normal oder niedriger ist. Zum anderen die normochlorämische metabolische Azidose, bei welcher die Anionenlücke erhöht ist. Bei den Pansentrinkern tritt eine erhöhte Anionenlücke auf, welche durch die Ansammlung von Laktat entsteht. (Stocker et al. 1999a)

Bei der metabolischen Azidose ist besonders das D-Laktat interessant, da das L-Laktat von der L-Lactatdehydrogenase (L-LDH) in großen Mengen metabolisiert wird. Die beiden Laktat Isomere werden gleichermaßen über Diffusion ins Blut aufgenommen, aber D-Laktat wird nicht so schnell metabolisiert, da es physiologisch nicht vorkommt und so keine leistungsfähigen Enzymsysteme (D-Laktat Dehydrogenase) ausgebildet sind. Es besteht auch beim D-Laktat die Möglichkeit, dass es durch ein Enzym, welches in Leber und Niere gebildet wird, metabolisiert wird, aber dieses Enzym ist unspezifisch und daher nicht so wirksam wie das L-LDH. Bei diesem unspezifischen Enzym handelt es sich um die D-α-Hydroxysäuredehydrogenase. (Gentile et al. 2004) Somit gibt es für D-Laktat, trotz nicht vorhandener D-LDH, andere Wege, um diese zu metabolisieren. So wird das D-Laktat vor allem über die Nieren ausgeschieden, oder zu CO2 oxidiert, sowie in die Glukoneogenese eingebracht. Es scheint, dass die Niere bei den betroffenen Kälbern eine verminderte Nierendurchblutung, sowie eine erhöhte Rückresorption für das D-Laktat hat. Nachdem experimentell D-L-Laktat, L-Laktat und HCl bei verschiedenen Kälbern infundiert wurden, zeigten nur die Kälber schwere neurologische Folgen, welchen D-L-Laktat verabreicht wurde. Der Saugreflex war bei allen drei Formen der Azidose beeinträchtigt und damit kein guter Indikator für eine D-Laktatazidose. Hingegen war der Palpebralreflex nur bei Kälbern mit einer D-Laktatämie vermindert bis aufgehoben. Für den verminderten Saugreflex sind viel mehr die Dehydratation und der base excess verantwortlich, als die D-Laktatämie. Weiters

kommt es zu Symptomen wie Schwäche, Ataxie, Depression und Koma. Vermutlich blockiert das D-Laktat im ZNS das L-Laktat, welches aber eine wichtige Rolle im Energiestoffwechsel spielt.(Lorenz und Gentile 2014) Wie viel Laktat schließlich produziert wird, hängt von der Zusammensetzung der Tränke ab. Die schwersten Symptome bei Pansentrinkern haben sich entwickelt, nachdem ihnen Vollmilch gegeben wurde. Die Kälber hatten hochgradige Dehydratation, keine Trinklust, sowie Depression. Mildere Verläufe zeigten sich nach der Gabe von MAT oder Elektrolytlösungen. Bei diesen Tieren stellte man ein mattes Verhalten und vermindertes Wachstum fest. (Lorenz und Gentile 2014) Es hat sich gezeigt, dass trotz einer Anhäufung von beiden Laktatisomeren im Pansen, es zu keiner Abweichung der Blutwerte kommen muss. Daraus kann geschlossen werden, dass es trotz einer Pansenazidose zu keiner Aufnahme des Laktats ins Blut kommen muss. Eine D-Laktatämie kann auch ohne eine Pansenazidose entstehen, und zwar, wenn es im Dünndarm zu einer Malabsorption der Kohlenhydrate kommt und dies zu einer Laktatanhäufung im Dickdarm führt. (Gentile et al. 2004) Es wird vielmehr vermutet, dass die D-Laktatämie bei Durchfallkälbern auftritt, bei welchen es wegen der Schädigung des Dünndarms zu einer fehlenden Resorption der Kohlenhydrate kommt. Diese werden dann im Dickdarm durch die dort vorherrschenden Bakterien zersetzt und es wird Laktat gebildet. Somit könnte die Pansenazidose eine Komplikation der D-Laktatazidose bei Durchfallkälbern sein. Im weiteren Verlauf führt die D-Laktatazidose zur Schwäche des Kalbes und zum Versagen des Schlundrinnenreflexes. Für diesen Weg der D-Laktat Aufnahme in das Blut spricht, dass im Kot der Kälber eine höhere Konzentration an D-Laktat zu finden war, als im Panseninhalt und die Werte aus den Kotproben besser mit den Werten übereinstimmten, welche im Serum gemessen wurden. (Lorenz 2009) Trat Durchfall zusammen mit einer Pansenazidose auf, waren die D-Laktatkonzentrationen höher, als bei alleiniger Durchfallerkrankung.(Lorenz und Gentile 2014) Das erste Mal wurden Durchfallerkrankungen als Vorerkrankung für das Pansentrinkersyndrom im Jahr 1989 beschrieben. In der Studie „D- Lactic acidosis in neonatal ruminants“ von Lorenz und Gentile aus dem Jahr 2014, wurde festgestellt, dass 39,3 % der Kälber verstarben, die an Durchfall litten und zugleich Pansentrinker waren, hingegen aber unter 20 % der Tiere verendeten, wenn sie nur an einer Durchfallerkrankung litten. Für die Korrektur der D-Laktatämie ist es an erster Stelle wichtig, die verminderte Ausscheidung über die Nieren zu beheben. Dies gilt nicht nur für offensichtlich dehydrierte Kälber, sondern auch

für jene, die keine klinischen Symptome einer Dehydrierung zeigen. Daher ist die intravenöse Flüssigkeitstherapie wichtig, um die Ausscheidung von D-Laktat durch renale Reperfusion zu steigern. An zweiter Stelle steht die Behandlung der metabolischen Azidose mit einer Bikarbonatinfusion.(Lorenz und Gentile 2014)

2.8 Folgen des Pansentrinkens

Wie bereits beschrieben, kommt es zu einer Pansenazidose, wenn Milch in den Pansenraum gelangt. Infolge der Fermentation durch Bakterien entstehen freie Fettsäuren, aber vor allem die beiden Laktatformen. Diese werden ins Blut aufgenommen und es kann zu einer metabolischen Azidose kommen. (Gentile et al. 2004) Weitere systemische Folgen einer Pansenübersäuerung können ein negativer Protein- und Energiehaushalt sein. Auch das unspezifische Immunsystem der Kälber kann geschwächt werden. Die Aktivität des Lysozyms nimmt ab, welche für den Abbau von grampositiven Bakterien zuständig sind. Neben den systemischen Folgen einer Pansenübersäuerung gibt es noch die lokalen Schäden, welche sich auf die Mägen und den Dünndarm beziehen. Durch die Azidose kann es zu Entzündungsreaktionen kommen, welches zu einer *Reticulitis* und *Rumenitis* führt. Auch *Omasitis* und *Abomasitis* sind möglich. Neben der Entzündung kann es im Vormagen zu Hyper- und Parakeratosen kommen. Bedingt durch diese Veränderungen an der Vormagenschleimhaut führt dies zu Motilitätsstörungen mit wiederkehrender Pansentympanie. Im Dünndarm wird der Bürstensaum beschädigt und dadurch die unzureichende Aufnahme der Nährstoffe aus dem Darmlumen gefördert. (Gentile. 2004)

2.8.1 Pansentympanie als Folge des Pansentrinkens

Eine Pansentympanie entsteht normalerweise bei älteren Tieren, die Kohlenhydrate in zu großen Mengen zu sich nehmen. Kommt eine Pansentympanie allerdings bei Neugeborenen vor, liegt es an einer Dysfunktion der Schlundrinne. Entweicht das Gas nicht, kann es innerhalb weniger Stunden tödlich für das Kalb enden. (Abalaka et al, 2020)

Drei bis fünf Stunden nach Tränkeaufnahme verschwindet die Blähung wieder. Weitere Symptome einer Pansentympanie sind erhöhte Pulsfrequenz, flache Atmung, Tachypnoe, verwaschene Schleimhäute und das wiederholte Auftreten der Blähung in der linken *Fossa paralumbalis* nach dem Trinken. (Kaba et al. 2018)

Wird perkutiert, hört man einen dumpfen Ton wegen der Flüssigkeit, die mit Gas durchmischt ist. Die wichtigste Differentialdiagnose zur Pansentympanie ist die Labmagenblähung. Aber bei der Labmagenblähung ist es nicht möglich Inhalt mit Hilfe einer Sonde zu entfernen und zudem ist eine Bauchwölbung linksseitig typisch für eine Pansentympanie. (Gentile, 2004)

Als Mittel der Wahl zur Behandlung einer Pansentympanie wird die Rumenostomie genannt. Eine Nacht bevor das Kalb operiert wird, sollte keine Milch mehr gegeben werden, sondern stattdessen eine intravenöse Glukose- und Flüssigkeitsgabe. Der Schnitt wird 6 cm unter den Querfortsätzen der Lendenwirbelsäule gesetzt und die Haut in einem 2 cm Radius entfernt. Die Muskelschicht wird stumpf präpariert und der Pansen wird an die Hautwand geheftet. Schließlich wird der Pansen in einer 1 cm Entfernung zur Hautanheftung eingeschnitten. Durch diese Öffnung kann der Pansen regelmäßig mit 0,5-1 l lauwarmem Wasser gespült werden. (Kaba et al. 2018)

2.8.2 Villusatrophie

Eine Villusatrophie wird auch in Zusammenhang mit dem Pansentrinkersyndrom beobachtet und wird vermutlich durch den niedrigeren pH Wert und die veränderte Bakterienflora begründet. Diese Veränderungen sind im Jejunum zu finden. Anhand von Biopsieproben, die von chronischen Pansentrinkern entnommen wurden, hatte man gesehen, dass die Villi kurz und dick erscheinen. Nach einer erfolgreichen Behandlung der erkrankten Tiere wurden erneut Proben entnommen. Die Villi waren bei den gesunden Tieren wieder länger und reichten bis zu 640 µm. Während die Villuslänge bei Pansentrinkern im Durchschnitt nur 368 µm betrug. Die kürzeste Villuslänge betrug 41-47 % der ursprünglichen Länge. Die Tiefe der Krypten hingegen blieb bei den Pansentrinkern und gesunden Tieren annähernd gleich und hatten Werte zwischen 214-374 µm. Das Villus/Krypten Verhältnis aber stieg signifikant an.

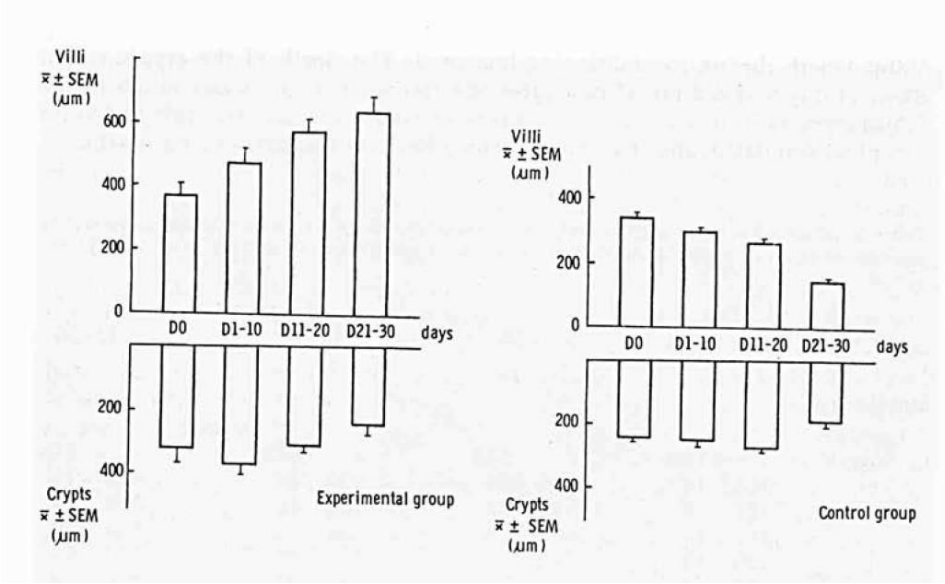

Abb.2. Villuslänge und Kryptentiefe von sieben Pansentrinkern (experimental group) und zwei persistenten Pansentrinkern (control group) von Tag 0 bis 30. Villuslänge und Krypten sind in Mikrometer angegeben Quelle: (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1988)

Unter der „Experimental group“ sind jene sieben Kälber der Studie zusammengefasst, welche anfangs, also an Tag 0, unter dem Pansentrinkersyndrom litten aber therapiert wurden. Die „Control group“ fasst die beiden Kälber zusammen, welche ebenfalls Pansentrinker waren, aber nicht behandelt wurden. Die Aussagekraft der Studie muss durch die geringe Anzahl an Tieren kritisch betrachtet werden. Es wurde die Villuslänge und die Kryptentiefe all dieser Kälber von Tag 0 bis 30 gemessen. Wie schon zuvor beschrieben, ist bei den therapierten Kälbern eine Zunahme der Villuslänge zu verzeichnen. Dies ist nicht der Fall bei den nicht therapierten Pansentrinkern der Vergleichsgruppe. Hier nimmt die Villuslänge sogar von Tag 0 bis Tag 30 ab. Auch wenn bei der „experimental group“ die Kryptentiefe etwas kleiner geworden ist, hat sie sich bei beiden Gruppen im angegebenen Zeitraum nicht signifikant verändert. Ein weiterer Wert, der zur Beschreibung der Veränderung der *Jejunalmukosa* dient, ist der Mitoseindex. Dieser Wert nahm im Vergleich zu Therapiebeginn ab, und zwar von 2,23 im Durchschnitt auf 0,76. Dieser Mitoseindex spricht für eine hyperplastische Villusatrophie. (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1988)

So waren nicht nur morphologische Veränderungen des Dünndarms feststellbar, sondern die Villusatrophie war auch begleitet von enzymatischen Veränderungen. Bei diesen Enzymen handelt es sich um Laktase und alkalische Phosphatase. Laktase wird im Bürstensaum der Villi und im apikalen Bereich der Krypten gebildet. Die Laktase spaltet die Laktose in D-Glukose und D-Galaktose, welche im Dünndarm absorbiert werden. Die Laktaseaktivität ist bei jungen Kälbern am höchsten, wobei die Aktivität bis zur vierten Lebenswoche etwas abnimmt und dann bis zum sechsten Lebensmonat einen konstanten Wert beibehält. Die Laktaseaktivität kann erhöht werden, indem Kälbern Milch mit einer hohen Laktosekonzentration bekommen. Verringerte Laktaseaktivität haben nicht nur Kälber infolge des Pansentrinkens, sondern auch an Durchfall erkrankte Kälber. Als zweites Enzym, welches durch die Villusatrophie vermindert vorkommt, ist die alkalische Phosphatase. Dieses Enzym ist im *Duodenum* und im *proximalen* und mittleren Abschnitt des *Jejunums* zu finden und wird ebenfalls im Bürstensaum gebildet. Das Alter der Tiere, sowie die Ernährung beeinflussen das Vorkommen dieses Enzyms allerdings nicht. Eine verminderte Aktivität ist auch bei Kälbern mit gastrointestinalen Problemen möglich. Nachdem die Kälber klinisch wieder gesund sind, braucht es ungefähr 3-4 Wochen, bis sich die Enzymaktivitäten normalisiert haben. (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1990)

Weiters spricht für eine Malabsorption, neben der direkten Bestimmung durch die Zottenatrophie, der Nachweis von freien Fettsäuren im Kot. Außerdem ist eine Malabsorption von einem niedrigen Hämoglobinwert begleitet. Bei Mastkälbern kann es auch zu einem Abfall des Hämoglobingehaltes kommen, allerdings ist dieser nicht so niedrig wie bei Pansentrinkern. Bei Kälbern in der Mast fällt der Hämoglobinwert ungefähr von 6,4 auf 4,7 mmol/l. Fällt dieser Wert unter 4,4 mmol/l steht der Hämoglobinabfall in Zusammenhang mit einem verminderten Wachstum. Bei Pansentrinkern wurden auch schon Werte um die 2,9 mmol/l gemessen. So kann dies als eine der Ursachen für ein vermindertes Wachstum bei Pansentrinkern angesehen werden. Zusätzlich zur Bestimmung der freien Fettsäuren im Kot und der Hämoglobinkonzentration in Bezug auf die Malabsorption, wird angenommen, dass eine verminderte β-Galactosidase Aktivität mit einer Maldigestion einhergeht. (Breukink et al. 1988)

Nachdem die Tiere erfolgreich behandelt wurden, hatten die Kälber nach einer Woche trotzdem Durchfall. Nachdem die Schlundrinne wieder richtig funktioniert, gelangt die Milch in den Labmagen und somit erreicht auch eine größere Milchmenge den Dünndarm. Im Dünndarm ist aber der Bürstensaum nicht zur Gänze regeneriert, weshalb die Resorption noch nicht einwandfrei funktioniert und das Kalb deshalb Durchfall hat. Nach drei bis vier Wochen sollte sich auch der Dünndarm vollständig regeneriert haben und die Villuslänge sowie die Enzyme sind wieder im Normbereich. (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1988)

Bei den Pansentrinkern hatte man eine Gewichtszunahme von 675-915 g/d bei 8-10 Wochen alten Kälbern verzeichnet. Ein gesundes Kalb in dem Altern nimmt aber ca. 1330 g/d zu. Dieser Gewichtsrückstand konnte bei den genesenen Kälbern nicht aufgeholt werden. (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1988)

2.9 Therapie

Beim akuten Pansentrinker ist es wichtig, dass zuerst die zu Grunde liegende Krankheit behandelt wird. Meistens handelt es sich dabei um eine Durchfallerkrankung. Die ohnehin schon azidotischen Kälber kommen durch das Pansentrinken zusätzlich in eine metabolische Azidose, aber gleichzeitig ist die Aufnahmefähigkeit von Darm und Pansenwand eingeschränkt, was die Therapie erschwert. Wegen der geschädigten Darmwand bei Durchfallkälbern, können beispielsweise die Kohlenhydrate nur mehr vermindert aufgenommen werden, weshalb diese im Darm bevorzugt zu Milchsäure verstoffwechselt werden. Das Bikarbonat puffert die absorbierte Milchsäure ab, aber nur solange die Kapazität reicht. Da auch kein Bikarbonat in den Darm abgegeben wird, wird das Milieu im Darm immer azidotischer. Gleichzeitig wird im Pansen auch Milchsäure gebildet, was weiter zu einer azidotischen Stoffwechsellage führt. Um die D-Laktat Azidose zu therapieren, muss somit entweder deren Bildung und Absorption vermindert oder deren Ausscheidung verbessert werden. D- Laktat wird renal ausgeschieden und bei dehydrierten Kälbern ist die Filtration vermindert sowie die tubuläre Rückresorption von D-Laktat erhöht, weshalb eine Infusion nicht nur die Dehydratation, sondern auch die metabolische Azidose korrigiert. Das

Ziel ist es die Serum D-Laktat Konzentration unter 1 mmol/l zu bringen. (Lorenz und Gentile 2014)

Neben der intravenösen Behandlung sollte auch eine Schlundsonde geschoben werden, sodass der Pansen entleert werden kann. Dies wird vor allem in Fällen angezeigt, in denen die Grunderkrankung oder Ursache des Pansentrinkens nicht behandelt oder erkannt wurde. Der Pansen wird nach Absaugen der Pansenflüssigkeit wiederholt mit 1-2 l körperwarmem Wasser gespült, bis keine geronnene Milch mehr erkennbar sind. Um das Pansenmilieu zu stabilisieren wird 0,5-1 l Pansensaft per Schlundsonde eingegeben. In Kombination mit der Pansensafteingabe kann eine Mischung aus Vitaminen und Mineralsalzen verabreicht werden. (Gentile, 2004)

Der Milchentzug für zwei Tage ist besonders dann indiziert, wenn die Pansensaftentnahme zu keiner Besserung des Gesundheitszustandes des Kalbes führt und der Pansen an zwei aufeinander folgenden Tagen sauer bleibt. Stattdessen erhalten die Kälber 2 l NaCl und 2 l einer hypertonen Glukoselösung alle 24 h intravenös verabreicht. Aber bei stark abgemagerten Kälbern ist der Milchentzug nicht geeignet, da sie so nur eine mangelnde Energiezufuhr haben. (Stocker und Rüsch 1999)

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Behandlung eines Pansentrinkers ist es, dem Kalb mit Geduld zu zeigen, wie es richtig trinkt und dafür das Kalb zuerst am Finger nuckeln zu lassen, bevor es den Nuckeleimer angeboten bekommt. Auch auf eine stressfreie Umgebung, sowie richtige Höhe des Milcheimers und Milchtemperatur ist zu achten. Die Kälber bekommen meistens kleinere Portionen, wobei diese auf möglichst viele Mahlzeiten über den ganzen Tag verteilt sind. Sollte aber nichts von all dem helfen, kann versucht werden das Kalb abzusetzen und auf eine Heufütterung umzugewöhnen. (Gentile. 2004)

3 Material und Methoden

Es wurden Daten von den Kälbern gesammelt, die auf der Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien, als Pansentrinker vorgestellt wurden. Der Zeitraum, in welchem die Daten erhoben wurden, liegt zwischen 1999 und 2021. Die Daten der Patienten, die auf die Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien kommen, werden schriftlich dokumentiert und vollständig digital erfasst. Die digitale Datenerfassung erfolgt durch das Tierspitalinformationssystem (TIS), welches die Veterinärmedizinische Universität Wien seit April 2001 nutzt. Für jene Patienten, die im Zeitraum von 1999 bis April 2001 erfasst wurden, steht nur die schriftliche Dokumentation zur Verfügung. Die schriftliche Erfassung beinhaltet Daten zum Tierbesitzer, Krankheit des Tieres, Nationale, eine fortlaufende Nummerierung, Aufnahme- und Entlassungsdatum oder, wenn nötig, ein Vermerk, dass das Tier noch an der Universitätsklinik euthanasiert wurde oder verendet ist. Hingegen sind im TIS unter anderem die Krankengeschichte, Laborbefunde, bildgebende Diagnostik, Medikamentengabe sowie Therapiemethoden zusätzlich aufgeführt.

Zu Beginn wurden aus den Patientenbüchern alle Kälber selektiert, bei welchen unter Krankheit „Pansentrinker“ notiert war. Zugleich wurden jene Kälber nochmal vermerkt, die an der Universität euthanasiert wurden oder verendet sind. Um die erhaltene Liste an Kälbern auf ihre Richtigkeit zu kontrollieren, wurde jede fortlaufende Nummer in das TIS eingegeben und die Krankengeschichte, Diagnose und Therapie erfasst. Damit wurden 127 Kälber im Zeitraum von 1999 bis 2021 einbezogen. Von diesen 127 Kälbern starben 44 an der Klinik bzw. mussten euthanasiert werden. Somit verließen 83 Kälber die Klinik, im nächsten Schritt wurden jene Besitzer kontaktiert, um den weiteren Verlauf der Tiere zu erfragen. Zusätzlich wurden dabei einzelne fehlende Angaben bezüglich Alter, Rasse, Geschlecht, Verwendungszweck, Vorerkrankung, Dauer der Vorerkrankung, Vorbehandlung, Tränkemethode und Zukauf vervollständigt.

Die erhobenen Daten und Informationen wurden in einer Excel Datei gesammelt und anschließend kodiert, so wie z. B. die verschiedenen Angaben betreffend Alter, Rasse, Geschlecht, Verwendungszweck, Vorerkrankung, Dauer der Vorerkrankung, Vorbehandlung, Tränkemethode und Zukauf.

Das Alter der Kälber wird in drei unterschiedliche Klassen unterteilt, und zwar in Kälber unter einem Monat, Kälber zwischen einem und zwei Monaten und Kälber über einem Monat. Das Alter der meisten Tiere war dem TIS zu entnehmen, lediglich von drei Tieren war nicht bekannt wie alt sie waren, als sie auf der Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien zur Behandlung vorgestellt wurden. Diese drei Kälber waren in den Jahren 2000 und 2001 an der Universität.

Weiters wurden die 127 Pansentrinker anhand der Rasse in Gruppen unterteilt, wobei sich 11 Gruppen bildeten mit den Rinderrassen Fleckvieh (FV), FV/Limousin, FV/Rotbunte, Pinzgauer, Kobe, Braunvieh, Charolais, Schwarzbunte, Rotbunte, Murbodner Blondvieh und Blond d`Aquitaine. Auch hier wurde von der überwiegenden Mehrheit der Tiere ermittelt, um welche Rinderrasse es sich handelt, alleinig von zwei Kälbern nicht.

Beim Geschlecht der behandelten Kälber gab es nur zwei Gruppen (männlich und weiblich). So wurde auch hier das Geschlecht ebenfalls nur bei zwei Kälbern nicht eruiert.

Auch der Verwendungszweck der Kälber wurde in drei verschiedene Gruppen unterteilt, etwa in Zuchtkälber, Mastkälber oder Mutterkuhkälber. Mit 122 Kälbern waren auch hier von den meisten Kälbern Informationen vorhanden. Allerdings stand dies nicht immer im TIS drinnen und musste durch telefonische Befragung der Bauern ergänzt werden.

Die Vorerkrankungen machen einen großen Teil der erhobenen Daten aus. Daher wurde jedem Kalb eine Vorerkrankung 1 und eventuell eine Vorerkrankung 2 zugeordnet. Die Vorerkrankungen wurden unterteilt in Durchfall/Enteritis, Atemwegsprobleme, schlechte Trinklust/Schwäche, Labmagenproblematik, Ileus/Kolik, ehemalige Pansentrinker, Nabelentzündung, Pansentympanie und sonstiges.

Bei der Dauer der Vorerkrankung gab es nur zu 66 Tieren Angaben. Gegliedert wurde die Dauer der Vorerkrankung in unter einer Woche, 1-2 Wochen und über zwei Wochen bestehend.

Die Vorbehandlungen waren ebenfalls sehr umfangreich. Daher wurde jedem Kalb eine Vorbehandlung 1 zugeteilt, sowie bei Bedarf eine Vorbehandlung 2 bis 5. Wie die Pansentrinker vorbehandelt wurden, ist bei 93 Kälbern bekannt. Somit wurden die Vorbehandlungen in die Gruppen Antibiotika, NSAIDs, Elektrolyte, Spasmolytika,

Infusionen, Korrektur des Säure- Base Haushaltes, Vitamine und Spurenelemente, Antiparasitika sowie keine Medikamentengabe unterteilt.

Die letzten beiden Unterteilungen befassen sich mit der Tränkemethode und dem Zukauf. Die Tränkemethode ist bei 78 Kälbern bekannt und ob ein Zukauf vorlag ist von 112 Kälbern erfasst worden. Bei der Tränkemethode werden sechs verschiedene Möglichkeiten genannt, und zwar das Drenchen, Saugeimer, Eimer ohne Nuckel, Tränkeautomat, trinken bei der Mutterkuh oder bereits abgesetzte Kälber.

4 Ergebnisse

Nachfolgend sind die Auswertungen der Ergebnisse der 127 Kälber beschrieben, welche zur Behandlung infolge des Milcheintrittes in den Pansenraum an der Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien von 1999 bis 2021 behandelt wurden. Jedoch verendeten 44 Kälber an der Klinik oder mussten euthanasiert werden. Von den übrigen 83 Kälbern zeigten 72 einen guten Behandlungserfolg, sechs Tiere verendeten daheim und drei Kälber zeigten eine schlechtere Leistung im Vergleich zu gleichaltrigen Tieren. Für die nach Entlassung aus der Klinik am Ursprungsbetrieb verendeten Tiere ist jedoch nicht bekannt, ob die Verendung mit dem Pansentrinken in Zusammenhang steht. Über zwei Kälber stehen keine weiteren Informationen zur Verfügung, außer, dass sie wegen Pansentrinken behandelt wurden und somit werden diese beiden Kälber in den nachfolgenden Diagrammen nicht aufgeführt.

Im untenstehenden Diagramm wird die Rasseverteilung der Pansentrinker, die von 1999 bis 2021 an der Wiederkäuerklinik der Veterinärmedizinischen Universität in Wien behandelt wurden, dargestellt.

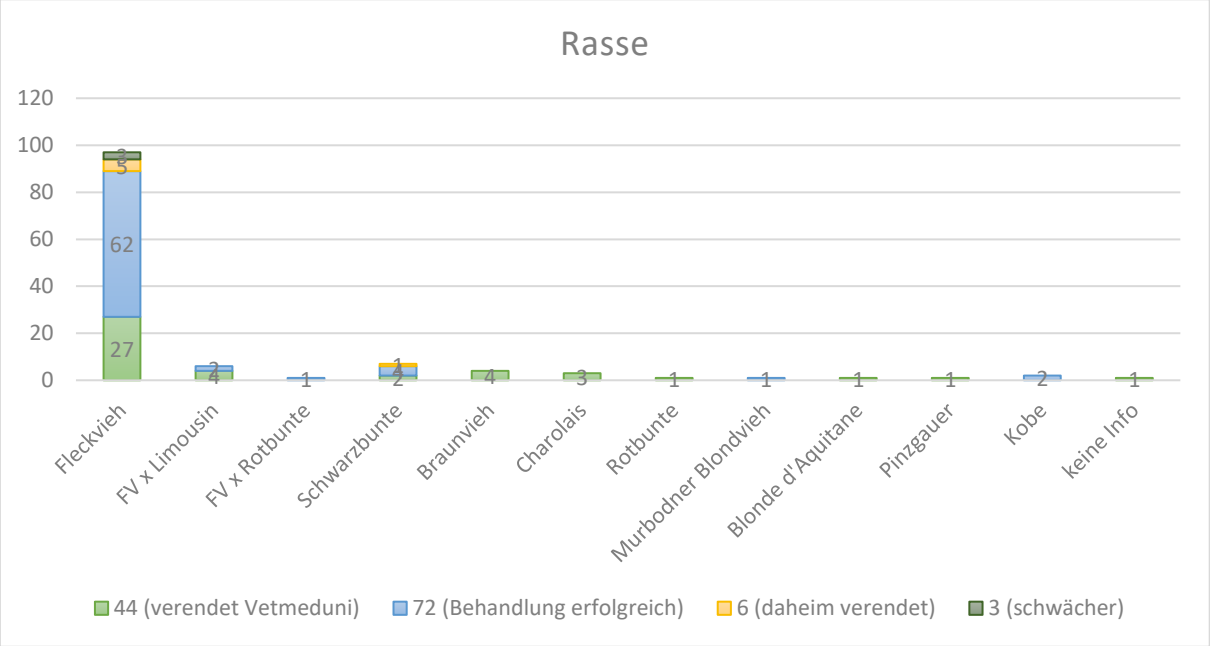

Abb. 3. Verteilung der Rinderrassen auf die 125 Pansentrinker von 1999 bis 2021, mit zusätzlicher Angabe zum Behandlungserfolg (verendet an Vetmeduni, Behandlung erfolgreich, daheim verendet, schwächer)

Dem Diagramm ist somit zu entnehmen, dass es sich bei der Mehrheit der Kälber um Fleckvieh handelt. Diese stellen mit 77,6 % den größten Anteil von den 125 Kälbern dar. FV/Limousin sind mit sechs Kälbern (4,8 %) und Schwarzbunte mit sieben Kälbern (5,6 %) in diesem Zeitraum vertreten und stellen die zweithäufigsten vorkommenden Rassen dar. Des Weiteren kommen Braunvieh mit vier Kälbern (3,2 %), Charolais mit drei Kälbern (2,4 %) und Kobe mit zwei Kälbern (1,6 %) vor. Die restlichen fünf Rassen waren jeweils nur mehr von einem Tier vertreten und machen 0,8 % aus. Zu einem Tier gibt es keine Informationen, um welche Rasse es sich handelt.

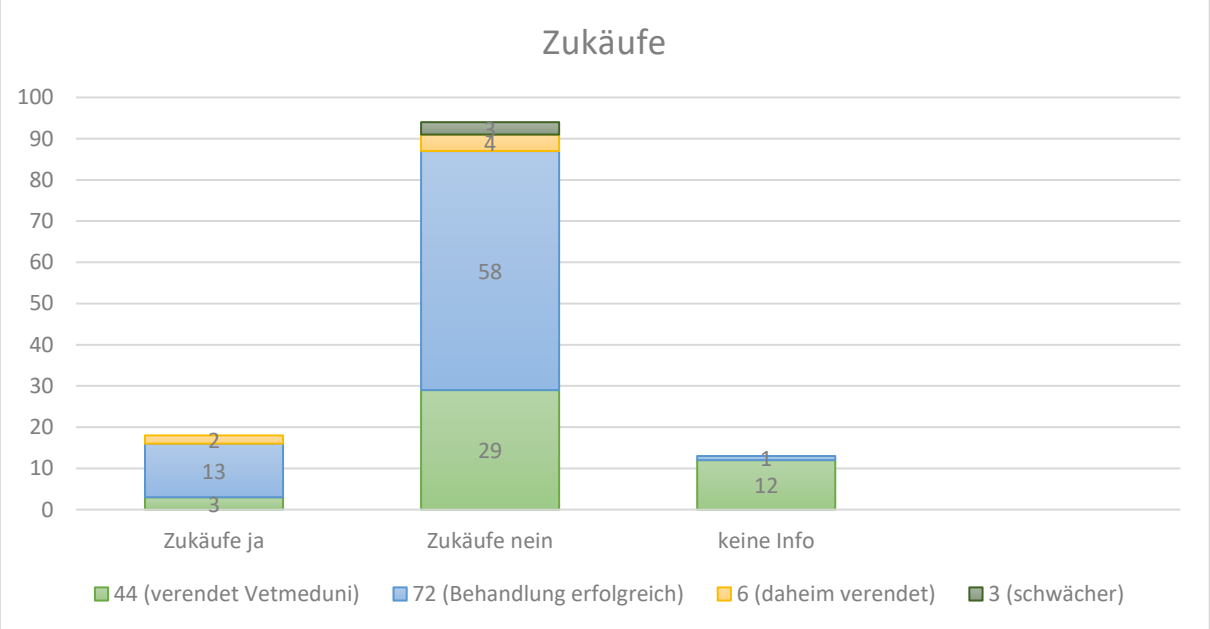

Abb. 4. Angaben zu den Zukäufen der 125 Kälber, Behandlungserfolge angeführt (verendet an Vetmeduni, Behandlung erfolgreich, daheim verendet, schwächer)

Bei der Frage, ob die Tiere zugekauft wurden, entfällt die Mehrheit auf jene Tiere, die nicht zugekauft wurden (75,20 %). Zugekauft wurden 18 Kälber (14,40 %) und zu weiteren 13 Kälbern (10,40 %) gibt es keine Informationen.

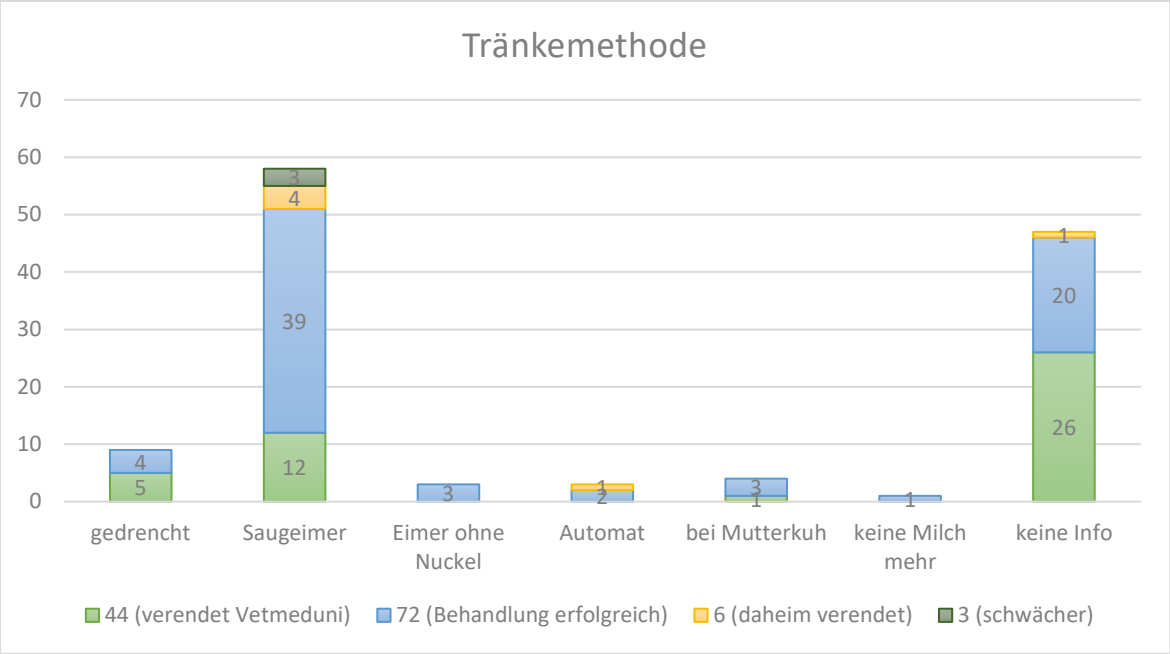

Abb. 5. Diagramm stellt die verschiedenen Tränkemethoden der Kälber dar, und es wird in Drenchen, Saugeimertränke, Tränken mit einem Eimer ohne Nuckel, Tränkeautomat, trinken bei der Mutterkuh, keine Milchgabe sowie keine Informationen vorhanden, unterteilt; sowie die Behandlungserfolge angeführt (verendet Vetmeduni, Behandlung erfolgreich, daheim verendet, schwächer)

Bei den Tränkemethoden entfällt die Mehrheit auf jene Tiere, die mit einem Saugeimer getränkt wurden. Dies trifft auf jene 72 erfolgreich behandelten Kälber (davon 54,17 %), den sechs Tieren die daheim verendeten (davon 66,67 %), sowie den drei Tieren mit schlechterer Entwicklung (davon 100 %) zu. Von den 44 auf der Universitätsklinik verendeten Tieren wurden 27,27 % mit einem Saugeimer getränkt. Somit wurden von den 125 Tieren 58 Kälber mit einem Saugeimer getränkt (46,40 %). Zur Kategorie der Tiere die bereits auf der Universitätsklinik verendet oder euthanasiert wurden, gibt es überwiegend keine Informationen über die Tränkemethode (59,09 %). Gedrencht wurden von den 125 Tieren neun Kälber (7,2 %). Von einem recht großen Anteil der gesamt 125 Tiere ist nicht bekannt, wie sie vor der Erkrankung getränkt wurden (37,6 %). Die restlichen Tiere entfallen auf

Automattränke (2,4 %), Eimer ohne Nuckel (2,4 %), trinken bei der Mutterkuh mit 3,2 % und keine Milchgabe mehr mit 0,8 %.

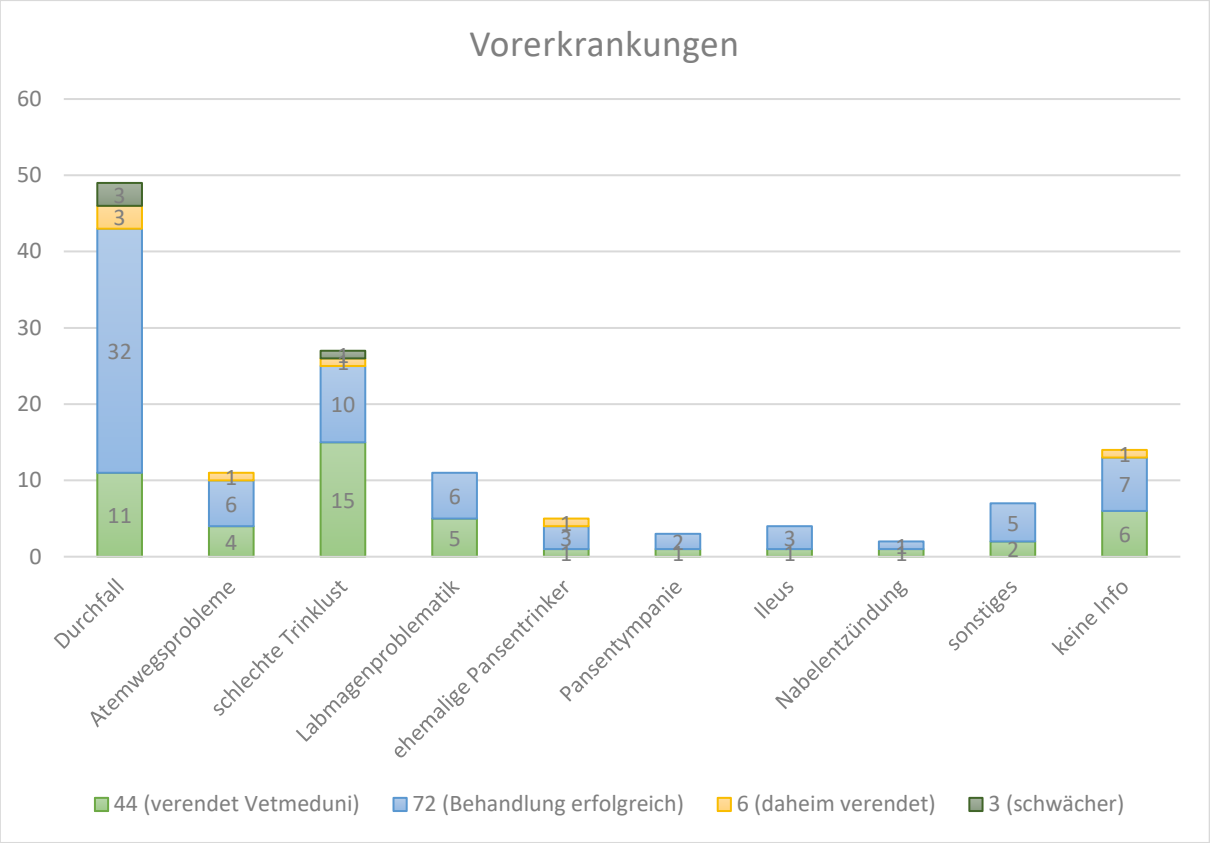

Abb. 6. Diagramm stellt die häufigsten Vorerkrankungen bei den Pansentrinkern dar, welche von 1999 bis 2021 an der Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien vorgestellt wurden, manche Kälber hatten mehr als eine Vorerkrankung; beschrieben sind Durchfall, Atemwegsprobleme, schlechte Trinklust, Labmagenproblematik, ehemalige Pansentrinker, Pansentympanie, Ileus, Nabelentzündung, sonstige Erkrankungen, sowie keine Informationen betreffend der Vorerkrankungen

Bei den Vorerkrankungen hatten acht Tiere mehr als nur eine Vorerkrankung. Die meisten Kälber hatten als Vorerkrankung Durchfall, nämlich 49 Kälber (36,84 %). Gefolgt von schlechter Trinklust bei 27 Kälbern (20,30 %), Atemwegsprobleme bei 11 Tieren (8,27 %)

und Labmagenproblematik bei 11 Tieren (8,27 %). Keine Information zu den Vorerkrankungen gab es bei 14 Kälbern (10,53 %). Die restlichen Vorberichte entfallen auf ehemalige Pansentrinker (3,76 %), Pansentympanie (2,26 %), Ileus (3,01 %) Nabelentzündung (1,50 %) und sonstiges (5,26 %). Von den 72 Tieren mit gutem Behandlungserfolg, den sechs Tieren die daheim verendeten und den drei schlechter entwickelten hatten die meisten Tiere Durchfall als Vorerkrankung, bzw. als eines der Vorerkrankungen. Unter den 44 Tieren, die an der Klinik verendeten, hatten hingegen 15 Tiere (34,09 %) an erster Stelle schlechte Trinklust als Vorerkrankung, gefolgt von Durchfall mit 11 Tieren (25 %).

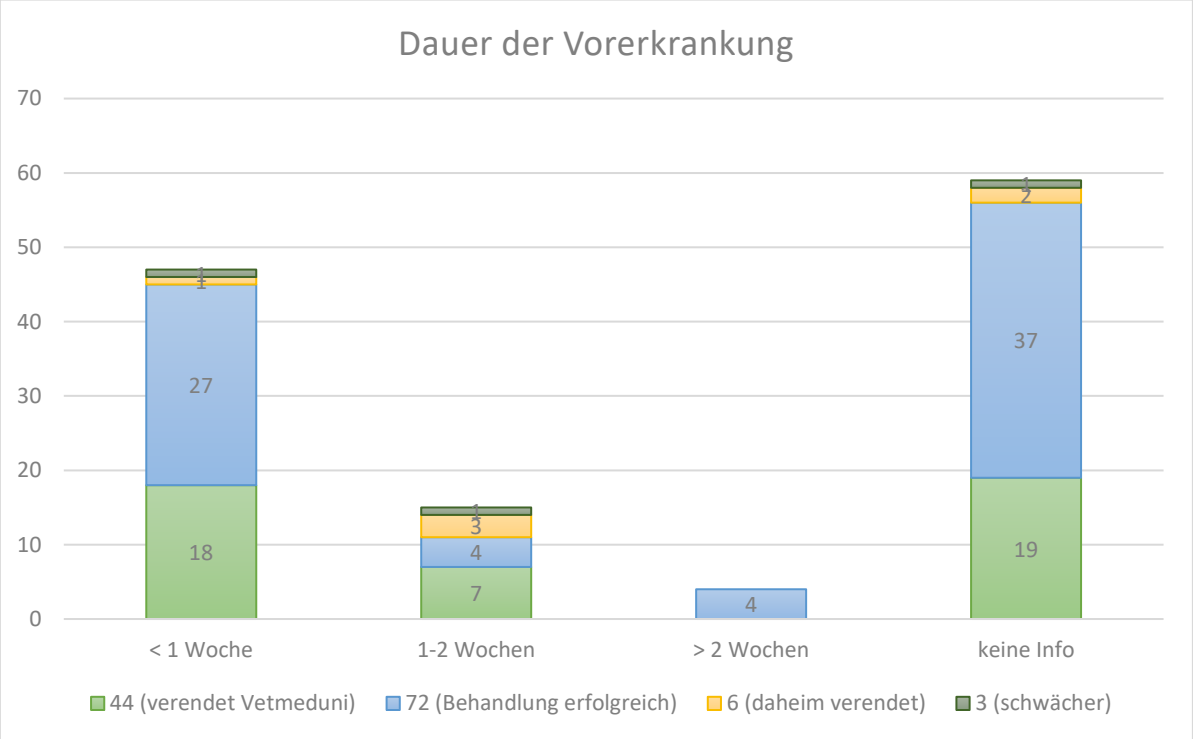

Abb. 7. Dieses Diagramm gibt die Dauer der Vorerkrankungen an und wird in unter einer Woche, 1-2 Wochen und über zwei Wochen unterteilt

Bei der Dauer der Vorerkrankung liegen bei 59 von den 125 Tieren keine Informationen vor (47,2 %). Die Dauer der Vorerkrankung wird unterteilt in unter einer Woche, ein bis zwei

Wochen und über zwei Wochen. Eine Vorerkrankung von unter einer Woche war bei 47 Kälbern angegeben (37,6 %), zwischen einer und zwei Wochen bei 15 Kälbern (12 %) und über zwei Wochen bei vier Kälbern (3,2 %).

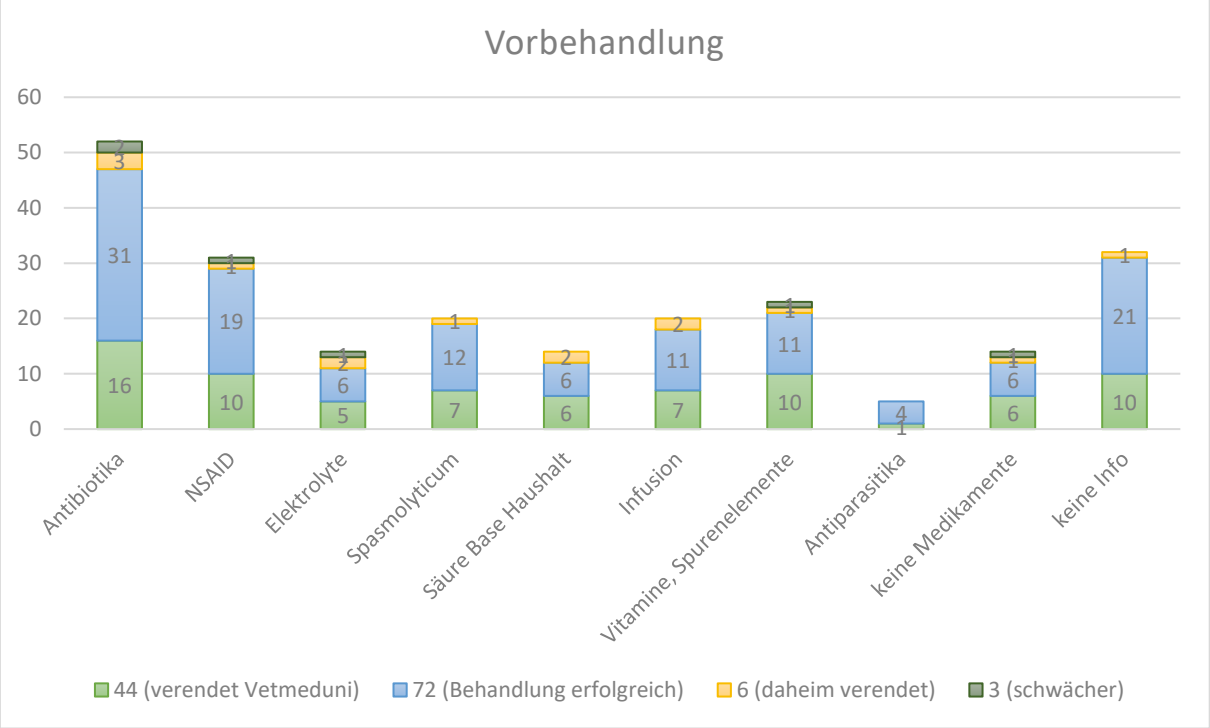

Abb. 8. Dieses Diagramm zeigt die Verteilung der Vorbehandlungen mit Antibiotika, NSAIDs, Elektrolyttränken, Spasmolytica, Regulierung des Säure Base Haushaltes, Infusionen, Vitaminen und Spurenelementen, Antiparasitika, keine Vorbehandlungen sowie keine Informationen vorhanden

Auch hier ist es wie bei den Vorerkrankungen, dass ein Tier eventuell mehrere Vorbehandlungen bekommen hatte. Am häufigsten zum Einsatz kamen die Antibiotika mit 23,11 % bei 52 Tieren, gefolgt von NSAIDS mit 13,78 % bei 31 Tieren. Vitamine und Spurenelemente bekamen 23 Kälber (10,22 %), Spasmolytica und Infusionen haben jeweils 20 Tiere bekommen (8,89 %). Orale Elektrolyte und die Regulierung des Säure Base Haushaltes waren jeweils bei 14 Kälbern erforderlich (6,22 %). Mit Antiparasitika wurden nur

5 Kälber behandelt (2,22 %) und bei 14 Kälbern gab es keine Vorbehandlung (6,22 %). Über 32 Kälber gibt es keine Informationen zur Vorbehandlung (14,22 %). Weiters gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Verteilung der Art der Vorbehandlungen bei den verschiedenen Kategorien (Behandlungserfolg, daheim verendet, schlechtere Entwicklung, an der Universitätsklinik für Wiederkäuer Wien verendet).

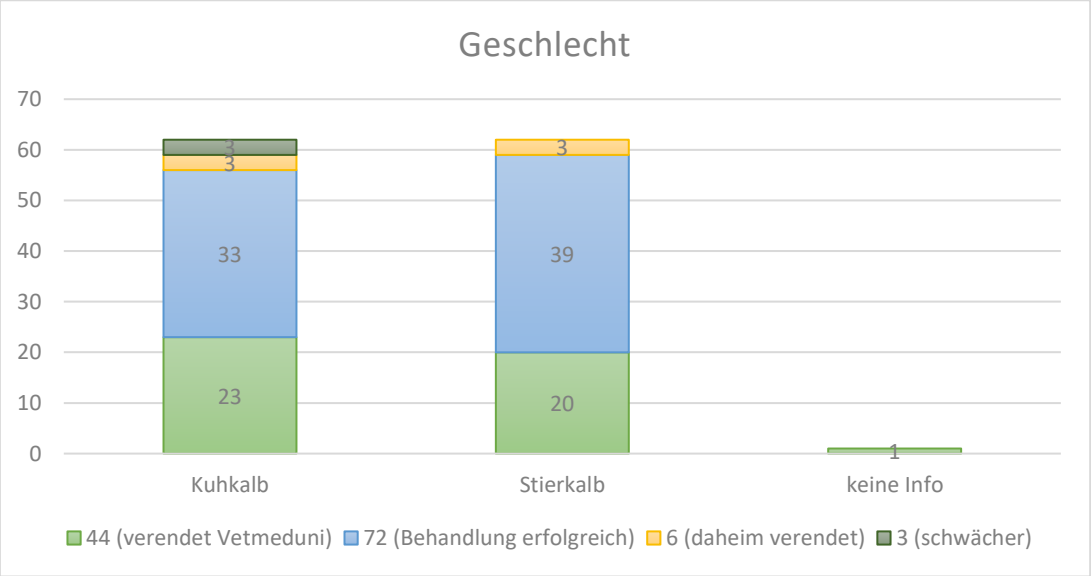

Abb. 9. Geschlechterverteilung der Pansentrinker an der Universitätsklinik für Wiederkäuer im Zeitraum von 1999 bis 2021

Die Geschlechterverteilung ist für männliche und weibliche Kälber genau gleich, und zwar waren 62 Kuhkälber und 62 Stierkälber an der Wiederkäuerklinik der Veterinärmedizinischen Universität in Wien. Zu einem Kalb liegt keine Information vor, um welches Geschlecht es sich handelt. Hinsichtlich des Behandlungserfolges gab es keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

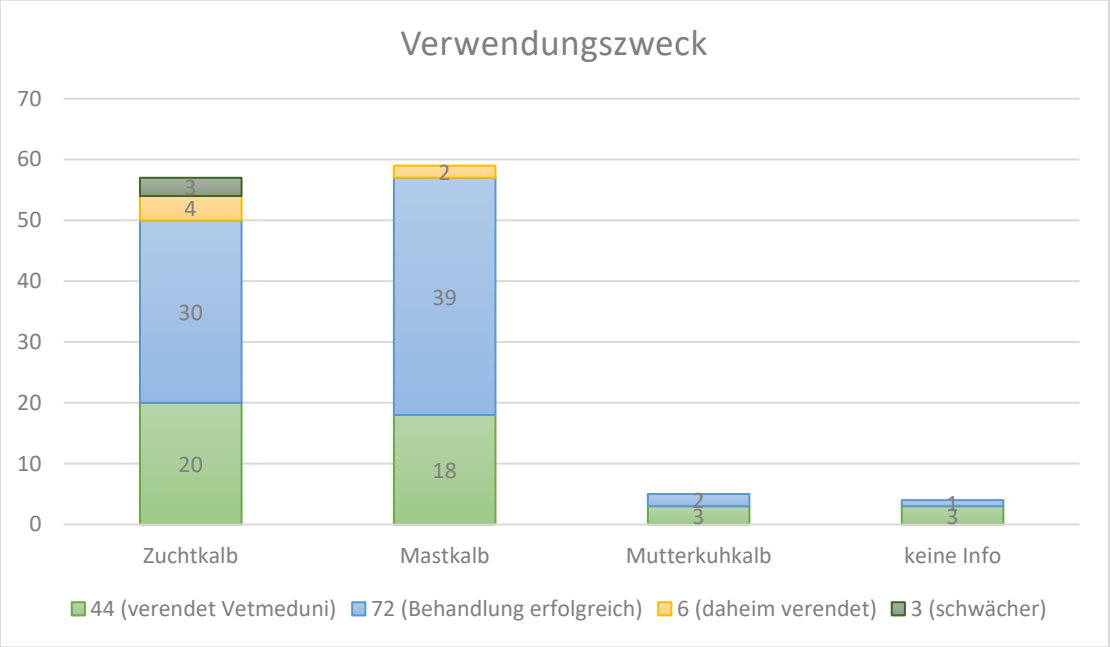

Abb. 10. Verwendungszweck der Pansentrinker, unterteilt in Zuchtkälber, Mastkälber, Mutterkuhkälber und keine Angabe zum Verwendungszweck

Auch bei der Frage, ob es sich um Zuchtkälber oder Mastkälber handelt, sieht es ähnlich aus, wie bei der Geschlechterverteilung, und zwar waren es 57 Zuchtkälber (45,6 %) und 59 Mastkälber (47,2 %). Fünf Kälber waren als Mutterkuhkälber (4 %) angegeben und zu 4 Tieren (3,2 %) gibt es keine Informationen zum Verwendungszweck. Auch bei diesem Parameter unterscheiden sich die Behandlungserfolge nicht zwischen den Gruppen.

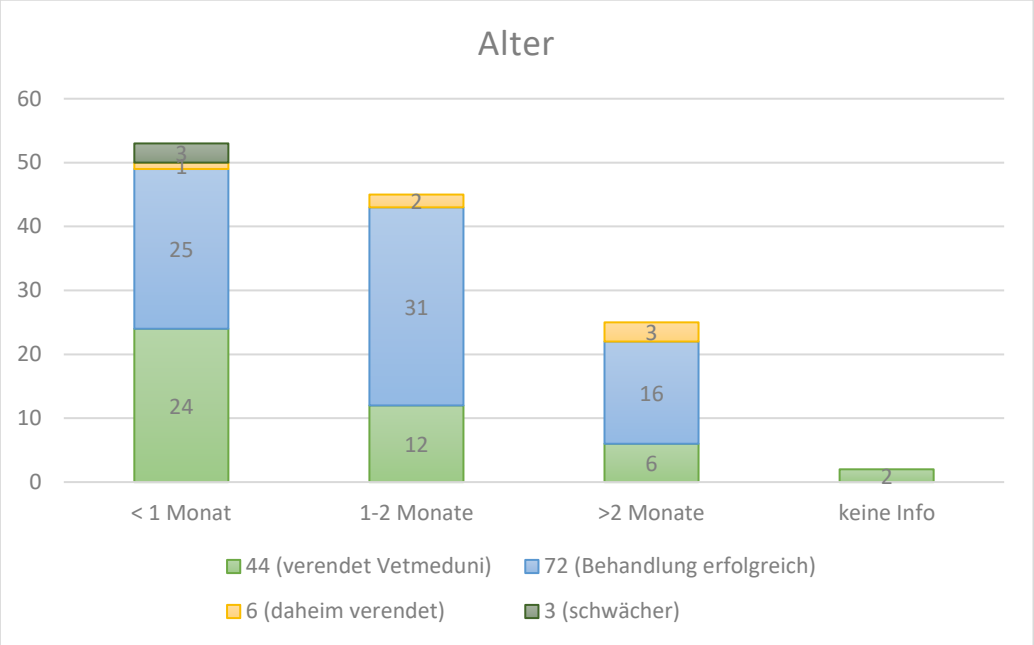

Abb. 11. Altersverteilung der Kälber, mit den Kategorien unter einem Monat alt, 1-2 Monate alt und über zwei Monate alt, sowie keine Angaben bezüglich des Alters der Kälber

53 Tiere (42,4 %) waren unter einem Monat alt, gefolgt von den 45 Tieren (36 %), die zwischen einem und zwei Monaten alt waren. Über zwei Monate alt waren insgesamt 25 Tiere (20 %). Von 2 Tieren weiß man nicht, wie alt sie waren (1,6 %). Es ist eine Tendenz zu sehen, dass ältere Kälber erfolgreicher therapiert wurden als jüngere.

Tabelle 1: Detaillierte Angaben zu den in die Untersuchung einbezogenen Kälber

	Alter	**Rasse**	**Geschlecht**	**Verwendungszweck**	**Vorerkrankung**
Gesamt	124 Kälber	125 Kälber	125 Kälber	122 Kälber	111 Kälber
	< 1 Monat= 54 Tiere	Fleckvieh= 98 Tiere	Kuhkalb= 63 Tiere	Zuchtkalb= 58 Tiere	Durchfall/Enteritis= 49 Tiere
	1-2 Monate	FV/Limousin= 6 Tiere	Stierkalb= 62 Tiere	Mastkalb= 59 Tiere	Atemwegsprobleme = 11 Tiere

	= 45 Tiere			
	> 2 Monate = 25 Tiere	FV/Rotbunte= 1 Tier	Mutterkuhkalb= 5 Tiere	schlechte Trinklust/ Schwäche= 27 Tiere
		Pinzgauer= 1 Tier		Labmagenproblematik= 11 Tiere
		Kobe= 2 Tiere		Ileus/ Kolik= 4 Tiere
		Braunvieh= 4 Tiere		ehemalige Pansentrinker= 5 Tiere
		Charolais= 3 Tiere		Nabelentzündung= 2 Tiere
		Schwarzbunte = 7 Tiere		Pansentympanie= 3 Tiere
		Rotbunte= 1 Tier		sonstiges (kümmerer, erbrechen..)= 7 Tiere
		Murbodner Blondvieh= 1 Tier		
		Blonde d`Aquitane= 1 Tier		

	Dauer der Vorerkrankung	**Vorbehandlung**	**Tränkemethode**	**Zukauf**

Gesamt	66 Kälber	93 Kälber	78 Kälber	112 Kälber
	< 1 Woche= 47 Tiere	Antibiotika= 52 Tiere	gedrencht= 9 Tiere	ja= 18 Tiere
	1-2 Wochen= 15 Tiere	NSAID= 31 Tiere	Saugeimer= 58 Tiere	nein= 94 Tiere
	> 2 Wochen= 4 Tiere	Elektrolyte= 14 Tiere	Eimer ohne Nuckel= 3 Tiere	
		Spasmolyticum= 20 Tiere	Tränkeautomat= 3 Tiere	
		Säure- Base Haushalt= 15 Tiere	bei Mutterkuh= 4 Tiere	
		Infusion= 20 Tiere	keine Milch mehr= 1 Tier	
		Vitamine, Spurenelemente= 24 Tiere		
		Antiparasitika= 5 Tiere		
		keine Medikamente, sonstiges= 14 Tiere		

5 Diskussion

Die erhobenen Daten zu den Pansentrinkern entstammen dem Tierspitalinformationssystem (TIS), sowie der schriftlichen Dokumentation aller Patienten, die an der Veterinärmedizinischen Universität in Wien im Zeitraum von 1999 bis 2021 stationär waren. Betreffend der Kälber wurden verschiedene Parameter wie Rasse, Alter, Geschlecht, Verwendungszweck, Vorerkrankungen und Dauer, Vorbehandlungen, Tränkemethode und Zukäufe erhoben. Mit der Untersuchung der Krankengeschichten von 127 Kälbern steht eine ausreichend große Anzahl an Tieren fest, um eine zuverlässige Aussage zu den erhobenen Parametern treffen zu können. Allerdings gibt es auch einige Parameter, die auf Grund mangelnder Informationen eine geringere Anzahl an Tieren umfassen und daher eine geringere Aussagekraft besitzen.

Die Verteilung der Rinderrassen unter den Pansentrinkern lässt sich dem ersten Diagramm im Ergebnisteil entnehmen. Die Rasse Fleckvieh ist mit 77,6 % am stärksten vertreten. Auch die Anzahl der Kälber, bei denen man keine Angaben bezüglich der Rasse hat, nimmt hier nur einen kleinen Prozentsatz ein (0,8 %). Es ist aber dennoch zu beachten, dass nicht bekannt ist, wie viele FV im Vergleich zu BV, Schwarzbunte, Charolais usw. an die Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien eingewiesen werden. Dennoch ist es bekannt, dass die Rasse Fleckvieh prädisponierend für diese Erkrankung ist, wie es auch von Gentile erwähnt wird. (Gentile. 2004)

Das zweite Diagramm im Ergebnisteil befasst sich mit den Zukäufen. Dies bezieht sich auf die älteren Kälber, die öfters eine längere Transportstrecke in einen Mastbetrieb zurücklegen müssen und dies für das Tier mit Stress verbunden ist. Allerdings sind bei diesen Angaben auch die jüngeren Kälber dabei, welche in der Regel noch nicht transportiert werden. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass überwiegend keine Zukäufe stattgefunden haben (75,20 %). Die Anzahl der Kälber, zu welchen es keine Angaben dazu gibt, hält sich in Grenzen. (10,40 %). Die in der Einleitung erwähnte Hypothese, dass sich Kälbertransporte stärker auf die Entstehung dieses Krankheitsbildes auswirken, wäre mit diesem Diagramm nicht geklärt. Es ist jedoch von Autoren beschrieben worden, dass der vermehrte Stress, der durch solche Transporte entsteht, das Krankheitsbild des Pansentrinkersyndroms begünstigt. So schreibt

unter anderem Marcato über einen möglichen Zusammenhang zwischen Transportdauer und der Stressbelastung. (Marcato et al. 2020). Eventuell ist dieser Sachverhalt dem Diagramm im Ergebnisteil nicht eindeutig zu entnehmen, da zum einen auch jüngere Tiere mit einbezogen wurden und zum anderen, da die meisten Angaben durch Befragung der Bauern ermittelt wurden und die Genauigkeit der Aussagen abnahm, je weiter es in der Vergangenheit zurück lag.

Bei den Tränkemethoden ist dem Diagramm zu entnehmen, dass die meisten Kälber mit einem Saugeimer getränkt wurden. Diese Methode wird auch von einigen Autoren wie z. B. Herrli Gygi empfohlen, da die Kälber kleinere Mengen an Milch zu sich nehmen und der Milcheintritt in den Pansen bei dieser Tränkemethode geringer ist, als bei reiner Eimertränkung. (Herrli-Gygi et al. 2008) Der Vorteil der Saugeimertränkung macht sich auch im Diagramm bemerkbar, da von den 58 Kälbern mit Saugeimertränkung, 39 Kälber einen guten Behandlungsverlauf zeigten. Somit lässt sich dem Diagramm ebenfalls entnehmen, dass Kälber, welche mit einem Saugeimer getränkt werden, eine bessere Genesungsrate haben, als Kälber welche gedrencht werden. Allerdings ist von 59,09 % der Kälber nicht bekannt, wie sie vor der Einlieferung in die Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien getränkt wurden.

Die häufigste Vorerkrankung unter den Pansentrinkern ist die Durchfallerkrankung. Dieser Sachverhalt ist dem Diagramm im Ergebnisteil ebenfalls zu entnehmen. Mit 36,84 % macht es unter den Pansentrinkern den größten Anteil der Vorerkrankungen aus. Viele Autoren erwähnen die Durchfallerkrankung als Begleiterkrankung bei Pansentrinkern, wie z. B. Dirksen, welcher insbesondere auf die schwierigere Genesungsrate bei dieser Vorerkrankung eingeht. (Dirksen et al. 1989) Dem Diagramm ist die geringere Erfolgsrate bei einer Therapie allerdings nicht ersichtlich, da von den 49 Pansentrinkern mit der Vorerkrankung Durchfall, 32 Tiere erfolgreich behandelt wurden und somit der kleinere Anteil mit 17 Kälbern eine verminderte Leistung aufwiesen oder verendet sind.

Bei der Dauer der Vorerkrankungen befanden sich die meisten Tiere in der ersten Gruppe und zwar mit einer Erkrankungsdauer von unter einer Woche. Da die meisten Kälber, die auf die Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien eingeliefert wurden, bereits vortherapiert wurden, mag dies ein Grund für die kurze Dauer der Vorerkrankungen bei den meisten Kälbern sein. Wie dem Diagramm ebenfalls zu entnehmen ist, lassen sich bei einer kürzeren Dauer der

Vorerkrankung öfter Behandlungserfolge verzeichnen. So sind bei einer Vorerkrankung von unter einer Woche 27 Kälber erfolgreich behandelt worden und 18 Kälber verendet, hingegen bei einer Erkrankungsdauer von 1-2 Wochen sind vier Kälber erfolgreich behandelt worden und sieben Kälber verendet.

Wie zuvor erwähnt, wurden die meisten Kälber bereits vortherapiert. Lediglich bei 14 Kälbern fand keine Vorbehandlung statt und zu weiteren 32 Kälber gibt es keine Informationen. Die häufigste Behandlung war eine Antibiotikagabe, sowie die Gabe eines NSAIDs. Die Antibiotikagabe ist bei den Vorerkrankungen begründet, bei welcher bakterielle Infektionen vermutet werden, wie z. B. eventuell bei Lungenproblematik oder Durchfallgeschehen, Nabelentzündungen und nach genauerer Untersuchung der Ursache auch bei schlechter Trinklust. Die NSAIDs Gabe ist in jedem Fall begründet, in welcher das Tier Schmerzen empfindet, was bei Pansentrinkern aufgrund des Allgemeinverhaltens und der Körperhaltung auf einen schmerzhaften Prozess hindeutet. Jene 14 Kälber, welche bereits eine Regulierung des Säuren Basen Haushaltes benötigten, konnten als Vorerkrankung eventuell an einem Durchfallgeschehen gelitten haben, da hier die Azidose schwerwiegender ist.

Zur Geschlechterverteilung bei den Pansentrinkern lässt sich sagen, dass genau gleich viele weibliche wie männliche Tiere zur Behandlung an die Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien eingeliefert wurden. So ist auch die Verteilung beim Verwendungszweck nahezu gleich zwischen Stierkälbern und Kuhkälbern, da die Stierkälber für gewöhnlich in die Mast gehen und die Kuhkälber für die Nachzucht verwendet werden.

Bei der Altersverteilung liegen die meisten Kälber in der Gruppe, die unter einem Monat alt sind. Bei diesen wird es sich um die akuten Pansentrinker mit einer Vorerkrankung handeln. Auf die in der Einleitung gestellte Frage, ob vermehrt jüngere Kälber von der akuten Form betroffen sind, als ältere Kälber von der chronischen Form, würde dies laut dem Diagramm in diese Richtung deuten, da 53 Kälber unter einem Monat alt waren, hingegen aber nur 25 Kälber über zwei Monate alt waren. Es lassen sich auch vermehrt Behandlungserfolge verzeichnen, je älter die Kälber sind, wie dies dem Diagramm im Ergebnisteil zu entnehmen ist. Bei den über zwei Monaten alten Kälbern wurden 16 Kälber erfolgreich behandelt und sechs Kälber verendeten an der Universitätsklinik für Wiederkäuer in Wien, während bei den

unter einem Monat alten Kälbern 25 Tiere einen Behandlungserfolg zeigten und 24 Kälber verendet sind.

6 Zusammenfassung

Die Erkrankung der Pansentrinker teilt sich ein in die chronische und in die akute Form. Von der chronischen Form sind ältere Kälber, zumeist Mastkälber betroffen, hingegen sind von der akuten Form jüngere Kälber betroffen. Die chronische Erkrankungsform ist charakterisiert durch Schwäche, rezidivierende Tympanien, lehmartigen Kot, Trinkunlust, ein stumpfes Haarkleid, sowie einer unwirtschaftlichen Gewichtszunahme. Die akute Form hingegen ist zumeist geprägt von den Folgen der metabolischen Azidose, wie etwa Kreislaufkollaps, Dehydratation, Festliegen, Zähneknirschen und aufgekrümmter Rücken, sowie dem Vorhandensein einer Begleiterkrankung.

In dieser Arbeit wird ausgehend von der Beschreibung, wie die physiologischen Prozesse der Verdauung und die Funktionsweise der Schlundrinne funktionieren, der Wissensstand zu den Ursachen eines fehlerhaften Verschlusses der Schundrinne zusammengefasst und eine Übersicht zu klinischem Bild, Diagnostik und Therapie gegeben.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sind, dass die Rasse Fleckvieh prädisponierend für diese Erkrankung ist, wie im methodischen und theoretischen Teil belegt ist. Ein weiterer wichtiger Punkt im Zusammenhang mit Pansentrinkern ist, dass die Saugeimertränkung vorteilhafter ist, als die alleinige Milchgabe aus einem Eimer ohne einen Nuckel. So wurden auch die eingelieferten Kälber vor allem mit einem Saugeimer getränkt. Längere Transportstrecken haben einen begünstigenden Effekt für die Entstehung der chronischen Form, allerdings geht dies aus dem Diagramm im Ergebnisteil nicht eindeutig hervor. Weiters stellte sich raus, dass die häufigste Vorerkrankung unter den Pansentrinkern die Durchfallerkrankung ist, was mit der Angabe von anderen Autoren wie z. B. Dirksen übereinstimmt. (Dirksen et al. 1989) Dies sind zwar bewiesene Fakten, aber es sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich um eine Faktorenkrankheit handelt und Forscher sich noch über vieles, was diese Erkrankung betrifft, noch nicht eindeutig im Klaren sind. So ist es z. B. noch nötig genauere Forschung zur Innervation der Schlundrinne zu betreiben, sowie genauere Kenntnisse über die Entstehungsursachen zu gewinnen.

7 Summary

The disease of the rumen drinkers is divided into the chronic and the acute form. The chronic form affects older calves, mostly fattening calves, whereas the acute form affects younger calves. The chronic form of the disease is characterised by weakness, recurrent abdominal distension, clay-like faeces, unwillingness to drink, a dull coat and uneconomical weight gain. The acute form, on the other hand, is mostly characterised by the consequences of metabolic acidosis, such as circulatory collapse, dehydration, recumbency, teeth grinding and a hunched back, as well as the presence of concomitant disease.

Starting from the description of how the physiological processes of digestion and the functioning of the pharyngeal grove work, this paper summarises the state of knowledge on the causes of defective closure of the pharyngeal grove and gives an overview of the clinical picture, diagnostics and therapy.

The results of this work are that the Fleckvieh breed is predisposing to this disease, as proven in the methodological and theoretical part. Another important point in connection with rumen drinkers is that sucking from a bucket is more beneficial than giving milk only from a bucket without a teat. Thus, the calves brought in were also primarily feed with a teat bucket. Longer transport distances have a favourable effect on the development of the chronic form, but this is not clearly recognizable from the diagram in the results section. Furthermore, it turned out that the most frequent previous disease among the rumen drinkers is diarrhoea, which agrees with the information of other authors such as Dirksen. (Dirksen et al. 1989) Although these are proven facts, it should not be ignored that this is a factor disease and researchers are still not clear about many things concerning this disease. For example, more detailed research on the innervation of the pharyngeal groove is still needed, as well as more precise knowledge about the causes of its development.

8 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1 Histologisches Bild der Schlundrinne eines Lammes (Lalatta-Costerbosa et al. 2011)…….. 8

Abbildung 2 Villuslänge und Kryptentiefe (van Weeren-Keverling Buisman et al. 1988)…….29

Abbildung 3 Verteilung der Rinderrassen (Diagramm)……36

Abbildung 4 Zukäufe (Diagramm)……...…37

Abbildung 5 Tränkemethoden (Diagramm)……...…38

Abbildung 6 Vorerkrankungen (Diagramm)…….39

Abbildung 7 Dauer der Vorerkrankungen (Diagramm)……40

Abbildung 8 Vorbehandlungen (Diagramm)……41

Abbildung 9 Geschlechterverteilung (Diagramm)……42

Abbildung 10 Verwendungszweck der Pansentrinker (Diagramm)…….……43

Abbildung 11 Altersverteilung (Diagramm)…….44

Tabelle 1 Detaillierte Angaben zu den in die Untersuchung einbezogenen Kälber ...……44-46

9 Literaturverzeichnis

Abalaka, SE, Sani, NA, Idoko, IS, Tenuche, OZ, & Ejeh, SA (2020). Akuter Pansentrinken bei einem 2 Wochen alten männlichen Friesen-Kreuzungskalb. *Sahel Journal of Veterinary Sciences* , *17* (3), 37-40. https://doi.org/10.54058/saheljvs.v17i3.108

Adetunji, Shakirat & Gomez, Gabriel & Concha-Bermejillo, Andres & Oliveira, Fabiano & Arenas-Gamboa, Angela. (2016). Reticulo-ruminal milk accumulation (Ruminal drinking) in five pre-ruminant white-tailed deer (Odocoileus virginianus) in Texas. Brazilian Journal of Veterinary Pathology. 9. 47-54.

Ahmed, A. F.; Constable, P. D.; Misk, N. A. (2002): Effect of feeding frequency and route of administration on abomasal luminal pH in dairy calves fed milk replacer. In: *Journal of dairy science* 85 (6), S. 1502–1508. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74219-7.

Arcangelo Gentile (2004) Ruminal acidosis in milk fed calves. In: Large animals veterinary rounds

Barahona, M. V.; Sánchez-Fortún, S.; San Andrés, M. D.; Ballesteros, E.; Contreras, J.; San Andrés, M. (1998): Involvement of the L-arginine/nitric oxide neural pathway in non-adrenergic, non-cholinergic relaxation of the bovine oesophageal groove. In: *Journal of autonomic pharmacology* 18 (2), S. 65–73. DOI: 10.1046/j.1365-2680.1998.1820065.x.

Barahona, M. V.; Sánchez-Fortún, S.; San Andrés, M. D.; Ballesteros, E.; San Andrés, M. (1997): Acetylcholinesterase histochemistry and functional characterization of the muscarinic receptor mediating the contraction of the bovine oesophageal groove. In: *Journal of autonomic pharmacology* 17 (2), S. 77–86. DOI: 10.1046/j.1365-2680.1997.00443.x.

Blowey, R. W (2004) Digestive disorder of calves. In Bovine Medicine: Diseases and Husbandry of Cattle. A. H. Andrews, R. W. Blowey, R. W. R. Boyd, and G. Eddy, ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.

Braun, U.; Brammertz, C. (2015): Ultrasonographic examination of the oesophageal groove reflex in young calves under various feeding conditions. In: *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* 157 (8), S. 457–463. DOI: 10.17236/sat00031.

Braun, Ueli (2016): Ultrasonographic Examination of the Reticulum, Rumen, Omasum, Abomasum, and Liver in Calves. In: *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 32 (1), S. 85–107. DOI: 10.1016/j.cvfa.2015.09.011.

Braun, Ueli; Gautschi, Alexandra (2013): Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. In: *Acta veterinaria Scandinavica* 55 (1), S. 1. DOI: 10.1186/1751-0147-55-1.

Breukink, H. J.; Wensing, T.; van Weeren-Keverling Buisman, A.; van Bruinessen-Kapsenberg, E. G.; Visser, N. A. de (1988): Consequences of failure of the reticular groove reflex in veal calves fed milk replacer. In: *The veterinary quarterly* 10 (2), S. 126–135. DOI: 10.1080/01652176.1988.9694159.

Chiocchetti, Roberto; Clavenzani, Paolo; Barazzoni, Anna Maria; Grandis, Annamaria; Bombardi, Cristiano; Costerbosa, Giovanna Lalatta et al. (2003): Viscerotopic representation of the subdiaphragmatic tracts of the digestive apparatus within the vagus complex in the sheep. In: *Brain research* 961 (1), S. 32–44. DOI: 10.1016/s0006-8993(02)03836-2.

Choudhary, II; Choudhary, Govind; Niyogi, D.; Singh, H. (2010): Rumen Drinkers, a common condition in Milk fed Calves- A Review 11.

Constable, Peter D.; Ahmed, Ahmed F.; Misk, Nabil A. (2005): Effect of suckling cow's milk or milk replacer on abomasal luminal pH in dairy calves. In: *Journal of veterinary internal medicine* 19 (1), S. 97–102. DOI: 10.1892/0891-6640(2005)19<97:eoscmo>2.0.co;2.

Denac, M.; Marti, J.; Scharrer, E. (1990): Effect of catecholamines on the smooth muscles of the esophageal groove of calves. In: *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* 132 (9), S. 491–496.

Dirksen, G. & Dirr, L. (1989). Oesophageal Groove Dysfunktion als Komplikation der Neugeborenen-Durchfall in der Wade. *The Bovine Practitioner* , (24), 53-60. https://doi.org/10.21423/bovine-vol0no24p53-60

Drackley, James K. (2008): Calf nutrition from birth to breeding. In: *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 24 (1), S. 55–86. DOI: 10.1016/j.cvfa.2008.01.001.

Ellingsen, Kristian; Mejdell, Cecilie M.; Ottesen, Nina; Larsen, Stig; Grøndahl, Ann Margaret (2016): The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. In: *Physiology & Behavior* 154, S. 169–174. DOI: 10.1016/j.physbeh.2015.11.025.

Ellingsen-Dalskau, K.; Mejdell, C. M.; Holand, T.; Ottesen, N.; Larsen, S. (2020): Estimation of minimum tolerated milk temperature for feeding dairy calves with small- and large-aperture teat bottles: A complementary dose-response study. In: *Journal of dairy science* 103 (11), S. 10651–10657. DOI: 10.3168/jds.2020-18460.

El-Sebaei, Mahmoud G. und Mohamed F. Salama. "Bewertung der Entzündungsreaktion bei Kälbern mit akutem Pansen." (2012). DOI:10.4172/2157-7579.1000116

Gentile, A.; Sconza, S.; Lorenz, I.; Otranto, G.; Rademacher, G.; Famigli-Bergamini, P.; Klee, W. (2004): D-Lactic acidosis in calves as a consequence of experimentally induced ruminal acidosis. In: *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine* 51 (2), S. 64–70. DOI: 10.1111/j.1439-0442.2004.00600.x.

González-Montaña, J. Ramiro; Martín, María J.; Benech, Alejandro; Alonso, Marta E.; Alonso, Angel J.; Cal-Pereyra, Luis G. (2014): Handling the gastric groove closure in adult sheep using lysine-vasopressin. In: *Small Ruminant Research* 121 (2), S. 418–424. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2014.07.025.

Herrli-Gygi, M.; Hammon, H. M.; Zbinden, Y.; Steiner, A.; Blum, J. W. (2006): Ruminal drinkers: endocrine and metabolic status and effects of suckling from a nipple instead of drinking from a bucket. In: *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine* 53 (5), S. 215–224. DOI: 10.1111/j.1439-0442.2006.00826.x.

Herrli-Gygi, Madeleine; Steiner, Adrian; Doherr, Marcus G.; Blum, Jürg W.; Kirchhofer, Marc; Zanolari, Patrik (2008): Digestive processes in ruminal drinkers characterized by means of the acetaminophen absorption test. In: *Veterinary journal (London, England : 1997)* 176 (3), S. 369–377. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.02.023.

Ivany, JM, Rings, DM, & Anderson, DE (2002). Retikulorumale Störungen beim Rind. *The Bovine Practitioner* , *36* (1), 56-64. https://doi.org/10.21423/bovine-vol36no1p56-64

Jørgensen, R. J.; Agerholm, A.; Jessen, S.; Thorsen, T. (1992): A simple test for the demonstration of abomasal juice in rumen samples of young calves. In: *Acta veterinaria Scandinavica* 33 (1), S. 105–107. DOI: 10.1186/BF03546941.

J. Wester, The Rumination Reflex in the Ox, The Veterinary Journal (1900), Volume 86, Issue 10, 1930, Pages 401-410, ISSN 0372-5545, https://doi.org/10.1016/S0372-5545(17)40816-9.

Kaba, Tamirat; Abera, Berhanu; Kassa, Temesgen (2018): Esophageal groove dysfunction: a cause of ruminal bloat in newborn calves. In: *BMC veterinary research* 14 (1), S. 276. DOI: 10.1186/s12917-018-1573-2.

Labussière, E.; Berends, H.; Gilbert, M. S.; van den Borne, J J G C; Gerrits, W. J. J. (2014): Estimation of milk leakage into the rumen of milk-fed calves through an indirect and repeatable method. In: *Animal : an international journal of animal bioscience* 8 (10), S. 1643–1652. DOI: 10.1017/S1751731114001670.

Lalatta-Costerbosa, Giovanna; Clavenzani, Paolo; Petrosino, Gregorio; Mazzoni, Maurizio (2011): An immunohistochemical study of the distribution of nitric oxide synthase-immunoreactive neurons and fibers in the reticular groove of suckling lambs. In: *Journal of anatomy* 218 (4), S. 439–448. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2011.01345.x.

Lorenz, Ingrid (2009): D-Lactic acidosis in calves. In: *Veterinary journal (London, England : 1997)* 179 (2), S. 197–203. DOI: 10.1016/j.tvjl.2007.08.028.

Lorenz, Ingrid; Gentile, Arcangelo (2014): d-Lactic Acidosis in Neonatal Ruminants. In: *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 30 (2), S. 317–331. DOI: 10.1016/j.cvfa.2014.03.004.

Marcato, F.; van den Brand, H.; Kemp, B.; Engel, B.; Wolthuis-Fillerup, M.; van Reenen, K. (2020): Effects of pretransport diet, transport duration, and type of vehicle on physiological status of young veal calves. In: *Journal of dairy science* 103 (4), S. 3505–3520. DOI: 10.3168/jds.2019-17445.

McInnes, Ross; McInnes, D.; Papworth, R.; McIntyre, A. (2015): Influence of teat flow rate in commercial milk feeding systems on calf digestion and performance. In: *Journal of Applied Animal Nutrition* 3. DOI: 10.1017/jan.2015.9.

Meale, Sarah J.; Chaucheyras-Durand, Frederique; Berends, Harma; Le Guan, Luo; Steele, Michael A. (2017): From pre- to postweaning: Transformation of the young calf's

gastrointestinal tract. In: *Journal of dairy science* 100 (7), S. 5984–5995. DOI: 10.3168/jds.2016-12474.

Ørskov, E. R.; Benzie, D.; Kay, R. N. B. (1970): The effects of feeding procedure on closure of the oesophageal groove in young sheep. In: *British Journal of Nutrition* 24 (3), S. 785–795. DOI: 10.1079/BJN19700080.

Pfannkuche, Helga; Schellhorn, Corinna; Schemann, Michael; Gäbel, Gotthold (2003): Reticular groove and reticulum are innervated by myenteric neurons with different neurochemical codes. In: *The anatomical record. Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology* 274 (2), S. 917–922. DOI: 10.1002/ar.a.10104.

Rodrigues, Renato Ranzini, Lucci, Carlos de Sousa und Rodrigues, Paulo Henrique Mazza Fütterung von Wiederkäuerkälbern mit fester oder flüssiger Nahrung über den Ösophagus-Tropf: Bildung der Rinne und Pansenaustritt. Brasilianische Zeitschrift für Tierwissenschaften [online]. 2002, v. 31, S. 2364-2372. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900027>. Epub 09. September 2005. ISSN 1806-9290. https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900027.

Sargison, N.D; Stafford, K.J; West, D.M (1999): Fluoroscopic studies of the stimulatory effects of copper sulphate and cobalt sulphate on the oesophageal groove of sheep. In: *Small Ruminant Research* 32 (1), S. 61–67. DOI: 10.1016/S0921-4488(98)00162-X.

Stocker, H.; Lutz, H.; Kaufmann, C.; Rüsch, P. (1999a): Acid-base disorders in milk-fed calves with chronic indigestion. In: *The Veterinary record* 145 (12), S. 340–346. DOI: 10.1136/vr.145.12.340.

Stocker, H.; Lutz, H.; Rüsch, P. (1999b): Clinical, haematological and biochemical findings in milk-fed calves with chronic indigestion. In: *The Veterinary record* 145 (11), S. 307–311. DOI: 10.1136/vr.145.11.307.

Stocker, H.; Rüsch, P. (1999): Chronic indigestion in milk-fed calves. In: *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde* 141 (9), S. 407–411.

Teixeira, Althen F.; Kühnel, Wolfgang; Vives, Patricia; Wedel, Thilo (2009): Functional morphology of unguiculiform papillae of the reticular groove in the ruminant stomach. In: *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft* 191 (5), S. 469–476. DOI: 10.1016/j.aanat.2009.06.005.

van Weeren-Keverling Buisman, A.; Mouwen, J. M.; Wensing, T.; Breukink, H. J. (1990): Intraruminal administration of milk in the calf as a model for ruminal drinking: morphological and enzymatical changes in the jejunal mucosa. In: *Veterinary research communications* 14 (2), S. 129–140. DOI: 10.1007/BF00346553.

van Weeren-Keverling Buisman, A.; Noordhuizen-Stassen, E. N.; Breukink, H. J.; Wensing, T.; Mouwen, J. M. (1988): Villus atrophy in ruminal drinking calves and mucosal restoration after reconditioning. In: *The veterinary quarterly* 10 (3), S. 164–171. DOI: 10.1080/01652176.1988.9694166.

Vittoria, A.; Costagliola, A.; Carrese, E.; Mayer, B.; Cecio, A. (2000): Nitric oxide-containing neurons in the bovine gut, with special reference to their relationship with VIP and galanin. In: *Archives of histology and cytology* 63 (4), S. 357–368. DOI: 10.1679/aohc.63.357.

Wieland, Matthias; Mann, Sabine; Gollnick, Nicole S.; Majzoub-Altweck, Monir; Knubben-Schweizer, Gabriela; Langenmayer, Martin C. (2019): Alopecia in Belgian Blue crossbred calves: a case series. In: *BMC veterinary research* 15 (1), S. 411. DOI: 10.1186/s12917-019-2140-1.