

Departement für Nutztiere
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Direktor: Prof. Dr. med. vet. H. Bollwein

**Klinische, labordiagnostische und sonographische Untersuchungen bei
2043 Kühen mit Labmagenverlagerung**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Sarah Ruth Reif

Tierärztin

aus Lörrach, Deutschland

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med. vet. Dr. med. vet. h. c. U. Braun, Referent

PD Dr. med. vet. A. Schoster, Korreferentin

2020

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	7
2. SUMMARY	8
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	9
4. LITERATURÜBERSICHT	11
4.1. Anatomische und physiologische Grundlagen	11
4.2. Formen und Vorkommen der Labmagenverlagerung	11
4.3. Abomasoruminales Refluxsyndrom	13
4.4. Anamnese	14
4.5. Begleiterkrankungen	15
4.6. Klinische Befunde und Diagnose	15
4.6.1. Linksseitige Labmagenverlagerung	15
4.6.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion	16
4.6.3. Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion	17
4.6.4. Kraniale Labmagenverlagerung (anterior displacement)	17
4.7. Labordiagnostische Befunde bei Kühen mit Labmagenverlagerung	18
4.7.1. Hämatologische Veränderungen	18
4.7.2. Blutchemische Veränderungen	18
4.7.3. Säure-Basenhaushalt	20
4.7.4. Elektrolythaushalt	21
4.7.5. Pansenchlorid	22
4.7.6. Harnanalyse	22
4.7.7. Bauchhöhlenpunktat	23
4.7.8. Korrelationen einiger Laborbefunde bei Kühen mit Labmagenverlagerung	23
4.8. Sonographische Untersuchung des Labmagens	24
4.8.1. Sonographische Befunde bei linksseitiger Labmagenverlagerung	25
4.8.2. Sonographische Befunde bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung	25
4.8.3. Sonographische Befunde bei kranialer Labmagenverlagerung	26

5. MATERIAL UND METHODIK	27
5.1. Durchgesehene Krankengeschichten von Tieren mit Labmagenverlagerung	27
5.2. Kriterien für die Auswertung einer Krankengeschichte	27
5.3. Nicht ausgewertete Krankengeschichten	27
5.4. Anamnese und Signalement	29
5.5. Klinische Untersuchung	29
5.5.1. Allgemeinzustand	29
5.5.2. Rektaltemperatur	30
5.5.3. Herz-/Kreislaufapparat	30
5.5.4. Atmungsapparat	30
5.5.5. Gastrointestinaltrakt	30
5.6. Harnuntersuchung	31
5.7. Pansensaftuntersuchung	31
5.8. Abdominozentese	31
5.9. Blutuntersuchung	31
5.10. Weiterführende Untersuchungen	32
5.10.1. Sonographische Untersuchung des Abdomens	32
5.11. Diagnosen	32
5.11.1. Linksseitige Labmagenverlagerung	32
5.11.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung und rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion	33
5.12. Begleiterkrankungen	33
5.13. Auswertung	33
5.14. Datenerfassung und statistische Auswertung	34
5.15. Zusammenarbeit mit anderen Institutionen	34
6. ERGEBNISSE	36
6.1. Typ der Labmagenverlagerung	36
6.2. Anamnese	36
6.2.1. Bestandsgrösse	36
6.2.2. Altersverteilung	36
6.2.3. Rassenverteilung	37
6.2.4. Monat der Erkrankung	37

6.2.5. Laktationsstadium	38
6.2.6. Trächtigkeitsstadium	39
6.2.7. Dauer der Erkrankung	39
6.2.8. Futteraufnahme und Milchrückgang	41
6.3. Klinische Befunde bei der Eintrittsuntersuchung	41
6.3.1. Allgemeinbefinden	41
6.3.2. Haltung und Verhalten	43
6.3.3. Schmerzsymptome	44
6.3.4. Urämischer Geruch aus der Maulhöhle	44
6.3.5. Herz/Kreislauf	45
6.3.6. Rektale Temperatur	48
6.3.7. Befunde am Abdomen	49
6.3.8. Fremdkörperschmerzproben	51
6.3.9. Doppelauskultation	53
6.3.10. Spontane Labmagengeräusche	54
6.3.11. Schwing- und Perkussionsauskultation	54
6.3.12. Kotbefunde	55
6.3.13. Rektalbefunde	58
6.4. Blutbefunde	59
6.4.1. Hämatokrit	59
6.4.2. Gesamtleukozyten und neutrophile Granulozyten	62
6.4.3. Plasmaprotein, Fibrinogen und Glutaltest	62
6.4.4. Bilirubin, Enzyme, Harnstoff	62
6.4.5. Elektrolyte	65
6.4.6. Venöse Blutgasanalyse und Laktat	68
6.4.7. Pansenchlorid	71
6.4.8. Harnbefunde	73
6.4.9. Abdominozentese	75
6.5. Weiterführende Diagnostik	76
6.5.1. Ultraschalluntersuchung des Labmagens	76
6.6. Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern	76
6.6.1. Korrelationen zwischen Herz- und Atemfrequenz sowie Rektaltemperatur und Laborbefunden	76

6.6.2. Korrelationen zwischen einigen blutchemischen Parametern	77
6.6.3. Korrelationen zwischen Blutgasparametern und Pansenchlorid	78
6.6.4. Korrelationen zwischen ausgewählten Parametern	78
6.6.5. Vergleich der Korrelationskoeffizienten bei Kühen mit links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung sowie rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion	79
6.7. Diagnose	81
6.8. Haupterkrankung	83
6.9. Begleiterkrankungen	83
7. DISKUSSION	86
7.1. Typ der Labmagenverlagerung	86
7.2. Anamnese	86
7.3. Klinische Befunde	87
7.3.1. Linksseitige Labmagenverlagerung	87
7.3.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne und mit Torsion	89
7.4. Laborbefunde	91
7.4.1. Hämatologie	91
7.4.2. Abomasales Refluxsyndrom	92
7.4.3. Enzyme und Bilirubin	94
7.4.4. Korrelationen	95
7.5. Diagnose	97
7.6. Begleiterkrankungen	98
7.7. Schlussfolgerung	99
8. LITERATURVERZEICHNIS	101
9. ANHANG	114
10. DANKSAGUNG	
11. LEBENSLAUF	

1. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Dissertation werden die klinischen, labordiagnostischen und sonographischen Befunde von 1380 Kühen mit einer linksseitigen Labmagenverlagerung (LLV), 345 Kühen mit einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung ohne Torsion (RLV) und 318 Kühen mit einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung mit Torsion (RLVT) beschrieben. Die klinischen Initialerscheinungen waren abhängig vom Typ der Labmagenverlagerung und variierten je nach Schwere des Verlaufs. Charakteristische klinische Befunde einer LLV waren eine positive Schwing- und Perkussionsauskultation links (76.1 %), eine negative Doppelauskultation (64.6 %) und spontane Labmagengeräusche (27.9 %). Bei Kühen mit einer RLV und RLVT waren die Schwing- und Perkussionsauskultation rechts in 93.6 und 97.8 % der Fälle positiv. Bei 17.7 und 28.6 % der Fälle konnte der Labmagen transrektal palpiert werden und in 10.2 und 12.3 % der Fälle waren spontane Labmagengeräusche zu hören. Die wichtigsten Laborbefunde, die je nach Typ der Labmagenverlagerung und Schwere des Verlaufs variierten, waren eine Hypokaliämie (82.7 %), eine erhöhte Pansenchloridkonzentration (67.2 %), ein erhöhter Hämatokrit (49.8 %), eine Hypochlorämie (44.3 %), eine metabolische Azidose (39.9 %), eine erhöhte Harnstoffkonzentration (31.1 %) und eine metabolische Alkalose (28.9 %). Bei 95.5 % der 1438 sonographisch untersuchten Kühe wurden die für eine links- bzw. rechtsseitige Labmagenverlagerung typischen Befunde festgestellt.

2. SUMMARY

This study describes the clinical, laboratory and ultrasonographic findings of 1,380 cows with left displaced abomasum (LDA), 345 cows with right displaced abomasum without volvulus (RDA) and 318 cows with abomasal volvulus (AV). The clinical findings at referral depended on the type of displacement and varied in severity. Characteristic clinical findings in cows with LDA were positive ballottement and simultaneous auscultation (BSA) and/or percussion and simultaneous auscultation (PSA) (76.1 %), negative double auscultation (64.6 %) and spontaneous abomasal sounds (27.9 %). Ballottement and simultaneous auscultation and PSA were positive on the right side in 93.6 % of cows with RDA and in 97.8 % of cows with AV, the dilated abomasum could be palpated transrectally in 17.7 % of cows with RDA and in 28.6 % of cows with AV, and spontaneous abomasal sounds were audible in 10.2 % of cows with RDA and in 12.3 % of cows with AV. The principal laboratory disorders varied with the type and severity of the displacement and included hypokalaemia (82.7 %), increased chloride concentration in rumen fluid (67.2 %), increased haematocrit (49.8 %), hypochloraemia (44.3 %), metabolic acidosis (39.9 %), increased blood urea nitrogen (31.1 %) and metabolic alkalosis (28.9 %). Ultrasonography produced findings typical of LDA or RDA in 95.5 % of 1,438 scanned cows.

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Verlagerung des Labmagens stellt bei Milchkühen im peripartalen Zeitraum eine häufige Erkrankung dar. In den letzten drei Jahrzehnten trugen intensive Forschungen in Bezug auf Ätiologie, Pathogenese, labordiagnostische Veränderungen und sonographische Befunde dazu bei, die Ursachen und Folgen des Krankheitsbilds besser zu verstehen und adäquate Therapiemassnahmen einzuleiten (GEISHAUSER et al., 1995; BRAUN, 1997; SICKINGER, 2017). Was jedoch bisher nicht erfolgte, ist eine Auswertung aller Aspekte der verschiedenen Formen der Labmagenverlagerung bei einer grösseren Tierzahl. Insbesondere ist nicht bekannt, wie sich die Parameter des abomasalen Refluxsyndroms (Pansenchlorid, Serumelektrolyte, Hämatokrit, Harnstoff, Blut-pH, Bikarbonat und Base Excess) bei Kühen mit links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung (LLV, RLV) sowie bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion (RLVT) unterscheiden.

Eine rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion hat durch neurovaskuläre und entzündliche Folgeschädigungen der Labmagenwand eine schlechtere Prognose als eine solche ohne Torsion. Aus diesem Grund ist eine frühe Diagnose notwendig, um die Prognose objektiver einschätzen und notwendige Therapiemassnahmen einleiten zu können. Die klinische Untersuchung lässt in den meisten Fällen eine begründete Verdachtsdiagnose zu. Es ist jedoch trotz ständiger Verbesserung der Diagnostik nicht möglich, ohne Eröffnung des Abdomens zwischen einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung ohne und einer solchen mit Torsion zu differenzieren. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen detaillierteren Einblick in die Unterschiede der klinischen, labordiagnostischen und sonographischen Befunde der drei Formen der Labmagenverlagerung zu erhalten. Zusätzlich wird die Pansenchloridkonzentration als Hauptparameter für das abomasale Refluxsyndrom mitberücksichtigt. Um relevante Zusammenhänge zwischen klinischen und labordiagnostischen Parametern zu prüfen, wurden die jeweiligen

Korrelationskoeffizienten ermittelt und ausgewertet. Die Dissertation soll anhand der Auswertung von 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT aufzeigen, ob und in welchem Grad die ermittelten Befunde mit früheren Ergebnissen aus der Literatur übereinstimmen und inwieweit diese zur sicheren Diagnose beitragen.

4. LITERATURÜBERSICHT

4.1. Anatomische und physiologische Grundlagen

Die Anatomie und Physiologie des Labmagens, insbesondere die Motorik, die Entleerung und die Beeinflussung der Entleerungsmechanismen, wurden in der Dissertation von FELLER (2006) bereits ausführlich beschrieben und werden hier nicht erneut dargestellt.

4.2. Formen und Vorkommen der Labmagenverlagerung

Der Labmagen befindet sich in physiologischer Form im ventralen Teil des Abdomens, etwa 10 cm kaudal des Processus xyphoideus, links und rechts paramedian der ventralen Mittellinie, wobei sein Grossteil rechtsseitig der ventralen Mittellinie lokalisiert ist (BRAUN, 2009). Die lose Befestigung des Labmagens durch das grosse und kleine Netz ermöglicht eine Dislokation des Organs im Abdomen nach links oder rechts ventral (CONSTABLE, 2016). Die verschiedenen Entstehungsweisen einer Labmagenverlagerung wurden von mehreren Autoren anhand von anatomischen Gegebenheiten, rechnerischen Analysen, intraoperativen Befunden oder postmortalen Veränderungen beschrieben und interpretiert (WENSVOORT und VAN DER VELDEN, 1980; HABEL und SMITH, 1981; FUBINI et al., 1991; KÜMPER, 1995; DIRKSEN, 2006). ITHO et al. (2017) konnten die Labmagenverlagerung erstmals durch Kontrastmittelröntgen darstellen. Bei einer linksseitigen Verlagerung (LLV) verschiebt sich der Labmagenkörper entweder nach kranial entlang des Zwerchfells oder durch einen Spalt zwischen Haube, Pansenvorhof und Ventralsack des Pansens, um sich dann zwischen Bauchwand und Pansen in kaudodorsale Richtung weiter auszudehnen. Die Erweiterung und zunehmende Gasfüllung des Labmagens variiert je nach Verlagerungsgrad und kann im Krankheitsverlauf wechseln (GEISHAUSER, 1995; DIRKSEN 2006). Bei der rechtsseitigen Labmagenverlagerung (RLV) verschiebt sich der Labmagen nach kranial entlang des Zwerchfells (ITHO et al., 2017) und steigt nach

rechts kaudodorsal zwischen rechter Bauchwand und Leber (BRAUN, 2009) bzw. Darmscheibe (DIRKSEN, 2006) auf. Der vergrösserte Labmagen ist gas- oder gas- und flüssigkeitsgefüllt, was zu einem intraluminalen Druckanstieg führt (CONSTABLE et al., 1992a). Im Verlauf verlagert sich die grosse Krümmung nach dorsal und die kleine Krümmung kommt ventral zu liegen (FUBINI et al., 1991). Bei einer RLV mit mässiger Gasfüllung ist die Labmagenpassage durch Abknicken des Duodenums nur leicht- bis mittelgradig verringert (KÜMPER, 1995). In etwa 5 % der Fälle verlagert sich der Labmagen wechselseitig nach links bzw. nach rechts (DIRKSEN, 2006). Nach Aufgasung und Verlagerung des Labmagens nach rechts kann dieser eine Drehung um seine mesenteriale Achse vollziehen, so dass eine rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion (RLVT), ein sogenannter abomasaler Volvulus, entsteht. Eine RLVT erfolgt in 99 % der Fälle gegen den Uhrzeigersinn (KÜMPER, 1995). Die Torsion kann partiell (bis zu 180°) oder komplett (über 180°) sein und den kranialen Teil des Duodenums, den Psoas und die Haube miteinbeziehen. Wenn die fortschreitende Dislokation des Labmagens zu einem zunehmenden Verschluss der Labmagen-Psoas-Öffnung führt, wird der Weitertransport in den Darm behindert. Die Folge davon ist ein Rückfluss des Labmageninhalts in den Pansen (abomasaler Reflux) (KÜMPER, 1995). Eine weitere Folge der Torsion sind eine beeinträchtigte Durchblutung, eine ischämische Nekrose der Labmagenwand und evtl. eine Schädigung des ventralen Vagusast (SMITH 1978; FUBINI et al., 1991; MEYLAN, 1999). In seltenen Fällen (1 %, KÜMPER, 1995) mit RLVT dreht sich der Labmagen nach rechts medial an der Pars pylorica vorbei nach kraniodorsal (DIRKSEN, 2006). Über die Definition einer RLVT existieren verschiedene Ansichten (CONSTABLE et al., 2017). Früher wurde der Torsionsgrad zur Definition einer RLVT herangezogen (KÜMPER, 1995; DIRKSEN, 2006). Laut CONSTABLE et al. (2017) liegt eine RLVT vor, wenn sich der dilatierte Labmagen im rechten kranialen Quadranten des Abdomens befindet und die Leber nach medial verlagert ist. Weitere Kriterien sind, dass die Serosa des Labmagens nicht vom grossen

Netz bedeckt, eine feste Drehung am Psalter-Labmagen-Übergang zu palpieren und eine chirurgische Therapie mit Reposition des Labmagens im Uhrzeigersinn erforderlich sind (CONSTABLE et al., 2017). Eine atypische Form der Verlagerung des Labmagens nach kranial zwischen Zwerchfell und Haube wird als *anterior displacement* bezeichnet (ZADNIK 2003b). Die Prävalenz dieser Verlagerungsform beträgt, basierend auf 161 behandelten Kühen mit Labmagenverlagerung, 12.4 %.

4.3. Abomasoruminales Refluxsyndrom

Bei Behinderung der Magen-Darm-Passage, wie es bei einer Labmagenverlagerung der Fall ist, kommt es zu einer vermehrten Sequestration von Salzsäure in den Labmagen und zu einem Rückfluss von Labmageninhalt und damit enthaltenen Wasserstoff- und Chloridionen in den Pansen (BREUKINK und KUIPER, 1980; BRAUN et al., 1988, 1989). Dieser Vorgang wird auch als inneres Erbrechen bezeichnet und führt zu einer Übersäuerung (Azidose) des Panseninhalts. Diese ist zunächst latent, da sie durch die hohe Pufferkapazität des Pansens kompensiert wird. Erst bei anhaltendem Reflux kommt es zu einer Entgleisung der Pufferkapazität (Dekompensation) und einem Absinken des pH-Werts im Pansen (BRAUN et al., 1988). Ein erhöhter Chloridgehalt des Pansensafts ist laut MEERMANN und AKSOY (1983) der einzig geeignete Parameter, um einen Reflux des Labmageninhalts qualitativ und quantitativ zu bestimmen. Bei einem Verschluss der Hauben-Psalter-Öffnung infolge Torsion von Labmagen und Psalter wird der Reflux gestoppt (SMITH, 1987). Der Reflux des Labmageninhalts erfolgte bei Kühen mit LLV langsamer als bei solchen mit RLV (GEISHAUSER und SHEEH, 1996; CONSTABLE et al., 2017). BRAUN et al. (1989) konnten bei 47 % von 30 Kühen mit Labmagenverlagerung ein abomasales Refluxsyndrom ausschliessen. In diversen Studien, welche die Befunde bei einem spontanen oder experimentellen Verschluss des kranialen Duodenums untersuchten, zeigten die Tiere eine deutliche Störung des Allgemeinbefindens, Schwäche, verminderte Pansenaktivi-

tät, übermäßige Pansenfüllung sowie klinische und labordiagnostische Anzeichen von Dehydratation (SMITH et al., 1990; BRAUN et al., 1990; WARD et al., 1994). Auch über eine hypochlorämische, hypokalämische metabolische Alkalose wurde berichtet (SMITH et al., 1990; BRAUN et al., 1990, 1993; WARD et al., 1994). Zusätzlich wurde bei 36 % der vorher erwähnten 30 Kühe mit Labmagenverlagerung ein Rückfluss der Gallensäuren aus dem Duodenum in den Pansen beschrieben (BRAUN et al., 1989). Weiter wurden bei Kühen mit einer einfachen Verlagerung des Labmagens ein zweifacher und bei Kühen mit RLVT sogar ein sechsfacher Anstieg der Gallensäuren beobachtet (GEISHAUSER und SHEEH, 1996).

4.4. Anamnese

Anamnestisch zeigen Kühe mit LLV und RLV vermindertes oder wechselhaftes Fressen mit bevorzugter Raufutteraufnahme, eine reduzierte Milchleistung und Gewichtsverlust (CONSTABLE et al., 1991; ZADNIK, 2003a; ROHN et al., 2004; MÜLLER, 2011). Die Diagnosestellung erfolgt meist erst nach mehreren Krankheitstagen (KÜMPER, 1995; ROHN et al., 2004; STENGÄRDE et al., 2010). Im Gegensatz dazu ist der Krankheitsverlauf bei einer RLVT oft perakut und die Kühe sterben ohne adäquate Therapie innerhalb von 48 bis 96 Stunden (KÜMPER, 1995; CONSTABLE et al., 2017). Die meisten Kühe mit Labmagenverlagerung befinden sich innerhalb der ersten 6 Wochen nach der Abkalbung (CONSTABLE et al., 1992b; DELGADO-LECAROZ et al., 2000; ROHN et al., 2004; STENGÄRDE et al., 2010). In der Untersuchung von ROHN et al. (2004) traf dies für 73.5 % von 466 Kühen mit LLV und für 52.6 % von 98 Kühen mit RLV und RLVT zu. Die Trächtigkeitsrate betrug bei Kühen mit RLV und RLVT 18.4 und bei solchen mit LLV 9.0 %.

4.5. Begleiterkrankungen

Bei Kühen mit LLV bestehen oft mehrere postpartale Begleiterkrankungen wie Ketose, Endometritis, Nachgeburtsverhalten, Mastitis (SMITH et al., 1983; CONSTABLE et al., 1992b; ROHN et al., 2004; DOLL et al., 2009; STENGÄRDE et al., 2010) und Lipomobilisationssyndrom (KOMATSU et al., 2002; SEVINC et al., 2002; GUZELBEKTES et al., 2010). CONSTABLE et al. (1992b) stellten bei Kühen mit LLV in 54 % und bei solchen mit RLVT in 30 % der Fälle Begleiterkrankungen fest. Zudem wurde bei Kühen mit Labmagenverlagerung ein gehäuftes Auftreten von Labmagenulzera gesehen (SMITH et al., 1983; PALMER und WHITLOCK, 1983, 1984; CABLE et al., 1998).

4.6. Klinische Befunde und Diagnose

4.6.1. Linksseitige Labmagenverlagerung

In der Untersuchung von ROHN et al. (2004) zeigten lediglich 7.4 % der Kühe mehr als ein leichtgradig gestörtes Allgemeinbefinden. Gewöhnlich liegen die Vitalparameter, d. h. die Herzfrequenz, die Atemfrequenz und die Rektaltemperatur, in der Norm (BRAUN et al., 1997b; AL-RAWASHDEH et al., 2017). Eine Verringerung der Atemfrequenz und Atemstromstärke wurde bei gleichzeitig bestehender metabolischer Alkalose beobachtet (VÖRÖS et al., 1983). In anderen Studien konnten diese Befunde nicht bestätigt werden (BRAUN et al., 1988; DEZFOULI et al., 2013). Adspektorisch sind bei einer mindestens mittelgradigen LLV die letzten abdominalen Rippen links nach dorsal aufgebogen, der ventrale Bereich scheint vorgewölbt und die Hungergrube eingesunken (DIRKSEN, 2006). Bei einer hochgradigen LLV ist der Labmagen als Kuppe in der linken Hungergrube sicht- sowie palpierbar und somit differentialdiagnostisch von einer Pansentympanie zu unterscheiden. Die Pansenmotorik ist oft reduziert oder aufgehoben (BRAUN et al., 1997b; MÜLLER, 2011; AL-RAWASHDEH et al., 2017). Bei noch vorhandener Pansenmotorik ist die Doppelauskultation meist negativ und im Bereich der rippengestützten Bauchwand sind häufig spontane

Labmagengeräusche zu hören (DIRKSEN, 2006). Als „Steelband- Effekt“ werden helle, metallisch klingende Töne bezeichnet, die bei der Perkussionsauskultation im Bereich des verlagerten Labmagens zu hören sind (MARTIG, 1996; DIRKSEN, 2006). Bei der Schwingauskultation können an derselben Lokalisation helle Plätschergeräusche mit glockenähnlichem Nachklang auskultiert werden (DIRKSEN, 2006; DEZFOULI et al., 2013). In einer Arbeit von BRAUN et al. (1997b) waren die Schwing- und Perkussionsauskultation nur bei einer von 48 Kühen mit LLV negativ. Bei der Rektaluntersuchung kann ein nach medial verlagerter Pansen (MÜLLER, 2011) oder eine straff gespannte Hinterkante des grossen Netzes auf eine LLV hinweisen (DIRKSEN, 2006). Der verlagerte Labmagen selbst ist nur in etwa 2 % der Fälle zu palpieren (DIRKSEN, 2006). Der Kot kann in seiner Menge reduziert sein (KUIPER, 1991) und nach längerer Krankheitsdauer eine schmierig-pastöse Konsistenz annehmen; bei der Mehrzahl der Fälle (68 %) ist er jedoch unauffällig (ROHN et al., 2004).

4.6.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion

Der Schweregrad der klinischen Symptome bei der rechtsseitigen Labmagenverlagerung korreliert mit dem Ausmass der Dislokation. Das Allgemeinbefinden ist nur wenig gestört und die Initialerscheinungen gleichen denen einer linksseitigen Labmagenverlagerung (KUIPER, 1991). Die Herzfrequenz kann bis auf 100 Schläge/Min. erhöht sein, die restlichen Vitalparameter sind für gewöhnlich unauffällig (GOETZE und MÜLLER, 1990; CONSTABLE et al., 2017). Die Perkussions- und Schwingauskultation können im Bereich der rechten Interkostalräume 9 bis 12 positiv (SMITH, 1978) und das rechte Abdomen dilatiert sein (CONSTABLE et al., 2017). Der Pansen wirkt leicht tympanisch, seine Motorik ist deutlich reduziert (KÜMPER, 1995) und der Inhalt meist von teigiger Konsistenz (CONSTABLE et al., 2017). Laut KÜMPER (1995) ist der verlagerte Labmagen von rektal nicht zu palpieren, während dies in der Untersuchung von MEYLAN (1999) bei 30.8 % von 51 Kühen möglich war.

4.6.3. Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion

Das Allgemeinbefinden bei einer RLVT ist bei zunehmendem Torsionsgrad stärker gestört. Initial bestehen oft Koliksymptome (DIRKSEN, 2006), die später einem apathischen Zustand weichen (SMITH, 1987). Die Kühe zeigen eine Tachykardie bis über 100 Schläge/Min. und als Zeichen einer fortschreitenden Dehydratation eingesunkene Augen (SMITH, 1987). Die Körpertemperatur sinkt mit dem Schweregrad der Erkrankung (FUBINI et al., 1991; ROHN et al., 2004). Die Pansenmotorik ist stark herabgesetzt bis aufgehoben und der Inhalt des Pansens ist oft von teigiger Konsistenz (CONSTABLE et al., 2017). Prominente Plätschergeräusche der Schwingauskultation und ein kleineres Feld der Perkussionsauskultation im rechten Abdomen weisen auf einen stark flüssigkeitsgefüllten Labmagen hin. Zudem ist das Leberperkussionsfeld verkleinert oder völlig durch tympanischen Schall ersetzt (DIRKSEN, 2006). Im Bereich der rechten Hungergrube kann das Abdomen durch den verlagerten Labmagen vorgewölbt sein. Der Kot ist dunkel, von schmierig-pastöser Konsistenz und in der Menge vermindert (SMITH, 1987). In manchen Fällen befindet sich kein Kot im Rektum. MEYLAN (1999) und CONSTABLE et al. (1991) konnten den torsierten Labmagen rektal bei 57.5 % von 55 bzw. bei 76.3 % von 80 Tieren im rechten dorsalen Quadranten der Bauchwand anliegend palpieren. Klinisch lässt sich eine RLV nicht immer von einer RLVT unterscheiden (SMITH, 1978). Die abschliessende Diagnose mit Bestimmung des Torsionsgrads kann nur im Rahmen einer Laparotomie gestellt werden (KÜMPER, 1995).

4.6.4. Kraniale Labmagenverlagerung (anterior displacement)

Bei einer kranialen Labmagenverlagerung zeigen die betroffenen Tiere eher milde und unspezifische Symptome, die ähnlich wie diejenigen bei einer LLV aussehen. Die Schwing- und Perkussionsauskultation sind bei einer kranialen Labmagenverlagerung negativ. Die Krankheit tritt in 35 % der Fälle schon gegen Ende der Trächtigkeit auf. Der Labmagen zeigt eine verminderte Motilität, ist leicht

aufgegast und mit mildem Reflux einhergehend (ZADNIK, 2003b). ZADNIK (2003b) auskultierte bei allen von einer kranialen Labmagenverlagerung betroffenen Kühen (n = 20) beidseits spontane Labmagengeräusche auf Höhe der Interkostalräume 6 bis 8. Der Nachweis von spontanen Labmagengeräuschen wurde von ihm als diagnostisch wertvoll angesehen; es kann dafür aber ein Auskultieren bis zu 15 Minuten erforderlich sein.

4.7. Labordiagnostische Befunde bei Kühen mit Labmagenverlagerung

4.7.1. Hämatologische Veränderungen

Kühe mit Labmagenverlagerung können je nach Dehydratationsstatus eine Erhöhung des Hämatokrits und der Gesamtproteinkonzentration aufweisen. Die Parameter liegen jedoch oft auch in der Norm (MEYLAN, 1999; SAHINDURAN und ALBAY, 2006; DEZFOULI et al., 2013). ROHN et al. (2004) konnten keinen signifikanten Hämatokritunterschied zwischen Kühen mit LLV und RLV feststellen. ZADNIK (2003a) und GROSCHE et al. (2012) berichteten hingegen, dass der Hämatokrit bei Kühen mit RLV bzw. RLVT signifikant höher als bei solchen mit LLV war. Im Frühstadium einer RLV oder einer RLVT kann stressbedingt eine Leukozytose vorhanden sein und diese kann, bei allenfalls folgender ischämischer Nekrose mit akuter Peritonitis, in eine Leukopenie übergehen (CONSTABLE et al., 2017). Diese Veränderungen können jedoch auch durch eine Begleiterkrankung, wie beispielsweise eine akute Mastitis, bedingt sein (CULLOR, 1992; GEISHAUSER, 1995; SAHINDURAN und ALBAY, 2006).

4.7.2. Blutchemische Veränderungen

In mehreren Studien konnten bei Kühen mit Labmagenverlagerung erhöhte Konzentrationen der freien Fettsäuren (nonesterified fatty acids, NEFA), des β -Hydroxybutyrats (BHBA) und des Haptoglobins sowie erhöhte Aktivitäten der Enzyme Aspartataminotransferase (ASAT) und Glutamatdehydrogenase (GLDH) gemessen werden (MUYLLE et al., 1990; ITHO et al., 1998; KOMATSU et al.,

2002; ZADNIK, 2003a; STENGÄRDE et al., 2010), während die Konzentrationen von Cholesterol (ITHO et al., 1998; KOMATSU et al., 2002; GROSCHE et al., 2012) und Insulin erniedrigt waren (STENGÄRDE et al., 2010). Diese Veränderungen wurden auf eine negative Energiebilanz, eine hepatische Lipidose und auf damit einhergehende Entzündungsprozesse zurückgeführt. Die Krankheitsdauer und Symptome wirkten sich dabei nicht signifikant auf die Blutwerte aus (STENGÄRDE et al., 2010). Nach GEISHAUSER et al. (1997, 1998) hängen eine erhöhte ASAT-Aktivität und eine erhöhte BHB-Konzentration in der ersten und zweiten Woche post partum signifikant mit dem Auftreten einer LLV zusammen. Bei Kühen mit einer ASAT-Aktivität über 120 U/l und einer BHB-Konzentration über 1244 $\mu\text{mol/l}$ ist das Risiko einer LLV erhöht. Die Bilirubinwerte von Kühen mit RLVT waren signifikant höher als diejenigen von Kühen mit RLV (MEYLAN, 1999) und signifikant niedriger als die von solchen mit LLV (GROSCHE et al., 2012). Beim Einbezug des Laktationszeitpunkts bestand jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen Kühen mit LLV und RLV (ROHN et al., 2004). Eine Hyperglykämie war bei allen Kühen mit Labmagenverlagerung unabhängig vom Ketosestatus und dem Vorhandensein eines Lipomobilisationssyndrom erkennbar (MUYLLE et al., 1990; ITHO et al., 1998; SAHINDURAN und ALBAY, 2006; AL-RAWASHDEH et al., 2017), wobei die erhöhte Glukosekonzentration im Blut positiv mit einem erhöhten Glykogenwert in der Leber korrelierte (MUYLLE et al., 1990). Diese Erkenntnis steht im Gegensatz zu einer Studie von STENGÄRDE et al. (2010), in welcher bei Kühen mit Labmagenverlagerung keine erhöhte Glukosekonzentration gemessen wurde. Eine erhöhte γ -GT-Aktivität im Serum kann laut MEYLAN (1999) auf eine vorhandene RLVT hinweisen. Erhöhte Harnstoffwerte im Blut waren bei zunehmender Dehydratation zu beobachten (BREUKINK und KUIPER, 1980).

4.7.3. Säure-Basenhaushalt

Störungen des Säure-Basenhaushalts treten in den ersten 8 Stunden nach Obstruktion des kranialen Duodenums in Form einer hypochlorämischen, hypokaliämischen metabolischen Alkalose auf (SMITH, 1978; SMITH et al., 1990; FUBINI et al., 1991; WARD et al., 1994; SAHINDURAN und ALBAY, 2006). Grund dafür ist, dass im Dünndarm als Folge der Passagestörung keine Chloridionen für die Resorption ins Blut zur Verfügung stehen und demzufolge die Abgabe von Bikarbonat ins Darmlumen gestoppt wird (BRAUN et al., 1988). Der Organismus versucht, der entstehenden metabolischen Alkalose entgegenzuwirken, indem er vorerst respiratorische sowie renale Kompensationsmechanismen einleitet (BREUKINK und KUIPER, 1980; BRAUN et al., 1988). So konnten laut VÖRÖS et al. (1985) 75 % der Kühe mit Labmagenverlagerung ihre metabolische Alkalose nahezu vollständig durch eine Verminderung der Atemtätigkeit (Intensität und Frequenz) sowie Regulationsmechanismen der Nieren kompensieren. Kommt es im Fall einer RLVT zur Nekrotisierung der Labmagenwand, folgt eine schockbedingte Azidose (VÖRÖS et al., 1985; FUBINI et al., 1991). Alkalose und Azidose können zur Diagnosesicherung und zur Beurteilung von Schweregrad und Stadium der Erkrankung herangezogen werden (DIRKSEN, 2006). Zudem stehen deutlich erniedrigte Werte von Blut-pH, Bikarbonat und Base Excess (BE) in signifikantem Zusammenhang mit einer Nekrose der Labmagenwand (SIMPSON et al., 1985; FUBINI et al., 1991). Die im Blut gemessene L-Laktatkonzentration war bei Kühen mit RLVT signifikant höher als bei solchen mit LLV (GROSCHKE et al., 2012). Sie erwies sich in Verbindung mit einer hohen Herzfrequenz (> 90 Schläge/Min.) zudem als hilfreich, Fälle mit einer schlechten Prognose (L-Laktat ≥ 6 mmol/l) frühzeitig zu erkennen (FIGUEIREDO et al., 2006; BOULAY et al., 2014). Ein erhöhtes Anionengap (≥ 30 mmol/l), welches GARRY et al. (1988) als guten prognostischen Parameter propagierten, wurde von verschiedenen Autoren (FUBINI et al., 1991; CONSTABLE et al., 1991 und MEYLAN, 1999) als nicht hinreichend aussagekräftig beurteilt.

4.7.4. Elektrolythaushalt

Der Elektrolytverlust bei einer Labmagenverlagerung stellt primär eine Folgeerscheinung des abomasalen Refluxsyndroms dar (SMITH et al., 1990; WARD et al., 1994; CONSTABLE et al., 2013). Zusätzlich können eine verminderte Fut-
teraufnahme (GEISHAUSER et al., 1996; ROHN et al., 2004), ein Verlust über die Milch (1.4 g Kalium/l Milch), eine intrazelluläre Verschiebung (GOFF, 2004), eine hypovolämiebedingte Natriumretention und eine Hyperinsulinämie als Folge einer Hyperglykämie (GRÜNBERG et al., 2006) zu einer persistierenden Hypokaliämie beitragen (CONSTABLE et al., 2013). Die Serumelektrolyte Chlorid, Kalium und Natrium sind bei RLV im Vergleich zur LLV (ROHN et al., 2004) und bei RLVT im Vergleich zu RLV (MEYLAN, 1999) signifikant niedriger und lassen sich allgemein betrachtet als Parameter für den Schweregrad der Erkrankung verwenden (FUBINI et al., 1991). In einer Studie von CONSTABLE et al. (2013) wurde eine Hypokaliämie bei 55 % von 1160 Kühen mit LLV und bei 53 % von 172 Kühen mit RLV bzw. RLVT festgestellt, wobei sich die LLV-Gruppe nicht signifikant von den RLV- und RLVT-Gruppen unterschied. In der gleichen Studie wurden, unabhängig von den anderen Fällen, 112 Kühe mit RLVT aufgeführt, von denen 70 % eine Hypokaliämie hatten. BRAUN et al. (1988) konnten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied der Kaliumwerte zwischen Kühen mit LLV und RLV nachweisen. Bei terminal kranken Tieren mit Nekrose der Labmagenwand kann es durch die entstehende Rhabdomyolyse und die zunehmende Dehydratation zu einer extrazellulären Verschiebung von Kalium- und Chloridionen und somit zu einem Anstieg dieser Elektrolyte im Serum kommen (SMITH et al., 1990). GRÜNBERG et al. (2005) stellten bei 34 % von 13'689 Kühen mit LLV eine Hypophosphatämie und bei 9 % eine Hyperphosphatämie fest. Gegenüber Kühen mit RLV oder RLVT waren die anorganischen Phosphatkonzentrationen signifikant niedriger ($P < 0.05$). Eine Hypokalzämie ($< 2.08 \text{ mmol/l}$) lag bei mehr als 70 % der von DELGADO-LOCAROS et al. (2000) untersuchten 103 Kühe mit Labmagenverlagerung vor. Über eine Hypokalzämie als Risikofaktor

für eine Labmagenverlagerung wurde in mehreren Studien gegensätzlich berichtet (MADISON und TROUTT, 1988; MASSEY et al., 1993; GEISHAUSER und OEKENTORP, 1997; CHAPINAL et al., 2011). ZURR und LEONHARD-MA-REK (2012) untersuchten in einer in-vitro-Studie die möglichen Auswirkungen einer Hypokalzämie und einer Hypokaliämie auf die Kontraktionsfähigkeit der glatten Muskelzellen des Labmagens. Sie konnten jedoch nur in Bezug auf eine erniedrigte Kaliumkonzentration einen negativen Effekt nachweisen.

4.7.5. Pansenchlorid

Bei einer Labmagenverlagerung ist der Abfluss der Labmageningesta in den Dünndarm beeinträchtigt. Bei anhaltender Abflussstörung kommt es zum Zurückfließen in den Pansen und damit zu einer Erhöhung der Chloridkonzentration im Pansen von normal 10 bis 25 mmol/l auf Werte bis zu 100 mmol/l (CONSTABLE et al., 2017). In einer Studie von BRAUN et al. (1997b) war dies bei 79 % von 48 Kühen mit LLV der Fall. KÜMPER (1995) beschrieb bei Kühen mit RLV und RLVT ebenfalls einen Anstieg der Chloridionenkonzentration im Pansensaft mit nachfolgender Störung des Wasser- und Elektrolythaushalts. Die Pansenchloridkonzentrationen von 39 Kühen mit LLV und 20 Kühen mit RLV unterschieden sich jedoch nicht signifikant (BRAUN et al., 1988).

4.7.6. Harnanalyse

Bei beginnender metabolischer Alkalose im Zusammenhang mit einer Labmagenverlagerung reagierten die Nieren mit einer gesteigerten Bikarbonatausscheidung, welche zu einer Alkalurie führt. Bei dekompensierter Blutalkalose tritt durch die Rückresorption von Na-Ionen in den Nieren im Austausch mit H-Ionen eine paradoxe Azidurie auf (BREUKINK und KUIPER, 1980; DIRKSEN, 2006). Zwischen Azidurie und Hypochlorämie bzw. Hypokaliämie konnten keine Beziehungen nachgewiesen werden (VÖRÖS et al., 1985). Mehrere Autoren fanden jedoch eine Ketonurie in unterschiedlicher Prävalenz (ROHN et al., 2004; SAHIN-

DURAN und KOLBAY, 2006; ISMAEL et al., 2018), wobei während des postpartalen Zeitraums signifikant mehr Kühe mit LLV an einer Ketose litten (CONSTABLE et al., 1992).

4.7.7. Bauchhöhlenpunktat

Veränderungen in der durch Abdominozentese gewonnenen Peritonealflüssigkeit werden durch Art und Schwere der Labmagenverlagerung beeinflusst. Die Parameter L-Laktat, Laktatdehydrogenase (LDH) und D-Dimer gelten aus diagnostischer Sicht als am geeignetsten, um den Grad der mit einer Labmagenverlagerung einhergehenden Ischämie abzuschätzen (GROSCHE et al., 2012). Bei der zytologischen Untersuchung der Peritonealflüssigkeit liessen sich bei Kühen mit RLVT signifikant mehr apoptotische und nekrotische neutrophile Granulozyten nachweisen als bei Kühen mit LLV. Zwischen dem Laktat im Blut und dem Laktat in der Bauchhöhlenflüssigkeit bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.27$; $P < 0.05$) (GROSCHE et al., 2012).

4.7.8. Korrelationen einiger Laborbefunde bei Kühen mit Labmagenverlagerung

Bei Kühen mit Labmagenverlagerung konnten mehrere Autoren signifikante Korrelationen zwischen den Säurebasenparametern des Blutes, den Chlorid- und den Kaliumkonzentrationen im Serum sowie dem Pansensaftchloridgehalt belegen (VÖRÖS et al., 1985; BRAUN et al., 1988; GEISHAUSER und OEKENTORP, 1997; GRÜNBERG et al., 2005; CONSTABLE et al., 2013). Kalium und Chlorid wiesen im Serum untereinander die stärksten positiven Korrelationen ($r = 0.40$ bis 0.57) (BRAUN et al., 1988; CONSTABLE et al., 2013) auf. Allgemein betrachtet weist Kalium im Zusammenhang mit Laborparametern, die Hinweise auf die Futterraufnahme (Bilirubinkonzentration), den Säure-Basen-Haushalt (Blut-pH, Bikarbonatkonzentration und Base Excess) und den Hydrationsstatus (Harnstoffkonzentration) geben, negative Korrelationen auf (CONSTABLE et al., 2013).

CONSTABLE et al. (2013) stellten bei Kühen mit LLV die stärksten negativen Korrelationen zwischen Kalium und Bilirubin ($r = -0.47$, $n = 1160$) und bei Kühen mit RLVT zwischen Kalium und Bikarbonat ($r = -0.59$, $n = 112$) fest. Die Serumphosphatkonzentration korrelierte positiv mit der Harnstoff- ($r = 0.34$ bis 0.74) und negativ mit der Chloridkonzentration ($r = -0.19$ bis -0.61), was den Zusammenhang zwischen einer Hypochlorämie und zunehmender Dehydratation mit folgendem vermindertem renalen Blutfluss vermuten lässt (GRÜNBERG et al., 2005). Zwischen dem Blut-pH-Wert und der Serumchloridkonzentration wurde von VÖRÖS et al. (1985) ein signifikanter Zusammenhang festgestellt ($r = 0.58$), welcher von BRAUN et al. (1988) jedoch nicht bestätigt werden konnte. Zudem waren die signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen dem Pansenchloridgehalt und verschiedenen Blutparametern im Vergleich zur Serumchloridkonzentration ausnahmslos kleiner. Die grössten Korrelationen bestanden zwischen dem Chlorid und dem CO_2 -Partialdruck ($r = -0.65$) bzw. dem Bikarbonat ($r = -0.54$) sowie zwischen Kalium und Bikarbonat ($r = -0.65$) bzw. dem Base Excess ($r = -0.67$) (BRAUN et al., 1988).

4.8. Sonographische Untersuchung des Labmagens

Die Ultraschalluntersuchung ist diagnostisch wertvoll, um Hinweise auf eine Erkrankung des Labmagens zu erlangen (WINTER und HOFMANN, 1996; BRAUN et al., 1997a). Sie gibt Aufschluss über Grösse und Lage des Labmagens und der benachbarten Organe sowie über Beschaffenheit des Inhalts und der Labmagenwand (BRAUN et al., 1997a). Der Labmagen ist durch seinen heterogenen, mässig echogenen Inhalt, der von hyperechogenen "Stippchen" durchzogen ist, klar von angrenzenden Organen zu unterscheiden. Teile der Labmagenfalten sind vereinzelt als echogene Strukturen zwischen dem Labmageninhalt zu erkennen. Der Pylorus kam nur selten als runde, dickwandig echogene Struktur mit hypo-echogenem Lumen identifiziert werden (BRAUN et al., 1997a).

4.8.1. Sonographische Befunde bei linksseitiger Labmagenverlagerung

Bei einer linksseitigen Labmagenverlagerung ist der Pansen von links im Bereich der Interkostalräume 11 und 12 ventral der Bauchwand anliegend darzustellen. Im Bereich des verlagerten Labmagens wird er nach medial abgedrängt und erscheint weiter dorsal wieder im Untersuchungsfeld (BRAUN, 1997b). Der verlagerte Labmagen stellt sich meist mit biphasischem Inhalt dar: Im ventralen Bereich ist die sich hypoechogen bis echogen darstellende Ingesta zu sehen, in welcher die Labmagenfalten oft als sichelförmige, echogene Strukturen sichtbar sind. Im dorsalen Bereich findet sich die gashaltige Labmagenkuppe, welche durch parallel zur Oberfläche verlaufende Reverberationslinien charakterisiert ist. In seltenen Fällen können ein Pneumoperitoneum, ein intraperitonealer Abszess oder verlagerte gasgefüllte Teile des Dünndarms zu einer Fehldiagnose führen (BRAUN et al., 1997b). Durch die sonographisch weitgehend konstanten Befunde bei einer linksseitiger Labmagenverlagerung eignet sich die Ultraschalluntersuchung in klinisch unklaren Fällen dazu, eine zuverlässige Diagnose zu stellen.

4.8.2. Sonographische Befunde bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung

Bei Kühen mit rechtsseitig positiver Schwing- und Perkussionsauskultation hat sich die Ultraschalluntersuchung zum Ausschluss von Differentialdiagnosen bewährt (BRAUN, 1997). Die sonographischen Befunde einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung mit oder ohne Torsion sind nahezu identisch mit denen einer linksseitigen (BRAUN und FELLER, 2008). In der Arbeit von BRAUN und FELLER (2008) wies der Labmagen aller 26 erkrankten Kühe eine Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Gas auf, welche bei der Kontrollgruppe nicht nachzuweisen war. Die Labmagenfalten sind als sich in der Ingesta bewegende sichelförmige Strukturen meist deutlich zu erkennen (BRAUN und FELLER, 2008). Leber, Dünn- und Dickdarm können nach medial abgedrängt werden und lassen sich im Ultraschall nicht weiter darstellen. Bei einem Teil der Kühe mit Torsion des Labmagens, bei denen sich die Leber im Ultraschall darstellen lässt, befindet sich

diese etwas weiter dorsal und erscheint deutlich kleiner als bei gesunden Kühen (BRAUN et al., 2008). Die Blinddarmdilatation kann differentialdiagnostisch schwieriger abgegrenzt werden, vor allem wenn der Blinddarm nach kranial abgelenkt und transrektal nur als Kuppel zu palpieren ist (BRAUN, 1997). Sonographisch stellt sich eine Blinddarmdilatation gegenüber einer Labmagenverlagerung mit Torsion wesentlich kleiner dar (BRAUN et al., 2002). In einigen Fällen ermöglichte eine vermehrte Flüssigkeitsansammlung durch Rückfluss aus dem Labmagen in den Blättermagen das Darstellen der Psalterblätter als echogene parallele Linien (BRAUN et al., 2007). Aufgefallen war BRAUN und FELLER (2008), dass sich der Labmagen bei Kühen mit einer RLVT im achten Interkostalraum deutlich kleiner und im elften signifikant grösser darstellte als bei Kühen mit einer RLV. Diese Unterschiede erlaubten es aber im Einzelfall nicht, zwischen RLV und RLVT zu differenzieren (BRAUN und FELLER, 2008; BRAUN et al., 2008).

4.8.3. Sonographische Befunde bei kranialer Labmagenverlagerung

In einem Fallbericht wurde die Lage eines kranial verlagerten Labmagens (anterior displacement) mittels Ultraschalluntersuchung beschrieben (OK et al., 2014). Der Labmagen befand sich bei der beschriebenen Kuh etwa 10 cm kranial des Processus xyphoideus unmittelbar kaudal der Haube und er konnte sowohl links als auch rechts paramedian der ventralen Mittellinie dargestellt werden. Aufgrund der klinisch schwierig zu stellenden Diagnose war die sonographische Untersuchung in diesem Fall besonders wertvoll.

5. MATERIAL UND METHODIK

Die Dissertation umfasst die Krankengeschichten von 2043 Milchkühen, die zwischen dem 1. Januar 1988 und dem 31. Dezember 2016 am Departement für Nutztiere der Universität Zürich wegen einer Labmagenverlagerung vorgestellt wurden.

5.1. Durchgesehene Krankengeschichten von Tieren mit Labmagenverlagerung

Für die vorliegende Untersuchung wurden insgesamt 2466 Krankengeschichten von Rindern durchgesehen, die zwischen dem 1. Januar 1988 und dem 31. Dezember 2016 am Departement für Nutztiere der Universität Zürich vorgestellt wurden. Alle für die Dissertation verwendeten Daten wurden aus den Krankengeschichten entnommen.

5.2. Kriterien für die Auswertung einer Krankengeschichte

Für die Aufnahme einer Krankengeschichte in die Dissertation musste es sich bei den Tieren ausnahmslos um Milchkühe handeln, die bei der Einlieferung eine Labmagenverlagerung aufwiesen. Diese flossen nur dann in die Auswertung ein, wenn die Diagnose während der Operation, Sektion oder mit Hilfe der sonographischen Untersuchung zweifelsfrei bestätigt wurde.

5.3. Nicht ausgewertete Krankengeschichten

Die Krankengeschichten von 423 Tieren wurden nicht ausgewertet, da es sich um Kälber ($n = 60$), juvenile weibliche Rinder ($n = 53$), Stiere ($n = 9$) und Mutterkühe ($n = 3$) handelte. Weitere 14 Kühe wurden von der Untersuchung ausgeschlossen, da nur der Verdacht auf eine Labmagenverlagerung bestand, ohne dass die Diagnose chirurgisch oder sonographisch bestätigt worden war. Zudem wurden die Krankengeschichten von Kühen, bei welchen sich die Labmagenverlage-

rung erst im Verlauf des Klinikaufenthalts klinisch äusserte (n = 50), bei denen ein Rezidiv vorlag (n = 70) oder ein pendelnder Labmagen diagnostiziert wurde (n = 139) nicht in die Dissertation aufgenommen. Ausserdem wurden 14 Kühe ausgeschlossen, bei denen eine andere Grunderkrankung vorlag, wie beispielsweise ein mechanischer Ileus mit nachfolgender Dilatation des Labmagens. Bei weiteren 10 Kühen war zu wenig Datenmaterial vorhanden. Auch wurde die Krankengeschichte einer an Labmagenverlagerung erkrankten Kuh mit Situs inversus, der bereits publiziert worden war (BOOS et al., 2013), nicht berücksichtigt.

Tab. 1: Ausschlussursachen bei 2466 mit Labmagenverlagerung vorgestellten Tieren (aufgeführt in abnehmender Häufigkeit)

Ausschlussursache	Anzahl Tiere	Häufigkeit (%)
Pendelnder Labmagen	139	5.6
Rezidiv	70	2.8
Kalb	60	2.4
Juveniles Rind	53	2.1
Diagnose erst während Klinikaufenthalt	50	2.0
Andere Grunderkrankung vorliegend	14	0.6
Diagnose nicht bestätigt	14	0.6
Ungenügendes Datenmaterial	10	0.4
Stier	9	0.4
Mutterkuh	3	0.2

Fortsetzung Tab. 1

Ausschlussursache	Anzahl Tiere	Häufigkeit (%)
Situs inversus	1	0.1
Ausgewertete Krankengeschichten	2043	82.8

5.4. Anamnese und Signalement

Die Erhebung der Anamnese erfolgte durch die diensthabende Assistentin bzw. den diensthabenden Assistenten durch persönliches Befragen der Besitzerin bzw. des Besitzers und telefonische Rücksprache mit der überweisenden Tierärztin bzw. dem überweisenden Tierarzt. Dazu wurden Informationen zu Bestandesgrösse, Laktations- und Trächtigkeitsstadium, Vorerkrankungen und aktuellem Krankheitsverlauf (Fresslust, Milchrückgang, Krankheitsdauer, klinische Symptome, Vorbehandlungen) erhoben. Das Signalement umfasste das Alter, die Rasse, die Ohrmarkennummer und den Namen der Kuh.

5.5. Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung erfolgte nach den von ROSENBERGER (2012) beschriebenen Methoden. Sämtliche Befunde wurden auf einem standardisierten Untersuchungsbogen festgehalten.

5.5.1. Allgemeinzustand

Beurteilt wurden das äussere Erscheinungsbild wie Nährzustand, Haarkleid, Abdomenform, Lage der Bulbi, Flotzmaul, Haltung und Verhalten. Im Weiteren wurde auf spezielle Anzeichen von Schmerz wie Zähneknirschen, spontanes Stöhnen, Trippeln, Aufkrümmung des Rückens, Koliksymptome und Muskelzittern geachtet. Das Allgemeinbefinden wurde in die vier Schweregrade ungestört, leicht-, mittel- und hochgradig gestört eingeteilt.

5.5.2. Rektaltemperatur

Die rektale Temperatur wurde mit einem digitalen Thermometer gemessen.

5.5.3. Herz-/Kreislaufapparat

Bei der Untersuchung des Herz-/Kreislaufapparats wurden Herzfrequenz, Intensität, Rhythmus, Abgesetztheit der Herztöne und etwaige Nebengeräusche erfasst. Beurteilt wurden zudem die Oberflächentemperatur, der Hautturgor, die Episkleralgefäße, die kapilläre Füllungszeit und die Maulschleimhäute.

5.5.4. Atmungsapparat

Bei allen Tieren wurden die Atemfrequenz, der Atmungstyp sowie die Auskultationsbefunde vor und nach Atemhemmung festgehalten. Eine auffallend oberflächliche Atmung wurde zusätzlich vermerkt.

5.5.5. Gastrointestinaltrakt

Am Verdauungsapparat wurden Motorik, Füllung und Schichtung des Pansens beurteilt sowie die Doppelauskultation durchgeführt. Im Weiteren erfolgten beidseits eine Schwing- und Perkussionsauskultation sowie rechts eine Beurteilung der Bauchdeckenspannung und eine Auskultation der Darmmotorik. Die Fremdkörperschmerzproben (Rückengriff, Perkussion und Stabprobe) wurden bei jeder Kuh viermal durchgeführt. Sie wurden als positiv (mindestens drei- von viermal positiv), fraglich positiv (zwei- von viermal positiv) oder negativ (höchstens ein- von viermal positiv) beurteilt, wenn diese eine Schmerzreaktion in Form von stimmhaftem Stöhnen auslösten. Beim Kot wurden Menge, Konsistenz, Verdauungsgrad, Farbe, Geruch und Beimengungen festgehalten. Abschliessend wurde jedes Tier rektal untersucht.

5.6. Harnuntersuchung

Die Harnuntersuchung umfasste die Beurteilung von Farbe, Transparenz, Geruch und Beimengungen, die Bestimmung des spezifischen Gewichts mit einem Refraktometer und die Untersuchung mittels Teststreifens (Combur9-Test[®], Roche, Basel) auf pH-Wert, Ketonkörper, Erythrozyten, Protein und Glukose.

5.7. Pansensaftuntersuchung

Bei 1843 Kühen wurde mittels DIRKSEN-Sonde Pansensaft gewonnen. Beurteilt wurden Geruch, Farbe, Sedimentation und Flotation. Mittels Methylenblauprobe wurde die Pansensaftaktivität bestimmt. Der pH-Wert wurde mit dem Universal-Indikator-Papier Merck (Darmstadt) gemessen und die Chloridkonzentration im Pansensaft wurde bei 1825 Proben im Labor mittels MK-II-Chloride Analyser 9265 (Sherwood, Cambridge) ermittelt.

5.8. Abdominozentese

Bei 26 Kühen wurde eine ultraschallgestützte Bauchhöhlenpunktion nach der von BRAUN (2016) beschriebenen Technik durchgeführt. Diese war bei 22 Kühen erfolgreich. Grobsinnlich beurteilt wurden Menge, Farbe, Geruch und Transparenz des Punktats. Zusätzlich wurden mit einem Refraktometer das spezifische Gewicht und der Eiweissgehalt bestimmt.

5.9. Blutuntersuchung

Die hämatologische Untersuchung umfasste die Bestimmung von Hämatokrit, Leukozytenzahl, Plasmaprotein und Fibrinogen in EDTA-Blut. Sie wurde mittels CELL-Dyn 3500 (Abbott Diagnostics Division, Baar) durchgeführt. Bei einer Leukopenie ($< 5'000$ Leukozyten/ μl) oder einer Leukozytose ($> 10'000$ Leukozyten/ μl) wurde zusätzlich ein Differentialblutbild ausgewertet. Die blutchemischen Untersuchungen wurden im Blutserum auf einem Cobas-Integra-800-Analyser (Roche Diagnostics, Basel) mit Roche-Reagentien bei $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ nach den

Bestimmungen der International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) durchgeführt. Sie umfassten die Bestimmung von Bilirubin, Harnstoff und Elektrolyten. Zudem wurden die Aktivitäten der Enzyme γ -Glutamyl-transferase (γ -GT), Aspartataminotransferase (ASAT), Glutamatdehydrogenase (GLDH) und Sorbit-Dehydrogenase (SDH) gemessen. Ausserdem wurden eine venöse Blutgasanalyse mit dem RapidLab 500 (Siemens Schweiz AG, Zürich) und ein Glutaraldehydtest (Glutaltest[®], Graeub AG, Bern) durchgeführt.

5.10. Weiterführende Untersuchungen

5.10.1. Sonographische Untersuchung des Abdomens

Insgesamt wurden 934 Kühe mit linksseitiger und 504 Kühe mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung (mit und ohne Torsion) sonographisch untersucht. Dabei wurden jeweils die letzten drei Interkostalräume der betreffenden Seite von kaudal nach kranial und von dorsal nach ventral sonographisch beurteilt. Rechts wurde das Abdomen zudem im Bereich der Flanke sonographisch untersucht (BRAUN, 2009).

5.11. Diagnosen

5.11.1. Linksseitige Labmagenverlagerung

Die Verdachtsdiagnose einer linksseitigen Labmagenverlagerung wurde gestellt, wenn die Schwing- und/oder Perkussionsauskultation links positiv und die Doppelauskultation des Pansens negativ waren. Bei einer negativen Doppelauskultation konnten in der linken Flanke Pansengeräusche auskultiert werden, während solche bei der Auskultation über der linken rippengestützten Bauchwand fehlten. Um in die Auswertung einbezogen zu werden, musste die Verdachtsdiagnose sonographisch, chirurgisch und/oder pathologisch-anatomisch bestätigt worden sein. Die sonographische Diagnose einer linksseitigen Labmagenverlagerung wurde dann gestellt, wenn der Labmagen bei der sonographischen Untersuchung zwischen der linken rippengestützten Bauchwand und dem Pansen sichtbar war.

Auskultierbare spontane Labmagengeräusche auf Höhe des verlagerten Labmagens galten ebenfalls als diagnostisches Kriterium.

5.11.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung und rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion

Die Verdachtsdiagnose einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung ohne oder mit Torsion wurde gestellt, wenn die Schwing- und/oder Perkussionsauskultation rechts positiv waren. Im Weiteren wurde vermerkt, ob der Labmagen rektal zu palpieren war oder auf Höhe des verlagerten Labmagens spontane Labmagengeräusche auskultiert werden konnten, welche die Verdachtsdiagnose unterstützten. Die sonographische Diagnose einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung wurde gestellt, wenn der dilatierte und verlagerte Labmagen bei der Ultraschalluntersuchung auf Höhe der rechten rippengestützten Bauchwand darstellbar war. Die definitive Diagnose wurde bei der Laparotomie und/oder der pathologisch-anatomischen Untersuchung gestellt.

5.12. Begleiterkrankungen

Für jede Kuh wurden Art und Anzahl der Begleiterkrankungen dokumentiert. Zudem wurde beurteilt, ob die Labmagenverlagerung die Haupt- oder Folgeerkrankung war oder ob sie einen Nebenbefund darstellte.

5.13. Auswertung

Für die Auswertung wurden die Kühe in die 3 Gruppen linksseitige Labmagenverlagerung, rechtsseitige Labmagenverlagerung und rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion eingeteilt. Es wurden alle erhobenen Befunde ausgewertet und Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern berechnet.

5.14. Datenerfassung und statistische Auswertung

Die Daten wurden mit dem Datenverwaltungsprogramm FileMaker Pro Advanced 13.0 (File-Maker Inc., Santa Clara, CA, USA) erfasst und mit dem Statistikprogramm SPSS Statistics 23.0 (IBM Corp. 2015, USA) ausgewertet. Für jeden Parameter wurde die Häufigkeit bestimmt. Dann wurden die Daten mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung untersucht. Die normalverteilten Parameter wurden als Mittelwerte \pm Standardabweichungen angegeben. Bei nicht normalverteilten Parametern wurden die Medianwerte sowie die Minimal- und Maximalwerte aufgeführt. Berechnungen statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den drei Labmagentypen wurden bei skalierten, normal verteilten Daten mittels ein-faktorieller Varianzanalyse (ANOVA) bzw. T-Test und bei nominalen Daten mittels Chi²-Test durchgeführt. Ein verteilungsfreier Test (Mann-Whitney-U-Test bzw. Wilcoxon-Rangsummen-Test) wurde durchgeführt, wenn skalierte Daten nicht der Normalverteilung entsprachen. Der statistische Vergleich der drei Gruppen auf signifikante Unterschiede der Korrelationskoeffizienten wurde mittels einer Fischer-z-Transformation in Excel 16.9 (Microsoft 2017, USA) berechnet (BORTZ, 2006). Dazu wurden die 95%-Konfidenzintervalle der Fisher-z-transformierten Korrelationskoeffizienten ermittelt und auf Überlappen untersucht. Ein Nichtüberlappen der Konfidenzintervalle wurde als signifikanter Unterschied beurteilt. Jeweils zwei Korrelationskoeffizienten wurden auf signifikante Unterschiede in ihrer Höhe mittels Fisher-z-Transformation und Signifikanztests untersucht (EID et al., 2011). P-Werte < 0.05 wurden als signifikant beurteilt.

5.15. Zusammenarbeit mit anderen Institutionen

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren ausser der Abteilung für Wiederkäuermedizin der Klinik für Wiederkäuer die folgenden Institutionen und Abteilungen der Vetsuisse-Fakultät Zürich beteiligt:

- Abteilung für Wiederkäuerchirurgie (Prof. Dr. K. Nuss): Durchführung der chirurgischen Eingriffe.

- Veterinärmedizinisches Labor (Frau Prof. Dr. R. Hofmann-Lehmann): Hämatologische und blutchemische Untersuchungen, venöse Blutgasanalyse, Bauchhöhlenpunktatuntersuchung und Untersuchung des Pansenchlorids.
- Institut für Veterinär-Pathologie (Frau Prof. Dr. A. Kipar): Pathologisch-anatomische Untersuchungen.

6. ERGEBNISSE

6.1. Typ der Labmagenverlagerung

Bei 1380 Tieren wurde eine linksseitige Labmagenverlagerung, bei 345 eine rechtsseitige Labmagenverlagerung und bei 318 eine rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion diagnostiziert.

Torsionsrichtung und Torsionsgrad bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion

Bei 228 von 318 Kühen wurden die Torsionsrichtung und bei 122 zudem der Torsionsgrad festgehalten. Die Torsionsrichtung war bei 93.0 % gegen den Uhrzeiger- und bei 7.0 % im Uhrzeigersinn. Der Torsionsgrad betrug bei 62 Kühen 180 und bei 60 Kühen über 180 Grad. Bei den Letzteren war der Psalter in 46 Fällen in die Torsion miteinbezogen.

6.2. Anamnese

6.2.1. Bestandsgrösse

Die Bestandsgrösse variierte zwischen 2 und 270 Kühen (Median = 30 Kühe). Beim Vergleich der Labmagenverlagerungsarten konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Bestandsgrösse festgestellt werden.

6.2.2. Altersverteilung

Die Kühe waren 1.8 bis 18.1 Jahre alt (Median = 4.4 Jahre). Die Medianwerte der 3 Gruppen betragen 4.6 (LLV), 4.3 (RLV) und 4.0 Jahre (RLVT), wobei die Kühe mit LLV und RLV signifikant älter waren als diejenigen mit RLVT ($P < 0.05$).

6.2.3. Rassenverteilung

1201 Kühe gehörten der Rasse Holstein Friesian, 653 Kühe der Rasse Schweizer Fleckvieh, 147 der Rasse Schweizer Braunvieh und 42 anderen Milchviehrassen an. Holstein-Friesian-Kühe wiesen signifikant häufiger eine LLV als eine RLV ($P < 0.01$) und Braunviehkühe signifikant häufiger eine RLV als eine LLV auf ($P < 0.01$, Tab. 2).

Tab. 2: Rassenverteilung bei 1380 Kühen mit LLV, 435 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Rasse	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Holstein-Friesian (n = 1201)	840	60.9 ^a	183	53.0	178	56.0
Schweizer Fleckvieh (n = 653)	437	31.7	109	31.6	107	33.6
Schweizer Braunvieh (n = 147)	72	5.2	49	14.2 ^b	26	8.2 ^c
Sonstige Milchviehrassen (n = 42)	31	2.2	4	1.2	7	2.2
Total	1380	100	345	100	318	100

^a Differenz zu RLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^c Differenz zu LLV und RLV: $P < 0.05$

6.2.4. Monat der Erkrankung

Die Inzidenz der verschiedenen Labmagenverlagerungstypen unterschied sich in Bezug auf das jahreszeitliche Auftreten nicht signifikant, auch wenn im Frühling (März bis Mai) tendenziell mehr Erkrankungen als im Sommer (Juni bis August), Herbst (September bis November) und Winter (Dezember bis Januar) auftraten (Abb. 1).

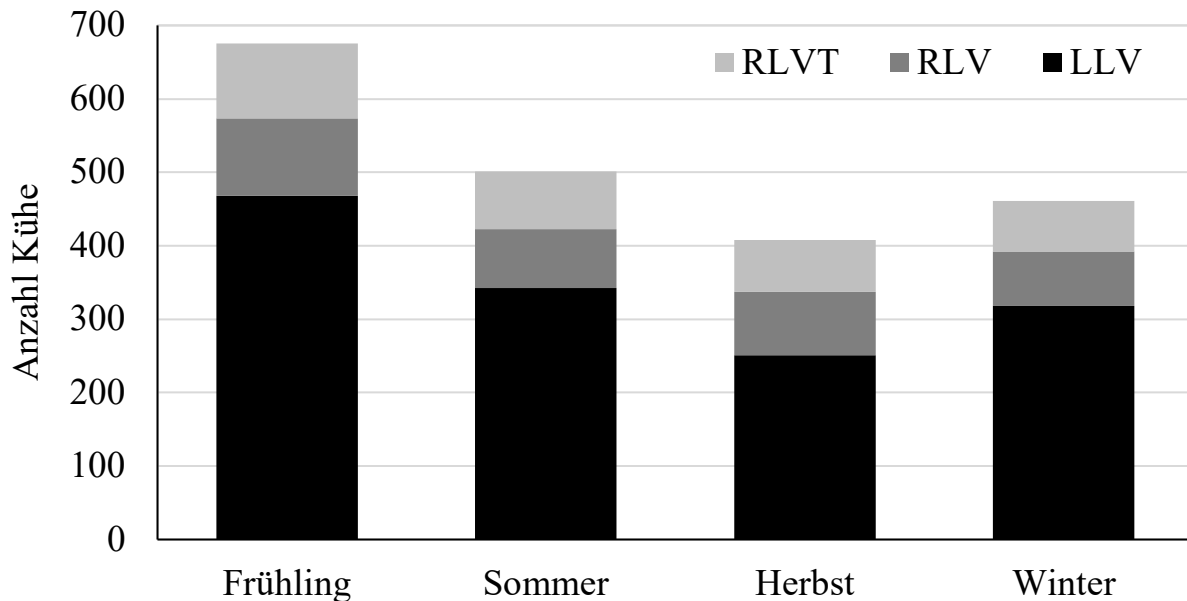


Abb. 1: Jahreszeitliche Verteilung der Erkrankung bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

6.2.5. Laktationsstadium

In den ersten fünf Wochen post partum erkrankten signifikant mehr Kühe ($n = 1593$, 78.0 %) an einer Labmagenverlagerung als in allen anderen Zeitperioden ($P < 0.01$, Abb. 2). Während der gesamten Laktation erkrankten Kühe mit LLV ($n = 1177$, 92.3 %) signifikant häufiger im frühen Laktationsstadium (innerhalb der ersten sechs Wochen der Laktation) als Kühe mit RLV ($n = 235$, 86.5 %) und RLVT ($n = 207$, 80.5 %) ($P < 0.01$). Kühe mit RLV erkrankten ebenfalls signifikant häufiger in einem früheren Laktationsstadium als Kühe mit RLVT ($P < 0.05$). 71 Kühe (6.8 %) waren zum Zeitpunkt der Erkrankung trockenstehend (Monate 1 und 2 ante partum); die 3 Gruppen unterschieden sich, in Bezug auf den Erkrankungszeitpunkt der trockenstehenden Kühe, nicht signifikant.

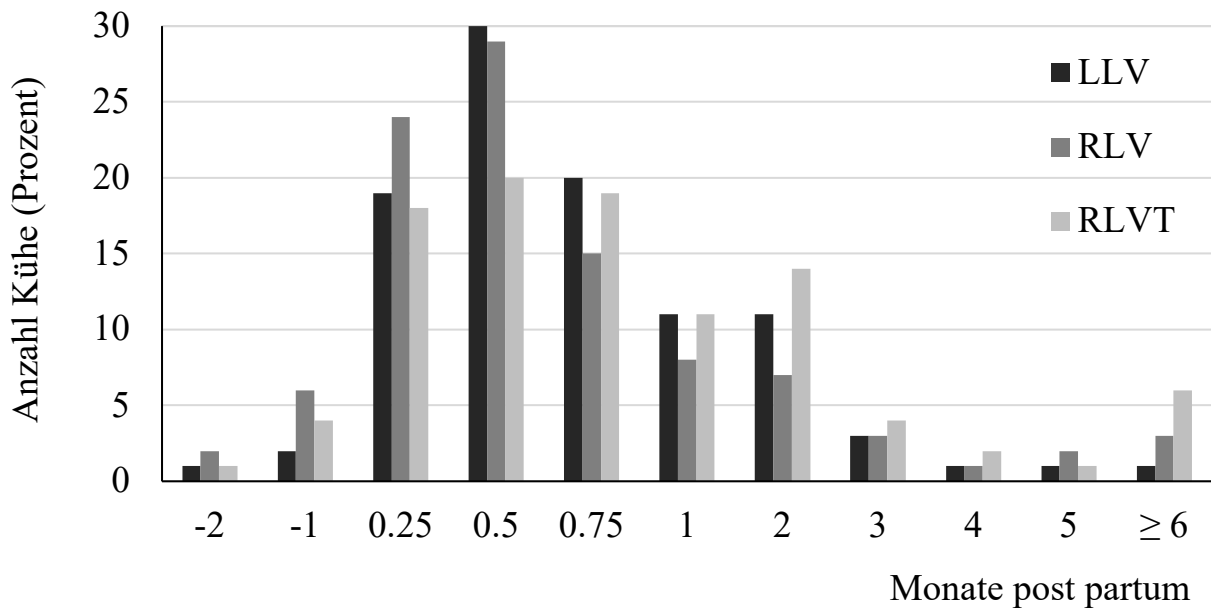


Abb. 2: Laktationsstadium bei 1398 Kühen mit LLV, 298 Kühen mit RLV und 270 Kühen mit RLVT

6.2.6. Trächtigkeitsstadium

86.0 % der Kühe waren laut Vorbericht nicht trächtig (Abb. 3). Bei den nicht-trächtigen Kühen war der Anteil an Tieren mit LLV signifikant grösser als derjenige von solchen mit RLV und RLVT ($P < 0.01$). Von den Kühen mit RLV waren 8.5 und von denen mit RLVT 5.5 % acht Monate oder länger trächtig.

6.2.7. Dauer der Erkrankung

Kühe mit LLV waren bei der Einlieferung ins Tierspital signifikant länger krank (Median = 3 Tage, 1 bis 28 Tage) als solche mit RLV (Median = 2 Tage, 1 bis 21 Tage) und RLVT (Median = 2 Tage, 1 bis 14 Tage) ($P < 0.01$). 59.8 bis 61.0 % der Kühe mit RLV und RLVT zeigten signifikant häufiger eine Krankheitsdauer von maximal 2 Tagen als Kühe mit LLV (Tab. 3). Bei 543 Kühen lagen keine oder unklare Angaben zur Krankheitsdauer vor.

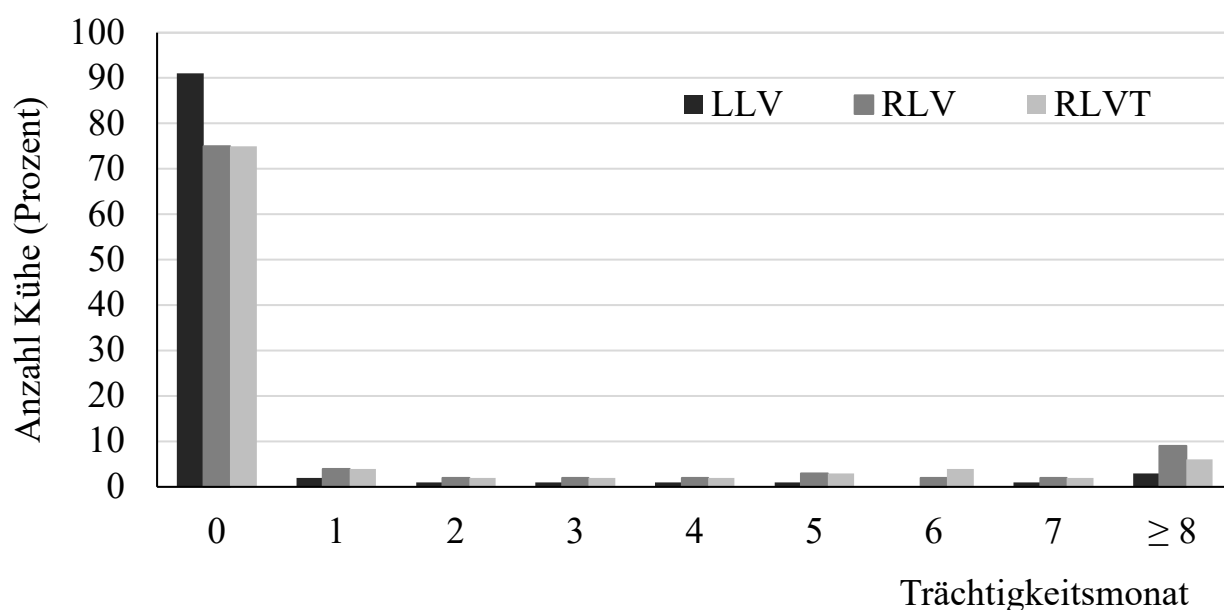


Abb. 3: Trächtigkeitsstadium bei 1371 Kühen mit LLV, 342 Kühen mit RLV und 308 Kühen mit RLVT

Tab. 3: Erkrankungsdauer bei 964 Kühen mit LLV, 285 Kühen mit RLV und 251 Kühen mit RLVT

Dauer (in Tagen)	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
≤ 2	389	40.3	174	61.0 ^a	150	59.8 ^a
3 bis 4	230	23.9	61	21.4	62	24.7
5 bis 6	97	10.1	20	7.0	18	7.2
7 bis 10	183	19.0	26	9.1	20	7.9
11 bis 14	59	6.1	3	1.1	1	0.4
> 14	6	0.6	1	0.4	0	0

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

6.2.8. Futteraufnahme und Milchrückgang

Die Futteraufnahme war vorberichtlich bei 1503 der Kühe (74.6 %) reduziert und bei 480 Kühen (23.8 %) aufgehoben (Tab. 4). Bei Kühen mit RLVT war sie signifikant häufiger aufgehoben als bei Kühen mit LLV (46.8 vs. 15.8 %, $P < 0.01$) und RLV (35.0 %, $P < 0.01$). Die Milchleistung war bei 55.0 % ($n = 995$) der erfassten laktierenden Kühe ($n = 1809$) reduziert. Die 3 Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 4: Futteraufnahme bei 1362 Kühen mit LLV, 340 Kühen mit RLV und 312 Kühen mit RLVT

Futteraufnahme	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal ($n = 31, 1.5\%$)	27	2.0	2	0.6	2	0.6
Reduziert ($n = 1503, 74.6\%$)	1120	82.2 ^a	219	64.4 ^b	164	52.6
Aufgehoben ($n = 480, 23.9\%$)	215	15.8	119	35.0 ^d	146	46.8 ^c

^a Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLVT: $P < 0.01$

^c Differenz zu RLV und LLV: $P < 0.01$

^d Differenz zu LLV: $P < 0.01$

6.3. Klinische Befunde bei der Eintrittsuntersuchung

6.3.1. Allgemeinbefinden

Das Allgemeinbefinden war bei 51.2 % der Kühe leicht-, bei 43.6 % mittel- und bei 4.7 % hochgradig gestört (Tab. 5, Abb. 4). Nur 0.5 % der Kühe zeigten ein ungestörtes Allgemeinbefinden. Bei den Kühen mit RLV und RLVT war das Allgemeinbefinden signifikant häufiger mittel- oder hochgradig gestört als bei Kühen mit LLV ($P < 0.01$).

Tab. 5: Störung des Allgemeinbefindens bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Störung des Allgemeinbefindens	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Ungestört (n = 11, 0.5 %)	8	0.6	1	0.3	2	0.6
Leichtgradig (n = 1047, 51.2 %)	827	59.9	143	41.4 ^{a,b}	77	24.2 ^a
Mittelgradig (n = 891, 43.6 %)	515	37.3	179	51.9 ^a	197	62.0 ^a
Hochgradig (n = 94, 4.7 %)	30	2.2	22	6.4 ^a	42	13.2 ^a

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLVT: $P < 0.01$

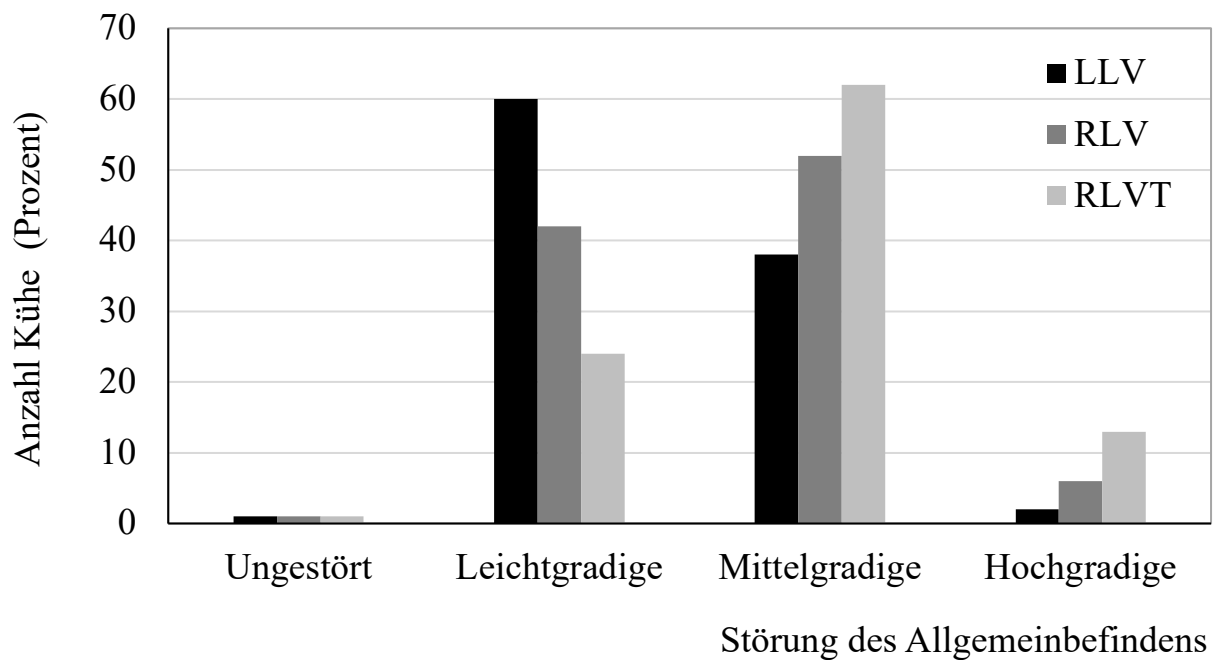


Abb. 4: Störung des Allgemeinbefindens bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

6.3.2. Haltung und Verhalten

Bei 5.8 % der Kühe wurden eine sägebockartige Haltung, bei 5.5 % ein aufgekürmter Rücken, bei 2.4 % eine laffenstützige Haltung, bei 2.1 % hängende Ohren, bei 1.0 % Festliegen, bei je 0.6 % ein aufgezozenes Abdomen und eine gestreckte Kopf-Hals-Haltung und bei 0.4 % ein hängender Kopf festgestellt (Tab. 6). Kühe mit RLV und RLVT wiesen signifikant häufiger eine sägebockartige Haltung und hängende Ohren auf als Kühe mit LLV ($P < 0.01$).

Kühe mit RLV und RLVT waren mit 13.3 und 14.5 % signifikant häufiger apathisch als Kühe mit LLV (6.2 %, $P < 0.01$, Tab. 7).

Tab. 6: Haltungsanomalien bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Haltungsanomalie	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Sägebockartige Haltung (n = 118, 5.8 %)	60	4.3	28	8.1 ^a	30	9.4 ^a
Aufgekürmter Rücken (n = 112, 5.5 %)	80	5.8	18	5.2	14	4.4
Laffenstützige Haltung (n = 50, 2.4 %)	36	2.6	8	2.3	6	1.9
Hängende Ohren (n = 42, 2.1 %)	16	1.2	13	3.8 ^a	13	4.1 ^a
Festliegen (n = 20, 1.0 %)	10	0.7	5	1.4	5	1.6
Aufgezogenes Abdomen (n = 12, 0.6 %)	9	0.7	2	0.6	1	0.3
Kopf und Hals gestreckt (n = 12, 0.6 %)	8	0.6	2	0.6	2	0.6
Hängender Kopf (n = 9, 0.4 %)	6	0.4	1	0.3	2	0.6

^aDifferenz zu LLV: $P < 0.01$

Tab. 7: Abnormes Verhalten bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Verhalten	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Reduziert (n = 548, 26.8 %)	307	22.2	118	34.2 ^a	123	38.7 ^a
Apathisch (n = 177, 8.7 %)	85	6.2	46	13.3 ^a	46	14.5 ^a

^aDifferenz zu LLV: P < 0.01

6.3.3. Schmerzsymptome

Die häufigste Schmerzäußerung war bei 301 Kühen (14.7 %) Zähneknirschen, gefolgt von Koliksymptomen bei 7.2 %, Muskelzittern bei 3.7 % und spontanem Stöhnen bei 1.9 % (Tab. 8). Kühe mit RLV und RLVT zeigten häufiger Koliksymptome und Kühe mit RLVT häufiger spontanes Stöhnen als Kühe mit LLV (P < 0.01).

Tab. 8: Schmerzsymptome bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Schmerzsymptom	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Zähneknirschen (n = 301, 14.7 %)	213	15.4	47	13.6	41	12.9
Koliksymptome (n = 147, 7.2 %)	67	4.9	39	11.3 ^a	41	12.9 ^a
Muskelzittern (n = 75, 3.7 %)	46	2.3	15	0.7	14	0.7
Spontanes Stöhnen (n = 38, 1.9 %)	18	1.3	8	2.3	12	3.8 ^a

^aDifferenz zu LLV: P < 0.01

6.3.4. Urämischer Geruch aus der Maulhöhle

Kühe mit RLVT wiesen mit 26.4 % (n = 84) signifikant häufiger einen urämischen Geruch aus der Maulhöhle auf als solche mit LLV (17.8 %, n = 246, P < 0.01).

Bei Kühen mit RLV wurde dieser Befund bei 22.0 % (n = 76) der Fälle festgestellt.

6.3.5. Herz/Kreislauf

Herzfrequenz

Die Herzfrequenz von Kühen mit Labmagenverlagerung lag zwischen 36 und 160 Schlägen pro Minute (Tab. 9). Bei Kühen mit RLVT war die mittlere Herzfrequenz mit 88 (Median) signifikant höher als bei solchen mit LLV und RLV (Median = 80) ($P < 0.01$). Kühe mit RLVT wiesen mit 20.4 % signifikant häufiger eine mittelgradig erhöhte Herzfrequenz als Kühe mit LLV (9.3 %) und RLV (10.4 %) auf ($P < 0.01$) (Tab. 10).

Tab. 9: Herzfrequenz, Atemfrequenz und rektale Temperatur bei 1379 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Medianwerte und Schwankungsbreiten)

Parameter	LLV	RLV	RLVT
Herzfrequenz (Schläge/Min.) (n = 2042)	80 (36 – 156) (n = 1379)	80 (42 – 160) (n = 345)	88 ^a (52 – 152) (n = 318)
Atemfrequenz (Atemzüge/Min.) (n = 2037)	28 (12 – 120) (n = 1377)	28 (12 – 100) (n = 344)	28 (12 – 72) (n = 316)
Rektaltemperatur (°C) (n = 2030)	39.0 ^b (37.1 – 41.8) (n = 1375)	38.9 (36.6 – 41.6) (n = 343)	38.8 (36.1 – 40.9) (n = 312)

^a Differenz zu LLV und RLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

Tab. 10: Herzfrequenz bei 1379 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Herzfrequenz	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal (60 – 80/Min.) (n = 957, 46.9 %)	681	49.4	166	48.1	110	34.6
Erniedrigt (< 60/Min.) (n = 52, 2.6 %)	31	2.2	12	3.5	9	2.8
Leichtgradig erhöht (81 – 100/Min.) (n = 746, 36.5 %)	515	37.4	117	33.9	114	35.9
Mittelgradig erhöht (101 – 120/Min.) (n = 229, 11.2 %)	128	9.3	36	10.4	65	20.4 ^a
Stark erhöht (> 120/Min.) (n = 58, 2.8 %)	24	1.7	14	4.1	20	6.3

^a Differenz zu LLV und RLV: $P < 0.01$

Periphere Wärme

Die periphere Wärme war bei 679 Kühen mit Labmagenverlagerung reduziert (Tab. 11), wobei dies bei Kühen mit RLVT signifikant häufiger der Fall war als bei solchen mit RLV und LLV und bei solchen mit RLV signifikant häufiger als bei solchen mit LLV ($P < 0.01$).

Episkleralgefäße

Die Episkleralgefäße waren bei 19.2 % (n = 389) der Kühe mit Labmagenverlagerung unauffällig, bei 44.7 % (n = 905) leicht-, bei 32 % (n = 648) mittel- und bei 3.9 % (n = 79) hochgradig injiziert. Bei 0.2 % (n = 5) waren die Episkleralgefäße verwaschen. Die drei Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.

Tab. 11: Periphere Wärme bei 1360 Kühen mit LLV, 342 Kühen mit RLV und 313 Kühen mit RLVT

Periphere Wärme	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal (n = 1327, 65.9 %)	1002	73.6	190	55.5	135	43.1
Reduziert (n = 679, 33.7 %)	353	26.0	151	44.2 ^b	175	55.9 ^a
Ver mehrt warm (n = 9, 0.4 %)	5	0.4	1	0.3	3	1.0

^a Differenz zu RLV und LLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu LLV: $P < 0.01$

Maulschleimhaut

Die Maulschleimhaut war bei 86.5 % der Kühe blass-rosa, bei 6.1 % gerötet, bei 5.3 % blass, bei 1.1 % zyanotisch, bei 0.8 % verwaschen und bei 0.2 % gelblich (Tab. 12). Kühe mit RLVT und RLV wiesen signifikant häufiger eine blasse Maulschleimhaut auf (9.8 und 8.2 %) als solche mit LLV (3.6 %, $P < 0.01$).

Tab. 12: Maulschleimhaut bei 1374 Kühen mit LLV, 342 Kühen mit RLV und 315 Kühen mit RLVT

Maulschleimhaut	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Blass-rosa (n = 1754, 86.5 %)	1208	87.9	293	85.7	253	80.3
Gerötet (n = 124, 6.1 %)	87	6.3	16	4.6	21	6.7
Blass (n = 108, 5.3 %)	49	3.6	28	8.2 ^a	31	9.8 ^a
Zyanotisch (n = 23, 1.1 %)	14	1.0	3	0.9	6	1.9
Verwaschen (n = 17, 0.8 %)	12	0.9	1	0.3	4	1.3
Gelblich (n = 5, 0.2 %)	4	0.3	1	0.3	0	0

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

Atemfrequenz

Alle drei Gruppen wiesen eine mittlere Atemfrequenz von 28 (Median) Atemzügen pro Minute auf (Tab. 9). Dabei lag die Schwankungsbreite zwischen 12 und 120 Atemzügen pro Minute. Die Atemfrequenz war bei 1.7 % der Kühe erniedrigt, bei 27.2 % leicht-, bei 17.1 % mittel- und bei 9.2 % stark erhöht (Tab. 13). Bei 4.5 % der Kühe (n = 91) war die Atmung betont oberflächlich.

Tab. 13: Atemfrequenz bei 1377 Kühen mit LLV, 344 Kühen mit RLV und 316 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Atemfrequenz	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal (15 – 25/Min.) (n = 913, 44.8 %)	621	45.1	144	41.9	148	46.8
Erniedrigt (< 15/Min.) (n = 34, 1.7 %)	21	1.5	7	2.0	6	1.9
Leichtgradig erhöht (26 – 35/Min.) (n = 555, 27.2 %)	372	27.0	103	29.9	80	25.3
Mittelgradig erhöht (36 – 45/Min.) (n = 347, 17.1 %)	228	16.6	64	18.6	55	17.4
Stark erhöht (> 45/Min.) (n = 188, 9.2 %)	135	9.8	26	7.6	27	8.6

6.3.6. Rektale Temperatur

Die Medianwerte der rektalen Temperatur lagen bei den drei Gruppen zwischen 38.8 und 39.0 °C (Tab. 9). Die Häufigkeitsverteilungen der normalen und erhöhten Temperaturen unterschieden sich nicht signifikant (Tab. 14). Kühe mit RLV und RLVT wiesen jedoch mit 18.4 und 25.3 % der Fälle signifikant häufiger Untertemperatur auf als LLV-Kühe (11.3 %, $P < 0.01$).

Tab. 14: Rektale Temperatur bei 1375 Kühen mit LLV, 343 Kühen mit RLV und 312 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Rektale Temperatur	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal (38.4 – 38.9 °C) (n = 738, 36.3 %)	510	37.1	125	36.4	103	33.0
Erniedrigt (< 38.4 °C) (n = 298, 14.7 %)	156	11.3	63	18.4 ^a	79	25.3 ^a
Leichtgradig erhöht (39.0 – 39.4 °C) (n = 711, 35.0 %)	508	36.9	107	31.2	96	30.8
Mittelgradig erhöht (39.5 – 40.0 °C) (n = 235, 11.6 %)	170	12.4	37	10.8	28	9.0
Stark erhöht (> 40.0 °C) (n = 48, 2.4 %)	31	2.3	11	3.2	6	1.9

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

6.3.7. Befunde am Abdomen

Abdomenform

Bei 23.0 % (n = 297) der LLV-Kühe war links eine deutliche Vorwölbung der Flanke zu sehen. Eine Vorwölbung der rechten Flanke wurde bei 17.6 % (n = 55) der Kühe mit RLVT signifikant häufiger beobachtet als bei Kühen mit RLV (9.2 %, n = 30, $P < 0.01$). Kühe mit RLVT und RLV wiesen mit 8.0 (n = 25) und 4.0 % (n = 13) signifikant häufiger ein vergrößertes Abdomen auf als LLV-Kühe mit 1.2 % (n = 15, $P < 0.01$). Der Unterschied zwischen RLVT und RLV war ebenfalls signifikant ($P < 0.05$).

Bauchdecke

Mit 49.6 (n = 168) und 61.9 % (n = 193) wiesen die an RLV und RLVT erkrankten Kühe signifikant häufiger eine erhöhte Bauchdeckenspannung auf als die an LLV erkrankten mit 29.0 % (n = 393, P < 0.01). Auch die Differenz zwischen RLV und RLVT war signifikant (P < 0.01).

Pansenmotorik, -füllung und -schichtung

Die Pansenmotorik war bei 9.7 % (n = 197) der untersuchten Kühe normal, bei 45.9 % (n = 937) reduziert und bei 43.9 % (n = 896) aufgehoben (Tab. 15). Die drei Gruppen unterschieden sich in Bezug auf die Pansenmotorik nicht signifikant.

Tab. 15: Pansenmotorik, -füllung und -schichtung bei 1377 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Befund	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Pansenmotorik (n = 2040)						
Normal (2/3') (n = 197)	121	8.8	43	12.5	33	10.4
Reduziert (n = 937)	617	44.8	175	50.7	145	45.6
Aufgehoben (n = 896)	633	46.0	124	35.9	139	43.7
Hypermotorik (n = 10)	6	0.4	3	0.9	1	0.3
Pansenfüllung (n = 2011)						
Normal (n = 340)	208	15.4	63	18.4	69	21.9
Reduziert (n = 1532)	1091	80.6 ^a	244	71.1 ^b	197	62.5
Übermässig voll (n = 45)	14	1.0	13	3.8 ^c	18	5.7 ^c
Tympanisch (n = 94)	40	3.0	23	6.7 ^c	31	9.9 ^c

Fortsetzung Tab. 15

Befund	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Pansenschichtung (n = 1984)						
Normal (n = 328)	209	15.7	63	18.5	56	18.1
Reduziert (n = 1213)	861	64.4 ^a	184	54.1	168	54.4
Aufgehoben (n = 443)	265	19.9	93	27.4 ^c	85	27.5 ^c

^a Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLVT: $P < 0.05$

^c Differenz zu LLV: $P < 0.01$

Kühe mit LLV wiesen mit 80.6 % signifikant häufiger eine reduzierte Pansenfüllung auf als solche mit RLV (71.1 %) und RLVT (62.5 %) ($P < 0.01$). Der prozentuale Unterschied war auch zwischen RLV- und RLVT-Kühen signifikant. Bei Kühen mit LLV war die Pansenschichtung im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen signifikant häufiger reduziert (Tab.15).

6.3.8. Fremdkörperschmerzproben

Die Schmerzperkussion, die Stabprobe und der Rückengriff waren bei 96.0, 83.6 und 79.0 % aller Kühe mit Labmagenverlagerung negativ und nur bei 1.2, 8.3 und 10.9 % positiv (Tab. 16). Ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Häufigkeitsverteilung wurde nur beim Rückengriff festgestellt, der bei RLV häufiger positiv war als bei LLV ($P < 0.01$) und RLVT ($P < 0.05$).

Bei 83.3 % der untersuchten Kühe waren alle 3 Fremdkörperschmerzproben negativ oder fraglich positiv und bei 0.5 % waren alle 3 Proben positiv (Tab. 17). Mindestens eine positive Probe war bei Kühen mit LLV in 16.1 %, bei RLV in 20.2 % und bei RLVT in 15.5 % zu beobachten.

Tab. 16: Schmerzperkussion, Stabprobe und Rückengriff bei 1351 Kühen mit LLV, 337 Kühen mit RLV und 308 Kühen mit RLVT

Fremdkörperschmerzprobe		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Schmerzperkussion (n = 1988)	Negativ (n = 1908, 96.0 %)	1290	95.7	322	96.1	296	97.0
	Positiv (n = 25, 1.2 %)	19	1.4	3	0.9	3	1.0
	Fraglich positiv (n = 55, 2.8 %)	39	2.9	10	3.0	6	2.0
Stabprobe (n = 1945)	Negativ (n = 1627, 83.6 %)	1093	82.7	281	85.9	253	85.5
	Positiv (n = 161, 8.3 %)	117	8.8	20	6.1	24	8.1
	Fraglich positiv (n = 157, 8.1 %)	112	8.5	26	8.0	19	6.4
Rückengriff (n = 1996)	Negativ (n = 1576, 79.0 %)	1081	80.0	248	73.6	247	80.2
	Positiv (n = 218, 10.9 %)	133	9.8	55	16.3 ^{ab}	30	9.7
	Fraglich positiv (n = 202, 10.1 %)	137	10.2	34	10.1	31	10.1

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLVT: P < 0.05

Tab. 17: Zusammenfassende Auswertung der Fremdkörperschmerzproben bei 1324 Kühen mit LLV, 331 Kühen mit RLV und 297 Kühen mit RLVT

Fremdkörperschmerzprobe	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Nur Rückengriff positiv (n = 154, 7.9 %)	89	6.7	45	13.6 ^a	20	6.7
Nur Schmerzperkussion positiv (n = 6, 0.3 %)	2	0.1	2	0.6	2	0.7
Nur Stabprobe positiv (n = 98, 5.0 %)	75	5.7	10	3.0	13	4.4
Zwei von drei Proben positiv (n = 58, 3.0 %)	38	2.9	9	2.7	11	3.7
Alle Proben positiv (n = 10, 0.5 %)	9	0.7	1	0.3	0	0
Mindestens eine Probe positiv (n = 326, 16.7 %)	213	16.1	67	20.2	46	15.5
Alle Proben negativ oder fraglich positiv (n = 1626, 83.3 %)	1111	83.9	264	79.8	251	84.5

^a Differenz zu LLV und RLVT: $P < 0.01$

6.3.9. Doppelauskultation

Die Doppelauskultation des Pansens war bei 64.6 % (n = 881) der LLV-Kühe negativ, bei 9.6 % (n = 130) positiv (normal) und bei 25.8 % (n = 352) wegen Pansenatonie nicht beurteilbar. Bei den Kühen mit RLV und RLVT war sie in 3.2 (n = 11) und 4.4 % (n = 14) negativ, in 67.3 (n = 321) und 64.4 % (n = 204) positiv und in 29.5 (n = 101) und 31.2 % (n = 99) nicht beurteilbar.

6.3.10. Spontane Labmagengeräusche

Spontane Labmagengeräusche waren links bei 27.9 % (n = 380) der Kühe mit LLV und rechts bei 10.2 % (n = 35) der Kühe mit RLV und 12.3 % (n= 39) der Kühe mit RLVT zu auskultieren. Auf der linken Seite waren spontane Labmagengeräusche signifikant häufiger zu hören als auf der rechten (P < 0.01).

6.3.11. Schwing- und Perkussionsauskultation

Die Schwing- und Perkussionsauskultation des Abdomens waren links bei Kühen mit LLV in 76.1 % und rechts bei Kühen mit RLV und RLVT in 93.6 und 97.8 % positiv (Tab. 18). Beide Proben negativ waren links bei 3.0 % der LLV- und rechts bei 1.4 und 0.6 % der RLV- und RLVT-Kühe. In den restlichen Fällen waren entweder nur die Perkussions- oder nur die Schwingauskultation positiv. In 33.2 % der Fälle waren die Perkussions- und/oder die Schwingauskultation bei Kühen mit LLV auch rechts und in 2.4 bzw. 1.9 % bei Kühen mit RLV bzw. RLVT auch links positiv.

Tab. 18: Schwing- und Perkussionsauskultation bei 1379 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Schwing- und Perkussionsauskultation links bzw. rechts	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Beide Proben negativ						
Links (n = 690)	41	3.0	337	97.7	312	98.1
Rechts (n = 928)	921	66.8	5	1.4	2	0.6
Nur PA positiv						
Links (n = 281)	276	20.0	3	0.9	2	0.6
Rechts (n = 140)	126	9.1	12	3.5	2	0.6

Fortsetzung Tab. 18

Schwing- und Perkussionsauskultation links bzw. rechts	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Nur SA positiv						
Links (n = 14)	13	0.9	1	0.3	0	0
Rechts (n = 154)	146	10.6	5	1.4	3	0.9
Beide Proben positiv						
Links (n = 1057)	1049	76.1	4	1.2	4	1.3
Rechts (n = 820)	186	13.5	323	93.6	311	97.8

PA Perkussionsauskultation, SA Schwingauskultation

6.3.12. Kotbefunde

Die Kotmenge im Rektum war bei 51.8 % der Kühe vermindert und bei 9.5 % war im Rektum kein Kot vorhanden (Tab. 19). Weitere auffällige Befunde waren ein übler Geruch bei 27.6 % und eine dunkle bis schwarze Kotfarbe bei 11.2 %. Bei Kühen mit RLV und RLVT wurden diese Befunde signifikant häufiger beobachtet als bei Kühen mit LLV ($P < 0.01$). LLV-Kühe wiesen mit 30.3 % signifikant häufiger einen mässig bis schlecht verdauten Kot als RLV- und RLVT-Kühe (24.1 und 23.2 %) auf.

Bei 46.9 % war der Kot breiig (normal). Bei den restlichen 53.1 % ($n = 978$) war die Kotkonsistenz verändert. Bei 19.7 % war der Kot dünnbreiig, bei 17.1 % dickbreiig, bei 8.5 % flüssig, bei 5.8 % schmierig-pastös und bei 2.0 % zweiphasig. Kühe mit RLV und RLVT wiesen signifikant häufiger flüssigen Kot als solche mit LLV auf und RLVT-Kühe zeigten mit 11.8 % signifikant häufiger schmierig-pastösen Kot als Kühe mit LLV und RLV (4.6 und 5.8 %).

Tab. 19: Kotbefunde bei 1374 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 317 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Kotbefund		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Menge (n = 2036)	Normal (n = 745, 36.6 %)	623	45.3	66	19.1	56	17.7
	Vermindert (n = 1054, 51.8 %)	639	46.5	225	65.2 ^a	190	59.9 ^a
	Kein Kot (n = 193, 9.5 %)	78	5.7	51	14.8 ^a	64	20.2 ^a
	Vermehrt (n = 44, 2.2 %)	34	2.5	3	0.9	7	2.2
Geruch (n = 1850)	Normal (n = 1340, 72.4 %)	1000	77.1	183	61.8	157	61.1
	Übelriechend (n = 510, 27.6 %)	297	22.9	113	38.2 ^a	100	38.9 ^a
Farbe (n = 1854)	Oliv (n = 1642, 88.6 %)	1215	93.6	231	78.3	196	75.1
	Dunkel bis schwarz (n = 208, 11.2 %)	80	6.2	64	21.7 ^a	64	24.5 ^a
	Sonstige (n = 4, 0.2 %)	3	0.2	0	0	1	0.4
Zerkleinerung (n = 1760)	Gut (n = 1263, 71.8 %)	854	69.7	217	75.9	192	76.8
	Mässig bis schlecht (n = 497, 28.2 %)	370	30.3 ^{bc}	69	24.1	58	23.2

Fortsetzung Tab. 19

Parameter		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Konsistenz (n = 1843)	Breiiig (normal) (n = 865, 46.9 %)	644	49.7	122	41.5	99	39.0
	Dünnbreiiig (n = 363, 19.7 %)	263	20.3	59	20.0	41	16.1
	Dickbreiiig/trocken (n = 315, 17.1 %)	218	16.8	55	18.7	42	16.5
	Flüssig (n = 157, 8.5 %)	90	7.0	34	11.6 ^a	33	13.0 ^a
	Schmierig-pastös (n = 107, 5.8 %)	60	4.6	17	5.8	30	11.8 ^{ac}
	Zweiphasig (n = 36, 2.0 %)	20	1.6	7	2.4	9	3.6

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLVT: P < 0.01

^c Differenz zu RLV: P < 0.05

6.3.13. Rektalbefunde

Die rektale Untersuchung ergab bei 38.4 % (n = 122) der Kühe mit RLVT, bei 27.5 % (n = 95) mit RLV und bei 20.1 % (n = 277) mit LLV abnorme Befunde. Bei 8.4 % (n = 172) der Kühe war der Labmagen als aufgegastrtes Hohlorgan tastbar, wobei dieser Befund bei Kühen mit RLVT und RLV signifikant häufiger vorkam als bei Kühen mit LLV (Tab. 20). Bei 7.4 % (n = 152) der Kühe wies der Pansen eine ausgesprochen derbe Konsistenz auf, bei 6.2 % (n = 127) reichte er weit über die Mitte nach rechts und bei 2.1 % (n = 43) war der Unterdruck reduziert oder aufgehoben. Ein nach rechts reichender Pansen wurde bei Kühen mit LLV häufiger beobachtet als bei Kühen mit RLV und RLVT (P < 0.01).

Tab. 20: Rektalbefunde bei 1379 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Rektalbefund	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Labmagen als aufgegastrtes Hohlorgan tastbar (n = 172; 8.4 %)	20	1.5	61	17.7 ^a	91	28.6 ^{a,b}
Pansen derb eindrückbar (n = 152; 7.4 %)	109	7.9	22	6.4	21	6.6
Pansen weit nach medial reichend (n = 127; 6.2 %)	117	8.5 ^c	6	1.7	4	1.3
Unterdruck reduziert/ aufgehoben (n = 43; 2.1 %)	31	2.3	6	1.7	6	1.9

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLV: P < 0.01

^c Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

6.4. Blutbefunde

6.4.1. Hämatokrit

Der mittlere Hämatokrit (Medianwert) betrug 35 % und variierte zwischen 35 und 38 % (Tab. 21). Der Hämatokrit der Kühe mit RLVT war signifikant höher als derjenige der Kühe mit RLV und LLV. Bei 6.0 bis 10.1 % der Kühe war der Hämatokrit erniedrigt und bei 44.2 bis 62.9 % erhöht (Tab. 22). Kühe mit RLVT und RLV wiesen signifikant häufiger eine Hämokonzentration auf als Kühe mit LLV ($P < 0.01$, Tab. 22).

Tab. 21: Hämatokrit, Leukozyten, Plasmaprotein, Fibrinogen und Glutaltest bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Medianwerte und Schwankungsbreiten)

Parameter	LLV	RLV	RLVT
Hämatokrit (%) (n = 2043)	35 (17 – 54) (n = 1380)	37 ^a (11 – 55) (n = 345)	38 ^{a,b} (14 – 55) (n = 318)
Leukozyten (/μl) (n = 2037)	7'400 (600 – 32'300) (n = 1376)	7'900 ^a (2'300 – 42'500) (n = 345)	9'150 ^{a,c} (2'900 – 41'800) (n = 316)
Neutrophile (/μl) (n = 669)	6'900 (160 – 21'680) (n = 422)	8'380 ^a (570 – 38'675) (n = 123)	8'740 ^a (90 – 33'890) (n = 124)
Plasmaprotein (g/l) (n = 2032)	76 (41 – 111) (n = 1371)	75 (44 – 112) (n = 344)	78 (46 – 118) (n = 317)
Fibrinogen (g/l) (n = 2029)	6.0 (1 – 18) (n = 1368)	6.0 (1 – 15) (n = 344)	6.0 ^d (1 – 14) (n = 317)
Glutaltest (Min.) (n = 1839)	10.0 (0.5 – 60) (n = 1238)	10.0 (2 – 40) (n = 317)	10.0 (1.5 – 40) (n = 284)

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLV: P < 0.05

^c Differenz zu RLV: P < 0.01

^d Differenz zu LLV: P < 0.05

Tab. 22: Hämatokrit, Leukozyten, Plasmaprotein, Fibrinogen und Glutaltest bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Parameter		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Hämatokrit (n = 2043)	Normal (30 – 35 %) (n = 844, 41.3 %)	631	45.7	114	33.0	99	31.1
	Erniedrigt (11 – 29 %) (n = 181, 8.9 %)	139	10.1 ^a	23	6.6	19	6.0
	Erhöht (36 – 55 %) (n = 1018, 49.8 %)	610	44.2	208	60.3 ^b	200	62.9 ^b
Leukozyten (n = 2037)	Normal (5'000 – 10'000/μl) (n = 1255, 61.6 %)	875	63.6	209	60.6	171	54.1
	Erniedrigt (600 – 4'999/μl) (n = 259, 12.7 %)	202	14.7 ^c	38	11.0 ^a	19	6.0
	Erhöht (10'101 – 42'500/μl) (n = 523, 25.7 %)	299	21.7	98	28.4 ^b	126	39.9 ^d
Neutrophile (n = 669)	Normal (1'230 – 3'350/μl) (n = 142, 21.2 %)	106	25.1	22	17.9	14	11.3
	Erniedrigt (90 – 1'229/μl) (n = 65, 9.7 %)	52	12.3 ^a	9	7.3	4	3.2
	Erhöht (3'351 – 33'890/μl) (n = 462, 69.1 %)	264	62.6	92	74.8 ^b	106	85.5 ^b

Fortsetzung Tab. 22

Parameter		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Plasmaprotein (n = 2032)	Normal (60 – 80 g/l) (n = 1364, 67.1 %)	924	67.4	238	69.2	202	63.7
	Erniedrigt (41 – 59 g/l) (n = 74, 3.7 %)	47	3.4	18	5.2	9	2.9
	Erhöht (81 – 118 g/l) (n = 594, 29.2 %)	400	29.2	88	25.6	106	33.4
Fibrinogen (n = 2029)	Normal (4 – 7 g/l) (n = 1271, 62.6 %)	848	62.0	219	63.7	204	64.4
	Erniedrigt (1 – 3 g/l) (n = 271, 13.4 %)	200	14.6	42	12.2	29	9.1
	Erhöht (8 – 18 g/l) (n = 487, 24.0 %)	320	23.4	83	24.1	84	26.5
Glutaltest (n = 1839)	Normal (≥ 10 Minuten) (n = 1382, 75.1 %)	917	74.1	249	78.5	216	76.1
	Leichtgradig verkürzt (6.1 – 9.9 Minuten) (n = 171, 9.3 %)	110	8.9	31	9.8	30	10.6
	Mittelgradig verkürzt (3.1 – 6.0 Minuten) (n = 193, 10.5 %)	143	11.5	26	8.2	24	8.4
	Hochgradig verkürzt (≤ 3 Minuten) (n = 93, 5.1 %)	68	5.5	11	3.5	14	4.9

^a Differenz zu RLVT: P < 0.05

^b Differenz zu LLV: P < 0.01

^c Differenz zu RLVT: P < 0.01

^d Differenz zu LLV und RLV: P < 0.01

6.4.2. Gesamtleukozyten und neutrophile Granulozyten

Die mittlere Leukozytenzahl (Medianwert) betrug 7'700/ μ l und variierte zwischen 7'400 und 9'150/ μ l Blut (Tab. 21). 12.7 % wiesen eine Leukopenie und 25.7 % eine Leukozytose auf (Tab. 22). Die Leukozytenzahl der Kühe mit RLV und RLVT war signifikant höher (Tab. 21) sowie signifikant öfter erhöht als diejenige der Kühe mit LLV (Tab. 22). Die mittlere Zahl der neutrophilen Granulozyten (Median) lag bei 7'552/ μ l und variierte zwischen 6'900 und 8'740/ μ l (Tab. 21). Kühe mit RLV und RLVT wiesen signifikant häufiger eine Neutrophilie auf als Kühe mit LLV (Tab. 22).

6.4.3. Plasmaprotein, Fibrinogen und Glutaltest

Die mittlere Plasmaproteinkonzentration (Median) betrug 76 g/l und variierte bei den 3 Gruppen zwischen 75 und 78 g/l (Tab. 21). Bei 25.6 bis 33.4 % der Kühe lag eine Hyperproteinämie vor (Tab. 22). Die mittlere Fibrinogenkonzentration (Median) der drei Gruppen betrug 6.0 g/l (Tab. 21). Sie war bei 13.4 % erniedrigt und bei 24.0 % erhöht (Tab. 22). Bei Kühen mit RLVT war die Fibrinogenkonzentration signifikant niedriger als bei Kühen mit LLV (Tab. 21). Der mittlere Glutaltest der drei Gruppen betrug 10 Minuten (Tab. 21). Bei 24.9 % (n = 457) der Kühe war er verkürzt (< 10 Minuten) (Tab. 22).

6.4.4. Bilirubin, Enzyme, Harnstoff

Die Bilirubinkonzentration (Median) lag zwischen 10.5 und 13.1 μ mol/l und war bei Kühen mit LLV signifikant höher (Tab. 23) sowie signifikant öfter erhöht (Tab. 24) als bei solchen mit RLV und RLVT ($P < 0.01$). Die mittlere SDH-Aktivität der RLV- und RLVT-Kühe war höher als diejenige der LLV-Kühe ($P < 0.01$, Tab. 23). 97.6 % wiesen eine erhöhte SDH-Aktivität auf (Tab. 24). Die Aktivitäten der Enzyme ASAT, γ -GT und GLDH waren bei 61.1 bis 83.8 % erhöht (Tab. 24), wobei die Kühe mit RLV und RLVT bei allen vier Enzymen höhere

Aktivitäten als diejenigen mit LLV aufwiesen (Tab. 23). Bei Kühen mit RLV und RLVT waren die Enzyme ASAT, γ -GT und GLDH signifikant häufiger erhöht als bei solchen mit LLV (Tab. 24). Die Harnstoffkonzentration war bei 21.4 % der Kühe mit LLV, bei 43.1 % der Kühe mit RLV und bei 60.1 % der Kühe mit RLVT erhöht (Tab. 24); die Konzentrationen unterschieden sich signifikant (Tab. 23).

Tab. 23: Bilirubin, Enzyme und Harnstoff bei 1378 Kühen mit LLV, 343 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Medianwerte und Schwankungsbreiten)

Parameter	LLV	RLV	RLVT
Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) (n = 2027)	13.1 ^a (1.4 – 172.3) (n = 1371)	11.7 (0.5 – 87.3) (n = 339)	10.5 (0.2 – 170.5) (n = 316)
SDH (U/l) (n = 1459)	32.4 (0.1 – 893) (n = 973)	79.7 ^b (1.6 – 1994) (n = 254)	77.1 ^b (0.7 – 2450) (n = 232)
ASAT (U/l) (n = 2039)	146 (43 – 1729) (n = 1378)	190 ^b (21 – 1836) (n = 343)	179 ^b (58 – 2023) (n = 318)
γ -GT (U/l) (n = 2039)	31 (8 – 922) (n = 1378)	53 ^b (7 – 1076) (n = 343)	65 ^{b,c} (1 – 710) (n = 318)
GLDH (U/l) (n = 1476)	52.0 (2 – 1112) (n = 982)	156.5 ^b (3 – 2923) (n = 256)	145.5 ^b (2 – 1883) (n = 238)
Harnstoff (mmol/l) (n = 2038)	4.8 (0.6 – 58.6) (n = 1377)	6.1 ^b (1.7 – 47.0) (n = 343)	7.6 ^d (1.6 – 53.0) (n = 318)

^a Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

^b Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^c Differenz zu RLV: $P < 0.05$

^d Differenz zu LLV und RLV: $P < 0.01$

Tab. 24: Bilirubin, Enzyme und Harnstoff bei 1378 Kühen mit LLV, 343 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Parameter		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Bilirubin (n = 2026)	Normal (bis 6.5 µmol/l) (n = 280, 13.8 %)	146	10.6	62	18.3	72	22.8
	Erhöht (6.6 – 172.3 µmol/l) (n = 1746, 86.2 %)	1225	89.4 ^a	277	81.7	244	77.2
SDH (n = 1459)	Normal (bis 7.6 U/l) (n = 35, 2.4 %)	21	2.2	7	2.8	7	3.0
	Erhöht (7.7 – 2450 U/l) (n = 1424, 97.6 %)	952	97.8	247	97.2	225	97.0
ASAT (n = 2039)	Normal (bis 103 U/l) (n = 392, 19.2 %)	301	21.8	53	15.5	38	11.9
	Erhöht (104 – 2023 U/l) (n = 1647, 80.8 %)	1077	78.2	290	84.5 ^b	280	88.1 ^b
γ-GT (n = 2039)	Normal (bis 30 U/l) (n = 794, 38.9 %)	674	48.9	72	20.9	48	15.1
	Erhöht (31 – 1076 U/l) (n = 1245, 61.1 %)	703	51.1	272	79.1 ^b	270	84.9 ^b
GLDH (n = 1476)	Normal (bis 25.0 U/l) (n = 239, 16.2 %)	205	20.9	21	8.2	13	5.5
	Erhöht (26 – 2923 U/l) (n = 1237, 83.8 %)	777	79.1	235	91.8 ^b	225	94.5 ^b

Fortsetzung Tab. 24

Parameter		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Harnstoff (n = 2038)	Normal (bis 6.5 mmol/l) (n = 1404, 68.9 %)	1082	78.6	195	56.9	127	39.9
	Erhöht 6.6 – 58.6 mmol/l) (n = 634, 31.1 %)	295	21.4	148	43.1 ^b	191	60.1 ^c

^a Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

^b Differenz zu LLV: P < 0.01

^c Differenz zu RLV und LLV: P < 0.01

6.4.5. Elektrolyte

Die mittleren Elektrolytkonzentrationen waren normal (Chlorid 96 mmol/l, Kalzium 2.1 mmol/l, anorganisches Phosphat 1.3 mmol/l, Magnesium 0.9 mmol/l) oder leicht erniedrigt (Kalium 3.3 mmol/l) (Tab. 25). Bei den RLVT-Kühen waren die mittleren Kalium- und Chloridkonzentrationen signifikant niedriger als bei den LLV- und RLV-Kühen. Die Kalzium-, die anorganische Phosphat- und die Magnesiumkonzentrationen waren bei Kühen mit LLV signifikant niedriger als bei Kühen mit RLV und RLVT (Einzelheiten siehe Tab. 25).

Die wichtigsten Elektrolytveränderungen waren eine Hypokaliämie bei 82.7 %, eine Hypokalzämie bei 78.2 %, eine Hypophosphatämie bei 49.5 %, eine Hypochlorämie bei 44.3 % und eine Hypomagnesämie bei 36.7 % (Tab. 26).

Tab. 25: Elektrolytkonzentrationen bei 1376 Kühen mit LLV, 343 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Mittelwerte \pm Standardabweichungen bzw. Medianwerte und Schwankungsbreiten)

Elektrolytwerte	LLV	RLV	RLVT
Kalium (mmol/l) (n = 2036)	3.4 (1.7 – 7.0) (n = 1376)	3.3 \pm 0.7 (n = 342)	3.2 ^{a,b} (1.9 – 9.4) (n = 318)
Chlorid (mmol/l) (n = 2034)	96 (48 – 121) (n = 1374)	97 (48 – 122) (n = 343)	93 ^{a,c} (53 – 114) (n = 317)
Kalzium (mmol/l) (n = 1634)	2.1 ^{b,d} (1.0 – 4.0) (n = 1115)	2.1 ^d (1.0 – 3.4) (n = 272)	2.2 (0.9 – 3.9) (n = 247)
Anorganisches Phosphat (mmol/l) (n = 1636)	1.2 ^{c,d} (0.1 – 3.7) (n = 1117)	1.4 ^c (0.3 – 4.5) (n = 273)	1.6 (0.3 – 4.9) (n = 246)
Magnesium (mmol/l) (n = 1636)	0.8 ^{c,d} (0.3 – 2.6) (n = 1117)	0.9 (0.5 – 2.5) (n = 273)	0.9 (0.5 – 3.3) (n = 246)

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLV: P < 0.05

^c Differenz zu RLV: P < 0.01

^d Differenz zu RLVT: P < 0.01

^e Differenz zu RLVT: P < 0.05

Tab. 26: Elektrolytkonzentrationen bei 1376 Kühen mit LLV, 343 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Elektrolytwerte		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Kalium (n = 2036)	Normal (4.0 – 5.0 mmol/l) (n = 319, 15.7 %)	228	16.6	49	14.3	42	13.2
	Erniedrigt (1.6 – 3.9 mmol/l) (n = 1685, 82.7 %)	1124	81.7	289	84.5	272	85.5
	Erhöht (5.1 – 9.4 mmol/l) (n = 32, 1.6 %)	24	1.7	4	1.2	4	1.3
Chlorid (n = 2034)	Normal (95 – 105 mmol/l) (n = 897, 44.1 %)	625	45.5	161	46.9	111	35.0
	Erniedrigt (48 – 94 mmol/l) (n = 902, 44.3 %)	588	42.8	133	38.8	181	57.1 ^a
	Erhöht (106 – 122 mmol/l) (n = 235, 11.6 %)	161	11.7	49	14.3	25	7.9
Kalzium (n = 1634)	Normal (2.3 – 2.6 mmol/l) (n = 296, 18.1 %)	202	18.1	36	13.2	58	23.5
	Erniedrigt (0.9 – 2.2 mmol/l) (n = 1278, 78.2 %)	877	78.7 ^{b,d}	225	82.7 ^b	176	71.2
	Erhöht (2.7 – 3.9 mmol/l) (n = 60, 3.7 %)	36	3.2	11	4.1	13	5.3
Anorg. Phosphat (n = 1636)	Normal (1.3 – 2.4 mmol/l) (n = 735, 44.9 %)	462	41.4	137	50.2	136	55.3
	Erniedrigt (0.1 – 1.2 mmol/l) (n = 809, 49.5 %)	611	54.7 ^c	117	42.8 ^d	81	32.9
	Erhöht (2.5 – 4.9 mmol/l) (n = 92, 5.6 %)	44	3.9	19	7.0	29	11.8

Fortsetzung Tab. 26

Elektrolytwerte		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Magnesium (n = 1636)	Normal (0.8 – 1.0 mmol/l) (n = 714, 43.6 %)	504	45.1	110	40.3	100	40.7
	Erniedrigt (0.3 – 0.7 mmol/l) (n = 600, 36.7 %)	458	41.0 ^c	80	29.3	62	25.2
	Erhöht (1.1 – 3.27 mmol/l) (n = 322, 19.7 %)	155	13.9	83	30.4	84	34.1

^a Differenz zu RLV und LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLVT: P < 0.01

^c Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

^d Differenz zu RLVT: P < 0.05

6.4.6. Venöse Blutgasanalyse und Laktat

Der mittlere pH-Wert im Blut (Median = 7.42) lag zwischen 7.42 und 7.43, der Base Excess (BE, 4.7 mmol/l) zwischen 3.9 und 5.0 mmol/l, der pCO₂ (45.9 mmHg) zwischen 45.4 und 46.4 mmHg, das Bikarbonat (28.2 mmol/l) zwischen 27.6 und 28.7 mmol/l und die bei nur 209 Kühen gemessene L-Laktatkonzentration (1.7 mmol/l) zwischen 1.27 und 5.12 mmol/l (Tab. 27). Der Blut-pH-Wert war bei 39.9 % der Kühe erniedrigt und bei 28.9 % erhöht (Tab. 28). LLV-Kühe wiesen einen signifikant höheren Blut-pH als Kühe mit RLV und RLVT auf (Tab. 27). Bei Kühen mit RLV lag zudem signifikant häufiger eine Azidose vor als bei Kühen mit LLV (Tab. 28). 12.4 % der Kühe wiesen einen negativen und 66.1 % einen positiven BE auf. Ein erhöhter BE lag bei LLV-Kühen signifikant häufiger vor als bei Kühen mit RLV. Der pCO₂ und die Bikarbonatkonzentration waren bei 3.6 bzw. 5.8 % erniedrigt und bei 55.0 bzw. 39.6 % erhöht. Bei Kühen mit RLVT war der pCO₂ signifikant höher (Tab. 27) sowie signifikant öfter erhöht (Tab. 28)

als bei solchen mit LLV und RLV. RLVT-Kühe wiesen signifikant häufiger eine erhöhte Bikarbonatkonzentration als RLV-Kühe auf (Tab. 28). Die mittlere L-Laktatkonzentration war bei Kühen mit RLVT signifikant höher als bei LLV- und RLV-Kühen und bei Kühen mit RLV höher als bei solchen mit LLV (Tab. 27). Kühe mit RLVT wiesen mit 78.7 % signifikant häufiger eine erhöhte L-Laktatkonzentration auf als RLV-Kühe mit 42.6 % und LLV-Kühe mit 22.6 % (Tab. 28).

Tab. 27: Venöse Blutgasanalyse bei 1264 Kühen mit LLV, 321 Kühen mit RLV und 294 Kühen mit RLVT (Medianwerte mit Schwankungsbreiten)

Parameter	LLV	RLV	RLVT
pH (n = 1873)	7.43 ^{ab} (7.14 – 7.65) (n = 1264)	7.42 ± 0.06 (n = 319)	7.42 (6.76 – 7.59) (n = 290)
BE (mmol/l) (n = 1871)	5.0 (-17.9 – +30.0) (n = 1260)	3.9 (-12.9 – +32.6) (n = 317)	4.9 (-28.3 – +32.2) (n = 294)
pCO ₂ (mmHg) (n = 1873)	45.8 (21.1 – 72.6) (n = 1265)	45.4 (28.6 – 84.5) (n = 318)	46.4 ^{c,d} (28.0 – 71.2) (n = 290)
Bikarbonat (mmol/l) (n = 1878)	28.4 (9.6 – 55.9) (n = 1263)	27.6 (12.4 – 59.0) (n = 321)	28.7 (5.3 – 58.6) (n = 294)
L-Laktat (mmol/l) (n = 209)	1.27 (0.35 – 9.34) (n = 115)	1.89 ^c (0.47 – 11.08) (n = 47)	5.12 ^{a,c} (0.7 – 13.46) (n = 47)

^a Differenz zu RLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLVT: P < 0.05

^c Differenz zu LLV: P < 0.01

^d Differenz zu RLV: P < 0.05

Tab. 28: Venöse Blutgasanalyse bei 1264 Kühen mit LLV, 321 Kühen mit RLV und 294 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Parameter der Blutgasanalyse		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
pH (n = 1873)	Normal (7.41 – 7.45) (n = 585, 31.2 %)	414	32.7	85	26.6	86	29.7
	Erniedrigt (6.75 – 7.40) (n = 747, 39.9 %)	470	37.2	151	47.3 ^a	126	43.4
	Erhöht (7.46 – 7.65) (n = 541, 28.9 %)	380	30.1	83	26.1	78	26.9
BE (n = 1871)	Normal (-2 bis +2 mmol/l) (n = 402, 21.5 %)	246	19.5	86	27.1	70	23.8
	Erniedrigt (-28.3 bis -2.1 mmol/l) (n = 232, 12.4 %)	161	12.8	39	12.3	32	10.9
	Erhöht (+2.1 bis +32.6 mmol/l) (n = 1237, 66.1 %)	853	67.7 ^b	192	60.6	192	65.3
pCO ₂ (n = 1873)	Normal (35.0 – 45.0 mmHg) (n = 775, 41.4 %)	520	41.1	139	43.7	116	40.0
	Erniedrigt (21.1 – 34.9 mmHg) (n = 68, 3.6 %)	56	4.4	9	2.8	3	1.0
	Erhöht (45.1 – 84.5 mmHg) (n = 1030, 55.0 %)	689	54.5	170	53.5	171	59.0 ^c
Bikarbonat (n = 1878)	Normal (20 – 30 mmol/l) (n = 1026, 54.6 %,)	676	53.5	198	61.7	152	51.7
	Erniedrigt (5.3 – 19.8 mmol/l) (n = 109, 5.8 %)	79	6.3	14	4.3	16	5.4
	Erhöht (30.1 – 59.0 mmol/l) (n = 743, 39.6 %)	508	40.2	109	34.0	126	42.9 ^b

Fortsetzung Tab. 28

Parameter der Blutgasanalyse		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
L-Laktat (n = 209)	Normal (0.66 – 2.20 mmol/l) (n = 115, 55.0 %)	80	69.6	25	53.2	10	21.3
	Erniedrigt (0.53 – 0.65 mmol/l) (n = 11, 5.3 %)	9	7.8	2	4.2	0	0
	Erhöht (2.21 – 13.46 mmol/l) (n = 83, 39.7 %)	26	22.6	20	42.6 ^a	37	78.7 ^d

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLV: P < 0.05

^c Differenz zu LLV: P < 0.05

^d Differenz zu LLV und RLV: P < 0.01

6.4.7. Pansenchlorid

Die mittlere Pansenchloridkonzentration betrug bei LLV 41, bei RLV 26 und bei RLVT 23 mmol/l. Kühe mit LLV wiesen mit 77.9 % der Fälle signifikant häufiger eine erhöhte Pansenchloridkonzentration auf als solche mit RLV (50.8 %) und RLVT (39.2 %) (Tab. 29, Abb. 5). Bei Kühen mit RLV war sie signifikant öfter erhöht als bei Kühen mit RLVT.

Tab. 29: Pansenchlorid bei 1230 Kühen mit LLV, 309 Kühen mit RLV und 286 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Pansenchlorid	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Normal (bis 25 mmol/l) (n = 598, 32.8 %)	272	22.1	152	49.2	174	60.8
Erhöht (26 – 140 mmol/l) (n = 1227, 67.2 %)	958	77.9 ^a	157	50.8 ^b	112	39.2

^a Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

^b Differenz zu RLVT: P < 0.01

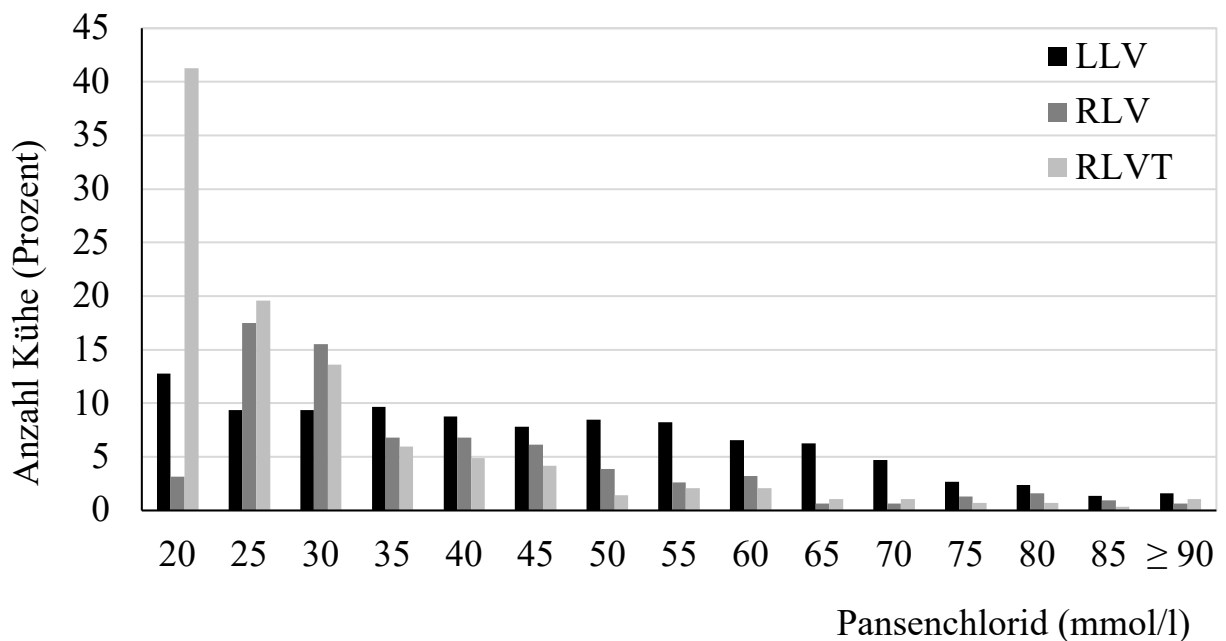


Abb. 5: Pansenchloridkonzentrationen bei 1230 Kühen mit LLV, 309 Kühen mit RLV und 286 Kühen mit RLVT

6.4.8. Harnbefunde

Der Harn war in der Mehrzahl der Fälle klar und gelb (94.5 - 99.3 %). Der mittlere Harn-pH lag zwischen 7.0 und 8.0 und das spezifische Gewicht zwischen 1020 und 1027 (Tab. 30). Der pH-Wert im Harn war bei durchschnittlich 36.3 % erniedrigt und bei 24.1 % erhöht (Tab. 31). Bei Kühen mit RLVT war der Harn-pH-Wert signifikant öfter erniedrigt als bei solchen mit LLV und RLV. Kühe mit LLV wiesen mit 46.0 % signifikant häufiger ein erniedrigtes spezifisches Gewicht auf als Kühe mit RLV und RLVT.

Tab. 30: Harn-pH und spezifisches Gewicht des Harns bei 1339 Kühen mit LLV, 331 Kühen mit RLV und 295 Kühen mit RLVT (Medianwerte)

Parameter	LLV	RLV	RLVT
Harn-pH (n =1965)	8.0 ^a	7.0	7.0 ^b
Spezifisches Gewicht (n = 1858)	1020 ^a	1025	1027 ^b

^a Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLV: $P < 0.05$

Weitere Harnbefunde waren mittel- (++) bis hochgradige (+++) Proteinurie (0.2 bis 3.6 %), leicht- (+) bis hochgradige (+++) Ketonurie (4.7 bis 21.5 %), leicht- (+) bis hochgradige (+++) Erythrozyturie (7.5 bis 17.2 %) und Glukosurie (2.1 bis 10.5 %) (Tab. 31). LLV-Kühe wiesen signifikant häufiger eine Ketonurie als die Kühe der anderen beiden Gruppen auf (Tab. 31). Bei RLV- und RLVT-Kühen bestand signifikant häufiger eine Glukosurie als bei Kühen mit LLV.

Tab. 31: Harnbefunde bei 1351 Kühen mit LLV, 335 Kühen mit RLV und 297 Kühen mit RLVT (Klassifizierung)

Harnbefunde		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
pH (n = 1965)	Normal (7.0 – 8.0)	543	40.5	129	39.0	105	35.6
	Erniedrigt (4.0 – 6.9) (n = 714, 36.3 %)	439	32.8	129	39.0	146	49.5 ^{a,b}
	Erhöht (8.1 – 10.0) (n = 474, 24.1 %)	357	26.7	73	22.0	44	14.9 ^{a,b}
Spezifisches Gewicht (n = 1858)	Normal (1020 – 1040)	640	50.8	183	58.7	186	65.0
	Erniedrigt (1000 – 1019) (n = 757, 40.7%)	580	46.0 ^c	102	32.7	75	26.2
	Erhöht (1041 – 1060) (n = 92, 5.0 %)	40	3.2	27	8.7	25	8.7
Protein (n = 1977)	Negativ	728	54.0	172	51.7	162	54.5
	+ (ca. 30 mg/dl)	572	42.5	148	44.4	128	43.1
	++ (ca. 100 mg/dl)	43	3.2	12	3.6	6	2.0
	+++ (≥ 150 mg/dl)	4	0.2	1	0.3	1	0.3
Ketonkörper (n = 1983)	Negativ	570	42.1	222	66.3	223	75.1
	+ (ca. 10 mg/dl)	229	17.0	45	13.4	39	13.1
	++ (ca. 50 mg/dl)	290	21.5 ^c	40	11.9	21	7.1
	+++ (≥ 150 mg/dl)	262	19.4 ^c	28	8.4	14	4.7

Fortsetzung Tab. 31

Harnbefunde		LLV		RLV		RLVT	
		n	%	n	%	n	%
Erythrozyten (n = 1971)	Negativ	760	56.6	172	51.8	146	49.3
	+ (ca. 5 – 10)	212	15.8	57	17.2	44	14.9
	++ (ca. 25)	155	11.5	32	9.6	37	12.5
	+++ (ca. 50)	115	8.6	39	11.8	33	11.1
	++++ (ca. 250)	101	7.5	32	9.6	36	12.2
Glukose (n = 1978)	Negativ	1123	83.2	248	74.5 ^a	190	64.2 ^a
	+ (ca. 50 mg/dl)	85	6.3	20	6	23	7.8
	++ (ca. 100 mg/dl)	66	4.9	22	6.6	30	10.1
	+++ (ca. 300 mg/dl)	47	3.5	29	8.7	31	10.5
	++++ (ca. 1000 mg/dl)	28	2.1	14	4.2	22	7.4

^a Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLV: $P < 0.05$

^c Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

6.4.9. Abdominozentese

Bei 26 Kühen wurde eine Punktion des Abdomens durchgeführt; 22 Punktionen waren erfolgreich. Die im Punktat gemessene mittlere Proteinkonzentration (Medianwert) betrug 0.24 g/l und variierte zwischen 0.05 und 0.48 g/l. Das mittlere spezifische Gewicht des Punktats (Median) betrug 1022 und lag zwischen 1005 und 1040. Die drei Gruppen unterschieden sich nicht signifikant.

6.5. Weiterführende Diagnostik

6.5.1. Ultraschalluntersuchung des Labmagens

Bei 95.5 % der Kühe wurden die für eine links- bzw. rechtsseitige Labmagenverlagerung typischen Ultraschallbefunde (BRAUN, 1997) festgestellt (Tab. 32). 4.5 % der Kühe wiesen unklare Befunde auf.

Tab. 32: Ultraschalluntersuchung bei 934 Kühen mit LLV, 277 Kühen mit RLV und 227 Kühen mit RLVT

Ultraschallbefunde	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Für eine Labmagenverlagerung typische Ultraschallbefunde (n = 1373, 95.5 %)	914	97.8	250	90.3	209	92.1
Ultraschallbefunde unklar (n = 65, 4.5 %)	20	2.2	27	9.7	18	7.9

6.6. Korrelationen zwischen verschiedenen Parametern

6.6.1. Korrelationen zwischen Herz- und Atemfrequenz sowie Rektaltemperatur und Laborbefunden

Zwischen der Herzfrequenz und den im Blut bestimmten Parametern Hämatokrit, Fibrinogen, Plasmaprotein, Leukozytenzahl, Harnstoff, Kreatinin, pH-Wert, Bikarbonat, pCO₂, Glukose, L-Laktat, Base Excess, Chlorid, Kalium, anorganischem Phosphat, Magnesium, Bilirubin, γ -GT und ASAT bestanden signifikante Korrelationen (Anhang 1). Ebenso wurden zwischen der rektalen Temperatur und den erwähnten Parametern (mit Ausnahme von Fibrinogen, Kreatinin, Kalzium, γ -GT und ASAT) signifikante Korrelationen festgestellt. Zwischen der Atemfrequenz und den Blutparametern bestanden nur in Bezug auf die Plasmaprotein- ($r = 0.07$, $n = 2027$), die anorganische Phosphat- ($r = 0.09$, $n = 1630$), die Fibrinogen- ($r = 0.14$, $n = 2024$), die Kreatinin- ($r = 0.19$, $n = 352$) und die Bilirubinkon-

zentration ($r = 0.08$, $n = 2020$) signifikante Korrelationen ($P < 0.01$). Alle Korrelationskoeffizienten waren unter 0.30. Sie werden deshalb nur im Anhang aufgeführt.

6.6.2. Korrelationen zwischen einigen blutchemischen Parametern

Zwischen den im Anhang 2 aufgeführten Parametern bestanden mit Ausnahme der mit ^{ns} (für nicht signifikant) markierten Beziehungen signifikante Korrelationen. Die Korrelationskoeffizienten lagen zwischen 0.09 und 0.77. Korrelationen mit einem Korrelationskoeffizienten über 0.60 wurden für die Beziehungen zwischen Harnstoff und Kreatinin ($r = 0.74$), Harnstoff und Glukose ($r = 0.61$), Harnstoff und L-Laktat ($r = 0.62$) sowie zwischen Glukose und L-Laktat ($r = 0.77$) festgestellt.

Zwischen den Elektrolytkonzentrationen und den Enzymaktivitäten bestanden nur wenige signifikante Korrelationen, nämlich zwischen γ -GT und anorganischem Phosphat ($r = 0.06$, $n = 1635$), Kalium ($r = -0.05$, $n = 2036$, $P < 0.05$), Chlorid ($r = -0.13$, $n = 2034$) und Kalzium ($r = 0.12$, $n = 1633$, $P < 0.01$). Ebenso wurden signifikante Korrelationen zwischen SDH und Magnesium ($r = 0.11$, $n = 1367$, $P < 0.01$), Kalzium und GLDH ($r = 0.06$, $n = 1369$), Kalzium und ASAT ($r = 0.05$, $n = 1633$, $P < 0.05$) ermittelt.

Die Korrelationen zwischen den Elektrolyten und dem Bilirubin sind im Anhang 3 aufgeführt und waren mit Ausnahme der mit ^{ns} markierten Beziehungen signifikant. Die Korrelationskoeffizienten lagen zwischen minimal -0.06 (anorg. Phosphat, Kalium) und maximal 0.53 (Chlorid, Kalium).

Zwischen den Enzymaktivitäten und dem Bilirubinwert bestanden (mit Ausnahme zwischen Bilirubin und SDH) signifikante Korrelationen mit Korrelationskoeffizienten zwischen 0.13 und 0.64 (Anhang 4). Korrelationen mit einem Korrelationskoeffizient über 0.60 wurden für die Beziehungen zwischen GLDH und ASAT ($r = 0.64$) festgestellt.

6.6.3. Korrelationen zwischen Blutgasparametern und Pansenchlorid

Zwischen den Blutgasparametern untereinander und den Blutgasparametern und der Pansenchloridkonzentration bestanden signifikante Korrelationen mit r-Werten zwischen 0.27 und 0.99 (Tab. 33). Die höchsten Korrelationskoeffizienten wurden zwischen Blut-pH-Wert und BE ($r = 0.83$) bzw. HCO_3^- ($r = 0.81$), zwischen BE und pCO_2 ($r = 0.74$) bzw. HCO_3^- ($r = 0.99$) und zwischen pCO_2 und HCO_3^- ($r = 0.75$) ermittelt.

Tab. 33: Korrelationen zwischen den Blutgasparametern und dem Pansenchlorid (Anzahl Fälle in Klammern)

Parameter	BE	pCO_2	HCO_3^-	Pansenchlorid
Blut-pH-Wert (n)	0.83 (1862)	0.30 (1872)	0.81 (1871)	0.27 (1673)
BE (n)	-	0.74 (1862)	0.99 (1869)	0.35 (1670)
pCO_2 (n)	-	-	0.75 (1871)	0.28 (1672)
HCO_3^- (n)	-	-	-	0.35 (1676)

P für alle Korrelationen < 0.01

6.6.4. Korrelationen zwischen ausgewählten Parametern

Neben den bisher beschriebenen Korrelationen wurden zwischen den Chlorid-, Kalium-, anorganischen Phosphat- und Plasmaproteinkonzentrationen sowie weiteren Parametern (Anhang 5) signifikante Korrelationen festgestellt. Korrelationskoeffizienten unter -0.50 bzw. über 0.50 bestanden für die Beziehungen Chlorid x Harnstoff (-0.52), Chlorid x HCO_3^- (-0.63), Chlorid x pCO_2 (-0.58), Chlorid x

Glukose (-0.59), Chlorid x L-Laktat (-0.56), Chlorid x BE (-0.61), Kalium x HCO_3^- (-0.51), Kalium x BE (-0.51) und anorganisches Phosphat x Harnstoff (0.52).

6.6.5. Vergleich der Korrelationskoeffizienten bei Kühen mit links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung sowie rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion

Die Korrelationskoeffizienten zwischen verschiedenen Parametern (in alphabetischer Reihenfolge) unterschieden sich bei Kühen mit LLV, RLV und RLVT in vielen Fällen signifikant (Tab. 34). Die Korrelationskoeffizienten waren bei LLV für mehrere Beziehungen (BE x HCO_3^- , BE x pCO_2 , HCO_3^- x Blut-pH) signifikant grösser als bei Kühen mit RLV und RLVT. Im Gegensatz dazu waren sie für Chlorid x Harnstoff und GLDH x ASAT bei Kühen mit RLV und RLVT grösser als für solche mit LLV. Die Korrelationskoeffizienten waren bei Kühen mit RLVT zwischen Chlorid und Pansenchlorid, Kalium und Blut-pH sowie Kalium und HCO_3^- signifikant kleiner und zwischen ASAT und SDH signifikant grösser als für solche mit RLV und LLV. Bei RLV-Kühen waren die Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen Harnstoff x Kreatinin sowie Pansenchlorid x Plasmaprotein signifikant grösser als bei LLV-Kühen, für GLDH x SDH signifikant kleiner als bei LLV- und RLVT-Kühen. Die Korrelationskoeffizienten für Chlorid x Blut-pH und HCO_3^- x pCO_2 waren bei Kühen mit LLV signifikant grösser als bei RLVT-Kühen.

Tab. 34: Korrelationskoeffizienten mit signifikanten Unterschieden in Abhängigkeit von der Art der Labmagenverlagerung

Korrelationen	LLV	RLV	RLVT
ASAT x SDH (n)	0.38 (973)	0.44 (253)	0.71 ^{a,b} (232)
BE x HCO ₃ ⁻ (n)	0.99 ^c (1257)	0.99 (318)	0.99 (294)
BE x PCO ₂ (n)	0.79 ^c (1256)	0.69 (316)	0.65 (290)
Chlorid x Harnstoff (n)	-0.40 (1372)	-0.69 ^d (344)	-0.55 ^a (317)
Chlorid x Plasmaprotein (n)	-0.35 (1364)	-0.52 ^d (343)	-0.24 (316)
Chlorid x Pansenchlorid (n)	-0.38 ^c (1228)	-0.48 ^c (307)	-0.19 (285)
Chlorid x Blut-pH (n)	-0.50 ^e (1258)	-0.44 (318)	-0.30 (289)
GLDH x ASAT (n)	0.54 (982)	0.68 ^a (255)	0.67 ^a (238)
GLDH x SDH (n)	0.65 ^b (968)	0.40 (251)	0.60 ^b (229)
Harnstoff x Kreatinin (n)	0.60 (157)	0.84 ^a (81)	0.73 (118)
HCO ₃ ⁻ x Blut-pH (n)	0.84 ^f (1261)	0.80 (320)	0.79 (290)
HCO ₃ ⁻ x PCO ₂ (n)	0.78 ^c (1262)	0.71 (319)	0.67 (290)

Fortsetzung Tab. 34

Korrelationen	LLV	RLV	RLVT
Kalium x Blut-pH (n)	-0.52 ^e (1261)	-0.58 ^e (317)	-0.27 (290)
Kalium x HCO ₃ ⁻ (n)	-0.53 ^e (1261)	-0.58 ^e (318)	-0.38 (294)
Kalium x BE (n)	-0.53 ^e (1257)	-0.58 ^e (315)	-0.38 (294)
Pansenchlorid x Plasmaprotein (n)	0.23 (1223)	0.46 ^a (308)	0.31 (285)

^a Differenz zu LLV: P < 0.01

^b Differenz zu RLV: P < 0.01

^c Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

^d Differenz zu LLV und RLVT: P < 0.01

^e Differenz zu RLVT: P < 0.01

^f Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.05

6.7. Diagnose

Aufgrund der klinischen Untersuchungsbefunde konnte die Diagnose bei 75.9 % von 1380 Kühen mit einer LLV, bei 18.3 % von 345 Kühen mit einer RLV und bei 26.7 % von 318 Kühen mit einer RLVT gestellt werden (Tab. 35), wobei die sichere Unterscheidung von RLV und RLVT erst bei der nachfolgenden Laparotomie bzw. Sektion möglich war. Die LLV wurde klinisch signifikant häufiger korrekt diagnostiziert als die RLV und die RLVT (P < 0.01) und diejenige der RLVT signifikant häufiger als die der RLV (P < 0.05). Bei 21.0 % der LLV-, 58.0 % der RLV- und 49.7 % der RLVT-Kühe konnte die Diagnose erst nach einer zusätzlich durchgeführten sonographischen Untersuchung gestellt werden (Differenzen RLVT und RLV zu LLV P < 0.01), wobei sonographisch nicht zwischen

einer RLV und einer RLVT unterschieden werden konnte. Die sichere Unterscheidung zwischen RLV und RLVT war, wie schon erwähnt, erst bei der Laparotomie möglich. Bei 3 Kühen mit RLV und RLVT wurde die Diagnose erst bei der Sektion gestellt, da aufgrund einer schlechten Prognose keine Laparotomie durchgeführt wurde.

Tab. 35: Diagnose bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Parameter für die Diagnose einer Labmagenverlagerung	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Klinische Untersuchung (n = 1196, 58.5 %)	1048	75.9 ^a	63*	18.3	85*	26.7 ^b
Sonographische Untersuchung (n = 647, 31.7%)	290	21.0	200*	58.0 ^c	158*	49.7 ^c
Laparotomie (n = 197, 9.6 %)	42	3.1	81	23.4 ^c	73	23.0 ^c
Sektion (n = 3, 0.2 %)	0	0	1	0.3	2	0.6

^a Differenz zu RLV und RLVT: P < 0.01

^b Differenz zu RLV: P < 0.05

^c Differenz zu LLV: P < 0.01

* Definitive Unterscheidung zwischen RLV bzw. RLVT nur mit Hilfe der Laparotomie bzw. der Sektion möglich

6.8. Haupterkrankung

Die Labmagenverlagerung (LLV, RLV, RLVT) lag bei 1607 (78.7 %) Kühen als Haupterkrankung vor. 140 (6.9 %) Kühe wiesen eine andere Haupterkrankung, wie z. B. ein Labmagenulkus, eine nervöse Ketose, eine Torsio uteri oder eine toxische Mastitis auf. Bei diesen Kühen wurde die Diagnose Labmagenverlagerung als Nebenfund gewertet. Bei 296 Kühen (14.5 %) handelte es sich bei der Labmagenverlagerung um eine Folgeerkrankung vor allem nach Gebärparese, akuter Mastitis, hochgradiger Ketose oder Fieber verschiedener Genese (beispielsweise aufgrund einer Endometritis, einer Thrombophlebitis, eines Kaiserschnitts oder einer Fremdkörpererkrankung). Unabhängig davon, ob es sich um eine Haupt-, Neben- oder Folgeerkrankung handelte, unterschieden sich die 3 Gruppen nicht signifikant.

6.9. Begleiterkrankungen

Bei 87.1 % (n = 1780) der Kühe mit Labmagenverlagerung wurde mindestens eine Begleiterkrankung festgestellt. Kühe mit RLV bzw. RLVT wiesen mit 19.1 % bzw. 17.9 % signifikant häufiger keine Begleiterkrankung auf als LLV-Kühe mit 10.2 % (Tab. 36). Bei Kühen mit LLV waren signifikant häufiger als bei solchen mit RLV und RLVT mehr als fünf Begleiterkrankungen vorhanden.

Die häufigste Begleiterkrankung war die Ketose (n = 742), gefolgt von der Mastitis (n = 640), der Metritis (n = 547) und dem Lipomobilisationssyndrom (n = 444) (Tab. 37). Weitere Begleiterkrankungen waren Magen-Darm-Parasitosen (n = 239), Labmagenulzera (n = 177), Klauenerkrankungen (n = 174), Bronchopneumonien (n = 69) und Blinddarmdilatationen (n = 23).

Tab. 36: Anzahl Begleiterkrankungen bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Anzahl Begleiterkrankheiten	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Keine (n = 263, 12.9 %)	140	10.2	66	19.1 ^a	57	17.9 ^a
Eine (n = 643, 31.5 %)	407	29.5	126	36.5	110	34.6
Zwei (n = 604, 29.5 %)	428	31.0	89	25.8	87	27.4
Drei (n = 335, 16.4 %)	250	18.1	39	11.3	46	14.5
Vier (n = 151, 7.4 %)	111	8.0	23	6.7	17	5.3
≥ Fünf (n = 47, 2.3 %)	44	3.2 ^b	2	0.6	1	0.3

^a Differenz zu LLV: $P < 0.05$

^b Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

Kühe mit LLV wiesen signifikant häufiger eine Ketose (45.4 %) als solche mit RLV (22.5 %) und RLVT (11.9 %) auf (Tab. 37). Das Gleiche galt für das Vorliegen einer Metritis bzw. einer Klauenerkrankung. Im Gegensatz dazu wurde bei Kühen mit RLV und RLVT signifikant häufiger ein Labmagenulkus diagnostiziert als bei solchen mit LLV.

Tab. 37: Begleiterkrankungen bei 1380 Kühen mit LLV, 345 Kühen mit RLV und 318 Kühen mit RLVT

Begleiterkrankung	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Ketose (n = 742)	626	45.4 ^a	78	22.5 ^b	38	11.9
Mastitis (n = 640)	427	31.0	105	30.3	108	34.0
Metritis (n = 547)	430	31.2 ^a	57	16.5	60	18.9
Lipomobilisationssyndrom (n = 444)	293	21.2	79	22.8	72	22.6

Fortsetzung Tab. 37

Begleiterkrankung	LLV		RLV		RLVT	
	n	%	n	%	n	%
Magen-Darm-Parasitose (n = 239)	165	12.0	42	12.1	32	10.1
Labmagenulkus (n = 177)	91	6.6	37	10.7 ^c	49	15.4 ^c
Klauenerkrankung (n = 174)	135	9.8 ^d	17	4.9	22	6.9
Bronchopneumonie (n = 69)	51	3.7	9	2.6	9	2.8
Blinddarmdilataation (n = 23)	15	1.1	6	1.7	2	0.6

^a Differenz zu RLV und RLVT: $P < 0.01$

^b Differenz zu RLVT: $P < 0.01$

^c Differenz zu LLV: $P < 0.01$

^d Differenz zu RLV: $P < 0.01$

7. DISKUSSION

7.1. Typ der Labmagenverlagerung

Die LLV trat mit 67.5 % viermal häufiger als die RLV mit 16.9 % und die RLVT mit 15.6 % auf. Diese Verteilung ähnelt der in früheren Untersuchungen gefundenen (STENGÄRDE und PEHRSON, 2002; ZADNIK, 2003a; ROHN et al., 2004), in denen sich das Verhältnis der Prävalenz zwischen einer LLV und einer RLV von 3.6 zu 1.0 bis 4.7 zu 1.0 bewegte. CONSTABLE et al. (1992b) beschrieben für Nordamerika ein Verhältnis von 7.4 zu 1. Das Verhältnis von RLV zu RLVT lag in dieser Studie bei 1.1 zu 1.0 und deckt sich mit den Untersuchungen von FUBINI et al. (1991) und MEYLAN (1999), welche ein Verhältnis von 1.0 zu 1.1 feststellten. KÜMPER (1995) wies bei 99 % von 187 Kühen mit RLVT eine solche mit Torsionsrichtung im Gegenuhrzeigersinn nach. Bei den hier ausgewerteten Patienten war dies bei 93 % von 228 ausgewerteten Krankengeschichten der Fall. Bei 90 Kühen mit RLVT war die Torsionsrichtung nicht im Operationsbericht vermerkt worden. Die von ZADNIK (2003b) beschriebene Sonderform der kranialen Labmagenverlagerung wurde in dieser Studie nicht diagnostiziert. Dies kann mit den milden, unspezifischen Symptomen zusammenhängen, die eine Diagnosestellung erschweren (ZADNIK, 2003b). Ein pendelnder Labmagen war bei 5.6 % (n = 139) der 2466 Krankengeschichten festgestellt worden. Diese Häufigkeitsangabe deckt sich mit der von DIRKSEN (2006) beschriebenen.

7.2. Anamnese

80.5 bis 92.3 % der Kühe mit Labmagenverlagerung befanden sich innerhalb der ersten sechs Wochen des Puerperiums. In Bezug auf Kühe mit LLV stimmen diese Angaben mit früheren Untersuchungen überein (CONSTABLE et al., 1992b; DELGADO-LECAROZ et al., 2000; CONSTABLE et al., 2017). Danach trat diese Erkrankung je nach Autor bei 90 % (CONSTABLE et al., 2017) innerhalb dieser Zeitspanne und bei 80 % (CONSTABLE et al., 1992b; DELGADO-LECAROZ et al., 2000) innerhalb der ersten 30 Tage post partum auf. Bei Kühen

mit RLV und RLVT liegen hingegen verschiedene Angaben vor. Nach CONSTABLE et al. (1992b) und ROHN et al. (2004) befanden sich lediglich 52.2 bis 52.6 % der Kühe mit RLV und RLVT innerhalb dieses Zeitraums. KÜMPER (1995) und STENGÄRDE und PEHRSON (2002) dagegen kamen ähnlich wie in der vorliegenden Studie auf ein Ergebnis von 80 %.

Kühe mit RLV und RLVT waren mit 25.1 % und 24.8 % signifikant häufiger trächtig als Kühe mit LLV (8.8 %). Dies deckt sich weitgehend mit früheren Studien (CONSTABLE et al., 1992b; GEISHAUSER, 1995; ROHN et al., 2004). In der vorliegenden Untersuchung waren laut Vorbericht bei 55.0 % der Kühe ein Milchrückgang, bei 74.6 % eine reduzierte und bei 23.9 % eine aufgehobene Fut-
teraufnahme festgestellt worden. Diese Befunde werden als Folgeerscheinungen der Erkrankung angesehen.

Die Erkrankungsdauer hatte bei Kühen mit RLV und RLVT anamnestisch meist nicht mehr als zwei Tage (59.8 bis 61.1 %) betragen. Bei 35.8 % der Kühe mit LLV hingegen waren bis zur Einweisung in die Klinik mindestens fünf Tage vergangen. Bei Kühen mit RLV und RLVT war dies lediglich bei 17.6 und 15.5 % der Fall. Bei ROHN et al. (2004) waren es 43.1 % der Kühe mit LLV und 25.7 % der Kühe mit RLV, welche zum Einweisungszeitpunkt mehr als fünf Tage krank waren.

7.3. Klinische Befunde

7.3.1. Linksseitige Labmagenverlagerung

In der vorliegenden Studie wiesen 39.5 % der Kühe mit LLV ein mittel- bis hochgradig gestörtes Allgemeinbefinden auf. In früheren Untersuchungen (BRAUN et al., 1997b; ROHN et al., 2004) wurde von einem besseren Allgemeinzustand berichtet. Die Vitalparameter Herzfrequenz, Atemfrequenz und Rektaltemperatur waren in 49.4, 45.1 und 37.1 % der Fälle normal und in 37.4, 27.0 und 36.9 % leichtgradig erhöht. Diese Resultate decken sich mit den Aussagen anderer

Autoren (BRAUN et al., 1997b; MÜLLER, 2011; AL-RAWASHDEH et al., 2017), welche ebenfalls normale oder leichtgradig erhöhte Vitalparameter feststellten.

Die am Verdauungsapparat erhobenen Befunde stimmen mit Ausnahme der Pansenmotorik mit den in der Literatur beschriebenen überein (DIRKSEN, 2006; CONSTABLE, 2017). Die Pansenmotorik war bei 44.8 % der Kühe reduziert und lediglich bei 8.8 % normal. In der Literatur wurde die Pansenmotorik für gewöhnlich als normal oder reduziert und nur vereinzelt als nicht hörbar beschrieben (DIRKSEN, 2006; CONSTABLE, 2017). Ein nach medial gedrängter Pansen kann die Auskultation der Pansenmotorik verfälschen (MÜLLER, 2011) und ein Grund dafür sein, dass bei 46.0 % der Kühe dieser Untersuchung eine aufgehobene Pansenmotorik festgestellt wurde.

Die Vorwölbung der linken Flanke wurde in der Literatur bereits beschrieben (DIRKSEN, 2006; CONSTABLE et al., 2017; Müller, 2011) und in dieser Untersuchung bei 23.0 % der Kühe festgestellt. BRAUN et al. (1997b) berichteten bei 35.3 % von 48 Kühen über eine Flankenvorwölbung.

Die Fremdkörperschmerzproben waren in 83.9 % der Fälle negativ oder fraglich positiv. Eine verminderte Kotmenge wurde bei 46.5 % notiert. Die Kotbeschaffenheit dagegen war selten pathologisch verändert. Dies deckt sich mit den Aussagen mehrerer Autoren (ROHN et al., 2004; DIRKSEN, 2006; CONSTABLE et al., 2017). Bei der Rektaluntersuchung liess sich bei 8.5 % der Kühe ein weit nach medial reichender Pansen palpieren. Der Labmagen selbst war ähnlich wie bei DIRKSEN (2006) nur sehr selten zu tasten (1.5 %).

Die Doppelauskultation erwies sich bei 64.6 % als negativ und bei 27.9 % der Fälle konnten spontane Labmagengeräusche auskultiert werden. In einer Studie von BRAUN et al. (1997b) war dies bei 54.2 % von 48 Kühen der Fall. Für den Nachweis spontaner Labmagengeräusche kann ein längeres Auskultieren notwendig sein (ZADNIK, 2003b). Eine negative Schwing- und Perkussionsauskultation lag, ähnlich wie bei BRAUN et al. (1997b), nur in Einzelfällen vor (3 %). Die

Aussagen früherer Textbücher und Publikationen, dass eine negative Doppelauskultation und eine positive Schwing- und Perkussionsauskultation pathognomisch für eine LLV sind (BRAUN et al., 1997b; DIRKSEN 2006), konnte somit bestätigt werden.

7.3.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne und mit Torsion

Die klinische Symptomatik einer RLV und RLVT hängt stark vom Dislokations- und Torsionsgrad ab. Die Initialerscheinungen einer RLV gleichen denen einer LLV (KUIPER, 1991); das Allgemeinbefinden ist jedoch bei einer RLV deutlich mehr gestört. Kühe mit RLV zeigten in 58.3 % und Kühe mit RLVT in 75.1 % der Fälle eine mittlere bis starke Störung des Allgemeinbefindens. Die bei 26.7 % vorhandene Tachykardie, die bei 26.4 % wahrzunehmende urämische Maulgeruch und die bei 55.9 % reduzierte periphere Wärme waren Symptome des Schocks, welche durch die zunehmenden Dehydratations- und Intoxikationserscheinungen hervorgerufen wurden (SMITH, 1987). Die genannten Symptome traten bei RLVT signifikant häufiger als bei RLV auf. Weitere charakteristische Symptome mit signifikantem Unterschied zwischen RLV und RLVT waren eine erhöhte Bauchdeckenspannung (49.6 vs. 61.9 %), eine Vorwölbung der rechten Flanke (9.1 vs. 17.9 %) und eine reduzierte Pansenfüllung (71.1 vs. 62.5 %). Diese Unterschiede lassen sich mit dem akuten Verlauf einer RLVT erklären. Auffälligkeiten des Verdauungssystems ohne signifikante Unterschiede zwischen RLV und RLVT waren Koliksymptome (11.3 vs. 12.9 %), reduzierte oder aufgehobene Pansenmotorik (86.6 vs. 89.3 %), reduzierte Pansenschichtung (54.1 vs. 54.4 %), reduzierte Kotmenge (65.2 vs. 59.9 %), fehlende Kotmenge (14.8 vs. 20.2 %) und dunkel- bis schwarzgefärbter Kot (21.7 vs. 24.5 %). Diese Befunde wurden in vorhergehenden Studien bereits erwähnt (SMITH, 1987; KÜMPER, 1995; DIRKSEN, 2006). Die Beobachtung von ROHN et al. (2004), die bei Kühen mit RLV und RLVT im Vergleich zu LLV-Kühen gehäuft Durchfall feststellten, wurde bestätigt. Die Ursache dafür ist bisher nicht bekannt (ROHN et al., 2004).

Von den drei Fremdkörperschmerzproben, die insgesamt selten positiv ausfielen, war der Rückengriff bei Kühen mit RLV mit 16.3 % signifikant häufiger positiv als bei Kühen mit LLV und RLVT (9.8 und 9.7 %). Bisher liegen keine Studien vor, in denen die Fremdkörperschmerzproben im Zusammenhang mit einer Labmagenverlagerung untersucht wurden.

Die mittlere Körpertemperatur lag bei Kühen mit RLV bei 38.9 °C und bei solchen mit RLVT bei 38.8 °C. Sie war signifikant häufiger unter 38.4 °C als bei Kühen mit LLV. Dies stimmt mit dem Ergebnis von ROHN et al. (2004) überein und spricht für einen schwereren Verlauf mit zunehmender Kreislaufzentralisation.

Eine von WITTEK et al. (2004) beschriebene verminderte Atemfrequenz bei Kühen mit RLVT lag in dieser Studie nur bei 1.9 % und konnte nicht bestätigt werden. Die Atemfrequenz war in 46.8 % der Fälle normal und in 8.6 bis 25.3 % leicht- bis hochgradig erhöht.

Die rechtsseitige Schwing- und Perkussionsauskultation war in 93.6 bis 97.8 % der Fälle positiv. Spontane Labmagengeräusche waren rechts nur bei 11.8 % zu hören. Bei der rektalen Untersuchung konnte der Labmagen bei 17.7 % der Kühe mit RLV palpirt werden. Dies liegt unter den Angaben von MEYLAN (1999), welche auf ein Ergebnis von 30.8 % (n = 51) kam. Bei einer RLVT war der Labmagen bei 28.6 % der Kühe rektal zu palpieren. Auch dieser Wert liegt weit unter den Angaben von MEYLAN (1999; 57.9 %) und CONSTABLE et al. (1991; 76.3 %). Ein Grund dafür kann ein Missverhältnis zwischen Armlänge des Untersuchers und Grösse der Kuh sein (KÜMPER und GRÜNDER, 1997), was in der vorliegenden Untersuchung allerdings höchst selten zugetroffen haben dürfte. Mit grosser Wahrscheinlichkeit übt auch die Dauer der Erkrankung einen Einfluss auf die Palpierbarkeit des Labmagens aus. Dieser ist vermutlich bei längerer Krankheitsdauer grösser und besser zu palpieren als bei kürzerer. Eine sichere klinische Unterscheidung zwischen RLV und RLVT war, wie auch bei anderen Autoren

(BREUKINK und KUIPER, 1980; SMITH, 1987; KÜMPER, 1995; KERBY, 2008) in dieser Untersuchung nicht möglich.

7.4. Laborbefunde

7.4.1. Hämatologie

Der Hämatokrit war bei Kühen mit RLV in 60.3 und bei solchen mit RLVT in 62.9 % der Fälle signifikant häufiger erhöht als bei Kühen mit LLV (44.2 %). Dieses Ergebnis unterstützt die Aussage anderer Autoren, welche ebenfalls von einem erhöhten Hämatokrit bei Kühen mit RLV und RLVT berichteten (DIRKSEN, 2006; CONSTABLE et al., 2017; GROSCHE et al., 2012). Die Erhöhung des Hämatokrits lässt sich durch die zunehmende Dehydratation, wie sie vor allem bei einem akuten Verlauf einer RLVT vorkommt, erklären. Die Plasmaprotein- und die Fibrinogenkonzentrationen sowie die Gesamtleukozytenzahlen waren bei allen drei Gruppen meist normal oder nur leicht erhöht. Die Befunde bestätigen in Bezug auf die Plasmaproteinkonzentration die Ergebnisse der Studien von ZADNIK (2003a) und GROSCHE et al. (2012). Kühe mit RLVT und RLV wiesen mit 39.9 und 28.4 % signifikant häufiger eine Leukozytose mit Neutrophilie (85.5 %; 74.8 %) auf als Kühe mit LLV. Andere Autoren beobachteten ebenfalls häufiger eine Leukozytose bei Kühen mit RLV oder RLVT (ZADNIK, 2003a; ROHN et al., 2004). Eine mögliche Ursache dafür ist eine Stressreaktion, die durch eine endogene Kortikoidausschüttung eine Neutrophilie zur Folge hat und sich im Gegensatz zur Entzündungsreaktion ohne erkennbares Auftreten stabkerniger und jugendlicher Leukozyten im Differentialblutbild äussert (ROSENBERGER, 2012). Im Weiteren wurde von mehreren Autoren ein möglicher Zusammenhang mit entzündlichen Begleiterkrankungen und deren zirkulierenden bakteriellen und metabolischen Toxinen beschrieben (CULLOR 1992; EADES, 1993; ZADNIK, 2003a). Im Fall einer RLVT können die damit einhergehende ischämische Nekrose der Labmagenwand und die daraus resultierende Peritonitis weitere Gründe für eine erhöhte Leukozytenzahl darstellen (CONSTABLE et al., 2017).

7.4.2. Abomasales Refluxsyndrom

Das abomasale Refluxsyndrom wurde bereits in der Literaturübersicht ausführlich dargestellt. Die wichtigsten Befunde sind in der Reihenfolge der Pathogenese eine erhöhte Pansenchloridkonzentration, eine Hypochlorämie, eine erhöhte Bikarbonatkonzentration, ein positiver BE, ein erhöhter CO₂-Partialdruck, eine metabolische Alkalose, eine Hypokaliämie und eine erhöhte Harnstoffkonzentration.

In der vorliegenden Untersuchung konnte gezeigt werden, dass die Hypochlorämie bei 57.1 % der Kühe mit RLVT signifikant häufiger vorkam als bei solchen mit LLV (42.8 %) und RLV (38.8 %). 39.6 % der Kühe wiesen eine positive Bikarbonatkonzentration und 66.1 % einen erhöhten BE auf. Der CO₂-Partialdruck war bei RLVT-Kühen mit 59.0 % signifikant häufiger erhöht als bei Kühen mit LLV und RLV (54.5 bzw. 53.5 %). Andere Autoren kamen zu gleichen Erkenntnissen (MEERMANN und AKSOY, 1983; BRAUN et al., 1988; KÜMPER, 1995; ZADNIK, 2003a; ROHN et al., 2004). Die beschriebenen Ergebnisse sind Folge einer Passagestörung im kranialen Duodenum, durch welche eine Resorption der Chloridionen über den Dünndarm ins Blut eingeschränkt oder verhindert wird (WARD et al., 1994). Als Folge davon kommt es zu einem Anstieg der Bikarbonatkonzentration und des BE, da die Bikarbonationen wegen der fehlenden Chloridionen nicht im äquivalenten Austausch ins Darmlumen abgegeben werden können. Um einer daraus resultierenden metabolischen Alkalose entgegenzuwirken tritt ein Kompensationsmechanismus über die Lunge ein, welche vermindert CO₂ abatmet (VÖRÖS et al., 1985; BRAUN et al., 1988; WITTEK et al., 2004). In der vorliegenden Untersuchung war der Blut-pH-Wert bei 28.9 % der Kühe erhöht. Genauso wie bei WITTEK et al. (2004) bestand bezüglich des Auftretens einer metabolischen Alkalose kein signifikanter Unterschied zwischen den Labmagenverlagerungstypen.

Eine metabolische Azidose wurde bei 47.3 % der Kühe mit RLV und 43.4 % mit RLVT beobachtet und war bei Kühen mit RLV signifikant häufiger vorhanden als bei Kühen mit LLV (37.1 %). Ursachen können hier ein schwererer oder länger

andauernder Verlauf der Erkrankung mit einhergehender Dehydratation sowie anaerobe Stoffwechselfvorgänge und in akuten Fällen ein septischer Schock sein, welche eine Alkalose überlagerten (SIMPSON et al., 1985; SMITH et al., 1990; FUBINI et al., 1991; KÜMPER, 1995).

Eine Hypokaliämie wurde bei 82.7 % der Kühe ohne signifikanten Unterschied zwischen den drei Gruppen nachgewiesen. Andere Autoren stellten das Gleiche fest (ROHN et al., 2004; CONSTABLE et al., 2013). Die Hypokaliämie kann ausser durch das abomasale Refluxsyndrom auf eine verminderte Futteraufnahme (GEISHAUSER et al., 1996; ROHN et al., 2004), einen Kaliumverlust über die Milch (GOOF, 2004), eine Hyperglykämie oder eine Hypovolämie (CONSTABLE et al., 2013) zurückgeführt werden.

Die Serumharnstoffkonzentration war mit 60.1 bzw. 43.1 % der Fälle bei RLVT- und RLV-Kühen signifikant höher als bei solchen mit LLV (21.4 %). Ähnliche Ergebnisse wurden von anderen Autoren beschrieben (STAUFENBIEL et al., 2007; ROHN et al., 2004). Es handelte sich dabei um eine prärenale Azotämie, welche durch eine zunehmende Dehydratation und eine verminderte renale Durchblutung verursacht worden war (BREUKINK und KUIPER, 1980; GEISHAUSER und OEKENTORP, 1997).

Eine erhöhte Pansenchloridkonzentration wurde bei Kühen mit LLV und RLV (77.9 bzw. 50.8 %) signifikant häufiger als bei solchen mit RLVT (39.2 %) nachgewiesen. Die niedrigeren Pansenchloridwerte bei einer RLV und RLVT können durch einen teilweise oder kompletten Verschluss der Hauben-Psalteröffnung (SMITH, 1987) und durch den damit einhergehenden akutereren Verlauf zustande kommen.

Weitere Befunde, die in Zusammenhang mit dem abomasalen Refluxsyndrom stehen, waren eine Alkalurie, eine Azidurie und eine erhöhte L-Laktatkonzentration. Eine Alkalurie bestand bei 14.9 bis 26.7 % und eine Azidurie bei 32.8 % bis 49.5 % der Kühe mit Labmagenverlagerung. Es bestanden signifikante Unterschiede zwischen allen drei Gruppen, wobei Kühe mit LLV häufiger eine Alkalurie und

Kühe mit RLVT häufiger eine Azidurie zeigten. Eine vermehrte alkalische Urinausscheidung wird durch den renalen Regulationsmechanismus, welcher einer metabolischen Alkalose vorerst mit gesteigerter Bikarbonat-, Natrium- und Chlorausscheidung entgegenwirkt, verursacht. Die paradoxe Azidurie tritt ein, um einen anhaltenden Elektrolyt- und Flüssigkeitsverlust zu vermeiden (BREUKINK und KUIPER, 1980). Hierzu findet eine vermehrte Kaliumretention und Natriumrückresorption im Austausch mit Wasserstoffionen statt.

Die signifikant höhere L-Laktatkonzentration, welche bei 78.7 % der Kühe mit RLVT und 42.6 % der Kühe mit RLV von je 47 untersuchten Kühen gemessen wurde, war auf anaerobe Stoffwechselfvorgänge zurückzuführen. Diese sind abhängig vom Ausmass der Dislokation und der evtl. vorliegenden Torsion des Labmagens sowie der damit einhergehenden hypoxischen Schädigung der Labmagenwand (WITTEK et al., 2004; GROSCHE et al., 2012). Auch Kühe mit LLV wiesen in ca. 20 % eine erhöhte L-Laktatkonzentration auf. Ein deutlicher L-Laktatanstieg (≥ 6 mmol/l) wurde bereits als wichtiger Hinweis für eine schlechte Prognose beschrieben (FIGUEIREDO et al., 2006; BOULAY et al., 2014).

7.4.3. Enzyme und Bilirubin

Die Enzymaktivitäten (γ -GT, ASAT, GLDH, SDH) waren bei 61.1, 80.8, 83.8 und 97.6 % der Kühe mit Labmagenverlagerung erhöht. Ähnliche Veränderungen wurden bereits früher beobachtet (ITHO et al., 1998; MUYLLE et al., 1990; KOMATSU et al., 2002; ZADNIK, 2003a; STENGÄRDE et al., 2010) und wurden als Resultat einer negativen Energiebilanz, eines Lipomobilisationssyndroms oder möglicher Entzündungsprozesse angesehen. Die erhöhte ASAT-Aktivität kann auch die Folge von vermehrtem Liegen sein, da die ASAT neben der Creatinkinase ein wichtiges Muskelenzym darstellt.

84.9 % der Kühe mit RLVT, 79.3 % der Kühe mit RLV und 51.0 % der Kühe mit LLV wiesen eine Erhöhung der γ -GT auf. Obwohl der Ductus choledochus in einer Untersuchung von HABEL und SMITH (1981) bei einer RLVT nicht verlegt

war, könnte die Verlagerung des Duodenums und die durch Dehydratation und Hypovolämie entstehende mangelnde Durchblutung der Leber den Gallenabfluss beeinträchtigt und zu einer Erhöhung der γ -GT geführt haben (MEYLAN, 1999). 77.2 bis 89.4 % der Kühe mit Labmagenverlagerung wiesen eine Hyperbilirubinämie auf, wobei die Bilirubinkonzentration bei Kühen mit LLV signifikant öfters erhöht war als bei solchen mit RLV und RLVT. Der Anstieg der Bilirubinkonzentration kann als indirektes Mass für die Energieversorgung angesehen werden (EVERTZ, 2006). Bei Kühen mit LLV, die sich in einem früheren Laktationsstadium befinden und einen höheren Energiebedarf haben, führt die gesteigerte Fettmobilisation indirekt zu einer erhöhten Bilirubinkonzentration. Andererseits waren die Kühe mit LLV durchschnittlich länger krank als diejenigen mit RLV und RLVT, was mit einer länger andauernden verminderten Futteraufnahme und einem Bilirubinanstieg verbunden war (EVERTZ, 2006). ROHN et al. (2004) konnten nach einer Einteilung nach Laktationsstadium keinen signifikanten Unterschied der Bilirubinkonzentration zwischen Kühen mit LLV und RLV mehr feststellen. Die Beobachtung von MEYLAN (1999), dass Kühe mit RLVT signifikant höhere Bilirubinwerte gegenüber Kühen mit RLV aufwiesen, konnte nicht bestätigt werden.

7.4.4. Korrelationen

In der vorliegenden Untersuchung wurden viele signifikante Korrelationen ermittelt, jedoch lagen die Korrelationskoeffizienten in den meisten Fällen unter einem r von 0.60 und waren damit klinisch vermutlich von untergeordneter Relevanz. Aus diesen Gründen wird nur auf Korrelationskoeffizienten über 0.60 eingegangen.

Korrelationen zwischen einzelnen Parametern und dem L-Laktat

Die Korrelationskoeffizienten zwischen L-Laktat und Glukose betragen 0.77, zwischen Harnstoff und Kreatinin 0.74, zwischen Harnstoff und L-Laktat 0.62

und zwischen Harnstoff und Glukose 0.61. Die Korrelationen zwischen Glukose, Harnstoff und L-Laktat können mit der Pathophysiologie der hypovolämischen Schocksymptomatik und der prärenalen Azotämie erklärt werden: Bei fortschreitendem Verlauf der Labmagenverlagerung entsteht eine Dehydratation mit nachfolgender Kreislaufzentralisation und anschliessender verminderter renaler Durchblutung mit Anstieg von Harnstoff und Kreatinin. Folgen davon sind vermehrte anaerobe Glykolyse und ein Anstieg der L-Laktatkonzentration. Die Korrelationen zwischen Glukose und den genannten Blutparametern sind auf eine bestehende Schockkaskade und eine damit bedingte Insulinresistenz zurückzuführen (MUYLLE et al.,1990).

Korrelationen zwischen den Blutgasparametern und dem Serumchlorid

Die Blutgasparameter wiesen untereinander hohe Korrelationskoeffizienten auf. Die Korrelationskoeffizienten zwischen BE und Bikarbonat betragen 0.99, zwischen BE und pH-Wert 0.83 und zwischen BE und pCO₂ 0.74. Zwischen Bikarbonat und Blut-pH-Wert und zwischen Bikarbonat und pCO₂ lagen die Korrelationskoeffizienten bei 0.81 und 0.75. Für die Beziehungen HCO₃⁻ x pH-Wert und BE x pCO₂ wiesen Kühe mit LLV signifikant höhere Korrelationskoeffizienten auf als Kühe mit RLV und RLVT und für HCO₃⁻ x pCO₂ waren diese signifikant höher als bei solchen mit RLVT. BRAUN et al. (1988) errechneten nahezu die gleichen Korrelationskoeffizienten für BE x HCO₃⁻ (0.94) und BE x pH-Wert (0.81). Die Korrelationskoeffizienten für BE x pCO₂, HCO₃⁻ x pH-Wert, HCO₃⁻ x pCO₂ lagen etwas darunter (0.44, 0.63, 0.60). Die hohen Korrelationskoeffizienten zwischen den Blutgasparametern sind zurückzuführen auf den Zusammenhang bei Veränderungen des Säure-Basen-Haushalts, die sich mittels der Henderson-Hasselbach'schen Gleichung erklären lassen (BRAUN et al., 1988). Die positive Korrelation zwischen Blut-pH-Wert und Bikarbonat und zwischen Bikarbonat und CO₂-Partialdruck weisen auf eine teilweise oder vollständig kompenzierte metabolische Alkalose hin. Die zuvor erwähnten signifikant grösseren

Korrelationskoeffizienten bei Kühen mit LLV im Vergleich zu solchen mit RLV bzw. RLVT lassen sich möglicherweise dadurch erklären, dass Kühe mit LLV durch einen milderen Krankheitsverlauf länger in der Lage sind, den Kompensationsmechanismus der metabolischen Alkalose aufrecht zu erhalten.

Der Korrelationskoeffizient zwischen Chlorid und Bikarbonat betrug -0.63 und zwischen Chlorid und BE -0.61. BRAUN et al. (1988) kamen auf ähnlich niedrige Werte von -0.53 und -0.40. Die Befunde können mit der Pathophysiologie des abomasalen Refluxsyndroms erklärt werden: Je weniger Chloridionen im proximalen Dünndarm resorbiert werden, desto weniger Bikarbonationen werden aus dem Blut in den distalen Dünndarm abgegeben. Mit Anstieg der Bikarbonatkonzentration im Blut steigt zwangsläufig auch der BE an.

7.5. Diagnose

Die Diagnose LLV konnte in 75.9 % der Fälle allein aufgrund der klinischen Untersuchung sicher gestellt werden. Mit Hilfe einer zusätzlichen Ultraschalluntersuchung war die Diagnose in 97.8 % der Fälle möglich. Die sonographische Untersuchung gilt als wertvolles diagnostisches Mittel, um einen Überblick über die Lage und Ausdehnung des Labmagens zu erhalten (WINTER und HOFMANN, 1996; BRAUN et al., 1997a). Eine Laparotomie war zur Sicherung der Diagnose nur in Einzelfällen (2.2 %) notwendig. Gründe für unklare Befunde waren eine ungenügende sonographische Darstellung infolge eines guten Nährzustands und vermehrte Flüssigkeit-, Gas- oder Fibrinansammlung im Abdomen. In einer Untersuchung von BRAUN et al. (1997b) konnte die Diagnose bei allen 48 Kühen mit LLV sonographisch bestätigt werden.

Im Gegensatz zur LLV ist die sichere klinische Diagnose bei RLV und RLVT viel schwieriger, da eine positive Schwing- und Perkussionsauskultation des rechten Abdomens viel mehr Ursachen als links aufweisen können (SMITH et al., 1982; DIRKSEN, 2006; KERBY, 2008). Dies hat sich auch in der vorliegenden Untersuchung bestätigt: Bei 93.6 bzw. 97.8 % der Kühe mit RLV bzw. RLVT bestand

klinisch eine Verdachtsdiagnose, welche aber nur bei 18.3 % der Kühe mit RLV und bei 26.7 % der Kühe mit RLVT klinisch sicher gestellt werden konnte. Bei CONSTABLE et al. (1991) wurde bei allen 80 Tieren nach der klinischen Untersuchung eine RLVT erwartet und bei 96.2 % hatte sich die Diagnose bei der Laparotomie bestätigt, bei SMITH et al. (1982) waren es bei RLV 89.6 % (n = 77). Differentialdiagnostisch müssen vor allem Pneumoperitoneum, Ileus, gas- oder flüssigkeitsgefüllte Darmteile, Aszites und eine Blinddarmdilatation in Betracht gezogen werden (KERBY, 2008). Die Ultraschalluntersuchung war hier viel wichtiger als bei der LLV, da sie die Diagnostik deutlich präzisierete. So konnte der verlagerte Labmagen bei der Mehrzahl der Kühe mit RLV (90.3 %) und RLVT (92.1 %) sonographisch dargestellt werden. Eine Differenzierung zwischen RLV und RLVT anhand der Ultraschallbefunde war auch schon in vorangegangenen Studien (BRAUN und FELLER, 2008; BRAUN et al., 2008) nicht möglich. Bei den rechtsseitigen Labmagenverlagerungen konnte erst bei der Laparotomie bzw. der Sektion klar zwischen RLV und RLVT differenziert werden.

7.6. Begleiterkrankungen

Das Auftreten verschiedener Begleiterkrankungen im Zusammenhang mit einer Labmagenverlagerung konnte bestätigt werden. 87.1 % aller untersuchten Kühe wiesen mindestens eine Begleiterkrankung auf. Kühe mit LLV litten in 60.3 % der Fälle an mehr als einer Begleiterkrankung. Diese Ergebnisse liegen über den bisherigen Angaben in der Literatur (CONSTABLE et al., 1992b; ROHN et al., 2004; STENGÄRDE et al., 2010; CONSTABLE, 2017). Die häufigsten Begleiterkrankungen waren in absteigender Reihenfolge Ketose (11.9 bis 45.4 %), Mastitis (30.3 bis 34.0 %) und Metritis (16.5 bis 31.2 %). Ketosen und Metritiden wurden bei Kühen mit LLV vermehrt diagnostiziert. Diese Erkenntnis deckt sich mit derjenigen von anderen Autoren und kann durch eine höhere Inzidenz dieser Erkrankungen im frühen postpartalen Zeitraum erklärt werden (CONSTABLE et al., 1992b; ROHN et al., 2004). Eine längere Krankheitsdauer als Ursache einer

Ketose wurde von ROHN et al. (2004) ausgeschlossen. Es bestand kein Unterschied der Inzidenz eines Lipomobilisationssyndroms zwischen den drei Gruppen. Dies wird durch die Studie von GUZELBEKTES et al. (2010) unterstützt. 10.7 % der Kühe mit RLV und 15.4 % der Kühe mit RLVT wiesen gleichzeitig ein Labmagenulkus auf und waren davon signifikant häufiger betroffen als Kühe mit LLV (6.6 %). Das gleichzeitige Auftreten beider Erkrankungen ist bekannt (PALMER und WITHLOCK, 1983; SMITH et al., 1983; CABLE et al., 1998); jedoch wurde dies bisher hauptsächlich im Zusammenhang mit einem Typ-3-Ulkus diskutiert (FUBINI und DIVERS, 2004). Aus welchem Grund Kühe mit RLV und RLVT signifikant häufiger ein Labmagenulkus als Begleiterkrankung aufweisen als Kühe mit LLV wurde bisher nicht beschrieben und bedarf weiterer Untersuchungen.

7.7. Schlussfolgerung

Die Labmagenverlagerung ist eine der Haupterkrankungen im postpartalen Zeitraum von Kühen mit hoher Milchleistung. 87.1 % aller untersuchten Kühe wiesen zusätzlich mindestens eine puerperale Begleiterkrankung auf. Die klinischen Initialerscheinungen waren abhängig vom Typ der Labmagenverlagerung und variierten je nach Schwere des Verlaufs. Bei einer LLV konnte mittels einer klinischen Untersuchung in 75.9 % der Fälle eine zuverlässige Diagnose gestellt werden, bei RLV und RLVT war dies nur in 18.3 bzw. 26.7 % möglich. Die Ultraschalluntersuchung erwies sich bei RLV und RLVT als besonders wertvoll, da der Prozentsatz an richtigen Diagnosen im Fall einer RLV von 18.3 auf 58.0 % und im Falle der RLVT von 26.7 auf 49.7 % erhöht werden konnte. Die Laborwerte sind diagnostisch von untergeordneter Bedeutung. Sie erlauben in erster Linie eine Einschätzung des Schweregrads und oft auch der Dauer der Erkrankung. Zudem können ein erhöhtes Pansenchlorid, eine Hypochlorämie und eine metabolische Alkalose bei unklaren klinischen Befunden Hinweise auf ein abomasales Refluxsyndrom geben. Mit allen bis heute zur Verfügung stehenden nicht

invasiven Untersuchungsmöglichkeiten ist es nicht möglich, aufgrund der klinischen, sonographischen und labordiagnostischen Befunde zwischen RLV und RLVT zu unterscheiden. Für diese Differenzierung ist nach wie vor eine Laparotomie erforderlich.

8. LITERATURVERZEICHNIS

AL-RAWASHDEH, O., Z. B. ISMAIL, A. TALAFHA and A. AL-MOMANI (2017): Changes of hematological and biochemical parameters and levels of pepsinogen, histamine and prostaglandins in dairy cows affected with left displacement of the abomasum. *Pol. J. Vet. Sci.* 20, 13-18.

BOOS, A., H. GEYER, U. MÜLLER, J. PETER, T. SCHMID, C. GERSPACH, M. PREVITALI, M. RÜTTEN, T. SYDLER, C. C. SCHWARZWALD, E. M. SCHRANER and U. BRAUN (2013): Situs ambiguus in a Brown Swiss cow with polysplenia: case report. *BMC Vet. Res.* 9, 34.

BOULAY, G., D. FRANCOZ, E. DORÉ, S. DUFOUR, M. VEILLETTE, M. BADDILLO, A.-M. BÉLANGER and S. BUCZINSKI (2014): Preoperative cow-side lactatemia measurement predicts negative outcome in Holstein dairy cattle with right abomasal disorders. *J. Dairy Sci.* 97, 212-221.

BRAUN, U., R. EICHER und V. BRACHER (1988): Inneres Erbrechen beim Rind: Untersuchungen über das abomasale Refluxsyndrom bei verschiedenen Erkrankungen des Verdauungsapparates. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 130, 225-236.

BRAUN, U., K. HAUSAMMANN and R. FORRER (1989): Reflux of bile acids from the duodenum into the rumen of cows with a reduced intestinal passage. *Vet. Rec.* 124, 373-376.

BRAUN, U., A. STEINER and B. KAEGI (1990): Clinical, haematological and biochemical findings and the results of treatment in cattle with acute functional pyloric stenosis. *Vet. Rec.* 126, 107-110.

BRAUN, U., A. STEINER and M. GÖTZ (1993): Clinical signs, diagnosis and treatment of duodenal ileus in cattle. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 135, 345-355.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Hrsg. U. Braun. Parey Buchverlag, Berlin, 69-90, 177-206.

BRAUN U., K. WILD, M. MERZ and H. HERTZBERG (1997): Percutaneous ultrasound-guided abomasocentesis in cows. *Vet. Rec.* 140, 599-602.

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

BRAUN, U., N. PUSTERLA and M. SCHÖNMANN (1997b): Ultrasonographic findings in cows with left displacement of the abomasum. *Vet. Rec.* 141, 331-335.

BRAUN, U., E. AMREIN, U. KOLLER and C. J. LISCHER (2002): Ultrasonographic findings in cows with dilatation, torsion and retroflexion of the caecum. *Vet. Rec.* 150, 75-79.

BRAUN, U., S. BLESSING, B. LEJEUNE and M. HÄSSIG (2007): Ultrasonography of the omasum in cows with various gastrointestinal diseases. *Vet. Rec.* 160, 865-869.

BRAUN, U. and B. FELLER (2008): Ultrasonographic findings in cows with right displacement of the abomasum and abomasal volvulus. *Vet. Rec.* 162, 311-315.

BRAUN, U., B. FELLER, M. HÄSSIG and K. NUSS (2008): Ultrasonographic examination of the omasum, liver, and small and large intestines in cows with

right displacement of the abomasum and abomasal volvulus. *Am. J. Vet. Res.* 69, 777-784.

BRAUN, U. (2009): Ultrasonography of the gastrointestinal tract in cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 25, 567-590.

BRAUN, U. (2016): Ascites in cattle: Ultrasonographic findings and diagnosis. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 32 55-83.

BREUKINK, H. J. and R. KUIPER (1980): Digestive disorders following obstruction of flow of ingesta through the abomasum and small intestine. *Bovine Pract.* 15, 139-143.

BORTZ, J. (2006): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 218-219.

CABLE, C. S., W. C. REBHUN, S. L. FUBINI, H. N. ERB and N. G. DURCHARME (1998): Concurrent abomasal displacement and perforating ulceration in cattle: 21 cases (1985-1996). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 212, 1442-1445.

CHAPINAL, N., M. CARSON, T. F. DUFFIELD, M. CAPEL, S. GODDEN, M. OVERTON, J. E. P. SANTOS and S. J. LEBLANC (2011): The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. *J. Dairy Sci.* 94, 4897-4903.

CONSTABLE, P. D., G. ST. JEAN, B. L. HULL, D. M. RINGS and G. F. HOFFSIS (1991): Preoperative prognostic indicators in cattle with abomasal volvulus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 198, 2077-2085.

CONSTABLE, P. D., G. ST-JEAN, G. R. KOENIG, B. L. HULL and D. M. RINGS (1992a): Abomasal luminal pressure in cattle with abomasal volvulus and left displaced abomasum. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 201, 1564-1568.

CONSTABLE, P. D., G. Y. MILLER, G. F. HOFFSIS, B. L. HULL and D. M. RINGS (1992b): Risk factors for abomasal volvulus and left abomasal displacement in cattle. *Am. J. Vet. Res.* 53, 1184-1192.

CONSTABLE, P. D., W. GRÜNBERG, R. STAUFENBIEL and H. R. STÄMPFLI (2013): Clinicopathologic variables associated with hypokalemia in lactating dairy cows with abomasal displacement or volvulus. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 242, 826-835.

CONSTABLE, P. D. (2016): Diseases of the abomasum. In: *The Merck Veterinary Manual*, 11th edn., Merck and Co., Inc., New York, 238-241.

CONSTABLE, P. D., K. W. HINCHCLIFF, S. H. DONE and W. GRÜNBERG (2017): Diseases of the abomasum. In: *Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. 11th edn., Eds. P. D. Constable, K. W. Hinchcliff, S. H. Done, W. Grünberg. Saunders Elsevier, St. Louis, 500-515.

CULLOR, J. S. (1992): Shock attributable to bacteremia and endotoxemia in cattle: Clinical and experimental findings. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 200, 1894-1902.

DELGADO-LECAROZ, R., L. D. WARNICK, C. L. GUARD, M. C. SMITH and D. A. BARRY (2000): Cross-sectional study of the association of abomasal displacement or volvulus with serum electrolyte and mineral concentrations in dairy cows. *Can. Vet. J.* 41, 301-305.

DEZFOULI, M. M., Z. EFTEKHARI, S. SADEGHIAN, A. BAHOUNAR and M. JELOUDARI (2013): Evaluation of hematological and biochemical profiles in dairy cows with left displacement of the abomasum. *Comp. Clin. Pathol.* 22, 175-179.

DIRKSEN, G. (2006): Krankheiten des Labmagens. In: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 5. Aufl., Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer, M. Stöber. Parey Buchverlag, Berlin, 473-493, 512-514.

DOLL, K., M. SICKINGER and T. SEEGER (2009): New aspects in the pathogenesis of abomasal displacement. *Vet. J.* 181, 90-96.

EADES, S. C. (1993): Endotoxemia in dairy cattle: Role of eicosanoids in reticulorumen stasis. *J. Dairy Sci.* 76, 414-420.

EID, M., M. GOLLWITZER und M. SCHMITT (2011): *Statistik und Forschungsmethoden*. Hrsg. M. Eid, M. Gollwitzer, M. Schmitt. Belz Buchverlag, Weinheim, 547-458.

EVERTZ, C. (2006): *Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen im peripartalen Zeitraum unter Berücksichtigung klinischer Erkrankungen*. Dissertation, Universität Leipzig.

FELLER, B. (2006): *Sonographische Untersuchungen bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit und ohne Torsion*. Dissertation, Universität Zürich.

FIGUEIREDO, M. D., D. V. NYDAM, G. A. PERKINS, H. M. MITCHELL and T. J. DIVERS (2006): Prognostic value of plasma L-lactate concentration

measured cow-side with a portable clinical analyzer in Holstein dairy cattle with abomasal disorders. *J. Vet. Intern. Med.* 20, 1463-1470.

FUBINI, S. L., Y. T. GRÖHN and D. F. SMITH (1991): Right displacement of the abomasum and abomasal volvulus in dairy cows: 458 cases (1980-1987). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 198, 460-464.

FUBINI, S. and T. J. DIVERS (2004): Abomasal ulcers. In: *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2nd edn., Eds. P. J. Divers, S. F. Peek. Saunders Elsevier, Philadelphia, 167-174.

GARRY, F. B., B. L. HULL, D. M. RINGS, K. KERSTING and G. F. HOFFSIS (1988): Prognostic value of anion gap calculation in cattle with abomasal volvulus: 58 cases (1980-1985). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 192, 1107-1112.

GEISHAUSER, T. (1995): Abomasal displacement in the bovine - a review on character, occurrence, aetiology and pathogenesis. *J. Vet. Med. A* 42, 229-251.

GEISHAUSER, T. and C. SHEE (1996): Duodeno-abomasal reflux in cows with abomasal displacement. *J. Vet. Med. A* 43, 445-450.

GEISHAUSER, T., D. REICHE, C. SHEE, B. THÜNKER, S. VERWOHLT and K. FAILING (1996): pH, Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium, Phosphat und Chlorid im Pansen- und Labmageninhalt von Kühen mit Labmagenverlagerung. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 103, 16-20.

GEISHAUSER, T. and N. OEKENTORP (1997): The association between ionized calcium in blood and selected parameters in dairy cows with left displaced abomasum. *J. Vet. Med. A* 44, 493-500.

GEISHAUSER, T., K. LESLIE, T. DUFFIELD and V. EDGE (1997): Evaluation of aspartate transaminase activity and β -hydroxybutyrate concentration in blood as a test for prediction of left displaced abomasum in dairy cows. *Am. J. Vet. Res.* 58, 1216-1220.

GEISHAUSER, T., K. LESLIE, T. DUFFIELD, D. SANDALS and V. EDGE (1998): The association between selected metabolic parameters and left abomasal displacement in dairy cows. *J. Vet. Med. A* 45, 499-511.

GOFF, J. P. (2004): Macromineral disorders of the transition cow. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 20, 471-494.

GOETZE, L. und M. MÜLLER (1990): Untersuchung zur Therapie des hypovolämischen Schocks bei Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung. *J. Vet. Med. A* 37, 300-309.

GROSCHE, A., M. FÜRLI and T. WITTEK (2012): Peritoneal fluid analysis in dairy cows with left displaced abomasum and abomasal volvulus. *Vet. Rec.* 170, 413-418.

GRÜNBERG, W., P. CONSTABLE, U. SCHRÖDER, R. STAUFENBIEL, D. MORIN and M. ROHN (2005): Phosphorus homeostasis in dairy cows with abomasal displacement or abomasal volvulus. *J. Vet. Intern. Med.* 19, 894-898.

GRÜNBERG, W., D. E. MORIN, J. K. DRACKLEY and P. D. CONSTABLE (2006): Effect of rapid intravenous administration of 50 % dextrose solution on phosphorus homeostasis in postparturient dairy cows. *J. Vet. Intern. Med.* 20, 1471-1478.

GUZELBEKTES, H., I. SEN, M. OK, P. D. CONSTABLE, M. BOYDAK and A. COSKUN (2010): Serum amyloid A and haptoglobin concentrations and liver fat percentage in lactating dairy cows with abomasal displacement. *J. Vet. Intern. Med.* 24, 213-219.

HABEL, R. E. and D. F. SMITH (1981): Volvulus of the bovine abomasum and omasum. *J. Vet. Med. Assoc.* 179, 447-455.

ISMAEL, M. M., I. I. ELSHAHAWY and I. A. ABDULLAZIZ (2018): New insights on left displaced abomasum in dairy cows. *Alex. J. Vet. Sci.* 56, 127-136.

ITHO, N., M. KOIWA, A. HATSUGAYA, H. YOKOTA, H. TANIYAMA, H. OKADA and K. KUDO (1998): Comparative analysis of blood chemical values in primary ketosis and abomasal displacement in cows. *J. Vet. Med. A* 45, 293-298.

ITOH, M., T. AOKI, Y. SAKURAY, N. SASAKI, H. INOKUMA, S. KAWAMOTO and K. YAMADA (2017): Fluoroscopic observation of the development of displaced abomasum in dairy cows. *J. Vet. Med. Sci.* 79, 1952-1956.

KERBY, M. (2008): Differential diagnosis and management of right-sided abdominal “ping” in dairy cattle. In *Pract.* 30, 98-104.

KOMATSU, Y., N. ITHO, H. TANIYAMA, T. KITAZAWA, H. YOKOTA, M. KOIWA, H. OHTSUKA, N. TERASAKI, K. MAENO, M. MIZOGUCHI, Y. TAKEUCHI, M. TANIGAWA, T. NAKAMURA, H. WATANABE, Y. MATSUGUCHI, T. KUKINO and A. HONMA (2002): Classification of abomasal displacement in cows according to histopathology of the liver and clinical chemistry. *J. Vet. Med. A* 49, 482-486.

KUIPER, R. (1991): Abomasal diseases. *Bovine Pract.* 26, 111-116.

KÜMPER, H. (1995): Die rechtsseitige Labmagenverlagerung des Rindes. 1. Teil: Entstehungsweise, klinischer Verlauf und Prognose. *Tierärztl. Prax.* 23, 351-359.

KÜMPER, H. und H.-D. GRÜNDER (1997): Die differentialdiagnostische Bedeutung von Klingel- und Plätschergeräuschen in der Bauchhöhle des erwachsenen Rindes. *Tierärztl. Prax.* 25, 568-575.

MADISON, J. B. and H. F. TROUTT (1988): Effects of hypocalcaemia on abomasal motility. *Res. Vet. Sci.* 44, 264-266.

MARTIG, J. (1996): Hochtönendes Perkussionsgeräusch (PING) als Leitsymptom. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 138, 351-352.

MASSEY, C. D., C. WANG, G. A. DONOVAN and D. K. BEEDE (1993): Hypocalcemia at parturition as a risk factor for displacement of the abomasum in dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203, 852-853.

MEERMANN, A. und G. AKSOY (1983): Untersuchungen des Labmagen- und des Pansensaftes, des Blutserums sowie des roten Blutbildes bei gesunden und bei an Labmagenverlagerung erkrankten Rindern. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 90, 201-248.

MEYLAN, M. (1999): Prognostische Indikatoren bei Labmagenverlagerung und -torsion nach rechts. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 141, 413-418.

MÜLLER, K. (2011): Diagnosis, treatment and control of left displaced abomasum in cattle. In *Pract.* 33, 470-481.

MUYLLE, E., C. VAN DEN HENDE, B. SUSTRONCK and P. DEPREZ (1990): Biochemical profiles in cows with abomasal displacement estimated by blood and liver parameters. *J. Vet. Med. A* 37, 259-263.

OK, M., R. YILDIZ and A. NASERI (2014): Ultrasonographic finding in anterior displacement of abomasum in a cow. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 20, 317-319.

PALMER, J. E. and R. H. WHITLOCK (1983): Bleeding abomasal ulcers in adult dairy cattle. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 183, 448-451.

PALMER, J. E. and R. H. WHITLOCK (1984): Perforated abomasal ulcers in adult dairy cows. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 184, 171-174.

ROHN, M., B.-A. TENHAGEN and W. HOFMANN (2004): Survival of dairy cows after surgery to correct abomasal displacement: 1. Clinical and laboratory parameters and overall survival. *J. Vet. Med. A* 51, 294-299.

ROSENBERGER, G. (2012): Die klinische Untersuchung des Rindes. 4. Auflage. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer, M. Stöber. Enke Verlag, Stuttgart.

SAHINDURAN, S. and M. K. ALBAY (2006): Haematological and biochemical profiles in right displacement of abomasum in cattle. *Revue Méd. Vét.* 157, 352-356.

SEVINC, M., M. OK and A. BASOGLU (2002): Liver function in dairy cows with abomasal displacement. *Revue Méd. Vét.* 153, 477-480.

SICKINGER, M. (2017): Labmagenverlagerung beim Rind – kurzer Überblick zu neueren Erkenntnissen. *Tierärztl. Prax.* 45 (G), 187-190.

SIMPSON, D. F., H. N. ERB and D. F. SMITH (1985): Base excess as a prognostic and diagnostic indicator in cows with abomasal volvulus or right displacement of the abomasum. *Am. J. Vet. Res.* 46, 796-797.

SMITH, D. F. (1978): Right-side torsion of the abomasum in dairy cows: classification of severity and evaluation of outcome. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 173, 108-111.

SMITH, D. F., H. N. ERB, K. M. KALAHER and W. C. REBHUN (1982): The identification of structures and conditions responsible for right side tympanitic resonance (ping) in adult cattle. *Cornell Vet.* 72, 180-199.

SMITH, D. F., L. MUNSON and H. N. ERB (1983): Abomasal ulcer disease in adult dairy cattle. *Cornell Vet.* 73, 213-224.

SMITH, D. F. (1987): Abomasal volvulus. *Bovine Pract.* 22, 162-164.

SMITH, D. F., D. P. LUNN, G. M. ROBINSON, S. M. McGUIRK, E. V. NORDHEIM and P. S. MacWILLIAMS (1990): Experimental model of hypochloremic metabolic alkalosis caused by diversion of abomasal outflow in sheep. *Am. J. Vet. Res.* 51, 1715-1722.

STAUFENBIEL, R., M. M. I. AHMED, W. BAUMGARTNER and C.-C. GELFERT (2007): The use of biochemical and hepatic parameters to predict treatment outcome of dairy cows suffering from displacement of the abomasum. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 114, 225-230.

STENGÄRDE, L. U. and B. G. PEHRSON (2002): Effects of management, feeding, and treatment on clinical and biochemical variables in cattle with displaced abomasum. *Am. J. Vet. Res.* 63, 137-142.

STENGÄRDE, L., K. HOLTENIUS, M. TRAVÉN, J. HULTGREN, R. NISKANEN and U. EMANUELSON (2010): Blood profiles in dairy cows with displaced abomasum. *J. Dairy Sci.* 93, 4691-4699.

VÖRÖS, K., B. RÜDIGER, M. STÖBER und E. DEEGEN (1983): Untersuchung der Atemtätigkeit bei an Labmagenverlagerung erkrankten Kühen: Einfluss der metabolischen Alkalose. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 90, 468-471.

VÖRÖS, K., L. GOETZE, J. LATTMANN und H. SCHOLZ (1985): Serumelektrolyte und Parameter des Säurebasenhaushaltes in Blut und Harn bei an Labmagenverlagerung erkrankten Kühen (unter Berücksichtigung des Refluxsyndromes). *Zbl. Vet. Med. A* 32, 110-118.

WARD, J. L., D. F. SMITH, S. L. FUBINI and D. M. DEUEL-AROMANDO (1994): Evaluation of abomasal outflow diversion as an experimental model of hypochloremic, hypokalemic metabolic alkalosis in lactating cows. *Can. J. Vet. Res.* 58, 13-19.

WENSVOORT, P. and M. A. VAN DER VELDEN (1980): Torsion of the abomasum in ruminants: Diagrammatic representation of rotary movements based on post-mortem findings. *Vet. Q.* 2, 125-135.

WINTER, T. und W. HOFMANN (1996): Die Sonographie als Hilfsmittel bei der Diagnose von Labmagenverlagerung. *Tierärztl. Prax.* 24, 243-247.

WITTEK, T., P. D. CONSTABLE and M. FÜRLL (2004): Comparison of abomasal luminal gas pressure and volume and perfusion of the abomasum in dairy cows with left displaced abomasum or abomasal volvulus. *Am. J. Vet. Res.* 65, 597-603.

ZADNIK, T. (2003a): A comparative study of the hemato-biochemical parameters between clinically healthy cows and cows with displacement of the abomasum. *Acta Veterinaria* 53, 297-309.

ZADNIK, T. (2003b): Review of anterior displacement of the abomasum in cattle in Slovenia. *Vet. Rec.* 153, 24-25.

ZURR, L. and S. LEONHARD-MAREK (2012): Effects of β -hydroxybutyrate and different calcium and potassium concentrations on the membrane potential and motility of abomasal smooth muscle cells in cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 5750-5759.

9. ANHANG

Anhang 1: Korrelationen zwischen Herzfrequenz sowie Rektaltemperatur und den Laborbefunden

Laborparameter	Klinische Befunde	
	Herzfrequenz	Rektale Temperatur
Hämatokrit (n)	0.26 (2042)	-0.11 (2030)
Fibrinogen (n)	0.19 (2028)	0.03 (2016) ^{ns}
Plasmaprotein (n)	0.12 (2031)	-0.09 (2019)
Leukozyten (n)	0.13 (2036)	-0.07 (2024)
Harnstoff (n)	0.29 (2037)	-0.17 (2025)
Kreatinin (n)	0.22 (355)	-0.06 (348)
pH-Wert (n)	0.05 (1872)*	-0.08 (1863)
HCO ₃ ⁻ (n)	0.14 (1877)	-0.13 (1868)
pCO ₂ (n)	0.19 (1872)	-0.11 (1863)
Glukose (n)	0.24 (214)	-0.29 (212)
L-Laktat (n)	0.36 (209)	-0.24 (207)
Base Excess (n)	0.13 (1870)	-0.11 (1861)
Chlorid (n)	-0.26 (2033)	0.22 (2021)
Kalium (n)	-0.16 (2035)	0.18 (2023)
Anorg. Phosphat (n)	0.24 (1635)	-0.12 (1625)
Magnesium (n)	0.17 (1635)	-0.22 (1625)
Kalzium (n)	-0.01 (1633) ^{ns}	-0.04 (1623) ^{ns}
Bilirubin (n)	0.06 (2025)	0.10 (2013)
γ-GT (n)	0.04 (2038)*	-0.03 (2026) ^{ns}
GLDH (n)	-0.01 (1475) ^{ns}	-0.08 (2031)
ASAT (n)	0.05 (2038)*	-0.01 (2026) ^{ns}

Die Irrtumswahrscheinlichkeit P liegt für alle nicht speziell markierten Korrelationen unter 0.01. * bedeutet $P < 0.05$, ^{ns} heisst nicht signifikant

Anhang 2: Korrelationen zwischen ausgewählten hämatologischen und blutchemischen Parametern (Anzahl Fälle in Klammern)

Parameter	Leukozyten	Plasma-protein	Harnstoff	Kreatinin	Glukose	L-Laktat
Hämatokrit (n)	0.12 (2037)	0.25 (2032)	0.28 (2038)	0.27 (356)	0.41 (214)	0.43 (209)
Leukozyten (n)	-	0.09 (2026)	0.20 (2032)	0.08 ^{ns} (356)	0.23 (214)	0.14* (209)
Plasmaprotein (n)	-	-	0.26 (2027)	0.33 (354)	0.19 (213)	0.19 (208)
Harnstoff (n)	-	-	-	0.74 (356)	0.61 (213)	0.62 (209)
Kreatinin (n)	-	-	-	-	0.11 ^{ns} (50)	0.15 ^{ns} (49)
Glukose (n)	-	-	-	-	-	0.77 (208)

Die Irrtumswahrscheinlichkeit P liegt für alle nicht speziell markierten Parameter unter 0.01. * bedeutet $P < 0.05$, ^{ns} heisst nicht signifikant

Anhang 3: Korrelationen zwischen den Elektrolyten und dem Bilirubin (Anzahl Fälle in Klammern)

Parameter	Kalzium	Chlorid	Kalium	Magne- sium	Anorg. Phosphat
Bilirubin (n)	0.01 ^{ns} (1626)	-0.14 (2021)	-0.11 (2025)	-0.11 (1629)	0.02 ^{ns} (1628)
Kalzium (n)	-	-0.11 (1629)	0.01 ^{ns} (1633)	0.01 ^{ns} (1631)	0.11 (1633)
Chlorid (n)	-	-	0.53 (2031)	-0.31 (1632)	-0.42 (1631)
Kalium (n)	-	-	-	-0.15 (1636)	-0.06 (1635)
Magnesium (n)	-	-	-	-	0.24 (1634)

Die Irrtumswahrscheinlichkeit P liegt für alle nicht speziell markierten Parameter unter 0.01. ^{ns} heisst nicht signifikant

Anhang 4: Korrelationen zwischen den Enzymaktivitäten und dem Bilirubin (Anzahl Fälle in Klammern)

Parameter	SDH	γ -GT	GLDH	ASAT
Bilirubin (n)	0.04 ^{ns} (1453)	0.29 (2026)	0.13 (1469)	0.28 (2026)
SDH (n)	-	0.23 (1458)	0.55 (1448)	0.53 (1458)
γ -GT (n)	-	-	0.51 (1475)	0.36 (2038)
GLDH (n)	-	-	-	0.64 (1475)

Die Irrtumswahrscheinlichkeit P liegt für alle nicht speziell markierten Parameter unter 0.01. * bedeutet $P < 0.05$, ^{ns} heisst nicht signifikant

Anhang 5: Korrelationen zwischen Chlorid, Kalium, anorg. Phosphat, Plasmaprotein und ausgewählten Parametern

Parameter	Chlorid	Kalium	Anorg. Phosphat	Plasma-protein
Hämatokrit (n)	-0.34 (2034)	-0.19 (2036)	0.32 (1636)	0.25 (2032)
Harnstoff (n)	-0.52 (2033)	-0.19 (2035)	0.52 (1635)	0.26 (2027)
Pansenchlorid (n)	-0.29 (1820)	-0.18 (1821)	0.25 (1429)	0.26 (1816)
pH-Wert (n)	-0.42 (1865)	-0.47 (1868)	-0.03 ^{ns} (1538)	0.12 (1865)
HCO ₃ ⁻ (n)	-0.63 (1870)	-0.51 (1873)	0.13 (1543)	0.27 (1870)
pCO ₂ (n)	-0.58 (1865)	-0.32 (1868)	0.26 (1539)	0.31 (1865)
Glukose (n)	-0.59 (212)	-0.39 (214)	0.34 (213)	0.19 (213)
L-Laktat (n)	-0.56 (207)	-0.36 (209)	0.40 (209)	0.19 (208)
BE (n)	-0.61 (1863)	-0.51 (1866)	0.11 (1535)	0.25 (1862)

Die Irrtumswahrscheinlichkeit P liegt für alle nicht speziell markierten Parameter unter 0.01. ^{ns} heisst nicht signifikant

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen Personen ganz herzlich danken, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, insbesondere:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Unterstützung und Betreuung sowie die Korrektur der Dissertation.

Frau Privatdozentin Dr. Angelika Schoster für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. Paul Torgerson und Frau Daniela Keller für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Allen Tierärztinnen und Tierärzten der Klinik für Wiederkäuer, die in den Jahren 1988 bis 2016 die Krankengeschichten der von mir ausgewerteten Patienten sorgfältig geführt und damit das Zustandekommen dieser Dissertation ermöglicht haben.

Meiner Familie, besonders meinen Eltern Cornelia und Hans-Dieter Reif, meinem Bruder Daniel Reif und meinem Verlobten Markus Stein dafür, dass sie mir stets zur Seite stehen, und meiner Schwester Dr. Christina Reif für ihre wertvollen Anregungen und die vielen motivierenden Worte.

11. LEBENS LAUF

Name: Sarah Ruth Reif

Geburtsdatum: 22.04.1984

Geburtsort: Lörrach (Deutschland)

Nationalität: Deutsch

09/1994 – 08/2000 Montford-Realschule in Zell im Wiesental (Deutschland)

09/2000 – 08/2007 Ausbildung zur Gesundheits- und Krankenpflegerin mit
anschliessender Anstellung in den Kreiskliniken Lörrach
(Deutschland)

09/2007 – 08/2009 Technische Oberschule in Bad Säckingen (Deutschland)

24/06/2009 **Allgemeine Hochschulreife (Abitur)**
Technische Oberschule in Bad Säckingen (Deutschland)

09/2009 – 03/2015 **Studium** der Veterinärmedizin an der Justus-Liebig-Uni-
versität in Giessen mit Staatsexamen (Deutschland)

19/02/2015 **Abschlussprüfung vet. med.** (Justus-Liebig-Universität
in Giessen, Deutschland)

02/2017 – 03/2020 **Anfertigung der Dissertation**
unter Leitung von Prof. Dr. med. vet. Dr. med. vet. h. c.
Ueli Braun
am Departement für Nutztiere
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich
Prof. Dr. med. vet. H. Bollwein

04/2015 – 05/2016 Internship in der Pferdeklinik Grosswallstadt in Gross-
wallstadt (Deutschland)

06/2016 – 07/2017 Assistenztierärztin in der Pferdepraxis Zenith in Kaisten (AG)

08/2017 – 01/2019 Praxisvertretungen in Gross- und Kleintierpraxen in Deutschland und der Schweiz

Seit 02/2019 Assistenztierärztin in der Gross- und Kleintierpraxis Salina Vetteam GmbH in Rheinfelden (AG)

