

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Prof. Dr. Dr. h.c. M. Kramer

***Prospektive klinische Studie zur
laparoskopischen Katheterzystostomie im Vergleich zur
chirurgischen Katheterzystostomie beim Schaf- und Ziegenbock mit
Obstructio urethrae in Folge von Urolithiasis
unter besonderer Berücksichtigung der Harnblasen-Sonographie
(prä operationem) und der antegraden Zystourethrographie bei
persistierender Obstruktion***



INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

ingereicht von
Mag. med. vet. Uschi Walter
Tierärztin aus Wien

Gießen 2019

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über
<http://dnb.ddb.de>

© 2020 by Verlag:

Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH, Gießen
Printed in Germany

Foto Titelseite

© U. Schwarz

ISBN 978-3-86345-540-8

1. Auflage 2020

Verlag:

DVG Service GmbH

Friedrichstraße 17

35392 Gießen

Tel.: 0641/24466

info@dvg.de

www.dvg.de

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

***Prospektive klinische Studie zur
laparoskopischen Katheterzystostomie im Vergleich zur
chirurgischen Katheterzystostomie beim Schaf- und Ziegenbock mit
Obstructio urethrae in Folge von Urolithiasis
unter besonderer Berücksichtigung der Harnblasen-Sonographie
(prä operationem) und der antegraden Zystourethrographie bei
persistierender Obstruktion***

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Dr. med. vet.
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Mag. med. vet. Uschi Walter

Gießen 2019

Mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität
Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer
Prof. Dr. Axel Wehrend

Tag der Disputation: 23. September 2019

Meiner lieben Oma

Inhalt

| | |
|---|-------------|
| Abkürzungsverzeichnis | V |
| Abbildungsverzeichnis | VIII |
| Tabellenverzeichnis..... | X |
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Literaturübersicht..... | 3 |
| 2.1. Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer..... | 3 |
| 2.1.1. Anatomie des Urogenitaltraktes | 3 |
| 2.1.2. Ätiologie und Pathogenese der Urolithiasis | 4 |
| 2.1.3. Chemische Zusammensetzung der Urolithen und Diätetik..... | 8 |
| 2.1.4. Lokalisation der Urolithen..... | 11 |
| 2.1.5. Klinische Erscheinungen | 11 |
| 2.1.6. Pathophysiologische Auswirkungen und Komplikationen..... | 12 |
| 2.1.7. Urolithiasis bei Rindern, Kameliden und Wildwiederkäuern.. | 13 |
| 2.2 Möglichkeiten der weiterführenden Diagnostik..... | 16 |
| 2.2.1 Labordiagnostik | 17 |
| 2.2.2. Bildgebende Verfahren | 17 |
| 2.3. Therapiemöglichkeiten der Urolithiasis beim Wiederkäuer | 23 |
| 3. Material und Methoden..... | 27 |
| 3.1. Zielsetzung | 27 |
| 3.1.1. Tierzahl und Gruppen..... | 27 |
| 3.1.2 Randomisierung..... | 28 |
| 3.1.3 Begleittherapie, Haltungs- und Fütterungsbedingungen..... | 28 |
| 3.2 Zielkriterien | 29 |

| | |
|---|------------------|
| 3.3 Klinische Untersuchungen | 30 |
| 3.4 Hämatologische Untersuchungen | 32 |
| 3.5 Operations-Vorbereitung und Narkoseeinleitung | 33 |
| 3.5.1 Schmerzmanagement und Schmerzscoring | 34 |
| 3.6 Operationstechniken | 35 |
| 3.6.1 Laparotomische Katheterzystostomie (LT; Kontrollgruppe) ... | 35 |
| 3.6.2 Laparoskopische Katheterzystostomie (LK; Versuchsgruppe) | 36 |
| 3.7 Postoperative Überwachung | 37 |
| 3.7.1 Medikation und sonstige Behandlungen..... | 37 |
| 3.7.2 Hämatologie..... | 38 |
| 3.7.3 Schmerzscoring | 38 |
| 3.7.4 Katheterpflege | 40 |
| 3.7.5 Spülung der Urethra | 40 |
| 3.7.6 Beurteilung der Durchspülbarkeit der Urethra und weiteres Vorgehen | 42 |
| 3.7.7 Anterograde Zysto-Urethrographie | 42 |
| 3.8. Chemische Untersuchung der Urolithen..... | 44 |
| 3.9. Sektion getöteter oder verstorbener Studientiere..... | 44 |
| <i>4. Statistische Auswertung.....</i> | <i>45</i> |
| <i>5. Ergebnisse</i> | <i>46</i> |
| 5.1. Allgemeine Tierdaten | 46 |
| 5.2. Kurzfristige Heilungsrate | 47 |
| 5.3. Mittelfristige Heilungsrate | 48 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4. Entwicklung der Harnstoff- und Kreatiningehalte im Blutplasma | 48 |
| 5.5. Magnesium-, Phosphor- und Kalziumwerte bei Erstuntersuchung .. | 51 |
| 5.6. Urinbefunde..... | 51 |
| 5.7. Schmerzscoring - Ergebnisse | 52 |
| 5.8. Sonographische Beurteilung der Harnblase | 58 |
| 5.9. Befunde der anterograden Zystourethrographie | 71 |
| 5.10. Befunde der Harnsteinanalyse..... | 73 |
| 5.11. Ergebnisse der pathoanatomischen Untersuchung | 74 |
| 5.12. Ergebnisse der pathohistologischen Untersuchung | 76 |
| 6 DISKUSSION | 78 |
| 6.1 Diskussion der Fragestellung | 78 |
| 6.2. Diskussion der Methodik | 79 |
| 6.3. Diskussion der Ergebnisse | 82 |
| 6.3.1 Kurz- und mittelfristige Heilungsrate | 82 |
| 6.3.2 Harnstoff- und Kreatininwerte im Blutplasma | 87 |
| 6.3.3 <i>Magnesium-, Phosphor- und Kalziumwerte im Blut.....</i> | <i>90</i> |
| 6.3.4 <i>Urinbefunde</i> | <i>90</i> |
| 6.3.5 Entwicklung des Schmerzscores..... | 92 |
| 6.3.6 <i>Sonographie der Harnblase</i> | <i>93</i> |
| 6.3.7 <i>Vergleichende Diskussion der Befunde aus den bildgebenden Verfahren (Sonographie, Zystourethrographie) versus pathomorphologischer Befunde.....</i> | <i>96</i> |
| 6.3.8 <i>Harnsteinanalyse.....</i> | <i>98</i> |

| | |
|---|------------|
| 6.4. Chirurgische Möglichkeiten bei persistierender Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer..... | 99 |
| 6.5 Schlussfolgerungen | 102 |
| 7 ZUSAMMENFASSUNG | 104 |
| 8 SUMMARY | 108 |
| Literaturliste | 104 |
| ANHANG..... | 118 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------------|--|
| Abb. | Abbildung |
| AF | Atemfrequenz |
| Az | Atemzüge |
| BMG | buccal mucosal graft |
| ca. | circa |
| Ca | Kalzium |
| CaCo ₂ | Kalziumkarbonat |
| caud | caudal |
| cran | cranial |
| D. h. | das heißt |
| dors | dorsal |
| EDTA | Ethylendiamintetraessigsäure |
| ESWL | Extrakorporale Stoßwellen – Lithotripsie |
| etc. | et cetera |
| Fa. | Firma |
| FLUTD | Feline Lower Urinary Tract Disease |
| ggr. | geringgradig |
| hgr. | Hochgradig |
| HF | Herzfrequenz |
| i.v. | intravenös |
| KGW | Körpergewicht |

| | |
|---------|--|
| LK | Laparoskopiegruppe |
| LT | Laparotomiegruppe |
| Mg | Magnesium |
| mgr. | Mittelgradig |
| MPPU | Modifizierte proximale perineale Urethrostomie |
| OP | Operation |
| P | Phosphor |
| pH | pH-Wert |
| PCNL | Perkutane Nephrolitholapaxie |
| PU | Perineale Urethrostomie |
| PVP | Polyvinylpyrrolidon |
| s.c. | subkutan |
| s.o. | siehe oben |
| s.u. | siehe unten |
| t | Zeit |
| u. | und |
| u.a. | unter anderem |
| URS | Ureterorenoskopie |
| ventr | ventral |
| Vit. | Vitamin |
| ξ | arithmetischer Mittelwert |
| ξ_g | geometrischer Mittelwert |

z. B. zum Beispiel

Einheiten

| | |
|--------|--------------------------|
| °C | Grad Celsius |
| CH | Charrière |
| cm | Zentimeter |
| g | Gramm |
| G | Giga |
| G/l | Giga pro Liter |
| I.E. | Internationale Einheiten |
| kg | Kilogramm |
| kV | Kilovolt |
| mAs | Milliamperesekunde |
| mg/ml | Milligramm/Milliliter |
| MHz | Megahertz |
| min | Minute |
| ml | Milliliter |
| mm | Millimeter |
| mmol/l | Millimol/Liter |
| µmol/l | Mikromol/Liter |
| T | Terra |
| T/l | Terra/Liter |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| <i>Abb. 1:</i> | <i>Sitz der Prädilektionsstellen am anatomischen Präparat</i> | <i>11</i> |
| <i>Abb. 2:</i> | <i>Nativdarstellung von Urolithen in der Blase und der Urethra</i> | <i>19</i> |
| <i>Abb. 3:</i> | <i>Kontrastmitteldarstellung der Blase und der Urethra. Abflussstörung aufgrund multipler Urolithen in der Urethra.</i> | <i>19</i> |
| <i>Abb. 4:</i> | <i>Longitudinale sonographische Darstellung der linken Niere am stehenden Tier</i> | <i>21</i> |
| <i>Abb. 5:</i> | <i>Sonographische Darstellung der linken Niere im Querschnitt am stehenden Tier</i> | <i>22</i> |
| <i>Abb. 6:</i> | <i>Sonographische Darstellung der dilatierten Blase am stehenden Tier</i> | <i>31</i> |
| <i>Abb. 7:</i> | <i>Amputation des Processus urethralis</i> | <i>32</i> |
| <i>Abb. 8:</i> | <i>Retrogrades Sondieren der Urethra</i> | <i>32</i> |
| <i>Abb. 9:</i> | <i>Intubation des Patienten</i> | <i>34</i> |
| <i>Abb. 10:</i> | <i>Lagerung des Patienten</i> | <i>34</i> |
| <i>Abb. 11:</i> | <i>Katheterpflege</i> | <i>40</i> |
| <i>Abb. 12:</i> | <i>Katheterspülung</i> | <i>41</i> |
| <i>Abb. 13:</i> | <i>Abfluss von Spüllösung über Urethra</i> | <i>41</i> |
| <i>Abb. 14:</i> | <i>Orthograde Urethrozystographie</i> | <i>44</i> |
| <i>Abb. 15:</i> | <i>Entwicklung der Harnstoffgehalte</i> | <i>50</i> |
| <i>Abb. 16:</i> | <i>Entwicklung der Kreatiningehalte</i> | <i>50</i> |
| <i>Abb. 17:</i> | <i>Entwicklung des Schmerzscoring</i> | <i>58</i> |

| | |
|---|-----------|
| <i>Abb. 18: Sonographie der Harnblase Tiernr. 5</i> | <i>68</i> |
| <i>Abb. 19: Sonographie der Harnblase Tiernr. 25</i> | <i>69</i> |
| <i>Abb. 20: Sonographie der Harnblase Tiernr. 8</i> | <i>69</i> |
| <i>Abb. 21: Sonographie der Harnblase Tiernr. 23</i> | <i>70</i> |
| <i>Abb. 22: Anterograde Zystourethographie (Tiernr. 11)</i> | <i>71</i> |
| <i>Abb. 23: Anterograde Zystourethrographie (Tiernr. 14)</i> | <i>72</i> |
| <i>Abb. 24 Präputialschleimhaut und Glans penis (Sektionspräparat)</i> | <i>75</i> |
| <i>Abb. 25: Urolith aus der Flexura sigmoidea (Sektionspräparat)</i> | <i>75</i> |
| <i>Abb. 26: Eröffnete Harnblase mit Ballonkatheter (Sektionspräparat)</i> | <i>75</i> |
| <i>Abb. 27: Papillennekrose und Nierenbeckendilatation (Sektionspräparat)</i> | <i>75</i> |
| <i>Abb. 28: Papillennekrose im histologischen Bild</i> | <i>77</i> |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|------------|
| <i>Tabelle 1: Kriterien für Schmerzscoring</i> | <i>39</i> |
| <i>Tabelle 2: Ergebnisse der Steinanalyse sortiert nach Laparotomiegruppe (LT) und Laparoskopiegruppe (LK)</i> | <i>73</i> |
| <i>Tabelle 3: Daten der 26 Schaf- und Ziegenböcke welche in die Studie eingeschlossen werden konnten.</i> | <i>118</i> |
| <i>Tabelle 4: Harntraktspezifische, pathologisch-anatomische Befunde der durchgeführten Sektionen von 8 Studientieren</i> | <i>119</i> |
| <i>Tabelle 5: Harntraktspezifische, pathologisch-histologische Befunde der durchgeführten Sektionen von 7 Studientieren</i> | <i>120</i> |
| <i>Tabelle 6: Qualitative Beurteilung von Blasenwand und Blaseninhalt sowie Vermessung der Blasenwanddicke</i> | <i>121</i> |
| <i>Tabelle 7: Im Rahmen der Studie verwendetes Verbrauchsmaterial bzw. verwendete Geräte</i> | <i>122</i> |

1. Einleitung

Unter *Obstructio urethrae* versteht man die Verlegung der Harnröhre im Bereich der harnableitenden Wege durch Konkremente, die aus harnpflichtigen Substanzen zusammengesetzt sind (Bostedt, 1996). Rappold (2001) spricht von Harnkristallen, wenn die Harnkonkremente in mikroskopisch nachweisbarer kristalliner Form vorliegen. Außerdem unterscheidet sie bei den makroskopisch nachweisbaren Konkrementen Harnsand oder Harngries sowie Harnsteine (Urolithen). Je nach Lage erhalten Harnsteine unterschiedliche Bezeichnungen. Osborne und Mitarbeiter (1986) differenzieren zwischen Nierenstein (Nephrolith), Harnleiterstein (Ureterolith), Harnblasenstein (Zystolith) oder Harnröhrenstein (Urethrolith). In der Regel verursachen Harnsteine beim Wiederkäuer aber erst dann klinische Beschwerden, wenn sie sich im Verlauf der Harnröhre festsetzen. In den meisten Fällen bestehen Urolithen aus einem Kern und einer sich daran anschließenden Schale, welche in Lamellen oder radiär angeordnet sein kann. Harnsteine bestehen sowohl aus organischen, als auch aus anorganischen Anteilen. Die Zusammensetzung der Mineralstoffe in Kern und Schale kann gleich oder verschieden sein, die organische Matrix setzt sich häufig aus Mucopolysacchariden, Peptiden und Proteinen zusammen (Taubе, 2006).

Eine *Obstructio urethrae*, welche beim Wiederkäuer sowohl in kommerziellen Haltungformen als auch in der Hobbyhaltung vorkommen kann, betrifft aufgrund anatomischer Besonderheiten wie der s-förmig gewundenen, langen Urethra und des fadenförmigen, englumigen *Processus urethralis* an der Penisspitze überwiegend männliche Tiere. Bei weiblichen Tieren sind Obstruktionen aufgrund der kürzeren Harnröhre und der weitulmigeren Harnröhrenöffnung nur selten (Weiss, 1999). Insbesondere bei Schafen besteht eine Rassedisposition für die Erkrankung. Häufig betroffen sind Böcke der Rassen Schwarzkopfschaf und Merinolandschaf (Bostedt, 1996). Zusätzlich kommt die Harnsteinerkrankung bei Afrikanischen Zwergziegen gehäuft vor (George et al., 2007). Darüber hinaus wird eine Häufung der *Obstructio urethrae* bei Mastlämmern, Zuchtböcken in Schaukondition und frühkastrierten Tieren beschrieben (Behrens, 2001). Außerdem ist nachgewiesen, dass Böcke im Alter von bis zu drei Jahren häufiger erkranken als ältere Tiere (Kümper, 1994). Eine frühe Kastration im Alter von unter fünf Monaten bewirkt eine Hypoplasie von Urethra, Penis

und Processus urethralis, da deren Wachstum und Ausreifung auf das Vorhandensein von Testosteron angewiesen sind (Dühlmeier et al., 2007).

Es gibt eine Vielzahl von Faktoren, welche das Auftreten der Urolithiasis begünstigen können. Primär werden dafür jedoch Fütterungsfehler verantwortlich gemacht (Bauer et al., 1971). Reichhaltige Getreidefütterung bedingt ein enges Ca-Phosphor-Verhältnis. Dies wiederum soll eine Anreicherung von Mineralsalzen im Harn begünstigen. Darüber hinaus enthält Getreide vermehrt Mukoproteine, welche bei der Ätiopathogenese als Kristallisationskerne dienen können (Weiss, 1999; Dühlmeier et al., 2007).

Begünstigend wirken auch Faktoren, die zu einer verminderten Tränkeaufnahme führen. Hierzu zählen u.a. Transporte, zu kaltes bzw. gefrorenes Wasser und eine minderwertige Wasserqualität (Kümper, 1994; Bostedt, 1996; Dühlmeier et al., 2007).

Die zunehmende Haltung von kleinen Wiederkäuern als Hobbytiere führt immer häufiger zu dem Wunsch einer erfolgreichen Behandlung der Obstructio urethrae unter Erhalt einer intakten Harnröhre. Methode der Wahl ist hierfür gegenwärtig das transabdominale Einlegen eines Blasenkatheters in Verbindung mit konservativen Therapiemaßnahmen (Spasmolytika, Sedativa) zur Beseitigung der Harnröhrenobstruktion (Oehme und Tillmann, 1965; Cockcroft, 1993; Kümper, 1994). Zur Implantation des Blasenkatheters werden heutzutage zwei Methoden empfohlen. Zum einen die Laparotomie mit Eröffnung der Harnblase, Entfernung der darin befindlichen Konkremente und orthograden Spülung der Harnröhre (Cockcroft, 1993; Rakestraw et al., 1995), zum anderen die Katheterimplantation unter laparoskopischer Kontrolle (Franz et al., 2008). Ziel dieser Arbeit ist es, im Rahmen einer prospektiven Studie die Praktikabilität und insbesondere die Erfolgsrate beider Operationsmethoden im Hinblick auf den kurz- und mittelfristigen Therapieerfolg zu vergleichen. Es soll geprüft werden, ob das endoskopische Einsetzen des Ballonkatheters in die Blase der Laparotomie mit Zystotomie hinsichtlich der kurz- und mittelfristigen Erfolgsrate gleichwertig ist. Hinsichtlich der weiterführenden Diagnostik dieser Erkrankung soll im Rahmen dieser Arbeit beschreibend auf die durchgeführten Methoden der Bildgebung (Sonographie und Zystourethrographie) eingegangen werden.

2. Literaturübersicht

2.1. Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer

Die obstruktive Urolithiasis ist bei männlichen Schafen und Ziegen eine weit verbreitete und bekannte Erkrankung, die zu einem partiellen oder kompletten Verschluss der Urethra führen kann (Haven et al., 1993; Bostedt et al., 1996; Palmer et al., 1998; Gill und Sod, 2004). Laut Talos et al. (1971) werden bis zu 60% der Verluste bei männlichen Mastlämmern durch Urolithiasis verursacht. Förster (1988) erachtet die Urolithiasis als eine der häufigsten Todesursachen bei Zuchtböcken. Die Harnverhaltung führt zu Blasendilatation und Rückstau des Urins in die Nieren (Franz et al. 2008). Kommt es durch Rückstau des Harnes zu einer Hydronephrose, ist eine Heilung fraglich (Kümper, 1994). Als Folge treten harnpflichtige Substanzen in das Blut über, was ohne Therapie zu einer Urämie führt (Förster 1988; Tobias, 2013; Davidson, 2004). Darüber hinaus kann es bei länger bestehender Erkrankung zur Blasenruptur und Perforationen der Harnröhre kommen (Oehme und Tillmann, 1965; Kümper, 1994; Fazili, 2010; Tobias, 2013). Sollte der Harnfluss durch konservative Behandlungsmethoden (Spasmolytika, Sedativa) nicht wieder hergestellt werden können, ist ein chirurgischer Eingriff erforderlich (Kümper, 1994; Franz, 2008; Tobias, 2013).

2.1.1. Anatomie des Urogenitaltraktes

Die glatten, einwarzigen und bohnenförmigen Nieren liegen retroperitoneal (Nickel, 1994). Beide Nieren sind aufgrund des Pansens hintereinander rechts der Wirbelsäule lokalisiert, wobei die weiter kranial gelegene rechte Niere im Bereich unter der 13. Rippe und dem 2. Lendenwirbel, die linke Niere ventral des 4. und 5. Lendenwirbels liegt (Smith und Sherman, 1994; Gasse, 1999).

Die beiden Ureteren stellen die Verbindung zwischen ihrer jeweils zugehörigen Niere und der Harnblase dar und münden im kaudalen Drittel ihrer Dorsalfläche in die Blase (Trigonum vesicae) (Smith und Sherman, 1994; Gasse, 1999).

Die Harnblase des kleinen Wiederkäuers ist von ovaler Form, nahezu vollständig (unter Aussparung des Halsteiles) von Peritoneum überzogen und liegt im leeren oder

gering gefüllten Zustand innerhalb des knöchernen Beckens (Smith und Sherman, 1994; Gasse, 1999; Scott, 2000). Mit zunehmender Füllung ragt die Blase über den Beckenboden hinaus und liegt der ventralen Bauchwand an.

Von den akzessorischen Geschlechtsdrüsen ist beim Wiederkäuer die paarig angelegte Glandula vesicularis (Samenblasendrüse) die größte. Sie liegen der Harnblase im Bereich des Trigonum vesicae auf. An die Samenblasendrüse schließt sich die Prostata an, welche der Harnröhre beim Ziegenbock vollständig, beim Schafbock unvollständig anliegt. Im Bereich des Sitzbeinausschnittes befindet sich die etwa haselnußgroße Bulbourethraldrüse (Gasse, 1999).

Die Harnröhre wird in eine Pars pelvina (Abschnitt vom Harnblasenhals bis zum Beckenausgang) und Pars penina (im Penis verlaufender Anteil der Urethra) gegliedert. Im Bereich ihrer Umschlagstelle am Arcus ischiadicus bildet die Urethra eine nischenartige Erweiterung (Rezessus) aus, welcher ein retrogrades Katheterisieren der Harnblase erschwert (Smith und Sherman, 1994). Im Bereich der Pars penina beschreibt die Harnröhre nach dem Beckenausgang eine s-förmige Biegung (Flexura sigmoidea des proximalen Penisschaftes). Der dorsale Bogen ist dabei nach kranial, der ventrale Bogen nach kaudal ausgerichtet. Ausgehend von der Penisspitze bildet die Harnröhre eine zirka 25 mm (Ziegenbock) bzw. 40 mm (Schafbock) lange, fadenförmige Verlängerung, die als Processus urethralis („Suchfaden“) bezeichnet wird. Beim Schafbock liegt die fadenförmige Verlängerung der Harnröhre rechts der Glans penis, beim Ziegenbock in der Mitte.

2.1.2. Ätiologie und Pathogenese der Urolithiasis

Störungen der Löslichkeitsverhältnisse von Mineralsalzen im Urin können in Folge von Ausfällungsvorgängen zur Bildung von Urolithen führen. Die Entstehung von Harnsteinen kann als pathologische Biomineralisation bezeichnet werden und wird von einer Vielzahl pathologisch-anatomischer, metabolischer und physikalisch-chemischer Faktoren bestimmt (Hesse und Molt, 1982).

Die Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer wird in erster Linie auf fütterungs- und haltungsbedingte Faktoren zurückgeführt (Bauer et al., 1971; Smith und Sherman, 1994). Die Entstehung von Harnsteinen wird gefördert durch Mineralstoffimbilanzen

in der Rationsgestaltung, die sich in einer Überversorgung mit Phosphor bei gleichzeitig mangelnder oder gleichbleibender Kalziumversorgung niederschlägt (Taube, 2006). Dies führt zu einem - insbesondere in der Getreidemast auftretenden - Ca-P-Verhältnis von unter 2:1 (optimal ist ein Verhältnis von 2,5:1), da Getreidekörner einen hohen Phosphatanteil aufweisen (Kümper, 1994). Zusätzlich führt die Fütterung von konzentratreichen Rationen aufgrund des geringen Strukturanteiles zu verminderter Wiederkautätigkeit und damit zu einer geringeren Speichelsekretion. Dies hat laut Taube (2006) zur Folge, dass weniger Phosphat in die Vormägen sezerniert wird und im Gegenzug ein Anstieg der renalen P-Exkretion einsetzen soll.

Hohe Magnesiumkonzentrationen (Mg-Düngung des Bodens oder übermäßig in der Ration enthaltenes Mg) sollen in Kombination mit einem zu engen Ca-P-Verhältnis ebenfalls das Risiko der Steinbildung erhöhen (Krametter, 2002). Zusätzlich begünstigen Veränderungen des Harn-pH-Wertes die Harnsteinbildung: Infekte des Urogenitaltraktes führen durch die bakterielle Zersetzung des Harnstoffes zu einer Alkalisierung des Urins, während hohe Kraftfuttergaben zu einer Ansäuerung führen (Weiss, 1999).

Nach der Matrix- oder Kolloidtheorie (Kienzle et al., 1991) wird angenommen, dass das Vorhandensein einer organischen Steinmatrix eine wichtige Voraussetzung für die Bildung von Harnkonkrementen darstellt. In diese Matrix können sich dann sekundär steinbildende Substanzen einlagern (Taube, 2006). Infektionsbedingt alkalischer Harn (der Harn von Wiederkäuern ist physiologischerweise nur schwach alkalisch) enthält vermehrt abgestoßene Epithelien, Leukozyten, Erythrozyten, Bakterien und Fibrin, die als Kristallisationskerne dienen können (Weiss, 1999). Im sauren Urin sind die Ausscheidung von Phosphat und Oxalat sowie der Gehalt an kristallisationsfördernden Mukoproteinen erhöht (Förster 1988; Taube 2006). Unabhängig von der Fütterung leistet Trinkwassermangel und eine daraus resultierende Konzentrierung des Harnes einen nicht unerheblichen Beitrag zur Entstehung der Harnsteinerkrankung (Bostedt, 1996; Weiss, 1999).

Vermutet wird auch, dass die Kastration der Böcke vor der Erlangung der Geschlechtsreife mit etwa fünf Monaten einen prädisponierenden Einfluss auf die Entstehung einer Obstructio urethrae hat (Behrens, 2001; George et al., 2007).

Der kastrationsbedingte Mangel an Testosteron zieht eine Unterentwicklung des Urogenitalapparates nach sich (Dühlmeier et al. 2007). Zudem wird angenommen, dass über die Nahrung aufgenommene Östrogene (also verbotenerweise zugeführte Masthilfsmittel) oder östrogenähnliche Substanzen (z.B. Phytoöstrogene) zu einer Hypertrophie der Bulbourethraldrüse bei Hammeln und kastrierten Ziegenböcken führen (Bostedt, 1996). Bei Schafen können in Kleearten enthaltene Phytoöstrogene metaplastische Verhornungen der Schleimhaut der Urethra und der akzessorischen Geschlechtsdrüsen induzieren (Weiss, 1999). Dies hat wiederum eine Stenose der Urethra zur Folge, wodurch schon kleinste Harnkonkremente zum Verschluss des Harnröhrenlumens führen können (Bostedt, 1996).

Am Beginn der Harnsteinentstehung steht die Bildung eines Nidus (Kern). Diese erste Phase wird als Nukleation bezeichnet, in der sich Aggregate aus kleinen Molekülen ausbilden. Kleine Aggregate befinden sich im Gleichgewicht zwischen Aggregation und Dissoziation. Sobald aber durch die Anlagerung mehrerer Moleküle eine kritische Größe überschritten wird, kann sich das Steinwachstum fortsetzen. Diese erste Phase der Steinbildung erfolgt bei einer Übersättigung des Harnes mit steinbildenden Kristallen (Hesse et al., 1998; Rappold, 2001). Der Grad der Übersättigung ist abhängig vom Ausmaß der Exkretion der Kristalle, vom pH-Wert des Harnes und der Anwesenheit von Kristallisationsinhibitoren (Osborne und Kruger, 1984). Laut Kienzle und Mitarbeiter (1991) lassen sich für die Initiation der Nukleation drei Theorien unterscheiden: die Kristallisations-, die Matrix- und die Inhibitormangeltheorie.

Kristallisationstheorie

Nach dieser Theorie wird die Steinbildung durch die Ausfällung von Kristallen eingeleitet, die dann durch organische Substanzen zu Stein fixiert werden (Tillmann und Oehme, 1964). Wird eine Ionenkonzentration erreicht, welche das Löslichkeitsprodukt überschreitet, kommt es in Abhängigkeit des pH-Wertes zur Ausfällung von Kristallen, da die Lösung übersättigt ist (Tillmann u. Oehme, 1964; Rappold, 2001). Zur Übersättigung kann es zum einen in Folge einer erhöhten Ausscheidung von Konkrementbildnern (aufgrund einer erhöhten alimentären Zufuhr,

einer erhöhten glomerulären Filtration / tubulären Sekretion oder aufgrund einer verminderten tubulären Reabsorption), zum anderen durch ein reduziertes Harnvolumen kommen (Rappold, 2001). Da die Ionenkonzentration im Harn ständigen Veränderungen unterliegt, ist die Wahrscheinlichkeit der zeitweiligen Übersättigung des Harnes hoch – dies spricht für diese Theorie (Förster, 1988). Als Kittsubstanz können organische Bestandteile wirken, wie zum Beispiel Bakterien, Zelldetritus oder Fibrinfäden (Hesse und Molt, 1982).

Matrixtheorie

Die Matrixtheorie setzt für die Harnsteinbildung das Vorhandensein einer organischen Steinmatrix als Gerüstsubstanz voraus (z.B. Zelldetritus, Bakterien und Schleimsubstanzen), in die sich steinbildende Substanzen einlagern können (Förster, 1988; Kienzle et al., 1991). Zur Einlagerung kristalliner Anteile an die organische Matrix kommt es bei pathologischer Übersättigung oder Instabilität des Harnes (Tillmann und Oehme, 1964).

Inhibitormangeltheorie

Da es sich bei Harn in der Regel um eine übersättigte Lösung handelt, wird bei dieser Hypothese davon ausgegangen, dass im Urin Substanzen vorliegen, welche das Auskristallisieren von Salzen verhindern. Zu diesen kristallisations-unterdrückenden Substanzen gehören Zitrat, Magnesium, Glykoproteine, Pyrophosphat, Nephrokalzin und Glykosaminoglykan (Rappold, 2001). Durch die Anwesenheit dieser Inhibitoren kann das Löslichkeitsprodukt im Harn überschritten werden, ohne dass es zu Ausfällungsvorgängen kommt. Sind diese Substanzen durch Inhibitorblocker inaktiv oder fehlen sie ganz, dann kristallisieren Salze aus, sobald die Lösung übersättigt ist (Taubе, 2006). Zitrat und andere organische Substanzen wirken als Inhibitoren für die Bildung von Kalziumoxalat und Kalziumphosphat (Osborne und Kruger, 1984). Durch Verdrängung von Kalzium an der Oberfläche wachsender Kristalle blockiert Magnesium das Kristallwachstum (Lonsdale, 1968). Für Struvit-, Urat-, Zystin- und

Silikatausfällungen sind bisher noch keine Inhibitoren gefunden worden (Osborne und Kruger, 1984).

Im Anschluss an die Nidusbildung kann durch Wachstum ein Harnstein entstehen. Dies ist abhängig von der Fähigkeit des Nidus, im Harnsystem zu bestehen, von Dauer und Grad der Harnübersättigung sowie von den physikalischen Eigenschaften des Nidus. Das Wachstum erfolgt durch Kristallwachstum, Epitaxie oder Aggregation (Lonsdale, 1968).

Stellt der Harn eine übersättigte Lösung dar, dann kann ein Stein in homogener Zusammensetzung gebildet werden (Kristallwachstum) (Osborne und Kruger, 1984).

Wird auf der Oberfläche einer bereits vorhandenen Kristallart ein neuer Kristall mit abweichender kristallographischer Anordnung gebildet, spricht man von Wachstum durch Epitaxie (griechisch: „aufstellen“, „ordnen“, „ausrichten“). Dabei müssen die physikalischen Eigenschaften der Nidus-Kristallart und des wachsenden Kristalls eine passende Anordnung zueinander ermöglichen, sodass bei der Epitaxie eine regelmäßige Kristallanordnung erreicht werden kann (Osborne und Kruger, 1984).

Die Aggregationshypothese geht davon aus, dass die weitere Aggregation von Kristallen an den Nidus erst fortgesetzt werden kann, wenn Kristallisationsinhibitoren im Harn fehlen oder in ihrer Funktion eingeschränkt sind (Osborne und Kruger, 1984).

2.1.3. Chemische Zusammensetzung der Urolithen und Diätetik

Die chemische Zusammensetzung der Urolithen variiert in Abhängigkeit des pH-Wertes des Harnes. Physiologischerweise ist der Harn von Pflanzenfressern im alkalischen Bereich (pH-Wert 7-9,5) anzusiedeln (Weiss, 1999). Neben Konkrementen aus Kalziumkarbonat und Kalziumoxalat kommen auch Struvit- und Silikatsteine vor (Taubе, 2006).

Chemische Zusammensetzung der Harnsteine und Fütterung stehen im direkten Zusammenhang. Klinisch manifest wird die Urolithiasis bei äußeren Einflüssen, die die Tränkeaufnahme der Tiere reduzieren: z.B. zu kaltes oder gefrorenes Wasser im Winter, unzureichende Wasserversorgung während Transporten. Diese Faktoren tragen zusätzlich zur Harnkonzentrierung und Entstehung von Harnsteinen bei. (Bostedt, 1996; Behrens et al., 2001; Dühlmeier, 2007; Ewoldt et al., 2008).

Struvitsteine

Struvitsteine werden auch als „Tripelphosphat“ bezeichnet, ihre chemische Bezeichnung lautet Magnesium-Ammonium-Phosphat-Hexahydrat (Osborne et al., 1985). Im Harn führen hohe Gehalte an Magnesium, Ammonium und Phosphat zu einer Übersättigung. Durch ungeeignete Fütterung kann die Entstehung von Struvitsteinen provoziert werden (Kienzle et al., 1991). Erfolgt nach operativer Entfernung solcher Urolithen keine Umstellung der Ernährung, besteht eine hochgradige Rezidivneigung (Taube, 2006).

Ein hoher Getreideanteil im Futter insbesondere von Masttieren bedingt ein zu enges Ca-P-Verhältnis und erhöht die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Struvitsteinen (Dühlmeier, 2007; Ewoldt et al., 2008). Außerdem kommt es durch die getreidelastige Fütterung zu einem erhöhten Gehalt an Mukoproteinen im Urin (Gründer, 2006), die als ideale Matrix für die Aggregation der Struvitbestandteile dienen. Zusätzlich wirken ein alkalischer Harn-pH-Wert und Infektionen mit ureaseproduzierenden Bakterien begünstigend (Rappold, 2001; Dühlmeier, 2007). Häufig sind an Harnwegsinfekten Enterobacteriaceae beteiligt. Diese besitzen die Fähigkeit, Harnstoff mittels Urease in Ammoniak und Kohlendioxid zu spalten. Über eine Protonenbindung an Ammoniak bzw. über die entstandenen Hydroxydionen kommt es dann zu einer Alkalisierung des Harnes (Taube, 2006). Aufgrund dieser Möglichkeit der Entstehung werden Struvitsteine auch als „Infektsteine“ bezeichnet. (Osborne et al., 1986). Die Bildung von Struvitsteinen als Folge eines Harnwegsinfektes spielt beim Wiederkäuer laut Kienzle und Mitarbeitern (1991) eine eher untergeordnete Rolle, da hier die renale P-Ausscheidung als wesentlicher Risikofaktor anzusehen ist. Daher handelt es sich beim Wiederkäuer in den meisten Fällen um sterile Struvitsteine.

Kalziumoxalat- und Kalziumkarbonatsteine

Nach Taube (2006) wird die Entstehung von Oxalatsteinen durch Hypercalciurie, Hyperoxalurie und Hyperuricosurie begünstigt. Auch die vermehrte Aufnahme von oxalathaltigen Pflanzen kann bei Herbivoren zur Kalziumoxalatsteinbildung führen (Larson, 1996; Ewoldt et al., 2008).

Kalziumkarbonatsteine (CaCO_3) kommen bevorzugt bei Pflanzenfressern vor (Grünberg und Preisinger, 1969). Pflanzenfresser haben aufgrund ihrer alimentär bedingten Stoffwechsellage einen Harn-pH im alkalischen Bereich (pH-Wert bei 7,5 bis 9,5), was die Kristallisation von Kalzium und Karbonaten begünstigt (Hesse und Neiger, 2007). Bei der Entstehung von Kalziumkarbonatsteinen soll ein unphysiologisches Ca-/P-Angebot im Futter in Form eines hohen Kalziumanteiles bei gleichzeitiger ungenügender Phosphatzufuhr eine Rolle spielen (Hesse und Neiger, 2007). Dies führt zu einer Hypercalziurie, was in Kombination mit einem hohen pH-Wert die Kristallisation von Kalziumkarbonaten begünstigt (Hesse und Neiger, 2007). Ein weites Kalzium-Phosphor Verhältnis kann durch die einseitige Fütterung von Luzerneheu, Klee und Zuckerrübenblattsilage (reich an Kalzium) verursacht werden (Dühlmeier, 2007; Hesse, 2008b). Auch soll ein vermehrter Anteil an Leguminosen im Futter einen prädisponierenden Einfluss auf die Bildung von CaCO_3 -Konkrementen haben (Ewoldt et al., 2008). Kalziumkarbonat kommt in Abhängigkeit ihrer Ionenstruktur in drei verschiedenen Mineralformen vor: Calcit (stabile hexagonale Kristallform), Aragonit (orthorhombische Kristallform) und Vaterit (metastabile hexagonale Kristallform) (Neumann et al.; 1994; Duesterdieck-Zellmer, 2007).

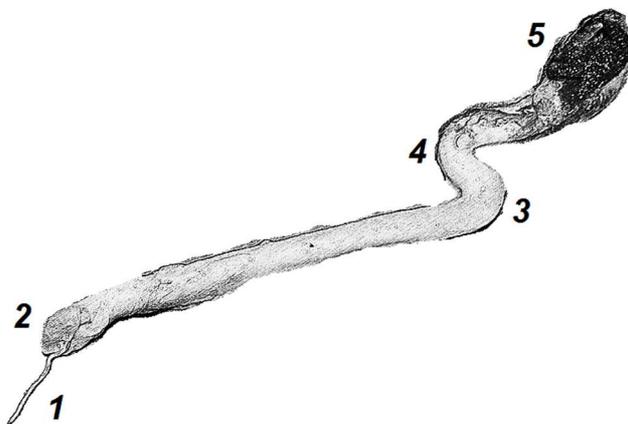
Silikatsteine

Silikatsteine können durch Aufnahme von kieselsäurehaltigem Gras, wodurch im Harn eine hohe Silikatkonzentration vorzufinden ist entstehen (Ewoldt et al., 2008). Darüber hinaus fördern ein weites Ca-/P- Verhältnis und Rationen mit alkalisierenden Eigenschaften die Entstehung von Silikatsteinen (Taube, 2006; Dühlmeier, 2007). Der pH-Wert des Harnes soll nur wenig bis gar keinen Einfluss auf die Bildung von Silikatsteinen haben (Ewoldt et al., 2008).

2.1.4. Lokalisation der Urolithen

Ein wichtiger endogener Faktor bei der Entstehung der obstruktiven Urolithiasis sind Engstellen im Harnröhrenverlauf, die durch die spezifische Anatomie des Wiederkäuerpenis bedingt sind (Dühlmeier et al., 2007). Prädilektionsstellen für die Verlegung der Urethra durch Harngries oder Harnsteine sind deren Umschlagstellen am Arcus ischiadicus und die distale Flexura sigmoidea (Abb. 1). Darüber hinaus sind Obstruktionen bedingt durch Harnkonkremente häufig an Glans penis und Processus urethralis vorzufinden (Bostedt, 1996; Dühlmeier et al., 2007; Ewoldt et al., 2008).

Abb. 1: Sitz der Prädilektionsstellen am anatomischen Präparat (1 = Processus urethralis, 2 = Glans penis, 3 = distale Flexura sigmoidea, 4 = proximale Flexura sigmoidea, 5 = Umschlagstelle der Urethra am Arcus ischiadicus)



2.1.5. Klinische Erscheinungen

Geringe Harngrießbildung bleibt meist ohne klinische Erscheinungen (Bostedt, 1996). Von akuter Stenose betroffene Tiere zeigen Teilnahmslosigkeit, Inappetenz und sondern sich von der Herde ab (Dühlmeier et al., 2007). Ihre Körperhaltung ist sägebockartig, sie halten den Kopf gesenkt und knirschen mit den Zähnen (Kümper,

1994; Bostedt, 1996). Auch treten Koliksymptome mit aufgezogenem Abdomen und Treten nach dem Bauch auf (Dühlmeier et al., 2007). Herz- und Atemfrequenz sind erhöht, die Pansentätigkeit ist stark vermindert (Kümper 1994). Es wird in Intervallen auf Urin gepresst, dabei stehen die betroffenen Tiere breitbeinig und nehmen fast hockende Stellung ein. Häufig wird dieses Bild als pressen auf Kot fehlinterpretiert (Dühlmeier et al., 2007). Die Bauchdecken sind gespannt und die Palpation der Blase ist schmerzhaft (Bostedt, 1996). Bei längerer Erkrankung fällt urämischer Geruch der Ausatemungsluft auf, die Lidbindehäute sind verwaschen und die Patienten liegen dann häufig fest (Kümper 1994; Dühlmeier et al., 2007). Wird die Urethra partiell verlegt, kommt es zu Oligurie. Bei vollständiger Verlegung zeigen die Tiere Anurie und das Präputium ist trocken (Bostedt, 1996; Dühlmeier et al., 2007).

2.1.6. Pathophysiologische Auswirkungen und Komplikationen

Bei länger bestehender Verlegung der Urethra treten am Sitz des Steines Drucknekrosen auf, wodurch Harn durch die geschädigte bzw. perforierte Harnröhre in das umliegende, subkutane Gewebe austritt (Tillmann und Oehme, 1964; Scott, 2000; Van Metre und Fubini, 2006; Franz et al., 2008; Fazili et al., 2010). Neben der Entstehung ödematöser Schwellungen am ventralen Abdomen (Tillmann und Oehme, 1964; Kümper, 1994; Bostedt, 1996; Pearce et al., 2003) kann es durch den ins periurethrale Gewebe austretenden Harn zu Urinphlegmonen und bakteriellen Infektionen kommen (Tillmann und Oehme, 1964; Weiss, 1999). Auch können Hydronephrosen, Blasendilatationen mit irreversibler Devitalisierung der Blasenwand und Blasenruptur mit postrenaler Resorptionsurämie komplizierend hinzukommen (Tillmann und Oehme, 1964; Weiss, 1999; Dühlmeier et al., 2007). Im Falle einer Blasenruptur kommt es 12 bis 48 Stunden nach der akuten Stenose aufgrund des Wegfallens des Druckschmerzes zu einer vorübergehenden Besserung des Allgemeinbefindens in der das Tier auch wieder Futter aufnimmt (Tillmann und Oehme, 1964; Kümper; 1994).

Danach kommt es aber als Folge der Urämie innerhalb weiterer 24 Stunden zum Schock und anschließendem Tod des Tieres (Bostedt et al., 1996).

2.1.7. Urolithiasis bei Rindern, Kameliden und Wildwiederkäuern

Urolithiasis spielt beim *Rind* vor allem beim männlichen Tier jeder Altersklasse eine Rolle und ist weltweit verbreitet (Tillmann und Oehme, 1964; Gründer, 2006). Weibliche Tiere sind von der klinischen Ausprägung der Urolithiasis weniger betroffen, da sich die kurze Urethra gut dehnt und Steine somit besser passieren können (Tillmann und Oehme, 1964). Es scheint ein Anstieg der Erkrankungsfälle bei männlichen Tieren im Alter von 6-18 Monaten zu bestehen. Klinisch manifeste Urolithiasisfälle kommen aber auch bei Bullenkälbern im Alter von 4 Monaten und bei Zuchtbullen vor (Tillmann und Oehme, 1964). Die Inzidenz der klinischen Fälle liegt etwa bei 6,9 % (Taube, 2006). Im Westen der USA ist eine hohe Inzidenz zu verzeichnen: 10-15 % der in Feedlots gehaltenen Rinder können von Urolithiasis betroffen sein (Taube, 2006). Rosmini et al. (1988) konnten bei 113 von 1018 in Italien geschlachteten Jungbullen (11,1 %) Urolithiasis diagnostizieren. An der Rinderklinik der Tierärztlichen Hochschule Hannover durchgeführte Untersuchungen stufen Urolithiasis als achthäufigste Harnwegserkrankung ein. Auch werden im Untersuchungszeitraum von 1983 bis 1988 an der II. Medizinischen Universitäts-Tierklinik der Universität München 118 Rinder mit Urolithiasis behandelt. Dies dürfte auf die Konzentration von Bullenmastbetrieben im Einzugsgebiet dieser Klinik zurückzuführen sein (Zott, 1990).

Zahlreiche Studien haben ergeben, dass bovine Urolithen am häufigsten aus Struvit-, Kalziumkarbonat-, Kalziumoxalat-, Silikat- und Mischsteinen bestehen (Parker, 1981; Rice und McMurray, 1981; Huntington und Emerick, 1984; Rosmini et al., 1988; Hesse et al., 1998; Gründer, 2006).

Struvitsteine (Magnesium-Ammonium-Phosphat, „Tripelphosphat“) sind insbesondere bei Rindern in der Getreidemast zu beobachten (Parker; 1981; Rice und McMurray, 1981; Rosmini et al., 1988; Gründer, 2006).

Silikatsteine treten bei Weidetieren in Extensivhaltung auf (Gründer, 2006), da sie vermehrt silikat- bzw. kieselensäurehaltiges Futter aufnehmen (Taube, 2006). Die Fütterung von Maissilage könnte ebenso zum Auftreten von Silikatsteinen beitragen (Rosmini et al., 1988).

Primäre Xanthinurie (erblich bedingter Defekte des Enzyms Xanthin-Dehydrogenase) und daraus resultierende Xanthin-Urolithiasis wurde bei Rindern der Rasse Japanese

Black Cattle (Wagyu) und bei einem weiblichen Kalb der Rasse Galicisches Braunvieh beschrieben (Miranda et al., 2010).

Die Ursache der Urolithiasis beim Rind wird, wie auch beim kleinen Wiederkäuer, in erster Instanz durch das Zusammentreffen von bereits erwähnten besonderen Fütterungs- und Haltungsbedingungen (nicht entzündliche Lithogenese) ausgelöst. Entzündlich bedingte Urolithen treten nur selten auf (Gründer, 2006). Prädisponierende Bedeutung für die Harnsteinbildung hat vor allem die Verfütterung von konzentratreichen Mastrationen (Getreideschrote) und Imbalancen im Gehalt an Phosphor, Magnesium und Kalzium (Rosmini et al., 1988; Gründer, 2006). Rosmini und Mitarbeiter (1988) führen weitere, Urolithiasis fördernde Faktoren an: Natriumbikarbonat haltiges Futter, Vitamin-A- und D-Mangel, Östrogenwirkung, mangelnde Trinkwasserverfügbarkeit, sowie zu hartes Trinkwasser und genetisch bedingte Stoffwechselfaktoren.

Aufgrund der anatomischen Verhältnisse im Bereich der Urethra können Harnsteine vor allem im Bereich der Flexura sigmoidea oder am Processus urethralis das Harnröhrenlumen verlegen (Tillmann und Oehme, 1964; Gründer, 2006). Zudem spielt laut Tillmann und Oehme (1964) die Frühkastration von Bullenkälbern eine Rolle, da dies eine unvollständige Entwicklung der harnableitenden Wege zur Folge hat. Bei frühkastrierten Bullen wird eine gehäuft auftretende harnsteinbedingte Verlegung der Urethra im Bereich der distalen Flexura sigmoidea beobachtet (Tillmann und Oehme, 1964).

Bei *Kameliden* werden in der Literatur nur wenige Urolithiasisfälle beschrieben (Kock, 1985; McLaughlin und Evans, 1989; Kingston und Stämpfli, 1995; Gutierrez et al., 1999; Gutierrez et al., 2002). Die Erkrankung tritt häufiger im gemäßigten Klima bei domestizierten Tieren auf und kommt sowohl bei Hengsten als auch Stuten unabhängig vom Alter vor (Kock, 1985). Insbesondere frühkastrierte Wallache sind für die Harnsteinerkrankung prädisponiert (Gutierrez et al., 2002). Als mögliche Ursachen für die Harnsteinerkrankung bei domestizierten Kameliden vermutet Kock (1985) Harnwegsinfektionen, metabolische Störungen, klimabedingten Stress, verminderte Wasseraufnahme (unter kalten Witterungsbedingungen verlassen Kameliden ihren Unterschlupf seltener, was die Harnabsatzhäufigkeit und Wasseraufnahme reduziert) und Fütterung (Zufütterung mit energie- und phosphorreicherem Futter im Winter).

Urolithen aus Kameliden enthalten zu großen Anteilen Kalzium (Kalziumkarbonat oder -phosphat) sowie Silikat (Kingston und Stämpfli, 1995; Gutierrez et al., 2002; Zanolari und Meylan, 2007). In einem Fall bildet eosinophiles Material umgeben von einer Schicht nekrotischer Entzündungszellen eine Masse ohne mineralische Bestandteile, welche die Urethra bei einem Lamahengst verlegt (McLaughlin et al., 1989). Häufige Lokalisationsstelle für eine Obstruktion durch einen Urolithen ist der Übergang der Harnröhre vom Becken zum Penis und der Endabschnitt der Urethra, zirka 7-12 cm von der Penisspitze (Kock, 1985; McLaughlin et al., 1989; Kingston und Stämpfli, 1995; Zanolari und Meylan, 2007). Obstruktionen durch Harnsteine in der Flexura sigmoidea kommen bei Kameliden laut Zanolari und Meylan (2007) selten vor.

Bei *Wildwiederkäuern* sind vereinzelt Fälle von Urolithiasis bekannt (Woolf et al., 1976; Reynolds, 1982; Larsen et al., 2000). In einer, in einem Reservat in Pennsylvania lebenden Weißwedelhirsch-Herde zeigt sich bei zur Herdenkontrolle getöteten Tieren in den Jahren 1973 und 1974 unabhängig von Alter und Geschlecht eine erhöhte Prävalenz von Nierenbeckensteinen (Woolf et al.; 1976). Die Herde wird um eine Überweidung zu verhindern, mit einer reservateigenen Ergänzungsration aus Mais, Hafer, Mineralsalzen, Vitaminen und Spurenelementen zugefüttert. Da es sich bei den Tieren mit Urolithen im Nierenbecken im Herdenvergleich um besonders gut konditionierte Tiere handelt, halten Woolf und Koautoren (1976) eine nutritive Ursache für das vermehrte Auftreten von Nierenbeckensteinen für wahrscheinlich.

Im Rahmen einer Untersuchung zur Ermittlung der Körperkonstitution (Reynolds, 1982) wird in Neuseeland im März bis September 1977 während der Jagd getötetes Rotwild (325 Tiere) auch auf das Vorkommen von Nierensteinen untersucht. Bei 8 weiblichen Tieren können ein bis 28 kleine Steine (0,001 bis 1,6 g) in beiden Nierenbecken nachgewiesen werden. Drei weitere Tiere (hiervon zwei Hirsche) sind besonders ausgeprägt von Urolithiasis betroffen. Hier kann eine maximale Steinzahl von 850 ermittelt werden bei einem Maximalgewicht eines Einzelsteins von 18,2 g. Bei der stichprobenartigen Untersuchung der Urolithen können hohe Gehalte an Kalziumkarbonat und geringe Anteile von Magnesium und Phosphat nachgewiesen werden.

Larsen und Mitarbeiter (2000) beschreiben die obstruktive Urolithiasis bei einem in einem Wildpark in Colorado lebenden kastrierten, 5-jährigen Wapiti-Hirsch. Die

Harnabsatzstörung kann chirurgisch durch eine perineale Urethrostomie behoben werden. 27 Monate nach Entlassung zeigt das Tier wiederholt Harnabsatzstörungen, was auf den narbigen Verschluss der Fistelöffnung zurückzuführen ist. Das narbige Gewebe wurde gemeinsam mit einem 5 mm großen Urolith (überwiegend aus Kalziumkarbonat und wenigen Anteilen Magnesiumkarbonat zusammengesetzt) operativ entfernt, wodurch der Urinabfluss über die Fistelöffnung wiederhergestellt wird. 9 Monate nach dem zweiten Eingriff kann das Tier weiterhin Harn über die perineale Fistelöffnung absetzen.

2.2 Möglichkeiten der weiterführenden Diagnostik

Die sich aus der klinischen Untersuchung ergebende Verdachtsdiagnose Urolithiasis kann beim kleinen Wiederkäuer durch verschiedene diagnostische Maßnahmen gesichert werden. Um abzuklären, ob Urinabsatz möglich ist, kann ein Tuch oder ähnliches im Präputialbereich um den Bauch gebunden werden (Bostedt, 1996; Dühlmeier et al., 2007). Des Weiteren kann das Tier sediert und umgesetzt werden, um den Penis und den Processus urethralis genauer klinisch (adspektorisch und palpatorisch) untersuchen zu können (Kümper, 1994; Bostedt, 1996). Sind im Processus urethralis bzw. im Bereich der Penisspitze Harnsteine vorhanden, dann können diese klinisch lokalisiert werden (Van Metre, 2004). Außerdem weisen Glans penis und Processus urethralis bei Vorliegen einer obstruktiven Urolithiasis tiefrote bis bläuliche Verfärbungen auf. Dies ist die Folge der durch die Urolithen bedingten Stauungs- und Entzündungserscheinungen. Der Processus urethralis kann bereits in verschiedenen Graden nekrotisch verändert sein. Um im weiteren Harnröhrenverlauf befindliche Urolithen lokalisieren zu können, muss ein Harnkatheter nach chirurgischem Absetzen des Processus urethralis auf retrogradem Weg in die Harnröhre bis an die Stelle der Obstruktion eingeführt werden (Bostedt, 1996; Van Metre, 2004).

2.2.1 Labordiagnostik

Blutuntersuchung

Im Rahmen der hämatologischen und blutchemischen Diagnostik bei Urolithiasis sind vor allem die Parameter Kreatinin und Harnstoff von Bedeutung (Bostedt, 1996; Iselin et al., 2001). Aufgrund der durch den Harnstau bedingten postrenalen Nierenschädigung können in Abhängigkeit von der Erkrankungsdauer erhöhte Harnstoff- und Kreatininwerte nachweisbar sein (Bostedt, 1996; May et al., 1998; Iselin et al., 2001; Ewoldt et al., 2006; Dühlmeier et al., 2007; George et al., 2007). Auch können erhöhte Leukozytenzahlen auftreten (May et al., 1998; Iselin et al., 2001). Verschiedene Autoren berichten über das unspezifische Auftreten metabolischer Azidosen im Zusammenhang mit Harnabsatzstörungen. (Bostedt, 1996; Iselin et al., 2001; Van Metre und Fubini, 2006).

Harnuntersuchung

Für die Diagnostik beim Hund empfehlen Rutgers und Mitarbeiter (2006) eine umfassende Harnanalyse um begleitende Harnwegsinfekte oder Nierenerkrankungen feststellen zu können. Wichtig sind hierbei die makroskopische Beurteilung von Farbe und Transparenz sowie die Bestimmung von pH-Wert, Blutbeimengungen, Proteingehalt und spezifischem Gewicht. Des Weiteren muss der Urin auf die wichtigsten Steinbestandteile (Kalzium, Phosphat, Oxalat, Harnsäure, Ziträt, Zystin) und eventuell vorhandene Kristalle untersucht werden. Außerdem sollte eine bakteriologische Untersuchung des Harnes eingeleitet werden, um gleichzeitig bestehende Harnwegsinfekte zu erfassen.

2.2.2. Bildgebende Verfahren

A. Radiologie

Die röntgenologische Nachweisbarkeit von Harnsteinen ist von ihrer Größe und Strahlendurchlässigkeit abhängig, wobei es speziesspezifische Unterschiede in der Darstellbarkeit gibt (Kinsley et al., 2013). In vielen Fällen ist im Rahmen von nativen Röntgenaufnahmen die Strahlendichte der Harnsteine beim kleinen Wiederkäuer nicht ausreichend um die Urolithen gegenüber dem Weichteilgewebe sichtbar zu machen

(van Weeren et al., 1987). Während beim Kleintier Struvit-, Calciumoxalat-, Silikat-, Kalziumphosphat- und Kalziumkarbonatsteine als röntgendicht angesehen werden (Osborne et al., 1985), sind beim kleinen Wiederkäuer beispielsweise Struvitsteine röntgenologisch nicht erkennbar (Kinsley et al., 2013). Kalziumkarbonatsteine hingegen sind auch bei einem Durchmesser von < 1 mm gut sichtbar (Kinsley et al., 2013). Rutgers und Mitarbeiter (2006) geben für die röntgenologische bzw. sonographische Darstellbarkeit von Konkrementen einen Mindestdurchmesser von 3 mm an (Abb. 2).

Für eine bessere Detaillierbarkeit bzw. die Darstellung der Ureteren und der Urethra wird die Verwendung von Kontrastmitteln als Ausscheidungsurographie oder als retrograde Urethrozystographie empfohlen (van Weeren et al., 1987; Rutgers et al., 2006). Beim kleinen Wiederkäuer stellt eine postoperative orthograde Zystourethrographie eine hilfreiche Methode dar, um die Harnröhre in ihrem gesamten Verlauf darzustellen (Abb. 3). Hierbei wird das Kontrastmittel über einen Ballonkatheter in die Blase eingebracht (Palmer et al., 1998).

In der Nutztiermedizin steht man im Falle einer Ausscheidungsurographie jedoch vor dem Problem, dass die intravenöse Anwendung von Röntgenkontrastmitteln bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, nach dem derzeitigen Arzneimittelrecht in Deutschland verboten ist (Dühlmeier et al., 2007). Unabhängig davon ist eine solche Ausscheidungsurographie beim kleinen Wiederkäuer von geringer Aussagekraft, da weder die Urethra noch die Ureteren sicher dargestellt werden können (Palmer et al., 1998).



Abb. 2: Laterolaterale, native Röntgenaufnahme des kaudalen Abdomens eines 4-jährigen kastrierten Zwergziegenbockes in rechter Seitenlage mit nach kaudal gezogenen Hintergliedmaßen. Multiple, röntgendichte Urolithen in Blase und Harnröhre. Zentral in der Blase ist der Ballon (Pfeil) des transabdominalen, präpubischen Blasenkatheters erkennbar.



Abb. 3: Röntgenaufnahme des kaudalen Abdomens desselben Bockes (siehe Abb. 1) im laterolateralen Strahlengang mit Kontrastmitteldarstellung (Xenetix® 300 mg/ml, über Ballonkatheter appliziert) der Blase und der Urethra. Erkennbar ist ein Füllungsdefekt ab dem Arcus ischiadicus (Pfeil) aufgrund einer vollständigen Obstruktion der Urethra durch perlschnurartig angeordnete, multiple Urolithen im proximalen Abschnitt der Urethra

B. Sonographie

Die Sonographie ermöglicht bei Harnabsatzstörungen die Diagnostik von Blasendilatation, Zystitiden, Uroperitoneum und / oder Harnphlegmone sowie die Darstellung von Harnkonkrementen (Braun et al., 1992; Bostedt, 1996; Scott, 2000; Ewoldt et al., 2008).

Zur Sonographie des Abdomens eignet sich eine Linear- oder Konvexsonde von 5 bis 7,5 MHz (Braun et al., 1992; Bostedt, 1996). Zur transabdominalen Untersuchung der Blase wird der Schallkopf am stehenden Tier im rechten Inguinalbereich angelegt. Liegt ein Harnstau vor, lässt sich die Blase auf diesem Weg deutlich im kaudalen Abdomen vor dem Becken darstellen (Scott, 2000). Im nicht dilatierten Zustand ist die

Harnblase bei der transabdominalen Ultraschalluntersuchung nicht zuverlässig darstellbar, da ihr Fassungsvermögen bei gesunden Schafböcken nur 50 bis 100 ml beträgt (Bostedt, 1996) und innerhalb des knöchernen Beckens zu liegen kommt (Scott, 2000). Schlussfolgernd daraus ergibt sich, dass jede im Inguinalbereich sonographisch deutlich sichtbare und mehr als 10 cm über den Beckenkamm hinaus reichende Blase als dilatiert angesehen werden kann (Bostedt, 1996; Scott, 2013). Scott (2013) bezeichnet bei 20-40 kg KGW schweren Schaflämmern bei einer transabdominalen, inguinalen Untersuchung die Harnblase ab einem Durchmesser von 6-8 cm und bei geschlechtsreifen Schafböcken einen Blasendurchmesser von 12 - 20 cm als dilatiert. Liegt eine Blasenruptur vor, kann freie Flüssigkeit im Abdomen dargestellt und zur Diagnostik punktiert werden (Bostedt, 1996).

Zusätzlich zur transabdominalen Ultraschalluntersuchung kann die Blase auch durch transrektale Untersuchung mittels eines 5,0 MHz Linearschallkopfes dargestellt werden. Dies ermöglicht die Beurteilung der Blasenwand, des Blaseninhaltes (bei gesunden Tieren hypoechogen) und des Trigonum vesicae. Der intrapelvine Verlauf der Harnröhre kann hierbei nur bei Vorliegen einer Harnabsatzstörung dargestellt werden (Braun et al. 1992). Eine Messung des Blasendurchmessers kann bei der transrektalen Untersuchung aufgrund der begrenzten Eindringtiefe bis zu einer Größe von 10 cm durchgeführt werden (Braun et al., 1992). Bei gesunden Bergschafen (mittleres KGW 65,2 kg) beträgt der transrektal gemessene Durchmesser der Blase $7,5 \pm 2,8$ cm (Braun et al., 1992). Bei gesunden Schweizer Saanen Ziegen wird von Braun und Mitarbeitern (2013) transrektal ein Harnblasen-Durchmesser von 1 bis 4,8 cm ermittelt. Bei Schafen mit Harnabsatzstörung kann der Durchmesser der dilatierten Blase mittels transrektaler Untersuchung mit einer Eindringtiefe von 10 cm nicht untersucht werden.

Um die Dauer der Erkrankung einschätzen zu können, empfiehlt Scott (2000) zusätzlich die sonographische Untersuchung der Nieren. Dazu wird der Schallkopf rechts in einem ausrsierten Areal in den letzten beiden Interkostalräumen bzw. hochdorsal in der rechten Flanke kaudal der letzten Rippe aufgesetzt (Bostedt, 1996; Braun et al., 2013; Scott, 2013). Die rechte Niere kann dabei am besten im 12. Interkostalraum knapp unterhalb der Wirbelsäule detektiert werden (vertikale Anschallung). Die horizontale Anschallung der rechten Niere erfolgt hochdorsal kaudal

der letzten Rippe (Braun et al., 1992; Scott, 2013). Zur Untersuchung der linken Niere wird der Schallkopf horizontal und vertikal mittig in der rechten Flanke positioniert (Braun et al., 1992). Bei gesunden Schafen weisen die Nieren eine glatte Oberfläche auf, Nierenbecken (hyperechogen), Nierenmark und Nierenrinde (hypoechogen) lassen sich gut voneinander abgrenzen (siehe Abbildungen 4 und 5). Die mittlere Länge beider Nieren beträgt bei Ziegen (Schweizer Saanen Ziegen) $8,0 \pm 0,67$ cm, bei einer mittleren Breite von $5,2 \pm 0,75$ cm und einer Dicke von im Mittel $4,3 \pm 0,63$ cm (Braun et al., 2013). Bei Schafen (mittleres KGW 65,2 kg) beträgt die Länge im Mittel $8,4 \pm 0,3$ cm, die Breite $4,7 \pm 0,3$ und die mittlere Dicke $4,4 \pm 0,3$ cm (Braun et al., 1992). Bereits vorliegende rückstaubedingte Nierenschädigungen können durch die Darstellung dilatierter Nierenbecken in Form eines erweiterten hypoechogenen Areales im Nierenzentrum bei reduzierter Dicke der Nierenrinde festgestellt werden (Scott, 2013). Da Nierenbecken- und Urethersteine bei Wiederkäuern selten auftreten (van Metre, 2004), ist ein Auffinden von Urolithen in diesen Abschnitten des Harntraktes eher ungewöhnlich.

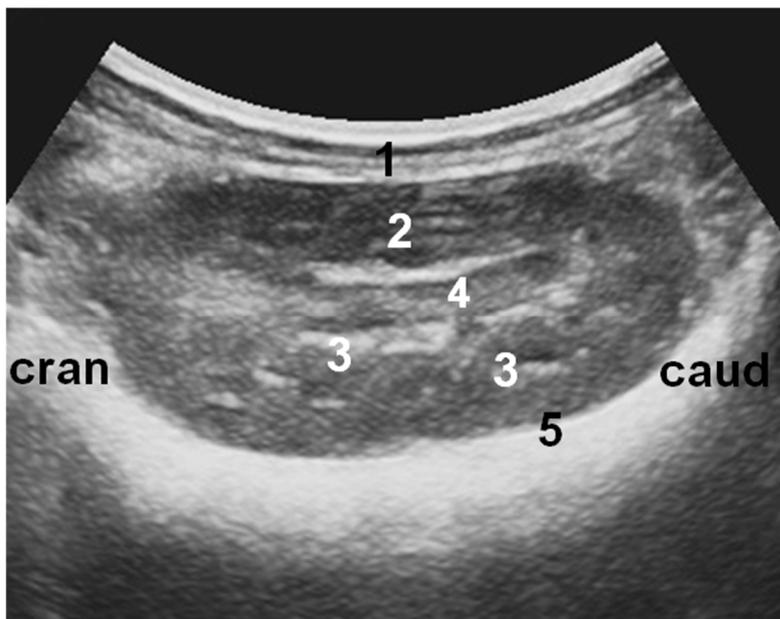


Abb. 4: Longitudinale sonographische Darstellung der linken Niere (5 MHz, Convexsonde) im Bereich des Nierenhilus eines 2-jährigen, klinisch gesunden Bunte-Deutsche-Edelziegenbockes. Untersuchung am stehenden Tier in der rechten kraniodorsalen Flankengegend. 1 seitliche Bauchwand, 2 Nierenrinde, 3 Markpyramiden, 4 Nierenbecken, 5 Nierenkapsel, cran: cranial, caud: caudal.

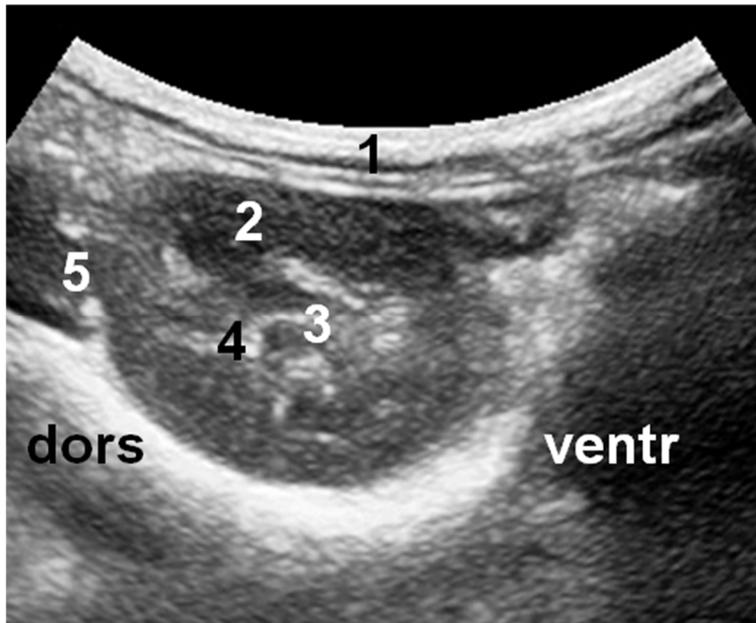


Abb. 5: Sonographische Darstellung (5 MHz, Convexsonde) der linken Niere eines 2-jährigen, klinisch gesunden Bunte-Deutsche-Edelziegenbockes im Querschnitt. Untersuchung am stehenden Tier in der rechten kraniodorsalen Flankengegend. 1 seitliche Bauchwand, 2 Nierenrinde, 3 Nierenmark, 4 Nierenbecken, 5 Hilus, dors: dorsal, ventr: ventral.

Bezüglich der Darstellbarkeit der Urolithen bei Urolithiasis finden sich in der Literatur unterschiedliche Angaben. Während Ende des letzten Jahrhunderts Blasensteine erst ab einer Größe von 3-4 mm darstellbar sind (Braun et al., 1992), geben neuere Arbeiten an, dass zumindest in vitro alle Harnsteinarten sonographisch dargestellt werden können (Karpenstein et al., 2011). Die Darstellbarkeit hängt hierbei sowohl von der Steinzusammensetzung und -größe als auch von der gewählten Schallfrequenz ab (Weichselbaum et al., 1999). Allerdings beziehen sich diese Angaben auf die beim Kleintier häufigsten Harnsteinarten (Magnesium-Ammonium-Phosphat, Calciumphosphate, Calciumoxalate und Silikate); entsprechende Literatur hinsichtlich der sonographischen Darstellbarkeit von Harnsteinen beim Wiederkäuer fehlt.

Im Falle einer Harnröhrenruptur können mit Hilfe des Ultraschalls entlang des ventralen Abdomens im Bereich des Skrotums Flüssigkeitsansammlungen unter der Haut dargestellt werden (Harnphlegmone) (Scott, 2000).

2.3. Therapiemöglichkeiten der Urolithiasis beim Wiederkäuer

Beim *kleinen Wiederkäuer* wird nach Bestätigung der Diagnose zunächst eine genauere Untersuchung des Processus urethralis als distale Prädilektionsstelle einer Harnröhrenobstruktion durch Urolithen erforderlich. Um den Penis vorlagern zu können, wird der Patient sediert (z.B. mit Xylazin) und umgesetzt (Kümper, 1994; Ewoldt et al., 2008).

Dabei ist unter Berücksichtigung des genauen Körpergewichtes auf eine gewissenhafte Dosierung des Medikamentes zu achten, da kleine Wiederkäuer empfindlich auf die Anwendung von α_2 -Sympathomimetika reagieren (Kümper, 1994). Nach dem Umsetzen des sedierten Bockes wird der Penis vorgelagert und der Processus urethralis sowie die Glans penis untersucht. Werden im Bereich des Suchfadens Verlegungen durch Urolithen palpiert, so kann versucht werden, diese auszumassieren. Gelingt dies nicht, muss der Processus an seinem Ursprung an der Glans penis mit einem Scherenschlag amputiert werden (Bostedt, 1996, Ewoldt et al., 2008). Um Narbenstrikturen vorzubeugen, empfiehlt es sich, den verbleibenden Stumpf des Processus urethralis der Länge nach einzuschneiden (Kümper, 1994). Es sollte anschließend eine retrograde Sondierung der Urethra mit einer weichen Sonde durchgeführt werden, um den Sitz möglicher weiterer Urolithen festzustellen (Kümper, 1994; Van Metre, 2004; Ewoldt et al., 2008).

Das Vorschieben eines Harnröhrenkatheters bis in die Blase ist aufgrund einer Ausweitung der Harnröhre (Rezessus) im Bereich des Arcus ischiadicus nicht möglich (Smith und Sherman, 1994; Van Metre, 2004; Ewoldt et al., 2008). Von einer retrograden Spülung der Urethra raten Ewoldt und Mitarbeiter (2008) ebenfalls ab, da Urolithen dabei aus der Harnröhre in den Rezessus und nicht in die Blase zurückgespült werden können. Die eingebrachte Flüssigkeit kann dann zwar in die Blase gelangen, der orthograde Abfluss ist aber nicht möglich, da der Stein wieder in die Harnröhre gedrückt wird. Sitzt der Urolith weiter blasenwärts (im Bereich der Flexura sigmoidea oder am Arcus ischiadicus), werden in der Literatur verschiedene chirurgische Therapien beschrieben:

Urethrotomie

Zwei bis drei Finger breit kaudal des Skrotums wird ein Hautschnitt in der Medianen angelegt. Danach wird der Penis freipräpariert und durch Palpation die Lokalisation des Urolithen festgestellt. Die Harnröhre wird über dem Urolithen eröffnet und der Harnstein entfernt. Die Wunden in der Urethra und Haut bleiben offen und heilen sekundär. Versucht man die Urethrotomiewunde durch eine Naht zu verschließen, kommt es im Rahmen der Heilung zu Narbenstrikturen der Harnröhre und somit zu Stenosen. In die Urethra muss für eine Woche ein Katheter eingelegt werden, um einem vorzeitigen Verschluss durch Wundschwellung entgegenzuwirken (Kümper, 1994; Bostedt, 1996).

Alternativ kann laut Ewoldt und Mitarbeiter (2008) versucht werden, den Urolithen aus dem Bereich der distalen Harnröhre in die Nähe des Sitzbeines zurückzuschieben um dort eine Urethrotomie zur Steinentfernung durchzuführen. Auch bei dieser Methode wird die Wunde in der Haut und der Harnröhre nicht vernäht.

Perineale Urethrostomie

Die Urethrostomie im Bereich des Arcus ischiadicus ist eine Eingriffsmöglichkeit zur Schaffung einer Harnröhrenfistel, die bei Mastbullen erprobt und in einer laut Kümper (1994) modifizierten Form auch beim kleinen Wiederkäuer anwendbar ist (Van Metre, 2004, Tobias und van Amstel, 2013). Die Patienten werden vor der Operation sediert und erhalten zusätzlich eine Epiduralanästhesie. Danach werden sie in Rückenlage abgelegt und die Hinterextremitäten nach kranial ausgebunden. Auf Höhe einer gedachten Verbindungslinie zwischen den Sitzbeinhöckern (unterhalb des Afters) wird ein etwa 4-5 cm langer Hautschnitt im Verlauf des Penis proximal des Harnröhrenverschlusses vorgenommen. Unter Spreizung der Wunde präpariert man sich bis zum M. bulbocavernosus vor. Da beim Anschneiden dieses Muskels relativ starke Blutungen entstehen können, sollte nach Erreichen des Penis quer geschnitten werden, bis austretender Harn auf die Eröffnung der Urethra hinweist. Anschließend wird ein Katheter durch die Urethra bis in die Harnblase vorgeschoben. Um den Katheter besser über die Plica vesicalis hinweg schieben zu können, kann versucht werden, den Katheter durch Einführen eines biegsamen Drahtes zu versteifen und seine Spitze leicht abzuknicken. Im Anschluss wird die Wunde verschlossen und der

Katheter mittels eines Hautheftes für ungefähr acht Tage im ventralen Wundwinkel fixiert (Kümper, 1994).

Marsupialisation der Harnblase

Die Patienten erhalten eine Allgemeinanästhesie und werden in Rückenlage ausgebunden. Im Bereich des späteren Bauchhöhlenzugangs wird eine Lokalanästhesie durchgeführt. Die ungefähr 10 cm lange Eröffnung der Bauchhöhle erfolgt am kaudoventralen Abdomen ca. drei Zentimeter lateral und parallel zum Präputium. Nach Aufsuchen der Apex der Harnblase wird diese unter vorsichtigem Zug in die Wunde vorverlagert und die beiden Enden der gedachten Zystotomielinie werden mit jeweils einem Haltezügel versehen. Falls erforderlich, wird Urin aus der Blase aspiriert, um den Urinaustritt im Rahmen der Blaseneröffnung so gering wie möglich zu halten. Danach wird die Blase mit einem ungefähr 4 cm langen Schnitt eröffnet, weiterer Urin wird abgelassen und eventuell vorhandenes Sediment entfernt. Dies erfolgt durch Spülung der Blase mit warmer, steriler Kochsalzlösung. Anschließend wird die Harnblase in einem zweiten Bauchhöhlenzugang paramedian links adaptiert. Hierbei werden vier nichtperforierende Einzelhefte in den kranialen, kaudalen, medialen und lateralen Wundrand gesetzt, welche anschließend mit einer nichtperforierenden fortlaufenden Naht übernäht werden (May et al., 1998).

Zusammenfassend ist der Erfolg der oben beschriebenen Eingriffe in den meisten Fällen nicht zufriedenstellend: die Rezidivrate nach Amputation des Processus urethralis liegt bei 80-90% (Haven et al., 1993). Auch die Urethrotomie / Urethrostomie hat nur wenig Erfolg, da es häufig zu Narbenstrikturen und zum Verlust der Zuchttauglichkeit kommt (Gill et al., 2001; Ewoldt et al., 2008). Nach Marsupialisation der Blase kann es neben erhöhter Zystitisneigung sowohl zu einer Verengung der Öffnung als auch zum Blasenprolaps kommen (Ewoldt et al., 2006). Außerdem kommt es sowohl nach der Marsupialisation als auch nach dem Anlegen einer perinealen Harnröhrenfistel an den Schenkelinnenflächen durch den ständig abfließenden Urin zu Dermatitis (Ewoldt et al., 2008).

Auf der Suche nach Alternativen hat sich die präpubische Implantation eines temporären Blasenkatheters als Möglichkeit etabliert, den Harnabfluss und das Abklingen von durch Urolithen bedingten Entzündungserscheinungen entlang der

Urethra zu ermöglichen (Iselin et al., 2001). Der Blasenkatheter kann entweder transkutan oder nach Laparotomie eingebracht werden. Auf die Techniken der beiden Eingriffsvarianten wird unter Punkt 3.1.6 der vorliegenden Arbeit eingegangen.

3. Material und Methoden

3.1. Zielsetzung

Im Rahmen dieser prospektiven klinischen Studie sollten Schafe und Ziegen mit einer Obstructio urethrae aufgrund von Harnkonkrementen mittels zweier verschiedener Zystotomie-Methoden und Blasenkatheter behandelt werden. Ziel war die vergleichende Validierung der beiden Methoden in Hinblick auf ihre Praktikabilität und der Prognose für das Einzeltier. Zudem sollte die Befundung in der Bildgebung (Röntgen und Ultraschall) dokumentiert werden, um ihre Aussagekraft zu überprüfen.

3.1.1. Tierzahl und Gruppen

Die kontrollierte klinische Studie wurde an insgesamt 25 Schaf- und Ziegenböcken mit Harnabsatzstörung und labordiagnostisch nachgewiesener Azotämie durchgeführt. Hiervon wurden 12 Tiere auf die Laparotomiegruppe (LT) und 13 Böcke auf die Laparoskopiegruppe (LK) randomisiert.

Nach Umsetzen des Tieres und Kontrolle der Glans penis und des Processus urethralis wurden die Böcke für die jeweilige Operation vorbereitet (s. u.).

Einschlusskriterien hierbei waren eine bestehende Harnabsatzstörung und erhöhte Harnstoff- (> 5,5 mmol/l) oder Kreatininwerte (> 110 µmol/l) im Blutplasma unabhängig von der Dauer der Erkrankung. Patienten mit Kreatininwerten über 800 µmol/l wurden aufgrund der Lehrmeinung an der Klinik für Wiederkäuer (Innere Medizin und Chirurgie) der JLU Giessen (persönliche Mitteilung des Akademischen Oberrates Dr. H. Kümper) nicht in die statistische Auswertung der Daten einbezogen, da bei diesen Tieren ein deutlich erhöhtes Risiko einer bereits eingetretenen Hydronephrose in Verbindung mit einer konsekutiven Niereninsuffizienz bestehe. Die Beratung von Besitzern solcher Patienten schloss die Information ein, dass aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit einer bereits eingetretenen Nierenschädigung ein erhöhtes Narkoserisiko und eine eventuell per se schlechtere Prognose bestanden. Gaben die Besitzer trotz dieses Risikos eine Operationserlaubnis, so wurden diese Tiere operiert und treten im Falle der Böcke mit den Studiennummern 17, 20 und 26 nur beschreibend in den Ergebnissen auf. Waren Besitzer mit einer Auswertung der Daten,

oder dem Einschluss ihres Tieres in die Studie nicht einverstanden, so fanden diese Tiere keine Berücksichtigung.

Ausschlusskriterium war eine nicht vorhandene Operationsfähigkeit des Patienten (Tiere im Schock). Dies schloss Patienten ein, welche ein hochgradig gestörtes Allgemeinbefinden beispielsweise aufgrund einer bereits eingetretenen Blasenruptur (apathisches Verhalten, Festliegen, bestehendes Uroperitoneum mit Peritonitis etc.) aufwiesen. Ebenso wurden Böcke mit rezidivierender obstruktiver Urolithiasis aus der Studie ausgeschlossen.

3.1.2 Randomisierung

Die zufällige Zuordnung der Tiere auf die beiden Operationsgruppen erfolgte anhand einer vorab durchgeführten Randomisierung unter Verwendung des Computerprogrammes Rancode® (IDV Datenanalyse und Versuchsplanung, Gauting). Dieses Programm erstellt eine Zufallsliste, welche die 26 Patienten auf die beiden Gruppen aufteilte. Verschlussene Briefumschläge, mit der jeweiligen Patientenummer versehen, enthielten die Information über die zu wählende Operationsmethode. Diese Briefumschläge wurden durch eine unabhängige Person erstellt und erst unmittelbar vor der Operation geöffnet, sodass den durchführenden Personen die Zuordnung des Studientieres zur Versuchs- bzw. Kontrollgruppe bis zum Zeitpunkt der Operation nicht bekannt war.

Die Besitzer der Tiere wurden über das Vorgehen bei beiden anerkannten Therapiemethoden aufgeklärt und das Einverständnis zur Durchführung der einen oder anderen Methode wurde eingeholt.

3.1.3 Begleittherapie, Haltungs- und Fütterungsbedingungen

Die Tiere wurden während des Klinikaufenthaltes in Einzelboxen auf Stroh untergebracht und erhielten Heu ad libitum. Den Patienten standen ständig frisches Wasser sowie ein Salz- und Mineralleckstein für kleine Wiederkäuer zur Verfügung. Falls es das Allgemeinbefinden der Patienten zuließ, wurden diese an den Tagen nach

der Operation an der frischen Luft bewegt, um durch den Umweltreiz den Harnabsatz zu stimulieren.

3.2 Zielkriterien

Hauptzielkriterium

Die Hauptzielkriterien waren die kurz- und mittelfristigen Erfolgsraten in beiden Gruppen. Die kurzfristige Erfolgsrate war definiert als derjenige Anteil der als geheilt aus der Klinik entlassenen Probanden. Die Entlassung der Tiere fand hierbei planmäßig am 10. Tag post operationem statt. Als geheilt galten Tiere, die mit einem über 12 Stunden verschlossenen Blasenkatheter klinisch unauffällig waren sowie einen physiologischen Harnabsatz zeigten. Die Harnstoff- und Kreatininwerte im Blutplasma solcher Böcke lagen im Referenzbereich (Harnstoff < 5,5 mmol/l, Kreatinin < 110 µmol/l). Als mittelfristig geheilt galten Tiere, die 6 Monate nach der Entlassung aus der Klinik noch am Leben waren und bei denen in diesem Zeitraum kein Rezidiv aufgetreten war.

Weitere Hauptzielkriterien bezüglich der bildgebenden Verfahren waren einerseits die Ultraschalluntersuchung der Blase hinsichtlich ihrer Größe, der Wandstruktur sowie des sonographisch erfassbaren Inhaltes. Jene Böcke, welche nicht erfolgreich operativ behandelt werden konnten wurden zusätzlich mit Hilfe einer anterograden Zystourethrographie befundet.

Nebenzielkriterien

Als Nebenzielkriterien wurden berücksichtigt:

1. Zeitspanne bis zum Erreichen physiologischer Harnstoff- und Kreatininwerte im Blutplasma (s.o.)
2. Verlauf der Harnstoff- und Kreatininkonzentration bis zum Erreichen der physiologischen Werte (zeitabhängiger Gruppenvergleich)

3. Zeitspanne bis zum Eintreten eines physiologischen Harnabsatzes (Harnabsatz im kontinuierlichen Strahl ohne Schmerzäußerungen per vias naturales).
4. Überprüfung des Schmerzscores

3.3 Klinische Untersuchungen

Beurteilung der Präputialgegend

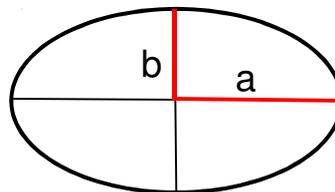
Die Präputialgegend wurde bei Einlieferung und danach täglich auf vorhandene Feuchtigkeit überprüft.

Ultraschallgestützte Beurteilung der Blasengröße

Am Einlieferungstag wurden mittels Ultraschalluntersuchung Blasendurchmesser und Längsschnitt der Blase vermessen. Hierfür erfolgte eine horizontale und vertikale Darstellung der dilatierten Blase im rechten Inguinalbereich am stehenden Tier in ihrer jeweils maximalen Ausdehnung (siehe Abb. 5).

Die Berechnung des Blasenvolumens (V) erfolgte aufgrund ihrer Eiform näherungsweise anhand folgender Formel (Wikipedia.org, „Rotationsellipsoid“):

$$V = \frac{4}{3} \pi ab^2$$



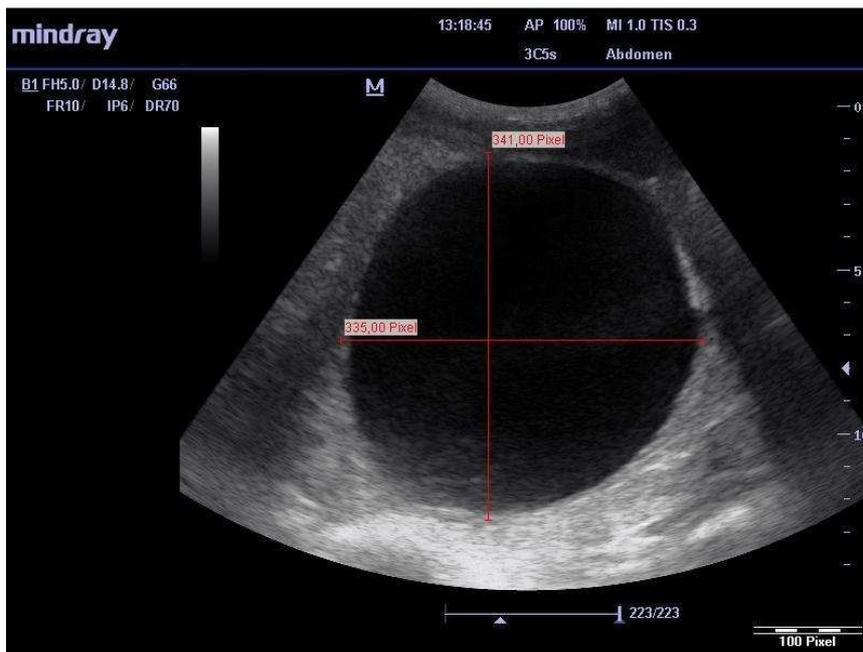


Abb. 6: Vertikale sonographische Darstellung der dilatierten Blase eines 3-jährigen Weißen Deutschen Edelziegenbockes (Tiernummer 9) mit Harnabsatzstörung. Untersuchung am stehenden Tier im rechten Inguinalbereich (5 MHz, Convexsonde). Vermessen der Blase mittels Photoshop-Software im vertikalen und horizontalen Durchmesser.

Außerdem wurde eine Beurteilung der Blasenwand, des Blaseninhaltes und eine Vermessung der Blasenwanddicke vorgenommen. Die Vermessung der Blasenwand erfolgte mittels des Messinstrumentes des Software-Programmes Photoshop.

Auf die sonographische Beurteilung der Nieren und der Nierenbecken wurde bewusst verzichtet, da dies für die in dieser Studie vorgesehenen weiteren Vorgehensweisen und therapeutischen Maßnahmen als nicht relevant erachtet wurde.

Umsetzen der Böcke und Kontrolle der Penisspitze

Bei Einlieferung in die Klinik wurden die Patienten gewogen und erhielten nach Rasur und Desinfektion der Punktionsstelle am Hals einen Zugang in die Jugularvene über eine Braunüle®. Zum Umsetzen wurden Ziegenpatienten mit 0,05 mg / kg Xylazin und 5 mg / kg Ketamin 10 % in der Mischspritze i.v., Schafpatienten mit 0,1 mg / kg Xylazin und 5 mg / kg Ketamin in der Mischspritze i.v. sediert. Nach Eintritt der Wirkung wurden die Tiere schonend umgesetzt und der Penis wurde vorgelagert. Die Penisspitze und der Processus urethralis wurden auf Verklebungen und auf das Vorhandensein von

Harnsteinen oder Narben hin untersucht. Unabhängig davon ob Veränderungen im Bereich des Processus urethralis festzustellen waren, wurde dieser bei allen Patienten nach einer lokalen Betäubung der Penisspitze mit Procain (Procasel®; Fa. Selectavet) mittels Scherenschlag entfernt (siehe Abb. 6). Dies ermöglichte eine retrograde Sondierung der Urethra (siehe Abb. 7). Hierfür wurden Ernährungssonden der Firma Braun Melsungen (CH 9) verwendet. Bei der Spülung mit körperwarmer physiologischer Kochsalzlösung wurde darauf geachtet, ob die Urethra leicht, nur unter starkem Druck oder überhaupt nicht durchspülbar war.

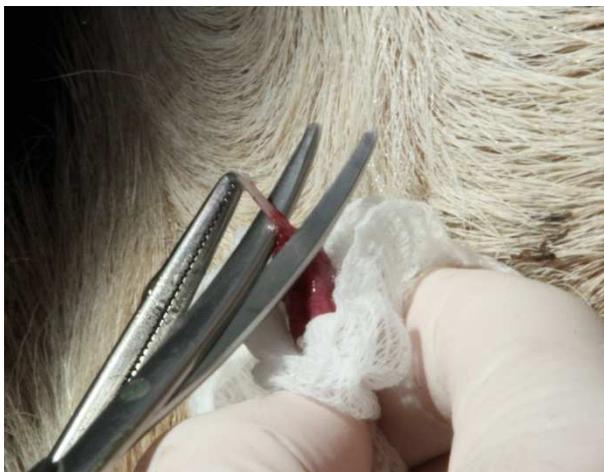


Abb 7: Vorlagern des Penis am sedierten, umgesetzten Tier (4-jähriger, kastrierter Zwergziegenbock, Tiernummer 18) und Amputation des Processus urethralis durch Scherenschlag nach Lokalanästhesie.



Abb 8: sedierter, umgesetzter Zwergziegenbock aus Abbildung 4. Retrogrades Sondieren der Urethra nach Absetzen des Processus urethralis.

3.4 Hämatologische Untersuchungen

Bei Einlieferung in die Klinik wurde den Patienten standardmäßig Blut aus der Vena jugularis entnommen. Es wurden jeweils 1 EDTA-, 1 Blutgas- (Lithium-Heparin) und 1 Serumröhrchen befüllt.

Aus dem EDTA-Blut wurde ein Blutbild am Cell-Counter (pocH-100iV Diff, Fa. Sysmex) erstellt. Dieses umfasste sowohl die Erythrozytenanzahl in T/l, die

Hämoglobinkonzentration in mmol/l, den Hämatokrit in l/l, die Anzahl der Thrombozyten in G/l als auch die Leukozytenanzahl in G/l.

Im Lithium-Heparin-Blut wurden die jeweiligen Konzentrationen an Natrium, Kalium und Calcium sowie der Base Excess bestimmt (Rapidlab 348, Fa. Bayer). Aus dem Lithium-Heparin-Plasma wurden im Notfalllabor am Reflotron (Reflovet® Plus, Fa. Roche) Harnstoff und Kreatinin gemessen.

Das gewonnene Serum diente zur Bestimmung von Phosphor und Magnesium, der Rest des Blutserums wurde als Rückstellprobe bei -21°C eingefroren.

3.5 Operations-Vorbereitung und Narkoseeinleitung

Unmittelbar im Anschluss an das Umsetzen wurden die sedierten Patienten in Brustlage intubiert (siehe Abb. 8), die Inhalationsnarkose wurde mit Isofluran (Isoflo®, Fa. Albrecht, Aulendorf) eingeleitet und vertieft (Atemzugvolumen: 15 ml / kg KM). Zur Prophylaxe eines möglichen Aufblähens des Pansens bei den nicht gefasteten Notfallpatienten während der Operation wurde eine Schlundsonde im Pansen positioniert. Nach Erreichen eines oberflächlichen Narkosestadiums wurden die Tiere in Rückenlage verbracht und das Operationsfeld wurde geschoren, rasiert und desinfiziert (Abb. 9). Währenddessen wurde die Narkose bis zum Erreichen des Toleranzstadiums weiter vertieft. Über den venösen Zugang in der Vena jugularis erhielten die Tiere während der Operation ein Analgetikum per Dauertropfinfusion (40 mg / kg KM Metamizol-Natrium in 500 ml Natriumchlorid 0,9 %).

Im Bereich der jeweiligen Zugangsstellen zur Bauchhöhle wurde zusätzlich lokal eine Infiltrationsanästhesie mit Procainhydrochlorid 2 % (Procasel®, Fa. Selectavet) durchgeführt.



Abb. 9: Intubation eines sedierten Patienten (9-jähriger Zwergziegen-Mix, männlich-kastriert, Tiernummer 15) in Brust-Bauchlage.



Abb. 10: Lagerung der intubierten und narkotisierten Patienten für beide Operationstechniken in Rückenlage (am Beispiel eines 5-jährigen, kastrierten Zwergziegenbockes, Tiernummer 10).

3.5.1 Schmerzmanagement und Schmerzscoring

Die Beurteilung der postoperativ auftretenden Schmerzen sollte (wie in der Kleintiermedizin üblich) anhand eines Scoringsystems erfolgen. Dazu wurden die Patienten täglich zwei Mal im Abstand von acht Stunden klinisch untersucht. Mögliche Schmerzäußerungen wurden in Anlehnung an entsprechende Pain-Scoring Tabellen beim Kleintier (ITIS-Broschüre, 2010) anhand folgender klinischer Parameter eingestuft: Allgemeinbefinden, Appetit, Bauchdeckenspannung, Herz- und Atemfrequenz. Hierbei wurden den wiederkäuerspezifischen, klinischen Anzeichen von Schmerz (gespannte Bauchdecken, Zähneknirschen etc.) Score-Werte (siehe

Tabelle unter 3.7.3) zugeordnet. Die vergebenen Werte reichten hierbei von 0 (keine Schmerzäußerungen) bis 3 (starke Schmerzäußerungen).

Die analgetische Behandlung der Patienten erfolgte wie unter 3.1.3 erläutert.

3.6 Operationstechniken

Bei allen Patienten dieser Studie wurde als Erstmaßnahme der Processus urethralis am sedierten und lokal anästhesierten Boch per Scherenschlag amputiert. Anschließend wurde im Rahmen der beiden unten beschriebenen Operationsmethoden ein temporärer, präpubischer Ballonkatheter in die Blase implantiert. Ziel dieses Therapieansatzes ist es, den Urin vorübergehend über den Katheter abzuleiten um die Heilung (Abklingen von durch die Wanderung der Urolithen hervorgerufenen Entzündungen der Urethra) bzw. Rekanalisation der Urethra und in Folge den Urinabsatz per vias naturales zu ermöglichen (Rakestraw et al., 1995; Iselin et al. 2001). Im besten Fall kann durch das Anschwellen der Urethralschleimhaut ein spontanes Abgehen von eventuell noch in der Harnröhre befindlichen Harnsteinen stattfinden (Rakestraw et al., 1995).

3.6.1 Laparotomische Katheterzystostomie (LT; Kontrollgruppe)

Die Zystotomie mit Implantation eines präpubischen Ballonkatheters wurde wie von Iselin und Koautoren (2001) beschrieben durchgeführt. Nach paramedio-inguinaler Laparotomie wurde die Blase im Bereich des Blasenpols eröffnet. Austretender Urin wurde soweit möglich abgesaugt und in der Blase befindliche Harnsteine und Konkremente wurden manuell entfernt. Auf eine orthograde Spülung der Urethra wurde verzichtet, da zu befürchten war, dass es durch die Manipulation in manchen Fällen zu Rupturen der Harnröhre hätte kommen können (Rakestraw et al., 1995; Ewold et al., 2006). Nach Verschluss der Blase mittels nicht perforierender, doppelter modifizierter Lembertnaht (Cushing-Naht mit Monocryl®, 1,5 metric; Fa. Braun, Melsungen) wurde mit Hilfe eines kommerziell erhältlichen Punktionsbestecks (Supracath Punktionsset der Firma Rüschi) ein Ballonkatheter über einen perkutanen Zugang lateral der Laparotomiewunde ein Ballonkatheter (Supracath Punktionsset der

Firma Rüscher) in die Blase eingesetzt. Die von Iselin et al. (2001) angewendete Tabaksbeutelnaht der Blase um die Eintrittsstelle des Ballonkatheters unterblieb, da eine solche zusätzliche Fixation des Ballonkatheters in der Blase im Rahmen der Laparoskopie nicht möglich gewesen wäre. Die Fixation des Ballonkatheters erfolgte also aus Gründen der Vergleichbarkeit lediglich durch das Blockieren des Ballons mit 8 ml isotoner (0,9 %) Kochsalzlösung. Der Verschluss der Bauchwand erfolgte in 4 Schichten: Peritoneum mittels Matratzennaht und rückläufiger Kürschnernaht (Suprylon®, 6 metric, Fa. Vömel, Kronberg), Muskulatur mittels Kürschnernaht (Synthesorb®, 7 metric, Fa. Vömel, Kronberg), Unterhautnaht (Synthesorb®, 7 metric, Fa. Vömel, Kronberg) und abschließender Intracutannaht (Monosyn®, 4 metric, Fa. Braun, Melsungen).

3.6.2 Laparoskopische Katheterzystostomie (LK; Versuchsgruppe)

Das endoskopisch gestützte Einsetzen eines Ballonkatheters in die Blase bei gesunden männlichen Schafen wurde bereits von Franz und Mitarbeitern (2008) beschrieben. Für die Anwendung an Böcken mit Harnabsatzstörung kam eine Modifikation dieser Operationsmethode zum Einsatz. Nach Narkoseeinleitung und Lokalanästhesie (s.o.) wurde paramedian links des Präputiums per Verres-Kanüle ein Pneumoperitoneum angelegt. Unter Anheben der Bauchdecke mittels zweier Backhausklammern wurde ein 8 mm Sicherheitsmagnetventiltrokar (Fa. Fritz Endoskope, Tuttlingen) in die Bauchwand eingesetzt. Über diesen Zugang wurde eine 0° Optik (Fa. Fritz Endoskope, Tuttlingen) in das Abdomen eingeführt und die Blase wurde dargestellt. Um dies zu erleichtern, wurden die Böcke in einer Trendelenburg-Position von ca. 45° positioniert. Eine Fixation der prall gespannten Harnblase mittels Faszange (Franz et al., 2008) unterblieb, um das fragile Blasengewebe der bei den meisten Patienten bereits stark geschädigten Harnblase nicht unnötig zu belasten. In diesem Zusammenhang zu erwartende Komplikationen sind Blutungen oder Einreißen der Blasenwand. Die Blase wurde unter Sichtkontrolle mit Hilfe des transkutanen Punktionssets (Rüscher) punktiert und der Ballonkatheter wurde entlang des Spalttrokars in die Blase eingeführt. Nach Einbringen des Ballonkatheters in die Harnblase erfolgten mehrere Spül- und Saugvorgänge mittels einer Saug-/Spülpumpe (Firma Fritz Endoskope) und körperwarmer, steriler Kochsalzlösung, um in der Blase

befindliche Konkremente zumindest teilweise zu entfernen. Die Fixation des Ballonkatheters an der ventralen Bauchwand erfolgte mit Hilfe von Klebeband und zweier U-Hefte (Suprylon[®], 6 metric, Fa. Vömel, Kronberg). Die Trokarierungsstelle für die Optik wurde ebenfalls mittels liegendem U-Heft verschlossen (Suprylon[®], 6 metric, Fa. Vömel, Kronberg).

3.7 Postoperative Überwachung

Die postoperative Überwachung der Patienten (stabile Lagerung in Brust- / Bauchlage, Kontrolle der Vitalfunktionen, Entfernung des Endotrachealtubus bei Einsetzen des Schluckreflexes, Überwachung der Aufstehversuche) erfolgte bis zum vollständigen Erlangen des Bewusstseins. Die Tiere standen bis zum ersten sicheren Aufstehen unter Beobachtung.

3.7.1 Medikation und sonstige Behandlungen

Als begleitende Therapie erhielten die Patienten während der Operation 500 ml Natriumchlorid 0,9 % intravenös als Dauertropfinfusion. Diese Infusion wurde nach der Operation mit weiteren 5 Litern derselben Lösung fortgeführt um die renale Funktion nach Ermöglichung des Urinabflusses zu unterstützen. Zur Analgesie wurden vor der Operation und 5 Tage nach der Operation 40 mg/kg Körpergewicht (KM) Metamizol-Natrium und 0,32 mg/kg KM Butylscopolaminiumbromid in Form von 0,08 ml/kg KM Buscopan compositum[®] verabreicht.

Eine antibiotische Behandlung der Tiere begann vor der Operation und wurde bis 3 Tage nach der Entfernung des Katheters mit Penicillin-Dihydrostreptomycin (8.000 IE/kg KM Penicillin und 10.000 IE/kg KM Dihydrostreptomycin s.c.) fortgeführt. Zusätzlich wurde einmalig eine 5 %ige Enrofloxacin-Lösung (500 mg Enrofloxacin auf 100 ml körperwarme Kochsalzlösung) 3 Tage post operationem über den eingesetzten Ballonkatheter in die Blase eingebracht.

Des Weiteren wurden täglich die Operationswunde und der Sitz des Katheters überprüft. Die Austrittsstelle des Katheters aus der Bauchwand wurde falls notwendig

von Verschmutzungen befreit und zum Schutz vor Wundinfektionen lokal mit Jod-PVP-Salbe behandelt.

In den ersten 3 Tagen nach der Operation blieb der Katheter kontinuierlich geöffnet um die Entleerung der Blase unter Umgehung der Harnröhre zu gewährleisten. Es wurde durch regelmäßige Katheterpflege (siehe Punkt 3.7.4) darauf geachtet, dass der Katheter nicht verstopfte. Am 4. Tag nach der Operation wurde erstmalig versucht, die Urethra über den Blasen Katheter zu spülen (siehe Punkt 3.7.6).

3.7.2 Hämatologie

Die Entnahme der Blutproben zur Überprüfung der Harnstoff- und Kreatininwerte sowie der Elektrolyte (Natrium, Kalium, Chlorid und Kalzium) und des Hämatokrits erfolgten täglich um 8 Uhr über den venösen Zugang in der Vena jugularis.

3.7.3 Schmerzscoring

Die Einstufung der Schmerzäußerungen und Einteilung in Score-Werte wurde anhand folgender klinischer Parameter vorgenommen: Allgemeinbefinden, Futteraufnahme, Bauchdeckenspannung, Herz- und Atemfrequenz. Das Schmerzscoring der Patienten erfolgte am Tag der Einlieferung (Tag 0) einmalig im Rahmen der klinischen Erstuntersuchung und an den Folgetagen 2x täglich im Abstand von 8 Stunden (8 Uhr und 16 Uhr) bis der Ballonkatheter gezogen werden konnte.

Die Bewertungsgröße für das Ausmaß von Schmerz erfolgte von 0 (keine Schmerzäußerungen) bis 3 (hochgradige Schmerzäußerungen). Die Zuordnung zu einem bestimmten Wert erfolgte, wenn mindestens drei dieser Bewertungsgröße zugeordneten Untersuchungsparameter erfüllt wurden (siehe Übersicht Tabelle 1).

Tabelle 1: Parameter zur Ermittlung des Schmerzscore. Die Einstufung in die jeweiligen Schmerzscore-Klassen erfolgte immer anhand des höchsten erreichten Schmerzscore-Wertes. Ein Patientenbock mit mittelgradig gestörtem Allgemeinbefinden, geringgradig verminderter Futteraufnahme, einer geringgradig erhöhten Bauchdeckenspannung und einer Herz- sowie Atemfrequenz innerhalb des Normbereichs wurde beispielsweise mit einem Schmerzscore von 2 bewertet. (ggr. = geringgradig; mgr. = mittelgradig; hgr. = hochgradig; bzw. = beziehungsweise; HF = Herzfrequenz; AF = Atemfrequenz; Az = Atemzüge; min = Minute)

| Parameter | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Allgemeinbefinden | ungestört | geringgradig (ggr.) gestört | mittelgradig (mgr.) gestört | hochgradig (hgr.) gestört |
| Futteraufnahme | gut | ggr. vermindert | mgr. vermindert | schlecht |
| Bauchdeckenspannung | weich | ggr. gespannt | mgr. gespannt | hgr. gespannt |
| Herzfrequenz (HF) | HF in der Norm (60-80 Schläge / min) | HF > 90 bzw. < 60 Schläge / min | HF > 90 bzw. < 60 Schläge / min | HF > 90 bzw. < 60 Schläge / min |
| Atemfrequenz (AF) | AF in der Norm (16-36 Az / min) | AF >36 bzw. < 16 Az / min | AF >36 bzw. < 16 Az / min | AF >36 bzw. < 16 Az / min |

3.7.4 Katheterpflege

Unter Katheterpflege war das vorsichtige Spülen des Katheters mit 20 ml verdünnter Jod-PVP-Lösung (0,05%) zu verstehen (siehe Abb. 10). Dies sollte bei Bedarf innerhalb der ersten 3 Tage nach der Operation der Reinigung und des Erhalts der Durchgängigkeit des Katheters dienen.



Abb. 11: Vorsichtiges Durchspülen des Katheters (Katheterpflege) bei einem 3-jährigen Burenziegenbockes (Tiernummer 25; männlich-kastriert) mit körperwarmer 0,05 %iger Jodlösung (Vet-Sept®, Firma Albrecht). Zur Spülung werden maximal 20 ml Lösung über eine 60 ml Spritze appliziert.

3.7.5 Spülung der Urethra

Zur Überprüfung der Durchgängigkeit der Urethra wurden ab dem 4. Tag nach der Operation bis zu 500 ml einer verdünnten Jod-PVP-Lösung (0,05 %) über den präpubischen Blasenkatheter mit Hilfe einer Glasspritze in die Harnblase eingebracht (siehe Abb. 11). Dies wurde mit einem Anfangsvolumen von zirka 150 ml unter vorsichtigem Druck durchgeführt, bis die Spüllösung per vias naturales im kontinuierlichen Strahl über die Penisspitze abfließen konnte (siehe Abb. 12). War dies ohne Probleme möglich, wurde der Spülvorgang solange wiederholt, bis die über die Harnröhre abfließende Spülflüssigkeit klar erschien. War ein Durchspülen der Urethra unter Anwendung von 150 ml Spüllösung nicht möglich, so wurde zusätzliche Spüllösung in die Blase eingebracht um den Druck in der Urethra zu erhöhen. Mit dieser Maßnahme war es bei mehreren Tieren möglich, sludgeartiges Material aus Harnröhre auszuspülen.

Die hier verwendete Spüllösung wurde durch Instillation von 5 ml Jodlösung (Vet-Sept®, Firma Albrecht) in 1 Liter isotone Kochsalzlösung hergestellt. Der Wirkstoff Povidon-Jod wurde aufgrund seiner Schleimhautverträglichkeit für die Spülung von Blasenkatheeter, Blase und Urethra gewählt, wobei die desinfizierende Wirkung der Lösung lediglich als Nebeneffekt zu sehen war.



Abb. 12: Prüfung auf Durchspülbarkeit der Urethra am Tag 4 der Studie bei einem 3-jährigen, kastrierten Burenziegen-Bock (Tiernummer 25): über eine 200 ml-Glasspritze wird am stehenden Tier vorsichtig Spülflüssigkeit über den präpubischen, transabdominalen Blasenkatheeter in die Blase eingebracht. Dabei wird langsam Druck aufgebaut um eine Durchspülbarkeit der Harnröhre zu erreichen. Ein Abfluss der Spülflüssigkeit über die Penisspitze gilt als erfolgreicher Abschluss der Therapiemaßnahmen.



Abb. 13: Urethra durchspülbar (am Beispiel eines 3-jährigen, männlich-kastrierten Burenziegen-Bockes, Tiernummer 25): die mittels einer Glasspritze (links im Bild) über den Ballonkatheter in die Blase eingebrachte Spülflüssigkeit fließt im strohhalmdicken, kontinuierlichen Strahl am Präputium ab.

3.7.6 Beurteilung der Durchspülbarkeit der Urethra und weiteres Vorgehen

Beim Durchspülen der Urethra (wie in Kapitel 3.7.5 beschrieben) wurden folgende Parameter beurteilt: Schmerzäußerungen (Unruhe, Pressen, Meckern), die Beschaffenheit des über die Penisspitze ablaufenden Spülstrahles (Strahlstärke, Farbe, Beimengungen, Kontinuität) und der aufzuwendende Druck.

War ein Durchspülen der Harnröhre ohne Probleme möglich, wurde der Katheter erstmalig für 3 Stunden verschlossen. Während dieser Zeit war eine genaue Beobachtung der Tiere auf Kolihsymptome erforderlich. Dieser Vorgang wurde täglich wiederholt und die Zeit, in welcher der Katheter verschlossen blieb, wurde mit jedem weiteren Tag um jeweils 3 Stunden verlängert (5. Tag p. OP 6 Stunden, 6. Tag p. OP 9 Stunden, 7. Tag p. OP 12 Stunden). Sobald der Katheter über 12 Stunden verschlossen bleiben konnte, die Patienten innerhalb dieses Zeitraumes keine Schmerzäußerungen zeigten und auf physiologischem Weg Urin absetzen konnten, wurde der Katheter gezogen. Hierfür wurde der Ballon durch Aspirieren der im Rahmen der Operation eingebrachten isotonen Kochsalzlösung entblockt und mit kontinuierlichem Zug aus der Harnblase entfernt.

Danach verblieben die Patienten für weitere 3 Tage (insgesamt 10 Tage stationärer Aufenthalt) zur Beobachtung in der Klinik.

3.7.7 Anterograde Zysto-Urethrographie

Kontrastmitteldarstellung von Blase und Urethra

Ließ sich die Harnröhre am 4. Tag nach der operativen Versorgung nicht spülen, erfolgte in der Klinik für Kleintiere (Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen eine Zystourethrographie unter Sedation um die Lokalisation der Abflussbehinderung in der Urethra genau festzustellen (siehe Abb. 13). Hierfür wurde Xenetix[®] 300 mg/ml (Wirkstoff Iobitridol, Firma Guerbet) im Verhältnis 1:1 mit steriler Ringerlactat-Lösung verdünnt als nichtionisches Kontrastmittel verwendet. Für die Aufnahmen kam ein digitales CR-System (Philips Eleva, Philips, Deutschland) zum Einsatz. Zunächst wurden Nativ-Röntgenbilder angefertigt. Die Aufnahmen erfolgten in rechter

Seitenlage mit nach kaudal gezogenen Hintergliedmaßen im laterolateralen Strahlengang (80 kV, 16 mAs), zentriert auf das Becken, wobei die perineal gelegenen Weichteilgewebe vollständig in das Röntgenbild eingeschlossen wurden. Danach erfolgte die anterograde Darstellung der Harnblase und Urethra mittels Kontrastmittel über den zuvor intraoperativ platzierten präpubischen Katheter. Hierfür wurde das Kontrastmittel um eine Strahlenbelastung der Hände zu vermeiden mittels einer 100ml Spritze über eine an den Katheter angeschlossene Verlängerung (Plastikschlauch des Urinbeutels aus dem Punktionsset) solange in die Blase appliziert, bis ein geringgradiger Widerstand bei der Injektion eintrat. Die Injektion von Kontrastmittel wurde fortgeführt bis deutlicherer Gegendruck feststellbar war. Unter weitergeführter Injektion wurde dann sofort das Röntgenbild angefertigt. Das Röntgenbild wurde als diagnostisch eingestuft, wenn die Harnblase mindestens mittelgradig gefüllt war, eine Füllung der Urethra bis zur Obstruktion erreicht und die gesamte Urethra durch die Kontrastmittelfüllung abgebildet wurde. Die Befundung der Röntgenbilder erfolgte auf einem Befundungsmonitor (Philips, Deutschland). Bei der Befundung wurden das Vorhandensein röntgendichter Urolithen sowie partielle oder vollständige Abflussbehinderungen des Kontrastmittels in der Urethra festgehalten. Wurde hierbei eine Obstruktion der Harnwege durch Urolithen diagnostiziert (siehe Abb. 13), welche die Wiederherstellung des natürlichen Harnabflusses verhinderte, wurden die Patienten aus der Studie ausgeschlossen und weitere chirurgische Möglichkeiten (Durchführung einer perinealen Urethrostomie) mit dem Besitzer besprochen.



Abb. 14: laterolaterale Röntgenaufnahme des kaudalen Abdomens eines 11-jährigen kastrierten Zwergziegenbockes (Tiernummer 14) in rechter Seitenlage mit ggr. nach kaudal gezogenen Hintergliedmassen: mutiple kleine rundlich mineraldichte Verschattungen projizieren sich kaudodistal des Tuber ischiadicum über die Region der Harnröhre bis kaudal der distalen Femura (schwarzer Pfeil). Kontrastmittel: tubuläre kontrastmittelgefüllte Struktur (Katheter, schwarzer Stern) projiziert sich über das kaudoverbrauche Abdomen bis zum kranialen Blasenpol (schwarzes Dreieck). Die Harnblase ist ggr. bis mgr. Mit kontrastmitteldichtem Material gefüllt und weist eine ggr. undulierende Begrenzung auf. Das Kontrastmittel füllt die Harnblase bis zum vesicourethralen Übergang.

3.8. Chemische Untersuchung der Urolithen

Die chemische Untersuchung entfernter Harnsteine erfolgte nach Absprache mit den Patientenbesitzern durch das Harnsteinanalyse Zentrum Bonn, Theaterplatz 14, 53177 Bonn mit einem FT-IR-Spektrometer.

3.9. Sektion getöteter oder verstorbener Studentiere

Getötete (Patienten mit persistierender Obstruktion ohne Freigabe für weitere chirurgische Maßnahmen seitens der Besitzer) oder verstorbene Studentiere wurden im Institut für Veterinär-Pathologie des Fachbereichs 10 (Veterinärmedizin) der Justus-Liebig-Universität Gießen sezziert.

4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung (Dr. K. Failing) des Fachbereiches Veterinärmedizin. Die beiden Operationsmethoden wurden hinsichtlich kurzfristiger und mittelfristiger Erfolgsrate in hierarchisch gegliederten, zweiseitigen Hypothesen getestet. Es wurde auf Über- bzw. Unterlegenheit der Laparoskopie gegenüber der Laparotomie getestet, wobei ein α -Fehler von 0,05 und ein β -Fehler von 0,1 angenommen wurde. Zum Test auf Normalverteilung wurde mit Hilfe des Software-Programmes „R“ eine Residualanalyse der Rohdaten durchgeführt. Für die Parameter Harnstoff und Kreatinin wurde aufgrund einer rechtsschiefen Verteilung eine logarithmische Transformation durchgeführt. Anschließend wurden die Mittelwerts-Verläufe mittels einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich der Zeit beziehungsweise aufgrund teilweise fehlender Werte mit Hilfe des Wald-Tests analysiert.

Im Falle des Schmerz-Scores wurde eine 3-faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen bezüglich der (Tages-) Zeit durchgeführt. Für die lediglich am Tag 0 registrierten Parameter Magnesium, Phosphor, Kalzium und Blasenvolumen wurde der t-Test für unabhängige Stichproben zur Analyse verwendet. Zur Abschätzung des Einflusses dieser Parameter auf die kurz- und mittelfristige Erfolgsrate wurden eine einfache sowie eine multiple logistische Regression durchgeführt.

5. Ergebnisse

5.1. Allgemeine Tierdaten

In die Studie eingeschlossen wurden insgesamt 25 männliche kleine Wiederkäuer. Diese 25 Böcke unterteilten sich wiederum in 7 Schaf- und 18 Ziegenböcke. Bei den Schafböcken handelte es sich überwiegend um Kreuzungstiere, bei den Ziegenböcken wurden hauptsächlich Zwergziegen und Zwergziegen-Kreuzungen vorgestellt. Der Großteil der Patienten stammte aus Hobbyhaltungen mit nur wenigen Tieren (durchschnittliche Tierzahl im Betrieb 12,9). Die geringste Tierzahl lag bei 2 Tieren, die höchste bei 83 Tieren. Lediglich 2 Schafböcke aus größeren Zuchtbetrieben (53 und 83 Tiere) wurden zur Therapie vorgestellt.

Neben diesen beiden intakten Zuchtböcken wurden 3 unkastrierte Böcke (ein Schaf und zwei Ziegenböcke) aus Hobbyhaltung eingeliefert, bei einem weiteren unkastrierten Bock handelte es sich um ein Schaflamm (Flaschenaufzucht) im Alter von 4 Wochen (jüngstes Tier in der Studie). Dieses Lamm stammte aus einem Zuchtbetrieb mit 50 Tieren.

Die übrigen 19 Tiere (alle aus Hobbyhaltung) waren kastriert.

Die durchschnittliche Erkrankungsdauer vor der Vorstellung in der Klinik lag bei 8,8 Tagen. Die betroffenen Tiere waren durchschnittlich 3,8 Jahre (4 Wochen bis 11 Jahre) alt.

In die statistische Auswertung konnten die Daten von 22 Böcken einbezogen werden. Im Falle der Patienten mit den Tiernummern 17, 20 und 26 lagen die Kreatininwerte bei Einlieferung über dem kritischen Wert von 800 $\mu\text{mol/l}$. Die Daten dieser 3 Tiere flossen lediglich beschreibend in die Auswertung ein.

5.2. Kurzfristige Heilungsrate

Von den insgesamt in die statistischen Auswertungen eingeschlossenen 22 Schaf- und Ziegenböcken konnten 16 Tiere laut Studienprotokoll nach 10 Tagen als geheilt (Urinabsatz per vias naturales) in den Herkunftsbestand entlassen werden.

6 der statistisch erfassten Böcke starben oder mussten euthanasiert werden: Tier Nummer 2 verstarb perakut nach Aufnahme in die Studie. Ein Studienbock (Tiernummer 7) wurde innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Einbringen des präpubischen Blasenkatheters aufgrund einer deutlichen Umfangsvermehrung des Abdomens auffällig. Bei der sonographischen Untersuchung wurde eine deutliche Flüssigkeitsansammlung im Abdomen festgestellt. Der Bock wurde aus der Studie ausgeschlossen. Es folgte eine weitere Laparotomie, bei der neben der vermehrten Bauchhöhlenflüssigkeit eine hochgradige, schwarz-braune Verfärbung der Harnblasenwand mit brüchiger Konsistenz nachgewiesen wurde. Aufgrund der schlechten Prognose wurde der Bock in tabulam euthanasiert. Fünf Tiere wiesen eine persistierende Harnröhrenobstruktion (negativer Spülbefund am Tag 4 nach Einbringen des Ballonkatheters) auf und wurden auf Besitzerwunsch eingeschläfert.

Von den nach Hause entlassenen Tieren verteilten sich 8 Tiere auf die Laparotomiegruppe (n=10) und 8 Böcke auf die Endoskopiegruppe (n=12). Die kurzfristige Erfolgsrate beträgt somit bezüglich der Versuchsgruppe 66,7 %, wobei die Grenzen des 95 % Konfidenzintervalles bei 34,9 bzw. 90,1 % liegen. Das 95 % Konfidenzintervall gibt hierbei den Vertrauensbereich an, welcher nach statistischer Wahrscheinlichkeit den wahren Wert der Erfolgsrate beinhaltet.

Die Ergebnisse der Kontrollgruppe (n=10) resultierten in 80 % kurzfristiger Erfolgsrate mit einem Vertrauensbereich von 95 % zwischen 44,4 und 97,5 %.

Die beiden Behandlungsmethoden unterschieden sich hinsichtlich der kurzfristigen Heilungsraten statistisch nicht signifikant.

5.3. Mittelfristige Heilungsrate

Zum Zeitpunkt der ersten telefonischen Nachfrage 6 Monate nach Entlassung aus der Klinik für Wiederkäuer waren insgesamt noch 11 Tiere am Leben. Diese Tiere verteilten sich mit 5 Tieren auf die Versuchsgruppe und mit 6 Tieren auf die Kontrollgruppe. Dies resultiert in einer geschätzten mittelfristigen Erfolgsrate von 41,7 % in der Versuchsgruppe mit einem 95 % Konfidenzintervall zwischen 15,2 % und 72,3 %. Für die Kontrollgruppe wurden entsprechend eine mittelfristige Erfolgsrate von 60 % mit einem 95 % Konfidenzintervall zwischen 26,2 % und 87,8 % ermittelt.

Bei der zweiten Nachfrage nach einem Jahr waren immer noch alle 11 Böcke ohne Rezidiv. Zwei dieser Tiere wurden laut telefonischer Auskunft der Besitzer aufgrund von Zystitiden mit erhaltenem Harnabsatz tierärztlich behandelt.

Die beiden Behandlungsmethoden unterschieden sich hinsichtlich der kurzfristigen Heilungsraten statistisch nicht signifikant.

5.4. Entwicklung der Harnstoff- und Kreatiningehalte im Blutplasma

Am Tag der Einlieferung (Tag 0 der Studie) waren die *Harnstoffkonzentrationen* im Blutplasma bei jeweils einem Bock der Kontrollgruppe und einem Bock der Versuchsgruppe nicht erhöht. In der Kontrollgruppe verstarben innerhalb der ersten zwei Tage nach Einlieferung zwei Böcke vor dem Erreichen physiologischer Harnstoff- und Kreatininkonzentrationen. In der Versuchsgruppe starb ein Bock bevor die Harnstoff- und Kreatininkonzentrationen die Referenzbereiche erlangten.

Im Verlauf der Studie konnte bei 9 Tieren der Kontrollgruppe eine Absenkung des initial erhöhten Harnstoffgehaltes im Blutplasma erreicht werden, bei 1 Tier war der Plasmaharnstoffwert bei Einlieferung nicht erhöht. Dies entspricht einer mittleren Dauer bis zum Erreichen des Referenzbereichs von $3,4 \pm 2,2$ Tagen ($\xi \pm s$). In der Versuchsgruppe erreichten 11 Böcke innerhalb von durchschnittlich $2,8 \pm 1,2$ Tagen ($\xi \pm s$) den Referenzbereich von unter 5,5 mmol/l Harnstoff im Blutplasma (siehe Abb. 14). Für die Entwicklung der Harnstoffkonzentration konnte kein signifikanter Gruppenunterschied jedoch eine hochsignifikante Änderung über die Zeit ($p < 0,0001$)

festgestellt werden. Die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit war nicht signifikant ($p = 0,172$). Die Harnstoffgehalte im Blutplasma der Böcke aus der Kontrollgruppe sanken tendenziell etwas langsamer als diejenigen der Tiere aus der Versuchsgruppe.

Bezüglich der *Kreatininkonzentration* war bei einem Bock am Tag 0 kein Anstieg über den Referenzbereich hinaus festzustellen.

Der Kreatiningehalt im Blutplasma erreichte bei 8 Tieren der Kontrollgruppe innerhalb von durchschnittlich $1,5 \pm 1,0$ Tagen ($\xi \pm s$) nach Einlieferung den Referenzbereich von unter $110 \mu\text{mol/l}$ Kreatinin im Blutplasma. Elf Böcke der Versuchsgruppe mit initial erhöhten Kreatininkonzentrationen im Blutplasma wiesen im Mittel nach $2,1 \pm 0,8$ Tagen ($\xi \pm s$) physiologische Kreatininkonzentrationen auf (Abb. 15). Die statistische Auswertung zeigte weder bezüglich des Gruppenunterschiedes ($p = 0,99$) noch bezüglich einer Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit ($p = 0,63$) statistisch signifikante Unterschiede. Jedoch konnte ähnlich der Harnstoffkonzentrationen eine statistisch hochsignifikante Änderung der Kreatininwerte über die Zeit in beiden Gruppen nachgewiesen werden ($p < 0,0001$).

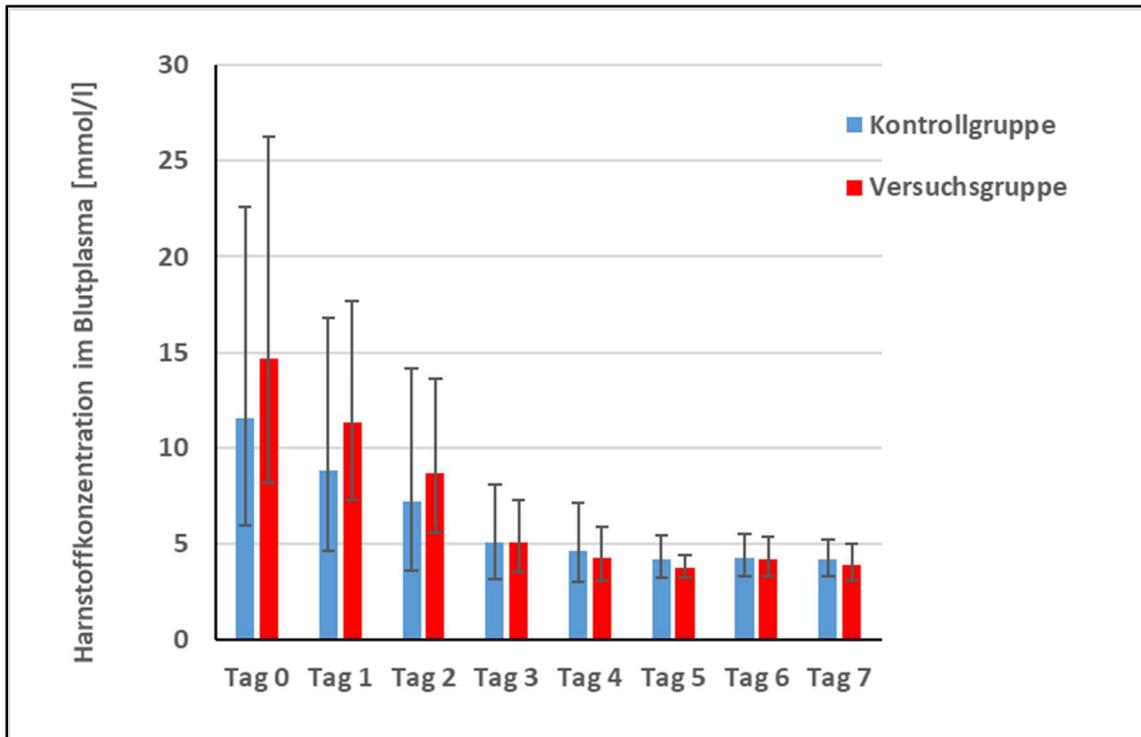


Abb. 15: Entwicklung der Harnstoffgehalte (in mmol/l) im Blutplasma bei den Böcken der Kontroll- und der Versuchsgruppe.

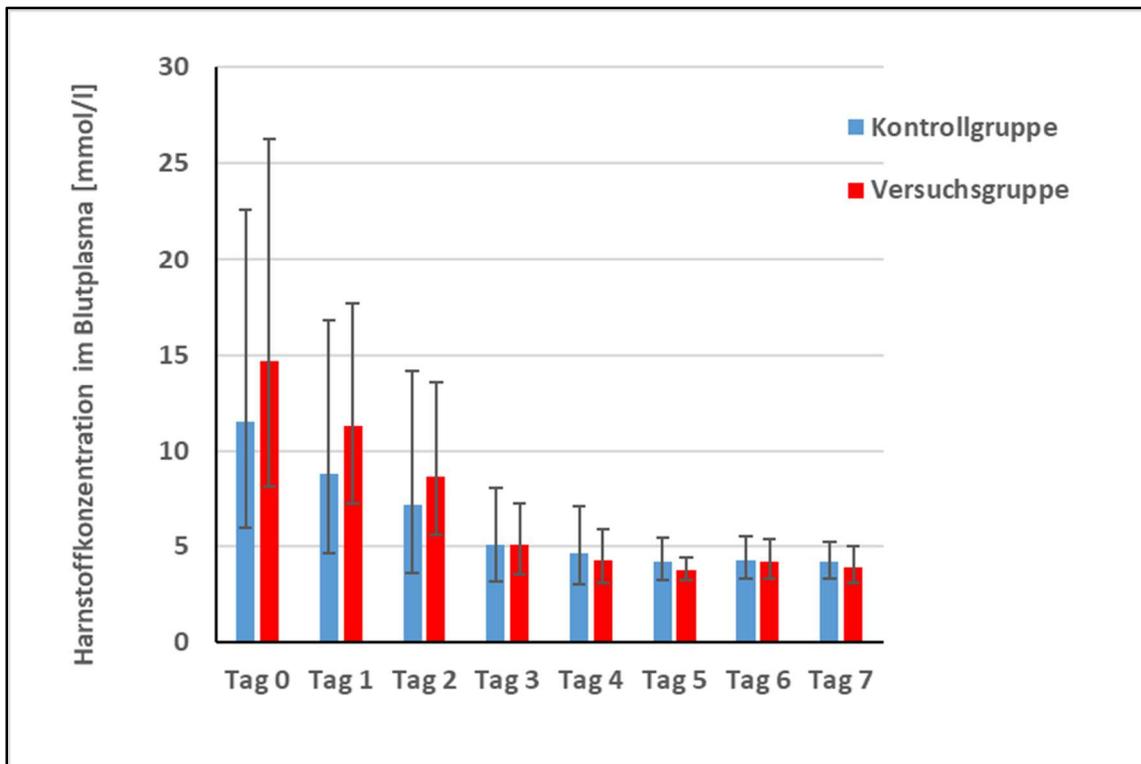


Abb. 16: Entwicklung der Kreatiningehalte (in µmol/l) im Blutplasma bei den Böcken der Kontroll- und der Versuchsgruppe.

5.5. Magnesium-, Phosphor- und Kalziumwerte bei Erstuntersuchung

Daten für Magnesium und Phosphor liegen von 10 Tieren der Kontrollgruppe und 11 Tieren der Versuchsgruppe vor.

Die Magnesium-Mittelwerte in der Kontrollgruppe betragen im Mittel $1,22 \pm 0,29$ mmol/l ($\xi \pm s$), in der Versuchsgruppe $1,26 \pm 0,28$ mmol/l ($\xi \pm s$). Die Phosphor- Mittelwerte wurden in der Kontrollgruppe $1,27 \pm 0,34$ mmol/l ($\xi \pm s$) und in der Versuchsgruppe mit $1,35 \pm 0,74$ mmol/l ($\xi \pm s$) gemessen.

Die Kalziumwerte (von allen 22 Studientieren vorliegend) betragen in der Kontrollgruppe durchschnittlich $1,14 \pm 0,05$ mmol/l ($\xi \pm s$), in der Versuchsgruppe $1,16 \pm 0,14$ mmol/l ($\xi \pm s$). Es ergaben sich für keinen der Parameter statistisch signifikante Unterschiede.

5.6. Urinbefunde

Im Rahmen der Operation wurde bei 20 Studien-Böcken Zystozentese-Urin entnommen. Bei zwei Tieren konnte während der OP aus organisatorischen Gründen kein Urin gewonnen werden.

Die Harn-pH-Werte wurden zwischen 5 und 8,5 ($7,1 \pm 2,3$) gemessen (Referenzbereich 7,5 bis 8,5). Bei 11 Patienten (8 Böcke aus der Versuchsgruppe, 3 Böcke aus der Kontrollgruppe) lag eine Abweichung des pH-Wertes im Sinne einer Azidose (pH 5-7) vor. Der Urin von 9 Tieren zeigte keine Abweichungen des pH-Wertes vom Referenzbereich.

Die Dichte des Urins wies keine Abweichungen vom Referenzbereich (1020-1040 g/l) auf.

Im Harnsediment wurden in 19 Proben Erythrozyten nachgewiesen. 12 Proben enthielten hochgradige Mengen an Erythrozyten, davon stammten 7 Proben von Böcken aus der Kontrollgruppe, 5 Böcke waren der Versuchsgruppe zugeordnet. Bei 4 Böcken (alle der Versuchsgruppe zugeordnet) waren im Sediment mittelgradige Mengen an Erythrozyten nachweisbar. Bei 6 Tieren (3 Böcke aus Kontrollgruppe, 3

Böcke aus Versuchsgruppe) wurden im Harnsediment nur geringe Mengen an Erythrozyten nachgewiesen.

Bei 18 Böcken wurden im Harnsediment gering- bis mittelgradige Mengen an Leukozyten nachgewiesen. Davon waren 9 Böcke in der Versuchsgruppe und 9 Böcke in der Kontrollgruppe.

Rundepithelien wurden im Harnsediment von 9 Böcken (4 Tiere aus Kontroll- und 5 Tiere aus der Versuchsgruppe) gefunden.

Bei allen unkastrierten Böcken wurden Spermien im Harnsediment nachgewiesen. Im Harn von einem Bock konnten Kristalle im Sediment nachgewiesen werden, welche jedoch nicht näher spezifiziert werden konnten. Das Harnsediment eines Bockes enthielt Tubuluszellen.

Auf die Durchführung einer bakteriologischen Harnuntersuchung mit Resistenztest musste beim Planen dieser Studie aus finanziellen Gründen verzichtet werden da eine diesbezügliche Kostenübernahme der Besitzer nicht per se für alle Böcke eingeholt werden konnte.

5.7. Schmerzscoring - Ergebnisse

Am Tag der Einlieferung in die Klinik (Tag 0 der Studie) wiesen 9 Studientiere unabhängig von der späteren Operations-Gruppenzuordnung den höchsten Schmerzscore von 3 auf.

4 Böcke wurden mit einem Score von 2 und 9 Tiere mit einem Score von 1 eingestuft.

Versuchsgruppe (Laparoskopie):

Tag 1 (Tag nach der OP):

Ein Bock (Tier-Nr. 2) verstarb in der Nacht nach der OP (Tag 0 auf Tag 1). Bei der ersten klinischen Untersuchung um 8 Uhr wurden in der Versuchsgruppe 7 Tiere mit 0 eingestuft, 4 Böcke erhielten einen Score von 1 und ein Tier einen solchen von 2. Bei der zweiten klinischen Untersuchung um 16 Uhr erhielten 7 Tiere einen Score von 0, 3 einen Score von 1 und ein Tier einen solchen von 2.

Tag 2:

Bei der klinischen Untersuchung um 8 Uhr wurden 7 Patienten mit einem Score von 0 eingestuft und 4 Tiere erhielten einen Score von 1. Bei der Untersuchung um 16 Uhr wurden 8 Böcke mit einem Score von 0 und 3 Studientiere mit einem Score von 1 eingestuft.

Tag 3:

8 Böcke wurden sowohl im Rahmen der morgendlichen klinischen Untersuchung als auch bei der Untersuchung am Nachmittag mit einem Score von 0 eingestuft, 2 Tiere erhielten den Score von 1 und ein Bock wurde mit dem Score 2 beurteilt.

Tag 4:

9 Patienten wurden bei der Morgenuntersuchung mit einem Schmerzscore von 0 beurteilt. Ein Bock wurde mit einem Score von 1 und ein Studienbock mit einem Score von 2 eingestuft. Im Anschluss an die morgendliche Untersuchung erfolgte erstmalig ein Spülversuch der Urethra über den Blasenkatheter. Bei Durchspülbarkeit der Urethra (positiver Spülbefund) wurde der Blasenkatheter für 3 Stunden verschlossen. Bei 2 Böcken (Tier-Nr. 9 und 11) ergab sich ein negativer Spülbefund. Beide Patienten wurden aus der Studie ausgeschlossen. Der Studienbock mit der Tier-Nr. 11 wurde zur anterograde Zystourethrographie in die Klinik für Kleintiere (Chirurgie) verbracht. Der Patient mit der Tier-Nr. 9 wurde auf Besitzerwunsch euthanasiert und im Institut für Pathologie sezirt.

Von den verbleibenden 10 Patienten wiesen bei der Untersuchung um 16 Uhr 7 Böcke einen Score von 0 und 2 Tiere einen Score von 1 auf. Bei einem Bock konnte ein Schmerzscore von 2 verzeichnet werden.

Tag 5:

Bei der klinischen Untersuchung um 8 Uhr wurden 8 Böcke mit einem Score von 0 und zwei Studientiere mit einem Score von 1 eingestuft. Danach wurde die Urethra gespült und der Katheter anschließend für 6 Stunden verschlossen. Nachmittags zeigten 7 Tiere 2 Stunden nach Wiedereröffnung des Katheters einen Score von 0 und 2 Böcke einen Score von 1.

Tag 6:

Morgens wurden 7 Studientiere mit einem Score von 0 beurteilt, ein Bock erhielt einen Score von 1 und ein Patient wurde mit einem Score von 2 eingestuft. Danach erfolgten bei allen Böcken Urethraspülungen bevor die Katheter für 9 Stunden verschlossen wurden. Nachmittags erhielten 8 Tiere einen Score von 0 und ein Bock einen Score von 1. Eine Stunde nach der Untersuchung um 16 Uhr wurden die Katheter eröffnet.

Tag 7:

Bei der Morgenuntersuchung wurden 8 Tiere mit einem Score von 0 und ein Bock mit einem Score von 1 eingestuft, die Urethren anschließend gespült und die Katheter für 12 Stunden verschlossen. Der Bock mit dem Scorewert 1 (Tier-Nr. 10) zeigte 2 Stunden nach Verschluss des Katheters deutliches Pressen auf Urin wobei nur tröpfchenweise Urin über das Präputium abgesetzt werden konnte. Daraufhin wurde der Katheter eröffnet, der Patient sediert, umgesetzt und versucht den Penis vorzulagern. Da dies nicht gelang und durch das Präputium eine wulstige Verdickung im Bereich der Glans penis ertastet werden konnte, wurde der Bock aus der Studie ausgeschlossen und für eine anterograde Zystourethrographie in der Klinik für Kleintiere (Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen vorgesehen. Jedoch konnte der Termin zur Zystourethrographie nicht wahrgenommen werden, da sich der Bock den Katheter über Nacht selbst gezogen hatte. Auf Besitzerwunsch wurde auf eine weitere Operation verzichtet, der Bock eingeschläfert und im Institut für Veterinärpathologie sezirt.

Bei der Untersuchung der verbleibenden 9 Tiere um 16 Uhr zeigten alle Böcke einen Schmerzscore von 0 (Katheter bis 20 Uhr verschlossen).

Tag 8:

Von den verbleibenden 9 Studienböcken erhielten 8 Tiere sowohl im Rahmen der morgendlichen Untersuchung als auch bei der Untersuchung um 16 Uhr einen Schmerzscore von 0; bei einem Bock wurde ein Wert von 1 verzeichnet. Die Katheter wurden nach der Morgenuntersuchung gezogen und die Katheteraustrittsstelle lokal mit einem Alu-Spray® Sprühverband für Tiere (Fa. Selectavet, Weyarn) versorgt.

Kontrollgruppe (Laparotomie)

Tag 1 (Tag nach der Operation):

Bei der klinischen Morgenuntersuchung (8 Uhr) wies ein Bock einen Schmerzscore von 0 auf, 6 Patiententiere zeigten einen Schmerzscore von 1 und 3 Tiere wurden mit einem Score von 2 eingestuft.

Nachmittags (16 Uhr) zeigten 4 Böcke bei der klinischen Untersuchung einen Schmerzscore von 0, 5 Patienten wiesen einen Schmerzscore von 1 und ein Tier wies einen Schmerzscore von 2 auf.

Tag 2:

Morgens wurden 3 Böcke mit einem Schmerzscore von 0 eingestuft. Bei 6 Patienten wurde ein Score von 1 ermittelt. Ein Tier (Studiennummer 7) wurde in der Nacht vom 1. auf den 2. Tag der Studie aufgrund einer deutlichen Umfangsvermehrung des Abdomens auffällig. Sonographisch konnte eine Flüssigkeitsansammlung im Abdomen dargestellt werden. Der Patient wurde aus der Studie ausgeschlossen und ein weiteres Mal operiert. Im Rahmen der Laparotomie wurde neben der vermehrten Bauchhöhlenflüssigkeit auch eine hochgradige schwarz-braune Verfärbung der Harnblasenwand mit stark brüchiger Konsistenz nachgewiesen. Der Bock wurde noch innerhalb der Narkose euthanasiert und im Institut für Veterinärpathologie seziert.

Der Bock Nummer 20 verstarb in der Nacht zum 2.Tag und wurde der Sektion zugeführt.

Bei der Untersuchung um 16 Uhr wurden 6 Tiere mit einem Score von 0 und 3 mit einem Score von 1 eingestuft.

Tag 3:

Morgens wurden 7 Böcke mit einem Score von 0 und 2 mit einem Score von 1 eingestuft.

Bei der weiteren Untersuchung um 16 Uhr wiesen ebenfalls 8 Böcke einen Schmerzscore von 0 auf. Ein Tier zeigte einen Score von 1.

Tag 4:

Im Rahmen der morgendlichen klinischen Untersuchung zeigten 8 Studientiere einen Schmerzscore von 0 und ein Bock wurde mit 1 eingestuft.

Im Anschluss an die Morgenuntersuchung wurde die Spülung der Urethra über den präpubischen, transabdominalen Blasenkatheter vorgenommen. Bei dem Tier Nummer 14 ließ sich ein deutlicher Widerstand beim Versuch die Urethra zu spülen ermitteln, dabei zeigte der Bock deutliche Schmerzäußerungen. Die Spülflüssigkeit lief nur in wenigen Tropfen über das Präputium ab. Nach Ausschluss aus der Studie wurde das Tier zur anterograde Zystourethrographie in die Klinik für Kleintiere (Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen überwiesen.

Die Urethra eines weiteren Patienten aus der Kontrollgruppe (Nummer 26) konnte ebenfalls nicht durchgespült werden, was zu einem Ausschluss aus der Studie führte. Da die Besitzerin einem Kontrastmittelröntgen zur weiteren Diagnostik nicht zustimmte wurde der Bock euthanasiert und der Sektion zugeführt.

Bei den Studientieren mit durchspülbarer Urethra wurde der Katheter erstmalig für 3 Stunden verschlossen. Bei der Untersuchung um 16 Uhr wurden 8 Böcke mit einem Schmerzscore von 0 und zwei mit 1 eingestuft.

Tag 5:

Bei der klinischen Untersuchung um 8 Uhr wurden 8 Böcke mit einem Score von 0, und einer mit 3 eingestuft. Nach der anschließenden Spülung der Urethra wurde der Katheter für 6 Stunden verschlossen. Nachmittags zeigten 8 Tiere 2 Stunden nach Wiedereröffnung des Katheters einen Score von 0 und ein Patient einen Score von 1.

Tag 6:

Um 8 Uhr wurden bei der klinischen Untersuchung 8 Studientiere mit einem Score von 0 eingestuft. Ein Bock zeigte einen Schmerzscore von 1. Im Anschluss an die klinische Morgenuntersuchung erfolgte die Spülung der Urethra und der Verschluss des Katheters für 9 Stunden. Um 16 Uhr wiesen 8 Tiere mit verschlossenem Katheter einen Schmerzscore von 0 auf. Bei einem Bock verlief die Spülung der Urethra mit negativem Ergebnis und der Patient wurde zur anterograde Zystourethrographie in die Klinik für

Kleintiere (Chirurgie) der Justus-Liebig-Universität Gießen überwiesen. Aufgrund einer massiven Harnsteinansammlung im Bereich der Flexura sigmoidea war die Kontrastmittelpassage durch die Urethra blockiert. Auf Wunsch der Besitzerin wurde der Bock eingeschläfert.

Tag 7:

8 Patienten zeigten um 8 Uhr im Rahmen der klinischen Untersuchung einen Schmerzscore von 0. Nach dem Spülen der Urethra wurde der Blasenkatheter für 12 Stunden verschlossen. Bei der Untersuchung um 16 Uhr wiesen die Tiere mit verschlossenem Katheter im Vergleich zur Morgenuntersuchung unveränderte Scorewerte auf.

Tag 8:

Sowohl bei der morgendlichen als auch bei der klinischen Untersuchung am Nachmittag zeigten 8 Böcke einen Schmerzscore von 0. Nach der Untersuchung um 8 Uhr wurden die Katheter gezogen und die Hautwunden an den Katheteraustrittsstellen mit Alu-Spray (Sprühverband für Tiere; Fa. Selectavet) versorgt.

Die statistische Auswertung des Schmerzscore zeigte keinen statistisch signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,77$). Die Entwicklung des Schmerzscore im Verlauf der Studie zeigte eine statistisch hochsignifikante globale Abnahme des Schmerzscore in beiden Gruppen ($p < 0,0001$). Bezüglich des tageszeitabhängigen Verlaufs konnte ein signifikanter Einfluss des Untersuchungszeitpunktes (8 Uhr vs. 16 Uhr) nachgewiesen werden ($p = 0,045$). Es bestand eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen Gruppe und Tag ($p = 0,0006$). In der Versuchsgruppe war eine schnellere Abnahme der Schmerzscore-Werte zu verzeichnen als dies in der Kontrollgruppe der Fall war (siehe Abb. 16).

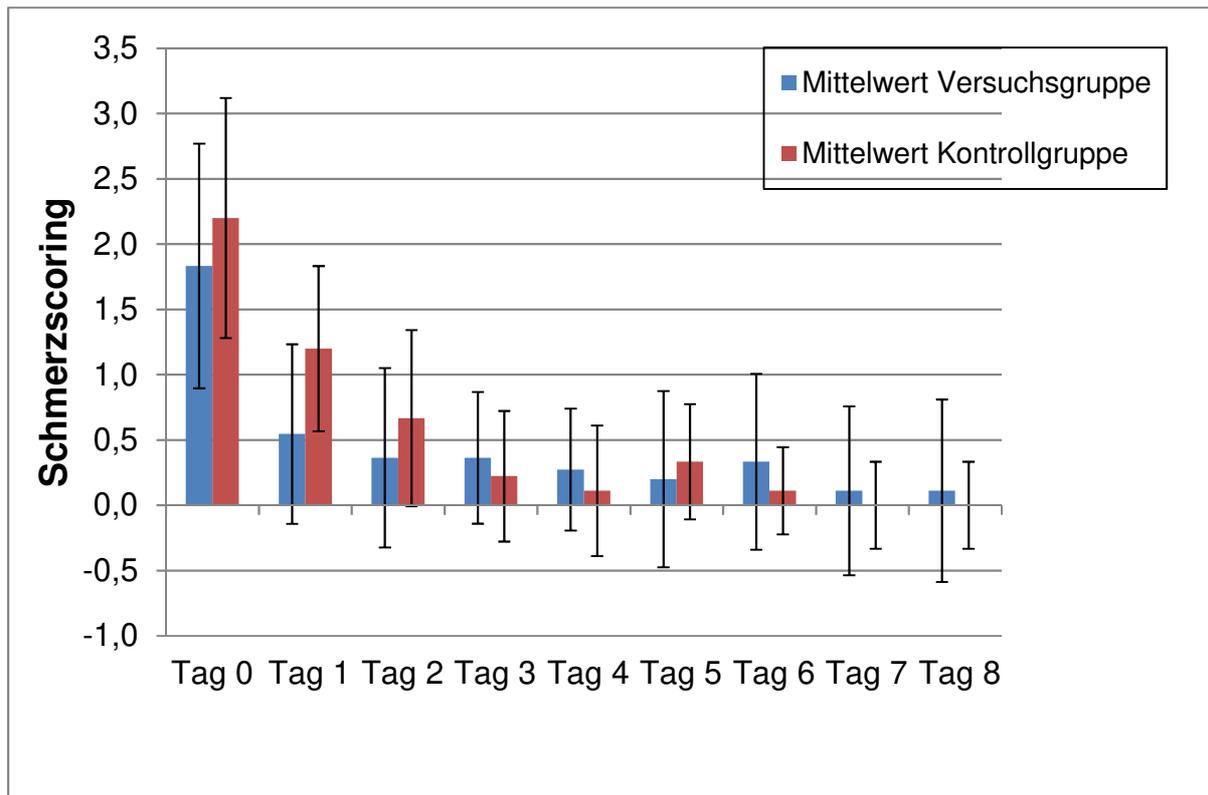


Abb. 17: Entwicklung der Schmerzscoring-Ergebnisse an den Tagen 0 – 8 der Studie

5.8. Sonographische Beurteilung der Harnblase

Die qualitative Beurteilung der Blasenwand und des Blaseninhaltes ergab ein weitestgehend homogenes Bild. Hierbei fanden alle im Rahmen der Studie aufgenommenen Böcke (n=26) Berücksichtigung. Die mittlere Blasenwanddicke betrug $0,23 \pm 0,08$ cm. Im Folgenden findet sich eine detaillierte Aufstellung der erhobenen Befunde; eine zusammenfassende Darstellung der Befunde ist im Anhang ersichtlich (Tab. 6).

Tiernummer 1 (LT)

Umgebung der Harnblase: bis auf eine dorsal der Blase erkennbare Schallverstärkung liegt in der Harnblasenumgebung keine Veränderung vor.

Blasenwand: die dorsalen Bereiche der Blasenwand sind gut abgrenzbar mit andeuterter reflexreicher Doppellamelle. Die laterale Blasenwand stellt sich unscharf mit einem Nebenkeulen - Artefakt dar.

Bei orthograder Anschallung erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: homogen anechogen

Form: kugelförmig

Diagnose: bis auf die hgr. Blasenfüllung liegt ein Normalbefund vor

Tiernummer 2 (LK):

Umgebung der Harnblase: die Umgebung der Harnblase stellte sich vor allem dorsal diffus ggr. bis mgr. vermehrt heterogen schollig und reflexreich dar.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig, dorsal und seitlich reflexreich und ggr. prominent (subjektiv), seitlich teils unschärfer begrenzt.

Blaseninhalt: der Blaseninhalt stellt sich ggr. bis mgr. heterogen mit reflexreichen wolkigen Strukturen mit teils punktuellen hyperechogenen Stippchen dar. Dorsal liegt ein Schichtdickenartefakt vor. (Anmerkung: fokal vermehrte tiefenabhängige Gesamtverstärkung)

Form: kegelförmig bis ellipsoid

Diagnose: es liegt eine Zystitis mit V.a. Harngrieß vor. Die Harnblase ist hgr. gefüllt.

Tiernummer 3 (LT)

Umgebung der Harnblase: bezüglich der Harnblasenumgebung liegt ein Normalbefund mit mehreren physiologische Darmschlingen vor.

Blasenwand: die Blasenwand ist dorsal als reflexreiche Lamelle mit außen liegender hypoechogener Begrenzung darzustellen, die Seiten mit unscharfer Begrenzung und Schichtdickenartefakten. Bei orthograder Anschallung erscheint die Wand dünn, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: homogen anechogen

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund mit hgr. Blasenfüllung

Tiernummer 4 (LT)

Umgebung der Harnblase: es liegt ein Normalbefund mit mehreren physiologischen Darmschlingen vor.

Blasenwand: die Beurteilbarkeit der Blasenwand ist eingeschränkt, da eine orthograde Anschallung aufgrund von Abwehrbewegungen des Bockes nicht möglich war. Dorsal erscheint die Blasenwand als sehr schmale Doppellamelle, die Seiten sind unscharf abgrenzbar mit Nebenkeulen - Artefakt.

Blaseninhalt: im dorsalen Blasendrittel ist ggr. korpuskulär - reflexreiches Material (Artefakt) darstellbar. Die Blasenwand stellt sich dorsal als reflexreiche Doppellamelle dar. Parallel zur Blasenwand ist eine Reverberation zu erkennen.

Form: abgerundet, kugelförmig

Diagnose: Anzeichen einer ggr. Zystitis

Tiernummer 5 (LT) (siehe Abb. 17)

Umgebung der Harnblase: es sind physiologische Darmschlingen bei unveränderter Blasenumgebung darstellbar.

Blasenwand: dorsal ist die Blasenwand als reflexreiche Doppellamelle darstellbar, an den Seiten durch partiell schräge Anschallung und Nebenkeulen – Artefakt unscharf abgrenzbar. Bei orthograde Anschallung (ventral) erscheint die Blasenwand dünn, rau und regelmäßig, dorsal und ventral sind Schichtdickenartefakte erkennbar.

Blaseninhalt: an den Seiten der Blase stellt sich der Blaseninhalt ggr. heterogen und reflexreich (Artefakt) dar.

Form: ellipsoid

Diagnose: ggr. Zystitis

Tiernummer 6 (LK)

Umgebung der Harnblase: dorsal der Blase sind neben ggr. diffus-verwaschenem, reflexreichem Fettgewebe physiologische Darmschlingen darstellbar.

Blasenwand: die Seiten und der ventrale Bereich der Harnblasenwand sind durch schräge Anschallung unscharf begrenzt (Nebenkeulen - und Schichtdickenartefakte). Bei orthograde Anschallung (partiell im Bereich der dorsalen Blasenwand) ist die Wand dünn, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: ggr. heterogen

Form: ellipsoid

Diagnose: ggr. Zystitis

Tiernummer 7 (LT)

Umgebung der Harnblase: die Harnblasenumgebung ist dorsal der Harnblase ggr. diffus-verwaschen und reflexreich (Fettgewebe). Seitlich der Harnblase befindet sich eine reflexreiche lineare Struktur mit schallkopf-ferner Schallauslöschung. Hierbei handelt es sich vermutlich um Darminhalt.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung erscheint die Blasenwand dorsal und seitlich dünn, glatt und regelmäßig; ventral unregelmäßig. Seitlich sind eine partielle Schallauslöschung (lateral shadowing), sowie unscharfe Begrenzung und Schichtdickenartefakte (dorsal) erkennbar.

Blaseninhalt: anechogen

Form: ellipsoid

Diagnose: Normalbefund mit hgr. Blasenfüllung

Tiernummer 8 (LK) (siehe Abb. 19)

Umgebung der Harnblase: dorsal der Harnblase stellt sich die Umgebung diffus mgr. vermehrt heterogen, schollig und reflexreich dar. Sowohl dorsal als auch ventral der Harnblase sind physiologische Darmschlingen erkennbar. Der Harnblase ventrolateral angrenzend ist ein heterogenes annähernd anechogenes dreieckiges Areal (freie Flüssigkeit) sichtbar.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig, seitlich teils unscharf begrenzt durch Schichtdicken- und Side lobe – Artefakte.

Blaseninhalt: der Inhalt der Blase ist mgr. heterogen und enthält reflexreiche wolkige Strukturen mit punktuell hyperechogenen Stippchen.

Form: ellipsoid

Diagnose: es liegt eine Zystitis mit fokaler Peritonitis und ggr. lokalem Aszites vor.

Tiernummer 9 (LK)

Umgebung der Harnblase: dorsal der Blase sind physiologische Darmschlingen erkennbar. Die Umgebung stellt sich insgesamt vermehrt heterogen, schollig - reflexreich dar.

Blasenwand: die Blasenwand ist dünn, rauh und regelmäßig; partiell sind die Wandabschnitte durch Side lobe Artefakte unscharf. Seitlich ist eine reflexreiche Doppellamelle darstellbar (Reverberation)

Blaseninhalt: anechogen

Form: kugelförmig

Diagnose: ggr. Zystitis

Tiernummer 10 (LK)

Umgebung der Harnblase: neben teils streifenförmigen Schallauslöschungen sind in der Blasenumgebung physiologische Darmschlingen darstellbar.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung stellt sich die Blase dünnwandig, glatt und regelmäßig dar; partiell treten eine angedeutete Doppellamelle, Side lobe- und Schichtdickenartefakte auf.

Blaseninhalt: im dorsalen Drittel des Blasenlumens stellt sich der Inhalt heterogen mit schollig reflexreichen Strukturen dar. Dorsal der Blasenwand anliegend befinden sich mindestens 5 kleine rundliche hyperechogene Strukturen mit schallkopffernen Schallauslöschungen.

Form: kugelförmig

Diagnose: Urolithiasis mit mindestens 5 Steinen und ggr. Zystitis

Tiernummer 11 (LK)

Umgebung der Harnblase: in der Blasenumgebung sind physiologische Darmschlingen erkennbar.

Blasenwand: an den Seiten teilweise nicht abgrenzbar oder unscharf durch schräge Anschallung und Schichtdickenartefakte. Bei orthograd angeschallten Segmenten erscheint Blasenwand dünnwandig, glatt und regelmäßig

Blaseninhalt: anechogen

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 12 (LK)

Umgebung der Harnblase: in der Umgebung der Harnblase sind physiologische Darmschlingen darstellbar.

Blasenwand: es sind größtenteils reflexreiche Schichtdickenartefakte und Side lobes durch schräge Anschallung dargestellt. In den orthograd angeschallten Arealen erscheint die Blasenwand dünnwandig, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: der Blaseninhalt ist bis auf Nebenkeulen- und ein Schichtdickenartefakt heterogen dargestellt.

Form: ellipsoid

Diagnose: V.a. Normalbefund Blase

Tiernummer 13 (LT)

Umgebung der Harnblase: keine Veränderung

Blasenwand: die Blasenwand ist aufgrund schräger Anschallung, Nebenkeulen- und Schichtdickenartefakten unscharf dargestellt. An orthograd angeschallten Wandabschnitten ist die Blasenwand ggr. verdickt, rau und mittelgradig unregelmäßig mit teilweise undulierender und reflexreicher Oberfläche (Mucosa)

Blaseninhalt: der Blaseninhalt ist ggr. heterogen mit dorsalem Schichtdickenartefakt dargestellt. Multiple, reflexreiche und unregelmäßig begrenzte Strukturen liegen der dorsalen Blasenwand an und verursachen eine schallkopferne Schallauslöschung. Einzelne Urolithen lassen sich nicht voneinander abgrenzen.

Form: klein, kugelförmig

Diagnose: ggr. Zystitis mit Urolithiasis

Tiernummer 14 (LT)

Umgebung der Harnblase: neben physiologischen Darmschlingen ist dorsal der Blase eine Schallauslöschung sowie reflexreiche Doppellamellen parallel zur Blasenwand (Reverberation) erkennbar.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung erscheint die Blase dünnwandig, mit rauher und ggr. unregelmäßiger Wand. Teilweise sind durch schräge Anschallung Schichtdicken- und Nebenkeulenartefakte dargestellt.

Blaseninhalt: der Blaseninhalt stellt sich heterogen dar. Zusätzlich sind reflexreiche, wolkige Strukturen (davon ausgehend bis in die Blasenumgebung reichende Schallauslöschung) mit vereinzelt hyperechogenen Stippchen erkennbar.

Form: kugelförmig, teils abgeflacht

Diagnose: ggr. Zystitis

Tiernummer 15 (LK)

Umgebung der Harnblase: in der Blasenumgebung sind physiologische Darmschlingen erkennbar.

Blasenwand: an den Seiten ist die Blasenwand durch schräge Anschallung und mangelhafte Anbindung unscharf dargestellt. Bei orthograder Anschallung erscheint die Blasenwand dünnwandig, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: der Blaseninhalt ist überwiegend anechogen, an den Seiten heterogen.

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 16 (LK)

Umgebung der Harnblase: dorsal der Blase liegt eine distale Schallverstärkung vor, zusätzlich sind physiologische Darmschlingen zuerkennen.

Blasenwand: die ventrale Hälfte der Blasenwand ist durch schräge Anschallung und Side lobe – Artefakte unscharf dargestellt.

Blaseninhalt: der Inhalt der Blase ist anechogen, im dorsalen Bereich liegt ein Schichtdickenartefakt vor.

Form: kugelförmig

Diagnose: die Harnblase ist hochgradig gefüllt, ansonsten liegt ein Normalbefund vor.

Tiernummer 17 (LK)

Umgebung der Harnblase: es liegt keine Veränderung der Blasenumgebung vor.

Blasenwand: bei orthograder Anschallung ist die Blasenwand dünn, rau und regelmäßig. Im dorsalen Abschnitt der Blasenwand liegt eine reflexreiche Doppellammelle vor.

Blaseninhalt: der Blaseninhalt ist anechogen mit dorsalem Schichtdickenartefakt dargestellt

Form: ellipsoid

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 18 (LK)

Umgebung der Harnblase: neben Darmschlingen liegt dorsal der Harnblase eine distale Schallverstärkung vor.

Blasenwand: die Blasenwand ist an den Seiten durch schräge Anschallung und Schichtdickenartefakte unscharf begrenzt. Bei partiell orthograd angeschallten Abschnitten erscheint die ventrale Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig.

Blaseninhalt: anechogen

Form: ellipsoid

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 19 (LT)

Umgebung der Harnblase: keine pathologische Veränderung, distale Schallverstärkung dorsal der Blase, vereinzelt Darmschlingen, ventral reflexreiche Doppellamelle parallel zur Blasenwand (Reverberation)

Blasenwand: die Blasenwand ist überwiegend unscharf durch schräge Anschallung und Schichtdickenartefakte dargestellt. Ventral in einem kurzen, orthograd angeschallten Bereich stellt sich die Blase mit glatter, dünner und regelmäßiger Wand dar.

Inhalt: anechogen, im dorsalen Bereich Schichtdickenartefakt

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 20 (LT)

Umgebung der Harnblase: in der Umgebung der Harnblase liegen keine Veränderungen vor, es sind physiologische Darmschlingen erkennbar.

Blasenwand: die Blasenwand ist unscharf und kaum abgrenzbar dargestellt. An kurzen, orthograd angeschallten Abschnitten erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig.

Inhalt: der Inhalt der Blase ist überwiegend heterogen.

Form: ellipsoid

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 21 (LT)

Aufgrund Artefakten nur sehr eingeschränkt beurteilbar

Umgebung der Harnblase: der Umgebung der Harnblase liegen keine Veränderungen vor, es sind physiologische Darmschlingen erkennbar.

Blasenwand: durch ungenügende Anbindung und durch Side lobes ist die Blasenwand überwiegend unscharf und kaum abgrenzbar dargestellt. Ventral erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig.

Inhalt: es projizieren sich Nebenkeulenartefakte in das ansonsten heterogene Blaseninnere Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 22 (LT)

Umgebung der Harnblase: die dorsale Blasenumgebung stellt sich diffus hgr vermehrt heterogen - schollig und reflexreich dar. Zusätzlich liegt dorsal der Blase eine distale Schallverstärkung vor. Im ventralen und lateralen Bereich ist die Blase von Darmschlingen umgeben.

Blasenwand: die Blasenwand ist unscharf begrenzt, dorsal mgr. verdickt und unregelmäßig mit reflexreicher Oberfläche dargestellt (schräge Anschallung, Nebenkeulen- und Schichtdickenartefakte).

Inhalt: der Inhalt der Blase ist durch Schichtdickenartefakte heterogen dargestellt, an der dorsalen Blasenwand sind mehrere rundliche, kleine reflexreiche Strukturen mit angedeutetem distalem Schallschatten (v.a. Urolithen) zu erkennen.

Form: kugelförmig

Diagnose: mgr. chronische Zystitis mit multipler Urolithiasis

Tiernummer 23 (LK) (siehe Abb. 20)

Umgebung der Harnblase: in der Blasenumgebung befinden sich Darmschlingen, ventral der Blase liegt ein mgr. anechogener Saum um die Blasenwand vor. Dorsal der Blase liegt eine distale Schallverstärkung vor.

Blasenwand: die Wand der Blase ist dick, glatt und regelmäßig. Teile der Blasenwand sind durch Side lobes und Schichtdickenartefakte unscharf dargestellt.

Inhalt: der Baseninhalte ist anechogen mit Schichtdicken- und Nebenkeulenartefakten im Bereich der dorsalen Blasenwand.

Form: kugelförmig

Diagnose: hgr. gefüllte Harnblase. In der Umgebung der Harnblase fokal mgr. Aszites mit gequollenem Fettgewebe (Peritonitis?).

Tiernummer 24 (LK)

Umgebung der Harnblase: bis auf eine distale Schallverstärkung dorsal der Blase liegt in der Blasenumgebung keine Veränderung vor.

Blasenwand: die Blasenwand ist unscharf dargestellt. Orthograd dargestellte Bereiche der Blasenwand sind dünn, rau und unregelmäßig.

Inhalt: das Blaseninnere ist heterogen dargestellt.

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund Blase

Tiernummer 25 (LT) (siehe Abb. 18)

Umgebung der Harnblase: die Blasenumgebung stellt sich diffus, hgr. vermehrt heterogen - schollig und reflexreich mit Darmschlingen dar.

Blasenwand: im dorsalen Bereich kann die Blasenwand durch orthograde Anschallung gut abgegrenzt (dünn, glatt und regelmäßig) werden. An den Seiten ist die Blasenwand durch schräge Anschallung unscharf begrenzt.

Inhalt: bis auf ein Schichtdickenartefakt im dorsalen Abschnitt des Blasenlumens ist der Blaseninhalt anechogen.

Form: ellipsoid

Diagnose: Normalbefund mit hgr. gefüllter Harnblase

Tiernummer 26 (LT)

Umgebung der Harnblase: in der Blasenumgebung liegen keine Veränderung vor, vereinzelt sind physiologische Darmschlingen zu erkennen.

Blasenwand: an den Seiten ist die Blasenwand durch schlechte Anbindung, Nebenkeulen- und Schichtdickenartefakte unscharf begrenzt. Dorsal und ventral erscheint die Blasenwand dünn, glatt und regelmäßig. Ventral ist eine angedeutete Doppellamelle erkennbar.

Inhalt: es projizieren sich Nebenkeulenartefakte ins Lumen der Blase, ansonsten ist der Blaseninhalt anechogen.

Form: kugelförmig

Diagnose: Normalbefund mit hgr. gefüllter Harnblase

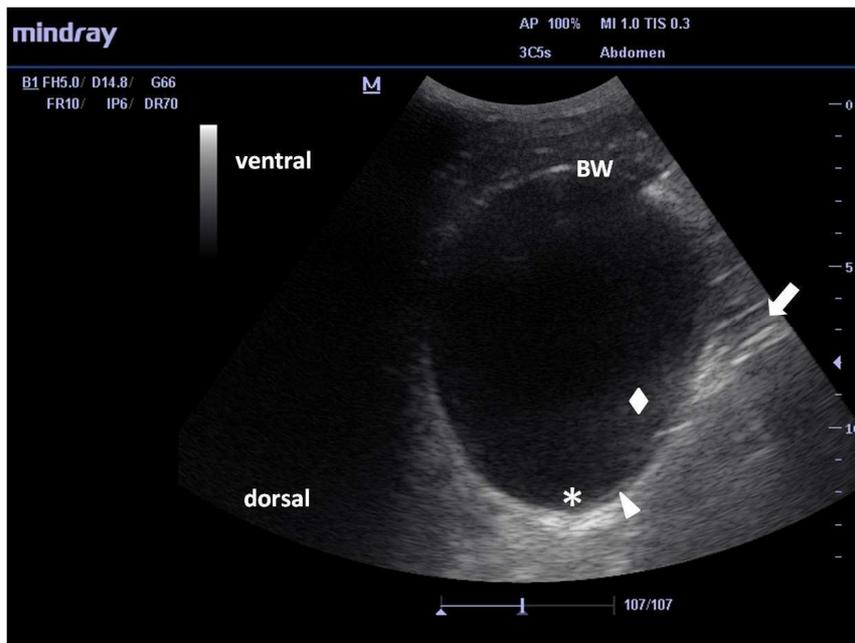


Abb. 18: Vertikale, transabdominale sonographische Darstellung der dilatierten Blase eines 4-jährigen Zwergziegen-Bockes (Tiernummer 5; 5 MHz, Convexsonde). Physiologische Darmschlingen (weißer Blockpfeil) sind lateral der Blase erkennbar. Die Blasenwand stellt sich dorsal als reflexreiche Doppellamelle dar (weißer Stern), ventral erscheint sie dünn und regelmäßig (BW). Dorsolateral sind Schichtdickenartefakte erkennbar (weiße Pfeilspitze). Der Blaseninhalt stellt sich lateral geringgradig heterogen und reflexreich dar (weiße Raute).

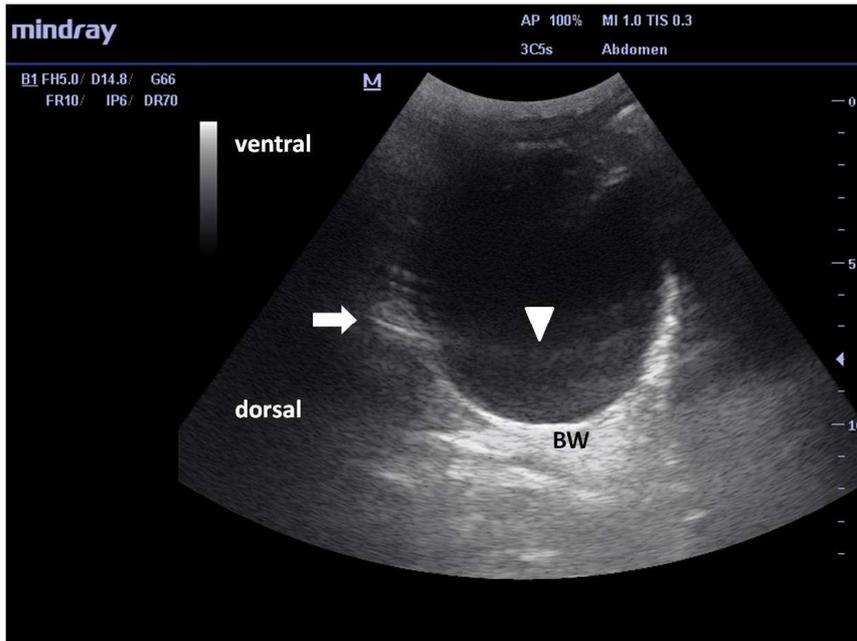


Abb. 19: Vertikale, transabdominale sonographische Darstellung der dilatierten Blase eines 3 jährigen Burenziegen-Bockes (Tiernummer 25; 5 MHz, Convexsonde). Physiologische Darmschlingen im Bereich der Blasenumgebung (weißer Blockpfeil). Die Blasenwand stellt sich an den Seiten unscharf begrenzt (schräge Anschallung), im dorsalen Abschnitt dünn, glatt und regelmäßig dar (BW). Der dorsale Anteil des Blasenlumens weist ein Schichtdickenartefakt auf (weiße Pfeilspitze).

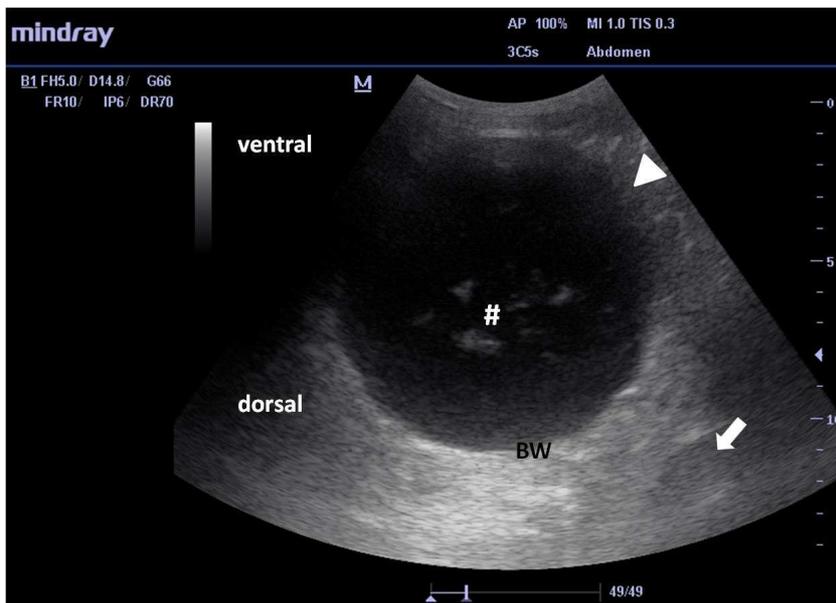


Abb. 20: Vertikale, transabdominale sonographische Darstellung der dilatierten Blase eines 1 jährigen Shropshire-Schafbockes (Tiernummer 8; 5 MHz, Convexsonde). Physiologische Darmschlingen im Bereich der dorsalen Blasenumgebung (weißer Blockpfeil). Die Blasenwand stellt sich bei orthograder Anschallung dünn, glatt und regelmäßig dar (BW), in den Seitenbereichen sind Schichtdicken und Side lobe-Artefakte sichtbar (weiße Pfeilspitze). Im Blaseninneren fallen reflexreiche, wolkige Strukturen mit punktuell hyperechogenen Stippchen auf (weiße Gitterraute).

5.9. Befunde der anterograden Zystourethrographie

Bei den Böcken mit der Tiernummer 11 und 14, deren Urethra sich am Tag 4 nach der Katheterzystostomie nicht durchspülen ließen, wurde als nächster diagnostischer Schritt eine anterograden Zystourethrographie durchgeführt.

Tiernummer 11: Im Rahmen der Zystourethrographie projiziert sich der Blasenkatheter als tubuläre Struktur und verläuft kranial des rechten Femurs bis zum kranialen Blasenpol. Die Harnblase weist eine ggr. bis mgr. Kontrastmittelfüllung auf, die sich entlang der Urethra bis in den Bereich der proximalen Flexur fortsetzt. Danach liegt ein deutlicher Füllungsdefekt der Harnröhre vor. Ausgehend von der Eintrittsstelle des Blasenkatheters am kranialen Blasenpool in die Harnblase projiziert sich das Kontrastmittel wolkig-diffus über das kaudoventralen Abdomen. Die Befunde sprechen für eine Harnabflussstörung im Bereich der proximalen Flexur der Urethra sowie eine Leckage der Harnblase im Bereich der Insertionsstelle des Ballonkatheters.

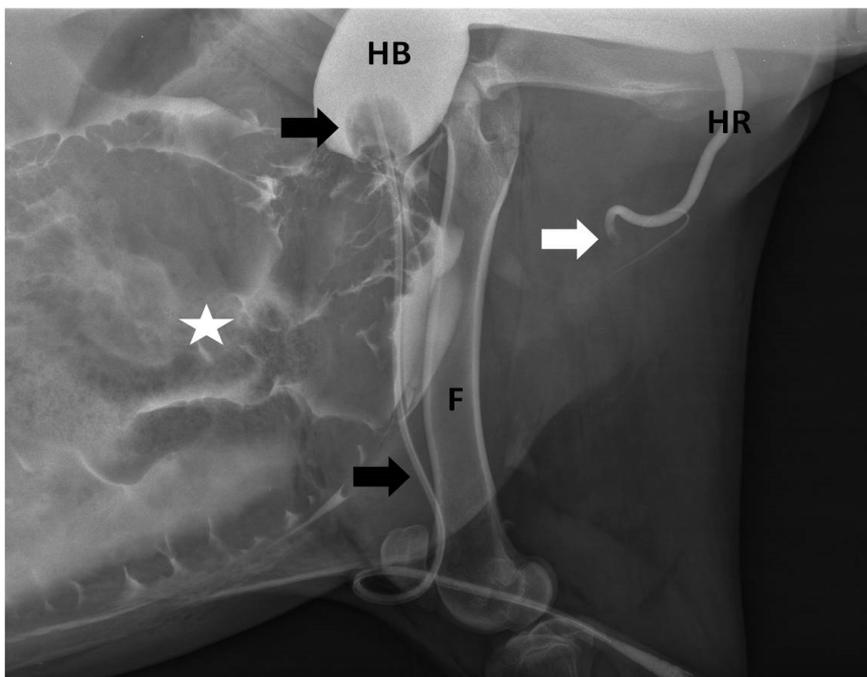


Abb. 22: anterograde Zystourethrographie eines 6 jährigen Weisse Deutsche Edelziegen-Bockes (Tiernummer 11) in rechter Seitenlage, mit nach kaudal gezogener linker Hintergliedmaße. Die Kontrastmittelfüllung ist in der Harnblase (HB) und in der Harnröhre (HR) im Bereich der proximalen Flexur erkennbar. Danach liegt ein Füllungsdefekt in der Urethra vor (weißer Pfeil). Ausgehend von der Insertionsstelle des Blasenkatheters (schwarze Pfeile) in die Harnblase projiziert sich das Kontrastmittel wolkig-diffus über das kaudoventrale Abdomen (weisser Stern). F rechter Femur. Diagnose: Harnabflussstörung im Bereich der proximalen Flexur, Aszites in Folge einer Leckage der Harnblasewand an der Insertionsstelle des Blasenkatheters.

Tiernummer 14: Bei der anterograden Zystourethrographie projizieren sich über die Region der Urethra beginnend kaudodistal des Tuber ischiadicum bis kaudodistal der beiden Femura multiple, kleine, rundliche und mineraldichte Verschattungen (Urolithen). Die Harnblase weist eine ggr. bis mgr. Kontrastmittelfüllung mit ggr. undulierender Begrenzung auf, die sich bis zum vesicourethralen Übergang nachvollziehen lässt. Zusätzlich stellt sich der Blasenkatheter als kontrastmittelgefüllte, tubuläre Struktur dar, die sich über das kaudoventrale Abdomen bis zum kranialen Blasenpol projiziert.

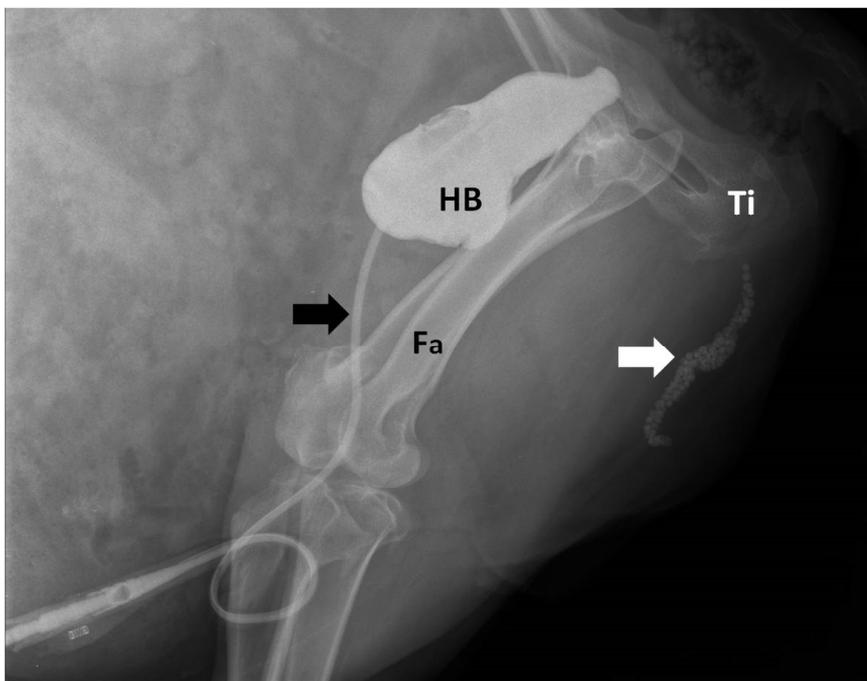


Abb. 23: anterograde Zystourethrographie eines 11 jährigen Zwergziegen-Bockes (Tiernummer 14) in rechter Seitenlage mit ggr. nach kranial gezogenen Hintergliedmassen. Die Harnblase (HB) ist bis zum vesicourethralen Übergang mit Kontrastmittel gefüllt dargestellt. Kaudodistal des Tuber ischiadicum (Ti) bis kaudodistal der Femura (Fa) projizieren sich multiple, rundliche Urolithen über den Verlauf der Urethra (weisser Pfeil). Der Blasenkatheter stellt sich als tubuläre Struktur über das kaudoventrale Abdomen bis zum kranialen Blasenpol dar (schwarzer Pfeil). Diagnose: Urolithiasis mit vollständiger Obstruktion der Urethra.

5.10. Befunde der Harnsteinanalyse

Von 16 Studientieren wurden Urolithen zur Analyse in das Harnsteinanalysezentrum Bonn eingeschickt. Bei 10 Böcken wurden entweder keine Harnsteine gefunden oder die Besitzer waren mit einer Einsendung zur Diagnostik nicht einverstanden.

Die zur Untersuchung eingesandten Steine waren von runder Form, gelbbraun bis goldfarben und etwa 1 mm bis 5 mm groß.

Im Rahmen der Infrarotspektroskopie wurden in unterschiedlicher Zusammensetzung Mischsteine aus Calcit (Kalziumkarbonat) und amorphem Phosphat sowie reine Silikaturolithen nachgewiesen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Steinanalyse sortiert nach Laparotomiegruppe (LT) und Laparoskopiegruppe (LK)

| Tier-Nr. | Gruppe | Klinik-Nr. | Quantitative Analyse (in Prozent) |
|----------|--------|------------|-----------------------------------|
| 1 | LT | 110634 | 90 Calcit, 10 amorphes Ca-P |
| 3 | LT | 120037 | 100 Silikat |
| 4 | LT | 120067 | 100 Silikat |
| 5 | LT | 120154 | 85 Calcit, 15 amorphes Ca-P |
| 13 | LT | 120458 | 100 Calcit |
| 14 | LT | 120563 | 85 Calcit, 15 amorphes Ca-P |
| 19 | LT | 130026 | 80 Calcit, 20 amorphes Ca-P |
| 26 | LT | 130318 | 100 Silikat |
| | | | |
| 9 | LK | 120355 | 85 Calcit, 15 amorphes Ca-P |
| 11 | LK | 120386 | 100 Silikat |
| 12 | LK | 120454 | 85 Calcit, 15 amorphes Ca-P |
| 15 | LK | 120572 | 80 Calcit, 20 amorphes Ca-P |
| 16 | LK | 120585 | 80 Calcit, 20 amorphes Ca-P |
| 17 | LK | 120588 | 80 Calcit, 20 amorphes Ca-P |
| 18 | LK | 120598 | 85 Calcit, 15 amorphes Ca-P |
| 24 | LK | 130223 | 100 Silikat |

5.11. Ergebnisse der pathoanatomischen Untersuchung

Sieben im Verlauf der Studie verendeten bzw. euthanasierten Böcke wurden im Institut für Veterinär-Pathologie der Justus-Liebig-Universität Gießen untersucht. Zwei Tiere (Tiernummer 2 und Tiernummer 20) verendeten perakut nach Einlieferung. Weitere fünf (Tiernummern 7, 9, 10, 11 und 26) Tiere mussten aufgrund persistierender Obstruktionen und fehlender erneuter Operationserlaubnis seitens der Besitzer eingeschläfert werden.

Bei 5 Böcken (Tiernummer 9, 10, 11, 20 und 26) lagen renale Veränderungen vor. In den Nieren von Tier Nummer 9 waren multiple weiße Herde in den Nieren erkennbar. Bei Tiernummer 10 und 11 haben beidseitig Einblutungen ins Nierenbecken stattgefunden. Eine beidseitige Dilatation des Nierenbeckens wurde bei Tier Nummer 20 und 26 aufgefunden. Zusätzlich zeigte sich bei Tier Nummer 20 eine Dilatation der Ureteren und bei Tier Nummer 26 eine beidseitige Nierenpapillennekrose (siehe Abb. 18).

Bei 6 seziierten Böcken (Tiernummer 2, 7, 9, 10, 11 und 20) konnten hämorrhagisch-nekrotisierende, bei 4 Tieren transmural verlaufende Zystitiden festgestellt werden, welche mit der Ausbildung eines Uroperitoneums (Tiernummer 2) bzw. bei den Tiernummern 7, 9 und 11 mit einer Peritonitis (als Folge der Diffusion von Urin durch die geschädigte Blasenwand) einher gingen. Bei Tiernummer 2, 7 und 20 wurden zusätzlich multiple bis stecknadelkopfgroße Konkremente in der Blase aufgefunden. Bei Tiernummer 26 stellte sich die Blasenschleimhaut verdickt dar. Die Harnblasenwand wies bei diesem Tier subserosale Petechien und Ekchymosen sowie multiple Blutungen in der Submukosa auf (siehe Abb. 17).

Bei zwei Tieren konnten ein in der Harnröhre verbliebener Urolith festgestellt werden (Tiernummer 11 und Tiernummer 26). Die obstruktive Urolithen saßen hierbei im Bereich der Flexura sigmoidea und bei Tier Nummer 11 konnte an der Lokalisationsstelle des Urolithen eine hämorrhagisch-nekrotisierende Urethritis diagnostiziert werden. Bei Tiernummer 10 lag eine fokale diphteroid-nekrotisierende Urethritis vor. Die Urethra von Tiernummer 9 war ausgehend von der Penisspitze auf zirka 40 cm nekrotisch, das Lumen mit Blutkoageln verlegt.



Abb. 24: Präputialschleimhaut und Glans penis eines 4-jährigen kastrierten BDE-Bockes (Tiernummer 26) nach Amputation des Processus urethralis aufgrund obstruktiver Urolithiasis.



Abb. 25: Urolith aus der Flexura sigmoidea (Tiernummer 26).

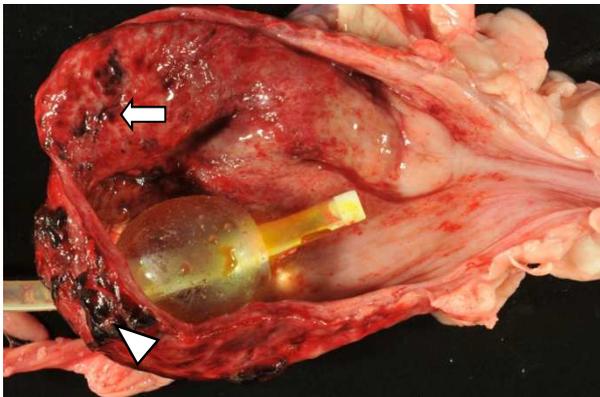


Abb. 26: Eröffnete Harnblase (Tiernummer 26) mit eingesetztem Ballonkatheter. Hämorrhagisch-nekrotisierende (←), an der diffusen Serosarötung erkennbare transmural verlaufende Zystitis (◄).

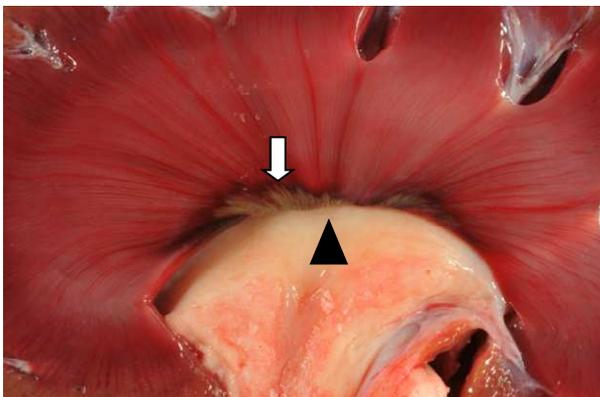


Abb. 27: Papillennekrose (→) und Nierenbeckendilatation (▲) (Tiernummer 26)

5.12. Ergebnisse der pathohistologischen Untersuchung

Die pathohistologischen Untersuchungen zeigten organspezifische Entzündungsreaktionen und stauungsbedingten Zelluntergang in unterschiedlicher Ausprägung:

Bei Tiernummer 7 lag histologisch eine interstitielle Nierenfibrose mit einzelner sklerosierter Glomerula sowie eine akute Stauung beider Nierenbecken vor. In der Harnblase zeigte sich eine hämorrhagisch-nekrotisierende Zystitis.

Die pathohistologische Untersuchung der Nieren von Tiernummer 9 ergab eine eitrige Ausscheidungsnephritis mit intratubulärem Hyalin. In der Submukosa der Harnblase dieses Tieres fiel ein plasmazelluläres Infiltrat mit neutrophilen Granulozyten auf, serosaseitig bestand eine hochgradige, subakute bis chronische, eitrig-nekrotisierende und pyogranulomatöse Entzündung mit Granulationsgewebsbildung.

Die Nieren von Tiernummer 10 wiesen eine mittelgradige akute Stauung und Degeneration einzelner Glomerula mit Verdickung der Bowmanschen Kapsel auf. Zusätzlich wurde eine fokale, hochgradige, ulzerative und eitrig-nekrotisierende Zystitis unter Beteiligung von zahlreichen Bakterien mit Blutungen und Granulationsgewebsbildung festgestellt. Im übrigen, ödematisierten Bereich der Harnblase lag eine geringgradige, chronisch-eitrige Entzündung vor. In der Urethra zeigte sich eine ulzerative, chronisch-proliferative Entzündung mit zahlreichen Bakterien und multifokalen Blutungen.

Im Nierenpapillenbereich von Tiernummer 11 wurden multifokale Verkalkungen aufgefunden. In der Harnblase wurden eine eitrige Entzündung mit Granulationsgewebsbildung sowie subepitheliale Blutungen diagnostiziert. In der pathohistologischen Untersuchung der Urethra fielen epithelfreie Abschnitte auf.

Bei Tiernummer 20 lagen in einem Nierenareal eine fibrinoide Gefäßwandnekrosen sowie multifokale, interstitielle Blutungen vor. Außerdem bestand eine hochgradige, chronische, ulzerativ-hämorrhagische, nekrotisierende Zystitis mit Granulationsgewebsbildung. In der Tiefe der Blasenwand bestanden diffuse, überwiegend mononukleäre Infiltrate unter Beteiligung von Plasmazellen, sowie multifokale Nekrosen im Bereich der Muscularis mit Blutungen.

Die Nieren von Tiernummer 26 wiesen eine Nierenpapillennekrose sowie eine perifokale Hyperämie auf (Abb. 19). Zudem bestand ein eine chronische Zystitis mit Granulationsgewebsbildung, subserosalen Blutungen sowie flächenhaft ulzerierter Schleimhaut.

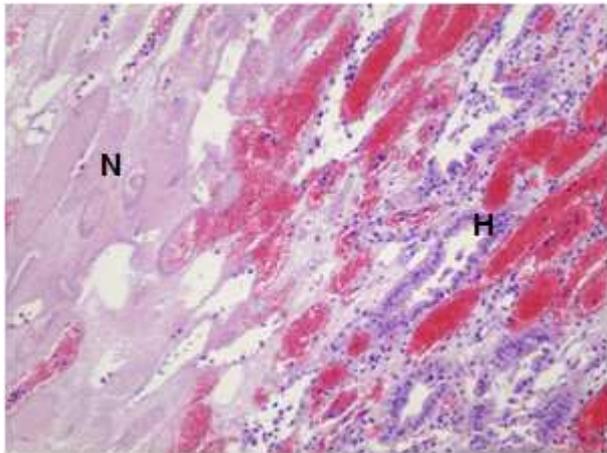


Abb. 28: Papillennekrose im histologischen Bild. Vergrößerung 100-fach. (Tiernummer 26)

N: Koagulationsnekrose des Tubulusepithels (keine Zellkerne mehr erkennbar, schattenhafte Organstruktur)
H: perifokale Hyperämie mit deutlicher Füllung der Blutgefäße

5.13. Lokalisation der an Tag 4 persistierenden Urethraobstruktion

In der vorgelegten Studie konnte die Urethra bei 6 der 26 Studienböcke am Tag 4 aufgrund einer persistierenden Obstruktion nicht über den am Tag 1 intraoperativ in die Blase eingebrachten präpubischen Blasenkatheter durchgespült werden. Von zweien dieser Böcke konnte nach Einwilligung der Besitzer eine anterograde Zystourethrographie durchgeführt werden. Dabei konnte bei beiden Tieren im Bereich der Flexura sigmoidea eine vollständige Abflussbehinderung des Kontrastmittels aufgrund eines (Tiernummer 11) oder mehrerer Urolithen (Tiernummer 14) im Bereich der s-förmigen Flexur dargestellt werden.

Bei den der Sektion zugeführten Studienböcken mit persistierender Harnröhrenobstruktion (Tiernummer 9, 10, 11 und 26) konnten wie in Punkt 5. 11. pathoanatomische Veränderungen in der Urethra ermittelt werden. Bei Tiernummer 11 und 26 wurde ein Urolith im Bereich der Flexura sigmoidea aufgefunden, bei Tiernummer 9 war die Urethra auf einer Länge von 40 cm bis zur Penisspitze nekrotisch und mit Blutkoageln verlegt und bei Tiernummer 10 lag eine hochgradige, chronische fokale diphteroid-nekrotisierende Urethritis vor.

6 DISKUSSION

6.1 Diskussion der Fragestellung

Besonders in der kommerziellen Haltung kleiner Wiederkäuer (Lämmermastbetriebe, Betriebe zur Fell- und Wollproduktion) handelt es sich bei der Urolithiasis um ein lange bekanntes Erkrankungsbild mit wirtschaftlicher Bedeutung (Hay, 1990; Kümper, 1994; Rakestraw et al., 1995). Talos und Mitarbeiter (1970) führen in einem Mastbetrieb bis zu 60 % der Verluste bei männlichen Tieren auf Harnsteinerkrankungen zurück. In der britischen Lämmererzeugung sind 10 % der männlichen Tiere von Harnröhrenobstruktionen betroffen, wobei eine Letalität von nahezu 100 % (Hay, 1990) zu verzeichnen ist.

In Mastbetrieben ist das Hauptziel der chirurgischen Therapie bei Harnabsatzstörungen die Wiederherstellung des Urinflusses ohne dabei einen Anspruch auf langfristige Heilung stellen zu müssen. Wichtig ist die Beseitigung der Obstruktion bis zur Schlachtung des Tieres (May et al., 1998; Van Metre, 2006). Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit beschränkt sich daher die Therapie häufig auf die Amputation des Processus urethralis da dort häufig die Obstruktion vorliegt (Kümper, 1994). In lediglich der Hälfte der Fälle führt dies zur vorübergehenden Wiederherstellung des Urinflusses (Rezidivrate bei 80-90%) (Haven et al., 1993; Fortier et al., 2004; Van Metre, 2004; Franz et al., 2006). Ist eine Amputation des Processus urethralis nicht erfolgreich, so sind weitreichendere chirurgische Maßnahmen notwendig (Tobias et al., 2013).

Ist die Abflussbehinderung in proximalen Abschnitten der Harnröhre lokalisiert (distale Flexura sigmoidea) werden operative Eingriffe in der kommerziellen Haltung von Schafen und Ziegen oft als zu aufwendig angesehen (Kümper, 1994). Soll in solchen Fällen der Harnabsatz bis zur Schlachtung gewährleistet werden, können perianale oder ischiale Urethrostomien zur kurzfristigen Umleitung des Harnes oder Urethrotomien zur Entfernung der Urolithen durchgeführt werden (May et al., 1998). Bei Zuchtböcken sind Eingriffe an der Harnröhre jedoch wenig geeignet, da es aufgrund von narbigen Verwachsungen im Bereich des Penis zu einem Verlust der Zuchttauglichkeit kommen kann (Rakestraw et al., 1995; May et al., 1998). Beim alleinigen Absetzen des Processus urethralis soll es in den Tagen post amputationem

aufgrund der Blutung an der Amputationsstelle zu einer verminderten Spermaqualität kommen (Van Metre, 2004).

Durch den gegenwärtigen Trend der Hobbyhaltung kleiner Wiederkäuer wird der Ruf nach chirurgischen Therapien lauter, welche eine langfristige, wenig nachsorgeintensive Wiederherstellung des physiologischen Harnabsatzes des Tieres ermöglichen können (May et al., 1998; Fortier et al., 2004). Die Herausforderung liegt hierbei darin, die Obstruktion unter Schonung der Harnröhre zu beseitigen, um Narbenstrikturen und damit Stenosen zu vermeiden um den Zuchtwert des Bockes zu erhalten. Der hierfür beschriebene Therapieansatz beim Wiederkäuer ist das Einbringen eines Blasenkatheters (Rakestraw et al., 1995; Iselin et al., 2001; Fortier et al., 2004; Ewoldt et al., 2006; Dühlmeier et al., 2007). Hierfür wird in der Literatur eine Erfolgsrate zwischen 76 % (Ewoldt et al., 2006) und 80 % (Rakestraw et al., 1995) angegeben. Über den Katheter erfolgt eine vorübergehende Urinableitung, wodurch die Heilung oder Rekanalisation der Urethra sowie das spontane Abgehen von Urolithen aus der Harnröhre ermöglicht werden kann (Rakestraw et al., 1995). Das Einbringen des Blasenkatheters beim kleinen Wiederkäuer kann perkutan unter digitaler Kontrolle (Fazili et al., 2010), ultraschallgestützt (Dühlmeier et al., 2007), via Laparotomie (Iselin et al., 2001) oder durch Laparoskopie (Franz et al., 2008) erfolgen. Ziel dieser Arbeit ist es die beiden letztgenannten Möglichkeiten (Einbringen des Blasenkatheters via Laparotomie oder Laparoskopie) hinsichtlich ihrer Praktikabilität auf Durchführung, sowie Heilungs- und Rezidivrate im kurz- und mittelfristigen Beobachtungszeitraum nach dem Eingriff zu vergleichen. In der vorhandenen Literatur wird seit der Erstbeschreibung der laparoskopischen Implantation des Blasenkatheters durch Franz und Mitarbeiter (2008) kein Vergleich der beiden Methoden durchgeführt.

6.2. Diskussion der Methodik

In der vorliegenden Arbeit werden 26 männliche kleine Wiederkäuer (7 Schaf- und 19 Ziegenböcke) mit Harnabsatzstörung, sonographisch darstellbarer dilatierter Blase und labordiagnostisch nachgewiesener Azotämie auf die beiden Operationsmethoden (laparotomisches bzw. laparoskopisches Einbringen des Blasenkatheters)

randomisiert. Dabei werden zufällig 13 Böcke der Laparotomiegruppe (Kontrollgruppe) und 13 Böcke der Laparoskopiegruppe (Versuchsgruppe) zugeordnet.

Beide Methoden der Katheterzystostomie werden unter gleichen Bedingungen im Rahmen einer Inhalationsnarkose durchgeführt. Die Eingriffe werden immer durch dieselben Chirurgen vorgenommen. Nach der chirurgischen Intervention werden die Patienten zur weiteren Beobachtung, Katheterpflege und Therapie für 10 Tage in Einzelboxen aufgestellt. Die genauen Erläuterungen der beiden Operationsmethoden sowie der Begleittherapie im Rahmen des stationären Aufenthaltes finden sich im Material- und Methodenteil dieser Arbeit.

Bei der Methodik in dieser Studie ist zu beachten, dass im Rahmen einer Laparotomie die Eröffnung der Blase vor der Katheterzystostomie vorgenommen wird, um Harnkonkremente aus der Blase entfernen zu können (Ewoldt et al., 2006; Dühlmeier et al. 2007). Eine vollständige Entfernung der Harnkonkremente aus der Blase verringert einerseits das Risiko einer Verlegung des temporären Blasenkatheters und andererseits eines erneuten Harnröhrenverschlusses durch aus der Blase in die Urethra ausgeschwemmte Konkreme (Rakestraw et al., 1995). Von einer intraoperativen Spülung der Harnröhre über einen orthograd in die Harnröhre eingebrachten Katheter wird abgesehen, da das Einbringen eines Katheters in die Urethra bei Wiederkäuern zu einer Gewebeschädigung führen und deren Folge u. a. eine Harnröhrenruptur sein kann (Ewoldt et al., 2006).

Wird der Katheter laparoskopisch eingebracht, ist lediglich eine Spülung der Harnblase über den Ballonkatheter möglich. Dabei können nur Harngries oder Urolithen mit kleinerem Durchmesser als das Katheterlumen (CH 16) aus der Blase entfernt werden.

Auch muss bei der Betrachtung der Methodik dieser Arbeit kritisch angemerkt werden, dass im Rahmen der Diagnostik keine native Röntgendarstellung der distalen Harnwege vorgenommen wird. Die Anfertigung einer Röntgenaufnahme ist bei Vorliegen röntgendichter Steine sehr hilfreich für die Abklärung der Lokalisation und der Anzahl der Urolithen in der Urethra bzw. der Harnblase sein (Kinsley et al., 2013). Bei einem Urolithiasispatienten mit klinisch manifester Obstructio urethrae sollte aber zunächst durch eine Katheterzystostomie die Möglichkeit zum Urinabfluss geschaffen werden, um den Rückstau von Urin in die Nieren zu beseitigen (Dühlmeier et al., 2007).

Weiterführende bildgebende Diagnostik zur Lokalisation eventuell in der Harnröhre befindlicher Steine sowie Überlegungen zur Entfernung von Urolithen aus der Harnröhre bzw. Blase sollten erst nach Behandlung der Urämie vorgenommen werden (Dühlmeier et al., 2007). Der Urinabfluss ist bei allen Böcken in dieser Arbeit über die ersten vier Tage nach der Operation gewährleistet und wird täglich im Rahmen der klinischen Untersuchung und Labordiagnostik (Messung von Harnstoff und Kreatinin im Blutplasma) kontrolliert. Da am vierten Tag eine Überprüfung der Durchgängigkeit der Urethra mittels Spülung erfolgt, wird aus Kostengründen in jenen Fällen mit erhaltener Durchspülbarkeit keine weitere Diagnostik betrieben. Bei Böcken mit fehlender Durchspülbarkeit und Besitzercompliance hinsichtlich weiterer chirurgischer Interventionsmöglichkeiten wird die Lokalisation der Abflussbehinderung mittels röntgenologischer Zystourethrographie durchgeführt. Die Kenntnis der Lokalisation der Urolithen in der Urethra ermöglicht eine Einschätzung der weiteren Prognose und ist damit ausschlaggebend für die Auswahl der Operations-Methode (Kinsley et al., 2013). Dabei ist vor allem in der Beratung der Besitzer zu bedenken, dass chirurgische Eingriffe an der Harnröhre (perianale oder ischiale Urethrostomien) aufgrund von Narbenstrikturen zur Zuchtuntauglichkeit führen und ein erhöhtes Risiko eines erneuten Harnröhrenverschlusses aufgrund von Vernarbungen bestehen kann (Rakestraw et al., 1995; May et al., 1998; Van Metre, 2004; Ewoldt et al., 2006). Vor diesem Hintergrund und aufgrund der Erfahrung, dass Urolithiasis-Patienten in der Klinik mit bereits seit mehreren Stunden bis Tagen bestehender Harnabsatzstörung vorgestellt werden (die durchschnittliche Erkrankungsdauer der Studienböcke liegt bei 6,7 Tagen), eine deutliche Erhöhung der nierenspezifischen Blutparameter vorliegt und an der Klinik für Wiederkäuer selbst keine Möglichkeit zur Röntgendiagnostik besteht, wird für diese Arbeit entschieden, keine präoperative native Röntgenaufnahme anzufertigen. Zudem hätten der Transport sowie die Lagerung und Fixierung des Tieres zum Röntgen das Risiko einer Schädigung der prall gefüllten Blase zusätzlich erhöht (Streeter et al., 2002). Hinzu kommt, dass bei manchen Böcken eine ruhige Lagerung zur Röntgendarstellung des distalen Harntraktes in Seitenlage mit nach kranial bzw. nach kaudal gezogenen Hintergliedmaßen (Kinsley et al., 2013) ohne Sedation nicht möglich ist. Laut Ewoldt und Mitarbeitern (2008) sollte aufgrund der diuretischen Wirkung einer Sedation mit Xylazin abgesehen werden, falls der Urinabfluss nicht zeitnah ermöglicht wird. Diese diuretische Wirkung des α 2-

Agonisten Xylazin beruht auf dessen zentraler Wirkung auf den Hypothalamus und die damit verbundene Reduktion des antidiuretischen Hormons (ADH). Eine periphere Wirkung auf das Renin-Angiotensin System wird ebenso beschrieben (Sinclair, 2003).

Eine Möglichkeit zur Druckentlastung der Harnblase wäre die Durchführung einer Zystozentese – wie beim Kleintier beschrieben (Sutherland-Smith, 2008). Hierauf wird jedoch verzichtet, da dies einer Fixation des Patienten in Rückenlage oder in aufrecht sitzender Position bedarf. Unmittelbar nach Abschluss der Diagnostik wird mit einer der beiden chirurgischen Interventionen laut Studienplan begonnen.

Aufgrund der oben beschriebenen Problematik wird eine sonographische Untersuchung der Harnblase am stehenden, nicht sedierten Bock durchgeführt und zur Diagnosefindung herangezogen. Die Diskussion der in dieser Arbeit durchgeführten sonographischen Untersuchung erfolgt unter 6.3.4.

6.3. Diskussion der Ergebnisse

6.3.1 Kurz- und mittelfristige Heilungsrate

16 der 22 Studienböcke können nach einem durchschnittlichen stationären Aufenthalt von 11 Tagen mit physiologischem Urinabsatz entlassen werden. Von diesen 16 Böcken wird die Katheterzystostomie bei 8 Tieren endoskopisch (Versuchsgruppe) und bei 8 Böcken laparotomisch (Kontrollgruppe) vorgenommen. Die kurzfristige Heilungsrate beträgt somit bezüglich der Versuchsgruppe 66,7 % und bezüglich der Kontrollgruppe 80 %.

Bei der telefonischen Rückfrage nach 6 Monaten sind 11 der ursprünglich 22 Patienten der Studie ohne Diese Tiere verteilten sich mit 5 Tieren auf die Versuchsgruppe und mit 6 Tieren auf die Kontrollgruppe. Daraus resultiert eine mittelfristige Heilungsrate von 41,7 % in der Versuchsgruppe und 60 % in der Kontrollgruppe.

Folglich sind in der vorliegenden Studie die beiden Operationsmethoden in Bezug auf den kurz- und mittelfristigen Erfolg gleichwertig. Alle 11 Studienböcke zeigen auch laut einer weiteren Telefonrücksprache nach einem Jahr einen ungestörten Harnabsatz, daher wird davon ausgegangen, dass keine weitere Obstruktion der Harnröhre aufgetreten ist. Es gilt aber zu bedenken, dass aufgrund der eher geringen Tierzahl in

dieser Studie nur sehr große Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hätten nachgewiesen werden können.

Bei einer von Iselin und Mitarbeitern (2001) durchgeführten Arbeit wird bei 12 Urolithiasispatienten eine Katheterzystostomie im Rahmen einer Laparotomie als Therapie vorgenommen. 10 dieser 12 Patienten können nach durchschnittlich 10 Tagen stationärem Aufenthalt als geheilt (Urinabsatz per vias naturales wiederhergestellt) entlassen werden, was einem kurzfristigen Erfolg von 83 % entspricht.

Rakestraw und Mitarbeiter (1995) führen an 15 Ziegen- und Schafböcken eine Katheterzystostomie via Laparotomie durch. 12 der Patienten können nach 11,5 bis 14,4 Tagen die Klinik mit physiologischem Urinfluss entlassen werden. Dies entspricht einer kurzfristigen Erfolgsrate von 80 %. Sich anschließende Nachfragen nach ein bis 27 Monaten ergeben, dass bei 7 der anfangs 15 Patienten nach 6 Monaten und mehr kein Rezidiv auftritt. Demnach lässt sich hier in Anlehnung an die eigene Studie ein ähnlicher mittelfristiger Erfolg von 46,7 % ermitteln.

In einer retrospektiven Studie von Ewoldt et al. (2006) können nach laparotomischer Katheterzystostomie 48 von 63 Patienten nach einem Klinikaufenthalt von 14 ± 10 Tagen entlassen werden. Dies entspricht einer kurzfristigen Erfolgsrate von 76 %. Bei der telefonischen Nachfrage können die Autoren ermitteln, dass 22 der ursprünglich 63 Urolithiasispatienten in einer Zeitspanne von 6 Monaten keine Anzeichen eines Rezidivs zeigten. Dies entspricht anhand der in der eigenen Studie festgelegten Definition des mittelfristigen Erfolgs somit einer Erfolgsrate von 35 %.

Im Rahmen einer retrospektiven Studie werden von Dühlmeier und Mitarbeitern (2007) 11 Schaf- und Ziegenböcke mit Harnabsatzstörung mittels einer laparotomischen Katheterzystostomie therapiert, wovon laut Angabe der Autoren 57,1 % der Patienten nach etwa 21 Tagen Klinikaufenthalt als geheilt entlassen werden (kurzfristiger Erfolg).

Bei einer von Fortier und Mitarbeitern (2004) durchgeführten retrospektiven Studie können von 25 laparotomisch katheterzystotomierten Urolithiasisböcken 12 Tiere nach 18 Tagen entlassen werden, was einem kurzfristigen Erfolg von 48 % entspricht.

Zusätzlich zu der Amputation des Processus urethralis wird in der vorliegenden prospektiven klinischen Studie wird als minimalinvasive Alternative zur laparotomischen Katheterzystostomie eine endoskopisch gestützte Katheterimplantation nach Franz und Mitarbeitern 2008 wie im Material- und Methodenteil beschrieben modifiziert und bei kleinen Wiederkäuern mit Harnabsatzstörung durchgeführt. Eine vergleichende klinische Studie zur endoskopisch gestützten Katheterzystostomie versus Laparotomie zur Therapie der Urolithiasis bei Ziegen und Schafen ist bisher in der Literatur nach Wissen der Autorin nicht beschrieben. Andere, als minimalinvasiv beschriebene, Therapieansätze an klinisch erkrankten Böcken sind die sonographische Katheterzystostomie (Streeter et al 2002; Fortier et al., 2004; Dühlmeier et al., 2007) und die „Fingerspitzenmethode“ nach Fazili und Mitarbeitern. (2010).

Fortier und Kollegen führen 2004 im Rahmen einer retrospektiven Studie bei 10 Ziegenböcken mit Harnabsatzstörung eine perkutane Katheterzystostomie unter sonographischer Kontrolle durch. Dabei wird ein Malecot-tipped Katheter (Größe Fr. 16) mit einer spaltbaren Punktionskanüle verwendet, an dessen Spitze 2 Flügel angebracht sind, welche den Katheter in der Blase fixieren sollen. Die Hauptkomplikation in dieser Studie ist das Herausgleiten des Katheters aus der Blase (bei 50 % der Tiere) mit anschließend auftretenden Verklebungen im Bereich der Dünndarmschlingen oder zwischen Dünndarmabschnitten und Blase. Die Autoren dieser Studie raten daher von der perkutanen, ultraschallgestützten Katheterzystostomie unter Verwendung eines Malecot-tipped Katheters ab, da bei 8 der perkutan katheterzystostomierten Ziegenböcken ein zweiter chirurgischer Eingriff nötig wird. Eine solche Dislokation des Katheters kann bei der Verwendung eines Ballonkatheters (beispielsweise mit pigtail-Katheterspitze) vermieden werden.

Dühlmeier und Kollegen (2007) führen in ihrer Studie eine perkutane, ultraschallgestützte Katheterzystostomie mit einem Punktionsset bestehend aus einem Foley-Ballonkatheter (gerade Spitze, zentral offen) und einer spaltbaren Punktionskanüle an 9 Böcken mit Harnabsatzstörung durch. Eine Dislokation des Katheters aus der Blase wird in dieser Studie im Gegensatz zu den Ergebnissen von Fortier und Mitarbeitern (2004) nicht festgestellt. Allerdings geben die Autoren für die perkutane, ultraschallgestützte Katheterzystostomie trotzdem eine sehr geringe Erfolgsrate von lediglich 15,4 % an. Diese schlechte Erfolgsrate begründen die

Autoren durch „unerkannte Verletzungen des Darmkonvoluts, [welche] trotz sorgfältiger Ultraschallkontrolle während des Einführens der Spaltkanüle nicht zu vermeiden [seien]“. Hier muss kritisch angemerkt werden, dass solche Verletzungen zwar auch in der Humanmedizin beim Einlegen eines suprapubischen Blasenkatheters beschrieben werden, jedoch lediglich in einer Häufigkeit von 2,5 % der Fälle. Eine unmittelbare operative Versorgung einer solchen Fehlpunktion wird als unumgänglich angegeben (Reuter und Raible, 2014). In der Studie von Dühlmeier und Kollegen wird – wie in der Humanmedizin üblich – eine Operation in Rückenlage mit erhöhtem Becken beschrieben. Diese Art der Lagerung dient dazu, dass Darmanteile, welche der Blase eventuell anliegen, nach cranial entweichen können (Reuter und Raible, 2014). Im Rahmen einer Laparoskopie-gestützten Katheterimplantation wird zu einer deutlicheren Hochlagerung des Beckens im Sinne einer Trendelenburg-Lagerung zur Verbesserung der Darstellbarkeit der Blase geraten (Franz et al., 2008). Aus den Erfahrungen der eigenen Studie zeigt sich jedoch, dass auch bei der Durchführung einer solchen Lagerung bei Patienten mit obstruktiver Urolithiasis häufig kein „freier Blick“ auf die Harnblase zu erreichen ist. Bei nahezu allen Böcken der eigenen Studie ist die hochgradig dilatierte und entzündlich veränderte Harnblase von Netz bedeckt. Dieses kann nur durch Manipulation mittels endoskopischer Instrumente von der Blase entfernt werden. Trotz dieser Komplikationen sollte es möglich sein, unter Ultraschallkontrolle eine Verletzung des Darmkonvolutes zu vermeiden. Da Dühlmeier und Kollegen keine Angaben zu der Technik der Ultraschall-gestützten Katheterimplantation geben, kann an dieser Stelle keine Diskussion weiterer Fehlerquellen (Wahl der Sonden-Frequenz, Position des Fokusbereiches etc.) erfolgen.

Bei der Fingerspitzenmethode nach Fazili und Kollegen (2010) handelt es sich um eine ohne technische Hilfsmittel durchgeführte Katheterimplantation in die Blase bei Böcken mit obstruktiver Urolithiasis. Die Autoren beschreiben den Eingriff bei 10 an Urolithiasis erkrankten Ziegenböcken. Der in die deutlich palpierbare, dilatierte Harnblase eingebrachte Katheter besteht aus einem Infusionsschlauch, welcher am stehenden Tier in der linken Flanke über einen zirka 2 cm langen Zugang zur Bauchhöhle unter Fingerschutz in die Blase eingebracht wird. Als Punktionstrokar dient hierbei eine 11,5 cm lange Stahlkanüle (äußerer Durchmesser 0,5 cm, innerer Durchmesser 0,4 cm). Eine Fixation des Infusionsschlauches in der Blase wird nicht

durchgeführt. Die Autoren berichten bei dieser Vorgehensweise von einem kurzfristigen Erfolg von 80 % (Wiederherstellung des normalen Urinabflusses bei 8 von 10 Böcken). Komplikationen sehen Fazili und Kollegen bei 2 der 10 Tiere (Umknicken des Infusionsschlauches in der Blase und Kollabieren des Katheterschlauches). Diese können jedoch bei beiden Tieren durch eine laparotomische Katheterzystostomie behoben werden. Bei allen 10 Patienten kann der Urinabsatz per vias naturales nach im Mittel 7 Tagen wieder hergestellt werden. Bei der Nachfrage nach 6 Monaten ist bei keinem Bock ein Rezidiv aufgetreten.

Die Ergebnisse dieser Studie von Fazili und Kollegen (2010) stimmen grundsätzlich optimistisch. Insbesondere vor dem Hintergrund dass es sich bei der Fingerspitzenmethode um einen raschen, einfachen, billigen und praxistauglichen Therapieansatz handelt. Es ist dennoch zu bedenken, dass es sich bei dieser Studie um eine rein deskriptive Beschreibung einer durchgeführten Fallreihe ohne Kontrollgruppe handelt. Die erfolgreiche Behandlung der genannten 10 Tiere ist statistisch nicht abzusichern und daher eher kritisch zu sehen. Bei der Durchführung dieser Methode an einem größeren Patientenkollektiv ist mit einiger Wahrscheinlichkeit von einer höheren Komplikationsrate auszugehen, wie es beispielsweise bei der sonographisch gestützten perkutanen Katheterzystostomie in der Studie von Dühlmeier und Kollegen (2007) der Fall war. Bei der von Fazili und Kollegen 2010 völlig „blind“ durchgeführten Fingerspitzenmethode liegt die Vermutung nahe, dass hier ein noch höheres Risiko einer ungewollten Darmperforation beim Einbringen der Stahlkanüle zur Harnblasenpunktion bestehen kann. Daraus schlussfolgernd sollte jenen Methoden, bei welchen die Katheterzystostomie unter Sicht erfolgen kann der Vorzug gegeben werden, vor allem dann wenn langfristige Therapieerfolge erzielt werden sollen. In der kommerziellen Haltung von kleinen Wiederkäuern, insbesondere in Lämmernmastbetrieben, könnte die kostengünstige Fingerspitzenmethode jedoch durchaus zum Einsatz kommen, um die obstruktionsbedingten Verluste zu minimieren. Trotzdem sollte hierbei zumindest ein Ballonkatheter verwendet werden, um die bereits von Fortier und Mitarbeitern (2004) beschriebene Komplikation der Katheter-Dislokation aus der Blase zu vermeiden.

Im Vergleich zu den Erfolgsraten nach Katheterzystostomie von Iselin et al. (2001), Rakestraw et al. (1995) und Ewoldt et al. (2006) liegt in der eigenen Studie unabhängig von der Operationsmethode ein schlechteres Ergebnis bezüglich des kurzfristigen

Erfolges vor. Dies könnte eventuell mit der in der eigenen Arbeit vergleichsweise längeren Erkrankungsdauer zum Zeitpunkt der Vorstellung erklärt werden. Während Iselin et al. (2001) eine Patenz von 45 ± 14 Stunden angeben, ermitteln Ewoldt et al. (2006) eine durchschnittliche Erkrankungsdauer von 30 Stunden. Fazili et al. (2010) geben 1,9 Tage als durchschnittliche Krankheitsdauer vor Einlieferung an. In der vorliegenden eigenen Arbeit beträgt die durchschnittliche Erkrankungsdauer der Patienten zum Zeitpunkt der Vorstellung in der Klinik 8,8 Tage. Dies könnte sich möglicherweise negativ auf die kurzfristige Heilungsrate ausgewirkt haben, da die Gefahr einer irreversiblen Nierenschädigung, einer Harnblasenruptur oder einer Perforation und daraus folgender Narbenstriktur der Urethra umso größer ist, je länger die Harnabsatzstörung besteht (Dühlmeier et al., 2010). Zudem zeigen Böcke mit einer seit 24-28 Stunden bestehenden Harnabsatzstörung Abweichungen im Elektrolyt- und Säure-Basen-Status, welche u. a. während der Narkose zu Herzarrythmien führen können (Van Metre, 2004).

Ein Großteil der Patienten der Studie wurde im Vorfeld bei niedergelassenen Tierärzten vorgestellt und vorbehandelt (Amputation des Processus urethralis und / oder Gabe von Spasmoanalgetika). Erst als diese Maßnahmen ohne nachhaltigen Erfolg blieben (die Wahrscheinlichkeit einer Reobstruktion innerhalb von Stunden bis Tagen nach Amputation des Suchfadens liegt laut Haven et al. (1993) und Fortier et al. (2004) bei 80-90 %) kommt es zur Überweisung in die Klinik. Die daraus entstandene Verspätung bis zur Herstellung eines Harnabflusses via Katheterzystostomie erhöht das Risiko für chronische Nierenschädigungen (Ewoldt et al., 2006).

Der Klinikaufenthalt der Böcke beträgt in der Literatur zwischen 4 und 24 Tagen (Rakestraw et al., 1995; Iselin et al., 2001; Fortier et al., 2004; Ewoldt et al., 2006; Dühlmeier et al., 2010). Der in der eigenen Studie durchschnittliche Klinikaufenthalt von 11 Tagen liegt somit im Mittelfeld.

6.3.2 Harnstoff- und Kreatininwerte im Blutplasma

Die *Harnstoffgehalte* im Blutplasma der Patientenböcke sind am Tag der Einlieferung in die Klinik bei 9 Böcken der Kontrollgruppe (laparotomische Katheterzystostomie)

und 11 Böcken der Versuchsgruppe (laparoskopische Katheterzystostomie) mit einem Mittelwert von 13,9 mmol/l (Minimum: 6,2 mmol/l; Maximum 33,1 mmol/l) in der Kontrollgruppe und 17,2 mmol/l (Minimum: 9,3 mmol/l; Maximum: 46,7 mmol/l) in der Versuchsgruppe erhöht (Referenzwert bis 5,5 mmol/l).

Sobald der Harnabfluss über den Blasenkatheter möglich ist, sinken die initial erhöhten Harnstoffwerte im Blutplasma unter Infusionstherapie (standardisiert 5 Liter isotone 0,9 %ige Kochsalzlösung) in der Kontrollgruppe im Mittel nach $3,4 \pm 2,2$ Tagen ($\xi \pm s$) unter 5,5 mmol/l, in der Versuchsgruppe dauert es durchschnittlich $2,8 \pm 1,2$ Tage ($\xi \pm s$). In vergleichbaren Studien benötigen die Patienten unter Flüssigkeitssubstitution 5 bis 6 Tage (Dühlmeier et al., 2007) bzw. durchschnittlich 10 Tage (Iselin et al., 2001) bis der Harnstoffgehalt im Plasma Normalwerte erreicht. Die Vergleichbarkeit dieser Studien mit der eigenen Arbeit ist jedoch nur sehr eingeschränkt möglich, da entweder keine Angaben zur Infusionsmenge gemacht werden oder keine äquivalente Infusionsmenge benutzt wird.

Statistisch zeigt sich nach Herstellung des Harnabflusses in der eigenen Arbeit eine hochsignifikante Änderung des Plasma-Harnstoffgehaltes über die Zeit ($p < 0,0001$). Im Vergleich dazu ermittelten Dühlmeier und Mitarbeiter 2007 bezüglich der Entwicklung des Harnstoffspiegels mit $p < 0,05$ einen signifikanten Abfall.

Mit $p = 0,172$ ist die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit als statistisch nicht signifikant zu beurteilen. Ein statistisch signifikanter Gruppenunterschied in der Entwicklung des Harnstoffspiegels kann ebenfalls nicht ermittelt werden.

Tendenziell sinken die Harnstoffgehalte im Plasma der Tiere nach laparotomischer Katheterimplantation langsamer als im Plasma der endoskopisch katheterzystostomierten Böcke. Dies könnte zum einen daran liegen, dass der Plasma-Harnstoffspiegel initial im Mittel bei den Böcken der Kontrollgruppe geringgradig (und somit statistisch nicht signifikant) höher ist als bei den Patienten der Versuchsgruppe. Andererseits muss bedacht werden, dass bei der laparotomischen Katheterimplantation mit Eröffnung der Blase trotz größtmöglicher Sorgfalt mehr Urin in die Bauchhöhle gelangte als beim endoskopisch gestützten Einbringen des Katheters. Als Folge daraus könnte das langsamere Absinken des Harnstoffspiegels im Blutplasma auf die perineale Absorption von Harnstoff aus der Bauchhöhle

zurückzuführen sein. Eine solche als Autodialyse bezeichnete Reabsorption von Harnstoff und Kreatinin wird in der Humanmedizin bei Vorliegen eines Uroperitoneums beschrieben (Peeters et al., 2000).

In der vorliegenden Studie sind die *Kreatiningehalte* im Blutplasma am Tag der Einlieferung (Tag 0) mit Ausnahme von einem Bock bei allen Patienten erhöht. 9 Böcke der Kontrollgruppe mit einem Plasmakreatinin - Mittelwert von 347,6 µmol/l (Minimum: 130,4 µmol/l; Maximum: 664 µmol/l) und 12 Böcke der Versuchsgruppe mit einem mittleren Plasmakreatininwert von 367,6 µmol/l (Minimum: 137 µmol/l; Maximum: 770 µmol/l) weisen am Tag der Einlieferung erhöhte Plasmakreatininkonzentrationen (>110 µmol/l) auf.

Nach Einbringen des Blasenkatheters dauert es unter der beschriebenen Infusionstherapie bei den Böcken der Kontrollgruppe durchschnittlich 1,4 Tage bis die Kreatininkonzentration im Plasma unter 110 µmol/l gesunken war. Dies ist bei den Patientenböcken der Versuchsgruppe im Mittel nach 1,9 Tagen der Fall. Bis zum Absinken der Plasmakreatininkonzentration vergehen bei ähnlichen Studien 5 bis 6 Tage (Dühlmeier et al., 2007) oder der Referenzbereich des Kreatininspiegels im Blutplasma ist nach 10 Tagen knapp noch nicht erreicht (Iselin et al., 2001).

In der vorliegenden Arbeit können weder zwischen den beiden Gruppen, noch in der Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit bezüglich der Entwicklung der Kreatininwerte im Blutplasma statistisch signifikante Unterschiede ermittelt werden. Statistisch hochsignifikante Unterschiede ($p < 0,0001$) in der Absenkung der Plasmakreatininwerte über die Zeit nach Herstellung des Harnabflusses ergeben sich in beiden Gruppen. In einer vergleichbaren retrospektiven Studie kommt es zu einem statistisch signifikanten Abfall ($p < 0,05$) des Kreatininspiegels nach Ermöglichung der Blasenentleerung und postoperativer Volumensubstitution (Dühlmeier et al., 2007).

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Harnstoff- und Kreatininkonzentrationen im Blutplasma ist es angezeigt, die in dieser Studie durchgeführte Infusionstherapie kritisch zu diskutieren, da die Infusionsmenge nicht anhand des Körpergewichtes berechnet wurde. Die Patienten erhalten standardisiert im Anschluss an die Operation 5 Liter einer isotonen Kochsalzlösung (0,9%) als Dauertropfinfusion um die Nierenfunktion nach Schaffung eines Harnabflusses zu unterstützen. Die

Infusionsgeschwindigkeit (ml / kg KGW / h) wird auf das Körpergewicht des Tieres angepasst (durchschnittlich 7,3 ml / kg KGW / h; Minimum: 2,8 ml / kg KGW / h; Maximum: 16,7 ml / kg KGW / h). Auf eine exakte Berechnung der Infusionsmenge anhand des Körpergewichtes wird bewusst verzichtet, da eine möglichst praxisnahe Umsetzung der Therapieansätze erreicht werden sollte. Bei Notfallpatienten wird in praxi nach unserer Erfahrung zumeist auf ein Standardprotokoll zur Initialtherapie zurückgegriffen und nach Stabilisierung des Patienten das Protokoll individuell angepasst. Um dem Rechnung zu tragen, wird auf eine für die Praxis leicht umsetzbare Standardtherapie (5l NaCl 0,9 %) zurückgegriffen. Van Metre (2006) empfiehlt bei kleinen Wiederkäuern mit Hyperkaliämie, Hypokalzämie und Hyponatriämie vor der Operation eine Substitution dieser Elektrolyte vorzunehmen, um das Risiko eines kardialen Narkosezwischenfalles zu verringern. In der vorliegenden Arbeit werden jedoch anders als bei vergleichbaren Studien (Rakestraw et al., 1995; Ewoldt et al., 2006) initial bei keinem der Studienböcke Elektrolytimbalancen festgestellt. Daher erfolgt lediglich eine postoperative Volumen- und Elektrolytsubstitution.

6.3.3 Magnesium-, Phosphor- und Kalziumwerte im Blut

Die Blutwerte hinsichtlich Magnesium, Phosphor und Kalzium liegen bei allen untersuchten Patienten innerhalb der Referenzbereiche. Eine nutritive Überversorgung wird daher ausgeschlossen, obwohl für eine verlässliche Aussage hierzu eine Futtermittelanalyse der einzelnen Tiere bzw. Bestände notwendig gewesen wäre. Anhand der anamnestisch erhobenen Daten zur Fütterung wird offensichtlich, dass ein Vergleich der Futtrationen zwischen den Herkunftsbeständen nicht möglich ist.

6.3.4 Urinbefunde

Die Befunde der Urinanalyse bei den Böcken der eigenen Studie deuten auf das Vorliegen von entzündlichen Veränderungen der harnableitenden Wege hin. Während das Vorhandensein von Erythrozyten im Harnsediment als punktionsbedingte Kontamination anzusehen ist, sind sowohl der mittelgradige Gehalt an Leukozyten als auch das Auftreten von Rundepithelien Anzeichen für das Vorliegen einer Entzündung

der ableitenden Harnwege (Moritz et al., 2014). Als Rundepithelien werden hierbei sowohl Urothelzellen (Übergangsepithelien) als auch Tubuluszellen (Nierenepithelien) bezeichnet (Althof und Kindler 2006). Ihren Ursprung haben diese Zellen im Nierenbecken und den abführenden Harnwegen, wobei ein erhöhter Gehalt dieser Zellen im Harnsediment für das Vorliegen von Pyelitiden bzw. Zystitiden sprechen (Moritz et al., 2014).

Zystitiden treten aufgrund der kürzeren Harnröhre vor allem beim weiblichen Tier und hier insbesondere in zeitlicher Korrelation zum Partus auf (Constable, 2014). Beim männlichen Wiederkäuer kommen Entzündungen der harnableitenden Systeme seltener vor (Constable, 2014). Hervorgerufen werden Zystitiden durch aufsteigende Infektionen bei verminderter Resistenzlage bzw. in Verbindung mit einer proteinreichen Fütterung, welche die bakterielle Besiedlung des Harntraktes durch Alkalisierung des Urins begünstigt. Dadurch kommt es zu einer Absiedlung der physiologischen Vaginal- bzw. Präputial-Flora in die Blase. Bei Kühen mit Pyelonephritis werden neben den klassischen Zystitis-assoziierten Bakterien der Corynebakterium renale Gruppe mittlerweile sehr häufig Escherichia coli-Subspezies und Trueperella pyogenes-Stämme nachgewiesen. Eine Beteiligung von Umweltkeimen wie Staphylokokken und Streptokokken tritt ebenso auf (Constable, 2014). Aufgrund der finanziellen Limitierung der eigenen Studie durch die Besitzer und der damit verbundenen fehlenden bakteriellen Untersuchung der Urinproben kann hier keine vergleichende Aussage zum vorliegenden Keimspektrum getroffen werden. Eine solche bakterielle Untersuchung ist zwar insbesondere in Hinblick auf die Wahl des postoperativ verwendeten Antibiotikums zu fordern, von einer wirksamen antimikrobiellen Therapie der Patienten kann aber aufgrund der hohen Wahrscheinlichkeit des Vorliegens der oben genannten Keime dennoch ausgegangen werden.

Das Auftreten von Spermien im Harnsediment der unkastrierten Böcke kann als retrograde Ejakulation aufgrund der Obstruktion der Urethra angesehen werden. Bei Böcken, welche zur Gewinnung von Sperma mittels Elektrostimulation ejakuliert werden, kommt es ebenfalls zum retrograden Fluss von Spermien in die Blase (Pineda et al., 1987) und ist somit als Begleitbefund der Urolithiasis zu werten.

Eine nähere Spezifikation der Kristalle im Harnsediment bei 2 der eigenen Studienböcke wäre insbesondere in Kombination mit der Erhebung des Urin-pH-Wertes dieser Böcke wünschenswert gewesen, konnte aber im Rahmen der labortechnischen Untersuchung an der Klinik für Wiederkäuer nicht umgesetzt werden. Die tendenziell eher azidotischen Urin-pH-Werte bei 13 Patienten der eigenen Studie deuten auf eine bereits länger bestehende Inappetenz hin. Zu beachten ist bei der Beurteilung des Urin-pH-Wertes jedoch stets die erhebliche Beeinflussung durch die Fütterung des Tieres (Moritz et al., 2014). Daten hierzu sind anamnestisch zwar erhoben worden, weisen jedoch starke interindividuelle Schwankungen auf, so dass eine gemeinsame Beurteilung der Fütterung nicht sinnvoll erscheint.

6.3.5 Entwicklung des Schmerzscores

Bezüglich des Schmerzscore gibt es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen. Es zeigt sich aber im zeitlichen Verlauf der Studie in beiden Gruppen eine statistisch hochsignifikante Abnahme des Schmerzscore ($p < 0,0001$). Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass durch die Harnableitung über den Katheter eine Entleerung der Harnblase und dadurch eine Linderung des dehnungsbedingten „Druckschmerzes“ erreicht wurden. Zum anderen erhalten die Studienböcke eine spasmolytische Begleittherapie (Buscopan compositum®; Butylscopolamin und Metamizolnatrium; Fa. Boehringer). Tageszeitabhängig werden in beiden Gruppen ein signifikanter Einfluss des Untersuchungszeitpunktes nachgewiesen ($p = 0,045$). Die klinische Untersuchung der Böcke findet um 8 Uhr und um 16 Uhr statt. Häufig wird der Schmerzscore im Rahmen der Morgenuntersuchung höher eingestuft als nachmittags. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass um 8 Uhr aufgrund des routinemäßigen Ablaufes in der Klinik (Fütterung, Ausmisten, Untersuchung von stationären Patiententieren durch Studenten) ab dem frühen Morgen mehr Personenverkehr und Unruhe im Stall herrscht als zum zweiten Untersuchungszeitpunkt um 16 Uhr kurz vor Ende der Tagesdienstzeit. Insbesondere ängstliche Böcke könnten dadurch morgens eine höhere Schmerzscore-Beurteilung zeigen. Zusätzlich kann es bei scheuen Böcken in der Beurteilung des Schmerzscore anhand von Verhaltensparametern (Zittern, Unruhe, erhöhte Herz- und Atemfrequenz) zu stressbedingten Fehleinschätzungen gekommen sein.

In der laparoskopischen Versuchsgruppe ist im Hinblick auf die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Tag mit einer Signifikanz von $p = 0,0006$ eine raschere Abnahme der Schmerzscore-Werte zu beobachten als in der Kontrollgruppe (laparotomische Katheterzystostomie). Dies legt ähnlich den Ergebnissen von Gauthier und Mitarbeitern (2014) bezüglich der Entwicklung der Schmerzen nach laparoskopischer und laparotomischer Ovariektomie bei Katzen nahe, dass durch die Laparoskopie beim kleinen Wiederkäuer ebenso weniger postoperativer Schmerz entsteht als durch eine Laparotomie.

Zusammenfassend ist bezüglich der Erfassung des Schmerzscore kritisch zu betrachten, dass die Beurteilung der Schmerzhaftigkeit der Böcke von der Doktorandin selbst durchgeführt wurde. Es wäre sicherlich von Vorteil gewesen, eine verblindete Auswertung der postoperativen Schmerzentwicklung von einer unabhängigen und klinikerfahrenen Person durchführen zu lassen, die nicht direkt in das Dissertationsvorhaben involviert war. Damit hätte der Einfluss der Subjektivität soweit dies nach einem chirurgischen Eingriff möglich ist (Erkennen der Operationsmethode anhand der Größe und Lokalisation der Inzisionsstellen) ausgeschlossen werden können. Dies war jedoch aufgrund der begrenzten Personaldichte im Zeitraum der Studie nicht möglich.

6.3.6 Sonographie der Harnblase

Die sonographische Darstellung der harnableitenden Organe wird in der Literatur sowohl bei gesunden Schaf- und Ziegenböcken als auch bei an Urolithiasis erkrankten Schafböcken beschrieben (Braun et al., 1992 und 2013; Scott, 2013). Braun et al. (1992) ermitteln bei 20 gesunden Bergschafen eine mittlere Blasenwanddicke von $0,2 \pm 0,1$ cm bei einem Blasendurchmesser von 1,8 bis 13,2 cm. Dieselben Autoren geben bei 29 gesunden Schweizer Saanenziegen eine mittlere Blasenwand-Dicke von $0,1 \pm 0,04$ cm bei einem Blasendurchmesser von 1,0 bis 4,8 cm an. Die Blasenwände der Patienten der vorliegenden Studie (sowohl Schaf- als auch Ziegenböcke) weisen eine mittlere Dicke von $0,2 \pm 0,1$ cm auf. Nach Spezieszugehörigkeit getrennt betrachtet ergeben sich für die Schafböcke mittlere Blasenwanddicken von $0,3 \pm 0,1$ cm, während für die Ziegenböcke Werte von $0,2 \pm 0,1$ cm ermittelt werden. Damit sind die

Blasenwände in der eigenen Studie geringgradig dicker als die Messungen bei gesunden Schaf- und Ziegenböcken. Da beim Vorliegen einer durch Urolithiasis bedingten Harnabsatzstörung meist auch eine Zystitis vorliegt, war eine Verdickung der Harnblasenwand aufgrund der entzündeten Mukosa (Karpenstein et al., 2011) bei den Probanden erwartet worden. Anzeichen einer Zystitis (Nachweis eines erhöhten Leukozytengehaltes im Urin) (Moritz et. al 2014) sind im Rahmen der Urinanalyse bei den Tieren der eigenen Studie nachgewiesen worden. Eine mögliche Erklärung für die trotzdem kaum veränderte Blasenwanddicke ist die Dehnung der Blasenwand aufgrund des hochgradigen Füllungszustandes des Organes bei Patienten mit Urolithiasis. Vor dem Hintergrund, dass eine Beurteilung der Blasenwand bei mittelgradiger Füllung erfolgen sollte (Karpenstein et al., 2011), wirkt sich die Dehnung des Organes auch auf die qualitative Beurteilung der Blasenwand aus. Eine Unterscheidung der einzelnen Blasenwandschichten (Mukosa, Submukosa, Muskularis und Serosa) bei den Patienten der vorliegenden Studie ist aufgrund der Dilatation der Blase nicht möglich. Die Darstellbarkeit der einzelnen Schichten ist zum einen direkt abhängig vom Füllungszustand der Blase, so dass eine Erkennbarkeit der Schichtung umso schwieriger ist je größer das Blasenvolumen ist, zum anderen ist eine Abgrenzung der Blasenwandschichten im Vergleich zu derjenigen des Gastrointestinaltraktes per se schwierig (Sutherland-Smith, 2002). Eine solche deutliche Größenzunahme der Blase konnte mittels der durchgeführten Morphometrie der Blase in der eigenen Studie gezeigt werden. Während Braun und Mitarbeiter (1992) sowohl bei gesunden als auch bei an Urolithiasis erkrankten Schafen eine dilatierte Harnblase darstellen kann (transrektal nicht darstellbarer Blasendurchmesser), tritt dies bei gesunden Ziegen nicht auf (Braun et al 2013). Somit scheint ein Speziesunterschied bezüglich der physiologischen Blasengröße zwischen Schafen und Ziegen zu bestehen. Während beim Schaf ein Blasendurchmesser von über 10 cm vorliegen kann, ohne dass dieses Tier an Urolithiasis erkrankt ist, ist dies bei der Ziege nicht beschrieben.

In der vorliegenden Studie zeigt sich kein solcher Unterschied im mittleren Blasendurchmesser zwischen Schafen (9,3 cm) und Ziegen (9,9 cm). Zu berücksichtigen ist bei dieser vergleichenden Betrachtung außerdem, dass Braun und Mitarbeiter (1992, 2013) ihre Untersuchungen an einem definierten Probandenkollektiv (weißes Bergschaf und Schweizer Saanenziege) durchführen. Die Größe der Blase

bezieht sich somit auf eine durchschnittliche Körpermasse von 65,2 kg. Das in der eigenen Studie ermittelte mittlere Körpergewicht der Urolithiasispatienten ist zwar vergleichbar (67,6 kg), rangiert jedoch von 10,1 kg bis 148 kg. Aufgrund dieser sehr großen Varianz des Körpergewichts und damit verbunden auch der Körpergröße, ist eine transrektale Darstellung der Blase – wie von Braun und Mitarbeitern (1992, 2013) empfohlen – nicht möglich. Außerdem sind bei 14 der 26 in die Studie einbezogenen Patienten Blasendurchmesser über 10 cm zu verzeichnen. Da die Eindringtiefe einer Transrektalsonde mit 5 MHz für die vollständige Darstellung derart dilatierter Harnblasen nicht ausreicht, ist eine transabdominale Untersuchung im Inguinalbereich notwendig. Andere Autoren gehen beim Vorliegen einer Harnabsatzstörung mit klinischer und labordiagnostischer Manifestation in allen Fällen von einer deutlichen Harnblasendilatation über das knöcherne Becken nach cranioventral aus (Bostedt, 1996; Scott, 2013) und bezeichnen dies als pathognomonisch für eine bestehende Harnabsatzstörung.

In der vorliegenden Arbeit entstehen in der Ultraschalldiagnostik der Harnblase häufig Artefakte im Sinne von Wiederholungsechos, seitlichen Schallauslöschungen, Nebenkeulen- sowie Schichtdickenartefakten. Eine mögliche Erklärung für Wiederholungsechos (Reverberationen) könnte eine unzureichende Anbindung an die Haut des Patienten und dadurch entstehende Impedanzsprünge sein. Seitliche Schallauslöschungen kommen an gebogenen Objekten an den Stellen vor, an denen die Schallwellen die Oberfläche tangential statt orthograd treffen. An diesen Stellen werden die Wellen seitlich gestreut und nicht zum Schallkopf reflektiert. Weiterhin können durch Schichtdickenartefakte Echos umliegender Strukturen, wie zum Beispiel von Darmanteilen artifiziell in das Lumen oder an die Wand der Harnblase projiziert werden. Zusätzlich können Darmschlingen zwischen der Bauchdecke und der Harnblase liegen. Das enthaltene Gas verursacht einen sogenannten „schmutzigen Schallschatten“ und erschwert die Darstellung der Harnblase damit deutlich. Bei den aufgetretenen Artefakten handelt es sich um in der Literatur ausführlich beschriebene Effekte die häufig in Zusammenhang mit Gasansammlungen (Darmschlingen) und an Grenzflächen (konvexe Harnblasenoberfläche) sowie an gebogenen Objekten auftreten können (Penninck, 2002). Dies könnte eine mögliche Erklärung für die Häufigkeit der festgestellten Artefakte darstellen. Sowohl in der eigenen Studie als

auch bei denjenigen anderer Kollegen (Dühlmeier, 2007) erschweren der Harnblase anliegende Darmschlingen die sonographische Diagnostik und Therapie.

6.3.7 Vergleichende Diskussion der Befunde aus den bildgebenden Verfahren (Sonographie, Zystourethrographie) versus pathomorphologischer Befunde

Die bereits im vorangegangenen Kapitel diskutierten Schwierigkeiten bei der sonographischen Befunderhebung an der Blase könnten dazu beigetragen haben, dass die in der Sektion erhobenen Blasenbefunde (nekrotisierende Zystitiden) sonographisch nicht nachgewiesen werden konnten. Diese Interpretationsschwierigkeiten unter anderem aufgrund gasgefüllter, der Blase anliegender Darmschlingen stimmen mit den Ergebnissen von Kinsley et al. (2013) überein. Bei der kritischen Betrachtung der eigenen Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass es sich bei den Sonographiebefunden um präoperativ erhobene Befunde handelt.

Die Ergebnisse der pathomorphologischen Untersuchungen stammen ausnahmslos von Tieren, bei welchen ein Ballonkatheter operativ in die Blase eingebracht wurde und dort für 10 Tage verblieb. Neben einer lokalen Reizung der Blasenwand durch den Katheter lag bei diesen Tieren eine irreversible Obstruktion der Urethra vor. Das phasenweise Verschließen des Blasenkatheters führt bei diesen Tieren somit zu wiederholter Druckbelastung der vorab geschädigten Blasenwand. Eine präoperativ geringgradige Veränderung, welche sonographisch noch nicht darstellbar gewesen sein kann, kann sich also im Laufe der Therapie aufgrund der persistierenden Obstruktion der Harnröhre verschlechtern haben. Daher sollten sonographisch bereits erkennbare Blasenveränderungen für die prognostische Beurteilung und Einschätzung des Einzelfalles unbedingt in Betracht gezogen werden. Andererseits hätte im Rahmen einer Kontrastmitteluntersuchung eine Doppel-Kontrast-Darstellung der Blase erfolgen können, um die mangelnde Qualität der durchgeführten sonographischen Untersuchung zu ergänzen, um gegebenenfalls eine bessere Detaillierbarkeit der Blasenwand zu erzielen (Palmer et al., 1998). Auf diese Möglichkeit der weiterführenden Diagnostik musste in der eigenen Studie aus Kostengründen verzichtet werden.

Im Gegensatz zu den hier bereits aufgeführten Problemen in der Darstellbarkeit der Harnblase und der damit verbundenen Beurteilbarkeit der Blasensonographie, decken sich die Ergebnisse der Zystourethrographie sehr gut mit denjenigen aus der pathomorphologischen Untersuchung.

Im Fall des Bockes mit der Tiernummer 11 konnte im Rahmen der pathologisch-anatomischen Untersuchung der Befund der Kontrastmitteldarstellung exakt bestätigt werden. Der sich in der Zystourethrographie darstellende Füllungsdefekt der Urethra wurde durch einen in der proximalen Flexur der Harnröhre feststehenden Urolithen verursacht. Die wolkig-diffuse Kontrastmittelverteilung im kaudoventralen Abdomen dieses Bockes spiegelt sich im Vorliegen eines Aszites (Gemisch aus Urin und Kontrastmittel), aufgrund eines Defektes in der Blasenwand in der pathologisch-anatomischen Befundung wider.

Anhand der oben dargestellten Diskrepanz zwischen der Sonographie und den Befunden der pathologisch-anatomischen Untersuchung, lässt sich für die Ergebnisse der eigenen Studie resümieren, dass eine Kontrastmitteldarstellung der Sonographie überlegen zu sein scheint. Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Autoren (Palmer et al., 1998; Kinsley et al., 2013). Welche diagnostischen Möglichkeiten im Einzelnen in praxi vorliegen spielt für die Anwendung der jeweiligen Methode ebenso eine Rolle wie der Grad der vorliegenden Veränderungen sowie die Besitzercompliance. Das Einverständnis des Besitzers vorausgesetzt, empfiehlt sich trotz der oben beschriebenen Schwierigkeiten die präoperative Sonographie, um beispielsweise das Vorliegen eines Uroperitoneums mit infauster Prognose auszuschließen. Für eine exakte weiterführende Diagnostik sollte nach erfolgter Katheterzystotomie noch intra-operationem eine röntgenologische Kontrastmitteldarstellung von Blase und Urethra erfolgen. Dies ermöglicht die Entscheidung bzw. Beurteilung, ob weitere chirurgische Schritte unmittelbar notwendig sind oder ob ein antegrades Ausspülen eventuell persistierender Konkreme über den Blasenkateter möglich ist.

6.3.8 Harnsteinanalyse

In der vorliegenden Studie werden Urolithen von 16 Urolithiasis-Patienten untersucht. Im Rahmen dieser Analyse können bei 10 Probanden Calcitsteine kombiniert mit amorphem Phosphat nachgewiesen werden. Bei Calcit handelt es sich um Kalziumkarbonat in stabiler, hexagonaler Kristallform (Neumann et al.; 1994). Kalziumkarbonat zählt gemeinsam mit Kalziumphosphat, Kalziumoxalat und Struvit zu den am häufigsten vorkommenden Urolitharten bei Schaf und Ziege (Kinsley et al., 2013). Hinsichtlich der prozentualen Zusammensetzung überwiegt in der eigenen Arbeit der Calcit-Anteil ($\geq 80\%$) gegenüber dem amorphen Phosphat. Nwaokorie und Mitarbeiter (2015) ermitteln in einer retrospektiven Studie Kalziumkarbonat mit einem Anteil von $\geq 70\%$ an der Steinzusammensetzung als häufigstes Mineral in caprinen Urolithen (364 von 832 untersuchten Proben). Dies deckt sich mit den Untersuchungen der Konkremente in der eigenen Studie.

Die Entstehung von Kalziumkarbonatsteinen wird beim Pflanzenfresser durch eine alimentär bedingte Hypercalziurie im Zusammenhang mit dem für Herbivoren physiologischen, alkalischen Harn-pH (7-9,5) begünstigt (Weiss, 1999; Hesse und Neiger, 2007). Dies kann in der vorliegenden Arbeit nachvollzogen werden, da bei den Tieren mit nachgewiesenen Calcitsteinen zu annähernd 75 % (8 von 11) bezüglich des Harn-pH-Wertes keine Abweichung von der Norm vorgefunden wird. Zusammenhänge hinsichtlich einer nutritiven Ca-Übersorgung können aufgrund der überwiegend uneinheitlichen Fütterungsgewohnheiten und der im Rahmen der eigenen Studie nicht vorgesehenen Untersuchung der mineralischen Zusammensetzung des Urins bei den Patientenböcken nicht ermittelt werden.

Neben Calcitsteinen werden bei 5 Studienböcken Silikaturolithen (100% Silikat) nachgewiesen. Diese Steinart zählt laut Kinsley und Mitarbeitern (2013) nicht zu den bei kleinen Wiederkäuern häufig vertretenen Urolithen, kommen aber regelmäßig insbesondere bei extensiv gehaltenen Rindern vor (Parker, 1981; Rice und McMurray, 1981; Huntington und Emerick, 1984; Rosmini et al., 1988; Hesse et al., 1998; Gründer, 2006; Taube, 2006) und wurden auch bei Kameliden beschrieben (Kingston und Stämpfli, 1995; Gutierrez et al., 2002; Zanolari und Meylan, 2007).

6.4. Chirurgische Möglichkeiten bei persistierender Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer

Im Falle der am Tag 4 persistierenden Harnröhrenobstruktion bei den unter Punkt 5.13. erwähnten 6 Studienböcken handelt es sich ausnahmslos um Obstruktionen im Bereich der Flexura sigmoidea. Die Wiederherstellung des Harnabflusses hätte in diesen Fällen im Rahmen einer weiteren chirurgischen Intervention zur Umgehung der Flexura sigmoidea behoben werden können. Hierfür wären zwei in der Literatur beschriebene Operationsmethoden in Frage gekommen: zum einen die Marsupialisation der Blase (May et al., 1998; Fortier et al., 2004) zum anderen das Anlegen einer perinealen Harnröhrenfistel (Ewoldt et al., 2008).

Beide Möglichkeiten der Therapie werden mit den Patientenbesitzern der betroffenen Tiere besprochen, von diesen jedoch als Therapiemöglichkeit für ihre Tiere abgelehnt. Dies begründet sich teils auf bereits bestehenden Erfahrungen, teils auf Bedenken seitens der Besitzer im Hinblick auf einen erhöhten Pflegeaufwand.

Die Marsupialisation der Blase ist für viele Patientenbesitzer keine Alternative, da es zu einer Inkontinenz von Urin aus der Harnblase kommt (Tobias et al., 2011). Dies führt zu Uringeruch und Dermatitis im Bereich der Blasenöffnung am ventralen Abdomen. Zudem besteht bei Tieren mit Marsupialisation der Blase durch den direkten Zugang in die Blase eine erhöhte Zystitisneigung mit erhöhter Anfälligkeit für einen Prolaps des Organes nach außen (Ewoldt et al., 2008).

Auch die perineale Urethrostomie erzielt keine für Hobbyhalter akzeptablen Langzeit-Erfolge, da es in diesbezüglichen Studien bei 45-78 % nach dem Anlegen der perinealen Fistel innerhalb von 8 Monaten zu Narbenstrikturen kam (Van Weeren et al., 1987; Haven et al., 1993). Insgesamt sind die beim kleinen Wiederkäuer festzustellenden postoperativen Probleme (Gill et al., 2004; Ewoldt et al., 2008; Tobias et al., 2011) denjenigen beim Kleintier gleichzusetzen (Narbenstrikturen, wiederkehrende Obstruktionen, Zystitiden und Harninkontinenz bei Katzen nach perinealer Urethrostomie) und kommen wie in der Literatur beschrieben auch hier regelmäßig vor (Kusba und Lipowitz, 1982; Phillips und Holt, 2006; Ruda und Heiene, 2012). Diese Autoren führen insbesondere das Auftreten von Narbenstrikturen auf die sehr hohe Fehlerrate beim Anlegen einer perinealen Fistel zurück. Bei korrekter Durchführung einer perinealen Urethrostomie werden bei Katzen mittlere

Überlebenszeiten von 3-5 Jahren mit Komplikationsraten zwischen 0 und 7 % für das Auftreten von Narbenstrikturen angegeben (Wilson et al., 1971, Ruda und Heiene, 2012) und liegen damit weit niedriger als die Komplikationsraten, welche in der Literatur für das Anlegen perinealer Urethrostomien beim kleinen Wiederkäuer angegeben werden. Diese Diskrepanz liegt zum einen darin begründet, dass die chirurgische Therapie kleiner Wiederkäuer vornehmlich durch Nutztierpraktiker durchgeführt wird und zum anderen in der beim Nutztier haltungsbedingt sehr viel höheren Keimbelastung der Operationswunde. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Größenverhältnisse der zu behandelnden Tierarten und aufgrund der verfügbaren Techniken in der Nutztier- respektive der Kleintiermedizin ist eine gewisse filigrane sowie technische Überlegenheit der Kollegen in der Kleintiermedizin nicht von der Hand zu weisen. So tragen technische Verbesserungen in der Durchführung der PU beim kleinen Wiederkäuer zu einer deutlichen Verbesserung der Erfolgsrate bei (Tobias und van Amstel, 2012).

Diese Autoren beschreiben bei 11 Ziegen die Durchführung einer modifizierten proximalen perinealen Urethrostomie (MPPU), welche das beschriebene Komplikationsrisiko reduzieren und damit die Langzeitprognose verbessern soll. Hierbei wird die von Wilson und Harrison (1971) bei männlichen Katzen mit Harnabsatzstörung beschriebene perineale Urethrostomie wie folgt für die Anatomie des Wiederkäuerpenis modifiziert: Ausgehend von einer gedachten Linie zwischen den beiden Sitzbeinhöckern wird etwa 2 cm unterhalb des Anus eine 6-8 cm nach ventral geführte Inzision in der Mitte der Analregion vorgenommen. Durch Palpation wird der Penis lokalisiert und freipräpariert. Danach erfolgt die Durchtrennung des Penis am kaudalsten Ende der proximalen Flexura sigmoidea (etwa 4-8 cm unterhalb des Beckens). Im Anschluss wird der proximal der Durchtrennungslinie gelegene Penisabschnitt vom Untergrund bis auf Höhe des Sitzbeins freipräpariert und nach dorsal mobilisiert. Anschließend wird ein etwa 2 cm langer Längsschnitt durch die Harnröhre vorgenommen und deren Mukosa mit der umgebenden Haut vernäht. Durch diese Operationstechnik mit großflächiger Mobilisation des durchtrennten Penis, Längsinzision der Urethra und anschließendem Vernähen von Mukosa und äußerer Haut auf einer Länge von 2 cm kann in dieser Fallstudie das Risiko der Narbenstriktur im Vergleich zur herkömmlichen perinealen Urethrostomie auf längere Sicht gesenkt werden (bei 9 von 11 operierten Böcken ist die modifizierte Fistel nach über 12

Monaten noch intakt). Dies beruht laut Tobias und van Amstel (2012) auf der durch die MPPU im Idealfall erzielten besseren Ableitung des Urinstrahles, was zusätzlich das Risiko der Dermatitis im unmittelbaren Bereich der Fistel und an den Hinterbeinen senkt. Um diese Tendenz statistisch abzusichern, wären künftige Studien beim kleinen Wiederkäuer mit einer größeren Fallzahl notwendig.

Im Zusammenhang mit der Ausbildung einer nekrotisierenden Entzündung im Bereich des Stomas nach Anlegen einer perinealen Fistel bei einem Ziegenbock beschreiben Gill und Sod (2004) die erfolgreiche Implantation von Backenschleimhaut zur chirurgischen Rekonstruktion der im Fistelbereich nekrotisch veränderten Harnröhre.

Nekrosen und Entzündungen im Bereich einer perinealen Fistel werden auch in der Kleintiermedizin als Ursachen für das Entstehen von Narbenstrikturen bzw. Komplikationen nach PU angesehen (Smith, 2002). Hinsichtlich der nach einer Operation auftretenden Wundheilung kommt es in jedem Falle zu einer Kontraktion der Wundränder, welche beim Anlegen einer PU mitberücksichtigt werden muss (Kusba und Lipowitz, 1982). Neben dem bereits oben diskutierten technischen Anspruch an den Chirurgen beim Anlegen einer PU ist ein möglicher Grund für die große Diskrepanz der Erfolgsrate einer PU beim kleinen Wiederkäuer im Entzündungstyp dieser Tierart zu sehen. Während Hund und Katze dem serösen Entzündungstyp zuzuordnen sind, liegt beim Wiederkäuer der fibrinöse Entzündungstyp vor (Voigt, 2004). Die massive Ausschüttung von Fibrin im Bereich des operativ verursachten Insultes des Gewebes führt beim kleinen Wiederkäuer aufgrund der bei dieser Tierart höheren Fibrinogenkonzentration im Blut (Mischke, 2014) zu einer sehr viel schnelleren und umfassenderen Adhäsion im Bereich der PU-Stelle als dies beim Kleintier der Fall ist. Durch diese Adhäsionen im Bereich der Wundränder ist sehr viel häufiger mit einer Strikture des PU-Stomas zu rechnen als dies beispielsweise bei der Katze der Fall ist. Das Austreten von Fibrin kann zwar durch vorsichtige Operationstechnik minimiert, jedoch nicht vollständig verhindert werden, so dass die Komplikationsrate im Sinne einer Narbenstriktur beim kleinen Wiederkäuer unabhängig von der operativen Vorgehensweise höher sein wird als in der Kleintiermedizin.

6.5 Schlussfolgerungen

Während in der Vergangenheit durchgeführte Studien eine retrospektive Auswertung der jeweiligen in einem gewissen Zeitraum behandelten Patienten darstellen, wird in der hier vorgelegten Arbeit erstmalig der Versuch unternommen, anhand einer prospektiven klinischen Studie zu ermitteln, ob die technisch und operativ elegante Methode der laparoskopischen Katheterzystostomie mit derjenigen im Rahmen einer Laparotomie durchgeführten vergleichbar ist. Anhand der Ergebnisse der eigenen Studie kann geschlossen werden, dass beide genannten Operationsmethoden zur Katheterzystostomie als gleichwertig anzusehen sind und die Auswahl des chirurgischen Verfahrens zur temporären Urinableitung ohne Auswirkung für den kurz- bzw. mittelfristigen Erfolg (Wiederherstellung des Harnabsatzes per vias naturales) zu sein scheint. Unabhängig hiervon sollten bei der Wahl der Operationsmethode sowohl die persönlichen Fähigkeiten des Chirurgen, der höhere technische Aufwand für die Endoskopie als auch die bei Vorliegen von Urolithen in der Blase notwendige Zystostomie Berücksichtigung finden. Tendenziell ist der Heilungserfolg davon abhängig, ob während des Zeitraumes der Urinableitung über den Blasenkatheter eine Rekanalisation der Harnröhre (Abschwellen der Urethral Schleimhaut, spontaner Abgang oder Ausspülen von Konkrementen) erfolgen kann. Bei persistierender Obstruktion war die Passagebehinderung in der eigenen Studie ausnahmslos im Bereich der Flexura sigmoidea lokalisiert. In diesen Fällen ist zur Therapie ein erneutes chirurgisches Eingreifen (beispielsweise durch Anlegen einer MPPU) unumgänglich. In diesen Fällen ist der Einsatz bildgebender Verfahren (Sonographie, Kontrastmittelröntgen) unbedingt notwendig, um den genauen Sitz der verbliebenen Konkremeente oder der vorhandenen Abflussstörung zu ermitteln. Besteht eine Verlegung des pelvinen Urethra-Anteils oder sind im Rahmen des Kontrastmittelröntgens Defekte im Bereich der Umschlagsstelle der Urethra am Arcus ischiadicus festzustellen, so kann mittels einer perinealen Fistel kein Urinabfluss geschaffen werden und es bleibt als einzige Möglichkeit der Therapie die Durchführung einer Marsupialisation der Blase.

Die perkutane Katheterzystostomie stellt somit das Mittel der Wahl bei Patienten mit Verlegung der distalen Urethralabschnitte dar. In diesen Fällen ermöglicht der implantierte Katheter sowohl eine anterograde Urethralspülung zur Entfernung der

Konkremente aus der distalen Urethra als auch die Durchführung einer Zystourethrographie mit gegebenenfalls notwendiger Doppelkontrastdarstellung der Blasenwand. Um den konkreten Sitz und die Qualität der Obstruktion vor der Durchführung einer Therapie zu kennen, sind die bildgebenden Verfahren der Sonographie und des Kontrastmittelröntgens essentiell. Die beiden bildgebenden Verfahren ermöglichen die Diagnostik der Art der Urethraobstruktion (Narbenstriktur oder Urolith), der Anzahl vorhandener Harnsteine und der genauen Lokalisation der Obstruktion. Bei einer Verlegung der Urethra in ihren proximalen Abschnitten (Bereich der Flexura sigmoidea) mit einem oder mehreren Urolith(en) scheint trotz aller negativer Aspekte eher das Anlegen einer Harnröhrenfistel indiziert zu sein, da im proximalen Bereich der Urethra lokalisierte Harnsteine nicht anterograd ausgespült werden können. Somit stellt die Bildgebung ein unverzichtbares Diagnostikum hinsichtlich der Prognose für das Tier und der Beratung des Patientenbesitzers über mögliche Therapiemaßnahmen dar.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Zielsetzung

Zur Behandlung der Harnabsatzstörung bei obstruktiver Urolithiasis scheint die transabdominale Katheterimplantation via Laparotomie gegenwärtig die Methode der Wahl zu sein. In der vorgelegten Studie sollte daher die Vergleichbarkeit dieser Methode mit dem minimalinvasiven, endoskopischen Einbringen eines Blasenkatheters ermittelt werden. Besondere Berücksichtigung sollten hierbei die präoperative Harnblasensonographie sowie die röntgenologische Kontrastmitteldarstellung von Blase und Urethra finden. Die kurz- und mittelfristigen Heilungsraten beider Operationstechniken wurden in einer prospektiven klinischen Studie verglichen.

Material und Methoden

Es wurden 25 Schaf- und Ziegenböcke mit Ischurie und labordiagnostisch ermittelter Azotämie in die Studie eingeschlossen. Dabei wurden randomisiert jeweils 13 Tiere auf die Kontrollgruppe (Einsetzen eines Ballonkatheters in die Blase im Rahmen einer Laparotomie) und 12 Böcke auf die Versuchsgruppe (endoskopisch gestütztes Einbringen eines Blasenkatheters) verteilt. Bei der Erstvorstellung der Tiere erfolgte eine sonographische Untersuchung der Harnblase in horizontaler und vertikaler Anschallung im rechten Inguinalspalt (Mindray M5, Konvexsonde 5-6 MHz). Am Tag der Operation und an den Folgetagen erhielten die Patienten 8000 I.E. Penicillin und 10.000 I.E. Dihydrostreptomycin/kg KGW oder 30.000 I.E. Procain-Penicillin/kg KGW (insgesamt 10 Tage) sowie 40 mg Metamizol-Natrium/kg KGW und 0,32 mg Butylscopolaminiumbromid/kg KGW (bis zur Katheterentfernung am Tag 7). Die ersten drei Tage nach dem Eingriff blieb der Katheter kontinuierlich geöffnet; am vierten Tag post operationem erfolgte der erste Versuch, die Urethra über den Blasenkatheter zu spülen (200 ml einer 0,05 %igen Jod-PVP-Lösung). War dies möglich, wurde der Katheter für 3 Stunden verschlossen. Die Zeitspanne, in jener der Katheter verschlossen blieb, wurde im Anschluss täglich um 3 Stunden verlängert (5. Tag post OP 6 Stunden, 6. Tag post OP 9 Stunden, 7. Tag post OP 12 Stunden). Zeigten die Patienten bei für 12 Stunden verschlossenem Katheter keine Schmerzäußerungen und war innerhalb dieser Zeitspanne ein Urinabsatz per vias naturales möglich, wurde

der Katheter entfernt. War kein Urinabsatz zu erreichen, wurden die Böcke zur weiteren Diagnostik mittels Zystourethrographie untersucht und je nach Besitzerwunsch entsprechend der therapeutischen Möglichkeiten weiter behandelt. Patienten mit wiederhergestelltem physiologoschen Urinabfluss wurden nach weiteren drei Tagen stationären Aufenthaltes (insgesamt 10 Tage Klinikaufenthalt) als kurzfristig geheilt entlassen. Sechs Monate nach der Entlassung erfolgte eine telefonische Nachfrage zur Klärung wie die weitere Entwicklung des Patienten nach der Entlassung verlaufen war.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die eingangs erhöhten Plasma-Harnstoffwerte sanken post operationem unter Infusionstherapie (5 Liter isotone 0,9 %ige NaCl-Lösung) in der Kontrollgruppe im Mittel nach $3,4 \pm 2,2$ Tagen ($\xi \pm s$) unter $5,5$ mmol/l. In der Versuchsgruppe vergingen durchschnittlich $2,8 \pm 1,2$ Tage ($\xi \pm s$) bis der Harnstoffgehalt im Blutplasma den Referenzbereich erreicht hatte. Bezüglich der Entwicklung der Harnstoffkonzentration konnte mit $p < 0,0001$ eine hochsignifikante Änderung über die Zeit ermittelt werden. Die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Zeit war mit $p = 0,172$ ebenfalls nicht signifikant. Tendenziell entstand der Eindruck, dass die Harnstoffgehalte der Tiere in der Versuchsgruppe rascher sanken als in der Kontrollgruppe.

Postoperativ sank in der Kontrollgruppe der Kreatiningehalt im Blutplasma innerhalb von durchschnittlich $1,4 \pm 1,0$ ($\xi \pm s$) Tagen in den Referenzbereich von unter 110 μ mol/l. In der Versuchsgruppe war der Kreatinin-Referenzbereich im Plasma im Mittel nach $1,9 \pm 0,8$ Tagen ($\xi \pm s$) erreicht. Statistisch konnte ähnlich der Entwicklung der Harnstoffwerte in beiden Gruppen über die Zeit eine hochsignifikante Änderung der Kreatininkonzentrationen nachgewiesen werden ($p < 0,0001$).

Die sonographische Vermessung der Blasendurchmesser (Kontrollgruppe: längs $11,8 \pm 2,8$ cm; quer $9,3 \pm 2,5$ cm; [$\xi \pm s$]; Versuchsgruppe: längs $11,9 \pm 1,8$ cm; quer $10,1 \pm 2,0$ cm; [$\xi \pm s$]) und die Berechnung der Blasenvolumina (Kontrollgruppe: $621,3$ ml $\pm 394,6$ ml; Versuchsgruppe: $682,7$ ml $\pm 293,3$ ml; [$\xi \pm s$]) erbrachten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Qualitativ zeigte sich bei den Patienten der Studie unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit ein weitgehend homogenes Bild (Zystitiden, Hinweise auf das Vorhandensein von Konkrementen).

Von den insgesamt 22 in die statistische Auswertung eingeschlossenen Schaf- und Ziegenböcken konnten 16 Tiere protokollgemäß am 10. Tag als geheilt entlassen werden (kurzfristige Heilungsrate). Davon verteilten sich 8 Tiere auf die Laparotomiegruppe (n=10) und 8 Böcke auf die Endoskopiegruppe (n=12). Die geschätzte Erfolgsrate beträgt somit bezüglich der Versuchsgruppe 66,7 % (95 % Konfidenzintervall zwischen 34,9 und 90,1 %). Die Ergebnisse der Kontrollgruppe resultierten in 80 % kurzfristiger Erfolgsrate mit einem 95% Vertrauensbereich zwischen 44,4 und 97,5 %. Von den übrigen 8 Böcken, welche nicht in den Heimatbestand entlassen werden konnten, wurde bei 2 Böcken eine Zystourethrographie durchgeführt. Bei beiden Böcken zeigten sich Füllungsdefekte im Bereich der proximalen Flexura sigmoidea ausgelöst durch einen bzw. mehrere Urolithen.

Im Rahmen der Langzeiterhebungen zu den geheilten Böcken waren sechs Monate nach Entlassung noch 11 Tiere am Leben. Diese verteilten sich mit 5 Tieren auf die Versuchsgruppe und mit 6 Tieren auf die Kontrollgruppe. Dies resultiert in einer geschätzten mittelfristigen Erfolgsrate von 41,7 % in der Versuchsgruppe mit einem 95 % Konfidenzintervall zwischen 15,2 % und 72,3 %. Für die Kontrollgruppe wurden entsprechend eine mittelfristige Erfolgsrate von 60 % mit einem 95 % Konfidenzintervall zwischen 26,2 % und 87,8 % ermittelt.

Die Auswertung des Schmerz-Scores zeigte keinen statistisch signifikanten Gruppenunterschied ($p = 0,77$). Die Entwicklung des Schmerzscores zeigte jedoch eine statistisch hochsignifikante globale Abnahme des Schmerzscores in beiden Gruppen ($p < 0,0001$). Es bestand tageszeitabhängig ein signifikanter Einfluss des Untersuchungszeitpunktes ($p = 0,045$) und eine mit $p = 0,0006$ statistisch signifikant raschere Abnahme der Schmerzscore-Werte in der Laparoskopiegruppe.

In dieser Arbeit konnte erstmalig gezeigt werden, dass die laparoskopische der laparotomischen Zystotomie mit Einbringen eines Ballonkatheters in die Blase zur Therapie der obstruktiven Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer gleichwertig

erscheint. Hinsichtlich der kurz- und mittelfristigen Erfolgsraten konnten keine Unterschiede ermittelt werden.

Unter optimalen Bedingungen (mit uneingeschränkter Besitzer-Compliance) wären jedoch sowohl ein umfangreicheres diagnostisches Repertoire (Röntgen, Sonographie, etc.) als auch weitere chirurgische Interventionsmöglichkeiten (MPPU, BMG-Transplantation) gegeben.

8 SUMMARY

Objectives

Transabdominal tube cystotomy via laparotomy seems to be the method of choice for surgery of obstructive urolithiasis in small ruminants. The aim of this study therefore was to determine the comparability of this method with a minimally invasive, endoscopic catheter implantation. Short- and intermediate term success rates of both methods were examined by means of a prospective clinical trial. Diagnostic measures emphasized on preoperative sonography of the urinary bladder as well as on contrast radiography of the urinary bladder and urethra.

Material and methods

A total of 25 sheep and goat rams with diagnosed ischuria and azotemia were used for this study. Animals were randomly divided into control (laparotomy, n = 13) and test group (laparoscopy; n = 12). Preoperatively, horizontal and vertical sonography of the urinary bladder was performed (Mindray M5, convex probe 5-6 MHz). Patients received 8.000 I.E. Penicillin and 10.000 I.E. Dihydrostreptomycin / kg body mass (kg BM) or 30.000 I.E. Procain Penicillin / kg BM respectively for 10 days. Spasmoanalgetics (40 mg Metamizol-Sodium / kg BM and 0.32 mg Butylscopolaminbromid / kg BM) were given until removal of the catheter on day 7. The first 3 days after surgery urination was ensured by continuous urine outflow via the catheter. On day 4, urethral flushing with 200 ml of 0.05 % iodine solution via the catheter was attempted. If normal urine outflow via the urethra could be achieved, the catheter was blocked for 3 hours. The following days the duration of catheter blockage was prolonged to 6, 9 and 12 hours each day. If there were no signs of discomfort and if urination was normal, the catheter was removed. If physiologic urination could not be reestablished, further diagnostics (i.e. cystourethrography) were performed to check for additional therapeutic possibilities. In rams with physiological urination, dismissal from the clinic was performed on day 10 as clinically restored. A check up after 6 months via phone was done to obtain data for intermediate term survival.

Results and conclusions

Initially elevated plasma BUN were reduced after surgery and infusion of 5 liters of isotonic (0.9 %) sodium chloride solution after 3.4 ± 2.2 days in the control and after 3.2 ± 1.2 days in the test group. A highly significant reduction of plasma BUN over time could be shown ($P < 0.0001$). No statistically significant interaction between group and time could be detected ($P = 0.172$). Nevertheless, there was a tendency towards a more rapid reduction of plasma BUN in the test group.

Reference ranges concerning plasma creatinine levels after surgery could be achieved within 1.4 ± 1.0 days in the control and 1.9 ± 0.8 days in the test group. Similar to the development of plasma BUN values, a statistically highly significant reduction of plasma creatinine values in both groups could be determined ($P < 0.0001$).

Sonographic morphometry concerning urinary bladder diameters (controls: longitudinal 11.8 ± 2.8 cm; vertical 9.3 ± 2.5 cm; [$\xi \pm s$]; test group: longitudinal 11.9 ± 1.8 cm; vertical 10.1 ± 2.0 cm; [$\xi \pm s$]) and calculation of urinary bladder volumes (controls: $621.3 \text{ ml} \pm 394.6 \text{ ml}$; test group: $682.7 \text{ ml} \pm 293.3 \text{ ml}$; [$\xi \pm s$]) revealed no statistically significant differences between the groups.

Qualitative sonographic assessments of the urinary bladders mainly resulted in the diagnoses cystitis with the presence of concrements.

Sixteen of 22 small ruminants that were included into the statistical analysis, could be dismissed from the clinic at day 10 as described in the study design. Those 16 animals were evenly distributed to the control and the test group. The estimate success rate for the test group therefore is 66,7 % (95 % confidence interval (CI) between 34.9 and 90.1 %). For the control group a success rate of 80 % with CI between 44.4 and 97.5 % was calculated.

Of those 8 rams, which could not be dismissed from the clinic, 2 were transferred to cystourethrography. In both, filling defects in the proximal flexura sigmoidea resulting from obstructive urolithiasis could be seen.

Intermediate term follow-up 6 months after dismissal from the clinic showed that 11 bucks were still alive. With 5 animals deriving from the test group and 6 animals from the control group, the estimate intermediate term success rate results in 41.7 % in the

test group (95 % CI between 15.2 and 72.3 %). For the control group the intermediate success rate was 60 % with 95 % CI between 26.2 % and 87.8 %.

Data analysis concerning pain score (PS) revealed no statistically significant difference between the groups ($P = 0.77$). Nevertheless, PS-development showed a statistically highly significant global decrease within both groups ($P < 0.0001$). Depending on the time of day, a significant influence of time of examination ($P = 0.045$) and a significantly faster decrease of PS values were seen within the laparoscopy group ($P = 0.0006$).

Summary

Study results indicate that laparoscopy and laparotomy assisted tube cystostomy seem to be equally suited for therapy of obstructive Urolithiasis in small ruminants. Regarding short- and intermediate term success rates no statistically significant differences could be determined.

Unrestricted compliance of the owner provided, further diagnostic (radiographs, sonography, etc.) as well as therapeutic measures (MPPU, BMG-transplantation) are available.

Literaturliste

1. Alef M, Burger M, Göbel T, Höhner F, Kästner S, Potschka H, Tacke S (2010): Empfehlungen für die Schmerztherapie bei Kleintieren. ITIS: 6-8.
2. Althof S, Kindler J, Heintz R (2005): Diagnostische Bewertung der verschiedenen Sedimentbestandteile. In: Althof S, Kindler J: Das Harnsediment, 7. Aufl., Thieme-Verlag, Stuttgart, New York, Delhi, Rio, 22-24.
3. Barakat MZ, el-Guindi MM (1968): Biochemical analysis of normal goat urine. Zentralbl Veterinärmed A 15: 60-68.
4. Bauer J, Matzke P, Gränzer W, Burgkart M (1971): Versuche zur Urolithiasis-Prophylaxe bei der Intensivmast von Lämmern. (Prevention of ureteral calculi in intensively fattened lambs). Berl Munch Tierärztl Wochensh 84: 477-481 (Abstract)
5. Behrens H, Ganter M, Hiepe T (2001): Urolithiasis. In: Ganter M: Lehrbuch der Schafkrankheiten, 4. Aufl., Parey-Buchverlag, Stuttgart, Berlin, 37-40.
6. Bostedt H, Dedié K (1996): Harnsteine. In: Bostedt H; Dedié K: Schaf- und Ziegenkrankheiten, 2. Aufl., Ulmer-Verlag, Stuttgart, 371-377.
7. Braun U, Jacquat D, Steininger K (2013): Ultrasonographic examination of the abdomen of the goat. II. Liver, spleen, urinary tract and greater omentum. Schweiz Arch Tierh 155: 185-195.
8. Braun U, Schefer U, Föhn J (1992): Urinary tract ultrasonography in normal rams and in rams with obstructive urolithiasis. Can Vet J 33: 654-659.
9. Cockcroft PD (1993): Dissolution of obstructive urethral uroliths in a ram. Vet Rec 132: 486.
10. Constable PD (2014): Bovine cystitis and pyelonephritis. Merck Manual; http://www.merckvetmanual.com/mvm/urinary_system/infectious_diseases_of_the_urinary_system_in_large_animals/bovine_cystitis_and_pyelonephritis.html
11. Davidson EB, Ritchey JW, Higbee RD, Lucroy MD, Bartels KE (2004): Laser lithotripsy for treatment of canine uroliths. Vet Surg 33: 56-61.
12. Duesterdieck-Zellmer KF (2007): Equine Urolithiasis. Vet Clin Equine 23: 613-629.
13. Dühlmeier R, Zibell G, von Altröck A, Roth C, Schröder C, Thies K, Ganter M (2007): Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer–Behandlungsmethoden und klinische Rekonvaleszenz. Tierärztl Prax 35 (G): 175-182.

14. Ewoldt JM, Anderson DE, Miesner MD, Saville WJ (2006): Short- and long-term outcome and factors predicting survival after surgical tube cystotomy for treatment of obstructive urolithiasis in small ruminants. *Vet Surg* 35: 417-422.
15. Ewoldt JM, Jones ML, Miesner MD (2008): Surgery of obstructive urolithiasis in ruminants. *Vet Clin Food Anim* 24: 455-465.
16. Fazili MR, Malik HU, Bhattacharyya HK, Buchoo BA, Moulvi BA, Makhdoomi DM (2010): Minimally invasive surgical tube cystotomy for treating obstructive urolithiasis in small ruminants with intact urinary bladder. *Vet Rec* 166: 528-532.
17. Förster D (1988): Urolithiasis beim Schaf. *Prakt Tierarzt* 5: 31-38.
18. Fortier LA, Gregg AJ, Erb HN, Fubini SL (2004): Caprine obstructive urolithiasis: requirement for 2nd surgical intervention and mortality after percutaneous tube cystotomy, surgical tube cystotomy, or urinary bladder marsupialisation. *Vet Surg* 33: 661-667.
19. Franz S, Dadak AM, Schöffmann G, Coppens P, Khol JL, Baumgartner W, Dupre J (2008): Laparoscopic-assisted implantation of urinary catheter in male sheep. *J Am Vet Med Assoc* 232: 1857-1862.
20. Gasse H (1999): Männliche Geschlechtsorgane. In Nickel R, Schummer A, Seiferle E; *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band II*, Parey-Verlag, Stuttgart, 376-382.
21. George JW, Hird DW, George LW (2007): Serum biochemical abnormalities in goats with uroliths: 107 cases (1992-2003). *J Am Vet Med Assoc* 230: 101-106.
22. Gill MS, Sod GA (2004): Buccal mucosal graft urethroplasty for reversal of a perineal urethrostomy in a goat wether. *Vet Surg* 33: 382-385.
23. Grünberg W, Preisinger A (1969): Magnesium-haltiger Calcit in tierischen Harnkonkrementen. *Naturwissenschaften* 10: 518-519.
24. Gründer HD (2006): Krankheiten von Harnleiter, Harnblase und Harnröhre. In: Dirksen G, Gründer HD, Stöber M.: *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. Parey, Berlin, 719-736.
25. Gauthier O, Holopherne-Doran D, Gendarme T, Chebroux A, Thorin C, Tainturier D, Bencharif D (2014): Assessment of postoperative pain in cats after ovariectomy by laparoscopy, median celiotomy, or flank laparotomy. *Vet Surg* 9999: 1-8.
26. Gutierrez C, Corbera JA, Doreste F, Padron TR, Morales M (2002): Silica urolithiasis in the dromedary camel in a subtropical climate. *Vet Res Comm* 26: 437-442.

27. Gutierrez C, Escolar E, Juste MC, Palacios MP, Corbera JA (2000): Severe urolithiasis due to trimagnesium orthophosphate calculi in a goat. *Vet Rec* 146: 534.
28. Gutierrez C, Padron M, Banares A, Palacios MP (1999): Urinary Retention in two male dromedaries due to silica uroliths. *J Vet Med A* 46: 523-526.
29. Haven ML, Bowman KF, Engelbert TA, Blikslager AT (1993): Surgical management of urolithiasis in small ruminants. *Cornell Vet* 83: 47-55.
30. Hay L (1990): Prevention and treatment of urolithiasis in sheep. *In Practice* 12: 87-91.
31. Hesse A (2010b): Risikofaktoren der Harnsteinbildung bei Kleintieren. *Animal Stone Letter*, 4:2/2010
32. Hesse A, Molt K (1982): The technic of infrared spectroscopy analysis of urinary calculi. *J Clin Chem Clin Biochem* 20: 861-873.
33. Hesse A, Neiger R (2007): Harnsteine beim Kaninchen. In: *Harnsteine bei Kleintieren*. Enke Verlag, 152-160.
34. Hesse A, Steffes HJ, Graf C (1998): Pathogenetic factors of urinary stone formation in animals. *J Anim Physiol Anim Nutr* 80: 108-119.
35. Huntington GB, Emerick RJ (1984): Oxalate urinary calculi in beef steers. *Am J Vet Res* 45: 180-182.
36. Iselin U, Lischer CJ, Braun U, Steiner A (2001): Zystotomie mit und ohne temporärer Implantation eines präpubikalen Ballonkatheters zur Behandlung der obstruktiven Urolithiasis beim kleinen Wiederkäuer: eine retrospektive Studie. *Wien Tierärztl Mschr* 88: 39-45.
37. Karpenstein H, Klumpp S, Seyrek-Intas D, Kramer M (2011): Sonographie bei Erkrankungen des Harntrakts von Hund und Katze. *Tierärztl Prax* 39: 281-288.
38. Kienzle E, Schuknecht A, Meyer H (1991): Influence of food composition on the urine pH in cats. *J Nutr* 121: 87-88.
39. Kingston JK, Stämpfli HR (1995): Silica Urolithiasis in a male llama. *Can Vet J* 36: 767-768.
40. Kinsley MA, Semevolos S, Parker JE, Duesterdieck-Zellmer K, Huber M (2013): Use of plain radiography in the diagnosis, surgical management, and postoperative treatment of obstructive urolithiasis in 25 goats and 2 sheep. *Vet Surg* 42: 663-668.
41. Kock RA (1985): Obstructive urethral calculi in the male camel: report of two cases. *Vet Rec* 117: 494-496.

42. Krametter, R (2002): Merkblatt Obstruktive Urolithiasis beim Schaf. <http://wdk.vu-wien.ac.at>
43. Kümper H (1994): Urolithiasis bei Schaf- und Ziegenböcken-Klinisches Bild, Therapiemöglichkeiten und prognostische Beurteilung. Tierärztl Praxis 22: 234-241.
44. Kusba JK, Lipowitz AJ (1982): Repair of Strictures Following Perineal Urethrostomy in the cat. J Am Anim Hosp Assoc 18: 308-310.
45. Larson BL (1996): Identifying, treating, and preventing bovine urolithiasis. Vet Med 91: 366-377.
46. Larsen RS, Cebra CK, Wild MA (2000): Diagnosis and treatment of obstructive urolithiasis in a captive Rocky Mountain wapiti (*Cervus elaphus nelson*). J Zoo Wildl Med. 31: 236-239.
47. Lonsdale K (1968): Epitaxy as a growth factor in urinary calculi and gallstones. Nature 217: 56-58.
48. May KA, Moll HD, Wallace LM, Pleasant RS, Howard RD (1998): Urinary bladder marsupialization for treatment of obstructive urolithiasis in male goats. Vet Surg 27: 583-588.
49. McLaughlin BG, Evans NC (1989): Urethral obstruction in a male llama. J Am Vet Med Assoc 195: 1601-1602.
50. Miranda M, Rigueira L, Suarez ML, Carbajales P, Moure P, Fidalgo LE, Failde D, Vazquez S (2010): Xanthine Nephrolithiasis in a Galician Blond Beef Calf. J Vet Med Sci 72: 921-923.
51. Mischke R (2014): Hämostase. In: Moritz A.: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 7. Auflage, Schattauer, Stuttgart, 230-232.
52. Moritz A, Schwendenwein I, Kraft W (2014): Harnapparat. In: Moritz A.: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 7. Auflage, Schattauer, Stuttgart, 423-467.
53. Neumann RD, Ruby AL, Ling GV, Schiffman P, Johnson DL (1994): Ultrastructure and mineral composition of urinary calculi from horses. Am J Vet Res 55: 1357-1367.
54. Nwaokorie EE, Osborne CA, Lulich JP, Fletcher TF, Ulrich LK, Koehler LA, Buettner MT (2015): Risk factors for calcium carbonate urolithiasis in goats. J Am Vet Med Assoc 247: 293-299.
55. Oehme FW, Tillmann H (1965): Diagnosis and treatment of ruminant urolithiasis. J Am Vet Med Assoc 147: 1331-1339.

56. Osborne CA, Kruger J M (1984): Initiation and growth of uroliths. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 14: 439-454.
57. Osborne CA, Polzin D J, Abdullahi S U, Leininger J R, Clinton C W, Griffith D P (1985): Struvite urolithiasis in animals and man: formation, detection and dissolution. *Adv Vet Sci Comp Med* 29: 1-101.
58. Osborne CA, Oldroyd NO, Clinton CW (1986): Etiopathogenesis of uncommon canine uroliths. Xanthine, carbonate, drugs and drug metabolites. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 16: 217-225
59. Palmer JL, Dykes NL, Love K, Fubini SL (1998): Contrast radiography of the lower urinary tract in the management of obstructive Urolithiasis in small ruminants and swine. *Vet Radiol Ultrasound* 39: 175-180.
60. Parker BNJ (1981): Urolithiasis in calves and lambs. *Vet Rec* 108: 545-546.
61. Pearce SG, Dearo AC, Howard BE, Brisson BA (2003): Management of obstructive urolithiasis and concurrent urethral rupture in a goat. *Aust Vet J* 81: 268-270.
62. Peeters P, Colle I, Sennesael J, Verbeelen D (2001): Relapsing ascites and uremia due to urinary bladder leakage. *Eur J Intern Med* 12: 60-63.
63. Penninck DG (2002): Artifacts. In: Nyland TG, Mattoon JS: *Small animal diagnostic ultrasound*. Second Edition, Saunders, St. Louis, Missouri, 19-29.
64. Phillips H, Holt DE (2006): Surgical Revision of the Urethral Stoma Following Perineal Urethrostomy in 11 Cats: (1998-2004). *J Am Anim Hosp Assoc* 42: 218-222.
65. Pineda MH, Dooley MP (1991): Effect of method of seminal collection on the retrograde flow of spermatozoa into the urinary bladder of rams. *Am J Vet Res* 52: 307-313.
66. Rakestraw PC, Fubini SL, Gilbert RO, Ward JO (1995): Tube cystostomy for treatment of obstructive urolithiasis in small ruminants. *Vet Surg* 24: 498-505.
67. Rappold, S (2001): Vergleichende Untersuchungen zur Urolithiasis bei Kaninchen und Meerschweinchen. Diss. med. vet. Hannover
68. Reuter H, Raible A (2014): Der suprapubische Blasenkatheter. *Dtsch Med Wochenschr* 139: 2153-2155.
69. Reynolds RN (1982): Urolithiasis in a wild red deer (*Cervus elaphus*) population. *N Z Vet J* 30: 25-26.
70. Rice DA, McMurray CH (1981): Urolithiasis in calves. *Vet Rec* 109: 88.

71. Rosmini R, Marocchio L, Morelli A (1988): Urolithiasis und Nephrocalcinose beim Jungbullen. *Prakt Tierarzt* 7: 14-16.
72. Rutgers C, Stevenson A (2006): Urolithiasis beim Hund: Diätetische Behandlung. In: Pibot P, Biourge V, Elliot D: *Enzyklopädie der klinischen Diätetik des Hundes*. Royal Canin, http://www.ivis.org/advances/rc_de/A4509.0608.DE.pdf?LA=5: 303-330.
73. Ruda L, Heiene R (2012): Short- and long-term outcome after perineal urethrostomy in 86 cats with feline lower urinary tract disease. *J Small Anim Pract* 53: 693-698.
74. Scott P (2000): Ultrasonography of the urinary tract in male sheep with urethral obstruction. In *Pract* 22: 329-333.
75. Scott P (2013): Transabdominal Ultrasonographic Examination of 26 Sheep with Suspected Urinary Tract Disease (2010-2012). *J Vet Sci Med Diagn* 2:1. doi: <http://dx.doi.org/10.4172/2325-9590.1000107>.
76. Sinclair MD (2003): A review of the physiological effects of α 2-agonists related to the clinical use of medetomidine in small animal practice. *Can Vet J* 44: 885-897.
77. Streeter RN, Washburn KE, McCauley CT (2002): Percutaneous tube cystostomy and vesicular irrigation for treatment of obstructive urolithiasis in a goat. *J Am Vet Med Assoc* 221: 546-549.
78. Smith MC, Sherman DM (1994): Urinary System. In: Smith MC, Sherman DM, *Goat Medicine*. First Edition, Wiley-Blackwell, Iowa, USA, 387-409.
79. Sutherland-Smith J (2008): Bladder and Urethra. In: Penninck, D, d'Anjou MA, *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. First Edition, Willey-Blackwell, Iowa, USA, 365-383.
80. Talos V, Simon D, Tillschneider I, Bugari P, Pop P (1970): Urolithiasis bei Mastlämmern. *Monatsh Vet Med* 26: 139-142.
81. Taube (2006): Untersuchungen zum Phosphor-Haushalt von Mastbullen bei Variation des Rohfasergehaltes in der Ration und Einsatz von Calciumchlorid. *Diss. med. vet. Hannover*
82. Tillmann H, Oehme FW (1964): Harnsteine beim männlichen Rind. *Berl Münch Tierärztl Wschr* 77: 61-66.
83. Tobias KM, Van Amstel SR (2013): Modified proximal perineal urethrostomy technique for treatment of urethral stricture in goats. *Vet Surg* 42: 455-462.
84. Van Metre D (2004): Urolithiasis. In: *Farm Animal Surgery*. Fubini SL, Ducharme NG: Part IV Sheep and Goat surgery. Saunders: 534-547.

85. Van Metre DC, Fubini SL (2006): Ovine and caprine urolithiasis: another piece of the puzzle. *Vet Surg* 35: 413-416.
86. Van Weeren R, Klein WR, Voorhout G (1987): Urolithiasis in small ruminants I. A retrospective evaluation of urethrostomy. *Veterinary Quarterly* 9: 76-79.
87. Van Weeren R, Klein WR, Voorhout G (1987): Urolithiasis in small ruminants II. Cysto-urethrography as a new aid in diagnosis. *Veterinary Quarterly* 9: 79-83.
88. Voigt D (2004): Studie zur Wirksamkeit von Finadyne RP zur unterstützenden Behandlung bei fieberhaften Puerperalstörungen des Rindes. Dissertation FU Berlin.
89. Weichselbaum RC, Feeney DA, Jessen CR, Osborne CA, Dreytser MS, Holte J (1999): Urocystolith detection: comparison of survey, contrast radiographic and ultrasonographic techniques in an in vitro bladder phantom. *Vet Radiol Ultrasound* 40: 386-400.
90. Weiss E (1999): Urolithiasis. In: Dahme E, Weiss E: *Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere*. 5. Auflage, Enke-Verlag, Stuttgart, 274-276.
91. Wilson GP, Harrison JW (1971): Perineal urethrostomy in cats. *J Am Vet Med Assoc* 159: 1789-1793.
92. Woolf A, Kradel D, Rothenbacher H (1976): Prevalence of renal urolithiasis in a large, captive white-tailed deer herd. *J Wildl Dis* 12: 306-309.
93. Zanolari P, Meylan M (2007): Erkrankungen des Harnapparates bei Neuweltkameliden. Teil 2: Erkrankungen der ableitenden Harnwege, Therapie, Prophylaxe und Prognose. *Lamas Herbst 2007*
94. Zott M (1990): Retrospektive Analyse von Urolithiasis-Patienten der Medizinischen Universitätsklinik II aus den Jahren 1983-1988. Dissertation München.

ANHANG

Tabelle 3: Daten der 26 Schaf- und Ziegenböcke welche im Rahmen der Studie aufgenommen wurden. Grau unterlegt sind jene 4 Böcke, die statistisch keine Berücksichtigung fanden, beschreibend aber weitergeführt wurden

| Tiernr. | Klinik-Nr. | Spezies | Rasse | Alter | Gewicht |
|---------|------------|---------|---------------------------|-----------|---------|
| 1 | 110634 | Ziege | Burenziege | 4 Jahre | 65 kg |
| 2 | 120035 | Schaf | Heidschnucke | 3 Jahre | 84 kg |
| 3 | 120037 | Ziege | Zwergziege | 11 Monate | 44 kg |
| 4 | 120067 | Ziege | Burenziege | 3 Jahre | 84 kg |
| 5 | 120154 | Ziege | Zwergziege | 4 Jahre | 41 kg |
| 6 | 120229 | Schaf | Heidschnucke | 4 Jahre | 99 kg |
| 7 | 120331 | Ziege | Weisse Deutsche Edelziege | 2 Jahre | 63 kg |
| 8 | 120341 | Schaf | Shropshire | 1 Jahr | 64 kg |
| 9 | 120355 | Ziege | Weisse Deutsche Edelziege | 3 Jahre | 97 kg |
| 10 | 120380 | Ziege | Zwergziegen-Mix | 5 Jahre | 28 kg |
| 11 | 120386 | Ziege | Weisse Deutsche Edelziege | 6 Jahre | 70 kg |
| 12 | 120454 | Schaf | Suffolk | 1 Jahr | 75 kg |
| 13 | 120458 | Ziege | Bunte Deutsche Edelziege | 2 Jahre | 82 kg |
| 14 | 120563 | Ziege | Zwergziege | 11 Jahre | 55 kg |
| 15 | 120572 | Ziege | Zwergziegen-Mix | 9 Jahre | 47 kg |
| 16 | 120585 | Ziege | Burenziege | 5 Jahre | 87 kg |
| 17 | 120588 | Ziege | Toggenburger Ziege | 5 Jahre | 85 kg |
| 18 | 120598 | Ziege | Zwergziege | 4 Jahre | 45 kg |
| 19 | 130026 | Ziege | Weisse Deutsche Edelziege | 7 Jahre | 87 kg |
| 20 | 130090 | Schaf | Merino-Landschaf | 2 Jahre | 148 kg |
| 21 | 130141 | Ziege | Thüringer Waldziege | 7 Jahre | 51 kg |
| 22 | 130148 | Schaf | Kamerunschaf | 1 Jahr | 29 kg |
| 23 | 130175 | Schaf | Coburger Fuchs | 1 Monat | 10 kg |
| 24 | 130223 | Ziege | Burenziege | 5 Jahre | 70 kg |
| 25 | 130308 | Ziege | Burenziege | 3 Jahre | 64 kg |
| 26 | 130318 | Ziege | Bunte Deutsche Edelziege | 4 Jahre | 85 kg |

Tabelle 4: Harntraktspezifische, pathologisch-anatomische Befunde der durchgeführten Sektionen von 7 Studientieren (entsprechend der Angaben des Instituts für Veterinär-Pathologie der Justus-Liebig-Universität Gießen im tierärztlichen Dokumentationssystem)

| Sektions-Nr | Sektionsbefunde (pathologisch-anatomische Befunde) |
|-------------------------------------|---|
| S 113 / 12 (Tiernr. 2) | Ca. 4 Liter Harn mit Fibrinbeimengungen in der Bauchhöhle (Uroperitoneum) in der Harnblase: Ballonkatheter, multiple bis zu 1 mm im Durchmesser große Konkrementen, fokale, nekrotisierende Zystitis und Zusammenhangstrennungen in diesem Bereich; Hämorrhagien an der Penisspitze |
| S 915 / 12 (Tiernr. 7) | Ca. 600 ml Aszites, fibrinös-hämorrhagische Zystitis mit einzelnen kleinen glasstecknadelkopfgroßen Konkrementen; Nieren ohne besonderen Befund |
| S 1010 / 12 (Tiernr. 9) | Ca. 1 Liter Aszites, Blasenpol nekrotisch, keine Blasensteine, Katheter sitzt in Blase; Harnröhre auf ca. 40 cm Länge bis zur Penisspitze nekrotisch, Lumen mit Blutkoageln verlegt, Penisspitze nekrotisch; Processus urethralis entfernt; Niere mit multiplen weißen Herden |
| S 1094 / 12 (Tiernr. 11) | Ca. 2 Liter gelblich-trübe Flüssigkeit in der Bauchhöhle, Blutungen im Nierenbecken; hochgradige akute multifokale hämorrhagische Zystitis; Obstruktion der Urethra aufgrund eines Uroliths im Bereich der Flexura sigmoidea, in diesem Bereich hochgradige akute fokale hämorrhagisch-nekrotisierende Urethritis |
| S 1111 / 12 (Tiernr. 10) | Beidseitige Einblutungen ins Nierenbecken, verdickte Harnblasenwand, hochgradige akute multifokale hämorrhagische Zystitis, am Pol Wanddefekt mit Einblutung; hochgradige chronische fokale diphtheroid-nekrotisierende Urethritis; Processus urethralis und Teile der Glans penis fehlen mit Phimose |
| S 232 / 13 (Tiernr. 20) | Azotämie; mittelgradige akute bis subakute katarrhalische Zystitis mit herdförmigen, teils flächigen Blutungen und multifokalen Nekrosen; Dilatation der Ureteren und des Nierenbeckens (bds.); in der Harnblase multiple bis stecknadelkopfgroße Konkrementen |
| S 957 / 13 (Tiernr. 26) | Perkutaner Harnblasenkatheter ohne besonderen Befund; Nierenbecken beidseits geringgradig dilatiert, beidseitige Papillennekrosen; multiple subserosale Petechien und Ekchymosen in der Harnblase, Blasenschleimhaut verdickt, multiple Blutungen in der Submukosa; in der Urethra ca. linsengroßes hartes Konkrement vor der Flexura sigmoidea; Processus urethralis fehlt |

Tabelle 5: Harntraktspezifische, pathologisch-histologische Befunde der durchgeführten Sektionen von 6 Studientieren (entsprechend der Angaben des Instituts für Veterinär-Pathologie der Justus-Liebig-Universität Gießen im tierärztlichen Dokumentationssystem)

| Sektions-Nr | Sektionsbefunde (pathologisch-histologische Befunde) |
|-------------------------------------|---|
| S 915 / 12 (Tiernr. 7) | Interstitielle Nierenfibrose mit einzelner skleorsierter Glomerula, akute Stauung der Nierenbecken; transmurale hämorrhagisch-nekrotisierende Zystitis |
| S 1010 / 12 (Tiernr. 9) | Eitrige Ausscheidungsnephritis mit intratubulärem Hyalin; in der Submukosa der Harnblase plasmazelluläres Infiltrat mit neutrophilen Granulozyten, serosaseitig hochgradige, subakute bis chronische, eitrig-nekrotisierende und pyogranulomatöse Entzündung mit Granulationsgewebsbildung |
| S 1094 / 12 (Tiernr. 11) | In der Harnblase eitrige Entzündung mit Granulationsgewebsbildung und frischen subepithelialen Blutungen; in der Harnröhre epithelfreie Abschnitte; multifokale Verkalkungen im Papillenbereich der Nieren |
| S 1111 / 12 (Tiernr. 10) | Mittelgradige akute Stauung der Nieren und Degeneration einzelner Glomerula mit Verdickung der Bowmanschen Kapsel; fokale, hochgradige, ulzerative und eitrig-nekrotisierende Zystitis unter Beteiligung von zahlreichen Bakterien mit Blutungen und Granulationsgewebsbildung. Im übrigen Bereich der Harnblase Ödem und geringgradige, chronisch-eitrige Entzündung; ulzerative und chronisch-proliferative Entzündung der Urethra mit zahlreichen Bakterien und multifokalen Blutungen |
| S 232 / 13 (Tiernr. 20) | In einem Nierenareal fibrinoide Gefäßwandnekrose und multifokale, interstitielle Blutungen; hochgradige, chronische, ulzerativ-hämorrhagisch-nekrotisierende Zystitis mit Granulationsgewebsbildung, in der Tiefe der Blasenwand diffuse, überwiegend mononukleäre Infiltrate unter Beteiligung von Plasmazellen, sowie multifokale Nekrosen im Bereich der Muscularis mit Blutungen |
| S 957 / 13 (Tiernr. 26) | Nierenpapillennekrose und perifokale Hyperämie; ausgeprägte chronische Zystitis mit Granulationsgewebsbildung und subserosalen Blutungen, Schleimhaut flächenhaft ulzeriert. |

Tabelle 6: Qualitative Beurteilung von Blasenwand und Blaseninhalt sowie Vermessung der Blasenwanddicke

| Tier Nr. | Begrenzung innere Blasenwand | Inhalt | Blasenwanddicke in cm | Echogenität | Schichtung sichtbar ja / nein |
|----------|------------------------------|---|-----------------------|-------------|-------------------------------|
| 1 | unregelmäßig | | 0,36 | mittel | nein |
| 2 | glatt | reflexreiche korpuskuläre Bestandteile | 0,46 | reflexreich | nein |
| 3 | glatt | | 0,25 | reflexreich | nein |
| 4 | glatt | | 0,32 | reflexreich | nein |
| 5 | unregelmäßig | | 0,39 | reflexreich | nein |
| 6 | glatt | | 0,20 | reflexreich | nein |
| 7 | glatt | | 0,16 | reflexreich | nein |
| 8 | unregelmäßig | reflexreiche korpuskuläre Bestandteile | 0,20 | reflexreich | nein |
| 9 | unregelmäßig | korpuskuläre Bestandteile mittlerer Echogenität | 0,18 | hypoechogen | nein |
| 10 | glatt | | 0,15 | reflexreich | nein |
| 11 | glatt | hypoechogene korpuskuläre Bestandteile | 0,19 | mittel | nein |
| 12 | unregelmäßig | | 0,32 | reflexreich | nein |
| 13 | unregelmäßig | | 0,17 | mittel | nein |
| 14 | unregelmäßig | | 0,32 | reflexreich | nein |
| 15 | unregelmäßig | | 0,27 | reflexreich | nein |
| 16 | unregelmäßig | | 0,20 | hypoechogen | nein |
| 17 | glatt | | 0,16 | reflexreich | nein |
| 18 | unregelmäßig | | 0,21 | reflexreich | nein |
| 19 | unregelmäßig | | 0,22 | hypoechogen | nein |
| 20 | unregelmäßig | | 0,18 | hypoechogen | nein |
| 22 | unregelmäßig | | 0,25 | hypoechogen | nein |
| 23 | glatt | | 0,22 | reflexreich | nein |
| 24 | unregelmäßig | | 0,17 | hypoechogen | nein |
| 25 | glatt | | 0,15 | reflexreich | nein |
| 26 | rauh | | 0,10 | reflexreich | nein |

Tabelle 7: Im Rahmen der Studie verwendetes Verbrauchsmaterial bzw. verwendete Geräte.

| Material | Details | Hersteller |
|--------------------------------|--|--|
| Rasierklingen | Für Rasierklingenthaler Schick Injector | Schick (Eversharp), New York |
| Freka®Nol | Desinfektionsmittel | Fresenius Kabi, Bad Homburg |
| Procasel 2 % | Lokalanästhetikum | Selectavet, Weyarn-Holzolling |
| Abdecktücher | Buster®sterile | Kruuse |
| Skalpellklingen | Bayha® Nr. 22 | Bayha GmbH, Tuttlingen |
| Einmalspritzen | 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml | B. Braun AG, Melsungen, |
| Glasspritze nach Janet | 200 ml | Haselmaier GmbH, Stuttgart |
| Kanülen | 18 G, 1,2 x 40 mm Sterican | B. Braun AG, Melsungen |
| Sterile Handschuhe | Gammex® PF | Ansell, Brüssel, Belgien |
| Suprylon® 6 metric | Monofiles, nicht resorbierbares Nahtmaterial | Vömel, Kronberg |
| Synthesorb® 7 metric | Polyfiles, resorbierbares Nahtmaterial | Vömel, Kronberg |
| Monocryl® 1,5 metric | Monofiles, resorbierbares Nahtmaterial (Nadel-Faden-Kombination); Nadel nicht schneidend | Ethicon, Johnson & Johnson Medical GmbH, Norderstedt |
| Monosyn® 4 metric | Monofiles, resorbierbares Nahtmaterial (Nadel-Faden-Kombination); Nadel schneidend | B. Braun AG, Melsungen |
| Punktionsset Supracath® | Supracath puncture set CH16, 41 cm, 5-15 ml | Teleflex Medical, Ireland |
| VetSept-Lösung® | PVP-Jodlösung | Albrecht GmbH, Aulendorf |

Erklärung

Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Giessen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Danksagung

Ich danke Herrn Prof. Dr. K. Doll für die Überlassung des ursprünglichen Themas.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. M. Kramer für die jederzeit aufrichtige, tatkräftige und richtungsweisende Unterstützung in allen Höhen, Tiefen und Turbulenzen – sowohl fachlich, als auch persönlich.

Ich danke Herrn Prof. Dr. A. Wehrend und Frau Prof. Dr. S. Wenisch dafür, dass sie immer ein offenes Ohr für mich hatten.

Ich danke Herrn Dr. K. Failing und seinem Team für die Mithilfe bei der statistischen Datenauswertung.

Ich danke den Mitarbeitern des Institutes für Veterinärpathologie und vor allem AOR Dr. K. Köhler, AR Dr. M. Henrich und Sabrina Becker für die Untersuchungen der euthanasierten Böcke sowie für die tollen pathoanatomischen und pathohistologischen Fotos.

Ich danke allen Tierpflegern sowie Famulanten für ihre Mithilfe, Geduld und Unterstützung während des praktischen Zeitraumes der Studie.

Ich danke Lene für ihre tiefe und starke Freundschaft ohne die Vieles über die fachlichen Grenzen hinaus nicht möglich gewesen wäre.

Ich danke Dirk für seine liebevolle und stoische Unterstützung.

Ich danke meinen Eltern für den emotionalen Rückhalt und für ihre finanziellen Aufwände in meinem Studium. Insbesondere meiner Mutter für die unzähligen Telefonate.

Ich danke Familie Sickinger für so manche seelische Aufbauarbeit und die immer offene Tür.

ISBN: 978-3-86345-540-8



Verlag der DVG Service GmbH
Friedrichstraße 17 • 35392 Gießen
Tel.: 0641 / 24466 • Fax: 0641 / 25375
E-Mail: info@dvg.de • Web: www.dvg.de