

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. Thomas Wittek, Dip. ECBHM)

**Anwendung von Sonografie und Endoskopie, im Bereich der Inneren Medizin beim  
Rind, innerhalb der letzten 21 Jahre – eine Literaturrecherche**

**Diplomarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades Magistra medicinae veterinariae  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

vorgelegt von  
Lisa Hofer

Wien, im Dezember 2022

BetreuerIn

Universitätsklinik für Wiederkäuer

Klinische Abteilung für Wiederkäuermedizin

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

## Inhaltsverzeichnis

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Einleitung und Fragestellung</b> .....                          | 1  |
| <b>2. Literaturübersicht</b> .....                                    | 3  |
| <b>2.1. Nur Bild, kein Ton – Ultraschall</b> .....                    | 3  |
| <b>2.1.1. Ultraschallköpfe</b> .....                                  | 3  |
| <b>2.1.2. Bildentstehung und Eigenschaften des Ultraschalls</b> ..... | 4  |
| <b>2.2. Endoskopie</b> .....                                          | 5  |
| <b>3. Material und Methode</b> .....                                  | 7  |
| <b>4. Ergebnisse</b> .....                                            | 9  |
| <b>4.1. Zentrales/peripheres Nervensystem</b> .....                   | 13 |
| <b>4.2. Harntrakt</b> .....                                           | 14 |
| <b>4.3. Atmungstrakt</b> .....                                        | 16 |
| <b>4.4. Herz-Kreislauf-System</b> .....                               | 19 |
| <b>4.5. Euter und Zitze</b> .....                                     | 21 |
| <b>4.6. Hautoberfläche und Nabel</b> .....                            | 23 |
| <b>4.7. Verdauungstrakt</b> .....                                     | 25 |
| <b>4.8. Sonstiges</b> .....                                           | 29 |
| <b>5. Diskussion</b> .....                                            | 31 |
| <b>6. Zusammenfassung</b> .....                                       | 38 |
| <b>7. Summary</b> .....                                               | 39 |
| <b>8. Abkürzungsverzeichnis</b> .....                                 | 40 |
| <b>9. Abbildungsverzeichnis</b> .....                                 | 41 |
| <b>10. Tabellenverzeichnis</b> .....                                  | 42 |
| <b>11. Literaturverzeichnis</b> .....                                 | 43 |

## 1. Einleitung und Fragestellung

Die Veterinärmedizin befindet sich in den letzten Jahren stark im Wandel und verschiedene bildgebende Verfahren erlauben die Visualisierung innerer Organe, Organstrukturen, Körperhöhlen und knöcherner Strukturen, was zur Erweiterung der diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten führt. Unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren wie diagnostische Aussagekraft, Eigenschaften des Verfahrens, Praktikabilität, Kosten/Nutzen, usw. sollte das bildgebende Verfahren zur jeweiligen Indikation passend gewählt werden.

Generell häufig in der Veterinärmedizin eingesetzte bildgebende Verfahren sind:

- Sonografie
- Endoskopie
- Röntgenuntersuchung
- Computertomographie (CT)
- Magnetresonanztomographie (MRT)

Beim Rind wird die Sonografie vor allem diagnostisch auf dem Gebiet der Inneren Medizin, Orthopädie und Gynäkologie angewandt, wobei die Abklärung gynäkologischer Fragestellungen bis dato im Vordergrund steht. Das Vorhandensein von portablen Ultraschallgeräten mit sehr guter Qualität erlaubt die Durchführung sonografischer Untersuchungen durch den praktizierenden Tierarzt/die praktizierende Tierärztin sowohl auf Einzeltierebene als auch auf Bestandsebene. Gleichzeitig gewinnt die Endoskopie, die eine wahrheitsgetreue visuelle Befunddarstellung und minimal invasive therapeutische Verfahren ermöglicht, immer mehr an Bedeutung in der Rinderheilkunde. Für die Untersuchung stehen starre Optiken, sowie flexible Videoendoskope mit unterschiedlichen Dimensionen zur Verfügung. Diese können auch in der Außenpraxis eingesetzt werden.

Ziel dieser Arbeit ist zu evaluieren, inwieweit sich im Bereich der Inneren Medizin der Einsatz der Sonografie und der Endoskopie beim Rind in den letzten 21 Jahren zu verschiedenen Indikationen etabliert hat. Diese Fragestellung soll anhand der Durchführung einer Literaturrecherche bearbeitet werden, die das Erfassen der Häufigkeiten von wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Anwendung des jeweiligen Verfahrens umfasst.

Dieser Arbeit liegt die Hypothese zu Grunde, dass sonografische Untersuchungstechniken zur Diagnostik häufiger als endoskopische Untersuchungstechniken beim Rind angewandt werden. Endoskopisch steht vor allem die therapeutische Anwendung bei einer linksseitigen Labmagenverlagerung (LDA) des Rindes im Vordergrund.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Nur Bild, kein Ton – Ultraschall**

Ultraschallwellen, die im Bereich der Medizin zum Einsatz kommen, liegen in einem Frequenzbereich zwischen 1 - 20 MHz. Die Frequenz einer Schallwelle ist die Anzahl der Wiederholungen dieser Welle (Zyklus) pro Sekunde. Ein Zyklus pro Sekunde ist 1 Hertz (Hz). Die Wellenlänge ist die Strecke, die eine Schallwelle während eines Zyklus zurücklegt und bestimmt das Eindringvermögen dieser Schallwelle in das Gewebe (Blond und Buczinski 2009). Hochfrequente Schallwellen werden mehr abgeschwächt als niederfrequente Wellen. Daher bieten Hochfrequenz-Schallköpfe eine gute Detailgenauigkeit, aber eine schlechte Gewebedurchdringung, umgekehrt bieten Niederfrequenz-Schallköpfe eine tiefere Durchdringung auf Kosten der Detailgenauigkeit (Streeter und Step 2007). Im Allgemeinen beträgt die maximale Untersuchungstiefe 20 bis 25 cm. Auf seinem Weg wird der Schallstrahl durch die Wechselwirkung mit dem Gewebe abgeschwächt. Die wichtigsten Wechselwirkungen einer einfallenden Schallwelle mit Materie sind Reflexion, Brechung, Streuung und Absorption (Blond und Buczinski 2009).

#### **2.1.1. Ultraschallköpfe**

Der Ultraschall wird durch piezoelektrische Kristalle in der Sonde erzeugt. Nach mechanischer oder elektrischer Anregung verändern diese Kristalle ihre Form und schwingen, wobei sie einen Ultraschallstrahl aussenden. Nach der Stabilisierung der Kristalle lösen Schallwellen, die vom Gewebe reflektiert werden und zur Sonde zurückkehren, wie Echos, erneut Schwingungen der Kristalle aus, die dann elektrische Impulse aussenden, die von einem Computer verstärkt und in ein Bild umgewandelt werden. Es gibt verschiedene Arten von Sonden. Mechanische Scanner erzeugen einen Ultraschallstrahl durch die Bewegung eines oder mehrerer Kristalle. Modernere Sonden bestehen aus mehreren Elementen, die unbewegliche Kristalle enthalten. Diese werden als Arrays bezeichnet und die Elemente werden elektronisch gezündet. Arrays gibt es in verschiedenen Formen, wie linear, gekrümmt oder auch ringförmig. Gekrümmte lineare Arrays sind kurvilineare Sonden, welche ein Sektorbild mit einem größeren Sichtfeld erzeugen im Gegensatz zu linearen Sonden. Phased-Array-Sonden bieten ein großes Sichtfeld und eignen sich für den Interkostalraum (IKR) für intrathorakale Abbildungen. Sektorscanner haben ein begrenztes Nahsichtfeld aber sie ermöglichen die Beurteilung tieferer Strukturen (Blond und Buczinski 2009).

### **2.1.2. Bildentstehung und Eigenschaften des Ultraschalls**

Mit der Echogenität ist der Grad der Helligkeit des Bildes gemeint. Regionen mit der geringsten Echogenität sind schwarz oder anechogen (z.B.: Flüssigkeiten wie Urin, Blut und Milch), Regionen mit mittlerer Echogenität sind grau oder hypoechoisch (z.B.: Niere, Leber und Milz) und Regionen mit der höchsten Echogenität sind weiß oder hyperechoisch (z.B.: Fett und faseriges Bindegewebe) (Streeter und Step 2007).

Die Schallgeschwindigkeit in einem bestimmten Gewebe ist konstant und bestimmt die Frequenz und Wellenlänge des Ultraschalls. In einem bestimmten Weichteilorgan mit konstanter Geschwindigkeit hat ein Ultraschall mit einer niedrigen Frequenz eine längere Wellenlänge und ermöglicht eine größere Penetrationstiefe und somit die Abbildung tieferer Strukturen. Andererseits verbessert eine höhere Frequenz die Auflösung des erhaltenen Bildes, aber die erzeugten Schallwellen haben eine kürzere Wellenlänge, werden schneller abgeschwächt und die Penetrationstiefe ist begrenzt.

Tritt die Schallwelle von einem Medium in ein anderes über, kann dies zu einer Richtungsänderung der Schallwellen führen und Artefakte erzeugen. Die Umlenkung von Schallwellen in eine unvorhersehbare Richtung wird als Streuung bezeichnet. Diese ermöglicht die Abbildung von Gewebegrenzen, die nicht senkrecht zur einfallenden Schallrichtung verlaufen, sowie von Gewebeparenchym.

Das Gegenteil der Reflexion ist die Absorption. Unter Absorption versteht man die Umwandlung eines Teils des Schallstrahls in Wärme und sie ist in Knochen höher als in Weichteilgewebe. Je höher die Dichte des Gewebes und die Schallfrequenz sind umso geringer ist die Eindringtiefe. Die Erwärmung nimmt mit steigender Intensität und Frequenz zu, aber die erzeugte Wärmemenge ist bei diagnostischen Ultraschalluntersuchungen in der Tiermedizin immer noch vernachlässigbar (Blond und Buczinski 2009).

Im Allgemeinen arbeitet das sonografische Verfahren ohne Strahlenbelastung und stellt eine nicht invasive Methode dar, während die kaum spürbare Wärmeentwicklung ebenso keine Gewebeschädigung erzeugt. Daher kann die Beurteilung der Lage, Dimensionen und Parenchym-Beschaffenheit von Organen, Beobachtungen von Bewegungsvorgängen, Untersuchungen bezüglich des Blutflusses und der Blutflussgeschwindigkeit mehrmals wiederholt werden ohne Nebenwirkungen befürchten zu müssen. Darüber hinaus können Probenentnahmen unter Sicht durchgeführt werden, welche das diagnostische Potential erheblich erweitert (Blond und Buczinski 2009, Franz 2011).

## 2.2. Endoskopie

Die Untersuchung von Hohlorganen und Körperhöhlen mithilfe optischer Instrumente wird als Endoskopie bezeichnet. Diese nicht bzw. minimal invasive Untersuchungstechnik kann zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken an natürlichen oder künstlich angelegten Körperöffnungen angewendet werden. Gegenüber anderen bildgebenden Verfahren liegen die Vorteile an der zeitgleichen, wahrheitsgetreuen und farbigen Darstellung von Organen aber auch an der Betrachtung von Lage- und Größenveränderungen sowie an den Bewegungsvorgängen der Organe (Franz 2011). Durch die wahrheitsgetreue Darstellung wird die Diagnose pathologischer Zustände und deren Prognose erleichtert, eine Entnahme von Flüssigkeits- und Gewebeprobe für weiterführende bakteriologische, virologische, zytologische oder histologische Untersuchungen kann mittels endoskopischer Technik gezielt, unter Sicht, durchgeführt werden. (Franz und Baumgartner 2007). Ebenso können minimal invasive Eingriffe unter Vermeidung einer Operation vorgenommen werden. Darin liegt ein besonderer Vorteil an der endoskopischen minimal invasiven Chirurgie (MIC), die auch als „Knopflochchirurgie“ bezeichnet wird. Im Allgemeinen sind die Vorteile der Knopflochchirurgie gegenüber anderen operativen Eingriffen eine geringere Gewebsverletzung, ein geringeres Risiko für Infektionen und postoperative Schmerzen aufgrund eines kleineren chirurgischen Einschnitts, weniger Freilegung und Manipulation der Eingeweide, kürzere Operationsdauer und eine schnellere Erholung des Tieres (dos Santos *et al.* 2022).

Endoskopisch können auf dem Gebiet der inneren Medizin beim Rind die oberen Atemwege, der Ösophagus, Teile des Pansens, die Harnblase, der Epiduralraum, die Zitze, das Abdomen sowie der Thorax untersucht werden. Dafür stehen verschiedene endoskopische Instrumentarien zur Verfügung. Für die Zitzenendoskopie, Laparoskopie (endoskopische Untersuchung des Abdomens) und Thorakoskopie stehen starre Endoskope mit unterschiedlichen Längen und Durchmessern zur Verfügung, während für die Rhinotracheobronchoskopie, Ösophagoskopie und Epiduroskopie flexible Endoskope verfügbar sind. Beide Endoskopvarianten können bei der Zystoskopie eingesetzt werden (Franz 2011, 2019).

Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz der Endoskopie, aber auch der Sonografie, sind das Beherrschen der Technik, wie der Umgang mit dem Instrumentarium oder die Durchführung der endoskopischen/sonografischen Untersuchung, und die Kenntnis über Anatomie, Physiologie und Pathologie der zu untersuchenden Region (Franz 2011).

Mit dieser Diplomarbeit soll herausgefunden werden, wie sehr die Sonografie und die Endoskopie in den letzten 21 Jahren im Bereich der Inneren Rindermedizin, hinsichtlich des Nutzens in der Diagnostik, Prognosestellung sowie Therapie, Verwendung gefunden haben. Deswegen wurde die Häufigkeit bzw. Anzahl wissenschaftlicher Publikationen, die verschiedene Einsatzgebiete beider bildgebender Verfahren dokumentieren, erfasst. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass sonografische Untersuchungstechniken zur Diagnostik häufiger als endoskopische Untersuchungstechniken beim Rind angewandt werden. Hingegen steht die therapeutische Anwendung der Endoskopie, vor allem bei der linksseitigen Labmagenverlagerung des Rindes, im Vordergrund.

### 3. Material und Methode

Im Rahmen einer Literaturrecherche wurden alle wissenschaftlichen Publikationen aus dem Zeitraum zwischen 2000 - 2021 erhoben, die sich mit der Ultrasonografie und der Endoskopie auf dem Gebiet der inneren Medizin der Rinderheilkunde beschäftigen. Zur Auswertung kamen nur wissenschaftliche Arbeiten aus peer-reviewed Journals, es wurden keine Hochschularbeiten, Tagungsbeiträge (Proceedings), Fachbücher und populärwissenschaftliche Zeitschriften, etc. berücksichtigt. Ein weiteres Suchkriterium im Rahmen der Literaturrecherche war, dass die Begriffe der Ultrasonografie und/oder der Endoskopie im Titel der Publikation vorhanden waren. Die verwendeten Suchmaschinen waren Google Scholar, Scopus, PubMed und vetmed:seeker. Hauptsächlich wurde mit der erweiterten Suche von Google Scholar gearbeitet, indem der Zeitraum von 2000 - 2021 eingestellt wurde.

Folgende Stichworte wurden zur Literatursuche verwendet:

- Cattle
- Rind
- Cow
- Calf/calves
- Kalb
- Bullock
- Heifer
- Färse
- Ultrasonography
- Ultraschall
- Ultrasonographic
- Endoskopie
- Endoscopy
- Borescope
- One-Port endoscopy
- Urethrocystoscopy
- Zystoskopie
- Videoscopy
- Videoendoskopie
- Bronchoscopy
- Bronchoskopie
- Pharyngoscopy
- Pharyngoskopie
- Diagnosis
- Diagnose
- Therapy
- Therapie

Die gefundenen wissenschaftlichen Arbeiten wurden unterschiedlichen Kategorien zugeordnet. Einerseits erfolgte die Zuteilung hinsichtlich Thematik, mit der sich die Publikation befasst:

- methodische Arbeit: die Publikation beschreibt eine bestimmte endoskopische bzw. sonografische Untersuchungstechnik, inklusive verwendetes Instrumentarium, Technik, physiologische und pathologische Befunde der untersuchten Region
- Fallbericht im Rahmen eines bestimmten Krankheitskomplexes: dieser Rubrik wurden alle Arbeiten zugeordnet, die den diagnostischen/therapeutischen Wert einer der beiden Untersuchungstechniken anhand eines Fallberichtes schildern
- wissenschaftliche Fragestellung (Wiss. Fr.): diese Arbeiten präsentieren die Anwendung der bildgebenden Verfahren im Rahmen der Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung im Zuge eines bestimmten Krankheitskomplexes

Andererseits erfolgte die Einteilung der Arbeiten hinsichtlich bestimmter Organe bzw. Organsysteme, die endoskopisch oder sonografisch untersucht wurden. Folgende Organ-, bzw. Organsystemzuteilung kam zur Anwendung:

- Verdauungsapparat
- Atmungsapparat
- Harnapparat
- Herz-, Kreislaufsystem, Gefäße
- Zentrales und peripheres Nervensystem
- Milchdrüse
- Hautoberfläche, Nabel
- Sonstiges

Die Anzahl der in jeder Rubrik auf diese Weise gefundenen wissenschaftlichen Arbeiten wurde erfasst und zu jedem Themenbereich Möglichkeiten und Grenzen des jeweiligen Verfahrens herausgearbeitet, um sich schließlich und endlich dadurch ein Bild über häufige Anwendungsgebiete der Sonografie und Endoskopie auf dem Gebiet der Inneren Medizin beim Rind zu machen.

#### 4. Ergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Literaturrecherche 257 wissenschaftliche Arbeiten, veröffentlicht in „peer reviewed journals“, gefunden. Davon beschäftigten sich 178 Publikationen mit der Sonografie, 79 Publikationen hatten endoskopische Untersuchungstechniken zum Inhalt (Abb. 1).

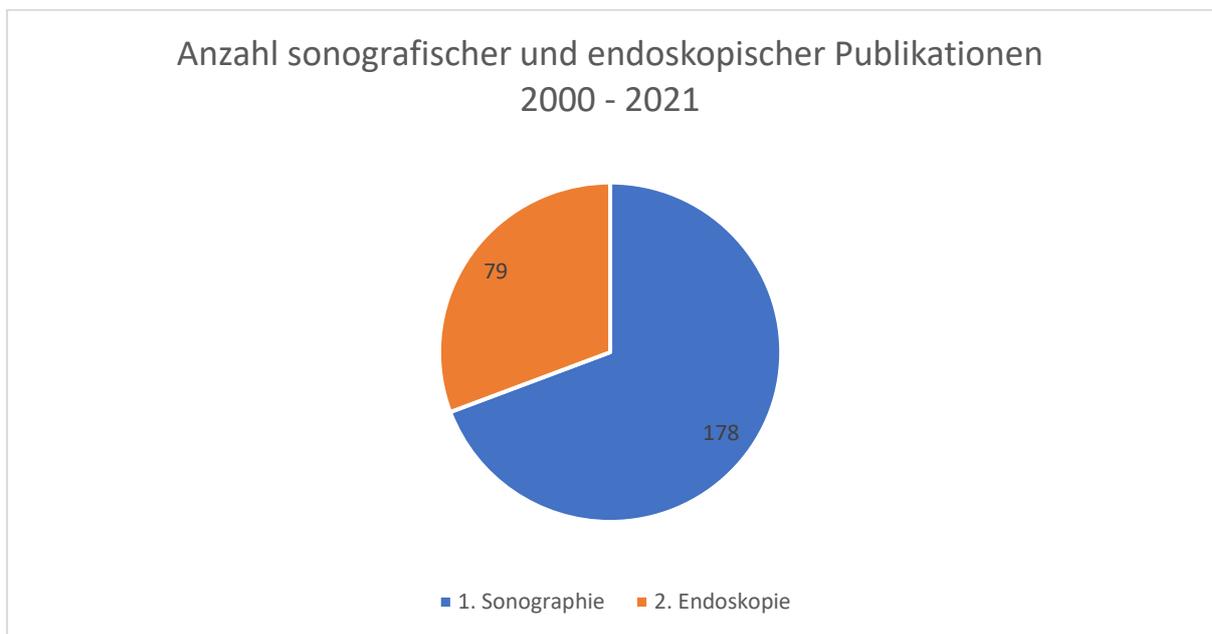


Abb. 1: Anzahl der mittels Literaturrecherche im Zeitraum 2000 - 2021 gefundenen wissenschaftlichen Publikationen mit der Thematik Sonografie und/oder Endoskopie beim Rind (auf dem Gebiet der inneren Medizin)

Tabelle 1 - 8 zeigen die Publikationen zugeteilt zu den verschiedenen Rubriken „Methodische Arbeit (Methodik)“, „Fallbericht (im Rahmen eines spezifischen Krankheitskomplexes)“, „wissenschaftliche Fragestellung“ unter Berücksichtigung des jeweilig betroffenen Organes bzw. Organsystems.

**Tab. 1:** Zuordnung der Publikationen des zentralen/peripheren Nervensystems mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Nervensystem |          | Sonografie | Endoskopie |
|--------------|----------|------------|------------|
|              | Methodik |            | 6          |
| Fallbericht  |          | 1          |            |
| Wiss. Fr.    |          |            | 1          |
| Summe        |          | 7          | 1          |

**Tab. 2:** Zuordnung der Publikationen des Harntraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Harntrakt   |          | Sonografie | Endoskopie |
|-------------|----------|------------|------------|
|             | Methodik |            | 7          |
| Fallbericht |          | 5          | 2          |
| Wiss. Fr.   |          | 1          | 3          |
| Summe       |          | 13         | 7          |

**Tab. 3:** Zuordnung der Publikationen des Atmungstraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Atmungstrakt |             | Sonografie | Endoskopie |
|--------------|-------------|------------|------------|
|              | Methodik    | 17         | 8          |
|              | Fallbericht | 1          | 7          |
|              | Wiss. Fr.   | 7          | 1          |
|              | Summe       | 25         | 16         |

**Tab. 4:** Zuordnung der Publikationen des Herz-Kreislaufsystems und der Gefäße mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Herz-Kreislauf |             | Sonografie | Endoskopie |
|----------------|-------------|------------|------------|
|                | Methodik    | 16         |            |
|                | Fallbericht | 6          |            |
|                | Wiss. Fr.   | 6          |            |
|                | Summe       | 28         |            |

**Tab. 5:** Zuordnung der Publikationen von Euter und Zitze und der Gefäße mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Euter und Zitze |             | Sonografie | Endoskopie |
|-----------------|-------------|------------|------------|
|                 | Methodik    | 14         | 13         |
|                 | Fallbericht |            | 1          |
|                 | Wiss. Fr.   | 10         | 2          |
|                 | Summe       | 24         | 16         |

**Tab. 6:** Zuordnung der Publikationen der Haut und des Nabels mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Hautoberfläche,<br>Nabel |             | Sonografie | Endoskopie |
|--------------------------|-------------|------------|------------|
|                          | Methodik    | 3          | 1          |
|                          | Fallbericht |            |            |
|                          | Wiss. Fr.   | 1          | 1          |
|                          | Summe       | 4          | 2          |

**Tab. 7:** Zuordnung der Publikationen des Verdauungstraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Verdauungstrakt |             | Sonografie | Endoskopie |
|-----------------|-------------|------------|------------|
|                 | Methodik    | 40         | 21         |
|                 | Fallbericht | 16         | 4          |
|                 | Wiss. Fr.   | 17         | 9          |
|                 | Summe       | 73         | 34         |

**Tab. 8:** Zuordnung „sonstiger“ Publikationen mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten

| Sonstiges |             | Sonografie | Endoskopie |
|-----------|-------------|------------|------------|
|           | Methodik    | 4          | 2          |
|           | Fallbericht |            |            |
|           | Wiss. Fr.   |            | 1          |
|           | Summe       | 4          | 3          |

Die Abbildung 2 veranschaulicht die Anzahl sonografischer und endoskopischer Publikationen, die zu den Rubriken Methodische Arbeiten, Fallberichte oder wissenschaftliche Fragestellung des betroffenen Organes bzw. Organsystems eingeteilt sind.

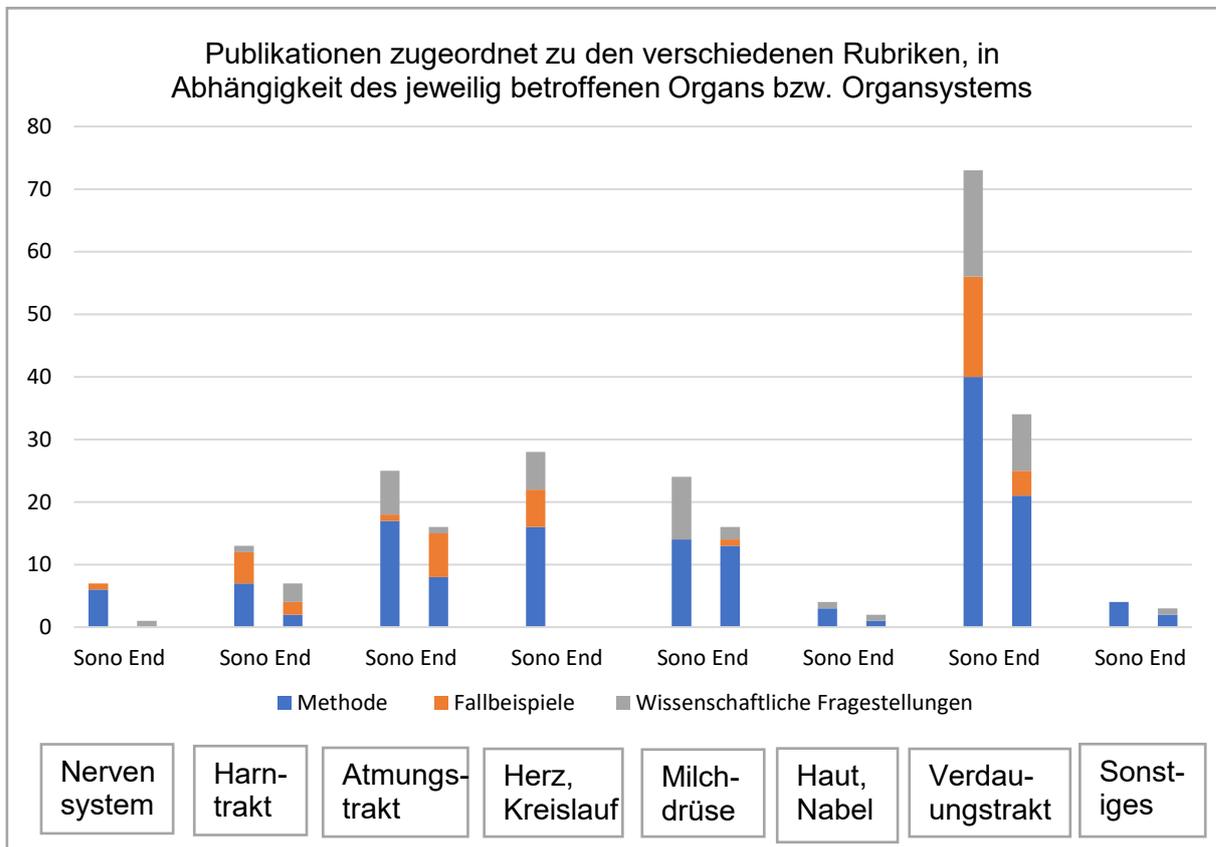


Abb. 2: Anzahl der in den Rubriken zugeordneten Publikationen der verschiedenen Organsysteme mit der Thematik Sonografie und/oder Endoskopie auf dem Gebiet der inneren Rindermedizin

#### 4.1. Zentrales/peripheres Nervensystem

Auffällig ist, dass gesamt nur sieben sonografische und eine endoskopische Publikation über das Nervensystem gefunden wurden (Tab.1, Abb. 2). In die Kategorie der Methode sind sechs sonografische Arbeiten zugeteilt. Darunter werden die sonografischen Darstellungen des Rückenmarks und die daraus resultierende sichere Entnahme des Liquors aus dem Atlanto-Okzipitalraum von Braun *et al.* 2015 beschrieben. Die Kontamination des entnommenen Liquors mit Blut kann unter Ultraschallkontrolle verhindert bzw. auf ein Minimum

verringert werden und die Ventroflexion des Rinderkopfes ist überflüssig, was die Abwehrreaktionen vermindert. Genauso, wie eine sonografische Methode, die die Genauigkeit der Verabreichung von Lokalanästhetika erhöht, um eine Nervenblockade zu erreichen, als auch die mögliche Durchführbarkeit einer Brachialplexusblockade (Re und Gomez de Segura 2016, Iwamoto *et al.* 2012). Darüber hinaus, dass die ultraschallgestützte anästhetische Blockade des *N. ischiadicus* für Operationen an der distalen Beckengliedmaße in Betracht gezogen werden kann, obwohl weitere Studien erforderlich sind (Re *et al.* 2014). Aber auch, dass die ultraschallgestützte Femoralnervenblockade das Potential besitzt, die Beteiligung des *Quadriceps femoris* bei Kälbern festzustellen, die an einer spastischen Parese leiden (De Vlamynck *et al.* 2013). Ebenso werden von Kramer *et al.* 2014 die Entwicklung und Bewertung einer Methode zur ultraschallgeführten proximalen paravertebralen Flankenanästhesie beschrieben.

Nur ein Fallbericht von Testoni *et al.* 2010, über die erfolgreiche sonografische Darstellung und Diagnose der Diplomyelie beim Kalb beschreibt das diagnostische Potential im Rahmen zentralnervaler Missbildungen, während die Endoskopie weder zur Methode noch zum Krankheitskomplex Publikationen aufweisen kann. Stattdessen weist alleinig die Endoskopie eine Forschungsarbeit auf, welche erstmalig die Entwicklung einer endoskopischen Technik und die erfolgreiche Darstellung der Strukturen des Epiduralraums beim Rind erklärt. Zum einen kann dieses Verfahren für anatomische Untersuchungen als auch für die Krankheitsdiagnose und zum anderen für den therapeutischen Aspekt nützlich sein (Franz *et al.* 2007a).

#### **4.2. Harntrakt**

Bezüglich des Harntrakts ist zu sehen, dass in Summe 13 sonografische und sieben endoskopische Arbeiten vorhanden sind. Die Anwendung der Sonografie überwiegt in den Bereichen "Methodik" und „Fallbericht“, während die Endoskopie hauptsächlich zur Abklärung wissenschaftlicher Fragestellungen eingesetzt wird (Tab.2, Abb. 2).

Neben der Ermittlung sonografischer, physiologischer Referenzwerte der Nieren, um Läsionen der Niere frühzeitig zu erkennen, bevor sie manifest werden (Seif und Bakr 2007) wird auch die Untersuchung und Darstellung des normalen sonografischen Erscheinungsbilds des Harntraktes der Methode zugeteilt. Demnach ist die rektale Ultraschalluntersuchung ein zuverlässiges Verfahren für die Diagnose von Erkrankungen des Harntraktes bei Kühen

(Öztürk *et al.* 2005). Zudem werden verschiedene Erkrankungen des Harntraktes sonografisch von Floeck 2009 beschrieben. Diese kommt zum Entschluss, dass die Ultraschalldiagnostik ein wertvolles und ergänzendes diagnostisches Verfahren ist, da es nicht invasiv ist und das Ausmaß von pathologischen Veränderungen der betroffenen Organe gut darlegt. Ebenfalls methodische Arbeiten sind die Beschreibung des praktikablen und sicheren Verfahrens einer laparoskopischen Nierenbiopsie mit einem Zugang (Chiesa *et al.* 2009), sowie die Bewertung der diagnostischen Zuverlässigkeit der Zystoskopie bei Harnwegserkrankungen. Demnach wird die Kombination der Zystoskopie mit der Sonografie der Niere, als Ergänzung zur klinischen Untersuchung bei Harnwegserkrankungen, für eine bessere Diagnose- und Prognosestellung empfohlen (Franz *et al.* 2004).

Anhand von Fallberichten wird der Einsatz der Sonografie zur Diagnose der obstruktiven Urolithiasis, die selten beim weiblichen Rind vorkommt, dargestellt. Demzufolge können Urolithen im Ultraschall erkannt werden, wenn sie einen Durchmesser von mindestens 2 bis 4 mm haben und bei einer einseitigen Erkrankung kann eine einseitige Nephrektomie eine gute Prognose haben. Wenn beide Harnleiter betroffen sind, ist eine Behandlung keine Option und das Tier sollte geschlachtet oder eingeschläfert werden (Braun *et al.* 2006).

Ferner wird in den Fallberichten die Kombination der Sonografie und der Zystoskopie für die Diagnose einer Blasenruptur, z.B. infolge einer nekrotisierenden Zystitis, als auch für die Beschreibung und Therapie eines Hämangiosarkoms in der Harnblase bei einem Rind, erörtert (Braun *et al.* 2007, Braun *et al.* 2009b).

Dafür weist die Endoskopie gegenüber der Sonografie mehr Forschungsarbeiten auf. In den Forschungsarbeiten werden z.B. der Vorteil einer einlagigen laparoskopischen Verschlusstechnik, bei experimentell gerissenen Harnblasen, wobei weitere Studien erforderlich sind, um diese klinisch empfehlen zu können erörtert (Bouré *et al.* 2005). Zusätzlich gelingt die Entwicklung einer laparoskopischen Technik, um die Resektion und den Verschluss der Blasenspitze und der Nabelgefäße, unter der Verwendung eines endoskopischen Nahtgeräts, durchzuführen (Bouré *et al.* 2001). Stattdessen kann die Sonografie zur Diagnose der enzootischen Rinderhämaturie sowie zur Frühdiagnose experimenteller Farn induzierter Harnblasentumore eingesetzt werden (Hoque *et al.* 2002).

### 4.3. Atmungstrakt

In Tab. 3 und Abb. 2 wird die Zuordnung der Publikationen, die sich mit Untersuchungen des Atmungstrakts befassen, gezeigt. Daraus geht hervor, dass vorrangig die Sonografie im Bereich der Methodik und zur Abklärung wissenschaftlicher Fragestellungen eingesetzt wurde. Der Einsatz endoskopischer Untersuchungen wird anhand von Fallberichten erläutert.

Mehrere Arbeiten berichten über den Einsatz der Sonografie zur Untersuchung der Lunge von Kälbern im Zusammenhang mit der Früherkennung der enzootischen Bronchopneumonie. Am Einzeltier sollte das gesamte Lungenfeld der rechten und linken Thoraxseite sonografisch untersucht werden (Ollivett und Buczinski 2016). Dies erleichtert die Beurteilung des Ausmaßes von Lungenläsionen sowie die prognostische Beurteilung. Neben dem Verständnis der äußeren Thorax-Anatomie sowie der inneren Anatomie der Lunge, sollen ultrasonografische Orientierungspunkte, welche von Ollivett *et al.* 2015 beschrieben werden, helfen, ein systematisches Vorgehen für eine präzise Thoraxsonografie (TUS) zu erleichtern. Auf Herdenebene kann die TUS verwendet werden, um Kälber frühzeitig zu identifizieren, die ein Risiko an einer Bronchopneumonie zu erkranken, entwickeln. In Kombination mit dem klinischen Atemwegs-Scoring ermöglicht die systematische TUS die Differenzierung von bovinen Atemwegserkrankungen (BRD) (Ollivett und Buczinski 2016). Sie beruht auf der Erstellung eines einfachen Lungen-Ultraschall-Scores (6-stufig) und der durchschnittlichen Tageszunahme des Kalbes (ADG). Kälber mit klinischen Anzeichen beim ersten BRD-Ereignis weisen eine niedrigerere ADG auf. Daher sollte ein Ultraschall-Scoring gemeinsam mit einem klinischen Scoring-System in Kälberprogrammen eingesetzt werden, um Kälber mit BRD zu identifizieren, die ein Risiko für schlechtes Wachstum haben (Cramer und Ollivett 2019). Darüber hinaus stellen Buczinski *et al.* 2014 fest, dass die TUS zur Bewertung der Erkennung von BRD in Milchviehbetrieben nützlich sein kann. Ebenso wird die Leistung der TUS mit dem des Thoraxröntgen (TR) verglichen, um Thoraxläsionen (Veränderungen im Lungengewebe) bei Milchkälbern abzuschätzen. Beide Methoden liefern ähnliche Ergebnisse, jedoch sind noch weitere Studien erforderlich, um sagen zu können, dass TUS allein genau genug ist, um Läsionen zu erkennen (Berman *et al.* 2020). Während TUS und TR gleichermaßen aussagekräftig sind, um eine aktive Bronchopneumonie nachzuweisen, spricht die einfachere Anwendung für den Einsatz der TUS (Berman *et al.* 2021). Vermutet wird auch, dass der fokussierte Lungensultraschall ein vielversprechendes Instrument ist, um die Diagnose von Lungenentzündungen bei älteren Kälbern, bei denen der Zugang zum kranialen Teil des

Brustkorbs eingeschränkt ist, zu erhalten (Pravettoni *et al.* 2021). Zudem lassen sich mit der Ultraschalluntersuchung, Lungenläsionen bei Kälbern mit subklinischer Erkrankung genau erkennen (Ollivett *et al.* 2015).

Des Weiteren sind die Beschreibung der Rhinotracheobronchoskopie und der endoskopischen Sichtbarmachung der Schleimhäute der Nasenhöhle, des Rachens, des Kehlkopfs, der Luftröhre, des Luftröhrenbronchus, der Bifurkation sowie der Öffnungen der Hauptbronchien (Franz und Baumgartner 2006) und die endoskopische Biometrie der oberen Atemwege bei stehenden Rindern, ohne die Verwendung eines Sedativums oder Anästhetikums, um die Genauigkeit aller Strukturen zu erhalten (Masoodi *et al.* 2016), der Methodik zugeordnet. Ferner noch die Untersuchung des thorakoskopischen Zugangs zur Pleurahöhle und die kurzfristige Auswirkung der Untersuchungstechnik auf die kardiovaskuläre und pulmonale Funktion bei Rindern. Die optimale Position für thorakoskopische Portale kann bei Kühen unterschiedlicher Größe und Rasse variieren. Daher sollte vor dem Eingriff eine TUS durchgeführt werden, um die Stelle der Portalplatzierung zu bestimmen. Somit wird das Risiko verringert, dass das Laparoskop in die Bauchhöhle und durch das Zwerchfell eingeführt wird. Bei gesunden Tieren ist die Thorakoskopie sicher durchzuführen wobei weitere Untersuchungen zur Sicherheit der Thorakoskopie bei Rindern mit kardialen oder pulmonalen Störungen noch erforderlich sind (Michaux *et al.* 2013). Weiteres wird eine chirurgische Technik für die Thorakoskopie und die Darstellung der sichtbaren Anatomie in der Brusthöhle von stehenden Rindern beschrieben. Als ergänzende Technik kann dieses Verfahren zur Untersuchung der Brusthöhle, zur Entnahme von Flüssigkeits- und Gewebeproben und zur Erkennung von Lungenerkrankungen in Betracht gezogen werden (Scharner *et al.* 2014). Zudem schlussfolgern Perez-Villalobos *et al.* 2017, dass die Technik der Thorakoskopie bei Kälbern mit BRD unter Feldbedingungen einfach, sicher und schnell angewandt werden kann.

Die Fallberichte zeigen, dass mithilfe der Endoskopie und der unter Sicht getätigten Biopsie die Diagnose eines Chondrosarkoms (durch pathohistologische Untersuchung des Biopates) im Bereich des Pharynx gestellt wird (Franz und Baumgartner 2007) sowie die Nützlichkeit des Verfahrens, um Verletzungen im Rachenraum zu erkennen. Ebenso, dass die Endoskopie die Röntgenaufnahme ergänzt, um die Art, Ausdehnung sowie Farbe der Läsionen im Rachenraum zu beurteilen (Sasikala und Vijayakumar 2018). Genauso kann die Atemwegsendoskopie in der Praxis bei Rindern zur Differenzierung der Ursachen von Dyspnoe erfolgreich sein. Dies zeigt ein Fall einer chronischen Lungenentzündung, die mit

abnormalen Atemgeräuschen einhergeht (Ro *et al.* 2018). Bei einem Ochsen mit nasaler Schistosomiasis können erdnussgroße, granulomartige Wucherungen der Nasenschleimhaut gesichtet werden. Dafür wird ein kostengünstiges sowie leicht zu transportierendes, flexibles Inspektions-Boreskop, welches sich leicht mit einem Laptop und einem Android-Telefon verbinden lässt, verwendet (Yogeshpriya *et al.* 2021). In einem Fallbericht wird die thorakoskopische Perikardiotomie eines Perikardlymphoms beschrieben, die mit der zusätzlichen Gabe von Kortikosteroiden als palliative Behandlung empfohlen werden kann, um das Leben des Tieres zu verlängern (Van Biervliet *et al.* 2006).

Der einzige sonografische Fallbericht bewertet und beschreibt Lungenhämatome bei einer Aberdeen-Kuh. Mithilfe der Ultraschalluntersuchung sind Läsionen an der Oberfläche leicht zu erkennen aber solche im Parenchym sind normalerweise nicht sichtbar. Deswegen wird bei einem Verdacht auf pulmonale Läsionen eine ergänzende Röntgen- und Ultraschalluntersuchung der Lunge empfohlen (Braun *et al.* 2004b).

In einer Forschungsstudie von Reinhold *et al.* 2002 werden sonografische Lungenläsionen nach einer experimentellen bakteriellen Infektion mit *Pasteurella multocida* untersucht. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen der *post mortem* Untersuchung und der sonografischen Verteilung der Läsionen. Ebenso werden Zusammenhänge zwischen der Diversität und Zusammensetzung der nasopharyngealen Mikrobiota und dem durch Ultraschall diagnostizierten Pneumoniestatus, bei Milchkälbern vor dem Absetzen, ermittelt. Die mikrobielle Vielfalt unterscheidet sich nicht zwischen Kälbern mit und ohne Lungenentzündung (Raabis *et al.* 2021). Prohl *et al.* 2014 beschreiben in der biomedizinischen Forschung die visuell geführte Bronchoskopie, intrabronchiale Inokulation und *In-vivo*-Probenentnahmetechniken in der Rinderlunge. Bei lebenden Rindern gilt die bronchoalveoläre Lavage (BAL) als sichere und wiederholbare Technik zur Untersuchung der unteren Atemwege. Die Verwendung von Bronchialbürsten für mikrobiologische Analysen wird beschrieben, um die mikrobielle Besiedelung der Lunge zu charakterisieren. Zudem wird eine bronchoskopische Inokulationsmethode entwickelt und verschiedene bronchoskopische Entnahmemethoden werden so angepasst, dass diese bei großen Tieren unter experimentellen Bedingungen angewendet werden können. Die visuell kontrollierte, endoskopische Methode der Inokulation ermöglicht die Ablagerung einer bestimmten Menge des Erregers an bestimmten Stellen der Lunge und die videoendoskopische BAL ermöglicht die Entnahme von Proben aus einer bestimmten Region der Lunge.

#### 4.4. Herz-Kreislauf-System

Sofort zu erkennen ist, dass nur sonografische Literatur in Bezug auf das Herz-Kreislauf-System und das Gefäßsystem gefunden wurde, wobei ein Fallbericht von Van Biervliet *et al.* 2006 über die thorakoskopische Perikardiotomie handelt. Dieser Fall wurde aufgrund der Thorakoskopie dem Atmungstrakt zugeordnet (Tab.4, Abb. 2).

Zur Rubrik Methodik wird ein Überblick über die Echokardiographie und den vaskulären Ultraschall bei der Diagnose und Prognose der häufigsten kardiovaskulären Erkrankungen bei Rindern (Buczinski 2009) sowie zur Beurteilung angeborener Herzfehler von Kälbern (Mitchell und Schwarzwald 2016) zugeordnet. Zudem wird eine Methode zur sonografischen Bildgebung des normalen Rinderherzens sowie das Aussehen der Bilder, die durch die Verwendung verschiedener Schallkopfpositionen und -ausrichtungen gewonnen werden, beschrieben (Braun *et al.* 2001). Es ist auch möglich, wiederholbare, zuverlässige Echokardiogramme zu erstellen und aussagekräftige intrakardiale Dimensionen bei adulten Milchkühen zu erhalten. Somit ist diese Technik von Bedeutung, um Frühdiagnosen von Herzerkrankungen bei Rindern zu stellen (Hallowell *et al.* 2007). Ebenso erweist sich die Ultraschalluntersuchung, als eine zuverlässige Methode um die Art, den Schweregrad und die Prognose von Perikardergüssen zu beurteilen (Kumar *et al.* 2012) sowie die Diagnose von kardialen und extrakardialen Ätiologien der Herzinsuffizienz zu erhalten, wobei der Pleuraerguss eine der häufigsten Komplikationen in Folge der traumatischen Retikuloperikarditis (RPT), darstellt (Abd *et al.* 2020). Die RPT wird häufig von metallischen Fremdkörpern (FK) im Retikulum, welche mit der Röntgenuntersuchung dargestellt werden können, verursacht und mittels Sonografie kann ein Perikarderguss gut diagnostiziert werden (Braun 2009a). Perikardergüsse werden von Pleuraergüssen unterschieden, indem der echofreie Raum, um die rechte und linke Ventrikelwand, gefunden wird (Athar *et al.* 2011). Das sonografische Erscheinungsbild einer RPT wurde noch von Schweizer *et al.* 2003, Braun *et al.* 2008a, HMM und NA 2016 beschrieben. Eine weitere Indikation der Sonografie befasst sich mit der Bestimmung des Blutflussmusters der *Arteria carotis communis* und der *Vena jugularis externa* bei Kühen vor und nach einer Sedierung, um Referenzbereiche zu erhalten, die bei der Diagnose von Erkrankungen dieser großen Gefäße behilflich sein können (Braun und Föhn 2005). Darüber hinaus werden die Morphologie, der Durchmesser sowie die Blutflussgeschwindigkeit der Milchvene bei gesunden Kühen mittels B-Mode- und Farbdoppler-Sonografie untersucht. Jedoch sollten zukünftige Studien sich auf die

Farbdoppler-Sonografie der Milchvenen bei Kühen mit rechtsseitiger Herzinsuffizienz, Thrombophlebitis und akuter Mastitis konzentrieren (Braun und Hoegger 2008).

Unter anderem ist die Schlussfolgerung eines Fallberichts von Bueno *et al.* 2000, dass die Sonografie ein nützliches Verfahren darstellt, um die kraniale *Vena-Cava*-Thrombose zu diagnostizieren. Darüber hinaus stellen Mohamed *et al.* 2004c, nach Braun *et al.* 2003b, einen Thrombus der *Vena cava caudalis* und der Lebervene bei einer Färsen dar. Schweizer *et al.* 2003 können bei drei Fällen die Nützlichkeit der Echokardiographie zur klinischen Diagnose einer Herzerkrankung beweisen. Eine biventrikuläre Vergrößerung, die eingeschränkte Beweglichkeit sowie ein abgeflachtes Aussehen des Interventrikelseptums und das Vorhandensein von Flüssigkeit im linken Hemithorax werden als sonografische Befunde einer dilatativen Kardiomyopathie bei einer Färsen beschrieben (Guglielmini 2003). Ebenso scheint die Sonografie, ein wertvolles nichtinvasives Instrument zur Diagnose eines extrahepatischen portocavalen Shunts bei Kälbern zu sein (Buczinski *et al.* 2007).

Die Forschungsarbeiten berichten zum einen, dass die sonografisch dargestellte Form der *Vena cava caudalis* im Querschnitt zur zuverlässigen Diagnose einer Thrombose der Vene verwendet werden kann. Meistens sind die Thromben im Ultraschall nicht sichtbar, da diese eher weiter kranial vorzufinden sind und die Vene im elften und zwölften Interkostalraum dargestellt werden kann (Braun *et al.* 2002a). Beschrieben wird auch das diagnostische Potenzial der Ultraschalluntersuchung bei lebenden Rindern und Schafen, die an einer experimentell induzierten Kalzinose leiden. Herausgefunden wird, dass die Sonografie für die Diagnose einer Kalzinose eingesetzt werden kann, da diese die typischen Verkalkungen erkennt (Franz *et al.* 2007b). Ferner untersuchen Braun und Forster 2012 den Einfluss der Milchleistung auf die Blutflussvariablen in der Milchvene und der *Vena musculophrenica* bei Milchkühen. Diese finden heraus, dass die Milchleistung einen Einfluss auf die Blutflussvariablen der Milchvene und zu geringem Teil in der *Vena musculophrenica* hat. Die perkutane, ultraschallgesteuerte Aspiration von Pfortader- und Leberblut sowie von Jugularblut werden von Mohamed *et al.* 2002 beschrieben. Zum anderen kann ein Ballonkatheter, ultraschallgestützt und mit der Seldinger-Technik, in der Pfortader platziert und somit Blut entnommen werden. Diese Technik hat ein großes Potenzial für wissenschaftliche Untersuchungen, da diese weniger invasiv und daher nicht auf wenige Tiere beschränkt ist. Möglicherweise kann diese Methode als diagnostisches und therapeutisches Verfahren eingesetzt werden (Braun *et al.* 2003a).

#### 4.5. Euter und Zitze

Zur Abklärung zahlreicher wissenschaftlicher Fragestellungen hinsichtlich der Milchdrüse des Rindes wurde häufig die sonografische Untersuchungstechnik angewandt. Unter den Organsystemen ist die Milchdrüse, mit fünf Publikationen, eine der Führenden im Bereich der minimal invasiven Chirurgie.

Methodische Arbeiten, wie eine Übersicht über die Methodik/Physiologie und die pathologischen Befunde der Zitzen- und Eutersonografie, um eine wichtige und zusätzliche diagnostische Untersuchungstechnik zu erhalten (Franz *et al.* 2009), die ersten Erfahrungen mit der 3D-Sonografie der bovinen Milchdrüse, wobei deren Anwendung an der Zitze nicht mehr oder weniger nützlich ist, als andere bildgebende Verfahren (Franz *et al.* 2006b) oder die Darstellung der Merkmale normaler Milchdrüsen in verschiedenen Wachstumsstadien durch den Ultraschall (Nishimura *et al.* 2011) sowie die Ermittlung der Veränderungen der subklinischen Mastitis (SCM) bei Kühen (Mourya *et al.* 2020) wurden gefunden. Die Ultraschalluntersuchung ist ein schnelles und genaues diagnostisches Mittel, um zusätzliche Informationen über Drüsenparenchym und Zitzen bei einer SCM zu erhalten (Mourya *et al.* 2020). Zudem wird die Möglichkeit der Diagnose von Stenosen ermittelt, wobei im Vergleich zu den klassischen klinischen Untersuchungsmethoden, die Sonografie bessere diagnostische Eigenschaften aufweist (Dinô *et al.* 2000). Die Lokalisierung und Verteilung der Stenosen in allen Teilen der Zitze werden mit dem Ultraschall bestimmt, mit Ausnahme derjenigen im *Ductus papillaris*, da der Kanal zu klein und dünn ist (Dinô *et al.* 2000), während dieser mittels Theloskop dargestellt wird (Şendağ *et al.* 2016). Ferner werden Daten zur Ultraschalluntersuchung des Euters bei Wiederkäuern, im Hinblick auf die Vorteile, die klinischen Anwendungen, die Indikationen für die Durchführung, die Untersuchungstechniken und die Interpretation des echografischen Bildes der verschiedenen Teile des Euters, zusammengefasst (Fasulkov 2012). Weiteres werden die Methodik der Theloskopie (Geishauser *et al.* 2005) sowie die verschiedenen theloskopischen Befunde der Zitzen bei einer toxischen Mastitis (Condino *et al.* 2012) beschrieben. Ergebnisse zeigen, dass die Theloskopie ein gutes Verfahren ist, welches zur Diagnose und Therapie von gedeckten Zitzenverletzungen und zur Diagnose anderer Zitzenerkrankungen eingesetzt werden kann (Geishauser *et al.* 2005).

Die Vorstellung der Theloresektoskopie sowie die Dokumentation der Kurz- und Langzeitresultate dieses Verfahrens sind der Rubrik „Methodik“ zugeordnet. Aufgrund der erhobenen Daten kann die Theloresektoskopie zur Therapie von distalen Zitzenstenosen empfohlen werden (Zulauf und Steiner 2001). Zitzenstenosen, die durch Schleimhautläsionen im Bereich des Strichkanals oder der Fürstenberg'schen Rosette entstehen, können erfolgreich mittels Theloresektoskopie behandelt werden (Bleul *et al.* 2005), während eine aktuellere Studie die theloskopische Auswertung der inneren Zitzenläsionen und die der theloskopischen Elektroresektionstechnik zur Behandlung von inneren Zitzenobstruktionen bewertet. Demzufolge ermöglicht die theloskopische Elektroresektion einen sicheren und genauen Eingriff bei verdeckten Zitzenläsionen mit geringerem Risiko an Komplikationen (Udayakumari *et al.* 2020).

Ein einziger, aber ungewöhnlicher Fallbericht beschreibt den Einsatz der Endoskopie und Sonographie zur Abklärung der Krankheitsursache. Alle vier Euterviertel einer Kuh sind von einer oberen Zitzenstenose betroffen. Die sonografischen und theloskopischen Befunde in Verbindung mit der histopathologischen Untersuchung eines Biopates sind bei der Diagnose einer obstruktiven Fibrose des Fürstenberg'schen Venenrings hilfreich (Miranda *et al.* 2017).

In der Forschung werden mittels Sonografie die Zitzenkanallänge und -durchmesser, Zitzendurchmesser und Zitzenwanddicke gemessen, um den Einfluss dieser Parameter auf das Auftreten einer Mastitis zu untersuchen. Ein logistisches Regressionsmodell zeigt signifikante Auswirkungen von Zitzenkanallänge, Zitzenkanaldurchmesser und Laktationszahl auf die Eutergesundheit. Lange und enge Zitzenkanäle haben einen besseren Einfluss auf die Gesundheit des Euters (Klein *et al.* 2005). Außerdem wird der Einfluss zwei verschiedener Melkmaschinen auf die Zitzenwand und den Strichkanal mittels Ultraschall verglichen, wobei die Sonografie die Auswirkungen der Melktechnik auf die Zitzenstrukturen erkennt (Khol *et al.* 2006). Als nächstes wird die Erholungszeit des Zitzengewebes nach dem Melken durch Ultraschalluntersuchungen ermittelt. Es stellt sich heraus, dass die Sonografie ein nützliches Instrument zur Untersuchung, der durch das Melken verursachten Zitzenveränderungen, darstellt und die Erholung der Zitzen mehr Zeit benötigt als wie erwartet. Somit ist bei einer Erhöhung der Melkfrequenz Vorsicht geboten (Neijenhuis *et al.* 2001). Die Rolle der Zitzenmorphologie, als wichtiger Faktor in der Ätiologie der Mastitis wird bestimmt. Das Auftreten von Mastitis könnte mit spezifischen sonografischen Zitzenmessungen im Zusammenhang stehen, und diese könnten bei der Zucht von Kühen mit einer Prädisposition

für Mastitis sowie bei der Bewertung von Kühen in der Herde im Hinblick auf Euter-/Zitzenverformungen von Bedeutung sein (Seker *et al.* 2009). Zusätzlich kann die Ultraschalluntersuchung die Zusammensetzung des Euterparenchyms bei präpubertären Färsen, die mit unterschiedlichen Wachstumsraten wachsen, genau messen und vorhersagen. Dies ist ein wichtiger Fortschritt in der nicht-invasiven Überwachung der Euterentwicklung und könnte in Milchviehbetrieben eingesetzt werden (Albino *et al.* 2017). Die Bestimmung des ultrasonografischen Erscheinungsbildes und der Nachweisbarkeit von Ödemen, die durch eine subkutane Injektion einer milden Silberproteinsuspension in den Milchdrüsenanhangsgebilden von Milchkühen ausgelöst werden, hilft bei der Detektion hinsichtlich einer erfolgten Injektion im Rahmen von Rinderausstellungen, da bei Schaukühen eine größere Kontur des Euters mithilfe eines lokalen Ödems erzeugt wird (O'Brien *et al.* 2002). Darüber hinaus werden die Auswirkungen der Theloskopie und Theloresektoskopie auf die hämatologischen Parameter und auf die somatische Zellzahl bei Kühen, Büffeln sowie Ziegen untersucht. Beide Verfahren erweisen sich, als nützliche Instrumente zur Diagnose und Behandlung von betroffenen Zitzen ohne nachteilige Auswirkungen auf die hämatologischen Parameter (Walvekar *et al.* 2017). Hirsbrunner *et al.* 2001 vergleichen die endoskopische Triangulation distaler Zitzenobstruktionen mit der Thelotomie. In dieser Studie hat die endoskopische Triangulation mehrere Vorteile, wie eine geringere Aufenthaltsdauer der Rinderpatienten in der Klinik mit weniger intensiver Nachsorge und geringerer akuter Mastitis-Episoden und, dass mehr der behandelten Zitzen einen normalen Milchfluss haben.

#### **4.6. Hautoberfläche und Nabel**

Zu bemerken ist, dass über den Einsatz von Sonografie und Endoskopie im Zusammenhang mit Hautoberfläche und den Nabel insgesamt am wenigsten Publikationen gefunden wurden (Tab.6, Abb. 2). In Summe stehen hierfür nur vier sonografische und zwei endoskopische Werke zur Verfügung. Die Sonografie weist mehr Arbeiten zur Methode auf aber beide Verfahren können jeweils eine Forschungsarbeit präsentieren.

Steiner und Lejeune 2009 beschreiben die sonografische Darstellung von Nabelerkrankungen beim Kalb, die mit hoher Wahrscheinlichkeit die verschiedenen Erkrankungen diagnostizieren und die beteiligten Strukturen identifizieren kann. Stattdessen wird auch die sonografische Darstellung verschiedener Arten von Umfangsvermehrungen erörtert und die Ultraschalluntersuchung zeigt sich als eine gute und schnelle Methode zur Differenzierung der

Umfangsvermehrungen (Ali und El-Hakim 2012, Kumar *et al.* 2013). Im Bereich der Endoskopie wird die Laparoskopie zwecks der Beurteilung von Nabelerkrankungen bei Kälbern, der Durchführbarkeit, Darstellung der Nabelstrukturen sowie Komplikationen beurteilt. Neben der Beobachtung der intraabdominalen Nabelstrukturen, der Blase und der Leber ermöglicht die Laparoskopie eine Erkennung von makroskopisch sichtbaren pathologischen Veränderungen der inneren Nabelstrukturen, die grob mit denen der Ultraschalluntersuchung und der Laparotomie übereinstimmen. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass die laparoskopische Untersuchung der Nabelstrukturen sicher und schnell durchgeführt werden kann und eine vollständige Beurteilung der intraabdominalen Nabelstrukturen ermöglicht wird. Deswegen kann diese Methode eine nützliche Ergänzung zur klinischen und sonografischen Untersuchung sein (Robert *et al.* 2016).

Geforscht wird über die Entwicklung der Nabelstrukturen in den ersten vier Lebenswochen bei klinisch gesunden Kälbern und bei Kälbern mit Nabelerkrankungen sowohl im B-Mode- als auch im Farbdoppler-Ultraschall. Bei gesunden Kälbern nehmen die Nabelstrukturen mit zunehmendem Alter an Größe ab und ihre ultraschalltechnische Identifizierung wird schwieriger. Im Gegensatz dazu zeigen die Nabelstrukturen bei erkrankten Kälbern nicht dieselbe fortschreitende Verringerung. In dieser experimentellen Studie wird die Omphaloarteritis am ersten Tag bei der Farbdoppleruntersuchung mit einer Spezifität von 100 % und einem positiven prädiktiven Wert von 100 % nachgewiesen (Guerra *et al.* 2020). Zudem wird in einer Kadaverstudie die Durchführbarkeit der Techniken und die Operationszeit der Laparoskopie und der Celiotomie, bei der intraabdominalen Resektion der *Vena umbilicalis* und des Urachus von Rinderföten, bewertet. Daraufhin zeigt die Technik eine gute Effektivität bei der Bewertung der Strukturen und ermöglicht somit eine ausgezeichnete Diagnose. Außerdem ist die Gesamtoperationszeit der Laparoskopie kürzer als die der konventionellen offenen Chirurgie. Ebenso ermöglicht dieses Verfahren die Resektion der Nabelvene und des Urachus (de Oliveira Monteiro *et al.* 2021).

#### 4.7. Verdauungstrakt

Mit Abstand weist der Verdauungstrakt mit insgesamt 107 Arbeiten, die meisten Publikationen auf, wobei 73 zur Sonografie und 34 zur Endoskopie zählen (Tab.7, Abb. 2). Aus der Tabelle und der Abbildung ist ebenso zu entnehmen, dass die Sonografie mit 40 methodischen Arbeiten, der Endoskopie weit voraus liegt aber auch in Bezug auf die Rubrik „Fallbericht“ (Krankheitskomplex) und „Forschung“ (wissenschaftliche Fragestellung) führend ist. Unter den endoskopischen Arbeiten befinden sich 17 Publikationen, die sich mit der MIC beschäftigen.

Methodische Arbeiten zum Verdauungstrakt sind unter anderem die Beschreibung der Ultraschalltechniken für die Untersuchung des Gastrointestinaltraktes sowie die Vorstellung der normalen Befunde und die wichtigsten Erkrankungen dieser Organe (Braun 2009b). Aber auch, dass der Ultraschall zur Bestätigung der Diagnose einer linksseitigen Labmagenverlagerung sowie für die Bestimmung und Abmessung der Labmagenposition verwendet werden kann oder die Beschreibung des gelungenen sonografischen Nachweises der Schichtungen des Retikulorumen-Inhaltes beim Wiederkäuer (Tschuor und Clauss 2008). Neben der sonografischen Darstellung der normalen abdominalen Organe werden auch pathologische Prozesse, wie Lebertumore, Leberabszesse, Labmagenverlagerungen usw. dargestellt und beschrieben. Gesagt werden kann, dass die Sonografie ein sehr gutes prognostisches und diagnostisches Verfahren, welches besonders hilfreich bei der traumatischen Retikulo-peritonitis, Labmagenverlagerung, Leberabszessen, Cholestase, Aszites, Ileus des Dün- und Dickdarms und Harnwegserkrankungen ist. Ebenso hilft dieses Verfahren bei der Entscheidung, ob das Tier chirurgisch oder medizinisch behandelt oder geschlachtet werden soll (Braun 2005). Allerdings liefert die Sonografie keine Hinweise auf ein Ulcus abomasum Typ 1 (Braun *et al.* 2020) während Ulzerationen vom Typ 4 Anzeichen einer generalisierten Peritonitis mit Aszites und fibrinöse Veränderungen der Labmagenserosa zeigen (Braun *et al.* 2019).

Demgegenüber wird die endoskopische Darstellung des Pansens bei Rindern über den nasoruminalen Weg und die Durchführbarkeit der Biopsie von Pansenpapillen beschrieben. Demzufolge wird das Verfahren von allen Rindern gut vertragen, und es können zufriedenstellende Pansen-Bilder einschließlich Biopsie gewonnen werden (Sasikala *et al.* 2019). Die Ruminoskopie über eine Pansenfistel wird von Kälbern gut vertragen und erlaubt eine direkte Darstellung der Pansenschleimhaut. Aber es sind weitere Studien erforderlich, um die Zuverlässigkeit und Effizienz dieser Technik zu bewerten (Franz *et al.* 2006a). Mithilfe der

Ösophagoskopie wird eine Mucosal Disease-Diagnose und eine akute Bovine Virusdiarrhoevirus-Infektion, aufgrund der Darstellung der typischen Schleimhaut-Erosionen der gesamten Speiseröhre, von Franz und Baumgartner 2002 gestellt. Eine methodische Arbeit beschreibt die allgemeinen Prinzipien der Laparoskopie (Bouré 2005) und beschreibt die diagnostischen Möglichkeiten der explorativen Laparoskopie, welche zur Erkennung von pathologischen Veränderungen im kranioventralen Bereich des Abdomens aber nicht geeignet ist (Silva *et al.* 2021). Eine Zusammenfassung der laparoskopischen Techniken für die Korrektur und Fixation einer linksseitigen Labmagenverlagerung (Babkine und Desrochers 2005) und die modifizierte laparoskopische Abomasopexie nach Janowitz (Seeger und Doll 2007) werden erörtert. Demzufolge ist die Laparoskopie sowie die modifizierte Methode nach Janowitz sehr gut geeignet, um Diagnosen zu stellen und die LDA zu behandeln. Babkine *et al.* 2006 beschreiben bei gesunden Rindern eine ventrale und laparoskopisch geführte Abomasopexie-Technik mit der Überprüfung der Adhäsionsbildung, welche noch nach drei Monaten vorhanden sind, während Mulon *et al.* 2006 diese Technik an 18 Kühen mit einer LDA erfolgreich einsetzen. Die Janowitz-Methode ist einfach durchzuführen, die Kuh muss dabei aber auf den Rücken gelagert werden. Nur ein Chirurg/eine Chirurgin wird benötigt und diese Operationstechnik kann unter Feldbedingungen durchgeführt werden. Dafür muss bei der ventralen Abomasopexie-Technik das Tier nicht neu positioniert werden und diese kann als präventive Fixierung verwendet werden (Babkine *et al.* 2006). Die Anwendbarkeit der ventralen laparoskopischen Abomasopexie-Technik, bei der chirurgische Klemmen am Nahtfaden befestigt werden, wird von Corrêa *et al.* 2018 bewertet. Die Technik ist durchführbar, aber es gibt eine Schwierigkeit mit dem teilweisen Verlust des Pneumoperitoneums während der Verwendung des Staplers.

Unter den Fallberichten wird eine kaudale Hohlvenenthrombose sonografisch nachgewiesen (Braun *et al.* 2005), während auch eine sonografische Vorstellung von Mesotheliomen beschrieben wird. Der Aszites sowie die knotigen Läsionen können sonografisch gut dargestellt werden und erlauben gemeinsam mit der unter Sicht vorgenommenen Abdomenpunktion eine vorläufige Diagnose einer Neoplasie. Daraus erweist sich die Ultraschalluntersuchung als ein nützliches Verfahren sowohl für die Diagnose- und Prognosestellung (Braun *et al.* 2004a). Zusätzlich kann eine raumfordernde und uneinheitlich echogene Masse im Lumen des Omasums, welche sich nach der Sektion und histologischen Untersuchung als ein Leiomyom herausstellt, von Mohamed *et al.* 2004a festgestellt werden, während die typischen sonografischen Darstellungen einer lymphatischen Infiltration des

Labmagens von Buczinski *et al.* 2011 beschrieben wird. Zum ersten Mal werden sonografische Befunde eines vaskulären Hamartoms der Leber von Braun *et al.* 2011 vorgestellt und eine überdurchschnittlich hohe Anzahl hypochogener Blutgefäße im Leberparenchym sollte die Differentialdiagnose eines vaskulären Hamartoms beinhalten. Darüber hinaus wird eine Färsen mit einer ungewöhnlichen Infiltration von Fett in der Leber präsentiert und diese sonografischen Merkmale werden als charakteristisch für eine fokale Fettinfiltration der Leber bezeichnet (Mohamed *et al.* 2004b). Inzwischen schaffen Gerspach *et al.* es 2020 zum ersten Mal, ein Ulkus vom Typ 3, sonografisch zu diagnostizieren. Unter bestimmten Umständen ist die Sonografie bei einem Typ-3-Labmagenulkus möglich und der explorativen Laparotomie vorzuziehen. Im Gegensatz zum Typ-3-Labmagenulkus stellt die Ultraschalluntersuchung eine einfachere Diagnostik bei einer Pankreolithiasis des Rindes dar (Tharwat *et al.* 2013). Trotz der Anzahl an Arbeiten sind nur wenige Fallberichte der Endoskopie zugeordnet und fast alle betreffen nur den oberen Verdauungstrakt. Es werden die endoskopischen Manipulationen für die Entfernung von FK aus der Speiseröhre bei Kälbern beschrieben. Die endoskopische Entfernung von FK in der Speiseröhre oder im Pansen stellt eine nicht-invasive, wirtschaftliche und erfolgreiche Methode, mit einer niedrigen Komplikationsrate, dar (Gomez *et al.* 2014). In einem Fall von Vijayakumar *et al.* 2011 wird bei einer endoskopischen Untersuchung durch das Maul einer Färsen ein Trichobezoar festgestellt und mit der Diagnose des FK geht die Therapie simultan einher. Zudem führt ein endoskopischer Ballon und eine Bougierung zu keiner Entlastung der Ösophagusstriktur einer Färsen, was wahrscheinlich auf den Grad der Fibrose des stenotischen Rings zurückzuführen ist. Daher wird die Striktur chirurgisch, durch eine ösophageale Mukosektomie, behandelt (Trovatelli *et al.* 2021). Der einzige Bericht, der nicht den oberen Verdauungstrakt betrifft, ist der Fall einer Milchkuh mit Splenoptose und deren endoskopische LDA-Korrektur. Nach Ansicht des Autors wird das gastrosplenische Band zwischen Milz und Pansen durch die lokalisierte Peritonitis geschädigt, wodurch sich die Milz verschieben kann (Karvountzis 2020).

In der Forschung weisen Bobe *et al.* 2008 die Verbesserung der Genauigkeit der Erkennung von Leberlipidose mit der quantitativen digitalen Analyse von sonografischen Leberbildern nach. Jedoch werden die verschiedenen Einflüsse und Artefakte der Geräte und des untersuchten Gewebes auf die Bildmerkmale nicht berücksichtigt. Deswegen führen Starke *et al.* 2010, bei digital analysierten B-Mode-Ultraschallbildern, Korrekturen von Effekten und die Entfernung von Artefakten mit einem Computerprogramm durch. Damit stellt sich heraus, dass diese Methode ein hohes Potenzial besitzt, den Grad der Triacylglycerin-Infiltration zu

bewerten und den Triacylglycerin-Gehalt der Leber zu schätzen. Aufgrund dessen könnte die Sonografie zu einem praktikablen Instrument für die Überwachung der Lebergesundheit in einer Milchviehherde werden. Eine akute nekrotisierende Pankreatitis, die durch eine ultraschallgestützte Injektion von Chloroform in das Pankreasgewebe ausgelöst wird, wird von Mohamed *et al.* 2003 untersucht. Die sonografischen Ergebnisse werden, neben den labortechnischen und pathologischen Merkmalen, als potenzielle Referenzwerte für die Früherkennung einer Pankreatitis angesehen.

Eine mögliche Eignung weist die transabdominale Ultraschalluntersuchung der Pansenschleimhaut zur Identifizierung erwachsener Wiederkäuer mit subakuter Pansenazidose auf. Demnach kommt es aufgrund der Ansäuerung des Panseninhalts zu einer Zunahme der Pansenschleimhautdicke, die sonografisch auf Höhe der kostochondralen Verbindung im kranioventralen Pansensack, am besten bestimmt werden kann (Mirmazhari-Anwar *et al.* 2013). Ferner wird die Auswirkung der Dosierung und Art der Verabreichung von Atropin, Scopolamin und Xylazin auf die retikuläre Motilität von Kühen untersucht. Die Verabreichung der Substanzen führt zu einer retikulären Atonie, die klinische Relevanz muss jedoch noch weiter untersucht werden (Braun *et al.* 2002b). Bei Rindern mit vagaler Verdauungsstörung können die retikulären Kontraktionen reduziert, normal oder erhöht sein. Die Ergebnisse der sonografischen Untersuchung stellen eine nützliche Ergänzung zum Verständnis der retikulären Funktion und der vagalen Verdauungsstörungen dar, jedoch kann kein Unterschied zwischen einer proximalen und distalen Stenose erkannt werden (Braun *et al.* 2009a). Zusätzlich wird herausgefunden, dass die Zahl der retikulären Kontraktionen am höchsten beim Fressen und am niedrigsten, wenn die Rinder gestresst sind, ist (Braun und Rauch 2008).

In einer Forschungsstudie von Franz *et al.* 2006c wird eine vorübergehende Bovine Virusdiarrhoevirus-Infektion bei einem Rind, mithilfe einer endoskopisch entnommenen Speiseröhrenbiopsie als positiv erkannt. Von allen untersuchten Probenmaterialien mit denen eine RT-PCR durchgeführt wurde, ist die Biopsie der zuverlässigste Nachweis des Bovinen Virusdiarrhoevirus-Nukleins, jedoch ist diese Untersuchung in der täglichen Tierarztpraxis nicht relevant (Franz *et al.* 2006c). Neben dem Vergleich der Ergebnisse zwischen der laparoskopisch gesteuerten Abomasopexie und der Omentopexie über eine Laparotomie an der rechten Flanke bei einer LDA-Korrektur, werden auch die Auswirkungen der beiden Verfahren unter Feldbedingungen anhand der Überlebensrate und der Auswertung biochemischer Profile verglichen. Die Erfolgsquote sowie die Überlebensrate ist bei beiden Methoden ähnlich während die Veränderungen im biochemischen Profil bei der

laparoskopischen LDA-Korrektur günstiger sind (Seeger *et al.* 2006, Haloun *et al.* 2020). Zusätzlich zeigen die Tiere eine bessere Labmagenentleerungsrate nach der laparoskopischen Abomasopexie im Vergleich zur Laparotomie. Daher kann diese zu einer schnelleren klinischen Verbesserung in der unmittelbaren postoperativen Phase führen (Wittek *et al.* 2009). Die Auswirkungen der LDA-Korrektur nach der Janowitz-Methode auf Überleben, Milchleistung und Fruchtbarkeit wird in einer Studie mit 91 Kühen beschrieben. Die Ergebnisse zeigen, dass das Risiko in der aktuellen Laktation gekeult zu werden, ein bis acht Mal höher ist. Das Risiko nach der nächsten Kalbung gekeult zu werden ist zwischen den LDA-Kühen und den Kontrolltieren ähnlich, während es für die Laktation, in der die LDA korrigiert wird, keinen Unterschied in der 305-Tage-Milchproduktion gibt. Allerdings weisen die LDA-Kühe ein längeres Kalbungsintervall auf (Jorritsma *et al.* 2008).

In einer aktuellen Kadaverstudie wird eine minimalinvasive Technik zur Pansenostomie mit Hilfe eines Endoskops, bei einem Rinderfötus als Versuchsmodell, beschrieben. Die Visualisierung der Strukturen und die Möglichkeit der Durchführung der Technik, ohne größere Schwierigkeiten, wird damit bestätigt und erweist sich als praktikable und effiziente Methode am Rinderfötus (dos Santos *et al.* 2022).

#### **4.8. Sonstiges**

In der Tab. 8 sowie der Abb. 2 sind Publikationen zu finden, die nicht zwingend einem Organsystem zugeordnet sind. Infolgedessen sind diese unter „Sonstiges“ angeführt. In Summe sind sieben Publikationen der Tab.8 und der Abb. 2 zugeordnet, wobei die Sonografie nur eine Arbeit mehr aufzuweisen hat. Zu sehen ist, dass die Sonografie in der Methode mehr zu bieten hat, während nur die Endoskopie eine Forschungsarbeit aufweisen kann. In Bezug auf die Rubrik „Fallbericht“ (Krankheitskomplex) sind weder sonografische noch endoskopische Arbeiten vorhanden.

Der Rubrik „Methodik“ sind Arbeiten zugeordnet, die einen Überblick über die Anwendung der Ultraschalluntersuchung bei der Diagnose von Erkrankungen verschiedener Körpersysteme bei Wiederkäuern (Streeter und Step 2007) und über die Durchführung und Berichterstattung von Studien über die diagnostische Genauigkeit der Ultraschalluntersuchung in der Rindermedizin (Buczinski und O’connor 2016) geben. Anschließend arbeiten Blond und Buczinski 2009 einen Leitfaden für die Grundlagen der Ultraschallbildgebung und der wichtigsten Artefakte in der Rindermedizin aus, um Falsch- und Fehlinterpretationen besser

zu vermeiden und somit den Diagnoseprozess zu unterstützen. Noch zu erwähnen ist die Anwendung von Ultraschall bei der Bewertung von Schlachtkörpereigenschaften im Lebensmittelbereich, wo sich die Ultraschalltechnologie zur Bewertung der Körperzusammensetzung von Rindern in hohem Maße als nützlich erweist und evtl. zur genetischen Verbesserung beitragen kann (Tait 2016).

Allgemeines über die Endoskopie beim Rind wird von Franz 2011 beschrieben. Ebenso wird versucht, die flexible Endoskopie mit Anwendungsbeispielen näher zu bringen (Franz 2019).

Ein Fazit daraus ist, dass die Endoskopie die Grundlagenforschung, die angewandte Forschung sowie die Diagnostik, Prognosestellung und Therapie vieler Erkrankungen beim Rind erweitert.

Das Ziel einer Forschungsarbeit ist es, die Verwendung von drei Endoskopen zu vergleichen, um die chirurgischen Ansätze für die Sinuskopie bei Rindern standardisieren zu können (Basso *et al.* 2016).

## 5. Diskussion

Ziel der Arbeit war es, im Rahmen einer Literaturrecherche, häufige Einsatzgebiete bzw. Anwendungen von sonografischen und endoskopischen Untersuchungen beim Rind seit 2000 zu identifizieren und somit Vor- und Nachteile dieser beiden beim Rind angewandten bildgebenden Verfahren zu beschreiben. Dieser Arbeit lag die Hypothese zu Grunde, dass im Bereich der Inneren Medizin Publikationen, die über den sonografischen Einsatz beim Rind berichten, die Mehrheit bilden.

Die Literaturrecherche bestätigte unsere Hypothese, dass in einem Zeitraum von etwa 20 Jahren weitaus mehr Publikationen mit der sonografischen Untersuchungstechnik zum Inhalt vorlagen als endoskopische. Eine Begründung dafür könnte sein, dass endoskopische Untersuchungsverfahren beim Rind weniger zum Einsatz kommen, was wiederum mehrere Ursachen haben könnte. Einerseits ist hier der, in Abhängigkeit der Anwendung, minimal invasive Charakter zu nennen, hinsichtlich mancher Operationstechniken ist die Endoskopie auch zeitaufwendiger im Erlernen der Methodik (Babkine und Desrochers 2005, Franz 2011) und nicht zuletzt dürfte der finanzielle Aspekt hinsichtlich Anschaffung endoskopischer Instrumentarien nicht zu unterschätzen sein (Rathod *et al.* 2009). Weitere limitierende Faktoren hinsichtlich Anwendung endoskopischer Untersuchungstechniken beim Rind stellen sicherlich auch anatomische Begebenheiten beim adulten Rind dar, wie sie z.B. bei der Untersuchung der Bauchhöhle (Laparoskopie) bestehen. Im Rahmen der Laparoskopie am stehenden Tier sind endoskopisch auf Grund der Größe des Tieres nur der laterokraniale bzw. der laterokaudale Bereich einzusehen, was die diagnostischen Möglichkeiten erheblich einschränkt (Babkine und Desrochers 2005, Franz 2011, Silva *et al.* 2021). Methodisch bedingt können bei der Untersuchung der Zitze nur der Strichkanal und die Zitzenzisterne eingesehen werden (Geishauser *et al.* 2005), während die Sonografie die Darstellung aller Zitzenstrukturen einschließlich der Drüsenzisterne und des Drüsenparenchyms erlaubt (Fasulkov 2012).

Die Ergebnisse dieser Literaturrecherche zeigen, dass man seit 2000 einen sehr vielseitigen Einsatz und vielseitige Anwendungsmöglichkeiten der Sonografie beim Rind beobachten kann. Der bedeutendste Grund dafür liegt sicherlich in dem nicht invasiven Charakter, den die Sonografie aufweist. Auch wird in einigen Publikationen darauf hingewiesen, dass viele Untersuchungen mit praxistauglichen Instrumentarien durchgeführt werden können und dadurch für praktizierende Tierärzte:Innen die diagnostischen Möglichkeiten erheblich erweitert werden.

Diese Literaturrecherche zeigte, dass die meisten Publikationen die sonografische Untersuchung des Verdauungstraktes, gefolgt vom Herz-Kreislauf-System, des Atmungstraktes sowie hinsichtlich der Untersuchung der Milchdrüse des Rindes zum Inhalt hatten. Publikationen, die endoskopische Untersuchungen zum Inhalt hatten, bezogen sich am häufigsten ebenso auf den Verdauungstrakt, gefolgt vom Atmungstrakt, der Milchdrüse (Zitze) und dem Harntrakt.

In Bezug auf den Verdauungstrakt ist zu erwähnen, dass die sonografische Untersuchung der Bauchhöhle bzw. der Abdominalorgane im Vordergrund stand. Die sonografische Diagnose einer Peritonitis, von Organverlagerungen (Labmagen, Blinddarm) und Erkennung von Leberparenchymveränderungen (z.B. Leberabszess, Fettleber) sowie die Darstellung von Umfangsvermehrungen (Neoplasien) stellten häufige Anwendungsgebiete der Sonografie dar (Braun 2003, Braun *et al.* 2004a, 2010, 2011a, 2018, 2019, 2020, Buczinski *et al.* 2011, Gerspach *et al.* 2020, Kumar *et al.* 2012 Lejeune und Lorenz 2008, Mohamed *et al.* 2004b, Robert *et al.* 2016, Streeter und Step 2007). Generell kann man hinsichtlich der Ergebnisse dieser Literaturrecherche schließen, dass zur Diagnostik von abdominalen Erkrankungen beim Rind die Sonografie als vorteilhafter gegenüber dem endoskopischen Verfahren zu werten ist. Trotzdem kann aufgrund der Größe der Bauchhöhle, diese ebenso nicht vollständig mittels Sonografie untersucht werden. Als Beispiel dafür wird die sonografische Ileusdiagnostik beim ausgewachsenen Rind herangezogen. Die Ursache bzw. Lokalisation des Ileus wird nur in seltenen Fällen sonografisch dargestellt, da diese meist weiter von der Bauchwand entfernt liegt und die Penetrationskapazität der Schallwellen in das Innere der Bauchhöhle zu gering ist (Braun und Amrein 2001).

Weiters wird darauf hingewiesen, dass das Beherrschen der sonografischen Untersuchungstechnik des Abdomens, im Gegensatz zu anderen Organen wie das Euter oder die Zitze, jahrelanger Übung und Erfahrung zur richtigen Befundinterpretation bedarf. Methodische Arbeiten, die die sonografische Untersuchungstechnik verschiedener Abdominalorgane beschreiben und auch hinsichtlich ihrer Dimension Referenzwerte angeben, sind daher auch in der Literatur häufig zu findende Veröffentlichungen (Braun 2009a, Lima *et al.* 2021, Mohamed *et al.* 2003, Streeter und Step 2007).

Auch bei der Endoskopie zeigte sich die Anwendung zur Untersuchung des Verdauungstraktes als häufigstes Einsatzgebiet. Die Anzahl an Veröffentlichungen sowie deren Inhalt ließen darauf schließen, dass der häufige Einsatz der Endoskopie zur

Untersuchung des Verdauungstraktes dem therapeutischen Charakter dieses bildgebenden Verfahrens geschuldet ist. Die Vorteile der minimal invasiven Chirurgie, nämlich minimales Gewebstrauma, dadurch bedingt weniger Schmerz und schneller sich einstellende post operative Futteraufnahme sowie Milchleistung stellten sich auch beim Rind als vorteilhaft gegenüber herkömmlichen Operationen (Laparotomie) dar, wie dies auch eindrücklich bei der endoskopisch getätigten Reposition des nach links verlagerten Labmagens bewiesen wurde (Babkine und Desrochers 2005, , Roy *et al.* 2008, Seeger *et al.* 2006, Wittek *et al.* 2009, Van Leeuwen *et al.* 2009). Herauszuheben ist, dass sich augenscheinlich nach der neu entwickelten endoskopischen Operationstechnik zur Reposition des verlagerten Labmagens (Christiansen 2004, Seeger und Doll 2007) auch weitere endoskopische Operationstechniken für andere Indikationen entwickelt haben, um die genannten Vorteile der minimal invasiven Chirurgie zu nutzen. Während die endoskopische Behebung von Nabelerkrankungen beim Kalb aber eher nur auf die Anwendung bei einzelnen Tieren beschränkt blieb (Bouré *et al.* 2001, Robert *et al.* 2016, de Oliveira Monteiro *et al.* 2021), gilt die endoskopische Entfernung von Schleimhautabrissen bei gedeckten Zitzenverletzungen derzeit als „Goldstandard“, da sie unter Sicht vorgenommen werden kann. Auch dabei stelle sich die endoskopische Operationstechnik vorteilhaft gegenüber einer herkömmlichen Thelotomie dar (Geishauser *et al.* 2005, Hirsbrunner *et al.* 2001).

Als häufiges Anwendungsgebiet sowohl für die sonografische als auch für die endoskopische Untersuchungstechnik stellte sich der Atmungstrakt heraus, wobei hier zwischen der Untersuchung der oberen (Nasengang bis Trachea) und der unteren Atemwege (Lunge) zu unterscheiden ist. Im Bereich der oberen Atemwege bietet die Endoskopie mit der Möglichkeit der wahrheitsgetreuen Darstellung von Oberflächenveränderungen (Schleimhaut: z.B. entzündliche Veränderungen) (Venkatesakumar 2020, Yogeshpriya *et al.* 2021), Beurteilung des Lumens (Neoplasien, Abszesse) (Franz und Baumgartner 2007) und Beobachtung von Bewegungsvorgängen (z.B. Kehlkopf – Diagnose der *Hemiplegia laryngis* beim Kalb)(Franz 2011) Vorteile gegenüber der sonografischen Technik, deren Darstellungsvermögen aufgrund des Luftgehaltes in dieser Region, bedingt durch Reflexion der Ultraschallwellen, eingeschränkt ist (Franz und Baumgartner 2007, Ro *et al.* 2018, Sasikala und Vijayakumar 2018. Außerdem sind der sonografischen Untersuchung des Nasenganges, des Rachens und des Kehlkopfes Grenzen gesetzt, bedingt durch die direkt unter der Haut liegenden knöchernen Strukturen, die für die Absorption und somit Schallauslöschung der Ultraschallwellen verantwortlich sind (Blond und Buczinski 2009). Dieselben Gründe gelten

auch für die Untersuchung des Ösophagus, wobei bei Erkrankungen des Ösophagus stets neben der endoskopischen Untersuchung eine sonografische oder röntgenologische Untersuchung empfohlen wird, um etwaige pathologische Veränderungen in der Umgebung des Ösophagus zu identifizieren (Franz 2019).

Die Abklärung von Lungenerkrankungen bietet ein häufiges Einsatzgebiet für die sonografische Untersuchungstechnik beim Rind. Jedoch muss auch hier als limitierender Faktor für die Lungensonografie der Luftgehalt der Lunge, der die Durchdringung der Schallwellen des Lungengewebes aufgrund von Reflexion hindert, genannt werden (Jung und Bostedt 2004).

Während im Rahmen der Einzeltieruntersuchung Lungenveränderungen hinsichtlich bronchopneumonischer Veränderungen sehr gut dargestellt werden können (Babkine und Blond 2009, Buczinski *et al.* 2013, Flöck 2004) hat sich seit den letzten Jahren ein neues Indikationsgebiet für die Sonographie entwickelt. Durch Anwendung der sonografischen Untersuchung der Lunge bei Kälbern auf Herdenebene sollen frühzeitig Lungenläsionen bei noch nicht klinisch erkrankten Kälbern erkannt und somit diejenigen Tiere detektiert werden, die ein erhöhtes Risiko an einer klinisch manifesten Bronchopneumonie zu erkranken, aufweisen und folglich auch von medizinischer und betriebswirtschaftlicher Bedeutung sind (Buczinski *et al.* 2014, Ollivett und Buczinski 2016, Buczinski *et al.* 2018, Pardon *et al.* 2019, Pravettoni *et al.* 2021). Die Untersuchung verläuft nach einem extra für die Sonografie eingeführtem „Scoring-System“, ein 6-Punkte-Bewertungssystem, das sich in Milchviehbetrieben zur Dokumentation und Überwachung von Lungenläsionen bei Kälbern als praktisch und einfach durchzuführen erwies (Ollivett und Buczinski 2016). Ein vereinfachtes 2-Punkte-Bewertungssystem ist wahrscheinlich noch schneller im Betrieb durchzuführen als das 6-Punkte-Bewertungssystem, da nur das Vorhandensein oder nicht Vorhandensein einer Lungenkonsolidierung, und nicht das Ausmaß, festgestellt werden muss (Cramer und Ollivett 2019).

Das Herz-Kreislauf- und Gefäßsystem, ist das einzige Organsystem, bei dem nur die sonografische Untersuchungstechnik ihre Anwendung findet. Die nicht invasive Echokardiographie ermöglicht die Untersuchung des Herzens (Braun *et al.* 2001, 2009, Buczinski *et al.* 2009). Neben der Darstellung der Gefäß-Morphologie, des Durchmessers und des Blutflusses, kann mittels Sonografie die Blutflussgeschwindigkeit der verschiedenen Gefäße schmerz- und risikofrei gemessen werden (Braun und Föhn 2005, Braun und Hoegger

2008). Zudem ist die Möglichkeit der perkutanen ultraschallgesteuerten Entnahme von Blutproben sowie Katheterisierung von Gefäßen, wie der Portalvene gegeben (Braun *et al.* 2003a, Mohamed *et al.* 2002). Ein bedeutendes Indikationsgebiet stellt die Sonographie zur Diagnosestellung einer Thrombose der *V. portae* beim Rind dar (Braun *et al.* 2002a, Bueno *et al.* 2000).

Beiden Methoden, Sonografie und Endoskopie, kommt die Bedeutung der Diagnostik von Erkrankungen des Harntraktes zu (Braun *et al.* 2006, 2007, 2008b, Flöck 2007, 2009). Insbesondere ist die Ultraschalluntersuchung der Nieren hervorzuheben, da die Sonografie es ermöglicht, beide Nieren auf nicht invasive Weise zu untersuchen. Dadurch kann das Ausmaß einer etwaigen pathologischen Veränderung schnell erkannt und eine Prognose gestellt werden. Eine perkutane Biopsie der Niere ist unter Sicht sowohl sonografisch als auch endoskopisch gestützt möglich. Mohamed und Oikawa 2008 beschrieben die sonografisch gestützte perkutane Biopsietechnik der rechten Niere beim Rind. Im Gegensatz dazu verwendeten Chiesa *et al.* 2009 die minimal invasive endoskopische Untersuchungstechnik (Laparoskopie), um an beiden Nieren eine Biopsie durchzuführen.

Bei der Untersuchung der Harnblase ermöglichte vor allem die Sonographie die Darstellung von Schleimhautveränderungen bzw. auch die Resektion eines Hämangiosarkoms, was wiederum die Anwendung der minimal invasiven Chirurgie in den Vordergrund stellt (Braun *et al.* 2009b).

Anzahlmäßig wenige Veröffentlichungen wurden über sonografische und endoskopische Untersuchungen von Umfangsvermehrungen (inkl. Nabel) und des zentralen/peripheren Nervensystems gefunden.

Die Sonografie bietet eine gute Darstellung aller Umfangsvermehrungen sowie die Feststellung von deren Inhalt, der Dimension und Abgrenzung gegenüber der Umgebung und erweitert durch eine ultraschallgestützte Biopsie oder eine ultraschallgestützte Feinnadelaspiration die diagnostischen Möglichkeiten (Ali und El-Hakim 2012, Kumar *et al.* 2013). Ebenso können sonografisch intra- und extraabdominale Nabelstrukturen dargestellt werden. Deswegen stellt die Sonografie eine gute Ergänzung zur klinischen Untersuchung bei Kälbern mit Nabelerkrankungen dar und kann somit auch als Entscheidungshilfe für chirurgische Intervention in Betracht gezogen werden (Steiner und Lejeune 2009).

In Bezug auf die Anwendung beider bildgebender Verfahren im Bereich des peripheren/zentralen Nervensystems gibt es wenige Berichte über methodische Arbeiten, die die endoskopische Darstellung des Epiduralraums und auch an definierten Lokalisationen die sonografische Darstellung des Rückenmarks bei Kälbern dokumentieren (Braun *et al.* 2015). Einzelne Fallberichte geben Zeugnis über das diagnostische Potential der Sonographie bei Missbildungen der Wirbelsäule bzw. des Rückenmarks bei Kälbern (Testoni *et al.* 2010). Experimentell kommt die Sonographie zur Liquorpunktion aus dem *For. atlantooccipitale* beim adulten Rind und zur Anwendung der unter Sicht vorgenommenen Leitungsanästhesie bestimmter Nervenstränge (z.B. *Plexus brachialis*, *N. ischiadicus*) zur Anwendung (Braun *et al.* 2015, Iwamoto *et al.* 2012, Re und Gomez de Segura 2016).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Anwendung beider bildgebender Verfahren beim Rind ihre Berechtigung findet. Die Indikation bestimmt die Auswahl des am besten zur Diagnostik oder Therapie geeigneten Verfahrens, Vor- und Nachteile des gewählten Verfahrens müssen entsprechend überlegt und mitberücksichtigt werden. Limitationen, den Einsatz eines der beiden Verfahren betreffend, können durch anatomische aber auch durch physikalische Phänomene gegeben sein. Zu erwähnen ist, dass das Üben der Untersuchungstechnik, sei es die sonografische oder aber endoskopische Untersuchung betreffend, Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz ist. Darauf wird auch immer wieder in verschiedenen Publikationen hingewiesen. Das Vorhandensein von methodischen Arbeiten ist daher auch von großer Wichtigkeit und hilft dem Untersucher pathologische von physiologischen Befunden zu differenzieren. Durch das Vorhandensein von portablen Ultraschallgeräten sind sonografische Untersuchungen nicht nur an Klinikeinrichtungen gebunden, sondern auch in der Praxis durchführbar. Auch für endoskopische Untersuchungen stehen portable Gerätschaften zur Verfügung. Nicht zu vergessen sind die Möglichkeiten der Sonographie aber auch der Endoskopie, die diese beiden bildgebenden Verfahren zur Abklärung experimenteller Fragestellungen ermöglichen. Bei wichtigen Krankheitskomplexen, die das Rind betreffen, wie z.B. die Fettlebererkrankung, die Labmagenverlagerung, das Auftreten der subklinischen Pansenazidose oder das Krankheitsbild des Pansentrinkers konnten Sonografie und Endoskopie wertvolle Informationen zur weiteren Abklärung hinsichtlich Pathogenese oder frühzeitiger Diagnostik bringen (Bobe *et al.* 2008, Braun *et al.* 2002a, Braun und Rauch 2008, Braun und Schweizer 2015, Braun und Gautschi 2013, Komeilian *et al.* 2011, Mirmazhari-Anwar *et al.* 2013, Rafia *et al.* 2011, Starke *et al.* 2010, Tharwat *et al.* 2013, Wittek *et al.* 2005 ). Im Rahmen von Infektionserkrankungen (z.B. Bovine

Virusdiarrhoevirus-Infektion, enzootische Bronchopneumonie) kann eine unter Sicht getätigte Biopsie oder Untersuchung von Lavageflüssigkeit das diagnostische Potential im Krankheitsfall erheblich erweitern oder auch im Zuge von experimentellen Arbeiten hilfreich zum besseren Verständnis des Krankheitsbildes bzw. dessen Pathogenese beitragen (Reinhold *et al.* 2002, Babkine und Desrochers 2005, Ollivett *et al.* 2015, Franz 2019, Raabis *et al.* 2021).

## 6. Zusammenfassung

Das Hauptaugenmerk dieser Diplomarbeit war es, mithilfe einer Literaturrecherche aus dem Zeitraum zwischen 2000 - 2021, herauszufinden, inwieweit die Sonografie und Endoskopie im Bereich der Inneren Rindermedizin, bezüglich des Nutzens in der Diagnose-, Prognosestellung und Therapie, Anwendung gefunden haben. Dafür wurden nur wissenschaftliche Publikationen aus peer-reviewed Journals und mit den Begriffen der Sonografie und/oder der Endoskopie im Titel ausgewählt. Insgesamt wurden 257 wissenschaftliche Arbeiten gefunden, wobei 178 Publikationen sich mit der Sonografie beschäftigen, während 79 Publikationen endoskopische Untersuchungstechniken beinhalten. Anschließend wurde die gesammelte Literatur in den verschiedenen Rubriken „Methodik“, „Fallbericht“ sowie „wissenschaftliche Fragestellung“ und unter Berücksichtigung des jeweils betroffenen Organs bzw. Organsystems, zugeteilt. Die Häufigkeit der wissenschaftlichen Arbeiten, in den jeweiligen Rubriken, wurde erfasst und die Möglichkeiten bzw. Grenzen des jeweiligen Verfahrens herausgearbeitet.

Die Literaturrecherche zeigt, dass die Publikationen viel mehr sonografische, als endoskopische Untersuchungstechniken zum Inhalt haben. Somit wird unsere Hypothese bestätigt, dass die sonografischen Untersuchungstechniken zur Diagnostik häufiger als die endoskopischen Untersuchungstechniken, beim Rind angewandt werden.

Ferner zeigt die Literaturrecherche den modernen, vielseitigen Einsatz und das breite Anwendungsspektrum der beiden bildgebenden Verfahren, insbesondere bei der Sonografie. Während die Sonografie eher ihren Platz in der Rindermedizin gefunden hat, lässt sich der vermehrte Einsatz der Endoskopie, hauptsächlich die Theloskopie und Laparoskopie, im therapeutischen Aspekt beobachten. Beide Verfahren erweitern die diagnostischen sowie therapeutischen Möglichkeiten und aufgrund der ständigen technischen Weiterentwicklung, wie ein endoskopisches Set für die Feld-Arbeit oder der tragbare rektale Ultraschall, wird eine Untersuchung in der Außenpraxis ermöglicht.

## 7. Summary

The main focus of this thesis was to find out to what extent sonography and endoscopy have been applied in the field of internal bovine medicine with regard to the benefit in diagnosis, prognosis and therapy by means of a literature search from the period between 2000 - 2021. For this purpose, only scientific publications from peer reviewed journals and with the terms of sonography and/or endoscopy in the title were selected. A total of 257 scientific papers were found, with 178 publications dealing with sonography, while 79 publications included endoscopic examination techniques. Subsequently, the collected literature was allocated under the different headings of "methodology", "case report" as well as "scientific question" and considering the organ or organ system involved in each case. The frequency of the scientific papers, in the respective headings, was recorded and the possibilities or limitations of the respective procedure were worked out.

The literature search shows that the publications are much more sonographic than endoscopic examination techniques. Thus, our hypothesis is confirmed that sonographic examination techniques are more frequently used for diagnostics in cattle than endoscopic examination techniques.

Furthermore, the literature review shows the modern, versatile use and wide range of applications of the two imaging techniques, especially for sonography. While sonography has rather found its place in bovine medicine, the increased use of endoscopy, mainly theloscopy and laparoscopy, can be observed in the therapeutic aspect. Both procedures expand the diagnostic as well as therapeutic possibilities and due to the continuous technical development, such as an endoscopic set for field work or the portable rectal ultrasound, an examination in the field practice is made possible.

## 8. Abkürzungsverzeichnis

|               |                                   |
|---------------|-----------------------------------|
| ADG.....      | Durchschnittliche Tageszunahme    |
| BAL.....      | Bronchoalveoläre Lavage           |
| BRD.....      | Bovine Atemwegserkrankungen       |
| FK.....       | Fremdkörper                       |
| IKR .....     | Interkostalraum                   |
| LDA.....      | linksseitige Labmagenverlagerung  |
| MIC.....      | Minimal invasive Chirurgie        |
| RPT.....      | Traumatische Retikulooperitonitis |
| SCM.....      | Subklinische Mastitis             |
| TR.....       | Thoraxröntgen                     |
| TUS.....      | Thoraxsonografie                  |
| Wiss. Fr..... | Wissenschaftliche Fragestellungen |

## 9. Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Anzahl der mittels Literaturrecherche im Zeitraum 2000 - 2021 gefundenen wissenschaftlichen Publikationen mit der Thematik Sonografie und/oder Endoskopie beim Rind (auf dem Gebiet der inneren Medizin) .....9

**Abbildung 2:** Anzahl der in den Rubriken zugeordneten Publikationen der verschiedenen Organsysteme mit der Thematik Sonografie und/oder Endoskopie auf dem Gebiet der inneren Rindermedizin .....13

## 10. Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabelle 1:</b> Zuordnung der Publikationen des zentralen/peripheren Nervensystems mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....   | 10 |
| <b>Tabelle 2:</b> Zuordnung der Publikationen des Harntraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....                          | 10 |
| <b>Tabelle 3:</b> Zuordnung der Publikationen des Atmungstraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....                       | 11 |
| <b>Tabelle 4:</b> Zuordnung der Publikationen des Herz-Kreislaufsystems und der Gefäße mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten ..... | 11 |
| <b>Tabelle 5:</b> Zuordnung der Publikationen von Euter und Zitze und der Gefäße mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....       | 11 |
| <b>Tabelle 6:</b> Zuordnung der Publikationen der Haut und des Nabels mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....                  | 12 |
| <b>Tabelle 7:</b> Zuordnung der Publikationen des Verdauungstraktes mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....                    | 12 |
| <b>Tabelle 8:</b> Zuordnung „sonstiger“ Publikationen mit der Thematik Sonografie/Endoskopie beim Rind zu verschiedenen Themengebieten .....                                  | 12 |

## 11. Literaturverzeichnis

- Abd M, Raouf E, Elgioushy M, Ezzeldein SA. 2020. Congestive heart failure in cattle; etiology, clinical, and ultrasonographic findings in 67 cases. *Veterinary World*, 13(6):1145–1152.
- Albino R, Guimarães S, Daniels K, Fontes M, Machado A, dos Santos G, Marcondes M. 2017. Technical note: Mammary gland ultrasonography to evaluate mammary parenchymal composition in prepubertal heifers. *Journal of Dairy Science*, 100(2):1588–1591.
- Ali MM, El-Hakim MAHA. 2012. Ultrasonographic Differential Diagnosis of Superficial Swellings in Farm Animals. *Journal of Advanced Veterinary Research*, 2(4):292–298.
- Athar H, MOhindroo J, Randhawa CS, Singh K, Saini NS. 2011. Clinical, haemato-biochemical, radiographic and ultrasonographic findings in bovines suffering from pericarditis and pleural effusions. *Indian Journal of Animal Sciences*, 81(8):48–51.
- Babkine M, Blond L. 2009. Ultrasonography of the Bovine Respiratory System and Its Practical Application. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3):633–649.
- Babkine M, Desrochers A. 2005. Laparoscopic Surgery in Adult Cattle. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 21(1):251–279.
- Babkine M, Desrochers A, Bouré L, Hélie P. 2006. Ventral laparoscopic abomasopexy on adult cows. *Canadian Veterinary Journal*, 47(4):343–348.
- Basso FZ, Busato EM, da Silva JR, Guedes RL, de Barros Filho IR, Dornbusch PT. 2016. Comparação entre três técnicas para videosinusopia em bovinos. *Ciencia Rural*, 46(7):1262–1267.
- Berman J, Masseau I, Fecteau G, Buczinski S, Francoz D. 2020. Comparison between thoracic ultrasonography and thoracic radiography for the detection of thoracic lesions in dairy calves using a two-stage Bayesian method. *Preventive Veterinary Medicine*, 184:105153.
- Berman J, Masseau I, Fecteau G, Buczinski S, David Francoz |. 2021. Comparison of thoracic ultrasonography and thoracic radiography to detect active infectious bronchopneumonia in hospitalized dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*,

- 35(4):2058–2068.
- Van Biervliet J, Kraus M, Woodie B, Divers TJ, Gelzer A, Ainsworth D. 2006. Thoracoscopic pericardiectomy as a palliative treatment in a cow with pericardial lymphoma. *Journal of Veterinary Cardiology*, 8(1):69–73.
- Bleul UT, Schwantag SC, Bachofner C, Hässig MR, Kähn WK. 2005. Milk flow and udder health in cows after treatment of covered teat injuries via theloressectoscopy: 52 Cases (2000-2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226(7):1119–1123.
- Blond L, Buczinski S. 2009. Basis of Ultrasound Imaging and the Main Artifacts in Bovine Medicine. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3):553–565.
- Bobé G, Amin VR, Hippen AR, She P, Young JW, Beitz DC. 2008. Non-invasive detection of fatty liver in dairy cows by digital analyses of hepatic ultrasonograms. *Journal of Dairy Research*, 75(1):84–89.
- Bouré L. 2005. General principles of laparoscopy. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 21(1):227–249.
- Bouré L, Foster RA, Palmer M, Hathway A. 2001. Use of an Endoscopic Suturing Device for Laparoscopic Resection of the Apex of the Bladder and Umbilical Structures in Normal Neonatal Calves. *Veterinary Surgery*, 30(4):319–326.
- Bouré LP, Kerr CL, Pearce SG, Runciman RJ, Lansdowne JL, Caswell JL. 2005. Comparison of Two Laparoscopic Suture Patterns for Repair of Experimentally Ruptured Urinary Bladders in Normal Neonatal Calves. *Veterinary Surgery*, 34(1):47–54.
- Braun U. 2003. Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle. *The Veterinary Journal*, 166(2):112–124.
- Braun U. 2005. Ultrasound as a decision-making tool in abdominal surgery in cows. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 21(1):33–53.
- Braun U. 2009a. Traumatic pericarditis in cattle: Clinical, radiographic and ultrasonographic findings. *Veterinary Journal*, 182(2):176–186.
- Braun U. 2009b. Ultrasonography of the Gastrointestinal Tract in Cattle. *Veterinary Clinics of*

- North America - Food Animal Practice, 25(3):567–590.
- Braun U, Amrein E. 2001. Ultrasonographic examination of the caecum and the proximal and spiral ansa of the colon of cattle. *Veterinary Record*, 149(2):45–48.
- Braun U, Föhn J. 2005. Duplex ultrasonography of the common carotid artery and external jugular vein of cows. *American Journal of Veterinary Research*, 66(6):962–965.
- Braun U, Forster E. 2012. B-mode and colour Doppler sonographic examination of the milk vein and musculophrenic vein in dry cows and cows with a milk yield of 10 and 20 kg. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 54(1):15.
- Braun U, Gautschi A. 2013. Ultrasonographic examination of the forestomachs and the abomasum in ruminal drinker calves. *Acta veterinaria Scandinavica*, 55(1):1.
- Braun U, Hoegger R. 2008. B-mode and colour Doppler ultrasonography of the milk vein in 29 healthy Swiss braunvieh cows. *Veterinary Record*, 163(2):47–49.
- Braun U, Rauch S. 2008. Ultrasonographic evaluation of reticular motility during rest, eating, rumination and stress in 30 healthy cows. *Veterinary Record*, 163(19):571–574.
- Braun U, Schweizer A. 2015. Ultrasonographic assessment of reticuloruminal motility in 45 cows. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 157(2):87–95.
- Braun U, Schweizer T, Pusterla N. 2001. Echocardiography of the normal bovine heart: Technique and ultrasonographic appearance. *Veterinary Record*, 148(2):47–51.
- Braun U, Flückiger M, Feige K, Pospischil A. 2002a. Diagnosis by ultrasonography of congestion of the caudal vena cava secondary to thrombosis in 12 cows. *Veterinary Record*, 150(7):209–213.
- Braun U, Gansohr B, Haessig M. 2002b. Ultrasonographic evaluation of reticular motility in cows after administration of atropine, scopolamine and xylazine. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, 49(6):299–302.
- Braun U, Camenzind D, Ossent P. 2003a. Ultrasound-guided catheterization of the portal vein in 11 cows using the Seldinger technique. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 50(1):1–7.
- Braun U, Salis F, Gerspach C. 2003b. Sonographischer Nachweis eines echogenen Thrombus in der Vena cava caudalis bei einer Kuh. *Schweiz Arch Tierheilk*, 145(7):340–

341.

- Braun U, Gerspach C, Metzger L, Ziegler-Gohm D. 2004a. Ultrasonographic findings in a cow with ascites due to a mesothelioma. *Veterinary Record*, 154(9):272–274.
- Braun U, Jehle W, Bart M. 2004b. Ultrasonographic findings in a beef cow with pulmonary haematoma. *Veterinary Record*, 155(3):92–93.
- Braun U, Schweizer G, Wehbrink D, Müller R, Hilbe M. 2005. Ultrasonographic findings in a heifer with ascites due to thrombosis of the caudal vena cava. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*, 33(6):389–394.
- Braun U, Nuss K, Sydler T, Lischer C. 2006. Ultrasonographic findings in three cows with ureteral obstruction due to urolithiasis. *Veterinary Record*, 159(22):750–752.
- Braun U, Wetli U, Bryce B, Tschuor AC, Wirz M, Eser MW. 2007. Clinical, ultrasonographic and endoscopic findings in a cow with bladder rupture caused by suppurative necrotising cystitis. *Veterinary Record*, 161(20):700–702.
- Braun U, Lejeune B, Rauch S, Gorber U, Schweizer G. 2008a. Sonographische befunde bei 22 rindern mit pericarditis traumatica. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 150(6):281–286.
- Braun U, Nuss K, Wehbrink D, Rauch S, Pospischil A. 2008b. Clinical and ultrasonographic findings, diagnosis and treatment of pyelonephritis in 17 cows. *The Veterinary Journal*, 175(2):240–248.
- Braun U, Rauch S, Hässig M. 2009a. Ultrasonographic evaluation of reticular motility in 144 cattle with vagal indigestion. *Veterinary Record*, 164(1):11–13.
- Braun U, Tschuor AC, Hilbe M, Lange CE, Schwarzwald C. 2009b. Ultraschallbefunde und Therapie bei einer Kuh mit einem Hämangiosarkom in der Harnblase. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 151(10):490–494.
- Braun U, Forster E, Steininger K, Irmer M, Gautschi A, Previtali M, Gerspach C, Nuss K. 2010. Ultrasonographic findings in 63 cows with haemorrhagic bowel syndrome. *Veterinary Record*, 166(3):79–81.
- Braun U, Schnetzler C, Dettwiler M, Sydler T, Meyer S, Gerspach C. 2011a. Ultrasonographic findings in a cow with abomasal lymphosarcoma: case report. *BMC*

veterinary research, 7(1):20.

- Braun U, Trösch L, Gerspach C, Brosinski K, Hilbe M. 2011b. Ultrasonographic findings in a cow with vascular hamartoma of the liver: case report. *BMC Veterinary Research* 2011 7:1, 7(1):1–4.
- Braun U, Attiger J, Brammertz C. 2015. Ultrasonographic examination of the spinal cord and collection of cerebrospinal fluid from the atlanto-occipital space in cattle. *BMC Veterinary Research*, 11(1):227.
- Braun U, Gerspach C, Warislohner S, Nuss K, Ohlerth S. 2018. Ultrasonographic and radiographic findings in 503 cattle with traumatic reticuloperitonitis. *Research in Veterinary Science*, 119:154–161.
- Braun U, Reif C, Nuss K, Hilbe M, Gerspach C. 2019. Clinical, laboratory and ultrasonographic findings in 87 cows with type-4 abomasal ulcer. *BMC Veterinary Research* 2019 15:1, 15(1):1–15.
- Braun U, Gerspach C, Reif C, Hilbe M, Nuss K. 2020. Clinical, laboratory and ultrasonographic findings in 94 cows with type-1 abomasal ulcer. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 162(4):235–244.
- Buczinski S. 2009. Cardiovascular Ultrasonography in Cattle. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3):611–632.
- Buczinski S, O’connor AM. 2016. Specific Challenges in Conducting and Reporting Studies on the Diagnostic Accuracy of Ultrasonography in Bovine Medicine. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1):1–18.
- Buczinski S, Duval J, -André D’anjou M, Francoz D, Fecteau G. 2007. CVJ / VOL 48 / APRIL 2007 407 Case Report Rapport de cas Portacaval shunt in a calf: Clinical, pathologic, and ultrasonographic findings. *Can Vet J*, 48(4):407–410.
- Buczinski S, Bélanger AM, Francoz D. 2011. Ultrasonographic appearance of lymphomatous infiltration of the abomasum in cows with lymphoma. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(8):1044–1047.
- Buczinski S, Forté G, Bélanger AM. 2012 Short communication: Ultrasonographic assessment of the thorax as a fast technique to assess pulmonary lesions in dairy calves with bovine respiratory disease. *Journal of Dairy Science*, 96(7):4523–4528

- Buczinski S, Forté G, Francoz D, Bélanger AM. 2014. Comparison of thoracic auscultation, clinical score, and ultrasonography as indicators of bovine respiratory disease in preweaned dairy calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 28(1):234–242.
- Buczinski S, Buathier C, Bélanger AM, Michaux H, Tison N, Timsit E. 2018. Inter-rater agreement and reliability of thoracic ultrasonographic findings in feedlot calves, with or without naturally occurring bronchopneumonia. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 32(5):1787–1792.
- Bueno ACD, Watrous BJ, Parker JE, Hedstrom OR. 2000. Ultrasonographic diagnosis: Cranial vena cava thrombosis in a cow. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 41(6):551–553.
- Chiesa OA, von Bredow J, Smith M, Thomas M. 2009. One-port video assisted laparoscopic kidney biopsy in standing steers. *Research in Veterinary Science*, 87(1):133–134.
- Christiansen K. 2004. Laparoscopically controlled surgery of left displaced abomasum (Janowitz operation) in cows in the standing position. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*, 32(2):118–121.
- Condino MP, Ajito T, Sato K, Hyakutake K, Suzuki K, Taguchi K. 2012. Milk-flow, ultrasonographic, thelosopic, and histopathological characteristics of the teat in cows with toxic mastitis. *Research in Veterinary Science*, 93(2):865–871.
- Corrêa RR, Da Silva LCLC, Spagnolo JD, De Castro LM, De Andrade FSRM, De Oliveira E Oliveira NF, Ambrósio AM, De Zoppa AL do V. 2018. Evaluation of ventral laparoscopic abomasopexy using surgical staples associated with suture material in dairy cattle. *Acta Scientiae Veterinariae*, 46(1):9.
- Cramer MC, Ollivett TL. 2019. Growth of preweaned, group-housed dairy calves diagnosed with respiratory disease using clinical respiratory scoring and thoracic ultrasound—A cohort study. *Journal of Dairy Science*, 102(5):4322–4331.
- Dinô DA, Sendag S, Aydin I. 2000. Diagnosis of teat stenosis in dairy cattle by real-time ultrasonography. *Veterinary Record*, 147(10):270–272.
- Fasulkov IR. 2012. Ultrasonography of the mammary gland in ruminants: A review. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 15(1):1–12.
- Flöck M. 2004. Diagnostic ultrasonography in cattle with thoracic disease. *Veterinary Journal*,

167(3):272–280.

- Floeck M. 2007. Sonographic application in the diagnosis of pyelonephritis in cattle. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 48(1):74–77.
- Floeck M. 2009. Ultrasonography of Bovine Urinary Tract Disorders. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25(3):651–667.
- Franz S. 2011. Endoscopy in cattle. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere*, 39(5):281–288.
- Franz S. 2019. Flexible Endoskopie beim Rind. *veterinär spiegel*, 29(03):109–114.
- Franz S, Baumgartner W. 2002. A Retrospective Study of Oesophageal Endoscopy in Cattle – Oesophagoscopy for Diagnosis of Mucosal Disease. *The Veterinary Journal*, 163(2):205–210.
- Franz S, Baumgartner W. 2006. Diagnostic value of rhinotracheobronchoscopy in cattle with diseases of the respiratory tract. *Slovenian Veterinary Research*, 43:247–248.
- Franz S, Baumgartner W. 2007. Diagnostischer Einsatz der Endoskopie bei einem Rind mit einem Pharyngealen Chondrosarkom. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 114(5):183–187.
- Franz S, Winter P, Baumgartner W. 2004. Cystoscopy in cattle - A valuable additional tool for clinical examination. *Acta Veterinaria Hungarica*, 52(4):423–438.
- Franz S, Gentile A, Baumgartner W. 2006a. Comparison of two ruminoscopy techniques in calves. *Veterinary Journal*, 172(2):308–314.
- Franz S, Hofmann-Parisot M, Baumgartner W. 2006b. 3D-sonography in cows: Perspective images of the teat structures. *Tierärztliche Praxis Ausgabe G: Grosstiere - Nutztiere*, 34(2):73–79.
- Franz S, Möstl K, Benetka V, Hofer J, Baumgartner W. 2006c. Oesophagoscopy and detection of viral nucleic acids in oesophageal biopsies - A contribution to BVDV diagnosis. *Journal of Veterinary Medicine Series B: Infectious Diseases and Veterinary Public Health*, 53(1):11–16.
- Franz S, Dadak AM, Moens Y, Baumgartner W, Iff I. 2007a. Use of endoscopy for examination of the sacral epidural space in standing cattle. *American Journal of*

- Veterinary Research, 69(7):894–899.
- Franz S, Gasteiner J, Schilcher F, Baumgartner W. 2007b. Use of ultrasonography to detect calcifications in cattle and steep fed *Trisetum flavescens* silage. *Veterinary Record*, 161(22):751–754.
- Franz S, Floek M, Hofmann-Parisot M. 2009. Ultrasonography of the Bovine Udder and Teat. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 25(3):669–685.
- Geishauser T, Querengässer K, Querengässer J. 2005. Teat endoscopy (theloscopy) for diagnosis and therapy of milk flow disorders in dairy cows. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 21(1):205–225.
- Gerspach C, Oshlies C, Kuratli J, Braun U. 2020. Ultrasonographic documentation of type-3 abomasal ulcer in a cow with left displacement of the abomasum. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62(1):1–4.
- Gomez DE, Cribb NC, Arroyo LG, Desrochers A, Fecteau G, Nichols S. 2014. Case Report Rapport de cas Endoscopic removal of esophageal and ruminal foreign bodies in 5 Holstein calves.
- Guerri G, Vignoli M, Palombi C, Monaci M, Petrizzi L. 2020. Ultrasonographic evaluation of umbilical structures in Holstein calves: A comparison between healthy calves and calves affected by umbilical disorders. *Journal of Dairy Science*, 103(3):2578–2590.
- Guglielmini C. 2003. Echocardiographic and Doppler echocardiographic findings of dilated cardiomyopathy in a heifer. *Veterinary Record*, 153(17):535–536.
- Hallowell GD, Potter TJ, Bowen IM. 2007. Methods and normal values for echocardiography in adult dairy cattle \*. *Journal of Veterinary Cardiology*, 9(2):91–98.
- Haloun T, Rajmon R, Řehák D, Hartlová H, Ptáčková Z, Marek J, Folková P, Slavík P, Šterc J. 2020. Comparison of laparotomic omentopexy vs. Laparoscopic abomasopexy treatments of left displaced abomasum in dairy cows under field conditions: Biochemical analysis. *Acta Veterinaria Brno*, 89(3):209–216.
- Hirsbrunner G, Eicher R, Meylan M, Steiner A. 2001. Comparison of thelotomy and thelosopic triangulation for the treatment of distal teat obstructions in dairy cows - A retrospective study (1994-1998). *Veterinary Record*, 148(26):803–805.

- HMM I, NA G. 2016. Traumatic Pericarditis in Cattle: Risk Factors, Clinical Features and Ultrasonographic Findings. *Journal of Veterinary Science & Medical Diagnosis*, 5(3).
- Hoque M, Somvanshi R, Singh GR, Mogha I V. 2002. Ultrasonographic evaluation of urinary bladder in normal, fern fed and enzootic bovine haematuria-affected cattle. *Journal of Veterinary Medicine Series A: Physiology Pathology Clinical Medicine*, 49(8):403–407.
- Iwamoto J, Yamagishi N, Sasaki K, Kim D, Devkota B, Furuhamo K. 2012. A novel technique of ultrasound-guided brachial plexus block in calves. *Research in Veterinary Science*, 93(3):1467–1471.
- Jorritsma R, Westerlaan B, Bierma MPR, Frankena K. 2008. Milk yield and survival of Holstein-Friesian dairy cattle after laparoscopic correction of left-displaced abomasum. *Veterinary Record*, 162(23):743–746.
- Jung C, Bostedt H. 2004. THORACIC ULTRASONOGRAPHY TECHNIQUE IN NEWBORN CALVES AND DESCRIPTION OF NORMAL AND PATHOLOGICAL FINDINGS. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 45(4):331–335.
- Karvountzis S. 2020. Splenoptosis in a dairy cow and endoscopic correction of left displacement of abomasum. *Veterinary Record Case Reports*, 8(2):1135.
- Khol JL, Franz S, Klein D, Lexer D, Waiblinger S, Luger K, Baumgartner W. 2006. Influence of milking technique and lactation on the bovine teat by means of ultrasonographic examination. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 119(1–2):68–73.
- Klein D, Flöck M, Khol JL, Franz S, Stüger HP, Baumgartner W. 2005. Ultrasonographic measurement of the bovine teat: Breed differences, and the significance of the measurements for udder health. *Journal of Dairy Research*, 72(3):296–302.
- Komeilian MM, Sakha M, Nadalian MG, Veshkini A. 2011. Hepatic ultrasonography of dairy cattle in postpartum period: finding the sonographic features of fatty liver syndrome. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(8):701–706.
- Kramer AH, Doherr MG, Stoffel MH, Steiner A, Spadavecchia C. 2014. Ultrasound-guided proximal paravertebral anaesthesia in cattle. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 41(5):534–542.
- Kumar A, Saini NS, Mohindroo J, Sood NK. 2012. Ultrasonographic features of normal heart and liver in relation to diagnose pericarditis in bovine. *Indian Journal of Animal*

- Sciences, 82(12):1489–1494.
- Kumar A, Mohindroo J, Sangwan V, Mahajan SK, Singh K, Anand A, Saini NS. 2013. Ultrasonographic evaluation of massive abdominal wall swellings in cattle and buffaloes. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38(1):100–103.
- Van Leeuwen E, Mensink MGS, De Bont MFPM. 2009. Laparoscopic reposition and fixation of the left displaced abomasum in dairy cattle practice - Ten years of experience under field conditions in the Netherlands. *Cattle Practice*. 123–127.
- Lejeune B, Lorenz I. 2008. Case Report Rapport de cas Ultrasonographic findings in 2 cows with duodenal obstruction. *Can Vet J.*, 49(4):386–388.
- Lima VH, da Silva NAA, Rodrigues MK, da Silva JA, dos Santos FC, Juliano RS, Fioravanti MCS, Borges NC, da Cunha PHJ. 2021. Hepatic ultrasonography in three breeds of healthy calves: Nellore, Curraleiro Pe-duro and Pantaneiro. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia*, 50(1):175–183.
- Michaux H, Nichols S, Babkine M, Francoz D. 2013. Description of thoracoscopy and associated short-term cardiovascular and pulmonary effects in healthy cattle. *American Journal of Veterinary Research*, 75(5):468–476.
- Miranda FG, Cabala RW, Lima JAM, Nepomuceno AC, Tôrres RCS, Gheller VA. 2017. Ultrasonography and theloscopy for the diagnosis of obstructive fibrosis in the Fürstenberg venous ring in the four quarters of the udder of a cow: A case report. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 69(5):1125–1129.
- Mirmazhari-Anwar V, Sharifi K, Mirshahi A, Mohri M, Grünberg W. 2013. Transabdominal ultrasonography of the ruminal mucosa as a tool to diagnose subacute ruminal acidosis in adult dairy bulls: A pilot study. *Veterinary Quarterly*, 33(3):139–147.
- Mitchell KJ, Schwarzwald CC. 2016. Echocardiography for the Assessment of Congenital Heart Defects in Calves. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, 32(1):37–54.
- Mohamed T, Sato H, Kurosawa T, Oikawa S. 2002. Echo-guided studies on portal and hepatic blood in cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 64(1):23–28.
- Mohamed T, Sato H, Kurosawa T, Oikawa S, Nitanai A. 2003. Ultrasonographic imaging of experimentally induced pancreatitis in cattle. *Veterinary Journal*, 165(3):314–324.

- Mohamed T, Oikawa S, Koiwa M, Sato H, Kurosawa T. 2004a. Ultrasonographic diagnosis of omasal leiomyoma in a cow. *Veterinary Record*, 155(17):530–531.
- Mohamed T, Oikawa S, Kurosawa T, Takehana K, Hosaka Y, Okada H, Koiwa M, Sato H. 2004b. Focal Fatty Liver in a Heifer: Utility of Ultrasonography in Diagnosis. *Journal of Veterinary Medical Science*, 66(3):341–344.
- Mohamed T, Sato H, Kurosawa T, Oikawa S. 2004c. Ultrasonographic localisation of thrombi in the caudal vena cava and hepatic veins in a heifer. *The Veterinary Journal*, 168(1):103–106.
- Mohamed T, Oikawa S. 2008. Efficacy and Safety of Ultrasound-guided Percutaneous Biopsy of the Right Kidney in Cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*, 70(2):175–179.
- Mourya A, Shukla PC, Gupta DK, Sharma RK, Nayak A. 2020. Ultrasonographic alteration in subclinical mastitis in cows. ~ 2058 ~ *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(4):2058–2063.
- Mulon PY, Babkine M, Desrochers A. 2006. Ventral laparoscopic abomasopexy in 18 cattle with displaced abomasum. *Veterinary Surgery*, 35(4):347–355.
- Neijenhuis F, Klungel GH, Hogeveen H. 2001. Recovery of cow teats after milking as determined by ultrasonographic scanning. *Journal of Dairy Science*, 84(12):2599–2606.
- Nishimura M, Yoshida T, El-Khodery S, Miyoshi M, Furuoka H, Yasuda J, Miyahara K. 2011. Ultrasound Imaging of Mammary Glands in Dairy Heifers at Different Stages of Growth. *Journal of Veterinary Medical Science*, 73(1):19–24.
- O'Brien RT, Waller KR, Matheson JS. 2002. Ultrasonographic appearance of edema caused by injections in the mammary gland attachments of dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(3):408–410.
- de Oliveira Monteiro FD, Gurgel HJ, de Sousa SS, Barroso JPM, Vasconcelos GPB, dos Santos DL, Araújo LHV, de Sousa LA, dos Santos GMA, da Cunha Rossy K, et al. 2021. Intra-abdominal resection of the umbilical vein and urachus of bovine fetuses using laparoscopy and celiotomy: surgical time and feasibility (cadaveric study). *Scientific Reports*, 11(1):5328.
- Ollivett TL, Buczinski S. 2016. On-Farm Use of Ultrasonography for Bovine Respiratory

- Disease. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1):19–35.
- Ollivett TL, Caswell JL, Nydam D V., Duffield T, Leslie KE, Hewson J, Kelton D. 2015. Thoracic Ultrasonography and Bronchoalveolar Lavage Fluid Analysis in Holstein Calves with Subclinical Lung Lesions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 29(6):1728–1734.
- Öztürk S, Demirkan İ, Kibar M, Bumin A, Pekkaya S. 2005. Transrectal Ultrasonographic Examination of the Urinary System in Holstein Cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29(2):263–267.
- Pardon B, Buczinski S, Deprez PR. 2019. Accuracy and inter-rater reliability of lung auscultation by bovine practitioners when compared with ultrasonographic findings. *Veterinary Record*, 185(4):109–109.
- Perez-Villalobos N, Espinosa-Crespo I, Sampayo-Cabrera J, González-Martín J-V, Gonzalez-Bulnes A, Astiz S. 2017. Thoracoscopy as a safe and effective technique for exploring calves affected with bovine respiratory disease. *Journal of Animal Science and Technology*, 59(1).
- Pravettoni D, Buczinski S, Sala G, Ferrulli V, Bianchi F, Boccardo A. 2021. Short communication: Diagnostic accuracy of focused lung ultrasonography as a rapid method for the diagnosis of respiratory disease in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 104(4):4929–4935.
- Prohl A, Ostermann C, Lohr M, Reinhold P. 2014. The bovine lung in biomedical research: Visually guided bronchoscopy, intrabronchial inoculation and in vivo sampling techniques. *Journal of Visualized Experiments*, (89):e51557.
- Rabis SM, Quick AE, Skarlupka JHV, Suen G, Ollivett TL. 2021. The nasopharyngeal microbiota of preweaned dairy calves with and without ultrasonographic lung lesions. *Journal of Dairy Science*, 104(3):3386–3402.
- Rafia S, Taghipour-Bazargani T, Asadi F, Vajhi A, Bokaie S. 2011. Periparturition alterations to liver ultrasonographic echo-texture and fat mobilization parameters in clinically healthy Holstein cows. *Veterinary Research Communications*, 35(8):531–540.
- Rathod SU, Khodwe PM, Raibole RD, Vyavahare SH. 2009. Theloscopy-the advancement in teat surgery and diagnosis. *Veterinary World*, 2(1):34–37.

- Re M, Blanco-Murcia J, Fernández AV, Simón IDG, Gómez de Segura IA. 2014. Ultrasound-guided anaesthetic blockade of the pelvic limb in calves. *Veterinary Journal*, 200(3):434–439.
- Re M, Blanco J, Gómez de Segura IA. 2016. Ultrasound-Guided Nerve Block Anesthesia. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1):133–147.
- Reinhold P, Rabeling B, Günther H, Schimmel D. 2002. Comparative evaluation of ultrasonography and lung function testing with the clinical signs and pathology of calves inoculated experimentally with *Pasteurella multocida*. *Veterinary Record*, 150(4):109–114.
- Ro Y, Choi W, Kim H, Kim D. 2018. Diagnosis of laryngeal cyst using respiratory endoscopy in Hanwoo cattle with chronic bronchopneumonia. *Journal of Veterinary Clinics*, 35(2):57–59.
- Robert M, Touzot-Jourde G, Nikolayenkova-Topie O, Cesbron N, Fellah B, Tessier C, Gauthier O. 2016. Laparoscopic Evaluation of Umbilical Disorders in Calves. *Veterinary Surgery*, 45(8):1041–1048.
- Roy JP, Harvey D, Bélanger AM, Buczinski S. 2008. Comparison of 2-step laparoscopy-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of dairy cows with left displacement of the abomasum in on-farm settings. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 232(11):1700–1706.
- S.B. Walvekar, G.S. Khandekar, S.D. Tripathi AAP and AAD. 2017. Evaluating Effect of Theloscopy and Theloresctoscopy on Haematological Parameters and Somatic cell count in Milching animals. *Intas Polivet*, 18(2):513–515.
- dos Santos GMA, Borges LPB, de Moraes HLM, da Conceição Guilherme B, dos Santos Albuquerque R, Rossy KC, Gurgel HJ, do Espírito Santo Fernandes C, Barroso JPM, do Santos Ribas P, et al. 2022. Percutaneous ruminostomy guided by rumenoscopia: study in an experimental model in bovine fetus. *BMC Veterinary Research*, 18(1).
- Sasikala K, Vijayakumar G, Sivaraman S, Balasubramaniam GA. 2019. Endoscopic evaluation of rumen in cattle (*Bos Taurus*) - A preliminary study. *Indian Journal of Animal Research*, 53(10):1386–1388.
- Sasikala K, Vijayakumar G. 2018. Endoscopic evaluation of feed stem induced pharyngeal

- laceration in a Jersey crossbred cow. *Indian Journal of Animal Health*, 57(1):109–112.
- Scharner D, Dorn K, Brehm W. 2014. Bovine thoracoscopy: Surgical technique and normal anatomy. *Veterinary Surgery*, 43(1):85–90.
- Schweizer T, Sydler T, Braun U. 2003. Kardiomyopathie, endokarditis valvularis thromboticans und perikarditis traumatica beim rind - Klinische und echokardiographische befunde an drei fallberichten. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, 145(9):425–430.
- Seeger T, Doll K. 2007. Modifikationen der Endoskopischen Abomasopexie beim Rind (Methode nach Janowitz). *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 114(5):195–202.
- Seeger T, Kümper H, Failing K, Doll K. 2006. Comparison of laparoscopic-guided abomasopexy versus omentopexy via right flank laparotomy for the treatment of left abomasal displacement in dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 67(3):472–478.
- Seif MM, Bakr HA. 2007. Ultrasonography of normal , cystic and dysplastic kidney in cattle. *Journal of Veterinary Medical Research*, 17(2):42–49.
- Seker I, Risvanli A, Yuksel M, Saat N, Ozmen O. 2009. Relationship between California Mastitis Test score and ultrasonographic teat measurements in dairy cows. *Australian Veterinary Journal*, 87(12):480–483.
- Şendağ S, Çetİn N, & Hospes R. 2016. Endoscopic (Thelorescopy) diagnosis and treatment of teat stenosis in dairy cows. *Van Veterinary Journal*, 27(2):69–73.
- Showkat Masoodi, V.S. Dabas, Surbhi K. Tyagi SKJ and DNS. 2016. Biometry of Upper Respiratory Tract in Bovine. *Intras Polivet*, 17(2):595–597.
- Silva JRB, Afonso JAB, Mendonça CL, Cajueiro JFP, Alonso JM, Alcântara UAA, Rebouças RA, Rodrigues CA. 2021. Ultrasound with laparoscopy for the diagnosis of abdominal disorders in cattle. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 41.
- Starke A, Haudum A, Weijers G, Herzog K, Wohlsein P, Beyerbach M, de Korte CL, Thijssen JM, Rehage J. 2010. Noninvasive detection of hepatic lipidosis in dairy cows with calibrated ultrasonographic image analysis. *Journal of Dairy Science*, 93(7):2952–2965.
- Steiner A, Lejeune B. 2009. Ultrasonographic Assessment of Umbilical Disorders. *Veterinary*

- Clinics of North America - Food Animal Practice, 25(3):781–794.
- Streeter RN, Step DL. 2007. Diagnostic Ultrasonography in Ruminants. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 23(3):541–574.
- Tait RG. 2016. Ultrasound Use for Body Composition and Carcass Quality Assessment in Cattle and Lambs. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 32(1):207–218.
- Testoni S, Grandis A, Diana A, Dalla Pria A, Cipone M, Bevilacqua D, Gentile A. 2010. Imaging diagnosis-ultrasonographic diagnosis of diplomyelia in a calf. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 51(6):667–669.
- Tharwat M, Abdelaal AM, Selim H, El-Magawry S, Floeck M. 2013. Ultrasonographic identification of pancreolithiasis in a Holstein cow: A case report. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 100(1–2):19–23.
- Trovatelli M, Sala G, Romussi S, Boccardo A. 2021. An oesophageal benign stricture: Endoscopy treatment limitation and surgical management in a heifer. *Veterinarni Medicina*, 66(6):272–277.
- Tschuur A, Clauss M. 2008. Investigations on the stratification of forestomach contents in ruminants: An ultrasonographic approach. *European Journal of Wildlife Research*, 54(4):627–633.
- Udayakumari B, Balagopalan TP, Aruljothi N, Kumar BR. 2020. Theoscopic and Ultrasonographical Evaluation of Internal Teat Obstruction in Cows and its Treatment using Video assisted Theoscopic Electro resection. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(3):2057–2069.
- Venkatesakumar E. 2020. Tracheobronchoscopic Evaluation of Bacterial Pneumonia in Cattle. *Journal of Animal Research*, 10(3):383–388.
- Vijayakumar G, Venkateshakumar E, Sivaraman S, Subramanian M. 2011. Oesophageal obstruction due to trichobezoar in a heifer and its endoscopic removal. *Intas Polivet*, 12(2):304–306.
- De Vlaminck C, Vlaminck L, Hauspie S, Saunders J, Gasthuys F. 2013. Ultrasound-guided femoral nerve block as a diagnostic aid in demonstrating quadriceps involvement in bovine spastic paresis. *Veterinary Journal*, 196(3):451–455.

- Wittek T, Constable PD, Morin DE. 2005. Ultrasonographic assessment of change in abomasal position during the last three months of gestation and first three months of lactation in Holstein-Friesian cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(9):1469–1475.
- Wittek T, Locher LE, Alkaassem A, Constable PD. 2009. Effect of surgical correction of left displaced abomasum by means of omentopexy via right flank laparotomy or two-step laparoscopy-guided abomasopexy on postoperative abomasal emptying rate in lactating dairy cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 234(5):652–657.
- Yogeshpriya S, Selvaraj P, Saravanan M, Ramkumar PK, Asmitha S. 2021. Conventional Borescope in the Evaluation and Management of Nasal Schistosomiasis in a Bullock. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(01):3024–3027.
- Zulauf M, Steiner A. 2001. Kurz- und Langzeitresultate nach operativer Behandlung von Zitzenstenosen im Bereich der Fürstenberg'schen Rosette mittels Theloresektoskopie: 15 Fälle (1999-2000). *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 143(12):593–600.