

Aus dem Department für
Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin,
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Universitätsklinik für Wiederkäuer
Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin
(Leiter: Univ. Prof. Dr. med. vet. Thomas Wittek Dipl. ECBHM)

**Indikationen und Anwendung der Sonographie auf dem Gebiet
der Inneren Medizin bei Neuweltkamelen - eine
Literaturrecherche**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Mirjam Kaiser

Wien 2023

Betreuerin

Ao. Univ. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. vet. Sonja Franz

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin,
Universitätsklinik für Wiederkäuer, Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin,
Veterinärmedizinische Universität Wien

Mitbetreuerin

Dr.ⁱⁿ med. vet. Cassandra Eibl

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin,
Universitätsklinik für Wiederkäuer, Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin,
Veterinärmedizinische Universität Wien

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
3	Material und Methode	6
4	Ergebnisse	8
4.1	Abdomen	10
4.1.1	Gastrointestinaltrakt	21
4.1.2	Milz.....	25
4.1.3	Leber.....	26
4.2	Harntrakt.....	29
4.2.1	Nieren	34
4.2.2	Harnblase	36
4.3	Thorax.....	38
4.3.1	Herz	45
4.3.2	Lunge.....	50
4.4	Bewegungsapparat.....	51
4.5	Haut und Hautoberfläche.....	55
4.6	Zentrales und peripheres Nervensystem.....	59
4.7	Auge	62
5	Diskussion	64
6	Zusammenfassung.....	69
7	Summary	71
8	Abkürzungen	72
9	Literaturverzeichnis.....	73
10	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	85
11	Danksagung	87

1 Einleitung

Neuweltkamele, Lamas (*Lama glama*) und Alpakas (*Vicugna pacos*), werden in Österreich immer beliebter und dabei häufig als Hobbytiere, für die Zucht, zur Wollproduktion, aber auch als Trekkingtier, zu Therapiezwecken oder zur Landschaftspflege gehalten (Bauerstatter et al. 2018, Foster et al. 2020, Windschnurer et al. 2020). Durch die zunehmende Populationsgröße werden auch Tierärzte/Tierärztinnen immer häufiger mit erkrankten Tieren dieser Spezies konfrontiert.

Eine Besonderheit bei Neuweltkamelen ist, dass erkrankte Tiere häufig erst in einem weit fortgeschrittenen Krankheitsstadium klinische Symptome zeigen und diese dann zumeist auch eher unspezifisch sind. Weiters verfügen Lamas und Alpakas über einige anatomische Besonderheiten, wodurch die allgemeine, klinische Untersuchung bei diesen Tieren häufig in ihrer Aussagekraft eingeschränkt ist. Daher ist zur Diagnostik oft der Einsatz verschiedener weiterführender, spezifischer Untersuchungen unerlässlich (Björklund et al. 2019, Degen 2019). Zu den weiterführenden diagnostischen Maßnahmen zählen neben Blutuntersuchungen, Futtermittelanalysen, koproskopischen Untersuchungen, der Untersuchung von Biopaten und Punktaten, ebenso der Einsatz bildgebender Verfahren, wie die Röntgenuntersuchung, die Computertomographie (CT), die Magnetresonanztomographie oder die Endoskopie und Sonographie (Cebra et al. 2002, Stieger-Vanegas und Cebra 2013).

In diesem Zusammenhang stellt die Sonographie aufgrund ihres nicht invasiven Charakters eine gute Möglichkeit dar, das diagnostische Potential erheblich zu erweitern (Cebra et al. 2002). Bislang sind häufige Einsatzgebiete der Sonographie bei Neuweltkamelen im Bereich der Gynäkologie angesiedelt, zur Abklärung internistischer Fragestellungen jedoch sind in der Fachliteratur nur wenige Berichte zu finden. Auch hinsichtlich Darstellung der Methodik verschiedener sonographischer Untersuchungsverfahren zur Untersuchung unterschiedlicher Organe bzw. Organstrukturen ist bis dato wenig beschrieben.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, anhand einer Literaturrecherche zu evaluieren, inwieweit sich der Einsatz der Sonographie bei Neuweltkamelen im Bereich von innerer Medizin und Chirurgie in den vergangenen 30 Jahren etabliert hat. Insbesondere der Einsatz der Sonographie

bei Erkrankungen des Respirations-, Verdauungs- und Harntraktes sowie des Bewegungsapparats und des zentralen und peripheren Nervensystems soll dargestellt werden. Neben der Methodik sollen wichtige Indikationen und der Nutzen dieses nicht-invasiven, bildgebenden Verfahrens hinsichtlich Indikation, Diagnostik und Prognosestellung herausgearbeitet werden.

Dieser Arbeit liegt als Hypothese zugrunde, dass sich der routinemäßige, diagnostische Einsatz der Sonographie auf dem Gebiet der inneren Medizin und Chirurgie bei Neuweltkamelen nur zögerlich entwickelt hat und Berichte über die Methodik einer Untersuchungstechnik, die eine Hilfestellung zur direkten Anwendung für praktizierende Tierärzte/Tierärztinnen darstellen, nur vereinzelt in der Fachliteratur zu finden sind.

2 Literaturübersicht

Die Sonographie ist ein nicht-invasives Echtzeitverfahren, das durch Bewegen und Kippen einer Ultraschallsonde verschiedene Schnittbilder von Organen und Organstrukturen im Inneren des Körpers zeigt. Dadurch bekommt der/die Untersuchende Information über Lage, Form und strukturelle Integrität des Organs oder anderer bestimmter Organstrukturen. Auch Bewegungsvorgänge können beobachtet werden (Flückinger 1997, Du Plessis 2014). Da es sich bei der sonographischen Untersuchung um ein dynamisches Verfahren handelt, werden die Bilder direkt während der Untersuchung von der untersuchenden Person beurteilt. Für die Durchführung der sonographischen Untersuchung ist ein solides Grundwissen über die anatomischen Verhältnisse und Wissen über die physiologische sonographische Darstellung der untersuchten Körperregion Voraussetzung. Auch die entsprechende Erfahrung im Umgang mit sonographischem Instrumentarium ist essentiell (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Du Plessis 2014).

Das zweidimensionale Schnittbild entsteht durch das Aussenden von Ultraschallwellen in einem Frequenzbereich zwischen 1-20 MHz aus, im Schallkopf nebeneinanderliegenden, Kristallen und dem Empfangen der Echos nach einer bestimmten Zeit. Durch Bewegen der Sonde können verschiedene Schnittbilder durch ein Organ erzeugt werden und da kontinuierlich neue Wellen ausgesendet und empfangen werden, entsteht ein bewegtes Bild (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007). Die Entstehung des Bildes beruht auf dem Unterschied des akustischen Widerstandes zwischen verschiedenen Geweben. Bei großen Unterschieden in der Brechkraft des Mediums wird viel des eingesendeten Schalls reflektiert. Bei den Weichteilen ist der Widerstand allerdings so gering, dass die Schallwellen nur zum Teil reflektiert werden und somit auch angrenzende tieferliegende Strukturen teilweise noch dargestellt werden können (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Blond und Buczinski 2009). Die Organe stellen sich abhängig von ihrer Zusammensetzung von Fett, Bindegewebe, mineralischen Strukturen und Flüssigkeiten in verschiedenen Grauabstufungen dar. Durch Flüssigkeiten geht der Schall beinahe ohne Reflektion und Absorption hindurch, diese stellen sich anechogen bis hypoechogen, also schwarz bis dunkelgrau dar. Wenn sich Strukturen weiß darstellen, wird dies als hyperechogen bezeichnet, dies trifft beispielsweise auf Fett, fibrotisches Gewebe oder mineralische Strukturen (z. B. Knochen) zu. Letztere absorbieren die

Schallwellen, Luft hingegen reflektiert diese fast zur Gänze. (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Blond und Buczinski 2009).

Wenn sich Strukturen falsch oder nicht vollständig darstellen lassen, wird dies als Artefakt bezeichnet. Es wird zwischen zwei Arten von Artefakten unterschieden. Einerseits Artefakte resultierend aus einer inadäquaten Vorbereitung des Patienten (z. B. verschmutztes Vlies, schlechter Kontakt zwischen Haut und Schallkopf) oder der falschen Einstellung des Geräts, andererseits aus falscher Interaktion der Schallwellen mit dem Gewebe (Flückinger 1997, Blond und Buczinski 2009).

Abhängig von der Indikation und der zu untersuchenden Körperregion können unterschiedliche Schallköpfe zum Einsatz kommen. Diese unterscheiden sich unter anderem in ihrer Verwendung, der Eindringtiefe und dem Bild, das sie generieren (Flückinger 1997, Du Plessis 2014). Der Linearschallkopf erzeugt ein rechteckiges Bild, da die Kristalle parallel zueinander angebracht sind. Im Normalfall haben Linearschallköpfe eine hohe Frequenz, wodurch ein hochaufgelöstes Bild entsteht. Strukturen, die oberflächlich und somit nah am Schallkopf liegen, werden exakter dargestellt. Die Eindringtiefe ist allerdings begrenzt. Aufgrund der großen geraden Fläche und der bereits genannten begrenzten Eindringtiefe wird die Sonde vor allem für oberflächlich (z. B. nahe der Bauchwand) liegende Organe und auf ebenen Körperoberflächen verwendet (z. B. Abdomen) (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Du Plessis 2014). Bei den niedrig-frequenten Konvexschallköpfen ist die Auflagefläche gekrümmt und kleiner, die Kristalle sind in einer Krümmung angeordnet. Dadurch divergieren die Schallwellen und es entsteht ein breiter gefächertes Bild. Aufgrund der niedrigeren Frequenz ist die Eindringtiefe tiefer, aber das generierte Bild erscheint mit geringerer Auflösung (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Du Plessis 2014). Die geringste Frequenz und Ankopplungsfläche haben Sektorschallköpfe. Die Kristalle liegen in einer Ebene und werden schnell wechselnd aktiviert, daher ist das Blickfeld im Nahbereich kleiner und die beim Konvexschallkopf beschriebenen Effekte, bezüglich Auflösung im Vergleich zum Linearschallkopf, kommen noch stärker zu tragen. Zudem lassen sich Sektorschallköpfe sehr gut drehen und kippen. Diese Schallköpfe sind besonders gut geeignet, wenn die Darstellung durch andere Strukturen eingeschränkt ist (z. B. Interkostalraum (IKR)) (Flückinger 1997, Du Plessis 2014).

Bei der Untersuchung können neben unterschiedlichen Schallköpfen auch verschiedene portable und stationäre Geräte, die sich in der Bildqualität, Praktikabilität und Einstellungsmöglichkeiten unterscheiden, zum Einsatz kommen. Bei der Standardsonographie sollten die Organe nach Lage, Größe, Form, Kontur, Begrenzung, Abgrenzbarkeit zur Umgebung und Echogenität, sowie Struktur beurteilt werden. Der Standardmodus, auch B-Modus, „brightness modulation“ genannt, erzeugt das klassische 2D Ultraschallbild. (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Du Plessis 2014). Ein weiterer Modus ist der M-Mode, „motion mode“, der eine Erweiterung darstellt, wobei ein Abschnitt des 2D Bildes ausgewählt wird und in zeitlichen Zusammenhang gebracht wird. Dies kommt hauptsächlich bei der Sonographie des Herzens zum Einsatz (Flückinger 1997, Streeter und Step 2007, Du Plessis 2014). Ebenso wird die Dopplersonographie häufig am Herzen oder im Bereich der Gefäßdiagnostik, für die Bestimmung der Durchblutung, angewandt. Bewegte Substanzen ändern ihre Frequenz und mithilfe der Dopplersonographie kann dadurch die Bewegung detektiert werden. Somit kann eine Aussage getroffen werden, ob eine Struktur ein blutführendes Gefäß ist (Blond und Buczinski 2009).

Vor Beginn einer sonographischen Untersuchung muss das Lama oder das Alpaka entsprechend fixiert werden, sodass einerseits der Untersucher/die Untersucherin die Untersuchung ausführen kann, ohne sich selbst oder Helfende zu gefährden, sowie andererseits die Sicherheit des Tieres gewährleistet ist. Abhängig von Temperament und Gesundheitszustand des Tieres ist das Halten am Halfter oder eine Fixierung im Stand ausreichend (Boon et al. 1994, Cebra et al. 2002, Eibl und Franz 2021). Besonders unkooperative Tiere sollten sediert werden, dafür kann beispielsweise Butorphanol in der Dosierung von 0,022 mg/kg Körpergewicht (KGW) i. m. oder Xylazin (0,22-0,33 mg/kg KGW i. m.) kombiniert mit Butorphanol (0,007-0,01 mg/kg KGW i. m.), verwendet werden (Cebra et al. 2002, Reed et al. 2007, Hunter und Semevolos 2013). Um eine gute Ankopplung zwischen Schallkopf und Haut zu generieren, muss das Vlies entweder nur gescheitelt, kann aber auch geschoren werden (Cebra et al. 2002, Chapel et al. 2017, Eibl und Franz 2021). Als Kontaktmedium wird Ultraschallgel und Alkohol (70 %) oder eine Kombination aus beiden verwendet, wobei auf vliesloser Haut Alkohol zur Entfettung und dann Ultraschallgel aufgetragen wird. In Regionen mit gescheiteltem und nicht geschorenem Vlies generiert die Verwendung von Alkohol eine gute Ankopplung (Boon et al. 1994, Eibl und Franz 2021, Hayes et al. 2021).

3 Material und Methode

Für diese Literaturrecherche wurden all jene wissenschaftlichen Publikationen, veröffentlicht in „peer reviewed journals“, die sich mit der Anwendung der Sonographie bei Neuweltkamelen befassen, gesucht und ausgewertet. Hochschularbeiten, Tagungsbeiträge, Beiträge in populärwissenschaftlichen Zeitschriften und Fachbücher wurden nicht berücksichtigt. Das Veröffentlichungsjahr der einzelnen Publikationen lag im Zeitraum zwischen 1989 und 2022. Eingeschlossen wurden Publikationen mit internistischen und chirurgischen Fragestellungen, ausgeschlossen wurden Publikationen, die sich speziell mit gynäkologischen Fragestellungen beschäftigen. Um einen aktuellen Stand der Literatur hinsichtlich der Anwendung der Sonographie zu bestimmten Indikationen und der Beschreibung der Untersuchungstechnik bei Neuweltkamelen zu erheben, wurden folgende Suchbegriffe festgelegt und anschließend mit den Suchmaschinen „googlescholar“ und „PubMed“ gesucht: „Llama sonography“, „Alpaca sonography“, „Llama ultrasound“, „Alpaca ultrasound“, „Lama Ultraschall“, „Alpaka Ultraschall“, „Llama echocardiography“ und „Alpaca echocardiography“. Die Publikationen sind alle deutsch- oder englischsprachig und stellen eine Originalarbeit (wissenschaftliche Studie) oder einen Fallbericht dar. Die Kriterien umfassten dabei, dass in der Publikation entweder die Anwendung der Sonographie bei einem oder mehreren Neuweltkamelen beschrieben wurde, Informationen zur Sonographie bei Neuweltkamelen gesammelt wurden oder retrospektiv festgestellt wurde, dass eine sonographische Untersuchung aufschlussreich gewesen wäre. Die gefundenen wissenschaftlichen Arbeiten wurden unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Einerseits erfolgte die Zuteilung hinsichtlich der untersuchten Körperregion: Abdomen (Gastrointestinaltrakt, Milz und Leber), Harntrakt (Nieren und Harnblase), Thorax (Herz, Lunge und Pleura), Bewegungsapparat (knöchernen Strukturen der distalen Gliedmaßen, Muskeln, Bänder und Sehnen), Auge, Haut bzw. Hautoberfläche (Haut, Unterhaut und Lymphknoten) und Nervensystem (zentrales und peripheres Nervensystem). Andererseits wurden die Arbeiten hinsichtlich Publikationstyp – Fallbericht oder Originalarbeit (wissenschaftliche Studie) – unterschieden. Als Originalarbeit wurde die Veröffentlichung einer Studie zur Abklärung einer wissenschaftlichen Fragestellung im Rahmen eines bestimmten Krankheitskomplex definiert. Mehrere Tiere wurden dafür untersucht, Methodik und Ergebnisse beschrieben. Ein Fallbericht präsentierte detailliert einen besonderen Fall aus

der klinischen Praxis. Bei beiden Publikationstypen wurden die Indikation und die sonographisch erhobenen Befunde beziehungsweise die Diagnose durch die Sonographie erfasst. Welche Tierart, ob Lama oder Alpaka im Mittelpunkt der Untersuchung stand, wurde zusätzlich erhoben. Weiters wurden Autoren, Titel, Journaltitel, Veröffentlichungsjahr, Land des Erstautors/der Erstautorin dokumentiert. Sofern Informationen über Vorgangsweise (Vorbereitung des Tieres für die sonographische Untersuchung) über verwendetes Equipment vorhanden waren, wurden auch diese dokumentiert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte rein deskriptiv.

4 Ergebnisse

Im Rahmen dieser Literaturrecherche wurden insgesamt 109 Artikel erfasst. In den vergangenen Jahren (etwa ab 2000) wurden tendenziell mehr Publikationen zur Sonographie bei Neuweltkamelen veröffentlicht. Zu beobachten ist, dass es Jahre gibt, in denen keine oder nur wenige Publikationen hinsichtlich des Einsatzes der Sonographie bei Neuweltkamelen veröffentlicht wurden (Abb. 1). Auffällig ist, dass, mit einer Ausnahme, Publikationen aus Europa erst ab dem Jahr 2006 veröffentlicht wurden. Die Publikationen aus den Jahren vor 2006 kommen aus den USA, Kanada und Australien. Die meisten Publikationen stammen aus den USA, gefolgt von der Schweiz, (Herkunftsland des/der Erstautors/Erstautorin). Auch aus Kanada, Großbritannien, Österreich, Deutschland und Australien stammen einige Publikationen. Vereinzelt können Publikationen aus anderen Ländern gefunden werden (Tab. 1).

Tab. 1 Anzahl an Publikationen, die sich mit der Sonographie bei Neuweltkamelen beschäftigen in Abhängigkeit des Herkunftslandes des Erstautors/der Erstautorin

Land	Anzahl des Landes
USA	75
Schweiz	8
Österreich	6
GB	5
Kanada	4
Australien	4
Deutschland	3
Brasilien	1
Spanien	1
Irland	1
Italien	1
Gesamtergebnis	109

In Originalarbeiten werden, wie aus Abb. 2 ersichtlich, meist sowohl Lamas als auch Alpakas untersucht, während in Fallberichten nur einzelne Fälle beschrieben werden und daher auch meist nur eine Tierart untersucht wird. Dabei ist anzumerken, dass die Anwendung der

Sonographie bei Alpakas deutlich öfter als bei Lamas beschrieben ist. Generell zählen Fallberichte zu den am häufigsten recherchierten Publikationstypus (Abb. 2).

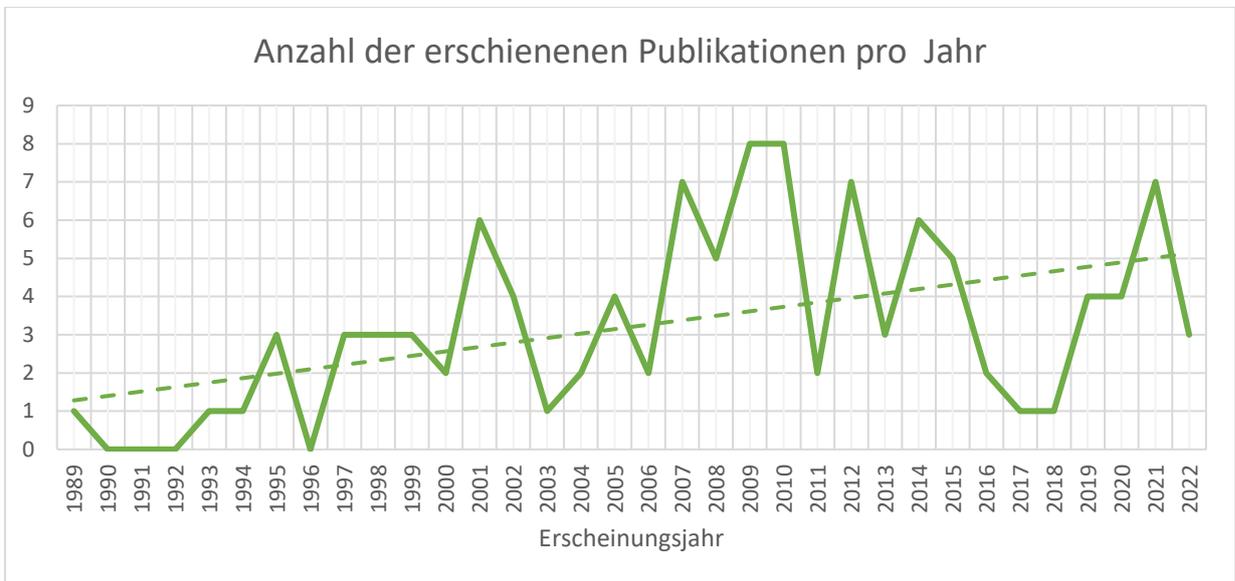


Abb. 1 Anzahl der pro Jahr veröffentlichten wissenschaftlichen Publikationen, im Zeitraum zwischen 1989 und 2022.

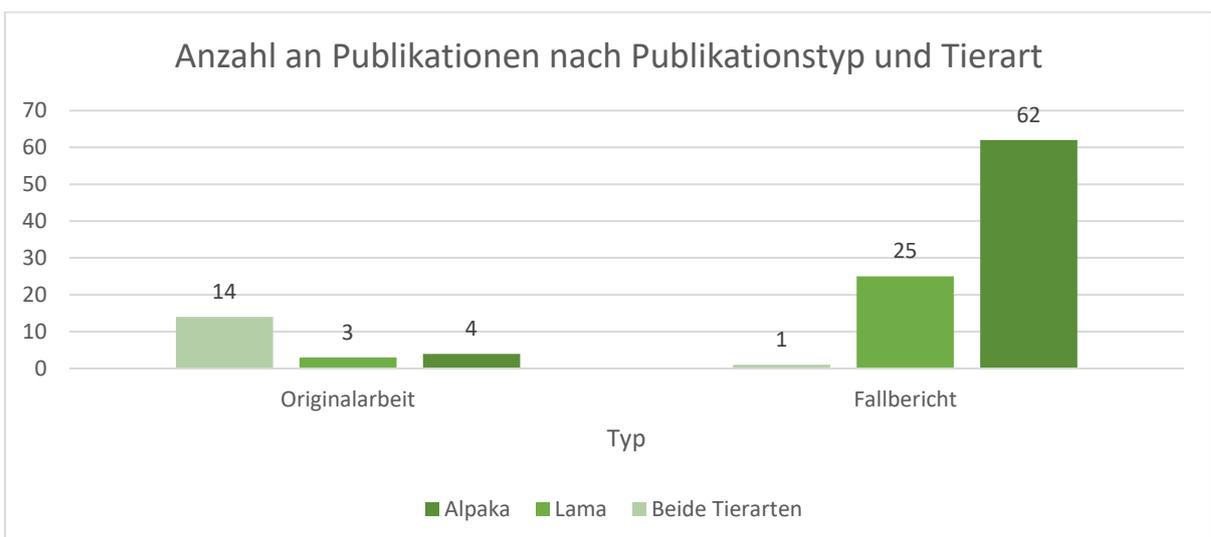


Abb. 2 Anzahl der Publikationen in Abhängigkeit des Publikationstypus und der jeweiligen Tierart

Ein Großteil ($n = 48$) der Publikationen befasste sich mit der sonographischen Untersuchung des Abdomens (Abb. 3). Dabei wurden auch Publikationen berücksichtigt, die sich mit mehr als einer Körperregion befassen, diese wurden allen entsprechenden Körperregionen zugeordnet. Daher ergibt die Summe der Artikel zugeordnet zu den einzelnen Körperregionen mehr als die Gesamtzahl der zur Auswertung gelangten Arbeiten. Am zweithäufigsten wird beschrieben, dass die Sonographie am Thorax angewandt wird, gefolgt vom Harntrakt. In einzelnen Fällen wird die Sonographie bei Fragestellungen, die den Bewegungsapparat oder die Haut beziehungsweise Hautoberfläche betreffen, angewandt. Des Weiteren ist die sonographische Untersuchung des Auges und Nervensystems beschrieben.

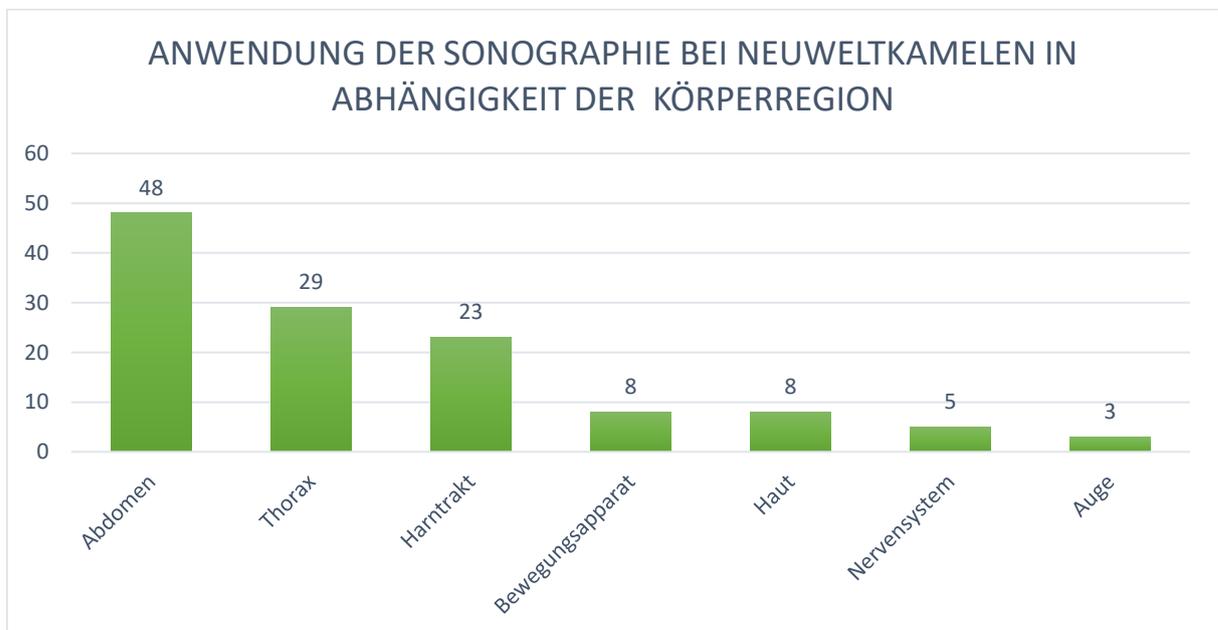


Abb. 3 Anzahl der wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit der Sonographie bei Neuweltkamelen beschäftigen, mit Zuordnung zu den unterschiedlichen Körperregionen

4.1 Abdomen

48 Publikationen, bei welchen es sich entweder um Originalarbeiten (Tab. 2) oder Fallberichte (Tab. 3) handelt, befassten sich mit der Sonographie des Abdomens, dazu zählt neben der sonographischen Untersuchung des Gastrointestinaltraktes auch die Untersuchung der Leber und der Milz. Jedoch finden sich in diesen Veröffentlichungen nur selten Informationen zur

Vorbereitung der Neuweltkamele und zur Methodik der Sonographie. Die Tiere wurden zumeist stehend untersucht (Schwantag und Zanolari 2013, Binici et al. 2021) entweder im Stand fixiert (Tornquist et al. 2001, Cebra et al. 2002, Newman und Anderson 2009) oder am Halfter gehalten (Eibl und Franz 2021) und bei Bedarf zusätzlich sediert. Eine Sedierung ausschließlich zur sonographischen Untersuchung wurde von Cebra et al. (2002) durchgeführt, bei den anderen Arbeiten erfolgte die Sedierung aufgrund einer zusätzlich durchgeführten Punktion bzw. Organbiopsie (Tornquist et al. 2001, Newman und Anderson 2009). Für die Sedierung verwendeten Cebra et al. (2002) Butorphanol in der Dosierung 0,022 mg/kg KGW i. m., Tornquist et al. (2001) nutzten zur Sedierung 1,5 mg/kg KGW Xylazin i. m. und 0,05 mg/kg KGW Butorphanol i. m. für die Durchführung einer Leberbiopsie. Newman und Anderson (2009) sedierten das Tier für eine sonographisch unterstützte Abdominozentese mit 0,04 mg/kg KGW i. m. oder i. v.. Sylla et al. (2020) beschrieben als einzige die Durchführung der Abdomensonographie am liegenden Tier, da dieses festliegend war.

Um eine gute Ankopplung zwischen Schallkopf und Haut zu generieren, wurde das Vlies geschoren (Cebra et al. 2002, Sylla et al. 2020) oder nur gescheitelt und Alkohol als Kontaktmedium verwendet (Eibl und Franz 2021, Hayes et al. 2021). In allen anderen Publikationen, die sich mit der Sonographie des Abdomens beschäftigen, finden sich keine Hinweise zur Vorbereitung des Tieres.

Für die Sonographie des Abdomens wird meist ein 5 MHz Linearschallkopf verwendet (Hewson und Cebra 2001, Cebra et al. 2002, Birgel et al. 2007, Anderson et al. 2018). Die Verwendung eines 3,5 MHz Konvexschallkopfes wird von Boileau et al. (2003) und von Sprake und Gold (2012) beschrieben. Es kommen aber auch Konvexschallköpfe mit der Frequenz von 2,5 MHz (Firshman et al. 2008), 3,5-5 MHz (Klein et al. 2007), 3-8 MHz (Sylla et al. 2020), 4 MHz (Zanolari et al. 2009) und 6,6 MHz zum Einsatz, wobei beim zuletzt genannten der Fokus auf der Darstellung von Milz und Nieren lag (Eibl und Franz 2021). Binici et al. (2021) beschrieben die Anwendung eines, nach Größe des Tieres variierend, Konvex- oder Mikrokonvexschallkopfes mit 5 MHz, zur Darstellung der Leber. Es wird die Verwendung der Geräte *MyLab™ One VET Esaote*, *Esaote AU5* und *MyLab™ 30 Gold Esaote* beschrieben (Klein et al. 2007, Sylla et al. 2020, Eibl und Franz 2021).

Tab. 2 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Abdomens bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Smith JA	Non-infectious diseases, metabolic diseases, toxicities, and neoplastic diseases of south american camelids	1989	Anwendung bei Patienten zur Kontrolluntersuchung abdominaler Organe; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, schmerzhaftes Abdomen	Umfangvermehrung im Bereich der Leber (Plattenepithelkarzinom)
Cebra CK, Garry FB, Powers BE, Johnson LW	Lymphosarcoma in 10 new world camelids	1995	Anwendung bei Patienten mit Lymphosarkom; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Lymphknotenvergrößerung; rektal palpierbare Umfangvermehrung	abdominale Umfangvermehrung
Cebra CK, Cebra ML, Garry FB, Larson RS, Baxter GM	Acute gastrointestinal disease in 27 new world camelids: clinical and surgical findings	1998	retrospektive Studie: Anwendung bei Patienten mit Koliksymptomen	erweiterte Dünndarmlumina
Tornquist SJ, Cebra CK, Robert J. Van Saun, Smith BB, Mattoon JS	Metabolic changes and induction of hepatic lipidosis during feed restriction in llamas	2001	Auswirkung einer Futterreduktion auf die Entstehung einer hepatischen Lipidose	ultraschallgestützte Leberbiopsie
Cebra CK, Waltrous BJ, Cebra ML	Transabdominal ultrasonographic appearance of the gastrointestinal viscera of healthy llamas and alpacas	2002	sonographische physiologische Darstellung abdominaler Organe	Beschreibung des physiologischen Sonogramms von C1, C3 und Darmkonvolut inkl. Abmessungen

Sullivan EK, Callan RJ, Holt TN, Van Metre DC	Trichophytobezoar duodenal obstruction in new world camelids	2005	retrospektive Studie: Anwendung bei Patienten mit diagnostizierter Duodenalobstruktion bedingt durch ein Trichophytobezoar	massive Distension des C1
Lyashchenko KP, Greenwald R, Esfandiari J, Meylan M, Hengrave Burri I, Zanolari P	Antibody responses in new world camelids with tuberculosis caused by <i>Mycobacterium microti</i>	2007	Tiere einer Herde mit bestätigter <i>Mycobacterium microti</i> Infektion	knötchenartige Veränderungen in der Leber
Firshman A, Wunschmann A, Cebra CK, Bildfell R, McClanahan SL, Valentine BA, McKenzie E, Waitt L, Margiocco M, Sisson DD	Thrombotic endocarditis in 10 alpacas	2008	Anwendung der abdominalen Sonographie bei Patienten mit Endokarditis; klinisches Leitsymptom: umfangsvermehrtes Abdomen	Aszites, Hepatomegalie, Herzventrikelveränderungen
Zanolari P, Robert N, Lyashchenko KP, Pfyffer GE, Greenwald R, Esfandiari J, Meylan M	Tuberculosis caused by <i>Mycobacterium microti</i> in south american camelids	2009	Patienten mit <i>Mycobacterium microti</i> Infektion; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Lymphknotenvergrößerung (mediastinale-, Leberlymphknoten)
García-Bocanegra I, Barranco I, Rodríguez-Gomez IM, Perez B, Gomez-Laguna J, Rodríguez S, Ruiz-Villamayor E, Perea A	Tuberculosis in alpacas (<i>Lama pacos</i>) caused by <i>Mycobacterium bovis</i>	2010	Patienten mit <i>Mycobacterium bovis</i> Infektion; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Veränderung des Leber- und Milzparenchyms, Herzmuskelveränderung

Martin JM, Valentine BA, Cebra CK	Clinical, ultrasonographic, and laboratory findings in 12 llamas and 12 alpacas with malignant round cell tumours	2010	Anwendung der Sonographie bei Patienten mit Rundzelltumor; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Schwäche	Hepatomegalie, ultraschallgestützte Biopsie
Hilbe M, Robert N, Pospischil A, Gerspach C	Pulmonary arterial lesions in new world camelids in association with <i>Dicrocoelium dendriticum</i> and <i>Fasciola hepatica</i> infection	2015	Anwendung der Sonographie bei Patienten mit Leberegelkrankung (<i>Dicrocoelium dendriticum</i> , <i>Fasciola hepatica</i>)	Aszites
Binici C, Baron von König U, Weber J	Diagnostik von Lebererkrankungen beim Wiederkäuer und Kameliden unter besonderer Berücksichtigung der sonographischen Untersuchung	2021	Beurteilung der sonographischen Lebermorphologie und pathologische Befunde	Leberabszess, Hepatomegalie, Leberzirrhose, Hepatitis, Zyste, Neoplasie, Stauungsleber
Eibl C, Franz S	Ultrasonography of kidney and spleen in clinically healthy llamas and alpacas	2021	sonographische physiologische Darstellung von Niere und Milz	Beschreibung der Methodik und des physiologischen Sonogramms von Niere und Milz inklusive Abmessungen

Tab. 3 Auflistung der Fallberichte die sich mit der Sonographie im Bereich des Abdomens beschäftigen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Coulton MA, Dart AJ, McClintock SA, Hodgson DR	Sporodesmin toxicosis in an alpaca	1997	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, abdominale Umfangsvermehrung, Fieber, wenig Kot	dilatierte Dünndarmschlingen, Aszites; Leberbiopsie – Diagnose einer Sporodesmin Toxikose
Costarella CE, Anderson DE	Ileoceocolic intussusception in a one-month-old llama	1999	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik; rektal palpierbare Umfangsvermehrung	dilatierte Dünndarmschlingen aufgrund einer Invagination
Bickers RJ, Templer A, Cebra CK, Kaneps AJ	Diagnosis and treatment of torsion of the spiral colon in an alpaca	2000	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik; rektal palpierbare aufgegaste Darmschlingen	Aszites
Van Saun RJ, Callihan BR, Tornquist SJ	Nutritional support for treatment of hepatic lipidosis in a llama	2000	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Festliegen, Anorexie	ultraschallgestützte Leberbiopsie
Hewson J, Cebra CK	Peritonitis in a llama caused by <i>Streptococcus equi</i> subsp. <i>zooepidemicus</i>	2001	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	Aszites
Ivany JM, Anderson DE	Propylene glycol toxicosis in a llama	2001	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Abdomen sonographisch unauffällig

Ivany JM, Anderson DE, Birchard SJ, Mattoon JR, Neubert BG	Portosystemic shunt in an alpaca	2002	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, chronischer Durchfall	portosystemischer Shunt
Boileau MJ, Streeter RN, Step DL, Washburn KE	Colocolic intussusception in a 12-year-old llama	2003	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik, Schwäche, Festliegen	dilatierte Darmschlingen, Aszites, Umfangsvermehrung im kaudalen Abdomen
Sartin EA, Crowe DR, Whitley EM, Treat Jr. RE, Purdy SR, Belknap EB	Malignant neoplasia in four alpacas	2004	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Speicheln, Dyspnoe, Abmagerung, Festliegen	Aszites
Smith JJ, Dallap BL	Splenic torsion in an alpaca	2005	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	verändertes Milzparenchym
Middleton JR, Chigerwe M, Fine DM, Turk JR, Lattimer JC	Pulmonary hypertension and right-sided heart failure in an adult llama with hepatic disease	2006	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Fressunlust	Leberparenchymveränderung, Aszites
Birgel Jr. EH, dos Santos MC, de Arruda Camara Ramos J, Pogliani FC, Birgel DB, Libera AM, Gregory L, de Araujo WP, Benesi FJ	Secondary hepatogenous photosensitization in a llama (<i>Lama paco</i>) bred in the state of São Paulo, Brazil	2007	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Fressunlust, Abmagerung	verdickte Gallengänge

Johnson AL, Stewart JE, Perkins GA	Diagnosis and treatment of <i>Eimeria macusaniensis</i> in an adult alpaca with signs of colic	2007	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	verdickte Darmwand, und kollabiertes Darmlumen
Klein D, Hassan J, Fuchs-Baumgartner A, Baumgartner W	Ösophagusdilatation bei einem Lama	2007	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Aszites, Lumenerweiterung des Ösophagus im Bereich Übergang zervikaler in thorakalen Bereich
Braun U, Previtali M, Gautschi A, Forster E, Steininger K, Irmer M, Reichle S, Sydler T, Wiederkehr D, Ruetten M, Hoelzle L	Sonographic findings in an alpaca with <i>Mycobacterium kansasii</i> infection	2009	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Schwäche	Leberparenchymveränderung, ultraschallgestützte Leberbiopsie
Fecteau ME, Ross J, Tennent-Brown BS, Habecker P, Sreevatsan S, Sweeney RW, Whitlock RH	<i>Mycobacterium avium</i> ssp. <i>paratuberculosis</i> high shedding in an adult female alpaca, and its implications for the rest of the herd	2009	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Durchfall	Abdomen sonographisch unauffällig
Jones M, Miesner M, Grondin T	Outbreak of <i>Streptococcus equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i> polyserositis in an alpaca herd	2009	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Festliegen	Aszites, Peritonitis (Fibrin)
Lascola K, Vandis M, Bain P, Bedenice D	Concurrent infection with <i>Anaplasma phagocytophilum</i> and <i>Mycoplasma haemolamae</i> in a young alpaca	2009	sonographische Untersuchung abdominalen Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	hypomotiler Dünndarm, Darmlumenerweiterung

Amory JT, Jones EC, Crisman MV, Zimmerman K, Tyson III AR, Larson MM, Saunders GK, O'Rourke LG	Imaging diagnosis – dorsal mediastinal T-cell lymphoma in an alpaca	2010	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Fieber, Schwäche	Leberparenchymveränderung (Mineralisation), Lymphknotenvergrößerung (intraabdominal)
O'Brien T, Semrad S, Serena A	Multiple congenital anomalies in an alpaca cria (<i>Vicugna pacos</i>)	2010	Umfangsvermehrung im Bereich der Inguinalregion	<i>Hernia inguinalis</i> mit Dünndarm als Bruchinhalt
Foster DM, Chinnadurai SK, Nutt J, Pandiri A, Linder KE, Alleya ML, Smith GW	Congenital peritoneopericardial diaphragmatic hernia in an alpaca	2011	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	Aszites
Klein D, Prosl H, Thaller D, Floeck M	Diagnosis of a <i>Dicrocoelium dendriticum</i> infection in new world camelids: a case report	2012	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Festliegen, Schwäche	kalzifizierte Gallengänge, Aszites
Sprake P, Gold JR	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> liver abscess in a mature alpaca (<i>Lama pacos</i>)	2012	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, umfangsvermehrtes Abdomen	Aszites, Peritonitis, Hepatomegalie mit Zubildung im kranialen Leberbereich
Tinkler SH, Firshman AM, Sharkey LC	Premature parturition, edema, and ascites in an alpaca infected with <i>Anaplasma phagocytophilum</i>	2012	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Fieber, Fressunlust, umfangsvermehrtes Abdomen	Aszites

Ziegler J, Parish S, Snekvik K, Barrington GM	Traumatic gastroperitonitis (hardware disease) in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2013	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Kolik	dilatierte Dünndarmschlingen, Distension des C1
Jarvinen JAC, Whitley EM, Kreuder AJ, Schleining JA	Identification of <i>Lamanema chavezii</i> becklund 1963 infection in a llama (<i>Lama glama</i>) in the United States	2014	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Abmagerung, Fressunlust	Leberparenchymveränderung
Pucket JD, Boileau MJ, Ja M, Sula M	Calcific band keratopathy in an alpaca	2014	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Abmagerung	Abdomen sonographisch unauffällig
Rodvold R, Mendez-Angulo JL, Firschmann AM, Malone E, Nicholson A	Large intra-abdominal abscess treatment by marsupialization in 2 alpacas	2014	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Abmagerung, umfangsvermehrtes Abdomen	abdominaler Abszess, ultraschallgestützte Biopsie der Umfangsvermehrung
Sorensen NJ, Allison RW	What is your diagnosis? abdominal fluid from an adult alpaca	2015	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, umfangsvermehrtes Abdomen	abdominale Umfangsvermehrung
Dela Cruz Jr. FN, Li L, Delwart E, Pesavento PA	A novel pulmonary polyomavirus in alpacas (<i>Vicugna pacos</i>)	2016	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Schwäche	Aszites, Hepatomegalie

Anderson DE, DiCarlo C, Whitlock BK	Sudden death following dystocia and peritoneal contamination with a polyethylene polymer-based obstetrical lubricant in an alpaca	2018	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Muskelzittern nach Schweregeburt	Aszites
Sylla L, Crociati M, Caivano D, Petrescu VF, Pisello L, Stelletta C	A case of epiploic foramen entrapment of jejunal intestinal tract in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) cria	2020	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	dilatierte Dünndarmschlingen
Hayes CJ, O'Brien PJ, Wolfe A, Hoey S, Chandler C, Rhodes V, Carty CI, Piras IM, Ryan EG	Acute fasciolosis in an alpaca: a case report	2021	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	Umfangvermehrung in Verbindung mit Leber, ultraschallgestützte Biopsie - Hepatitis
Womble M, Schreeg ME, Hoch A, de Souza Meira Jr. EB, Foster D, Premanandan C	Concurrent clostridial enteritis and oviductal adenocarcinoma with carcinomatosis in an adult alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2021	sonographische Untersuchung abdominaler Organe hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	hypomotiler Darm, Hepatomegalie

Die Sonographie des Abdomens wird von transkutan beschrieben (Boileau et al. 2003, Smith und Dallap 2005, Johnson et al. 2007), dabei wird von ventral ab dem *Xiphoid* bis zum Becken geschallt (Cebra et al. 2002, Schwantag und Zanolari 2013, Anderson et al. 2018) sowie beidseits in der *Fossa paralumbalis* (Cebra et al. 1998a, Bickers et al. 2000, Foster et al. 2011).

4.1.1 Gastrointestinaltrakt

Manche Publikationen hatten das Ziel, die Untersuchung des Gastrointestinaltraktes mit der Sonographie an gesunden Tieren zu beschreiben (Cebra et al. 2002, Sullivan et al. 2005, Stieger-Vanegas und Cebra 2013). Eine gute Beschreibung zum Vorgehen und zu physiologischen Ergebnissen bei der sonographischen Untersuchung des Gastrointestinaltraktes von gesunden Neuweltkamelen beschrieben Cebra et al. (2002). Bei jedem Organ wurden Lumen, Wanddicke und die genaue Lage in Bezug auf fixe anatomische Orientierungspunkte im Körper evaluiert (Cebra et al. 2002).

Das erste Magenkompartiment (C1) erstreckte sich fast über die gesamte linke Seite des Abdomens bis über die ventrale Mediane nach rechts, wobei das C1 beim Alpaka bis zu 12 cm und beim Lama nur bis zu 9 cm rechts der Medianen gefunden werden konnte. Die glatte Wand des C1 wurde von der *Pilla transversalis*, die kranial des Nabels verläuft, unterbrochen. Kaudal davon lag der kaudale *Sacculus*. Der *Sacculus* lag kaudal des Xiphoids nahe an der Leber. Diese beiden *Sacculi* wiesen ebenfalls keine Glattwandigkeit auf und stellten sich hyperechogen halbkreisförmig, von der ventralen Wand weggewandt, dar. Während der Kontraktionszyklen des C1 zogen sich einzelne *Sacculi* zusammen und konnten nicht mehr von der Sonographie erfasst werden. Inhalt und Größe des C1 konnten sonographisch nicht dargestellt werden (Cebra et al. 2002). Das zweite Kompartiment (C2) war sonographisch nicht darstellbar. In dem Bereich zwischen C1 und dem dritten Magenkompartiment (C3) waren freie Flüssigkeit, ein Teil der Leber, Teile des Omentums oder Darmschlingen zu finden. Direkt rechts des C1 lag, der Bauchwand angrenzend, das C3, das je nach Größe des C1 näher an der Medianen oder noch weiter rechts liegt. Am besten darstellbar war das C3 für eine Länge von 20-30 cm zwischen der letzten Rippe und dem Nabel. Am kaudalen Ende erschien die Wand des C3 oft dicker, der Durchmesser unterschied sich zwischen den beiden Enden aber nur wenig (Cebra et al. 2002). Der Mageninhalt des C3 war im Vergleich zum C1 darstellbar und im Vergleich zu den angrenzenden Darmteilen hypoechogen.

Dünndarmschlingen und der proximale Teil des *Colon ascendens* waren vor allem ventral in der paralumbalen Region rechts zu sehen, selten auch kaudal des C1 und ventral zwischen C1 und C3. In der Region rechts parakostal konnte zwischen dem C3 und dem proximalen Teil des *Colon ascendens* freie Flüssigkeit festgestellt werden (Cebra et al. 2002). Die Dünndarmschlingen und die Kolonscheibe konnten vor allem im kaudalen Abdomen dargestellt werden. Darmteile zu unterscheiden, erwies sich als schwierig, da zwischen Lumen und Wand kaum Kontrast war. Das Duodenum wurde aufgrund seiner Lage im neunten und zehnten IKR identifiziert, durch Kontraktionen verringerte sich der Durchmesser in regelmäßigen Abständen. Der Inhalt des Duodenums zeigte sich flüssig und hypoechogen (Cebra et al. 2002).

Die im Rahmen dieser Diplomarbeit recherchierten Fallberichte zeigten verschiedene Anwendungsgebiete der sonographischen Untersuchung des Abdomens bei Patienten mit Verdacht auf eine abdominale Erkrankung (Fecteau et al. 2009, Lascola et al. 2009). Am häufigsten wurde die Sonographie des Gastrointestinaltraktes aufgrund von unspezifischen klinischen Symptomen, wie beispielsweise schmerzhaftes Abdomen (Kolik), umfangsvermehrtes Abdomen, Durchfall, Anorexie, sowie Apathie durchgeführt (Hewson und Cebra 2001, Sorensen und Allison 2015, Womble et al. 2021). Zu den in der Sonographie gestellten Diagnosen gehörten Aszites (n = 13), dilatierte Darmschlingen (n = 5) und Umfangsvermehrungen (n = 5), wie neoplastische Veränderungen (n = 1) oder Abszesse (n = 1) (Cebra et al. 1995, Costarella und Anderson 1999, Hewson und Cebra 2001, Boileau et al. 2003).

Newman und Anderson (2009) beschrieben in einer Literaturrecherche, wie wichtig die Sonographie bei gastrointestinalen Erkrankungen für das weitere diagnostische Vorgehen und die Behandlung ist. Pathologische Veränderungen wie Aszites, verdickte Darmwände im Falle von Enteritiden, abschnittsweise dünnere Wände bei ulzerativer Gastroenteritis, Größenänderungen von Darmlumina bei einer Ileussympomatik (z. B. Dilatation von Darmschlingen, leere Darmschlingen) können mit der Sonographie gut diagnostiziert werden (Newman und Anderson 2009). Zwei Literaturstellen beschrieben die Sonographie als unzureichendes Hilfsmittel zur Abklärung gastrointestinaler Erkrankungen, deshalb wurde zusätzlich die Computertomographie angewandt (Van Hoogmoed et al. 1998, Stieger-Vanegas und Cebra 2013).

In mehreren Fallberichten wurde die sonographische Untersuchung als ergänzendes diagnostisches Verfahren eingesetzt, um pathologische Befunde abdominaler Organe oder der Bauchhöhle zu detektieren oder auszuschließen. Auf die Methodik selbst wurde aber nicht näher eingegangen (Aubry et al. 2000, Jones et al. 2009, Pucket et al. 2014, Anderson et al. 2018).

Bei einem Lama, das mit Abmagerung und Erbrechen vorgestellt wurde, wurde aufgrund von einer wenig aussagekräftigen klinischen Untersuchung eine Sonographie zur Untersuchung abdominaler Organe durchgeführt. Das Abdomen, die Leber und das Herz waren sonographisch großteils unauffällig, aber am thorakalen Übergang war der Ösophagus erweitert darstellbar. Es konnte ein dilatierter Ösophagus im zervikalen Bereich dargestellt werden. Die sonographisch gestellte Diagnose „Ösophagusdilatation“ konnte im Röntgen bestätigt werden (Klein et al. 2007).

Bei einem Lama und vier Alpakas wurde eine Sonographie des Abdomens aufgrund eines umfangsvermehrten Abdomens durchgeführt, zusätzlich waren die Tiere zum Teil apathisch, anorektisch und festliegend. Bei dem Lama konnte in der klinischen Untersuchung keine Vormagenperistaltik festgestellt werden, eines der Alpakas fiel zusätzlich mit fehlendem Kotabsatz auf (Hewson und Cebra 2001, Sartin et al. 2004, Tinkler et al. 2012). In der Sonographie konnte bei den Tieren ein Aszites unterschiedlicher Ursache (Neoplasie, Anaplasmeninfektion, Peritonitis im Rahmen einer *Streptococcus equi* spp. *zooepidemicus* Infektion, Abszessbildung) festgestellt werden, die abdominale Flüssigkeit war, sofern diese weiter beschrieben wurde, unterschiedlich echogen (Hewson und Cebra 2001, Sartin et al. 2004, Jones et al. 2009, Foster et al. 2011, Klein et al. 2012, Sprake und Gold 2012, Tinkler et al. 2012).

Da bei einem Alpaka Flüssigkeit im Abdomen vermutet wurde, wurde eine Sonographie durchgeführt, dort stellte sich jedoch eine große abdominale Masse dar, diese wurde aber nicht weiter beschrieben (Sorensen und Allison 2015).

In einer retrospektiven Studie sollte ermittelt werden, ob Neoplasien auch zuverlässig in der Sonographie darstellbar waren. Bei einem Neuweltkamel konnten die Neoplasien in der Sonographie im Gastrointestinaltrakt nicht festgestellt werden (Martin et al. 2010). Aber in den

anderen Fällen konnten mithilfe der Sonographie und einer weiteren unterstützenden Untersuchung Rundzelltumore diagnostiziert werden (Martin et al. 2010). Bei einem Alpaka mit Lymphosarkom zeigten sich abdominale Massen, die auch rektal palpabel waren, heterogen in der Sonographie (Cebra et al. 1995).

Aufgrund einer im Röntgen darstellbaren Masse im Abdomen, die aber nicht weiter beschrieben werden konnte, war bei zwei Alpakas eine Sonographie indiziert (Rodvold et al. 2014). Durch die Masse wurde ein Großteil der Organe verlagert oder überschattet. In einem Fall wurde unter sonographischer Kontrolle eine Fein-Nadel-Aspiration (FNA) der Umfangsvermehrung genommen, die bakteriologisch untersucht wurde, wobei *Streptococcus equi* spp. *zooepidemicus* nachgewiesen werden konnte (Rodvold et al. 2014). Eines der Tiere wurde später aufgrund des Verdachts einer Abdominalhernie erneut vorgestellt. Mithilfe der Sonographie wurde die Verdachtsdiagnose bestätigt (Rodvold et al. 2014).

Bei einem anderen Alpaka konnte in einer kleinen gut abgrenzbaren Umfangsvermehrung am kaudoventralen Abdomen mithilfe der Sonographie motiler Dünndarm dargestellt werden und somit eine *Hernia inguinalis* diagnostiziert werden (O'Brien et al. 2010). Die Verdachtsdiagnose abdominaler Hernien kann bereits in der klinischen Untersuchung gestellt werden, aber die Sonographie ist hilfreich, um den Bruchinhalt zu bestimmen, ob sich Teile des Darms im Bruchsack befinden und somit zu entscheiden, wie therapeutisch vorgegangen werden soll (Smith 1989).

Häufig wird die Sonographie bei Neuweltkamelen, die mit Symptomen einer Kolik vorgestellt werden, durchgeführt. Zusätzlich zeigten diese Tiere auch Inappetenz, Apathie, Durchfall und Anorexie (Johnson et al. 2007, Foster et al. 2011, Sylla et al. 2020). Bei zwei Tieren war in der klinischen Untersuchung die Darmperistaltik vermindert, auffällig waren bei einem davon rektal fühlbare aufgegaste Darmschlingen. In diesem Fall waren in der Sonographie gas- und flüssigkeitsgefüllte Darmschlingen mit teilweise verdickten Darmwänden zu sehen. Außerdem war freie anechogene Flüssigkeit und eine hyperechogene 4 x 5 cm große Struktur im kaudalen Abdomen darstellbar (Boileau et al. 2003). Bei einem festliegenden Lama waren mit der Sonographie im Abdomen vergrößerte, mit Flüssigkeit und Gas gefüllte, Darmschlingen darstellbar, sowie eine gut abgegrenzte hyperechogene Struktur im Bereich des Dünndarms, die als Invagination erkannt wurde. Die Sonographie war somit relevant für die rechtzeitige

Diagnose und somit Entscheidungshilfe für eine chirurgische Intervention (Costarella und Anderson 1999). Nachdem bei der rektalen Palpation eines Alpakas aufgegaste Darmschlingen vermutet wurden, konnte in der sonographischen Untersuchung zusätzlich ein Aszites festgestellt werden. Im Rahmen einer sonographisch kontrollierten Abdominozentese wurde intraabdominelle Flüssigkeit gewonnen und labordiagnostisch untersucht (Bickers et al. 2000). Die Abdominozentese sollte lateral oder medial des C3 durchgeführt werden, mithilfe der Sonographie wird die am besten geeignete Stelle bestimmt (Newman und Anderson 2009). Eine sonographisch erkennbare verminderte Darmperistaltik und aufgegaste Darmschlingen beschrieben auch Foster et al. (2011) und Lascola et al. (2009). Der Darmdurchmesser betrug zwischen 1,99-2,31 cm und 1,4-1,8 cm (Referenzwerte 1,2-1,6 cm) (Cebra et al. 1998a, Lascola et al. 2009). Ein anderes Alpaka zeigte ebenso sonographisch sichtbare aufgegaste Dünndarmschlingen (Cebra et al. 1998a). Es wurden bei einem anderen Tier dilatierte flüssigkeitsgefüllte Dünndarmschlingen und drei Tage später im C3 vermehrt Flüssigkeit gefunden, wobei die Motilität normal war (Sylla et al. 2020).

Bei Neuweltkamelen, die für eine Studie über Trichophytobezoare, unter anderem sonographisch untersucht wurden, war in der Sonographie zwar das C1 vergrößert, aber die – in der Pathologie festgestellten – dilatierten Dünndarmschlingen und die freie Flüssigkeit konnten in der Sonographie nicht dargestellt werden (Sullivan et al. 2005).

Im Gegensatz dazu beschrieben Johnson et al. (2007) ein zu enges Darmlumen mit verdickten Wänden, das auf einen Eimerienbefall hinweisen konnte.

4.1.2 Milz

Im Bereich der Sonographie der Milz konnten drei Publikationen gefunden werden. Eine Beschreibung der Milz und ihrer physiologischen sonographischen Darstellung sowie der Methodik veröffentlichten Eibl und Franz (2021). Die Milz wurde ventral des dritten bis siebten *Processus transversus* der Lendenwirbelsäule dargestellt. Kranial davon befand sich das C1, kaudal der kraniale Pol der linken Niere. Das Milzparenchym zeigte sich homogen mit Blutgefäßen, die sich anechogen darstellten. Um die – in der sagittalen Darstellung – L-förmige Milz war die dünne hyperechogene Kapsel zu sehen. Normwerte zur Milzbreite wurden in Lamas sowie in Alpakas erhoben (Eibl und Franz 2021).

Bei einem Alpaka mit dem Verdacht einer Uterustorsion wurde das gesamte Abdomen sonographisch untersucht. Am auffälligsten war bei diesem Tier die Veränderung der Milz. Diese zeigte ein inhomogenes Echomuster sowie wie einen unregelmäßig geformten Milzrand. Es wurde beschrieben, dass die Milz bei einer Milztorsion in der Sonographie normal oder hypo- bis anechogen war oder auch lineare Artefakte aufwies (Smith und Dallap 2005).

Als Zufallsbefund beschrieben Hamir et al. (2000) thrombotische Veränderungen in den Milzgefäßen, deren klinische Relevanz bis dato nicht geklärt ist.

4.1.3 Leber

Insgesamt wurden 21 Publikationen dem Thema der Sonographie der Leber zugeordnet, in welchen die Verwendung von Linear- oder Konvexschallköpfen mit Frequenzen zwischen 2,5 und 5 MHz beschrieben wurde (Birgel et al. 2007, Firshman et al. 2008, Sprake und Gold 2012). Die detaillierteste Beschreibung zur Darstellung der Leber brachten Binici et al. (2021), es wird im sechsten IKR begonnen und jeder IKR im Verlauf von dorsal nach ventral sonographisch untersucht, dabei wird der Schallkopf immer nach kaudal und kranial gekippt. Die Leber lag kaudoventral am C3 und dem proximalen Duodenum im zehnten bis elften IKR und ventral im achten bis neunten IKR angrenzend an das C1. Das Lebergewebe war homoechogen und je nach Lokalisation von unterschiedlicher Dicke, zu den Rändern hin dünner werdend und wichtige vaskuläre Strukturen lagen sehr oberflächlich. Die *Vena (V.) cava caudalis* und *V. portae* stellten sich bei Neuweltkamelen mit doppelter hypoechogener Wand dar (Binici et al. 2021). Hayes et al. (2021) untersuchten bei einem Alpaka die Leber sonographisch im neunten bis elften IKR, von dorsal bis ventral, bis das C3 sichtbar wurde (Hayes et al. 2021). Die Autoren gaben an, dass die Leber sich physiologischer Weise nur innerhalb der Rippenbögen darstellen lassen sollte (Hayes et al. 2021). Für die Darstellung der Leber eines Lamas wurde der zehnte bis elfte IKR geschallt (Birgel et al. 2007). Braun et al. (2009) wiesen darauf hin, dass die Leber von der rechten Seite im Rippenbereich am besten darstellbar ist. Zanolari et al. (2009) beschrieben die Darstellung der Leber rechts in den IKR acht bis zwölf sowie von der *Fossa paralumbalis* aus. Die Gallenblase ist bei Neuweltkamelen nicht ausgebildet (Binici et al. 2021).

Die Leber wurde meist nach Intoxikationen oder bei unspezifischen klinischen Symptomen, wie Anorexie und Apathie sonographisch untersucht (Birgel et al. 2007, Jarvinen et al. 2014).

Aufgrund von veränderten Blutwerten, Durchfall und Anorexie wurde die Leber bei einem Alpaka-Cria untersucht, dabei wurden allerdings die typischen Veränderungen des portosystemischen Shunts, der in der pathologischen Untersuchung diagnostiziert wurde, nicht dargestellt (Ivany et al. 2002).

Bei einem Lama mit hepatogener Photosensibilität sollte zur weiteren Abklärung die Leber geschallt werden, diese wies eine Größe von 10-11 cm x 6,5-7,5 cm auf. Über das gesamte Leberparenchym verteilt befanden sich kleine hyperechogene punktförmige Strukturen, die auf eine Stauungsleber hinweisen und im Zusammenhang mit verdickten Gallengängen standen. Der ventrale Winkel der Leber betrug 46°-49°, die Durchmesser der *V. portae* und *V. cava caudalis* waren 0,9-1,1 cm und 1,2-1,9 cm (Birgel et al. 2007).

Einige Publikationen berichten von verändertem Leberparenchym, welches sonographisch dargestellt werden konnte. Bei acht Lamas mit Tuberkulose waren multifokale hyperechogene Strukturen diffus im Leberparenchym verteilt. Einige Tiere zeigten zusätzlich noch einen Aszites, weitere sonographisch pathologische Befunde den Gastrointestinaltrakt betreffend, konnten nicht erhoben werden. Die Darstellung der Strukturen wies auf Tuberkulose hin, diese konnte aber erst in fortgeschrittenen Stadien eindeutig diagnostiziert werden (Zanolari et al. 2009). Bei einem Alpaka mit einer *Mycobacterium kansasii*-Infektion konnten in der Leber multiple hyperechogene, zirka 1-3 cm große Stellen mit unregelmäßiger Oberfläche dargestellt werden. Die Läsionen waren rund bis sichelförmig, bei größeren gab es eine distale Schallauslöschung (Braun et al. 2009). Bei einer Infektion mit *Mycobacterium microti* waren in der Leber und den *Lymphonoduli (Lnn.) mesenterici* zwiebelartige Knoten darstellbar (Lyashchenko et al. 2007).

Ein Lama mit Anorexie und schmerzhaften Abdomen hatte eine sichtbare Umfangsvermehrung im Bereich des kranioventralen Abdomens auf der rechten Seite. Diese wurde sonographisch untersucht, dabei wurde neben einem Aszites eine intraabdominale Umfangsvermehrung mit Verbindung zur Leber festgestellt. Die Diagnose Plattenepithelkarzinom konnte allerdings erst

bei einer pathohistologischen Untersuchung der Umfangsvermehrung im Rahmen einer Sektion gestellt werden (Smith 1989).

Aufgrund von Koliksymptomen wurde bei einem Alpaka das Abdomen sonographisch untersucht. Neben verringerter Motilität der Dünndarmschlingen war die Leber hochgradig verändert. Von der Leber ausgehend lag eine heteroechogene Struktur, die bis hinter die Rippen zog (Hayes et al. 2021). Das Tier wurde aufgrund des schlechter werdenden Allgemeinzustands euthanasiert, auch in der Sektion waren die Veränderungen der Leber feststellbar, außerdem wurden Hinweise auf einen Parasitenbefall gefunden (Hayes et al. 2021).

Bei der Sonographie eines Lamas, das aufgrund von Abmagerung und Apathie vorgestellt wurde, waren im Leberparenchym kleine, hyperechogene Stellen darstellbar. Diese Lebergranulome waren in diesem Fall ein Hinweis auf einen Parasitenbefall (Jarvinen et al. 2014). Bei festliegenden Lamas mit Anorexie war die Leber hypoechogen mit einigen hyperechogenen Stellen mit distaler Schallauslöschung (Van Saun et al. 2000). In der Leber waren kleine diffus verteilte Stellen mit distaler Schallauslöschung (Mineralisation) sichtbar. Vergrößerte Lymphknoten wurden kaudal der Leber, lateral der *V. portae* und medial des C3 gefunden. Dennoch konnte mithilfe der Sonographie keine Diagnose gestellt werden (Amory et al. 2010).

Bei sechs Lamas wurde eine Sonographie des Abdomens und des Thorax durchgeführt. Bei drei Tieren war vermehrt freie Pleural- und Peritonealflüssigkeit zu sehen, bei zwei von diesen zusätzlich eine Perikarditis. Das war sonographisch unauffällig oder zeigte ein inhomogenes Echomuster mit echogenen Gallengängen. Die Diagnose waren kalzifizierte Gallengänge bei fünf der Lamas, die bei zwei davon hochgradig war, da sich bei diesen Tieren eine distale Schallauslöschung zeigte. Bei all diesen Tieren konnte durch weitere zusätzliche Untersuchungsverfahren (Koprokopie) eine Dicrocoeliose diagnostiziert werden (Klein et al. 2012).

Die Leber von Neuweltkamelen mit Herzproblematiken zeigte sich in der Sonographie hyperechogen, was auf eine Leberfibrose hindeutete, oder vergrößert (Middleton et al. 2006, Firshman et al. 2008).

Bei einem Alpaka mit Apathie und Anorexie wurde im Abdomen durch die Sonographie ein Aszites und eine Hepatomegalie festgestellt, aber keine weiteren Informationen zur Sonographie erwähnt (Dela Cruz et al. 2016).

Wegen der oberflächlich liegenden Gefäße sollte eine Leberbiopsie nur unter sonographischer Kontrolle durchgeführt werden. Dazu wurde das Vlies geschoren, das Alpaka wurde dafür auch sediert (Tornquist et al. 2001, Binici et al. 2021, Hayes et al. 2021). Als Indikationen für Leberbiopsien wurden in der Literatur Umfangsvermehrungen an der Leber Strukturveränderungen der Leber, hepatische Lipidose oder Hepatomegalie genannt (Van Saun et al. 2000, Tornquist et al. 2001, Braun et al. 2009, Martin et al. 2010, Sprake und Gold 2012).

4.2 Harntrakt

In insgesamt 23 Publikationen zum Thema der Sonographie des Harntraktes bei Neuweltkamelen (Tab. 4, Tab. 5) wurde in den wenigsten auf die Vorbereitung des Patienten eingegangen. Beschrieben wurde, dass bei einem Lama die Sonographie unter Vollnarkose (Xylazin 0,3 mg/kg KGW und Ketamin 5 mg/kg KGW) durchgeführt wurde, da diese für andere weiterführende Untersuchungen notwendig war (Roth und Ganter 2007). Einmal wurde die Sedierung eines Lamas mit Xylazin 0,4 mg/kg KGW i. m. und Butorphanol 0,7 mg/kg KGW i. m. für die Untersuchung der Nieren und der Harnblase erwähnt (Van Hoogmoed et al. 1997). Für die sonographische Untersuchung der Nieren wurden die Tiere bei Eibl und Franz (2021) nicht sediert, sondern nur manuell fixiert. In dieser Originalarbeit wurde außerdem die Vorbereitung des Patienten für die Sonographie beschrieben. Für eine gute sonographische Darstellung der Nieren ist es ausreichend, das Vlies zu scheiteln und als Kontaktmedium zwischen Haut und Schallkopf Alkohol zu verwenden (Eibl und Franz 2021). Die Nieren wurden transkutan mit einem Konvexschallkopf mit Frequenzen von 5,0-6,6 MHz dargestellt (Gerspach et al. 2008, Eibl und Franz 2021). Die Harnblase wurde sowohl mit einer 5 MHz Rektalsonde von rektal (Gerspach et al. 2008, Anderson et al. 2010) als auch mit einem Konvexschallkopf derselben Frequenz transkutan erfolgreich dargestellt (Van Hoogmoed et al. 1997, Sickinger et al. 2016). Aber auch vaginal konnte die Harnblase dargestellt werden, allerdings wurde nicht erwähnt, welcher Schallkopf hier verwendet wurde (Hardefeldt et al. 2010).

Tab. 4 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Harntraktes bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Duesterdieck-Zellmer KF, Van Metre DC, Cardenasc A, Cebra CK	Acquired urethral obstruction in new world camelids: 34 cases	2014	Harnabsatzstörung	Harnblasenvergrößerung, Harnblasenruptur, Harnblase mit verdickter Schleimhaut und Harnsediment, Hydronephrose, Hydroureter, Harnsteine im Bereich der Urethra, Aszites
Eibl C, Franz S	Ultrasonography of kidney and spleen in clinically healthy llamas and alpacas	2021	sonographische physiologische Darstellung von Niere und Milz	Beschreibung der Methodik und des physiologischen Sonogramms von Niere inklusive Abmessungen

Tab. 5 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Harntraktes zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Kingston JK, Staempfli HR	Silica urolithiasis in an alpaca	1995	ultraschallgestützte Abdominozentese	Aszites - Uroperitoneum
Peauroi JR, Mohr FC, Fisher DJ, Misheff M, Grindley GJ, Campo MS	Anemia, hematuria, and multicentric urinary neoplasia in a llama (<i>Lama glama</i>) exposed to bracken fern	1995	sonographische Untersuchung der Harnblase hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Hämaturie	Harnblase sonographisch unauffällig

Dart A, Dart CM, Hodgson DR	Surgical management of a ruptured bladder secondary to a urethral obstruction in an alpaca	1997	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Anurie	Aszites, Harnblase konnte nicht dargestellt werden
Van Hoogmoed L, Snyder JR, Roberts G, Harmon FA	Unilateral nephrectomy in a juvenile llama	1997	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Harninkontinenz	rechte Niere größer als linke Niere
Cardwell M, Thorne MH	Hydronephrosis and ureteral duplication in a young alpaca	1999	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik	Hydronephrose, Mega-Ureter
Gustafson NR, Severidt J, Van Metre DC, Schultheiss PC, LaRue SM, Callan RJ	Radiation therapy for the treatment of urethral sarcoma in a cria	2005	Sarkom im Bereich der Urethra – sonographische Kontrolle der Umfangsvermehrung während der Therapie auf Größenänderung	sonographisch kontrolliert keine Größenzunahme
McClanahan SL, Malone ED, Anderson KL	Bladder outlet obstruction in a 6-month-old alpaca secondary to pelvic displacement of the urinary bladder	2005	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dysurie	Harnorgane sonographisch unauffällig
Poulsen KP, Gerard MP, Spaulding KA, Geissler KA, Anderson KL	Bilateral renal agenesis in an alpaca cria	2006	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Anurie	rechte Niere und Harnblase nicht darstellbar; linke Niere: mineralisierte Parenchymveränderung
Hardefeldt LY, Textor A, Dart AJ	Renal agenesis in an alpaca cria	2007	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Fressunlust	rechte Niere nicht darstellbar, linke Niere mit perirenalem Ödem

Roth S, Ganter M	Urolithiasis bei einem Lamawallach	2007	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Fressunlust umfangsvermehrtes Abdomen	gefüllte Harnblase mit verdickter und unregelmäßiger Berandung
Gerspach C, Hull BL, Rings DM, Chew DJ, Beamer GL, Hubbell JAE, Lakritz J	Hematuria and transitional cell papilloma of the renal pelvis treated via unilateral nephrectomy in an alpaca	2008	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Hämaturie	Harnblase mit Sediment, beide Nieren sonographisch unauffällig, aber mit vermehrt echoreichem Nierenbecken
Anderson DE, Schulz KM, Rousseau M	Laparoscopic cystotomy for removal of a large bladder polyp in a juvenile alpaca with polypoid cystitis	2010	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Strangurie	Umfangvermehrung im Bereich der Blasenspitze
Gerspach C, Bateman S, Sherding R, Chew DJ, Besier AS, Grieves J, Lakritz J	Acute renal failure and anuria associated with vitamin D intoxication in two alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) cria	2010	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Fressunlust	Harnorgane sonographisch unauffällig
Hardefeldt LY, Poulsen KP, McGuirk SM, Livesey MA, Koch C, Perrier MP, Pinkerton ME	Urogenital leiomyosarcoma in an alpaca	2010	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Strangurie	Umfangvermehrung im Bereich des Blasenbodens
Melidone R, Parry NM, Gruntman A	Urinary bladder agenesis in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) cria	2010	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dysurie	Hydronephrose, Hydroureter, Harnblase nicht darstellbar

Lee LC, Scarratt WK, Buehring GC, Saunders GK	Bovine leukaemia virus infection in a juvenile alpaca with multicentric lymphoma	2012	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Hämaturie	Nierenvergrößerung beidseits mit Nierenparenchymveränderung
Schaeffer JW, Middleton JR, Bozynski CC, Shaw DP	Bilateral iliac arterial thrombosis in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) cria	2012	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Lahmheit linke Hinterextremität	Harnblase mit Sediment, abgrenzbare Umfangvermehrung angrenzend an Harnblase darstellbar
Schwantag S, Zanolari P	Omphalourachitis mit Urachusabszess und Rektumprolaps bei einem Lamafohlen (<i>Lama glama</i>)	2013	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Pollakisurie, Rektumprolaps	Urachusabszess
Polf HD, Smith S, Simpson KM, Roachat MC	Nephroureterectomy and ureteroneocystostomy in an alpaca with bilateral ectopic ureters diagnosed by computed tomographic excretory urography	2014	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Harninkontinenz	Hydronephrose, Hydroureter
Kubus K, Wöckel A, Felton C, Schwarzenberger J, Sobiraj A	Konservative und chirurgische Therapie der Urachusfistel bei einem Alpaka-Cria	2015	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Harntropfen aus dem Nabel, Tenesmus	<i>Urachus persistens</i>
Sickinger M, Hirz M, Schmidt MJ, Reinacher M	Dysuria due to discospondylitis and intervertebral disc herniation in a male alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2016	sonographische Untersuchung der Harnorgane hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dysurie	erweitertes Nierenbecken und dilatierete Harnblase

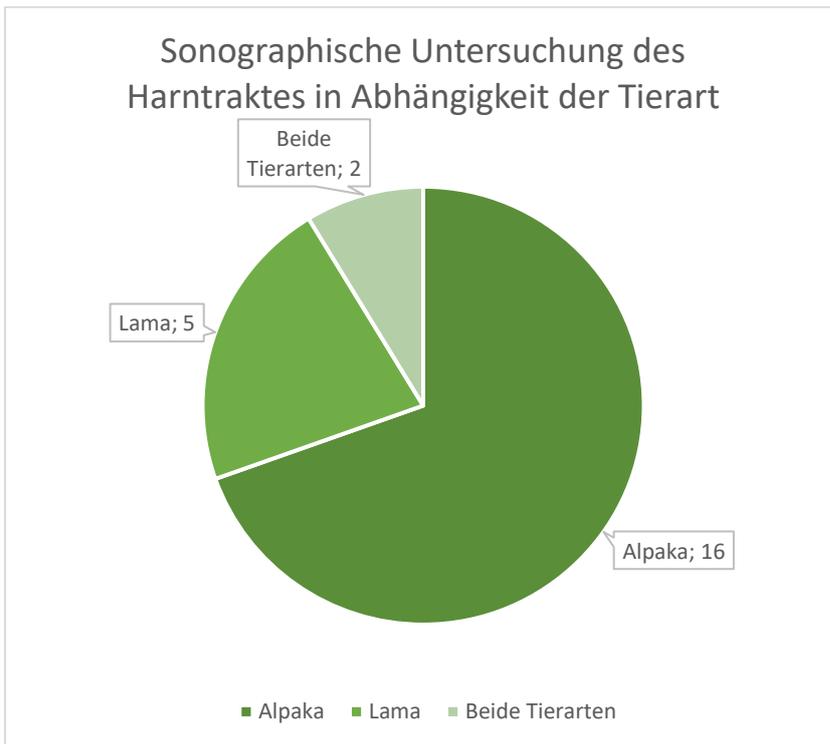


Abb. 4 Anzahl der Publikationen, die sich mit der Sonographie des Harntraktes, in Abhängigkeit der Tierart, befassen

Wie in Abb. 4 dargestellt, wurde die Sonographie des Harntraktes hauptsächlich bei Alpakas beschrieben. Als Equipment für die Sonographie des Harntraktes wurden neben tragbaren Geräten, wie *MyLab™ One VET* und *Honda HS-1600*, auch Standgeräte wie *Mindray M5*, *Ausonics Micro-imager 2000* und *MyLab™ 30* verwendet (Van Hoogmoed et al. 1997, Schwantag und Zanolari 2013, Kubus et al. 2015, Sickinger et al. 2016, Eibl und Franz 2021).

4.2.1 Nieren

Die Sonographie der Nieren von Neuweltkamelen wurde in zwölf Publikationen beschrieben. Um die Nieren darzustellen, wurde transkutan in den Paralumbalregionen geschallt (Cardwell und Thorne 1999, Gerspach et al. 2008, Eibl und Franz 2021). Eibl und Franz (2021) berichten über die Methodik, Durchführung und physiologische sonographische Darstellung der Nieren bei Lamas und Alpakas. Im Detail wurden die Größe, die Lage, die Echogenität und die Form untersucht und Unterschiede hinsichtlich Tierart, Alter und Geschlecht dokumentiert. Um die linke Niere darzustellen, wurde der Schallkopf in der linken Paralumbalgegend, ventral des vierten bis siebten *Processus transversus* der Lendenwirbelsäule angesetzt. Bei einigen Tieren

erschien die linke Niere nicht oval, sondern eher dreieckig. Im Gegensatz dazu war die rechte Niere in der Sagittalebene oval und in der Transversalebene eher oval bis rund darstellbar (Eibl und Franz 2021). Die rechte Niere wurde ebenfalls in der *Fossa paralumbalis* ventral der Lendenwirbelquerfortsätze geschallt, allerdings weiter kranial, direkt hinter der letzten Rippe. Die Kontur stellte sich von der dünnen hyperechogenen Kapsel umgeben glatt dar. Im Vergleich mit der Milz ist die Nierenrinde hypoechogen und stellt sich homogen dar. Während der Nierensinus hyperechogen ist, sind die Markpyramiden auch im Vergleich mit der Nierenrinde hypoechogen und rund (Gerspach et al. 2008, Eibl und Franz 2021). Aus dem hyperechogen erscheinenden Nierenhilus austretende Gefäße zeigten sich nur unter der Verwendung einer Dopplersonographie. In der Sagittalebene wurde die Länge zwischen dem kranialen und kaudalen Nierenpol, die Breite zwischen dem medialen und dem lateralen Rand durch die Markpyramiden und der Abstand zwischen dem Kortex und den Markpyramiden gemessen. Wobei vor allem letzteres nicht immer möglich war. Die Breite, in diesem Fall auf Höhe des Nierenhilus und der Abstand zwischen Rinde und Markpyramiden wurde auch in der transversalen Ebene gemessen (Van Hoogmoed et al. 1998, Eibl und Franz 2021).

Die häufigsten Indikationen für die Sonographie der Nieren waren fehlender oder schmerzhafter Harnabsatz (n = 3) und Inkontinenz (n = 2) (Dart et al. 1997, McClanahan et al. 2005, Polf et al. 2014).

In den Fallberichten wurde die Sonographie zur Abklärung von Harnabsatzstörungen sowohl bei adulten als auch juvenilen Tieren verwendet. Ein aufgrund von Inappetenz und vermindertem Allgemeinbefinden vorgestelltes Alpaka-Cria zeigte sonographisch eine vergrößerte linke Niere (5,3 x 4,17 cm). Die rechte Niere war nicht auffindbar, wodurch die Verdachtsdiagnose einer unilateralen Nierenagenesie gestellt wurde (Hardefeldt et al. 2007). Die Harnblase und die rechte Niere konnten in der abdominalen Sonographie bei einem anderen Alpaka-Cria mit fehlendem Harnabsatz nicht dargestellt werden. In der linken Niere war, statt einer normalen Nierenstruktur, eine hyperechogene Masse mit distaler Schallauslöschung sonographisch darstellbar. Die Diagnose war in diesem Fall eine Nierenagenesie (Poulsen et al. 2006). Bei einem weiteren Alpaka-Cria, das vom ersten Lebenstag an keinen Harn absetzen konnte, wurden sonographisch eine bilaterale Hydronephrose und Hydroureteren festgestellt.

Die Harnblase konnte nicht dargestellt werden. Bei der Sektion des Tieres bestätigte sich, dass die Harnblase nicht ausgebildet war (Melidone et al. 2010).

Bei einem Alpaka mit Inappetenz erschien nur die rechte Niere sonographisch vergrößert (20 cm) und wies anechogene sakkuläre Bereiche bis in die Rinde auf. Es wurde dadurch eine Hydronephrose der rechten Niere diagnostiziert (Cardwell und Thorne 1999).

Mehrere Autoren beschrieben die sonographische Diagnose einer Hydronephrose und eines Hydroureters (Duesterdieck-Zellmer et al. 2014, Polf et al. 2014).

Bei einem Alpaka mit Lymphom konnten sonographisch vergrößerte Nieren mit multiplen hyperechogenen, knotenförmigen Stellen im gesamten Nierenparenchym festgestellt werden (Lee et al. 2012).

Im Gegensatz dazu war die Struktur beider Nieren eines inkontinenten Lamas normal, aber die linke Niere war kleiner als die rechte. Um die festgestellten Abweichungen zu verifizieren wurde die Sonographie in diesem Falle wiederholt, es wurden aber keine sonographischen Auffälligkeiten festgestellt (Van Hoogmoed et al. 1997).

Gerspach et al. (2008) schallten die Nieren eines Alpakas – aufgrund von Blutverlust aus dem Urogenitaltrakt – transkutan. Die Autoren konnten sonographisch keine pathologischen Veränderungen des Harntraktes erkennen, bei der pathologischen Untersuchung jedoch wurden erhebliche Veränderungen der Nieren detektiert, sowie ein Papillom gefunden (Gerspach et al. 2008).

4.2.2 Harnblase

In 16 Publikationen wird die Sonographie der Harnblase beschrieben. Es ist sowohl die Beschreibung der transkutanen als auch der transrektalen Sonographie in der Literatur zu finden (Gerspach et al. 2008, Anderson et al. 2010, Schwantag und Zanolari 2013). Die häufigsten Indikationen für die Sonographie der Harnblase sind Hämaturie (n = 2), Strangurie (n = 2), Inkontinenz (n = 2), Urämie (n = 2) oder klinisch diagnostizierte Nabelerkrankungen (abnormer Palpationsbefund, Harnaustritt aus dem Nabel) (n = 2).

In der Sonographie konnten bei 19 Lamas und Alpakas folgende pathologische Veränderungen der Harnblase dargestellt werden (Duesterdieck-Zellmer et al. 2014):

- eine in ihrer Größe veränderte Blase mit verdickten Wänden
- Sediment in der Blase
- Blasenruptur
- nicht auffindbare Blase
- Hydrourethra
- sichtbare Urolithen

Ein Alpaka mit abdominalen Schmerzen und verminderter Futteraufnahme wurde sonographisch untersucht. Bei der Untersuchung des Harntraktes zeigten sich entweder Nierenbecken und/oder die Harnblase dilatiert, was auf eine Harnabflussstörung infolge von Urolithen hindeutete (Kingston und Staempfli 1995, Sickinger et al. 2016).

Aufgrund von einer bestehenden Azotämie wurde die Harnblase eines Alpakas sonographisch dargestellt. Die Harnblase wurde von einer 6,7 x 5 cm großen hypo- bis anechogenen Masse nach links verlagert. In der Dopplersonographie konnte kein Blutfluss in der Struktur festgestellt werden, im der pathologischen Untersuchung wurde die Umfangsvermehrung als Abszess identifiziert (Schaeffer et al. 2012). Hardefeldt et al. (2010) konnten in ihren sonographischen Untersuchungen bei einem Alpaka die Harnblase und eine 4,5 x 6 x 3 cm große Masse mit gemischter Echogenität vaginal darstellen, hingegen konnte die Harnblase transkutan nicht dargestellt werden, da sie von einem Fötus überlagert wurde (Hardefeldt et al. 2010). Bei einem weiteren Alpaka mit Inkontinenz wurde eine intraluminale Masse am *Apex* der Blase festgestellt, die in weiteren Untersuchungen als Polyp diagnostiziert wurde (Anderson et al. 2010).

Eine Harnblasenruptur wurde bei einem Alpaka mit Anurie vermutet, da sich sonographisch die Harnblase nicht darstellen ließ und ein Aszites feststellbar war (Dart et al. 1997).

Aufgrund eines Sarkoms wurden der Harntrakt und die *Lnn. iliaci* sonographisch untersucht. Weder in den Harnorganen noch in den Lymphknoten war ein Hinweis auf eine Metastasierung zu sehen. Die Harnblase war klein (0,8 x 1,4 cm) und hatte eine Wanddicke von 0,3 cm, dafür wurden aber keine Referenzwerte angegeben (Gustafson et al. 2005). Aber auch Schaeffer et al. (2012) berichten von einer Harnblasenwanddicke von 0,22 cm und echogenem Sediment in der Harnblase, bei einem Alpaka mit einem Harnblasenabszess.

Der Harntrakt wurde bei Alpaka- und Lama-Crias auch in Zusammenhang mit Nabelerkrankungen sonographisch untersucht. Beim Alpaka ließen sich vier Gefäßstrukturen darstellen, erstens die Nabelvene, die 5 mm stark war, zweitens die zwei Nabelarterien mit einem Durchmesser von je 3 mm und bei der verbleibenden Struktur handelte es sich um den *Urachus*. Dieser wies einen anechogenen Inhalt auf und war bis zur Harnblase verfolgbar (Schwantag und Zanolari 2013, Kubus et al. 2015). Der *Urachus* des anderen Tieres, des Lamas, war ebenfalls bis zur Harnblase verfolgbar. Am Nabel betrug der Durchmesser 1 cm auf Höhe der Harnblase 6 cm, um diesen Urachusabszess bildete sich eine 2 cm dicke Abszesskapsel mit echoarmem Inhalt (Schwantag und Zanolari 2013, Kubus et al. 2015).

4.3 Thorax

Die 29 Publikationen über die Sonographie des Thorax wurden in dieser Arbeit – je nachdem, ob es sich um eine Originalarbeit (Tab. 6) oder einen Fallbericht (Tab. 7) handelt – entsprechend zugeordnet. Um das Herz darzustellen wurde das Tier meist unsediert entweder in Seitenlage festgehalten, was vor allem für die Untersuchung von Crias empfehlenswert war, oder in einem Stand stehend fixiert (Boon et al. 1994, Barr et al. 2001, Margiocco et al. 2009, Poser et al. 2015, Chapel et al. 2017). Der Stand war mit gepolsterten Balken, zwischen welchen der Kopf fixiert wurde, ausgestattet und konnte an den Seiten geöffnet werden, wodurch die Untersuchung erleichtert wurde. Das rechte Bein wurde nach vorne gezogen, um zu der nur von wenig Vlies bedeckten Stelle an der Innenseite des Ellbogens zu gelangen (Boon et al. 1994). Das Vlies wurde in einigen Fällen rasiert, dort wurde als Kontaktmedium Alkohol und Ultraschallgel oder nur Ultraschallgel aufgetragen (Boon et al. 1994, Margiocco et al. 2009, Poser et al. 2015). Eine genaue Beschreibung der Vorgangsweise, um Thorax und Lunge darzustellen, konnte nicht gefunden werden. Zur sonographischen Untersuchung des Herzens sind hingegen, zwar wenige, aber sehr ausführliche Beschreibungen vorhanden (Boon et al. 1994, Margiocco et al. 2009).

Es wurden Schallköpfe mit sehr unterschiedlichen Frequenzen verwendet. Das Herz wurde mit Konvexschallköpfen mit 2,5 MHz, 3,5 MHz, 3-4 MHz und 5 MHz, also niedrigeren Frequenzen dargestellt (Boon et al. 1994, Firshman et al. 2008, Margiocco et al. 2009, Chapel et al. 2017). Die Verwendung eines Schallkopfs mit 5-7 MHz wird für die Untersuchung von

Crias beschrieben (Margiocco et al. 2009). Für die Lunge kam ein Linearschallkopf mit höherer Frequenz (10 MHz) zum Einsatz (Moser et al. 2019). Die verwendeten Ultraschallgeräte, *Hewlett Packard Sonos 1000*, *GE Logic P5* und *Esaote piemedical*, sind Standgeräte (Boon et al. 1994, Poser et al. 2015, Moser et al. 2019).

Wie in Abb. 5 ersichtlich, wurde die sonographische Untersuchung des Thorax häufiger bei Alpakas als Lamas angewandt. Es wird in den Veröffentlichungen oft beschrieben, dass der gesamte Thorax des Tieres sonographisch untersucht wurde, allerdings finden sich keine genaueren Angaben hinsichtlich genauer Lokalisationsangaben der Schallkopfposition. Die Durchführung einer sonographisch kontrollierten Thorakozenese wird im fünften IKR rechts beschrieben (Kretsch et al. 2022). Eine Perikardiozenese wurde unter sonographischer Kontrolle im sechsten IKR links durchgeführt (Barr et al. 2001).

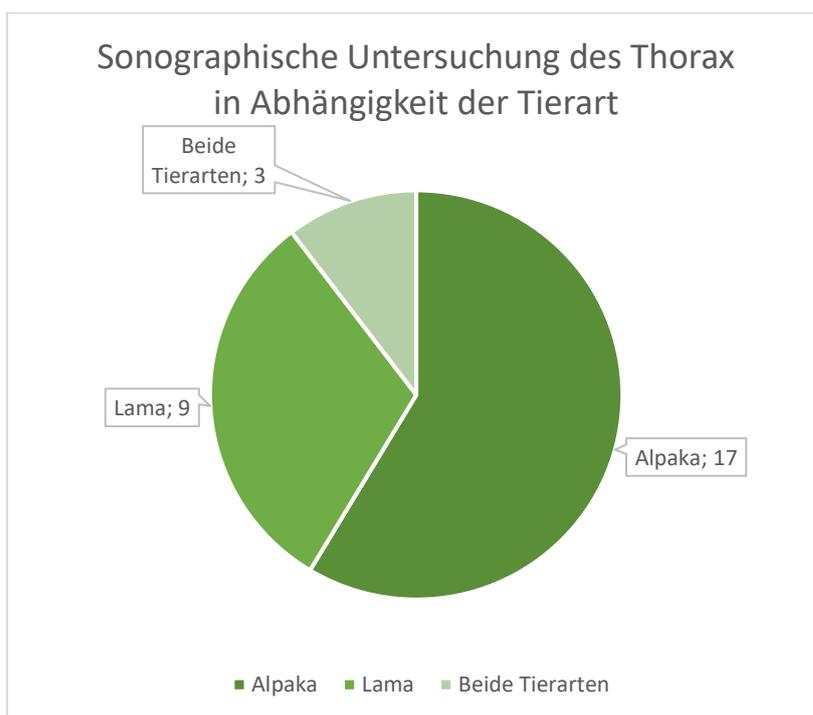


Abb. 5 Anzahl der Publikationen die sich mit der Sonographie des Thorax befassen, in Abhängigkeit der Tierart

Tab. 6 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Thorax bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Boon JA, Knight AP, Moore DH	Llama cardiology	1994	sonographische physiologische Darstellung des Herzens	Beschreibung der Methodik und des physiologischen Sonogramms des Herzens inkl. Abmessungen
Lyashchenko KP, Greenwald R, Esfandiari J, Meylan M, Hengrave Burri I, Zanolari P	Antibody responses in new world camelids with tuberculosis caused by <i>Mycobacterium microti</i>	2007	Tiere einer Herde mit bestätigter <i>Mycobacterium microti</i> Infektion	knötchenartige Veränderungen im Thorax in der Herzgegend
Firshman A, Wunschmann A, Cebra CK, Bildfell R, McClanahan SL, Valentine BA, McKenzie E, Waitt L, Margiocco M, Sisson DD	Thrombotic endocarditis in 10 alpacas	2008	Festliegen, sonographische Untersuchung des Herzens hinsichtlich pathologischer Befunde	Pleuraerguss, rechter Herzventrikel gefüllt mit echogener Masse
Margiocco ML, Scansen BA, Bonagura JD	Camelid cardiology	2009	sonographische physiologische Darstellung des Herzens	Beschreibung der Methodik und des physiologischen Sonogramms des Herzens inkl. Abmessungen
Martin JM, Valentine BA, Cebra CK	Clinical, ultrasonographic, and laboratory findings in 12 llamas and 12 alpacas with malignant round cell tumours	2010	Anwendung der Sonographie bei Patienten mit Rundzelltumor; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Schwäche	Pleuraerguss
Byers S, Barrington G, Nelson D, Haldorson G, Holt T, Callan R	Neurological causes of diaphragmatic paralysis in 11 alpacas (<i>Vicugna pacos</i>)	2011	Anwendung der Sonographie bei Alpakas mit Paralyse des Diaphragmas	abnorme Motilität des Zwerchfells sonographisch sichtbar

Stieger-Vanegas SM, Scollan KF, Meadows L, Sisson D, Schlipf J, Riebold T, Lohr CV	Cardiac-gated computed tomography angiography in three alpacas with complex congenital heart disease	2015	Anwendung der Sonographie bei Crias mit Verdacht auf eine angeborene Herzerkrankung	Ventrikelseptumdefekt, <i>Truncus arteriosus botalli</i>
--	--	------	---	--

Tab. 7 Auflistung der Fallberichte die sich mit der Sonographie im Bereich des Thorax befassen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Underwood WJ, Bell TG	Multicentric lymphosarcoma in a llama	1993	Anwendung der Sonographie zur Abklärung einer Metastasierung einer Neoplasie (Lymphom) im Thoraxbereich	keine Metastasierung identifiziert, Rechtsherzdilatation
Cebra ML, Cebra CK, Garry FB, Boon JA, Orton EC	Atrioventricular septal defects in three llamas (<i>Lama glama</i>)	1998	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe, Schwäche	atrioventrikulärer Septumdefekt
Adolf J, Dykes NL, Semevolos S, Divers TJ	The diagnosis and treatment of a thoracic abscess in an alpaca	2001	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Kümern	Pleuraerguss, Darstellung der Umfangsvermehrung sowie ultraschallgestützte Biopsie derselben
Barr BS, Seco O, Axon J, Sleeper MM, Baird AN	Successful treatment of pericarditis in a pregnant llama	2001	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Tachypnoe	Perikarderguss

Carmalt JL, Baptiste KE, Blakley B	Suspect copper toxicity in an alpaca	2001	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Festliegen, Anorexie	Thorax sonographisch unauffällig
Ramos-Vara JA, Loiacono CM, Williams III F, Pardo I, Lakritz J	Pulmonary neoplasia in two llamas (<i>Lama glama</i>)	2004	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe	multiple Umfangsvermehrungen an Herzwand, Pleuraerguss, Perikarderguss
Middleton JR, Chigerwe M, Fine DM, Turk JR, Lattimer JC	Pulmonary hypertension and right-sided heart failure in an adult llama with hepatic disease	2006	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Apathie	Rechtsherzdilatation
McLane MJ, Schlipf Jr. JW, Margiocco ML, Gelberg H	Listeria associated mural and valvular endocarditis in an alpaca	2008	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe, Schwäche, Fieber	Linksherzdilatation, rechter Herzventrikel ausgefüllt mit echoreicher Masse
Slack J, Johns I, Van Eps A, Reef VB	Imaging diagnosis—tricuspid atresia in an alpaca	2008	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Saufunlust	Ventrikelseptumdefekt
Jones M, Miesner M, Grondin T	Outbreak of <i>Streptococcus equi</i> ssp. <i>zooepidemicus</i> polyserositis in an alpaca herd	2009	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Festliegen, Anorexie	Thorax sonographisch unauffällig

Amory JT, Jones EC, Crisman MV, Zimmerman K, Tyson III AR, Larson MM, Saunders GK, O'Rourke LG	Imaging diagnosis—dorsal mediastinal T-cell lymphoma in an alpaca	2010	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe	Pleuraerguss, unregelmäßige Oberfläche der Pleura
Klein D, Prosl H, Thaller D, Floeck M	Diagnosis of a <i>dicrocoelium dendriticum</i> infection in new world camelids: a case report	2012	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Anorexie, Durchfall	Pleuraerguss, Fibrinbildung
Lee LC, Scarratt WK, Buehring GC, Saunders GK	Bovine leukaemia virus infection in a juvenile alpaca with multicentric lymphoma	2012	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Thorax sonographisch unauffällig
Melidone R, Keating JH, Pfannl R, Alroy J	Cerebral Hirano-like bodies in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>): histologic and ultrastructural characterization	2012	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Anorexie	verminderte Kontraktilität des linken Herzventrikels
Sprake P, Gold JR	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i> liver abscess in a mature alpaca (<i>Lama pacos</i>)	2012	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche, Apathie, Hornhauttrübung	Thorax sonographisch unauffällig
Pucket JD, Boileau MJ, Ja M, Sula M	Calcific band keratopathy in an alpaca	2014	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche	Ventrikelseptumdefekt
Poser H, Pria AD, de Benedictis GM, Stellata C, Berlanda M, Gugliemini C	Ventricular septal defect and double-chambered right ventricle in an alpaca	2015	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Schwäche	Ventrikelseptumdefekt

Chapel E, Lozier J, Lakritz J, Schober KE	Interventional closure of a patent ductus arteriosus using an amplatz canine duct occluder in an alpaca cria	2017	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kümmeren	<i>Ductus arteriosus botalli persistens</i>
Moser L, Kegler K, Precht C, Zanolari P	Bronchioalveolar carcinoma in an adult alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2019	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe, Abmagerung	Luft im Pleuraspalt, Kometenschweifartefakte im Bereich Lungenoberfläche
Womble M, Schreeg ME, Hoch A, de Souza Meira Jr. EB, Foster D, Premanandan C	Concurrent clostridial enteritis and oviductal adenocarcinoma with carcinomatosis in an adult alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2021	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Kolik, Anorexie	Pleuraerguss, Lungenkonsolidierungen
Kretsch CM, Simpson KM, Rawlinson JE, Laurence H, Spraker TR	Regional and distant metastasis of oral squamous cell carcinoma in a male castrated llama: a case report	2022	sonographische Untersuchung des Thorax hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe nach Entfernung eines oralen Plattenepithelkarzinoms	atelektatische Lunge, Pleuraerguss

4.3.1 Herz

Die Darstellung des Herzens wird in verschiedenen Publikationen zwischen dem dritten und sechsten IKR beschrieben (Boon et al. 1994, Barr et al. 2001). Die Trikuspidalklappe konnte von rechts dargestellt werden (Firshman et al. 2008). Um die Fließrichtung oder die Durchblutung nachzuweisen, wurde häufig die Dopplersonographie verwendet (Firshman et al. 2008, Poser et al. 2015, Stieger-Vanegas et al. 2015, Chapel et al. 2017, Schoiswohl et al. 2022a). Das Herz war im dritten oder vierten IKR auf der rechten Seite gut darstellbar, wobei eine Übersicht über Aorta, rechten und linken Ventrikel sowie das linke Atrium gegeben war. Zur Darstellung der Herzbasis wird beschrieben, dass möglicherweise eine andere Winkelung des Schallkopfes als bei anderen Tieren notwendig ist (Boon et al. 1994, Margiocco et al. 2009). Für den M-Mode wurde der Schallkopf distal der Mitralklappe möglichst nahe an der Wand des linken Ventrikels gehalten. Der M-Mode wurde zur Bestimmung der Ventrikelfunktion verwendet, wobei darauf geachtet werden musste, dass das Herz im richtigen Winkel getroffen wird, ansonsten sollte der Ventrikel im Standardmodus untersucht werden (Boon et al. 1994, Margiocco et al. 2009). In dieser Einstellung konnten verschiedene Messungen vorgenommen werden:

- der maximale Innendurchmesser des linken Ventrikels am Ende der Diastole
- Kontraktionsweg des Ventrikels in der Systole im Vergleich zur Diastole
- die Septumdicke am Ende der Diastole
- die Wanddicke der Ventrikel am Ende der Diastole
- der Durchmesser des linken Ventrikels am Ende der Systole
- die Dicke der hinteren Wand des linken Ventrikels am Ende der Diastole und der Systole
- die Dicke des Ventrikelseptums am Ende der Diastole und der Systole
- das Verhältnis von Septum- zu Hinterwanddicke am Ende der Diastole
- das Verhältnis von Septum zu linksventrikulärer Kammergröße am Ende der Diastole

Für diese Messungen wurden auch Referenzwerte in Boon et al. (1994) aufgelistet. Referenzwerte für neonatale Neuweltkamele wurden von Margiocco et al. (2009) zu folgenden Messungen angegeben:

- der maximale Innendurchmesser des linken Ventrikels am Ende der Diastole

- Wegstrecke der Ventrikelverkleinerung in der Systole im Vergleich zur Diastole
- der Durchmesser der Aortenklappe
- die maximale Blutflussgeschwindigkeit in der Aorta
- der maximale Durchmesser des linken Atriums
- die maximale Blutflussgeschwindigkeit in der *Arteria (A.) pulmonalis*
- die Herzfrequenz

Die Sonographie wurde als Standarduntersuchung für angeborene Herzfehler und Herzmissbildungen beschrieben (Margiocco et al. 2009, Stieger-Vanegas et al. 2015). Für die Diagnose, im Speziellen von kleinen Ventrikelseptumdefekten (VSD), war die Dopplersonographie die Methode der Wahl, größere Defekte ließen sich auch in der Standardsonographie gut darstellen. Besonders kleine Defekte konnten nach der intravenösen Injektion geschäumter Kochsalzlösung, die als Kontrastmittel fungiert, dargestellt werden (Margiocco et al. 2009). Auch zur Diagnose eines Perikardergusses, sowie dilatierter Atrien und Ventrikel wird die Echokardiographie als gut geeignet beschrieben. Die Dopplersonographie eignete sich gut zur Diagnose von Shunts, Stenosen, Insuffizienz, einem persistierendem *Foramen ovale*, einem atrialen Septumdefekt, einem VSD oder einem persistentem *Ductus arteriosus* (Margiocco et al. 2009). Allerdings konnten in der Sonographie, vor allem aufgrund der Schallauslöschung der Lunge, große Gefäße nicht dargestellt werden, hier könnte allerdings transösophageale Sonographie Abhilfe schaffen (Stieger-Vanegas et al. 2015).

Häufige Indikationen für die Echokardiographie waren Herzgeräusche, Arrhythmien oder Apathie (Abb. 6). Die Sonographie konnte sowohl angeborene als auch erworbene Defekte am Herzen darstellen. Am häufigsten wurde die Diagnose eines VSD (n = 4) gestellt, gefolgt von der Diagnose einer Rechtsherzdilatation (n = 2) (Abb. 7). Neben einer Diagnose konnte häufig auch eine Aussage über die Prognose getroffen werden (Boon et al. 1994).

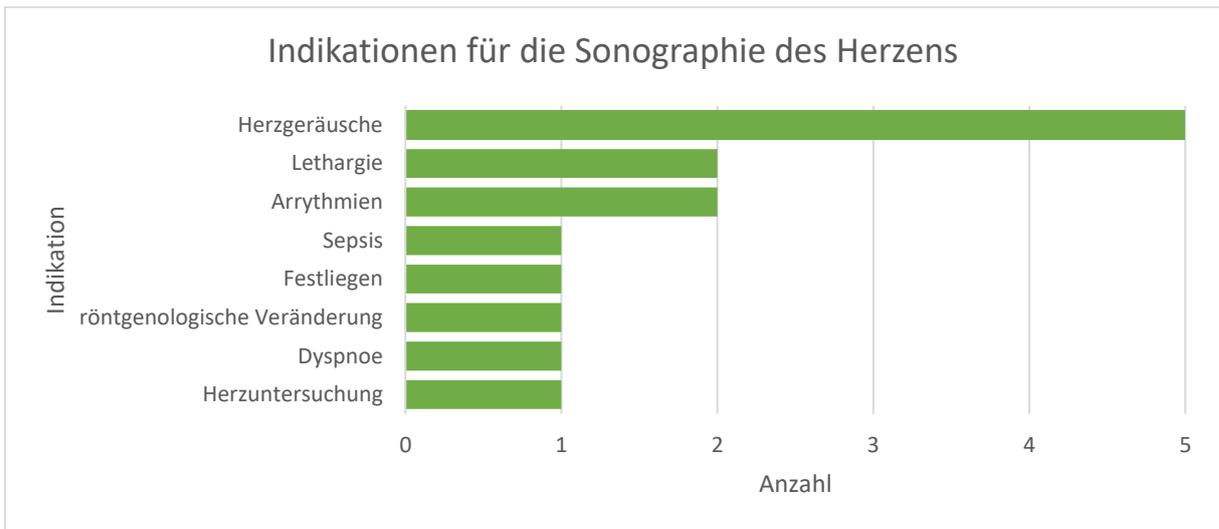


Abb. 6 Indikationen für die Sonographie des Herzens bei Neuweltkamelen

Der rechte Ventrikel eines Lamas, das im Röntgen nicht weiter bestimmbare Veränderungen im Thorax hatte, zeigte sich in der Sonographie vergrößert (Underwood und Bell 1993). Bei einem Alpaka stellte sich das rechte Atrium hochgradig vergrößert dar, in der darauf anschließenden Echokardiographie konnte allerdings nachgewiesen werden, dass auch das linke Atrium vergrößert war (McLane et al. 2008). Im linken Ventrikel war eine hyperechogene Masse, die am hinteren Segel der Mitralklappe, dem Ventrikelseptum, der Herzspitze und der Wand des linken Ventrikels angeheftet war. Das vordere Segel der Mitralklappe stülpte sich, vermutlich aufgrund von gerissenen *Cordae tendinae*, in das Atrium. Außerdem konnte eine stielartige Masse am Ausgang des linken Ventrikels dargestellt werden (McLane et al. 2008).

Bei drei Alpakas, die aufgrund von Herzgeräuschen sonographisch untersucht wurden, konnte ein atrioventrikulärer Septumdefekt dargestellt werden (Cebra et al. 1998b). In der Dopplersonographie konnte bei einem dieser Tiere eine hochgradige Insuffizienz der Atrioventrikularklappe dargestellt werden. Beim zweiten Alpaka konnte aufgrund von Verwirbelungen des Blutflusses keine Fließrichtung des atrioventrikulären Septumdefektes festgestellt werden. Auch beim dritten Tier glichen die Ergebnisse der Dopplersonographie denen des ersten Alpakas (Cebra et al. 1998b).

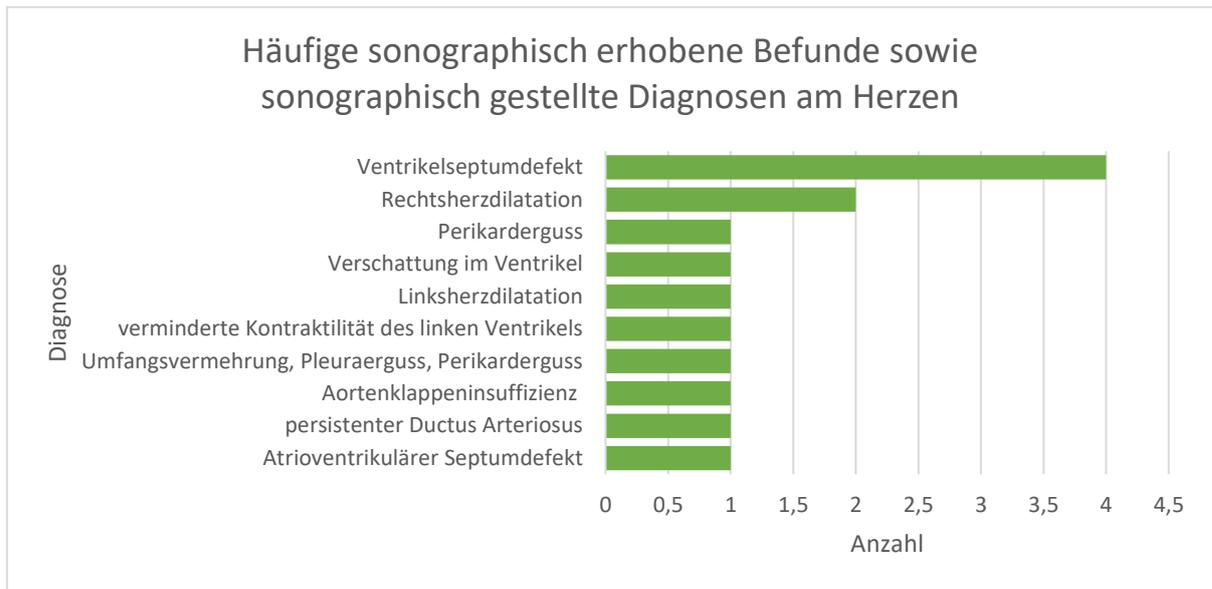


Abb. 7 sonographisch erhobene Befunde sowie Diagnosen im Rahmen der Herzsonographie bei Lamas und Alpakas

Bei einem Alpaka mit klinisch auskultatorisch detektierbaren Herzgeräuschen wurde sonographisch ein dilatiertes linkes Atrium mit exzentrischer Hypertrophie diagnostiziert. Diesem pathologischen Befund lag das Vorhandensein eines persistenten *Ductus arteriosus* mit Fließrichtung von links nach rechts zugrunde. In der Dopplersonographie konnte ebenfalls ein VSD mit links-recht Shunt dargestellt werden. Die rechte Herzkammer und der rechte Vorhof waren sonographisch unauffällig (Chapel et al. 2017). Auch bei mehreren Crias mit klinischen Hinweisen auf Herzprobleme konnten mit der Echokardiographie ein VSD, eine Insuffizienz der Mitralk-, Trikuspidal- und Aortenklappe sowie eine fibromuskuläre Stenose, die den Ausfluss aus dem rechten Atrium behinderte und ein *Foramen ovale persistens* diagnostiziert werden (Boon et al. 1994, Poser et al. 2015). In einem Fall war das interventrikuläre Septum 1,01 cm (Referenzwert 0,96-1,52 cm) dick und die Bewegung in der Systole wurde als paradoxe Bewegung beschrieben (Poser et al. 2015). In der Dopplersonographie konnte an der Stenose eine erhöhte Ausflussgeschwindigkeit dargestellt werden. Im VSD wurde während der Diastole ein links-rechts Shunt nachgewiesen, der sich in der Systole in einen rechts-links Shunt umkehrte (Poser et al. 2015). In der Echokardiographie eines Alpaka-Crias stellte sich das rechte Atrium dilatiert und hypertroph, der linke Ventrikel und das linke Atrium vergrößert dar, nur der rechte Ventrikel war hypoplastisch. Im M-Mode konnte dies bestätigt und eine

verminderte Kontraktion festgestellt werden (Slack et al. 2008). Im Ventrikelseptum war ein großer Defekt mit einem Durchmesser von 1,5 cm messbar. Das *Septum atriale* war nur eine dünne Wand, die sich in der Systole in Richtung des linken Atriums wendete. In der Dopplersonographie war kein Blutfluss vom rechten Atrium in den rechten Ventrikel zu sehen, aber bidirektionaler Blutfluss durch den VSD in der Diastole. Die Aorta, Pulmonalarterie, Aorten-, Pulmonal- und Mitralklappe waren sonographisch unauffällig. Jedoch konnten anstatt der Segel der Trikuspidalklappe nur dünne echogene Strukturen sonographisch dargestellt werden, was auf eine Atresie der Trikuspidalklappe hinwies (Slack et al. 2008). Um die Atresie der Trikuspidalklappe sicher zu diagnostizieren, eignete sich eine Kontrastmittelstudie mit Echokardiographie am besten, dazu wurde geschäumte Kochsalzlösung i. v. injiziert. In der Sonographie konnte daraufhin nachgewiesen werden, dass keine Luftblasen vom Atrium in den Ventrikel gelangten (Slack et al. 2008).

Ein großes von der Herzbasis ausgehendes Gefäß, das einen großen VSD überspannte, konnte in der Sonographie eines anderen Tieres dargestellt werden. In der Dopplersonographie konnte kein Hinweis auf Stenosen gefunden werden (Stieger-Vanegas et al. 2015). Ebenso konnte bei zwei Alpaka-Crias ein VSD und Pathologien an der Ausbildung Aorta und der *A. pulmonalis* dargestellt werden. Die Aorta war in einem Fall sehr schmal und die Geschwindigkeit des Blutflusses konnte in der Dopplersonographie aufgrund der Lage nicht gemessen werden (Stieger-Vanegas et al. 2015). Bei einem der Tiere war im linken Ventrikel exzentrische Hypertrophie mit einem Durchmesser in der Diastole von 3,3 cm (2,2-2,9 cm) und im rechten eine konzentrische Hypertrophie darstellbar. Auch das linke Atrium war vergrößert (2,5-3,5 cm). Der rechte Ventrikel des anderen Tieres war hypertroph, der linke wies normale Größe auf, allerdings im oberen Referenzbereich (3,8-5,5 cm). In diesem Fallbericht sind einige Referenzwerte für Herzen von Alpakas zitiert (Stieger-Vanegas et al. 2015).

Ebenso konnten die Dilatation des Ventrikels und des Atriums des rechten Herzens, sowie der Pulmonalarterie in der Echokardiographie dargestellt werden. Am Ventrikelseptum wurde eine unphysiologische Form und Bewegung nachgewiesen (Middleton et al. 2006). Mithilfe der Dopplersonographie konnte ein Rückfluss durch die Trikuspidalklappe identifiziert und dessen Geschwindigkeit gemessen werden. Sowohl in der Pleura als auch im Peritoneum war vermehrt

freie Flüssigkeit zu sehen. Das Rechtsherzversagen könnte sowohl den Aszites als auch den Pleuraerguss erklären (Middleton et al. 2006).

Eine Endokarditis zeigte sich sonographisch bei Alpakas als ein zur Gänze ausgefüllter rechter oder linker Ventrikel (Firshman et al. 2008, Margiocco et al. 2009).

In der Sonographie eines Lamas mit Herzgeräuschen war neben anechogener fibrinöser Flüssigkeit, das Atrium und der Ventrikel rechts kollabiert, welche hinweisend auf eine Herztamponade oder eine diastolische Dysfunktion sind. Über den gesamten Thorax konnte ein Pleuraerguss festgestellt werden, wobei die Flüssigkeit links 5 cm breit darstellbar war und rechts 7 cm. Während das Tier therapiert wurde, wurde die Sonographie jeden Tag wiederholt, dabei die Flüssigkeit wurde jeden Tag weniger. Unter sonographischer Kontrolle wurde eine Perikardiozentese durchgeführt (Barr et al. 2001).

4.3.2 Lunge

In keiner der Literaturstellen, die die Sonographie der Lunge beschrieben, wurde auf die Vorbereitung der Patienten oder die Methodik eingegangen, aber die Verwendung der Geräte *Samsung HS60* und *Esaote piemedical*, mit einem Linearschallkopf mit 10 MHz und 14 MHz wurde erwähnt (Moser et al. 2019, Schoiswohl et al. 2022a).

Dyspnoe, pathologische Befunde bei der Lungenauskultation sowie unspezifische klinische Symptome wie Anorexie und Apathie stellten wichtige Indikationen für die Durchführung der Sonographie der Lunge dar (Ramos-Vara et al. 2004, Amory et al. 2010, Pucket et al. 2014, Moser et al. 2019, Schoiswohl et al. 2022a). Häufig wurde das Vorhandensein von Kometenschweifartefakten oder ein Pleuraerguss in der Sonographie der Lunge beschrieben (Amory et al. 2010, Martin et al. 2010, Byers et al. 2011, Klein et al. 2012, Sprake und Gold 2012, Moser et al. 2019, Womble et al. 2021, Kretsch et al. 2022, Schoiswohl et al. 2022a).

Atelektasen der Lunge, aufgrund von Neoplasien, sind sowohl bei einem Lama als auch bei einem Alpaka beschrieben. Die genaue Diagnose, um welche Neoplasie es handelte, wurde aber erst im Rahmen der Sektion gestellt (Moser et al. 2019, Kretsch et al. 2022, Schoiswohl et al. 2022a).

Eine heteroechogene Masse, die an die Leber und die Pleura angrenzte, konnte im rechten dorsalen Thorax dargestellt werden. Es wurde eine Biopsie der Zubildung unter sonographischer Kontrolle durchgeführt, wodurch die Umfangsvermehrung als Abszess identifiziert werden konnte (Adolf et al. 2001). Knotenförmige Strukturen unterschiedlicher Größe konnten bei einem Alpaka und zwei Lamas, die an Tuberkulose erkrankt waren, dorsal des Herzens, in der Leber und in den mesenterialen Lymphknoten in der Sonographie gefunden werden (Lyashchenko et al. 2007).

Bei zwei Lamas mit Dyspnoe wurde in der Sonographie eine kardiale Masse gefunden, sowie ein Perikard- und Pleuraerguss festgestellt (Ramos-Vara et al. 2004).

In der Sonographie konnte bei drei Alpakas eine Paralyse des Diaphragmas diagnostiziert werden (Byers et al. 2011).

Bei Alpakas mit verändertem Lungenauskultationsbefund oder Abmagerung konnten in der thorakalen Sonographie keine Veränderungen gefunden werden (Carmalt et al. 2001, Pucket et al. 2014). Auch bei einem Alpaka mit Lymphom war die Thoraxsonographie ohne Auffälligkeiten (Lee et al. 2012).

4.4 Bewegungsapparat

Für die sonographische Untersuchung des Bewegungsapparates wurden die Neuweltkamele mit Xylazin (0,22-0,33 mg/kg KGW i. v.) und Butorphanol (0,007-0,01 mg/kg KGW i. v.) sediert und in Seitenlage fixiert. Die zu untersuchende Extremität wurde gestreckt (Reed et al. 2007, Hunter und Semevolos 2013). In den neun Literaturstellen (Tab. 8) wurden keine Beschreibungen der Sonographie am unsedierten, stehenden Tier gefunden. Zur Darstellung der Region um die Hüfte und des Hüftgelenks wurde ein 10 MHz Linearschallkopf mit einer Eindringtiefe von 5-8 cm verwendet (Schoiswohl et al. 2022b). Um die distale Extremität zu untersuchen, kam ein 12 MHz Linearschallkopf zum Einsatz, die unbelastete Gliedmaße wurde in transversaler und longitudinaler Darstellung sonographisch untersucht (Reed et al. 2007). Die sonographische Darstellung der Beugesehnen wird als schwerer durchführbar, als zum Beispiel beim Pferd beschrieben, da diese an der unbelasteten Gliedmaße durchgeführt wurden. Da die Sehnen kontrahiert waren, steigt auch die Gefahr einer Fehlinterpretation. In der Sonographie der Gliedmaßen konnten die Teile des Halteapparats (tiefe Beugesehne,

oberflächliche Beugesehne, Fesselträger, die Sesambeine und die Sesambeinbänder) beurteilt werden. Im Vergleich zum Pferd war der Fesselträger bei Neuweltkamelen heteroechogener (Reed et al. 2007, Hunter und Semevolos 2013).

In der Literatur erwähnte Indikationen für die Sonographie waren Ataxie, Hinterhandparese und Stützbeinlahmheit (Smith 1989, Zanolari et al. 2006, Schaeffer et al. 2012).

Ein Alpaka wurde mit Lahmheit, einer Umfangsvermehrung und Fistelöffnung kaudal des *Tuber coxae* vorgestellt. Die Sonographie wurde um die Fistelöffnung im Bereich des rechten Knie- und Hüftgelenks durchgeführt. Es wurden die Gelenksstrukturen, die knöchernen Strukturen und die Weichteile untersucht. Um die Fistelöffnung waren sonographisch multiple Abszesse darstellbar. An den Knochen waren hochgradige periostale hyperechogene Zubildungen zu sehen, der *Trochanter major*, der *Tuber coxae* und das Hüftgelenk konnten sonographisch nicht eindeutig dargestellt werden (Schoiswohl et al. 2022b).

Rousseau et al. (2013) beschrieben, dass ein Alpaka aufgrund von Lahmheit an der Hintergliedmaße sonographisch untersucht wurde, dabei konnte ein Knochenfragment im Kniegelenk dargestellt werden, das im Röntgen nicht zu sehen war. Das Fragment lag lateral des lateralen Rollkammes. Der Knorpel am Femur hatte, außer lateral des lateralen Rollkammes, eine normale Dicke. Auch die *Patella*, der *M. peroneus tertius*, und die Strecksehne waren sonographisch normal (Abuja et al. 2014).

Die Darstellung eines Knochensequesters im Bereich des Femurs bei einem Alpaka gelang auch (Ward et al. 2021).

Die Menisken waren heterogen und an den Kondylen der Tibia fanden sich periartikulär neue Knochenformationen. Basierend auf der Technik einer humanmedizinischen Studie konnte der Winkel der Trochlea gemessen werden (Abuja et al. 2014).

Da die Luxation der Patella aufgrund der Palpation vermutet wurde, wurde eine Sonographie durchgeführt und der Verdacht bestätigt. Die Patella des linken Knies war nach lateral luxiert und lag somit lateral des lateralen Rollkamms. In der Nähe des Gelenks waren kleine mineralisierte Stellen zu sehen. Die Menisken und das *Ligamentum patellae* waren normal (Furman et al. 2009).

Tab. 8 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Bewegungsapparates bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobenen Befunde/Diagnosestellungen
Reed SK, Semevolos SA, Rist, PK, Valentine BA	Morphologic and biochemical characterization of hyperextension of the metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints in llamas	2007	Hyperextension in den Metakarpo-/Metatarsophalangealgelenken	Beschreibung der sonographischen Darstellung der sehnigen Strukturen im Bereich Metakarpo-/Metatarsophalangealgelenk
Semevolos SA, Huber MJ, Parker JE, Reed SK	Complications after orthopedic surgery in alpacas and llamas: 24 cases (2000–2006)	2008	Anwendung der Sonographie zur Abklärung der Krankheitsursache bei Patienten mit Bewegungsstörung (z. B.: Lahmheit)	Fraktur, Luxation, Osteoarthritis

Tab. 9 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Bewegungsapparates zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Tyler JW, Middleton JR, Barbee DD, Parish SM	Conservative management of a ruptured gastrocnemius muscle in a male llama	1998	sonographische Untersuchung der Muskulatur der Hinterextremität; klinisches Leitsymptom: Lahmheit	Riss des <i>M. gastrocnemius</i>
Furman SM, Fortier LA, Schnabel LV, Krotscheck A	Trochlear block recession in an alpaca with traumatic lateral patellar luxation	2009	sonographische Untersuchung Bereich Patella; klinisches Leitsymptom: Lahmheit	Patellaluxation, gelenksnahe Mineralisation

Hunter BG, Semevolos SA	Septic flexor tendonitis and suspensory desmitis in an alpaca	2013	sonographische Untersuchung Bereich Metakarpus; klinisches Leitsymptom: Lahmheit	Desmitis und Abriss der tiefen Beugesehne
Abuja GA, Kowaleski MP, García-López JM	Management of bilateral patellar luxation in an alpaca	2014	sonographische Untersuchung Bereich Patella; klinisches Leitsymptom: Lahmheit	Patellaluxation und osteochondrale Fragmente
Ward R, Po E, Gozalo-Marcilla M	Nervestimulation-guided femoral and sciatic blocks in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) for the removal of a sequestrum from the distal femur	2021	sonographische Untersuchung Bereich distaler Femur; klinisches Leitsymptom: Lahmheit	genaue Lokalisierung des Knochensequesters
Schoiswohl J, Eibl C, Kofler J, Brunthaler R, Gumpenberger M, Schieder K, Franz S	Hochgradige chronische Osteomyelitis des Darmbeins bei einem Alpaka	2022	sonographische Untersuchung der Hüfte und Hautoberfläche; klinisches Leitsymptom: Ataxie, multiple Umfangsvermehrungen im Hüfthöckerbereich	multiple Abszesse im Hüfthöckerbereich, Veränderung der Knochenkontur am rechten Hüftgelenk

Die vergleichende Sonographie der Hintergliedmaße eines Lamas, das eine Hintergliedmaße nicht belastete, zeigte eine Asymmetrie der *M. gastrocnemii*, wodurch der Verdacht auf Ruptur der *M. gastrocnemii*, entstand, wobei sich Veränderungen der Faserstruktur hauptsächlich im Muskel zeigten (Tyler et al. 1998).

In der tiefen Beugesehne eines Alpakas war in der Sonographie eine zentrale Läsion mittig am Metakarpus, die in Richtung distal und lateral breiter wurde darstellbar. Die Läsion erstreckte sich über 10 cm Länge und 2 cm und 4 cm proximal des Metakarpophalangealgelenks über 75 % der Breite der Sehne. Auch der Fesselträger hatte im proximalen Drittel einen unregelmäßigen Faserverlauf. Die oberflächliche Beugesehne war 4 cm proximal des Metakarpophalangealgelenks im lateralen Anteil nicht darstellbar, im medialen aber schon (Hunter und Semevolos 2013).

Bei einem Lama war im medialen Ast des Fesselträgers direkt proximal des Ansatzes und im lateralen Anteil des Fesselträgers proximal an der Insertionsstelle am Sesambein eine hyperechogene Stelle mit mittelgradiger distaler Schallauslöschung, wobei nicht sicher festgestellt wurde, ob sich diese Stelle im axialen oder abaxialen Ast befindet (Reed et al. 2007). Bei einem weiteren Lama zeigte sich sonographisch in der Mitte des Fesselträgers auf beiden Seiten eine Unterbrechung der normalen Sehnenarchitektur, was für eine Desmitis sprach. Wegen Artefakten war es im Allgemeinen schwer, die Aufzweigung des Fesselträgers darzustellen, durch Beugen und Strecken der Gliedmaße konnten bessere Bilder erzeugt werden. Bei einigen Lamas konnten weder in der Sonographie noch in der Histologie Veränderungen des Fesselträgers festgestellt werden (Reed et al. 2007).

In der linken *A. femoralis* eines Alpakas, das diese Gliedmaße nicht belasten konnte, konnte mit der Dopplersonographie kein Blutfluss festgestellt werden, in der rechten aber schon. In der pathologischen Untersuchung wurden aber andere Befunde beschrieben, wodurch die Sonographie hier Infrage gestellt wurde (Schaeffer et al. 2012).

4.5 Haut und Hautoberfläche

Acht Fallberichte (Tab. 10) beschäftigten sich mit der sonographischen Untersuchung der Haut beziehungsweise der Hautoberfläche. Auf die Vorbereitung des Patienten wird in keiner der gefundenen Publikationen eingegangen, nur Franz et al. (2019) beschrieben die Verwendung

von 70%igem Alkohol als Kontaktmedium zwischen Haut und Schallkopf. Das Tier wurde für die Untersuchung nicht geschoren, sondern das Vlies lediglich gescheitelt. (Franz et al. 2019). Sowohl Linear- als auch Konvexschallköpfe mit einem Frequenzbereich zwischen 5-14 MHz kamen zum Einsatz. Die verwendeten Geräte waren *Samsung HS60*, *Selfius UF-890AG* und *Esaote MyLab 5* (Carrasco et al. 2019, Franz et al. 2019, Marchionatti et al. 2020, Schoiswohl et al. 2022a).

Als häufigste Indikation für die Sonographie der Haut bzw. Hautoberfläche wurde die Abklärung von Umfangsvermehrungen genannt (Harless Mollat et al. 2009, Lee et al. 2012, Carrasco et al. 2019, Eibl und Franz 2021). Ein weiteres Einsatzgebiet zeigte sich bei der ultraschallgestützten Katheterisierung eines venösen Gefäßes (*V. mandibularis*), die jedoch erfolglos blieb (Stathopoulou et al. 2019).

Bei einem Alpaka sollten mehrere Zubildungen an der Mandibula abgeklärt werden. An der Mandibula konnten homogene hyperechogene Umfangsvermehrungen mit gut abgrenzbaren Rändern dargestellt werden, dabei handelte es sich um Lymphome (Lee et al. 2012). Im linken *Lnn. mandibularis* eines Alpakas mit Schwellungen retropharyngeal und submandibulär war eine gut abgegrenzte, zirka 3 cm große Umfangsvermehrung, dessen Mitte hypoechogen war. Die retropharyngeale Masse war in der Mitte fächerig und 6 x 4 cm groß. Die Diagnose, um welche Umfangsvermehrung es sich handelte, konnte rein sonographisch nicht gestellt werden (Harless Mollat et al. 2009).

In der Sonographie im Bereich des rechten Ohres eines Alpakas, das mit Kopfschiefhaltung, Fazialisparese und einer Umfangsvermehrung am Ohr vorgestellt wurde, war im Bereich der Ohrbasis eine inhomogene, hypoechogene Masse zu sehen. Auffällig war, dass in diesem Bereich die knöcherne Struktur der Schädeldecke sonographisch nicht darstellbar war (Franz et al. 2019).

Tab. 10 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung der Haut bzw. Hautoberfläche zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Harless Mollat W, Gailbreath KL, Orbell GM	Metastatic malignant melanoma in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2009	sonographische Untersuchung einer Umfangsvermehrung im Halsbereich; klinisches Leitsymptom: retropharyngeale Umfangsvermehrung, Abmagerung, nicht heilende Wunde im Nasenbereich; ultraschallgestützte Biopsie der Umfangsvermehrung	inhomogenes Echomuster des Mandibularlymphknotens sowie einer retropharyngealen Masse;
Lee LC, Scarratt WK, Buehring GC, Saunders GK	Bovine leukaemia virus infection in a juvenile alpaca with multicentric lymphoma	2012	sonographische Untersuchung einer Umfangsvermehrung im Bereich Mandibula; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	Umfangsvermehrung gut abgegrenzt und homogenhyperechogen
Carrasco RA, Verhoef J, Leonardi CE, Lanigan EE, Adams GP	Bilateral thyroid follicular compact-cellular carcinoma in a llama	2019	sonographische Untersuchung einer Umfangsvermehrung im Halsbereich; klinisches Leitsymptom: Abmagerung	zystische Veränderungen der Umfangsvermehrung
Franz S, Högler S, Gumpenberger M, Dadak A	Intracranial abscess formation in an adult alpaca: a case report	2019	sonographische Untersuchung einer Umfangsvermehrung im Bereich Ohrbasis; klinisches Leitsymptom: Abmagerung, Kopfschiefhaltung	Umfangsvermehrung mit inhomogener echogener Echotextur, keine knöcherne Struktur in diesem Bereich darstellbar

Stathopoulou T, Seymour C, McSloy A, Adams J, Viscasillas J	Pain management of a mandibular fracture in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) via epidural catheter placement in the mandibular foramen	2019	sonographisch gestützte Katheterisierung der <i>V. mandibularis</i>	ultraschallgestützte Katheterisierung der <i>V. mandibularis</i> nicht gelungen
Marchionatti E, Van der Vekens E, Peters LM, Kaiponen TS, Berenguer Veig I, Zanolari P	Solitary tracheal B-cell lymphoma in an adult alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2020	sonographische Untersuchung des Halsbereiches; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe	homogene echoreiche Masse intratracheal
Burbery K, Simon O, Woolford L, Agne GF	Bilateral thyroid adenomas in an alpaca	2021	sonographische Untersuchung des Halsbereiches; klinisches Leitsymptom: Dyspnoe, Schluckbeschwerden	diffus verteilte echoreiche Zubildungen mit zystischen Veränderungen; ultraschallgestützte Feinnadelaspiration der Umfangsvermehrung
Schoiswohl J, Eibl C, Haralambus R, Lipnik K, Schieder K, Franz S	T-cell-lymphoma presented as a solitary subcutaneous mass in the ventral cervical region of an adult llama - diagnostic and treatment	2022	sonographische Untersuchung der Hautoberfläche hinsichtlich pathologischer Befunde; klinisches Leitsymptom: Umfangsvermehrung im proximalen Halsbereich	Umfangsvermehrung angrenzend an Trachea

Als zystische Veränderungen im Halsbereich, die klinisch eine Umfangsvermehrung hervorriefen, wurden anechogene Strukturen nahe der *A. carotis* und der Trachea beschrieben. In der Dopplersonographie wurde zwischen durchblutetem Gewebe und nicht durchbluteten Zysten unterschieden (Carrasco et al. 2019). Auch ein weiteres Mal wird berichtet, dass heterogene Bereiche mit flüssigkeitsgefüllten Zysten zu sehen waren. Es handelte sich um tumoröse Entartungen, deren Malignität in der Sonographie nicht bestimmt werden konnte (Burbery et al. 2021).

Zur Abklärung einer sonographisch sichtbaren Umfangsvermehrung, die im kaudalen Halsdrittel an Trachea und Ösophagus grenzte, führten Marchionatti et al. (2020) im kaudalen Drittel des Halses unter Ultraschallkontrolle eine FNA durch. Dasselbe gelang bei Schoiswohl et al. (2022a), die durch die ultraschallgestützte FNA zur Diagnose eines Lymphoms bei einem Lama im Halsbereich gelangten.

4.6 Zentrales und peripheres Nervensystem

Indikationen für die sonographische Untersuchung von Anteilen des zentralen beziehungsweise peripheren Nervensystems (Tab. 11) waren einerseits die ultraschallgestützte Lokalanästhesie peripherer Nerven sowie die Anwendung der Sonographie zur Darstellung von Rückenmarksveränderungen (intraoperativ) und Teilen des Gehirns (intraoperativ) (Hardefeldt et al. 2012, Fackler et al. 2020, Foster et al. 2020, Thompson und Deutsch 2021, Ward et al. 2021).

Tab. 11. Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des zentralen bzw. peripheren Nervensystems zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobenen Befunde/Diagnosestellungen
Hardefeldt LA, Rylander H, Iskandar BJ, Ellison M, Peek SF	Diagnosis and surgical treatment of an intracranial cyst in an alpaca cria	2012	intraoperative Darstellung einer intrakraniellen Zyste	Kontrolle bezüglich Verbindung der Zyste mit Gehirnventrikel – keine Verbindung dargestellt
Fackler BM, Portela DA, Romano M, Gatson BJ	Use of distal radial, ulnar, median and musculocutaneous (RUMM) nerve blocks in a huacaya alpaca undergoing radial fracture repair	2020	ultraschallgestützte Nervenblockade	<i>N. ulnaris, N. radialis, N. musculocutaneus, N. medianus</i>
Foster A, McSloy A, Monticelli P	Ultrasound-guided psoas compartment and sciatic nerve blocks for pain management of hind limb procedures in the alpaca (<i>Vicugna pacos</i>)	2020	ultraschallgestützte Nervenblockade	<i>N. ischiadicus</i>
Thompson R, Deutsch J	Transverse abdominal plane block in a llama undergoing midline coeliotomy	2021	TAP-block: „ <i>Transverse abdominis plane block</i> “	<i>M. obliquus externus abdominis, M. obliquus internus abdominis, M. transversus abdominis</i>
Ward R, Po E, Gozalo-Marcilla M	Nervestimulation-guided femoral and sciatic blocks in an alpaca (<i>Vicugna pacos</i>) for the removal of a sequestrum from the distal femur	2021	ultraschallgestützte Nervenblockade	<i>N. ischiadicus, N. femoralis</i>

In den Publikationen, die das Vorgehen zur gezielten Lokalanästhesie beschrieben, waren die Tiere in Allgemeinanästhesie. Der „*Transversus abdominus plane*“ (TAP) Block wurde mit Unterstützung eines Linearschallkopfs mit 30 Hz und des Geräts *Samsung LH5-12* durchgeführt (Thompson und Deutsch 2021). Der Schallkopf wurde parallel zu den Rippenbögen beim *Processus xiphoideus* platziert und von dort aus nach lateral bewegt. Die drei Muskelschichten konnten dargestellt werden. Es wurde eine 20G Nadel verwendet, die sich in der Sonographie gut darstellte (Thompson und Deutsch 2021).

Für den Block des *Nervus (N.) ischiadicus* wurde ein Linearschallkopf, verbunden mit dem Gerät *MyLab™ 30*, distal des *Trochanter major* in transversaler Lage angelegt. Das Tier wurde dafür in Seitenlage gebracht (Foster et al. 2020). Der *N. ischiadicus* stellte sich in 2 ellipsoiden Strukturen mit hyperechogenem Rand im *Musculus (M.) biceps femoris* dar. Für den Psoas-Block wurde der Schallkopf im 90° Winkel zur Wirbelsäule kranial des Ileumflügels platziert, mit Schall in Richtung ventral (Foster et al. 2020). Der *M. iliopsoas* und der *N. femoralis* wurden dargestellt, letzterer stellte sich als runde hypoechogene Struktur mit hyperechogenem Rand dar. Auch nach Rotation des Schallkopfes um 90° konnten diese beiden Strukturen noch dargestellt werden, der *N. obturatorius* konnte aber nicht gefunden werden (Foster et al. 2020). Eine weitere Publikation berichtet von der Durchführung eines Nervenblocks an der Hintergliedmaße, diese geht aber nicht auf die Methodik ein (Ward et al. 2021). Unter sonographischer Kontrolle wurden der *N. radialis*, *N. ulnaris*, *N. medianus* und *N. muskulocutaneus* anästhesiert, dazu wurde medial am Humerus das Nervenbündel aus *N. ulnaris*, *N. medianus* und *N. muskulocutaneus* zwischen dem *M. coracobrachialis* und der *A. brachialis* in Transversalebene dargestellt. Im distalen Drittel des Humerus wurde der *N. radialis* kaudal des *M. brachialis* und medial des *Caput laterale* des *M. triceps brachii* und kranial der *A. radialis* dargestellt (Fackler et al. 2020)

Hardefeldt et al. (2012) berichtete von der intraoperativen Verwendung einer 18 MHz Sonde nachdem die Dura Mata eröffnet wurde, um eine intrakranielle Zyste darzustellen, es konnte aber keine Verbindung zu den lateralen Ventrikeln nachgewiesen werden.

4.7 Auge

Es konnten drei Publikationen (Tab. 12, Tab. 13) gefunden werden, die sich mit der Sonographie des Auges befassen. Keine der Publikationen geht aber auf die Vorbereitung des Tieres oder verwendetes Equipment ein, einzig die Verwendung eines 20 MHz Pachymetrie-Schallkopf wird erwähnt (Andrew et al. 2002).

Mit der Ultraschall-Pachymetrie wurde die Dicke der Hornhaut gemessen. Die Hornhautdicke unterscheidet sich zwischen Lama (608 μm) und Alpaka (595 μm) und nimmt mit zunehmendem Alter zu (Andrew et al. 2002). Die Messungen erfolgten medial, temporal, dorsal und ventral, einmal zentral und peripher 5 mm vom Limbus entfernt an der Kornea beider Augen. Dazu wurde ein 20 MHz Pachymetrie-Schallkopf sanft an die Kornea gedrückt (Andrew et al. 2002).

Die Dopplersonographie ermöglichte die Darstellung von Blutgefäßen. So erfolgte der Nachweis, dass die *Tunica vasculosa lentis* durchblutet war. Außerdem wird erwähnt, dass die präoperative Sonographie inklusive Dopplersonographie bei Neuweltkamelen mit Katarakt wichtig ist, um Veränderungen in der hinteren Augenkammer auszuschließen (Gionfriddo und Blair 2002).

Ebenso wurde die Sonographie zum Nachweis intraokulärer oder retrobulbärer Zubildungen eingesetzt. Mit der Sonographie konnte bestätigt werden, dass in der vorderen Augenkammer eines Alpakas zwei Zubildungen vorhanden waren. Eine genauere Diagnose, um welche Art von Zubildung es sich handelte, konnte sonographisch nicht gestellt werden (Harmor et al. 1999).

Tab. 12 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Abdomens bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Andrew SE, Willis AM, Anderson DE	Density of corneal endothelial cells, corneal thickness, and corneal diameters in normal eyes of llamas and alpacas	2002	Bestimmung der Hornhautdicke – Erhebung von Referenzwerte	Beschreibung der sonographischen Dicke der Kornea

Tab. 13 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Auges zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben

Autoren	Titel	Jahr	Indikation für die sonographische Untersuchung	sonographisch erhobene Befunde/Diagnosestellungen
Harmor RE, Severin GA, Roberts SM	Intraocular melanoma in an alpaca	1999	sonographische Untersuchung der vorderen Augenkammer klinisches Leitsymptom: Blindheit, sichtbare pigmentierte Umfangsvermehrungen	Umfangsvermehrung in der vorderen Augenkammer
Gionfriddo JR, Blair M	Congenital cataracts and persistent hyaloid vasculature in a llama (<i>Lama glama</i>)	2002	sonographische Untersuchung der Augenkammer; klinisches Leitsymptom: Blindheit	persistierende Hyaloidarterie

5 Diskussion

In dieser Literaturrecherche wird dargestellt, inwieweit die Verwendung der Sonographie bei Neuweltkamelen in der Literatur beschrieben wird und welche Indikationen es für diese Untersuchungstechnik gibt.

Die Literatursuche wurde durch die Sprache, in welcher die Publikation veröffentlicht wurde, sicherlich eingeschränkt, bzw. die Anzahl der zur Auswertung gelangten Arbeiten limitiert. Es gab einige spanischsprachige Publikationen aus Südamerika, dem Herkunftscontinent der Lamas und Alpakas, die aber aufgrund der Sprachbarriere vielen Lesern/Leserinnen nicht zur Verfügung stehen. In dieser Literaturrecherche wurden nur englischsprachige Publikationen aus Südamerika berücksichtigt. Einige Quellen stammten auch aus dem europäischen Raum, vor allem aus den deutschsprachigen Ländern, wie Deutschland, Schweiz und Österreich. Ein Großteil der Publikationen stammte aus den USA, was sich durch die große Anzahl an Tieren, die dort gehalten werden sowie der Höhe an Forschungsgeldern erklären könnte (Kapil et al. 2009). Es ist auffällig, dass die Sonographie häufiger bei Alpakas als bei Lamas beschrieben wird. Dies kann einerseits daran liegen, dass Alpakas im Allgemeinen häufiger gehalten werden, andererseits auch an unterschiedlichen Nutzungsformen (z. B. Wollproduktion, Showtiere, Trekkingtouren), wodurch Alpakas häufig wertvoller sind, zwischen den Tierarten (Kapil et al. 2009, Bauerstatter et al. 2018).

Im Rahmen dieser Literaturrecherche wurden insgesamt 109 Publikationen als relevant eingestuft. Häufig handelte es sich um Fallberichte, es wurde also nur ein klinischer Fall, meist eine Erkrankung bei einem Alpaka, beschrieben. Bis auf wenige Ausnahmen wurde in den Publikationen nur die Anwendung einer sonographischen Untersuchung erwähnt, auf Vorbereitung, verwendetes Material und Methodik wurde oftmals nicht näher eingegangen. Dies hat zur Folge, dass der Leser/die Leserin diesbezüglich kaum Informationen oder Hilfestellungen für die Durchführung der Untersuchung aus den genannten Publikationen generieren kann. Nur wenige Originalarbeiten hatten die Beschreibung der Methodik hinsichtlich Durchführung der sonographischen Untersuchung zum Inhalt, inklusive der Beschreibung physiologischer und/oder pathologischer sonographischer Befunde. Zu diesen

wenigen Ausnahmen zählen die Beschreibungen des Herzens und Magen-Darmtraktes sowie von Milz und Nieren (Boon et al. 1994, Cebra et al. 2002, Eibl und Franz 2021).

Was die Vorbereitung der Neuweltkamele für die Sonographie betrifft, finden sich in der Literatur unterschiedliche Ansätze. Eine Sedierung wird nur selten als notwendig angegeben, meistens ist es ausreichend, die Tiere für die Untersuchung einfach an Halfter und Strick zu halten oder in einem Stand zu fixieren. Dies ist stark vom Gesundheitszustand und der Gewöhnung der Tiere an den Menschen abhängig (Boon et al. 1994, Cebra et al. 2002, Newman und Anderson 2009, Windschnurer et al. 2020, Eibl und Franz 2021). Ein weiterer Punkt, in dem in den Publikationen sehr unterschiedliche Ansichten vertreten sind, ist das Scheren des Vlieses. Dabei sind die Indikation und der Allgemeinzustand des Tieres entscheidend. Da vor allem Alpakavlies sehr wertvoll ist, geht eine Schur mit einer Wertminderung des Tieres einher (Cebra et al. 2002, Chapel et al. 2017, Sylla et al. 2020). Für Routinekontrollen ist es ausreichend das Vlies zu scheiteln oder vliesarme Körperregionen, wie beispielsweise medial des Ellbogens, für die Sonographie des Herzens, zu verwenden (Boon et al. 1994, Eibl und Franz 2021, Hayes et al. 2021). Nur in einzelnen Publikationen wird erwähnt, ob ein Kontaktmittel verwendet wurde, dabei wird am häufigsten Alkohol genannt, aber auch Ultraschallgel wird verwendet (Boon et al. 1994, Franz et al. 2019, Eibl und Franz 2021, Hayes et al. 2021). Wenn das Vlies gescheitelt wird, wird eher Alkohol verwendet, an Stellen ohne Vlies, eher Ultraschallgel. Mögliche Gründe dafür wären, dass sich mit Alkohol durchtränktes oder benetztes Vlies wahrscheinlich besser scheiteln lässt und nicht unmittelbar in die ursprüngliche Position zurückfällt, weiters lässt sich Gel nicht so einfach aus dem Vlies entfernen und könnte das Vlies verkleben, wenn es trocknet. Zudem kann es dabei zu Lufteinschlüssen kommen, wovon die Bildqualität beeinträchtigt ist. Allerdings sind die Vor- und Nachteile der einzelnen Kontaktmedien in keiner der Publikationen erläutert, somit lassen sich an dieser Stelle nur Vermutungen anstellen, wo die Vorzüge liegen, wie sich das Vlies mit Alkohol beziehungsweise Ultraschallgel verhält, in welchen Ausmaß die Kontaktmedien angewandt wurden und wie am besten vorgegangen werden sollte.

Die Verwendung der Schallköpfe variiert zwischen den einzelnen Publikationen, die aber das gleiche Organ mit ähnlichen Indikationen untersuchen. So wird beispielsweise für die Untersuchung der Leber ein Linear-, Konvex- oder Mikrokonvexschallkopf mit Frequenzen

zwischen 3,5 MHz und 6,6 MHz verwendet (Birgel et al. 2007, Braun et al. 2009, Sprake und Gold 2012, Binici et al. 2021, Eibl und Franz 2021). Auch im Halsbereich und am Abdomen variieren die verwendeten Schallköpfe und Frequenzen in ähnlichem Ausmaß. Die Auswahl der Geräte ist ebenso sehr unterschiedlich. Ob Standgeräte oder tragbare Geräte verwendet werden, hängt höchstwahrscheinlich mit den Gegebenheiten an der Klinik, der Praxis oder dem Betrieb und dem Vorhandensein des jeweiligen Geräts zusammen.

Am häufigsten ist in der Literatur die Sonographie des Abdomens angeführt. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass betroffene Tiere unspezifische klinische abdominale Symptome, wie Apathie, Festliegen, Anorexie, umfangsvermehrtes Abdomen oder Koliksymptome zeigen und somit eine weiterführende Diagnostik neben der klinischen Untersuchung unumgänglich ist (Ivany und Anderson 2001, Johnson et al. 2007, Sorensen und Allison 2015). Die häufigsten mittels Sonographie erhobenen Befunde umfassen dann entweder einen Aszites, dilatierte Darmschlingen oder Umfangsvermehrungen. Auch Leberpathologien werden häufig mit der Sonographie festgestellt und die Sonographie erwies sich als geeignet unter Sicht eine Biopsie der Leber durchzuführen (Coulton et al. 1997, Tornquist et al. 2001).

Zu den häufigsten Indikationen für eine Sonographie, die den Harntrakt betreffen, wobei hier nur die Harnorgane berücksichtigt wurden, zählen Strangurie, Anurie, Inkontinenz und Hämaturie. Unter den gestellten Diagnosen finden sich vermehrt Umfangsvermehrungen, aber auch Missbildungen wie Agenesie der Nieren oder Harnblase (Hardefeldt et al. 2007, Melidone et al. 2010, Ziegler et al. 2013, Sorensen und Allison 2015).

Zur Abklärung von Arrhythmien und Herzgeräuschen wird eine Echokardiographie durchgeführt, die zum Teil auch ausführlich beschrieben wird. Es wird auf Vorgehensweise, Material und Einstellungen eingegangen und es werden auch Referenzwerte genannt. Die Messungen sind zwar sehr genau beschrieben, aber in einer so komplexen Form, dass sie nur schwerlich als Anleitung verwendet werden können (Boon et al. 1994). Beschreibungen zur sonographischen Untersuchung der Lunge gibt es dagegen wenige.

Zu orthopädischen Indikationen (z. B. Lahmheiten) wurden Fallberichte, in welchen Abnormalitäten der Sehnen, Knochenveränderungen oder -fragmente in der Sonographie dargestellt werden konnten, gefunden. Aber auch in diesen findet sich kaum eine Beschreibung

der Vorgehensweise und des Equipments (Reed et al. 2007, Abuja et al. 2014). Bei den Publikationen zu orthopädischen Indikationen ist besonders auffällig, dass oftmals erwähnt wird, dass die Sonographie möglicherweise hilfreich gewesen wäre, aber keine durchgeführt wurde (Rousseau et al. 2013). In den Fällen, in welchen die Sonographie durchgeführt wird, kann meist eine Diagnose gestellt oder bestätigt werden.

Bei der Sonographie der Haut und Hautoberfläche sind es in erster Linie Umfangsvermehrungen, die mit Sonographie untersucht werden (Carrasco et al. 2019, Burbery et al. 2021). Auch hier wird eine ultraschallgestützte Feinnadelbiopsie als gut durchführbar angegeben. Insgesamt wird aber in all diesen Fallberichten nur sehr wenig auf die exakte Beschreibung der sonographischen Untersuchungstechnik eingegangen.

Die wenigen Publikationen, in welchen die Sonographie bei neurologischen Indikationen zum Einsatz kommt, beschrieben meist das Setzen von Lokalanästhesien, wobei dabei häufig das Equipment, die Vorbereitung und die genaue Vorgehensweise beschrieben wird (Fackler et al. 2020, Foster et al. 2020, Thompson und Deutsch 2021).

Die Sonographie der Augen wurde, zwar selten beschrieben, dabei meist aufgrund von Augenerkrankungen durchgeführt (Gionfriddo und Blair 2002, Harless Mollat et al. 2009).

Obwohl die Sonographie eine nicht-invasive Methode ist, wird sie wenig angewandt, da viele Tierärzte/Tierärztinnen wahrscheinlich wenig Erfahrung mit der Sonographie von Neuweltkamelen haben. Das führt in weiterer Folge dazu, dass die Ergebnisse derartiger Untersuchungen nicht hilfreich oder erfolgversprechend sind (Dart et al. 1997). Ein zusätzlicher Grund erfolgloser Untersuchungen könnte das Fehlen von Referenzwerten (Organvermessungen) von einem Großteil der Organe sein. Die Sonographie eines Organs, von dem weder Größe noch Struktur und sonographisch physiologisches Erscheinungsbild bekannt sind, erweist sich als schwierig, da die Ergebnisse nicht interpretiert werden können. Nur für einzelne abdominale Organe, Milz und Nieren, sowie des Herzens, wurden bereits Referenzwerte veröffentlicht, auf welche sich in weiterer Folge einige Fallberichte beziehen (Boon et al. 1994, Cebra et al. 2002, Foster et al. 2011, Eibl und Franz 2021).

In manchen Publikationen wird zur Abklärung der Krankheitsursache als Alternative zur Sonographie ein CT empfohlen, welches den Vorteil größerer Eindringtiefe bietet. Außerdem

muss ein CT nicht sofort vom Untersucher/der Untersucherin beurteilt, sondern kann auch von Experten/Expertinnen an anderen Standorten ausgewertet werden (Stieger-Vanegas und Cebra 2013). Allerdings muss ein Neuweltkamel für ein CT in Allgemeinanästhesie sein, was einen erheblich größeren Arbeitsaufwand und ein Narkoserisiko für das Tier mit sich bringt.

Da sich viele Fallberichte finden, in welchen die Sonographie bei Neuweltkamelen thematisiert wird, lässt sich vermuten, dass dieses Thema durchaus von Relevanz ist und mehrere wissenschaftlich fundierte, großangelegte Studien notwendig wären, um eine Grundlage für weitere Fälle in der Praxis zu schaffen. Das Problem der bisher vorhandenen Literatur ist, dass es hauptsächlich Fallberichte oder Studien mit geringer Anzahl an Tieren sind, wodurch die Aussagekraft dahinter nicht besonders groß ist und es sehr viele unterschiedliche Ergebnisse gibt.

6 Zusammenfassung

Das Ziel der Diplomarbeit war es, im Rahmen einer Literaturrecherche zu evaluieren, für welche Indikationen die Sonographie bei Neuweltkamelen im Bereich der inneren Medizin eingesetzt wird und inwieweit Angaben zur Untersuchungstechnik, Darstellung von physiologischen und pathologischen sonographischen Befunden vorhanden sind. Da die Haltung von Neuweltkamelen immer populärer wird und diese Tiere somit auch häufiger in der Klinik bzw. Tierarztpraxis vorgestellt werden, ist die Anwendung einer nicht invasiven, rasch durchzuführenden und verlässlichen Untersuchungstechnik zur Diagnosestellung im Erkrankungsfall von größter Wichtigkeit.

109 recherchierte Publikationen wurden verschiedenen Körperregionen zugeteilt und Indikation und sonographisch erhobene Befunde bzw. Diagnosen dokumentiert. Nur in wenigen Fällen waren Grundlagenarbeiten zu finden, die die Untersuchungstechnik sowie die Darstellung sonographisch physiologischer Befunde verschiedener Organe bzw. Organstrukturen dokumentieren. Bei den meisten Publikationen handelte es sich um Fallberichte, wobei am häufigsten über Patienten mit Erkrankungen des Abdomens berichtet wurde. Häufig erhobene sonographische Befunde waren Aszites und Leberparenchymveränderungen. Die abdominale Sonographie erwies sich als geeignet, von sichtbaren intraabdominalen Umfangsvermehrungen bzw. Organen (z. B. Leber) eine unter Sicht durchgeführte Biopsie vorzunehmen, was die diagnostischen Möglichkeiten erheblich erweiterte. Bei der Untersuchung des Harntraktes konnten vor allem Missbildungen und das Krankheitsbild der Urolithiasis sonographisch diagnostiziert werden. Auch um pathologische Veränderungen am Herzen zu beschreiben, wurde die Sonographie erfolgreich eingesetzt, wobei vor allem Defekte am Ventrikelseptum und den Herzklappen dargestellt wurden. Als relevante Indikation für die Sonographie erwies sich auch die sonographische Untersuchung des Auges, wengleich zu diesem Themenbereich nur wenig Veröffentlichungen zu finden waren. Die Sonographie eignet sich auch gut für die Abklärung von Umfangsvermehrungen im Bereich der Haut bzw. Hautoberfläche und wird eindrucksvoll auch zur Anwendung für eine Lokalanästhesie von größeren peripheren Nerven eingesetzt.

Zusammenfassend betrachtet kann gesagt werden, dass die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen, dass es sehr wichtige Indikationen für die Anwendung der Sonographie bei Neuweltkamelen gibt, jedoch noch sehr viel Informationsübermittlung hinsichtlich Untersuchungstechnik sowie Darstellung sonographisch physiologischer Befunde und pathologischer Befunde verschiedener Organe bzw. Organstrukturen unternommen werden muss.

7 Summary

The aim of the diploma thesis was to evaluate the indications for which sonography is used in New World camels in the field of internal medicine and to what extent information on the examination technique and the presentation of physiological and pathological sonographic findings are presented in the literature. Since the keeping of New World camels is becoming more and more popular and these animals are therefore also presented more frequently in clinics and veterinary practices, the use of a non-invasive, quick and reliable examination technique for diagnosis in the event of illness is of the utmost importance.

109 researched publications were assigned to different body regions and the indication and sonographic findings and diagnoses were documented. Only a few publications present the basic information on examination technique and the presentation of sonographic physiological findings of various organs or organ structures. Most of the publications were case reports, with patients suffering from abdominal disorders being most frequently reported. Frequently collected sonographic findings were ascites and liver parenchymal changes. Abdominal sonography proved suitable for carrying out a biopsy of visible intra-abdominal enlargements or organs (e.g. liver), which considerably expanded the diagnostic possibilities. When examining the urinary tract, it was mainly possible to diagnose malformations and the clinical picture of urolithiasis sonographically. Sonography has also been used successfully to describe pathological changes in the heart, mainly ventricular septum defects and defects of heart valves were shown. The sonographic examination of the eye also proved to be a relevant indication for sonography, although only a few publications could be found on this topic. Sonography is also well suited for clarifying any increase in circumference in the skin or skin surface and is also impressively used for local anaesthesia of larger peripheral nerves.

Summarised the results of this literature research show that there are very important indications for the use of sonography in New World camels, but that a great deal of information regarding the examination technique and the presentation of sonographic physiological findings and pathological findings of various organs or organ structures still needs to be undertaken.

8 Abkürzungen

A	Arteria
C1	erstes Magenkompartiment
C2	zweites Magenkompartiment
C3	drittes Magenkompartiment
CT	Computertomographie
FNA	Fein-Nadel-Aspiration
IKR	Interkostalraum
KGW	Körpergewicht
Lnn	Lymphonoduli
M	Musculus
N	Nervus
V	Vena
VSD	Ventrikel-Septum-Defekt

9 Literaturverzeichnis

- Abuja GA, Kowaleski MP, García-López JM. 2014. Management of Bilateral Patellar Luxation in an Alpaca. *Veterinary Surgery*, (43): 459–464.
- Adolf J, Dykes NL, Semevolos S, Divers TJ. 2001. The diagnosis and treatment of a thoracic abscess in an alpaca. *Australian Veterinary Journal*, 79 (10): 675–679.
- Amory JT, Jones EC, Crisman MV, Zimmerman K, Tyson IAR, Larson MM, Saunders GK, O'Rourke LG. 2010. Imaging diagnosis - dorsal mediastinal t-cell lymphoma in an alpaca. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51 (3): 311–312.
- Anderson DE, DiCarlo C, Whitlock BK. 2018. Sudden death following dystocia and peritoneal contamination with a polyethylene polymer-based obstetrical lubricant in an alpaca. *Veterinary Record Case Reports*, 6: 1–3.
- Anderson DE, Rousseau M, Schulz KM. 2010. Laparoscopic Cystotomy for Removal of a Large Bladder Polyp in a Juvenile Alpaca with Polypoid Cystitis. *Veterinary Surgery*, 39: 733–736.
- Andrew SE, Willis AM, Anderson DE. 2002. Density of corneal endothelial cells, corneal thickness, and corneal diameters in normal eyes of llamas and alpacas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 63 (3): 326–329.
- Aubry P, Swor TM, Lcohr CV, Tibary A, Barrington GM. 2000. Septic orchitis in an alpaca. *Canadian Veterinary Journal*, 41: 704–706.
- Barr BS, Seco O, Axon J, Sleeper MM, Baird AN. 2001. Successful Treatment of Pericarditis in a Pregnant Llama. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 11 (4): 287–291.
- Bauerstatter S, Lambacher B, Stanitznig A, Franz S, Wittek T. 2018. Neuweltkamele in Österreich - Untersuchungen zur Population, Haltung, Herdenmanagement und Gesundheitsprophylaxe. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 105: 191–199.
- Bickers RJ, Templer A, Cebra CK, Kaneps AJ. 2000. Diagnosis and treatment of torsion of the spiral colon in an alpaca. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 216 (3): 380–382.

- Binici C, Baron von König U, Weber J. 2021. Diagnostik von Lebererkrankungen beim Wiederkäuer und Kameliden unter besonderer Berücksichtigung der sonographischen Untersuchung. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 163 (6): 397–408.
- Birgel EH, dos Santos MC, de Arruda Camara Ramos J, Pogliani FC, Birgel DB, Della Libera AMM, Gregory L, de Araujo WP, Benesi FJ. 2007. Secondary hepatogenous photosensitization in a llama (*Lama glama*) bred in the state of São Paulo, Brazil. *Practitioners' Corner*, 48: 323–324.
- Björklund C, Båge R, Morrell J, de Verdier K, Nisu-Hartzell L, Kjellinbro N, Belák K, Bernodt K, Gavier-Widen D. 2019. Diseases and causes of death among alpacas in Sweden: a retrospective study. *Veterinary Record Open*, 6: 1–7.
- Blond L, Buczinski S. 2009. Basis of Ultrasound Imaging and the Main Artifacts in Bovine Medicine. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 25: 53–565.
- Boileau MJ, Streeter RN, Step DL, Washburn KE. 2003. Colocolic Intussusception in a 12-Year-Old Llama. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 7: 937–939.
- Boon JA, Knight AP, Moore DH. 1994. Llama Cardiology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 10 (2): 353–370.
- Braun U, Previtali M, Gautschi A, Forster E, Steininger K, Irmer M, Reichle S, Sydler T, Wiederkehr D, Ruetten M, Hoelzle L. 2009. Sonographic findings in an alpaca with *Mycobacterium kansasii* infection. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 151 (6): 287–290.
- Burbery K, Simon O, Woolford L, Agne GF. 2021. Bilateral thyroid adenomas in an alpaca. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 35: 2937–2942.
- Byers S, Barrington G, Nelson D, Haldorson G, Holt T, Callan R. 2011. Neurological Causes of Diaphragmatic Paralysis in 11 Alpacas (*Vicugna pacos*). *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 25: 380–385.
- Cardwell M, Thorne MH. 1999. Hydronephrosis and ureteral duplication in a young alpaca. *Veterinary Record*, 145: 104–107.
- Carmalt JL, Baptiste KE, Blakley B. 2001. Suspect copper toxicity in an alpaca. *Canadian Veterinary Journal*, 42: 554–556.

- Carrasco RA, Verhoef J, Leonardi CE, Lanigan EE, Adams GP. 2019. Bilateral thyroid follicular compact-cellular carcinoma in a llama. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 31 (6): 913–916.
- Cebra CK, Cebra ML, Garry FB, Larson RS, Baxter GM. 1998a. Acute Gastrointestinal Disease in 27 New World Camelids: Clinical and Surgical Findings. *Veterinary Surgery*, 27: 112–121.
- Cebra CK, Garry FB, Powers BE, Johnson LW. 1995. Lymphosarcoma in 10 New World Camelids. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 9 (6): 381–385.
- Cebra CK, Waltrous BJ, Cebra ML. 2002. Transabdominal ultrasonographic appearance of the gastrointestinal viscera of healthy llamas and alpacas. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 43 (4): 359–366.
- Cebra ML, Cebra CK, Garry FB, Boon JA, Orton EC. 1998b. Atrioventricular septal defects in three llamas (*Lama glama*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 29 (2): 225–227.
- Chapel E, Lozier J, Lakritz J, Schober KE. 2017. Interventional Closure of a Patent Ductus Arteriosus Using an Amplatz Canine Duct Occluder in an Alpaca Cria. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 31: 1221–1224.
- Costarella CE, Anderson DE. 1999. Ileocecolic intussusception in a one-month-old llama. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 214 (11): 1672–1673.
- Coulton MA, Dart AJ, McClintock SA, Hodgson DR. 1997. Sporodesmin toxicosis in an alpaca. *Australian Veterinary Journal*, 75 (2): 136–137.
- Dart A, Dart CM, Hodgson DR. 1997. Surgical management of a ruptured bladder secondary to a urethral obstruction in an alpaca. *Australian Veterinary Journal*, 75 (11): 793–795.
- Degen LC. 2019. Eine Untersuchung der topografischen und systematischen Anatomie des Urogenitaltraktes des Alpakas [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Dela Cruz FN, Li L, Delwart E, Pesavento PA. 2016. A novel pulmonary polyomavirus in alpacas (*Vicugna pacos*). *Veterinary Microbiology*, 201: 49–55.

- Du Plessis WM. 2014. Physikalische Grundlagen. In: Du Plessis WM, Hrsg. Sono-Grundkurs für Tiermediziner: Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze verstehen, erkennen, interpretieren. Erste Auflage. Stuttgart: Schattauer, 1–22.
- Duesterdieck-Zellmer KF, van Metre DC, Cardenasc A, Cebra CK. 2014. Acquired urethral obstruction in New World camelids: 34 cases. *Australian Veterinary Journal*, 92 (8): 313–319.
- Eibl C, Franz S. 2021. Ultrasonography of kidney and spleen in clinically healthy llamas and alpacas. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 63 (4): 1–9.
- Fackler BM, Portela DA, Romano M, Gatson BJ. 2020. Use of distal radial, ulnar, median and musculocutaneous (RUMM) nerve blocks in a Huacaya alpaca undergoing radial fracture repair. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 47 (5): 734–736.
- Fecteau ME, Ross J, Tennent-Brown BS, Habecker P, Sreevatsan S, Sweeney RW, Whitlock RH. 2009. *Mycobacterium avium* ssp. *paratuberculosis* High Shedding in an Adult Female Alpaca, and its Implications for the Rest of the Herd. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23: 1311–1314.
- Firshman A, Wunschmann A, Cebra CK, Bildfell R, McClanahan SL, Valentine BA, McKenzie E, Waitt L, Margiocco M, Sisson DD. 2008. Thrombotic Endocarditis in 10 Alpacas. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22 (456-461).
- Flückinger M. 1997. Grundlagen der Ultraschalldiagnostik. In: Braun U, Hrsg. Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Erste Auflage. Berlin: Parey, 1–8.
- Foster A, McSloy A, Monticelli P. 2020. Ultrasound-guided psoas compartment and sciatic nerve blocks for pain management of hind limb procedures in the alpaca (*Vicugna pacos*). *Open Veterinary Journal*, 10 (2): 120–127.
- Foster DM, Chinnadurai SK, Nutt J, Pandiri A, Linder KE, Alleya ML, Smith GW. 2011. Congenital peritoneopericardial diaphragmatic hernia in an alpaca. *Australian Veterinary Journal*, 89 (1-2): 51–54.
- Franz S, Högler S, Gumpfenberger M, Dadak A. 2019. Intracranial abscess formation in an adult alpaca: a case report. *BMC Veterinary Research*, 15 (183): 1–7.

- Furman SM, Fortier LA, Schnabel LV, Krotscheck A. 2009. Trochlear Block Recession in an Alpaca with Traumatic Lateral Patellar Luxation. *Veterinary Surgery*, 38: 421–425.
- Gerspach C, Hull BL, Rings DM, Chew DJ, Beamer GL, Hubbell JA, Lakritz J. 2008. Hematuria and transitional cell papilloma of the renal pelvis treated via unilateral nephrectomy in an alpaca. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 323 (8): 1206–1209.
- Gionfriddo JR, Blair M. 2002. Congenital cataracts and persistent hyaloid vasculature in a llama (*Lama glama*). *Veterinary Ophthalmology*, 5 (1): 65–70.
- Gustafson NR, Severidt J, van Metre DC, Schultheiss PC, LaRue SM, Callan RJ. 2005. Radiation Therapy for the Treatment of Urethral Sarcoma in a Cria. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 19: 271–274.
- Hamir AN, Timm KI, Smith BB. 2000. Thrombosis of the splenic vein in llamas (*Lama glama*). *Veterinary Record*, 148 (8): 226–228.
- Hardefeldt LA, Rylander H, Iskandar BJ, Ellison M, Peek SF. 2012. Diagnosis and surgical treatment of an intracranial cyst in an alpaca cria. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 240 (12): 1501–1506.
- Hardefeldt LY, Poulsen KP, McGuirk SM, Livesey MA, Koch C, Perrier MP, Pinkerton ME. 2010. Urogenital leiomyosarcoma in an alpaca. *Canadian Veterinary Journal*, 51: 1387–1390.
- Hardefeldt LY, Textor A, Dart AJ. 2007. Renal agenesis in an alpaca cria. *Australian Veterinary Journal*, 85 (5): 185–187.
- Harless Mollat W, Gailbreath KL, Orbell GM. 2009. Metastatic malignant melanoma in an alpaca (*Vicugna pacos*). *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 21: 141–144.
- Harmor RE, Severin GA, Roberts SM. 1999. Intraocular melanoma in an alpaca. *Veterinary Ophthalmology*, 2: 193–196.
- Hayes CJ, O'Brien PJ, Wolfe A, Hoey S, Chandler C, Rhodes V, Carty CI, Piras IM, Ryan EG. 2021. Acute fasciolosis in an alpaca: a case report. *BMC Veterinary Research*, 17 (215): 1–11.

- Hewson J, Cebra CK. 2001. Peritonitis in a llama caused by *Streptococcus equi* subsp. *Zooepidemicus*. *Canadian Veterinary Journal*, 42: 465–467.
- Hunter BG, Semevolos SA. 2013. Septic flexor tendonitis and suspensory desmitis in an alpaca. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243 (1): 136–139.
- Ivany JM, Anderson DE. 2001. Propylene glycol toxicosis in a llama. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 218 (2): 243–244.
- Ivany JM, Anderson DE, Birchard SJ, Mattoon JR, Neubert BG. 2002. Portosystemic shunt in an alpaca. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 220 (11): 1696–1699.
- Jarvinen JAC, Whitley EM, Kreuder AJ, Schleining JA. 2014. Identification of *Lamanema chavezii* Becklund 1963 infection in a llama (*Lama glama*) in the United States. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26 (1): 178–183.
- Johnson AL, Stewart JE, Perkins GA. 2007. Diagnosis and treatment of *Eimeria macusaniensis* in an adult alpaca with signs of colic. *The Veterinary Journal*, 179: 465–467.
- Jones M, Miesner M, Grondin T. 2009. Outbreak of *Streptococcus equi* ssp. *zooepidemicus* Polyserositis in an Alpaca Herd. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23: 220–223.
- Kapil S, Yeary T, Evermann JF. 2009. Viral Diseases of New World Camelids. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 25: 323–337.
- Kingston JK, Staempfli HR. 1995. Silica urolithiasis in an alpaca. *Canadian Veterinary Journal*, 36: 767–768.
- Klein D, Hassan J, Fuchs-Baumgartner A, Baumgartner W. 2007. Ösophagusdilatation bei einem Lama. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 94: 304–308.
- Klein D, Prosl H, Thaller D, Floeck M. 2012. Diagnosis of a *Dicrocoelium dendriticum* infection in New World Camelids: a case report. *Veterinari Medicina*, 57 (3): 154–162.
- Kretsch CM, Simpson KM, Rawlinson JE, Laurence H, Spraker TR. 2022. Regional and Distant Metastasis of Oral Squamous Cell Carcinoma in a Male Castrated Llama: A Case Report. *Journal of Veterinary Dentistry*: 1–7.

- Kubus K, Wöckel A, Felton C, Schwarzenberger J, Sobiraj A. 2015. Konservative und chirurgische Therapie der Urachusfistel bei einem Alpaka-Cria. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 6: 368–373.
- Lascola K, Vandis M, Bain P, Bedenice D. 2009. Concurrent Infection with *Anaplasma phagocytophilum* and *Mycoplasma haemolamae* in a Young Alpaca. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23: 379–382.
- Lee LC, Scarratt WK, Buehring GC, Saunders GK. 2012. Bovine leukaemia virus infection in a juvenile alpaca with multicentric lymphoma. *Canadian Veterinary Journal*, 53: 283–286.
- Lyashchenko KP, Greenwald R, Esfandiari J, Meylan M, Hengrave Burri I, Zanolari P. 2007. Antibody responses in New World camelids with tuberculosis caused by *Mycobacterium microti*. *Veterinary Microbiology*, 125: 265–273.
- Marchionatti E, van der Vekens E, Peters LM, Kaiponen TS, Berenguer Veig I, Zanolari P. 2020. Solitary tracheal B-cell lymphoma in an adult alpaca (*Vicugna pacos*). *BMC Veterinary Research*, 16 (429): 1–7.
- Margiocco ML, Scansen BA, Bonagura JD. 2009. Camelid Cardiology. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, (25): 423–454.
- Martin JM, Valentine BA, Cebra CK. 2010. Clinical, ultrasonographic, and laboratory findings in 12 llamas and 12 alpacas with malignant round cell tumors. *Canadian Veterinary Journal*, 51:1379-1382.
- McClanahan SL, Malone ED, Anderson KL. 2005. Bladder outlet obstruction in a 6-month-old alpaca secondary to pelvic displacement of the urinary bladder. *Canadian Veterinary Journal*, 46: 247–249.
- McLane MJ, Schlipf JW, JR., Margiocco ML, Gelberg H. 2008. *Listeria* associated mural and valvular endocarditis in an alpaca. *Journal of Veterinary Cardiology*, 10: 141–145.
- Melidone R, Parry NM, Gruntman A. 2010. Urinary bladder agenesis in an alpaca (*Vicugna pacos*) cria. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 22: 473–475.

- Middleton JR, Chigerwe M, Fine DM, Turk JR, Lattimer JC. 2006. Pulmonary hypertension and right-sided heart failure in an adult llama with hepatic disease. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 228 (5): 756–759.
- Moser L, Kegler K, Precht C, Zanolari P. 2019. Bronchioalveolar carcinoma in an adult alpaca (*Vicugna pacos*). *BMC Veterinary Research*, 15 (139): 1–6.
- Newman KD, Anderson DE. 2009. Gastrointestinal Surgery in Alpacas and Llamas. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25: 495–506.
- O'Brien T, Semrad S, Serena A. 2010. Multiple congenital anomalies in an alpaca cria (*Vicugna pacos*). *Veterinary Record*, 166: 759–760.
- Polf HD, Smith S, Simpson KM, Rochat MC. 2014. Nephroureterectomy and Ureteroneocystostomy in an Alpaca With Bilateral Ectopic Ureters Diagnosed by Computed Tomographic Excretory Urography. *Veterinary Surgery*, 44: 23–26.
- Poser H, Pria AD, de Benedictis GM, Stellata C, Berlanda M, Gugliemini C. 2015. Ventricular Septal Defect and double-chambered right ventricle in an alpaca. *Journal of Veterinary Cardiology*, 17: 71–76.
- Poulsen KP, Gerard MP, Spaulding KA, Geissler KA, Anderson KL. 2006. Bilateral renal agenesis in an alpaca cria. *Canadian Veterinary Journal*, 47: 159–161.
- Pucket JD, Boileau MJ, Ja M, Sula M. 2014. Calcific band keratopathy in an alpaca. *Veterinary Ophthalmology*, 17 (4): 286–289.
- Ramos-Vara JA, Loiacono CM, Williams F, III, Pardo I, Lakritz J. 2004. Pulmonary Neoplasia in Two Llamas (*Lama glama*). *Veterinary Pathology*, 41 (5): 520–523.
- Reed SK, Semevolos SA, Rist PK, Valentine BA. 2007. Morphologic and biochemical characterization of hyperextension of the metacarpophalangeal and metatarsophalangeal joints in llamas. *American Journal of Veterinary Research*, 68: 879–885.
- Rodvold R, Mendez-Angulo JL, Firschmann AM, Malone E, Nicholson A. 2014. Large Intra-Abdominal Abscess Treatment by Marsupialization in 2 Alpacas. *Veterinary Surgery*, 43: 1004–1008.

- Roth S, Ganter M. 2007. Urolithiasis bei einem Lamawallach. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 53: 446–452.
- Rousseau M, Anderson DE, Niehaus AJ, Miesner MD, Nichols S. 2013. Osseous sequestration in alpacas and llamas: 36 cases (1999-2010). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 243 (3): 430–436.
- Sartin EA, Crowe DR, Whitley EM, Treat RE, JR., Purdy SR, Belknap EB. 2004. Malignant neoplasia in four alpacas. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 16: 226–229.
- Schaeffer JW, Middleton, JR, Bozynski CC, Shaw DP. 2012. Bilateral iliac arterial thrombosis in an alpaca (*Vicugna pacos*) cria. *Canadian Veterinary Journal*, 53: 995–997.
- Schoiswohl J, Eibl C, Haralampus R, Lipnik K, Schieder K, Franz S. 2022a. T-cell-lymphoma presented as a solitary subcutaneous mass in the ventral cervical region of an adult llama—diagnostic and treatment. *BMC Veterinary Research*, 18 (62): 1–8.
- Schoiswohl J, Eibl C, Kofler J, Brunthaler R, Gumpenberger M, Schieder K, Franz S. 2022b. Hochgradige chronische Osteomyelitis des Darmbeines bei einem Alpaka. *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 50: 133–139.
- Schwantag S, Zanolari P. 2013. Omphalourachitis mit Urachusabszess und Rektumprolaps bei einem Lamafohlen (*Lama glama*). *Tierärztliche Praxis Großtiere*, 2: 119–123.
- Sickinger M, Hirz M, Schmidt MJ, Reinacher M. 2016. Dysuria due to discospondylitis and intervertebral disc herniation in a male alpaca (*Vicugna pacos*). *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58 (33): 1–5.
- Slack J, Johns I, van Eps A, Reef VB. 2008. Imaging Diagnosis—Tricuspid Atresia in an Alpaca. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 49 (3): 309–312.
- Smith JA. 1989. Noninfectious Diseases, Metabolic Diseases, Toxicities, and Neoplastic Diseases of South American Camelids. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 5 (1): 101–143.
- Smith JJ, Dallap BL. 2005. Splenic Torsion in an Alpaca. *Veterinary Surgery*, 34: 1–4.
- Sorensen NJ, Allison RW. 2015. What is your diagnosis? Abdominal fluid from an adult alpaca. *Veterinary Clinical Pathology*, 44 (3): 459–460.

- Sprake P, Gold JR. 2012. *Corynebacterium pseudotuberculosis* liver abscess in a mature alpaca (*Lama pacos*). *Canadian Veterinary Journal*, 53: 387–390.
- Stathopoulou T, Seymour C, McSloy A, Adams J, Viscasillas J. 2019. Pain management of a mandibular fracture in an alpaca (*Vicugna pacos*) via epidural catheter placement in the mandibular foramen. *Veterinary Record Case Reports*, 7: 1–5.
- Stieger-Vanegas SM, Cebra CK. 2013. Contrast-enhanced computed tomography of the gastrointestinal tract in clinically normal alpacas and llamas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 242 (2): 254–260.
- Stieger-Vanegas SM, Scollan KF, Meadows L, Sisson D, Schlipf J, Riebold T, Lohr CV. 2015. Cardiac-gated computed tomography angiography in three alpacas with complex congenital heart disease. *Journal of Veterinary Cardiology*, 18: 88–98.
- Streeter RN, Step DL. 2007. Diagnostic Ultrasonography in Ruminants. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, 23: 541–574.
- Sullivan EK, Callan RJ, Holt TN, van Metre DC. 2005. Trichophytobezoar Duodenal Obstruction in New World Camelids. *Veterinary Surgery*, 34: 524–529.
- Sylla L, Crociati M, Caivano D, Petrescu VF, Pisello L, Stelletta C. 2020. A case of epiploic foramen entrapment of jejunal intestinal tract in an alpaca (*Vicugna pacos*) cria. *Large Animal Review*, 26: 99–102.
- Thompson R, Deutsch J. 2021. Transverse abdominal plane block in a llama undergoing midline coeliotomy. *Veterinary Record Case Reports*, 9 (135): 1–6.
- Tinkler SH, Firschmann AM, Sharkey LC. 2012. Premature parturition, edema, and ascites in an alpaca infected with *Anaplasma phagocytophilum*. *Canadian Veterinary Journal*, 53: 1199–1202.
- Tornquist SJ, Cebra CK, Van Saun RJ, Smith BB, Mattoon JS. 2001. Metabolic changes and induction of hepatic lipidosis during feed restriction in llamas. *American Journal of Veterinary Research*, 62 (7): 1081–1087.
- Tyler JW, Middleton JR, Barbee DD, Parish SM. 1998. Conservative management of a ruptured gastrocnemius muscle in a male llama. *Canadian Veterinary Journal*, 39: 712–713.

- Underwood WJ, Bell TG. 1993. Multicentric lymphosarcoma in a llama. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 5: 117–121.
- Van Hoogmoed L, Roberts G, Snyder JR, Yarbrough T, Harmon F. 1998. Use of computed tomography to evaluate the intestinal tract of adult llamas. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 39 (2): 117–122.
- Van Hoogmoed L, Snyder JR, Roberts G, Harmon FA. 1997. Unilateral Nephrectomy in a Juvenile Llama. *Veterinary Surgery*, 26: 497–501.
- Van Saun RJ, Callihan BR, Tornquist SJ. 2000. Nutritional support for treatment of hepatic lipidosis in a llama. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217 (10): 1531–1535.
- Ward R, Po E, Gozalo-Marcilla M. 2021. Nervestimulation-guided femoral and sciatic blocks in an alpaca (*Vicugna pacos*) for the removal of a sequestrum from the distal femur. *Veterinary Record Case Reports*, 9 (208): 1–9.
- Windschnurer I, Eibl C, Franz S, Gilhofer EM, Waiblinger S. 2020. Alpaca and llama behaviour during handling and its associations with caretaker attitudes and human-animal contact. *Applied Animal Behaviour Science*, 226: 1–9.
- Womble M, Schreeg ME, Hoch A, de Souza Meira EB, Jr, Foster D, Premanandan C. 2021. Concurrent Clostridial Enteritis and Oviductal Adenocarcinoma with Carcinomatosis in an Adult Alpaca (*Vicugna pacos*). *Journal of Comparative Pathology*, 189: 52–58.
- Zanolari P, Konar M, Tomek A, Hoby S, Meylan M. 2006. Paraparesis in an Adult Alpaca with Discospondylitis. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20: 1256–1260.
- Zanolari P, Robert N, Lyashchenko KP, Pfyffer GE, Greenwald R, Esfandiari J, Meylan M. 2009. Tuberculosis Caused by *Mycobacterium microti* in South American Camelids. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 23: 1266–1272.
- Ziegler J, Parish S, Snekvik K, Barrington GM. 2013. Traumatic Gastroperitonitis (Hardware Disease) in an Alpaca (*Vicugna Pacos*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 44 (1): 163–166.

10 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1 Anzahl der pro Jahr veröffentlichten wissenschaftlichen Publikationen, im Zeitraum zwischen 1989 und 2022.	9
Abb. 2 Anzahl der Publikationen in Abhängigkeit des Publikationstypus und der jeweiligen Tierart	9
Abb. 3 Anzahl der wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit der Sonographie bei Neuweltkamelen beschäftigen, mit Zuordnung zu den unterschiedlichen Körperregionen.....	10
Abb. 4 Anzahl der Publikationen, die sich mit der Sonographie des Harntraktes, in Abhängigkeit der Tierart, befassen.....	34
Abb. 5 Anzahl der Publikationen die sich mit der Sonographie des Thorax befassen, in Abhängigkeit der Tierart	39
Abb. 6 Indikationen für die Sonographie des Herzens bei Neuweltkamelen.....	47
Abb. 7 sonographisch erhobene Befunde sowie Diagnosen im Rahmen der Herzsonographie bei Lamas und Alpakas.....	48
Tab. 1 Anzahl an Publikationen, die sich mit der Sonographie bei Neuweltkamelen beschäftigen in Abhängigkeit des Herkunftslandes des Erstautors/der Erstautorin	8
Tab. 2 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Abdomens bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen.....	12
Tab. 3 Auflistung der Fallberichte die sich mit der Sonographie im Bereich des Abdomens beschäftigen.....	15
Tab. 4 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Harntraktes bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen.....	30
Tab. 5 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Harntraktes zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben	30
Tab. 6 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Thorax bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen..	40

Tab. 7 Auflistung der Fallberichte die sich mit der Sonographie im Bereich des Thorax befassen	41
Tab. 8 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Bewegungsapparates bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen.....	53
Tab. 9 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Bewegungsapparates zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben	53
Tab. 10 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung der Haut bzw. Hautoberfläche zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben	57
Tab. 11. Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des zentralen bzw. peripheren Nervensystems zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben	60
Tab. 12 Originalarbeiten: unterschiedliche Indikationsgebiete für die Sonographie des Abdomens bei Neuweltkamelen und mittels Sonographie erhobene Befunde bzw. Diagnosestellungen.....	63
Tab. 13 Auflistung aller Fallberichte, die eine sonographische Untersuchung des Auges zur Abklärung der Krankheitsursache bei Neuweltkamelen beschreiben	63

11 Danksagung

Besonderer Dank gilt Ao. Univ. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ med. vet. Sonja Franz die mit ihrer Betreuung diese Arbeit erst möglich gemacht hat. Danke auch für die Hinweise und Ideen zum Aufbau der Tabelle, damit alle relevanten Daten in übersichtlicher Form dargestellt werden konnten.

Für die ausgezeichnete Betreuung durch Dr.ⁱⁿ med. vet. Cassandra Eibl, die mich mit neuen Denkansätzen, Tipps und Ratschlägen zur Ausarbeitung perfekt unterstützt hat, bedanke auf das Herzlichste. Auch für ihre Geduld, ihr Verständnis für all meine Probleme, die während des Verfassens der Arbeit aufgekommen sind, die passenden Lösungen dazu, des Teilens ihres Fachwissen mit mir und, dass sie mir immer wieder neue, relevante Literarturstellen zur Verfügung gestellt hat, möchte ich mich bedanken.

Auch bei meinen Freunden und Freundinnen in Wien wie auch in Salzburg möchte ich mich bedanken für die Unterstützung während meines Studiums und auch beim Schreiben der Diplomarbeit.

Ein großer Dank gilt auch meiner Familie, ohne die all das nicht möglich gewesen wäre. Besonders meinem Papa, der immer eine Lösung für all meine Excel Probleme hatte und auch telefonisch, ohne das Problem zu sehen mich zu den richtigen Schaltflächen geführt hat.