

Aus dem Institut für Tieranatomie  
der tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tieranatomie (I), insbesondere  
Systemische und Topographisch-klinische Anatomie  
Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c. mult. H.-G. Liebich

Angefertigt unter der Leitung von  
PD Dr. Sven Reese

# **Sonographische Untersuchung der abdominalen Organe beim Kaninchen**

Carmen Angeli

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der  
Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

München 2008

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. Reese

Koreferenten: Univ.-Prof. Dr. Hartmann  
Univ.-Prof. Dr. Nuss

Tag der Promotion: 8. Februar 2008

# Inhaltsverzeichnis

<b>A</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>B</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>6</b>
B.1	Zoologische Einordnung der Kaninchen .....	6
B.2	Anatomie.....	6
B.2.1	Gastrointestinaltrakt .....	7
B.2.2	Darmanhangsdrüsen.....	13
B.2.3	Milz.....	16
B.2.4	Harnorgane .....	17
B.3	Anwendung der Sonographie beim Kaninchen.....	22
<b>C</b>	<b>HÄUFIGE KRANKHEITEN DER KANINCHEN IN ZUSAMMENHANG MIT DEN ABDOMINALLEN ORGANEN.....</b>	<b>25</b>
C.1	Erkrankungen des Magens .....	25
C.1.1	Magenüberladung.....	25
C.1.2	Haarballenbildung.....	25

<b>C.2</b>	<b>Erkrankung der Nieren .....</b>	<b>26</b>
C.2.1	Niereninsuffizienz .....	26
C.2.2	Nierenzysten.....	26
C.2.3	Nephrokalzinose .....	26
<b>C.3</b>	<b>Erkrankung der Blase .....</b>	<b>27</b>
C.3.1	Urolithiasis .....	27
C.3.2	Zystitis.....	27
<b>D</b>	<b>MATERIAL UND METHODE ZUR ABDOMINALEN SONOGRAPHIE DER KANINCHEN .....</b>	<b>29</b>
<b>D.1</b>	<b>Material .....</b>	<b>29</b>
D.1.1	Tierpool.....	29
D.1.2	Vorbereitung der Tiere auf die Ultraschall-Untersuchung .....	29
D.1.3	Technische Ausrüstung .....	31
<b>D.2</b>	<b>Methode .....</b>	<b>31</b>
D.2.1	Untersuchungsgang.....	31
D.2.2	Morphometrische und statistische Auswertung.....	32
D.2.3	Dokumentation.....	33
<b>E</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>35</b>
<b>E.1</b>	<b>Magen.....</b>	<b>35</b>

<b>E.2</b>	<b>Darm</b> .....	<b>37</b>
	E.2.1 Dünndarm .....	37
	E.2.2 Dickdarm.....	41
<b>E.3</b>	<b>Leber</b> .....	<b>44</b>
<b>E.4</b>	<b>Gallenblase</b> .....	<b>47</b>
<b>E.5</b>	<b>Milz</b> .....	<b>51</b>
<b>E.6</b>	<b>Nieren</b> .....	<b>53</b>
	E.6.1 Transversalschnitt.....	56
	E.6.2 Dorsalschnitt .....	57
	E.6.3 Messungen der rechten Niere .....	57
	E.6.4 Messungen der linken Niere .....	59
	E.6.5 Pathologische Befunde der Niere .....	62
<b>E.7</b>	<b>Nebennieren</b> .....	<b>64</b>
<b>E.8</b>	<b>Blase</b> .....	<b>66</b>
	E.8.1 Pathologische Befunde der Blase .....	69
<b>E.9</b>	<b>Pathologie</b> .....	<b>70</b>
<b>F</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>72</b>
	F.1 Technische Voraussetzungen .....	72

<b>F.2</b>	<b>Vorbereitung der Tiere auf die abdominale Sonographie .....</b>	<b>73</b>
<b>F.3</b>	<b>Handhabung der Kaninchen bei der abdominalen Sonographie...</b>	<b>75</b>
F.3.1	Fixierungsmaßnahmen.....	75
F.3.2	Zeitregime und Stressbelastung.....	76
<b>F.4</b>	<b>Abdominale Sonographie beim Kaninchen .....</b>	<b>76</b>
F.4.1	Gastrointestinaltrakt .....	77
F.4.2	Darmanhangdrüsen.....	78
F.4.3	Milz.....	78
F.4.4	Harnorgane .....	79
<b>F.5</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>81</b>
<b>G</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>83</b>
<b>H</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>85</b>
<b>I</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>87</b>

## A Einleitung

Kaninchen werden zunehmend nicht mehr nur als Nutztiere zur Fleisch- und Pelzgewinnung oder als Hobbyzuchttier gehalten, sondern sind auch als Gesellschafts- und Streicheltiere nicht nur bei Kindern beliebt und werden nach Hunden und Katzen als häufigstes Haustier gehalten. Durch diesen Wandel hat auch der Wert des Einzeltieres zugenommen und daher werden Kaninchen zunehmend häufiger in der Tierarztpraxis vorgestellt. Leider werden viele Kaninchen immer noch nicht artgerecht gehalten, vor allem der Bewegungsbedarf wird häufig nicht erkannt. Ein weiteres Problem stellt die Ernährung dar, die oft zu energiereich und rohfasernarm ist. Allein daraus resultieren einige bei den Kaninchen häufig vorkommende Krankheiten. Erfreulicherweise sind aber auch immer mehr Besitzer bereit, für die tierärztliche Behandlung auch verhältnismäßig kostspielige Methoden der Diagnostik, wie einer Ultraschalluntersuchung, nicht nur zuzustimmen, sondern sie sogar zu fordern.

Essentiell für den klinisch-diagnostischen Einsatz eines bildgebenden Verfahrens wie der Sonographie sind grundlegende Daten insbesondere der Sonoanatomie der jeweils zu untersuchenden Spezies. Entsprechende Daten sind bisher für das Kaninchen noch nicht erarbeitet worden. Ziel dieser Arbeit ist daher Referenzdaten und –bilder für die Sonographie der abdominalen Organe beim Zwergkaninchen zu erarbeiten, wie dies schon in einer Arbeit für die Geschlechtsorgane beim Kaninchen durchgeführt wurde (HOFHEINZ 2007).



**Abb. 1** Zwergkaninchen

## **B Literatur**

### **B.1 Zoologische Einordnung der Kaninchen**

Das Hauskaninchen stammt vom Europäischen Wildkaninchen ab und wird als „hasenartiger Gräber unterirdischer Gänge“ (*Oryctolagus cuniculus* L.) bezeichnet. Dieses und der Feldhase (*Lepus europaeus*) stellen die wichtigsten Vertreter der Leporiden. Gemeinsam mit der Familie der Pfeifhasen (Ochotonidae) gehören sie zur Ordnung der Lagomorphen oder Hasenartigen. Diese Säugetierordnung zeichnet sich u. a. durch ein zweites Schneidezahnpaar im Oberkiefer aus. Dieses kleine stiftartige Zahnpaar befindet sich direkt hinter den optisch auffallenden breiten und scharfen Schneidezähnen.

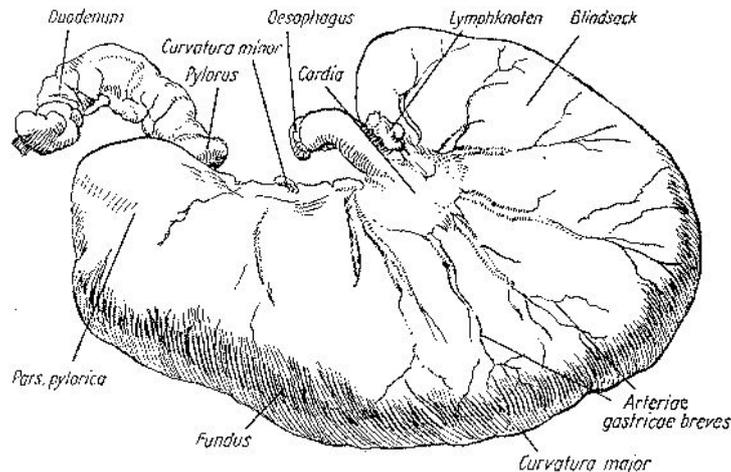
Die Heimat unserer Wildkaninchen ist die Iberische Halbinsel, das heutige Spanien und Portugal. Von dort aus besiedelten sie zuerst das südwestliche Europa. Ihre Verbreitung über ganz Europa und über die ganze Welt ist auf ihre Produktivität und die Schmackhaftigkeit des Kaninchenfleisches zurückzuführen. Die Kaninchen wurden entweder für den Jagdsport verwendet oder von den mittelalterlichen Mönchen zur Nahrungsmittelgewinnung eingesetzt (MCBRIDE 2003; GABRISCH 2005).

### **B.2 Anatomie**

Kenntnisse der Anatomie und im speziellen der topographischen Anatomie sind als Grundlage für eine sonographische Untersuchung von entscheidender Bedeutung. Im Folgenden werden daher die anatomischen Grundlagen der Organe, die im Rahmen dieser Arbeit sonographisch dargestellt werden sollen, dargelegt.

## B.2.1 Gastrointestinaltrakt

### B.2.1.1 Magen



**Abb. 2:** Kaninchenmagen (HOFFMANN 1956)

Der Magen wird in drei Regionen untergeteilt die Kardie nach der Speiseröhre, der Fundus, ein sackförmiger Teil an der linken Seite des Kardiabereichs und der Pylorusbereich in der Gegend des Dünndarms (Abb. 2 u. 4). Das Magenvolumen beträgt dabei ca. 36 Prozent des Gesamtvolumens vom Verdauungstrakt. Der pH-Wert liegt bei 1,9 bis 2. (ARRINGTON u. KELLEY 1976; BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION u. FLECKNELL 2000).

Der Magen ist J-förmig (Abb. 4), liegt unmittelbar dem Zwerchfell an, befindet sich auf der linken Seite der Bauchhöhle (WINGERD 1985) und liegt kaudal der Leber. An die Viszeralfläche grenzen Pankreas und Colon transversum. Sein pylorusseitiges Ende trennt den Processus caudatus von der übrigen Leber ab (HOFFMANN 1956). Seine laterale Grenze bildet eine abgerundete konvexe Oberfläche, die große Kurvatur (WINGERD 1985), die im gefüllten Zustand die ventrale Bauchwand erreicht (HOFFMANN 1956) und seine mediale Grenze bildet einen glatten konkaven Winkel und damit die kleine Kurvatur. An der linken dorsolateralen Grenze der großen Kurvatur ist die flache, lange dunkelrote Milz zu sehen. Das

Durchschnittsgewicht des Magens beim Zwergkaninchen liegt bei weiblichen Tieren bei 74,6 g und bei männlichen bei 91,5 g (LATIMER u. SAWIN 1957). Der Magen ist in folgende Regionen eingeteilt:

**Cardia:** dieser Teil des Magens folgt auf die Speiseröhre. Sie umgibt den unteren Ösophagussphinkter, den Muskel, der die Speiseröhre vom Magen trennt.

**Fundus:** ein sackförmiger abgerundeter Teil der sich lateral zur Kardie und leicht kranial erstreckt.

**Corpus:** der große zentrale Teil, der kaudal des Fundus liegt.

**Pylorus:** eine enge kaudale Region die mit dem Duodenum über einen Schließmuskel, dem Pylorussphinkter, verbunden ist (WINGERD 1985).

Kaninchen sind nicht in der Lage zu erbrechen, wegen dem stark ausgeprägtem Kardiasphinkter des Magens. (BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION u. FLECKNELL 2000).

Der pH-Wert des Magens ist bei saugenden Jungtieren höher als bei adulten Tieren, was die Passage von Bakterien durch den Magen in den Darm erlaubt, um den Blinddarm zu besiedeln. Während der Verdauung von Blinddarmkot erhöht sich der pH-Wert auf 3 (FRANCES HARCOURT-BROWN 2002).

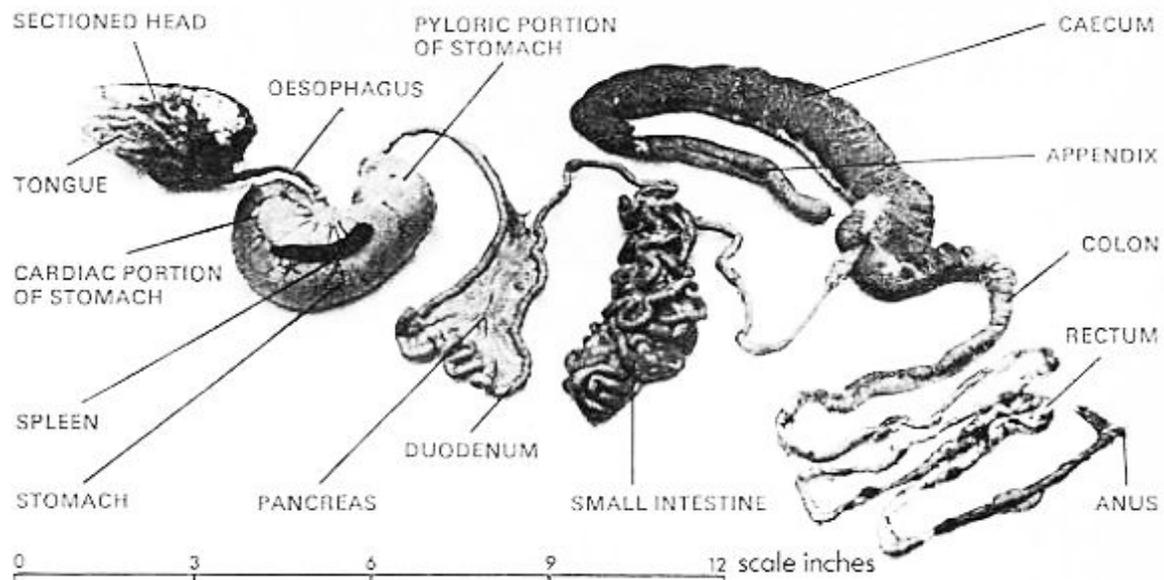
Ob der Magen des Kaninchens keine oder eine dünne Muskelschicht besitzt, wird in der Literatur unterschiedlich beschrieben.

Der Magen ist im Verhältnis zum Darm, insbesondere zum Blinddarm auffallend klein und bei geschlachteten Kaninchen mindestens halb gefüllt. Die Ursache hierfür ist in der schwachen Ausbildung der Muskelfaserschicht in der Magenwand, mit Ausnahme des Magenausgangs, zu suchen. Daraus ergibt sich, dass der Mageninhalt nicht aktiv durch Kontraktion, sondern mechanisch durch die aufgenommenen Futtermassen weitertransportiert wird. Dies wiederum hat die sehr häufige Nahrungsaufnahme, auch über Nacht, zu Folge. Das Kaninchen nimmt innerhalb von 24 Std. 60 – 80 Mahlzeiten zu sich. Daher ist der Magen ständig gefüllt, Nüchternphasen gibt es beim gesunden Kaninchen nicht (KÖTSCHE u. GOTTSCHALK 1990).

Die Wichtigkeit der regelmäßigen Fütterung besteht auch darin, dass dadurch der Mageninhalt verflüssigt in den Dickdarm weiter transportiert wird. Bei unregelmäßiger Fütterung kommt es zu Verdauungsstörungen. Wird das Kaninchen nach einer Nüchternphase überfüttert, so wird der Nahrungsbrei unverflüssigt in den Dünndarm gedrückt und von dort aus weiter in den Dickdarm. Da der Kaninchenmagen ein verhältnismäßig geringes Fassungsvermögen aufweist und das Kaninchen genau wie das Pferd den Mageninhalt nicht erbrechen kann, führt Überfütterung zu Magenüberladung (DORN u. MÄRZ 1989).

Die fehlende Fähigkeit zu erbrechen kann auch dadurch erklärt werden, dass der einhöhlige Magen der Kaninchen mit einem starken muskulösen Cardiasphinkter und einer Magenwand mit dünner Muskelschicht ausgestattet ist und wenig Kontraktionskraft hat (SANDFORD 1996; DONNELLY 1997; GABRISCH 2005).

### B.2.1.2 Darm



**Abb. 3:** Kaninchendarm (SANDFORD 1996)

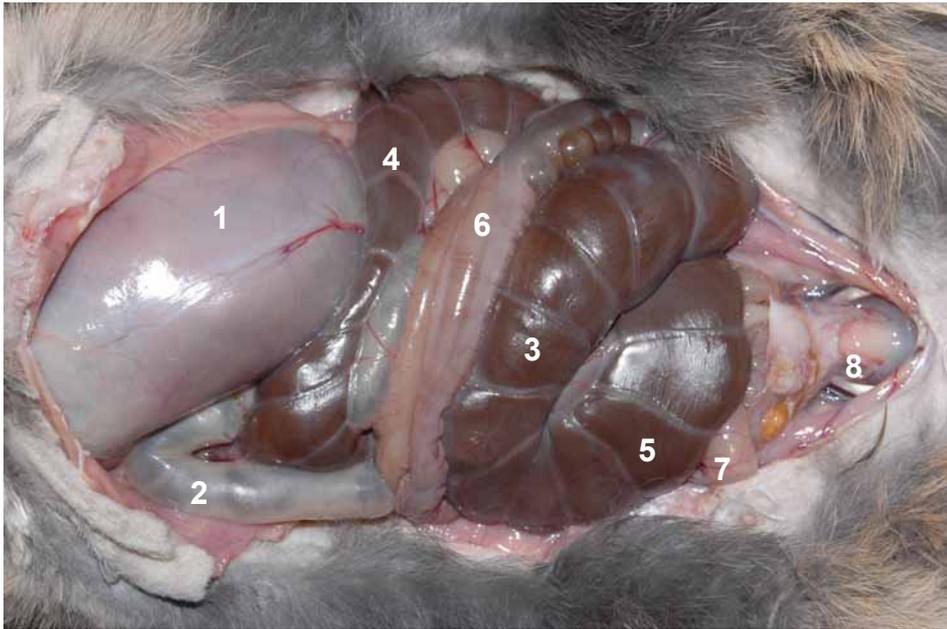
Der Darm des Kaninchens (Abb. 3) lässt sich folgendermaßen beschreiben:

Er ist aufgeteilt in Dün- und Dickdarm. Der erste Teil des Dünndarms ist schleifenförmig und bildet das **Duodenum**, das durchschnittlich bei weiblichen Zwergkaninchen 71,6 g, bei männlichen 91,4 g wiegt (LATIMER u. SAWIN 1957). In den Schleifen des Duodenums liegt das Pankreas. Der Dünndarm wird fortgesetzt mit dem **Jejunum** und dem **Ileum**, mit einem Durchschnittsgewicht von 74,2 g bzw. 86,1 g bei weiblichen bzw. männlichen Zwergkaninchen (LATIMER u. SAWIN 1957). Das Volumen des Dünndarminhalts beträgt dabei nur zehn bis zwölf Prozent des Gesamtinhalts (ARRINGTON u. KELLEY 1976). Das Duodenum und Jejunum haben ein relativ kleines Lumen. Der Endabschnitt des Ileums mündet im Caecum und ist ausgeweitet zum runden Sacculus rotundus. Diese Struktur hat eine wabenartige äußere Erscheinung infolge der großen Anzahl an eingelagerten Lymphfollikeln und wird manchmal auch als Ileozäkaltonsille bezeichnet (WINGERD 1985). Eine Ileozäkalklappe kontrolliert die Bewegung des Darminhalts vom Ileum in den Sacculus rotundus und verhindert ebenso den Rückfluss in den Dünndarm.

Motilin, ein Polypeptidhormon, das von enterochromaffinen Zellen des Duodenums und Jejunums gebildet wird, stimuliert die gastrointestinale glatte Muskulatur. Fett stimuliert und Kohlenhydrate verhindert seine Freisetzung. Im Dünndarm nimmt die Motilinaktivität aboral ab. Sie verschwindet im Zäkum und tritt im Kolon und Rektum wieder auf (CRUISE 1994; PAUL A. FLECKNELL 2000).

Vom Sacculus rotundus aus erstreckt sich der Dickdarm, bestehend aus **Caecum**, **Colon** und **Rectum**.

Das Zäkum trifft mit dem Kolon im Sacculus rotundus zusammen und ist ein relativ großes Organ, mit dem **Wurmfortsatz** am Ende (SANDFORD 1996). Das Zäkum wiegt bei weiblichen Zwergkaninchen 72,2 g, der Wurmfortsatz 69,6 g, bei männlichen Tieren wiegt das Zäkum 87,7 g und der Wurmfortsatz 68,8 g (LATIMER u. SAWIN 1957). Das Zäkum ist in einer Schleifenform angeordnet und wird in die Gyri primus, secundus und tertius unterteilt (Abb. 4). Das große gewundene Zäkum bildet den größten Abschnitt des Dickdarms, und stellt ungefähr 42 Prozent des Volumens des Gastrointestinaltraktes (ARRINGTON u. KELLEY 1976)



**Abb. 4:** Kaninchensitus in ventraler Ansicht

- 1 Magen
- 2 Pars descendens duodeni
- 3 Gyrus primus caeci
- 4 Gyrus tertius caeci
- 5 Gyrus secundus caeci
- 6 Colon ascendens
- 7 Jejunum
- 8 Harnblase

Der Blinddarm dient als Gärkammer, der zur Vergärung durch Bakterien eingerichtet ist. Hier wird der Rohfaseranteil durch die Tätigkeit der vorhandenen Darmflora zersetzt und weiter aufgeschlossen. Hier laufen die wesentlichen Aufschlussvorgänge für die Rohfaser ab, an denen eine Vielzahl von Mikroorganismen, vor allem grampositive Bakterien, Laktobazillen und Bacteroides, beteiligt sind. Daneben wurden Kokken, Enterobakterien, Clostridien u. a. nachgewiesen. Bei verdorbenem Futter und Fütterungsfehlern kommt es zu einer verstärkten Vermehrung der Enterobakterien und somit zu einer Dysbakterie im Darm, die sich klinisch durch Verdauungsstö-

rungen und Enteritiden äußert. Besteht Futtermangel, so kommt es infolge ungenügenden Weitertransports des Futters zu Verdauungsstörungen.

Zur Aufrechterhaltung des Transportes des Magen-Darm-Inhalts dient auch die vor allem nachts erfolgende Aufnahme von Kot (Koprophagie, Zäkotrophie). Die Zäkotrophe, die kleinen weichen Kotbällchen, werden meist in der Nacht direkt vom After aufgenommen. Unterbleibt die Zäkotrophie, finden sich in der Einstreu neben den physiologisch festen, trockenen Kotkugeln traubenförmige Gebilde aus vielen weichen Kotbällchen mit strengem Geruch. Ein 2,5 – 3 kg schweres Kaninchen setzt pro Tag ca. 150 Kotkugeln ab (LOWE 1998). Man nahm zunächst an, dass die Aufnahme der sich vom eigentlichen Enddarmkot durch ihr feuchteres Aussehen unterscheidenden Dickdarm- bzw. Blinddarmkotbällchen in erster Linie der Vitamin-B-Versorgung dient. Der hohe Vitamin-B-Gehalt des Kaninchenkots („Vitaminskot“ nach Scheunert) ist erwiesen, doch gilt es heute als sicher, dass die Zäkotrophie vor allem der Aufrechterhaltung des Futtertransports und damit der Verdauungsfunktion sowie der besseren Ausnutzung des Proteins dient. Eine Supplementation mit Vitamin-B-Präparaten unterbindet die Koprophagie nicht. Andererseits begünstigt die Koprophagie das Fortbestehen des parasitären Kreislaufes (KÖTSCHE u. GOTTSCHALK 1990).

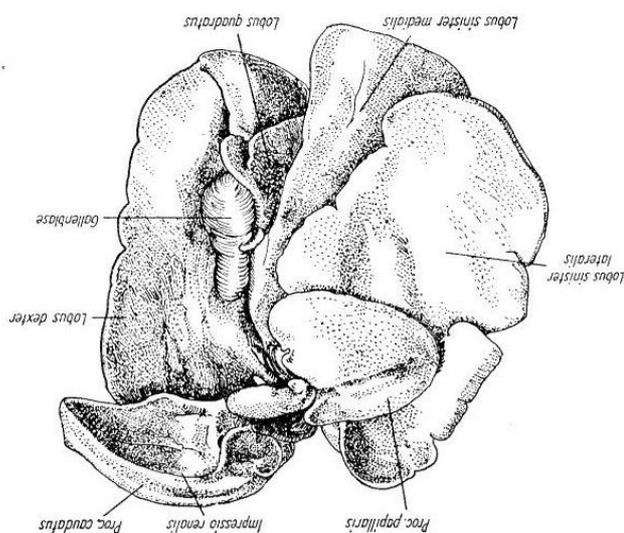
Das Kolon beginnt mit der Ampulla coli und ist durch eine Poschenstruktur gekennzeichnet. Das proximale Kolon ist durch das Fusus coli (Kolonspindel) vom distalen Kolon getrennt. Das Fusus coli ist ein verdickter Teil des Kolons, der eine ausgeprägte Innervation besitzt. Das Fusus coli fungiert als Schrittmacher, der regelt, welche der zwei verschiedenen Arten von Fäzes ausgeschieden werden. Muskelkontraktionen im Kolon führen dazu, dass fasrige Bestandteile von nicht fasrigen Komponenten im Darminhalt separiert werden. Peristaltikkontraktionen befördern die Faserteile durch das Kolon zur Ausscheidung als feste Fäzes. Antiperistaltische Kontraktionen befördern Fluide und Partikel entgegengesetzt durch das Kolon in das Zäkum, wo sie zur Fermentierung zurückgehalten werden. Das Zäkum kontrahiert in Intervallen und der Fermentierungsinhalt wird durch das Kolon ausgestoßen und direkt über den Anus vom Kaninchen konsumiert. Diese erscheinen als Ballen von weichen Kügelchen, anders als die einzelnen Kügelchen, die für den harten Kot typisch sind. Eine schleimige Hülle, die als Barriere für die Magensäure fungiert um-

hüllt die Zäkotrophe und verhindert die Zersetzung im Blinddarm gebildeter Vitamine (QUESENBERRY u. CARPENTER 2004).

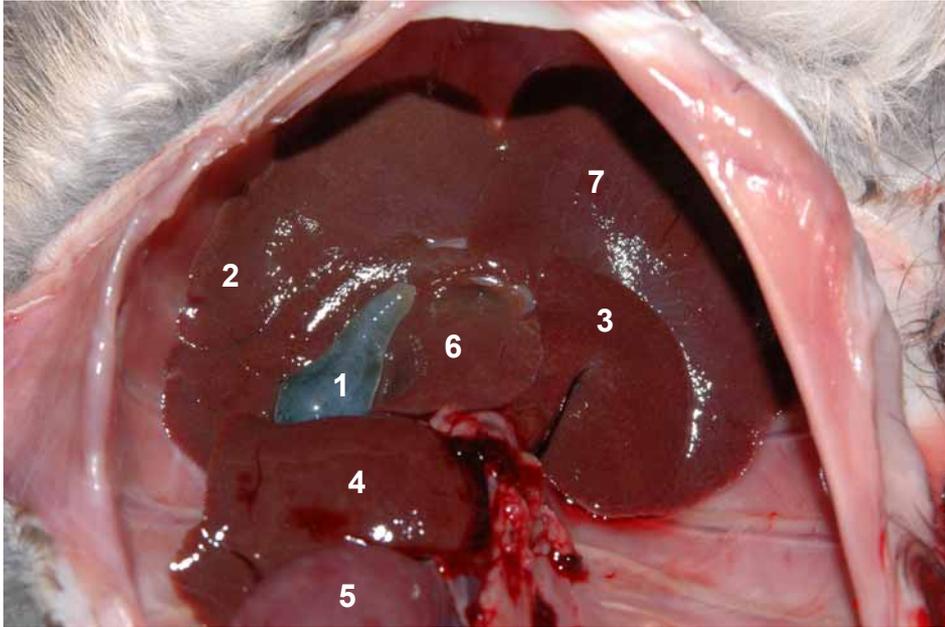
## B.2.2 Darmanhangsdrüsen

### B.2.2.1 Leber mit Gallenblase

Die Leber ist ein großes, dunkelbraunes Organ, mit einem Durchschnittsgewicht von 61,6 g bei männlichen und 58,0 g bei weiblichen Zwergkaninchen (LATIMER u. SAWIN 1957), das unterhalb des Zwerchfells liegt mit dem Grossteil seiner Masse auf der rechten Seite. Sie ist durch das Ligamentum falciforme (Sichelband) in zwei Hauptlappen unterteilt, einem großen rechten Lappen und einem kleineren linken Lappen (Abb. 5 und Abb. 6). Beide Leberlappen sind wiederum in mediale und laterale Lappen geteilt (Lobus sinister medialis in Abb. 6 nicht erkennbar). Der rechte Lappen hat außerdem weitere Unterteilungen, einen Lobus quadratus, der entlang der Mittellinie, kaudal des Ligamentum falciforme liegt und einen Lobus caudatus, welcher dorsal der rechten Niere liegt. Der Lobus caudatus hat eine enge Bindung zur dorsalen Hilusregion der Leber. Diese Bindung ist anfällig für Verschiebungen und über Torsion des Lobus caudatus wurde gelegentlich berichtet (EVERING W 1992).



**Abb. 5** Kaninchenleber (HOFFMANN 1956)



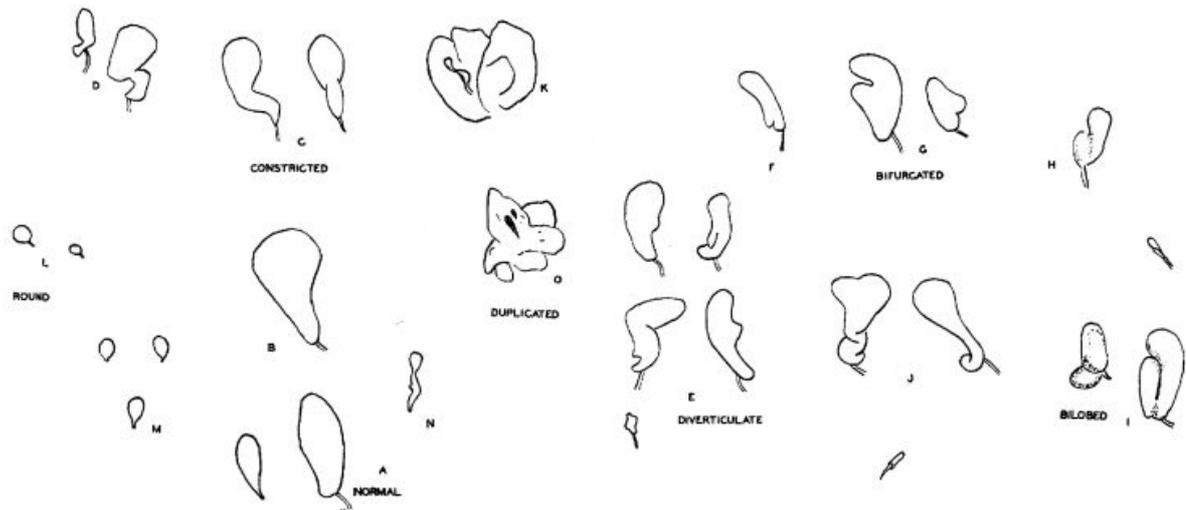
**Abb. 6** Kaninchenleber mit Gallenblase

- 1 Gallenblase
- 2 Lobus dexter
- 3 Processus papillaris
- 4 Processus caudatus mit Impressio renalis
- 5 Rechte Niere
- 6 Lobus quadratus
- 7 Lobus sinister lateralis

Unter dem rechten medialen Leberlappen liegt die Gallenblase. Die Gallenblase nimmt die neu produzierte Galle auf und speichert diese temporär (WINGERD 1985). Andere Autoren beschreiben den Lobus dexter als einheitlichen Lappen ohne Unterteilung in Lobus dexter medialis und lateralis (HOFFMANN 1956).

Eine kleine Anzahl in anderer Hinsicht normaler Kaninchen haben keine Gallenblase (SAWIN u. CRARY 1951; WALLACE 1968). Ungefähr 10 Prozent der Tiere in einer geschlossenen Kolonie von Holländerkaninchen im Labor des Autors besaßen dieses Organ nicht. Der Ductus choledochus war vorhanden und die Galle wurde direkt in den Intestinaltrakt abgegeben. Kontrastmittel, das in den Ductus choledochus inji-

ziert wurde, bewegte sich frei zur Leber. In weiteren ungefähr 2 bis 3 Prozent der untersuchten Tiere war die Gallenblase sehr klein und unregelmäßig geformt (ARRINGTON u. KELLEY 1976).



**Abb. 7** Variationen der Gallenblasenform (SAWIN u. CRARY 1951)

Es kommen Gallenblasen mit Bifurkationen, Divertikeln, Konstriktionen, sowie zweilappige, verdoppelte oder runde Gallenblasen vor (Abb. 7) (SAWIN u. CRARY 1951).

Von der Linea alba aus liegt die Gallenblase scheinbar tief in der Bauchhöhle. Wie Hunde haben Kaninchen zwei Mündungen in das Duodenum für den Ductus choledochus und den Ductus pancreaticus. Ähnlich wie die meisten Nichtsäugetierarten sekretieren Kaninchen hauptsächlich eher Biliverdin als Bilirubin in ihrer Galle (BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION u. FLECKNELL 2000; QUESENBERRY u. CARPENTER 2004).

### **B.2.2.2 Pankreas**

Obwohl der Pankreas der Kaninchen eng mit dem Duodenum in Verbindung steht, ist er diffus und oft schwierig vom umgebenden Mesenterium des Dünndarms zu differenzieren (QUESENBERRY u. CARPENTER 2004).

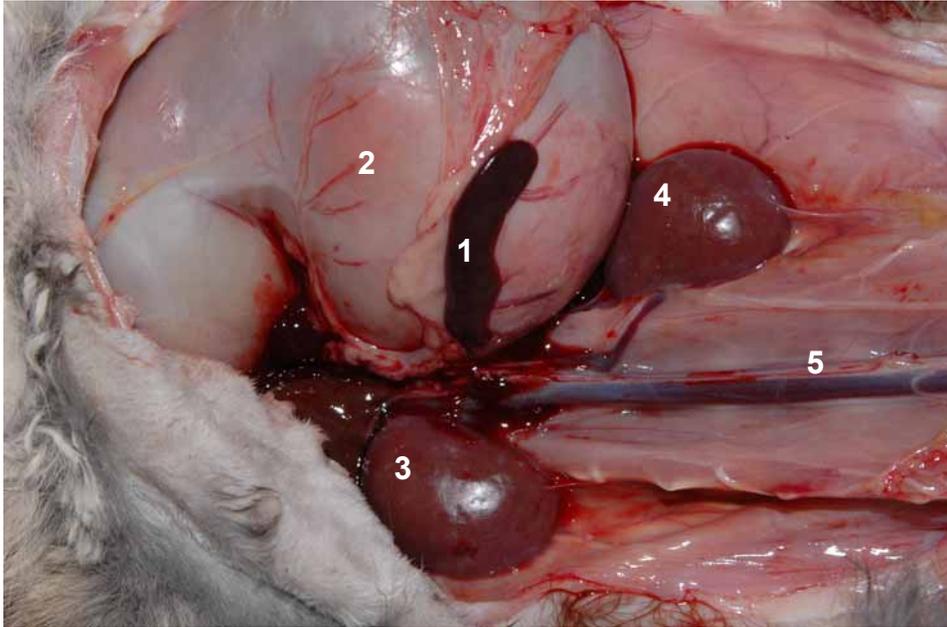
Er wiegt 3,6 g bzw. 4,4 g bei männlichen bzw. weiblichen Zwergkaninchen (LATIMER u. SAWIN 1957). Der Drüsenaufbau ist sehr locker im Vergleich zu anderen Tieren (HOFFMANN 1956). Sein einziger Ductus pancreaticus mündet komplett vom Ductus choledochus getrennt in das kaudale Ende des Duodenum (WINGERD 1985).

Der Pankreas ist in einer Tasche angeordnet (Abb. 3), die aus Colon transversum, Magen und Duodenum geformt wird. (BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION u. FLECKNELL 2000).

### **B.2.3 Milz**

Das dem Darm zugeordnete lymphoide Gewebe fasst in etwa 50 Prozent der gesamten lymphoretikulären Gewebemasse. Daher ist die Milz im Vergleich zu anderen Arten relativ klein (QUESENBERRY u. CARPENTER 2004). Die Milz wiegt bei einem 1,5 kg schweren Kaninchen etwa 0,5 g (LATIMER u. SAWIN 1955).

Die Milz des Kaninchens ist länglich und hat einen dreieckigen Querschnitt. Sie schmiegt sich an die große Krümmung des Magens an (Abb. 8) und orientiert sich dorsoventral. Das dorsale Ende wird etwas dicker als das ventrale und liegt extrathorakal (HOFFMANN 1956). Die Häufigkeit eines Lobus accessorius (Nebenmilz) bei Kaninchen liegt bei 9 Prozent. Vorherrschend liegt die Nebenmilz bei Kaninchen an dem Milzhilus, dem Ligamentum gastrolienale und der Cauda pancreatis an. Meist kommt eine Nebenmilz vor, es gibt aber auch Kaninchen bei denen mehrere Nebenmilzen vorkommen. Die Größe ist meist 1-3 mm, größere Nebenmilzen sind selten (FOX et al. 1976).



**Abb. 8** Milz situs von ventral

- 1 Milz
- 2 Magen
- 3 Rechte Niere
- 4 Linke Niere
- 5 Aorta und Vena cava caudalis

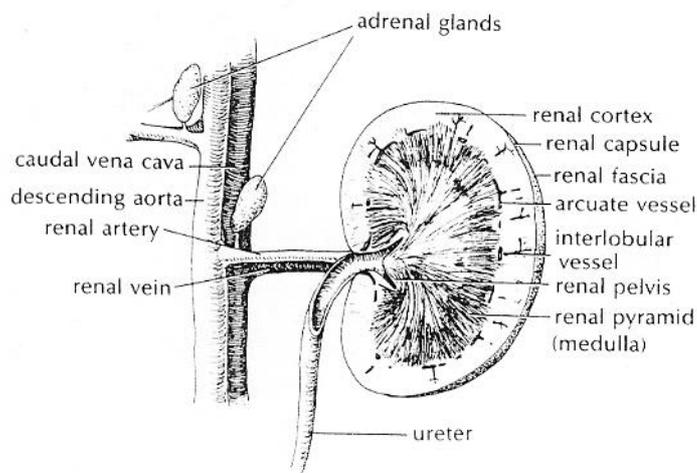
## **B.2.4 Harnorgane**

### **B.2.4.1 Nieren**

Die Kaninchennieren sind glatt und einwarzig. In der Form erinnern sie an flache, rundliche Bohnen. Beide Nieren liegen seitlich der Lendenmuskulatur an, wobei die linke Niere fast vollständig extrathorakal liegt und die rechte fast vollständig intrathorakal (HOFFMANN 1956).

Die Nieren, die beim Zwergkaninchen etwa 13 g wiegen (LATIMER u. SAWIN 1957), liegen der dorsalen Bauchwand an, wobei die rechte Niere vom kaudalen Rand der elften Rippe bis zum zweiten Lendenwirbel reicht, während die linke Niere

zwischen dem zweiten Lendenwirbel und dem vierten Lendenwirbel liegt (KRAUSE 1884; GERHARDT 1909; MARTIN 1923; RANDEATH u. HIERONYMI 1958; KOZMA et al. 1974; KOCH u. BERG 1990; DONNELLY 1997; MEREDITH 2000). Beide Nieren sind in eine dicke Fettschicht eingebettet (MCLAUGHLIN u. CHIASSON 1979; WINGERD 1985). Die Nieren sind von der Bauchfellhöhle umschlossen wie die anderen abdominalen Verdauungsorgane, sondern liegen außerhalb des Peritoneums. Diese Position heißt retroperitoneal (WINGERD 1985).



**Abb. 9** Kaninchenniere (WINGERD 1985)

Die Größe der Nieren wird mit einer Länge von 3,5 cm, einer Dicke von 2 cm und einer Breite von 1 cm angegeben, wobei die Rindenschicht anteilig ca. 3-4 mm und die Markschiicht ca. 2 mm betragen soll (MARTIN 1923) (Abb. 10). Hierbei wurde keine Angabe zum Körpergewicht der Kaninchen gemacht. Bei Zwergkaninchen liegt die Länge bei 2,6 und die Breite bei 1,4 cm (NIEBERGALL 2003). Die Größe der Nieren ist bei den verschiedenen Rassen sehr variabel (DONNELLY 1997). Die Variationen sollen dabei vor allem im Bereich der Medulla liegen. Tiere, die in Wüstengebieten leben, haben nach dieser Untersuchung eine große Medulla, Tiere, die eher in bergigen Regionen leben, dagegen eine kleinere.

Die Niere ist durch ein starkes Blutgefäß, die Nierenarterie, in den Blutkreislauf eingeschaltet (DORN u. MÄRZ 1989).



**Abb. 10** Dorsalschnitt durch die Kaninchenniere, deutlich abgegrenzte Mark- und Rindenzone. Nierengefäße mit türkiser Kunststoffmasse gefüllt (PETERSEN 2006)

Die Medulla ist wie ein Segment eines Organs geformt, welches mit den schmalen Enden um den oberen und unteren Pol der Niere gerollt ist, so dass sie zum Hilus hinzeigt. Es ist pro Niere nur eine Papille vorhanden, diese ist ein Element des zentralen Teiles der Medulla und ist kegelförmig und von vorn nach hinten erheblich abgeflacht. Die Strukturen der Medulla (Henle-Schleife, Sammelröhre, Vasa recta) laufen von allen Seiten auf die Papille zu, wobei sich diejenigen, die von den ventralen und dorsalen Teilen der Niere kommen, in Bögen um die Außenseite des Nierenbeckens ausdehnen und vier bis fünf „peripelvischen Säulen“ auf jeder Seite des Nierenbeckens angehäuft sind (SHEEHAN u. DAVIS 1959).

Das Nierenbecken bildet zwei Septen, die die Papille umschließen. Das die Papille umgebende und seitlich durch die Septen begrenzte Lumen wird als primäre Beckenhöhle bezeichnet. Von jedem Hauptseptum erheben sich drei bis vier Nebensepten, die die Aa. und Vv. interlobares enthalten und schließlich in das Nierenparenchym eindringen. Die Interlobargefäße, die zwischen den peripelvischen Säulen in das Nierenparenchym verlaufen, erreichen direkt die Rinden-Markgrenze. Markseitig führen sie bogenförmige Streifen fibrösen Bindegewebes mit sich, die als ein

Bindegewebsskelett dienen könnten, in welchem die Nierenbeckensepten verankert sind (SHEEHAN u. DAVIS 1959; FOURMAN u. MOFFAT 1971; DOLEZEL 1975).

Ein Zunehmen der absoluten Nierenmasse und Abnehmen der relativen Nierenmasse mit dem Alter werden in der Literatur beschrieben (BONVALET et al. 1976; POTHMANN 1981; HACKBARTH et al. 1987; KOCK 1990; SEIFERT u. HENNEBERGER 1991).

Bei Untersuchung an fünf unterschiedlichen Kaninchenrassen mit je fünf Kaninchenböcken im Alter von vier bis sechs Monaten ergab eine signifikant positive Korrelation zwischen Nieren- und Körpermasse (KOCK 1990).

Die Nieren sind folgendermaßen aufgebaut:

**Nierenkapsel:** Eine dünne Schicht aus straffem Bindegewebe, das jede Niere umschließt.

**Hilus:** Eine Einbuchtung in der Nähe des Zentrums der konkaven, medialen Abgrenzung jeder Niere durch die Blutgefäße, Lymphgefäße und Nerven ein- und austreten.

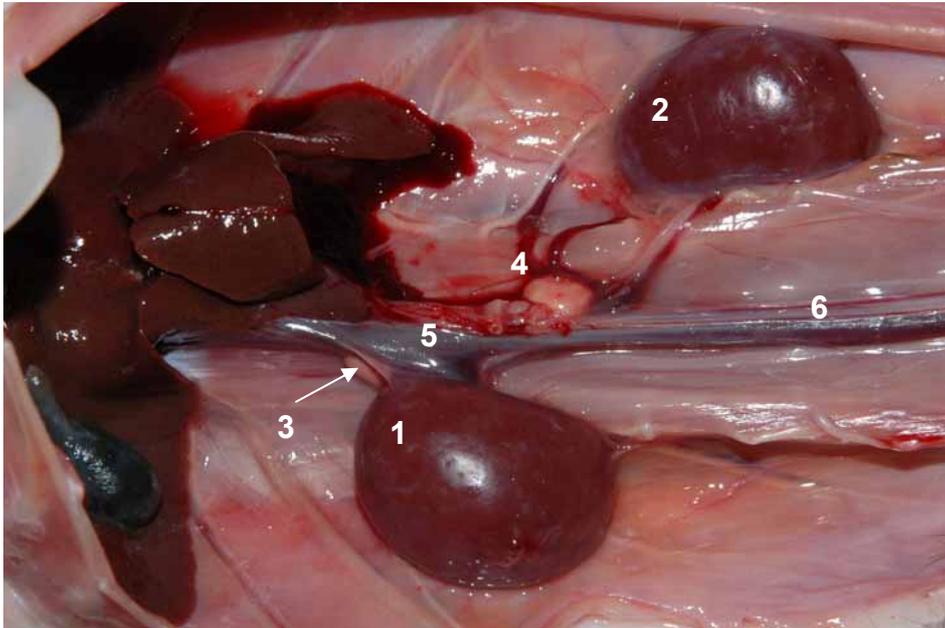
**Sinus renalis:** Eine Kavität im Zentrum jeder Niere erreichbar über den Hilus.

**Pelvis renalis:** Die Struktur im Zentrum jeder Niere, die den Sinus renalis enthält. Entlang seiner Umrandung kelchförmige Erweiterungen, die als Calices renalis major und minor bezeichnet werden und die den Urin sammeln und in das Nierenbecken ableiten.

**Cortex renalis:** Äußeres Parenchym der Niere. Leicht konturiert grenzt es die innere Peripherie ab und erstreckt sich von der Nierenkapsel zu seinem internen Bereich der Niere, der Medulla.

**Medulla renalis:** Das innere Parenchym der Niere. Es enthält zwischen sechs und 18 dreieckige, gestreifte Pyramides renalis (Malpighi-Pyramiden). Die Basis der Pyramiden zeigt zum Cortex und die Spitzen, oder Papillae renales, zeigen zum Nierenbecken. Die Bereiche zwischen den aneinandergrenzenden Pyramidenbasen sind die vom Cortex gebildeten Columnae renales (WINGERD 1985).

### B.2.4.2 Nebennieren



**Abb. 11** Situs von Nieren und Nebennieren in Ventralansicht

- 1 Rechte Niere
- 2 Linke Niere
- 3 Rechte Nebenniere
- 4 Linke Nebenniere
- 5 Vena renalis dextra
- 6 Vena cava caudalis

Die Nebennieren sind oval bis rundlich geformt und liegen medial vom jeweils kranialen Nierenpol (Abb. 11), dicht neben der Vena cava caudalis (HOFFMANN 1956; WINGERD 1985). Größe und Masse variieren stark in Abhängigkeit von Tierart, Rasse, Geschlecht, Alter, Jahreszeit und Ernährungszustand (KRACHT u. SPAETHE 1953; MATTHIAS 1968).

### **B.2.4.3 Ureteren, Harnblase und Urethra**

Die Ureteren (Abb. 9) treten zusammen mit den Blutgefäßen aus dem Nierenhilus aus (HOFFMANN u. BENTZ 1961; JUNG 1962; MCLAUGHLIN u. CHIASSON 1979; KOCH u. BERG 1990), verlaufen retroperitoneal an der dorsalen Bauchwand kaudal und münden dorsal in die Harnblase (JUNG 1962). Die innere Oberfläche ist stark faltig. Der Durchmesser der Harnleiter beträgt 1 - 2 mm, sie münden in der Nähe des Blasenhalses im Trigonum vesicae (GERHARDT 1909; MARTIN 1923; RANDERATH u. HIERONYMI 1958; JUNG 1962; WINGERD 1985).

Die Vaskularisation der Kaninchenureteren erfolgt über Äste der Nierenarterien (DOUGLAS u. HOSSLER 1995).

Die Harnblase des Zwergkaninchens ist birnenförmig (KRAUSE 1884; RANDERATH u. HIERONYMI 1958; JUNG 1962; KOCH u. BERG 1990), wiegt 1 g (LATIMER u. SAWIN 1957) und hat eine sehr dünne Wand (KRAUSE 1884; GERHARDT 1909; RANDERATH u. HIERONYMI 1958; JUNG 1962; MCLAUGHLIN u. CHIASSON 1979). Die Form der Blase variiert sehr stark je nach Füllungs-zustand. Ihr Scheitel (Vertex) ragt verschieden weit kranial in die Bauchhöhle (GERHARDT 1909).

Die Harnblase entleert sich, indem ihr Schließmuskel den Ausgang zur Harnröhre freigibt. Gleichzeitig zieht sich die Wandmuskulatur der Harnblase zusammen und lässt den Harn durch die Harnröhre ins Freie abfließen. Die Ausführungsöffnung der Harnröhre liegt je nach dem Geschlecht verschieden. Beim männlichen Tier mündet sie am freien Ende des Gliedes und beim weiblichen Tier im Endabschnitt der Scheide (DORN u. MÄRZ 1989).

## **B.3 Anwendung der Sonographie beim Kaninchen**

Obwohl Unterschalluntersuchungen beim Kaninchen in der Kleintierpraxis häufig durchgeführt werden, finden sich in der Literatur bisher keine systematischen Darstellungen zum Untersuchungsgang und zur Sonoanatomie. Einzig im Atlas „Radi-

ology of Rodents, Rabbits, and Ferrets“ (SILVERMAN et al. 2005) finden sich neben einer umfangreichen Darstellung der Röntgenanatomie des Kaninchens einzelne sonographische Darstellungen physiologischer Bauchhöhlenorgane beim Kaninchen.

Im Gegensatz zur spärlichen Literatur über die klinisch-diagnostische Anwendung der Sonographie beim Kaninchen finden sich zahlreiche Abhandlungen ihres tierexperimentellen Einsatzes beim Kaninchen. So wurde beispielsweise schon in den 80iger Jahren Kaninchennieren verwendet, um verschiedene Schallmedien in einem Testaufbau zu untersuchen (VUORIA et al. 1980).

An gesunden, narkotisierten Kaninchen wurde die Graustufenverbesserung eines neuen lipidummantelten Ultraschallkontrastmittels anhand der abdominalen Organe Leber und Niere des Kaninchens untersucht (LIU et al. 2004). Zur Verwendung kamen dabei eine 3.0/6.0 MHz 6L3-Sonde. In der Studie konnte nachgewiesen werden, dass mittels des neuartigen Kontrastmittels die Graustufendarstellung des Leberparenchyms und der Nierenrinde signifikant für mehr als 50 Minuten verbessert werden konnte.

In einer weiteren Studie wurde bei anästhesierten Kaninchen mit induziertem Vx2-Nierenkarzinom der Einsetzbarkeit der Sonographie mit einer 7,5 MHz- und einer 5 MHz Linearsonde untersucht. Dabei wurde unter anderem die Nachweismöglichkeit des Tumors mittels Ultraschall im Vergleich zur renalen Angiographie und zur exkretorischen Urographie überprüft. Es stellte sich heraus, dass bei bekannter Lokalisation der Tumor eine Woche nach Induktion bei 50% der Tiere sonographisch nachgewiesen werden konnte, was zu diesem Zeitpunkt weder über Angiographie noch über die Urographie möglich war (ACKERMAN et al. 1989).

Es zeigte sich, dass Nephrokalzinosen bei Kaninchen mit einer Sensibilität von 96 % mittels Ultraschall unter Verwendung einer 10-MHz-Sonde nachgewiesen werden konnten. Die Sensitivität bei CT-Untersuchungen lag bei lediglich 64 % (CRAMER et al. 1998).

Die Sonographie wurde routinemäßig zur Darstellung der Blase und zur Diagnose von Blasenkrankheiten in der Erwachsenen- und Kinderurologie genutzt. Ziel einer

Studie am Tiermodell Kaninchen war zu erkennen, ob es mittels Ultraschall möglich ist, Blasenwandhypertrophien, hervorgerufen durch Urethraobstruktion darzustellen. Ein teilweiser Verschluss der abfließenden Harnwege wurde bei weißen Neuseeländerkaninchen mit Standardmitteln (Ligatur) herbeigeführt. 5 bis 7 Tage später wurden Ultraschalluntersuchungen mit 7-MHz-Sonden durchgeführt. Als Ergebnis zeigte sich, dass die verschlossenen durchwegs von den gesunden Blasen einzig mittels Ultraschall aufgrund der Blasenwandhypertrophie unterschieden werden konnten (SCHOOR et al. 1994).

Zur verbesserten Darstellung von Karzinomen (VX-2) in der Kaninchenleber wurde das Kontrastmittel Sonazoid intravenös injiziert. Damit konnte eine wesentlich bessere Unterscheidung der Echogenität von gesundem zu tumorösem Lebergewebe und die Darstellung einer Neovaskularisierung im frühen Stadium per Ultraschall mit 3 MHz im conventional mode bzw. 2,1/4,5 MHz im harmonic mode erreicht werden (WATANABE et al. 2003). Zu erwähnen ist hierbei, dass „harmonic imaging“, also das Empfangen von den harmonischen Frequenzen der ausgesendeten Welle zu einer subjektiven Bildverbesserung bei der abdominalen Untersuchung führen kann (ZIEGLER u. O'BRIEN 2002). Diese Methode wird vor allem in Verbindung mit „Microbubble“-Kontrastmittel angewendet. Zudem konnte die Abwesenheit von Kupferzellen, als Indikator für das gesunde Lebergewebe, die die Sonazoid-Microbubbles aufgenommen haben, per Ultraschall dargestellt werden (WATANABE et al. 2005).

Des Weiteren wurden die Wirkungen von Laser induzierter Thermotherapie (LITT, laser-induced thermotherapy) an der Kaninchenleber während und nach Behandlung sonographisch untersucht (FUJITOMI et al. 1999).

## **C Häufige Krankheiten der Kaninchen in Zusammenhang mit den abdominalen Organen**

### **C.1 Erkrankungen des Magens**

#### **C.1.1 Magenüberladung**

Durch übermäßige Futteraufnahme, Futter das im Magen gärt oder aufquillt oder durch einen bezoarbedingten Ileus kann es zur Magenüberladung kommen. Dabei ist das Abdomen der betroffenen Kaninchen aufgetrieben und fühlt sich weich und elastisch an. Der Magen ist links als pralle Struktur zu palpieren. Als Folge treten massive Kreislaufstörungen, Endotoxin-Schock bis hin zur Magenruptur auf, die zum Tod des Kaninchens führen können. Behandelt werden die Kaninchen mit Spasmolytika, Eingabe von Öl, bei gasgefülltem Magen kann durch Legen einer Magensonde der Druck reduziert werden (GABRISCH 2005).

#### **C.1.2 Haarballenbildung**

Eine Verhaltensstörung der Kaninchen ist die Aufnahme von Fell, häufig liegt ursächlich ein Rohfasermangel vor. Dadurch kann es zur Bildung von Bezoaren kommen. Diese können auch als Folge einer Hypomotilität (ausgelöst durch Dehydratation, Glucosemangel, Elektrolytverschiebungen), Stress oder bei einer Hepatolipidose vorkommen (GABRISCH 2005).

## **C.2 Erkrankung der Nieren**

### **C.2.1 Niereninsuffizienz**

Während die Tiere bei der akuten Niereninsuffizienz meistens in sehr schlechter Verfassung, oftmals sogar in Seitenlage vorgestellt werden, bleibt die chronische Niereninsuffizienz sehr lange unerkannt und kann ein Zufallsbefund bei einer Blutuntersuchung sein. Erst in einem weit fortgeschrittenen Stadium führt auch die chronische Form zu klinischen Symptomen, meistens Polydipsie und Polyurie. Die Therapie besteht bei beiden Formen in Infusionen und der Gabe von Antibiotika. Die Prognose ist bei der akuten Form wesentlich besser als bei der chronischen (HILLYER 1994; PAUL-MURPHY 1997; FRANCES M. HARCOURT-BROWN 1998; EWRINGMANN u. BELZNER 1999; REDROBE 2000).

### **C.2.2 Nierenzysten**

Bei älteren Tieren treten relativ häufig Nierenzysten auf, die sich fast ausschließlich in der Rinde befinden und nicht zu klinischen Symptomen führen. Die Größe der einzeln oder zahlreich auftretenden Zysten liegt zwischen 1 und 3 mm (LÖLIGER 1986; PAUL-MURPHY 1997; REDROBE 2000).

### **C.2.3 Nephrokalzinose**

Bei einer Überversorgung mit Kalzium kann es zu Kalkablagerungen in der Nierenrinde sowie in den Arterien und der Herzmuskulatur kommen. Obwohl die Nieren später leicht vergrößert sind und die Oberfläche höckerig wird, sind klinische Symptome selten (LÖLIGER 1986).

## **C.3 Erkrankung der Blase**

### **C.3.1 Urolithiasis**

Beim Kaninchen kommen Steine sowohl in der Niere, als auch in den ableitenden Harnwegen (Ureter, Harnblase, Urethra) vor. Häufig ist auch Harngrieß zu beobachten. Die Ursachen für eine Grieß- oder Steinbildung beim Kaninchen sind noch nicht vollständig geklärt, aber die Besonderheiten des Kalziumstoffwechsels spielen hier sicherlich eine bedeutende Rolle. Klinisch werden die Tiere meist wegen eines gestörten Allgemeinbefindens vorgestellt, nur in einigen Fällen sind spezifische Symptome wie Hämaturie, Strangurie oder Anurie vorhanden. Seltener kann auch durch die Reizung der Blasenwand gleichzeitig eine Zystitis entstehen. Bei Harnsteinen gilt die operative Entfernung als Therapie der Wahl. Bei Harngrieß entstehen nur selten klinische Symptome. Die Therapie besteht ggf. in Infusionen und dem manuellen Entleeren der Blase, sicherer ist die Hydropropulsion (mittels in die Harnblase verbrachten Katheters wird der Harngrieß ausgespült (FEHR 1997). Falls gleichzeitig eine Blasenentzündung vorliegt, sollte ein Antibiotikum verabreicht werden. Prophylaktisch kann eine Futterumstellung auf rohfaserreiches Futter versucht werden (LEE et al. 1978; ISENBÜGEL u. FRANK 1985; MAYRHOFER u. PFEIL 1985; GARIBALDI et al. 1987; M. FEHR 1990; KAMPHUES 1991; GÖBEL 1993; PUMP 1993; HILLYER 1994; HARKNESS u. WAGNER 1995; M FEHR 1997; PAUL-MURPHY 1997; FRANCES M. HARCOURT-BROWN 1998; EWRINGMANN u. BELZNER 1999; REDROBE 2000; RAPPOLD 2001).

### **C.3.2 Zystitis**

Tiere mit einer Blasenentzündung werden, ähnlich wie Tiere mit Harnsteinen (zum Teil treten diese Erkrankungen auch gekoppelt auf), meistens mit einem gestörten Allgemeinbefinden vorgestellt. Die Tiere reagieren in der Blasengegend schmerzhaft bei Palpation und zeigen meistens ein durch Urin feuchtes Fell. Zum Teil bemerken die Besitzer Harnträufeln oder Schwierigkeiten beim Harnabsatz. Therapeutisch wird ein Antibiotikum verabreicht. Falls gleichzeitig Harnsteine vorliegen, müssen

diese chirurgisch entfernt werden (LÖLIGER 1986; BERGHOFF 1989; GÖBEL 1993; HARKNESS u. WAGNER 1995; P. A. FLECKNELL 1997; EWRINGMANN u. BELZNER 1999; REDROBE 2000; SCHALL 2005).

## **D Material und Methode zur abdominalen Sonographie der Kaninchen**

### **D.1 Material**

#### **D.1.1 Tierpool**

Die untersuchten Kaninchen wurden ausnahmslos von ihren Besitzern, welche die Tiere privat halten, zur Untersuchung vorgestellt. Es wurden insgesamt 63 Tiere, zum Teil auch mehrfach untersucht, die bis auf zwei weibliche Tiere mit Hämaturie und Harnabsatzproblemen keine klinischen Symptome zeigten. Davon waren 10 männlich unkastriert, 4 männlich kastriert, die unkastrierten Tiere waren bis auf eine Ausnahme unter ein Jahr alt, die kastrierten über ein Jahr. Von den 49 weiblichen Tieren waren 2 kastriert. Von den 47 unkastrierten weiblichen Kaninchen waren 19 unter 3 Jahre alt, die beiden Tiere mit klinischen Symptomen gehörten zur Gruppe der weiblich unkastrierten Tiere über 3 Jahren. Vor der Untersuchung wurden jeweils die Anamnesedaten erhoben und eine Allgemeine Untersuchung durchgeführt. Bei den vorgestellten Kaninchen war keine Störung des Allgemeinbefindens festzustellen. Das Gewicht der Tiere wurde bestimmt und das Alter der Tiere erfragt. Die Körpermasse der zur Sonographie vorgestellten Kaninchen lag zwischen 1,5 und 3,5 kg.

#### **D.1.2 Vorbereitung der Tiere auf die Ultraschall-Untersuchung**

Die Tiere hatten bis wenige Minuten vor der Untersuchung immer ad libitum Heu und Wasser zur Verfügung.

Die Kaninchen wurden vorsichtig auf den Rücken gedreht. Dabei erwies sich als beste Methode, wenn ein Helfer den Nacken und Vorderbeine greift und eine weitere Person die Hinterbeine und das Becken unterstützt. Dann den Oberkörper an-

heben und langsam von hinten nach vorne abrollen. Die Tiere von der Seitenlage auf den Rücken zu drehen ist mit wesentlich mehr Abwehr der Tiere verbunden. Liegt das Kaninchen dann erst einmal in dieser Position, bleibt es in der Regel mit wenig Unterstützung auch so liegen. Hierbei wird der Effekt der so genannten „Schreckstarre“ ausgenutzt (Abb. 12).



**Abb. 12** Schreckstarre



**Abb. 13** Ultraschalluntersuchung

Es war zu keinem Zeitpunkt notwendig mit manueller Kraft zu fixieren oder die Tiere medikamentös ruhig zu stellen.

Das auszuscherende Untersuchungsfeld erstreckt sich kranial vom Rippenbogen bis kaudal zum Beckenkamm und lateral bis zur Höhe der Kniefalte (Abb. 13).

Anschließend wurden die Tiere in einer Schaumstoffwanne in Rückenlage gebracht. Hier wurden sie leicht kranial an den Vordergliedmaßen oder von einer Hilfsperson im Schulter- Halsbereich fixiert. Bei einigen Tieren war keine Fixation nötig.

### **D.1.3 Technische Ausrüstung**

Die sonographische Untersuchung wurde mit dem Ultraschallgerät Sonoline Elegra (Siemens Medical Systems Inc., Ultrasound Group, USA) durchgeführt. Verwendet wurde ein linearer Schallkopf des Typs VF13-5, der über eine Sendefrequenz von 7-13 MHz verfügt.

## **D.2 Methode**

### **D.2.1 Untersuchungsgang**

Da keine vergleichbaren Studien an Kaninchen in der Literatur vorhanden waren, wurde der sonographische Untersuchungsgang entsprechend der in der Tiermedizin üblichen Untersuchungsverfahren bei Hund und Katze durchgeführt (SCHOLZ et al. 1993; POULSEN NAUTRUP 1998; NYLAND u. MATTOON 2002).

Neben jedem in diese Arbeit eingefügten Ultraschallbild befindet sich eine schematische Darstellung eines Kaninchens, in dem die Position der Sonde durch einen Balken dargestellt wird.

Ein Teilstrich der Messskala am linken Bildrand entspricht einer Länge von 5 mm. Die Organe wurden beurteilt hinsichtlich ihrer Lage, Form, Größe, Echogenität, Echotextur sowie Echostruktur.

## **D.2.2 Morphometrische und statistische Auswertung**

Es wurden Größenmessungen an der linken und rechten Niere durchgeführt. Dazu wurden die linken und rechten Nieren nachträglich im gespeicherten Bildmaterial ausgemessen, wozu die frei erhältliche auf JAVA basierende Software Image J<sup>1</sup> verwendet wurde.

Für die Messungen wurde der Sagittalschnitt mit der maximalen Länge und Breite der Niere verwendet (siehe schwarz gepunktete Ellipse in Abb. 14 mit den dazugehörigen Längen- und Breitenangaben). Zur Ermittlung der Tiefe wurde der Dorsalschnitt mit der maximalen Tiefe verwendet (siehe grau gepunkteter bohnenförmiger Umriss in (Abb. 14)). Zur Ermittlung der Tiefe wurde zunächst eine Tangente an den konvexen Nierenumriss gelegt und parallel dazu eine Tangente an den konkaven Nierenumriss. Die kürzeste Verbindung zu beiden Tangenten, also die Normale, beschreibt die Tiefe der Niere (siehe Tiefenmaß in dorsaler Ebene in (Abb. 14)).

---

<sup>1</sup> Im Internet <http://rsb.info.nih.gov/ij/>



chert und anschließend zur Auswertung auf die Festplatte eines Computers kopiert und auf CD-Rom gespeichert.

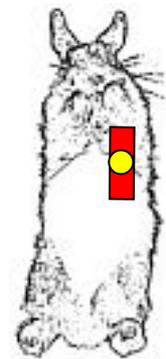
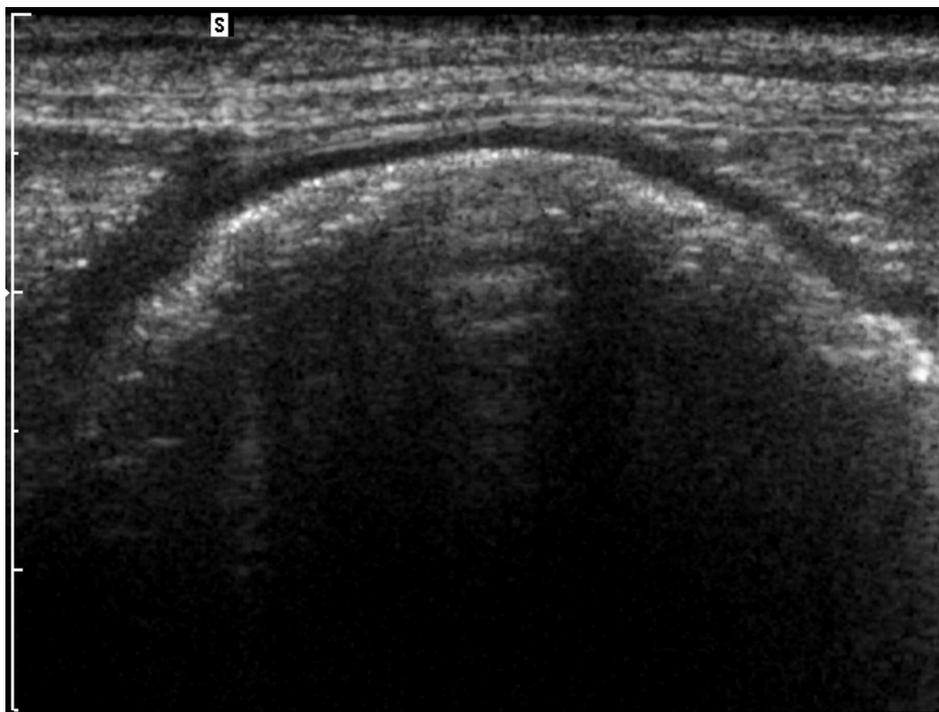
## E Ergebnisse

### E.1 Magen

Das sonographische Bild des Magens stellt sich je nach Füllungsgrad variabel kuppelförmig (Abb. 15 und Abb. 16) dar. Die schallkopferne Magenwand ist im physiologischen Zustand (mit Ingesta und Gas gefüllter Magen) nicht zu beurteilen, da sie von Mageninhalt überlagert ist. Wenn der Mageninhalt nicht mit Gas durchmischt ist, kann im Einzelfall auch die dorsale Magenwand beurteilt werden (Abb. 17)

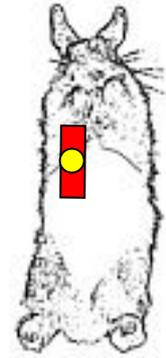
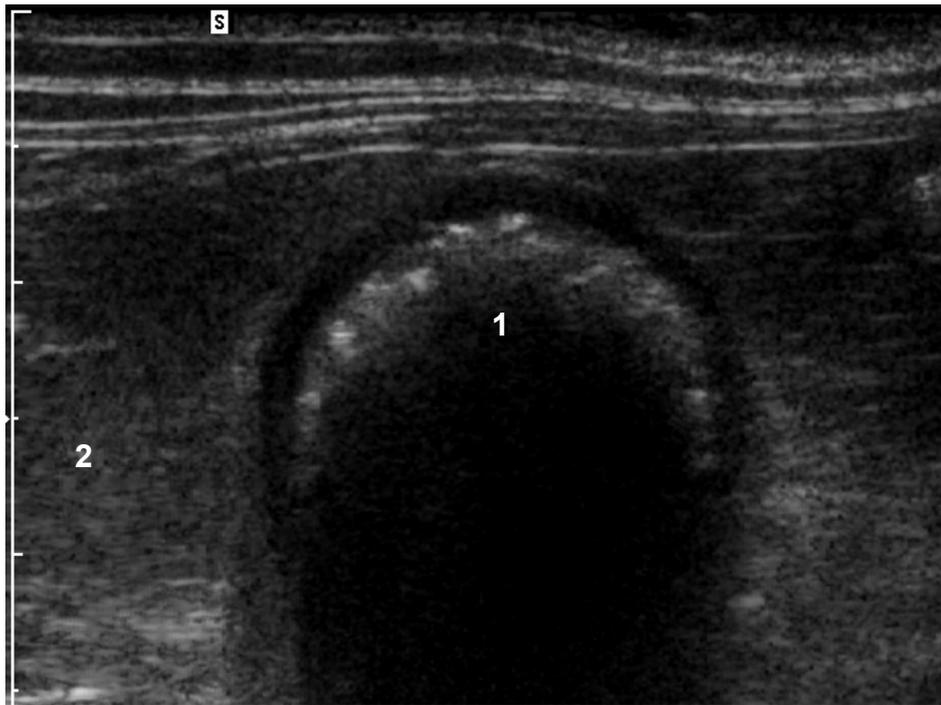
Die schallkopfnahere Magenwand ist dreischichtig mit zwei hyperechogenen Linien und einer dazwischenliegenden hypoechoenen Zone (Abb. 15).

Kranial angrenzend an den Magen liegt die Leber (Abb. 16). Auf der linken Seite ist gelegentlich die Milz zu sehen.



**Abb. 15** Magen: Fundus ventriculi im Sagittalschnitt

Weibl. Kaninchen; 1,2 kg; 9 Jahre

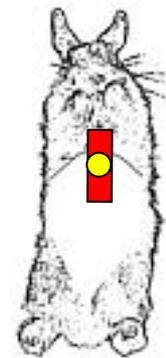
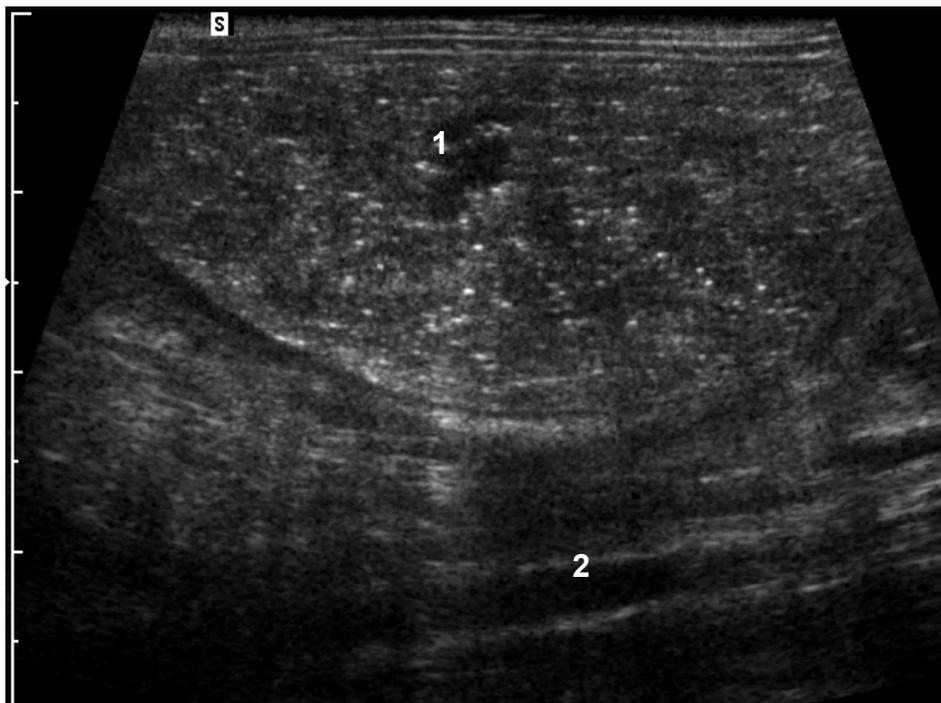


**Abb. 16** Magen: Antrum pyloricum im Sagittalschnitt

Männl. Kaninchen; 2,8 kg; 3 Jahre

1 Magen

2 Leber



**Abb. 17** Magen Sagittalschnitt

Ingesta gefüllt; ohne Luft, daher kein Schallschatten; selten

Weibl. Kaninchen; 1,7 kg; 7 Jahre

1 Magen

2 Aorta im Sagittalschnitt

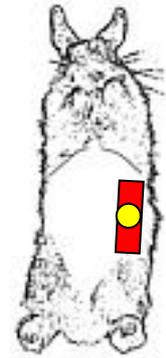
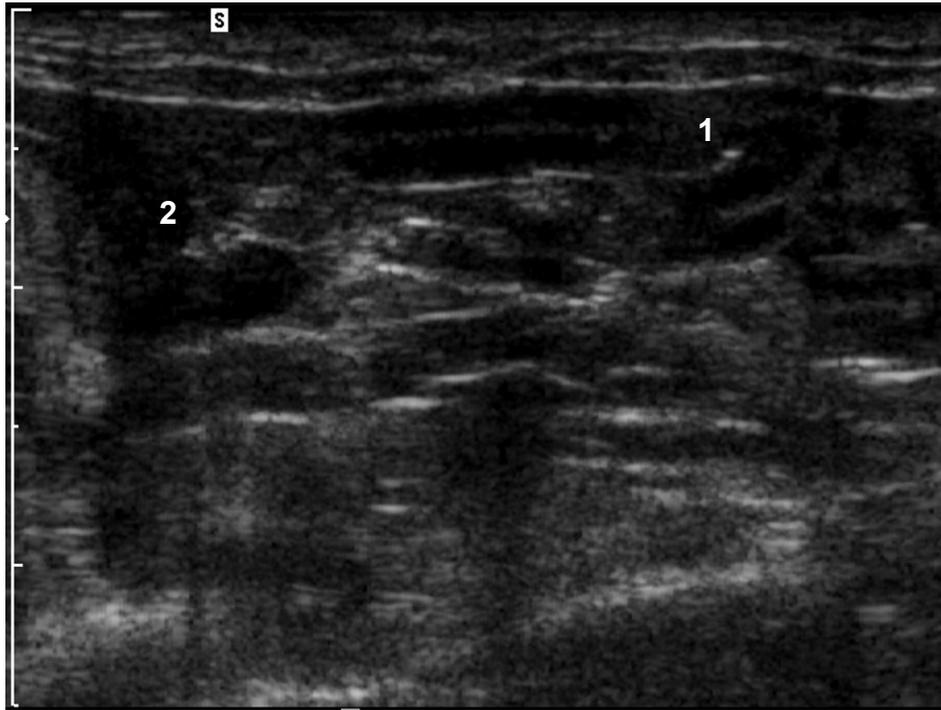
## **E.2 Darm**

### **E.2.1 Dünndarm**

Aufgrund der Lagekonstanz des voluminösen Kaninchendickdarms ist auch die Lage des Dünndarm relativ konstant auf kleine Bereiche im Abdomen beschränkt wo er sonographisch gut anzusprechen ist. So liegen die Jejunumschlingen kaudal des Fundus ventriculi und sind hier sonographisch leicht aufzufinden (Abb. 18).

Das Duodenum descendens ist so im sonographischen Transversalschnitt (Abb. 19) als auch im Sagittalschnitt (Abb. 20) kraniallateral vom Gyrus primus caeci gut aufzufinden.

Die fünfschichtige Dünndarmwand mit Serosa, Tunica. muscularis, Tela submucosa, Tunica mucosa und Schleimhautoberfläche ist nur bei optimaler senkrechter Anschallung gut zu erkennen (Abb. 21).

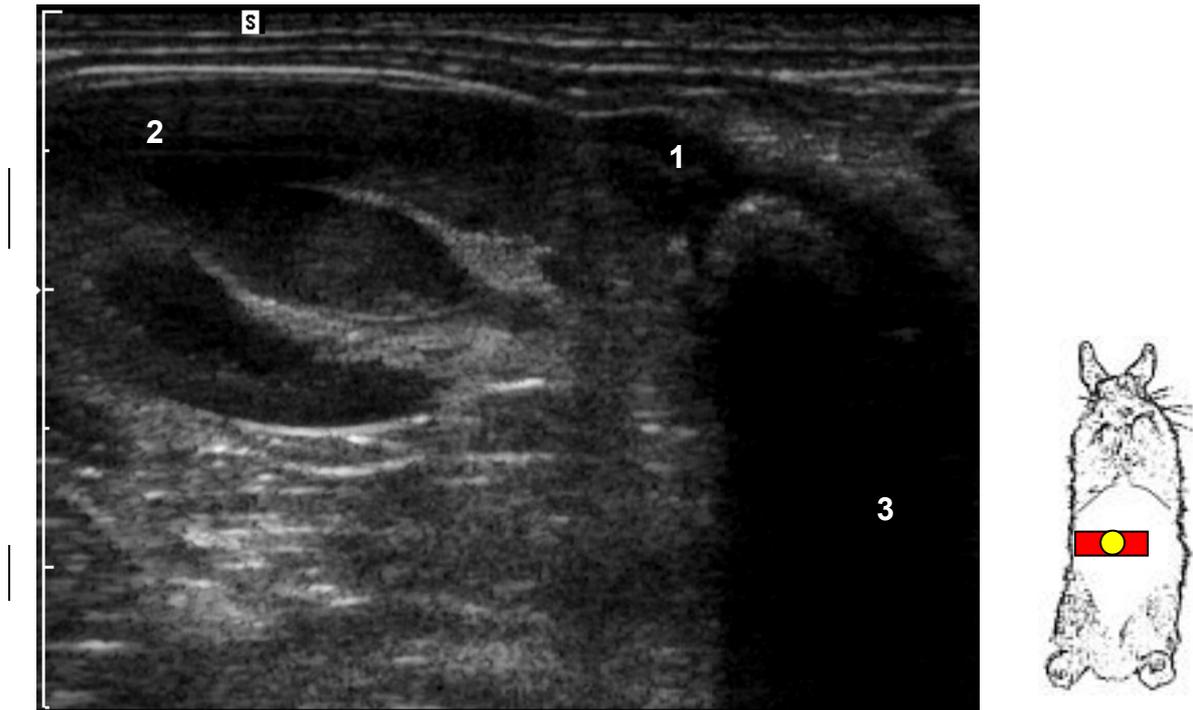


**Abb. 18** Dünndarm im Längsschnitt

Weibl. Kaninchen; 1,75 kg; 2 Jahre alt

1 Jejunumschlinge

2 Magen



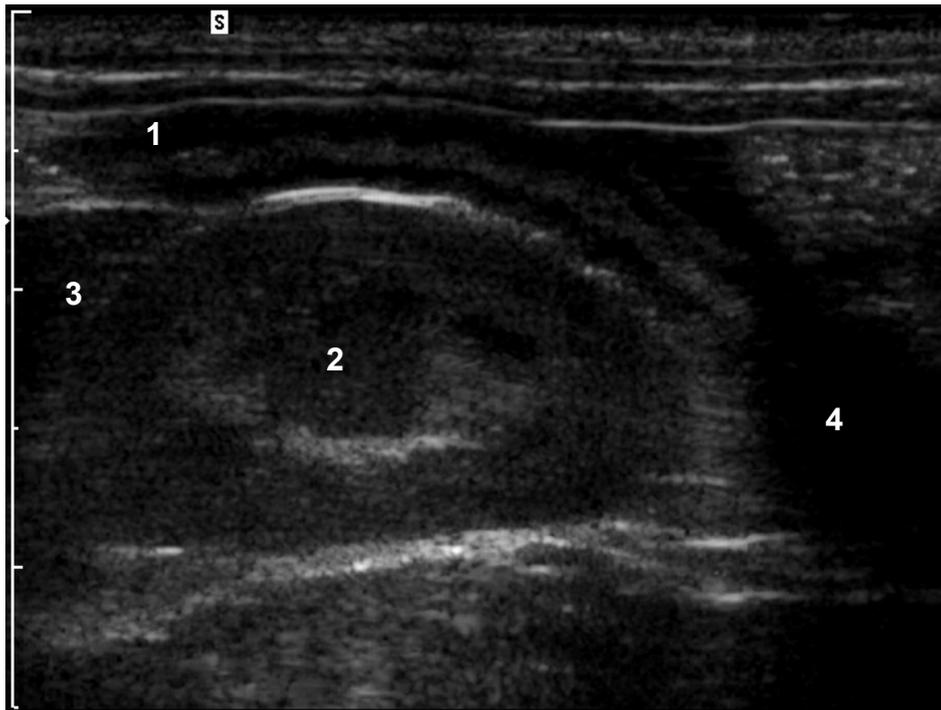
**Abb. 19** Duodenum descendens im sonographischen Transversalschnitt

Weibl. Kaninchen; 1,75 kg; 2 Jahre alt

1 Duodenum descendens,

2 Rechte Niere im Transversalschnitt

3 Gyrus primus caeci



**Abb. 20** Duodenum descendens im sonographischen Sagittalschnitt

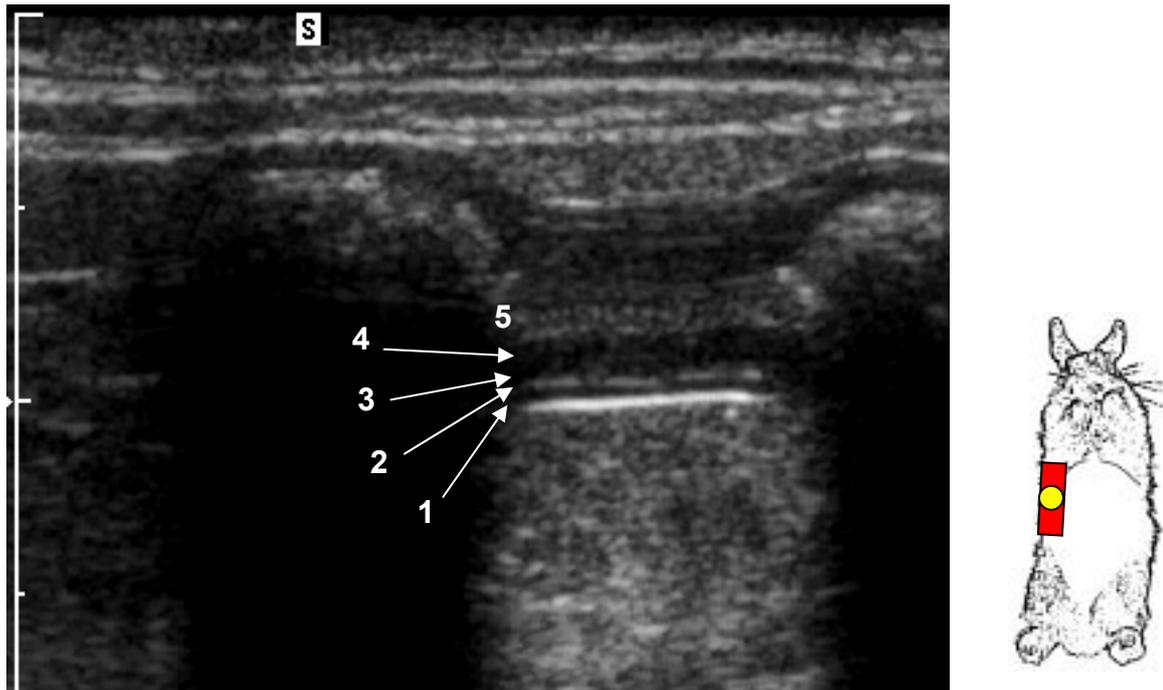
Weibl. Kaninchen; 1,1 kg; 3 Monate alt

1 Duodenum descendens

2 Rechte Niere im Sagittalschnitt

3 Leber

4 Gyrus primus caeci



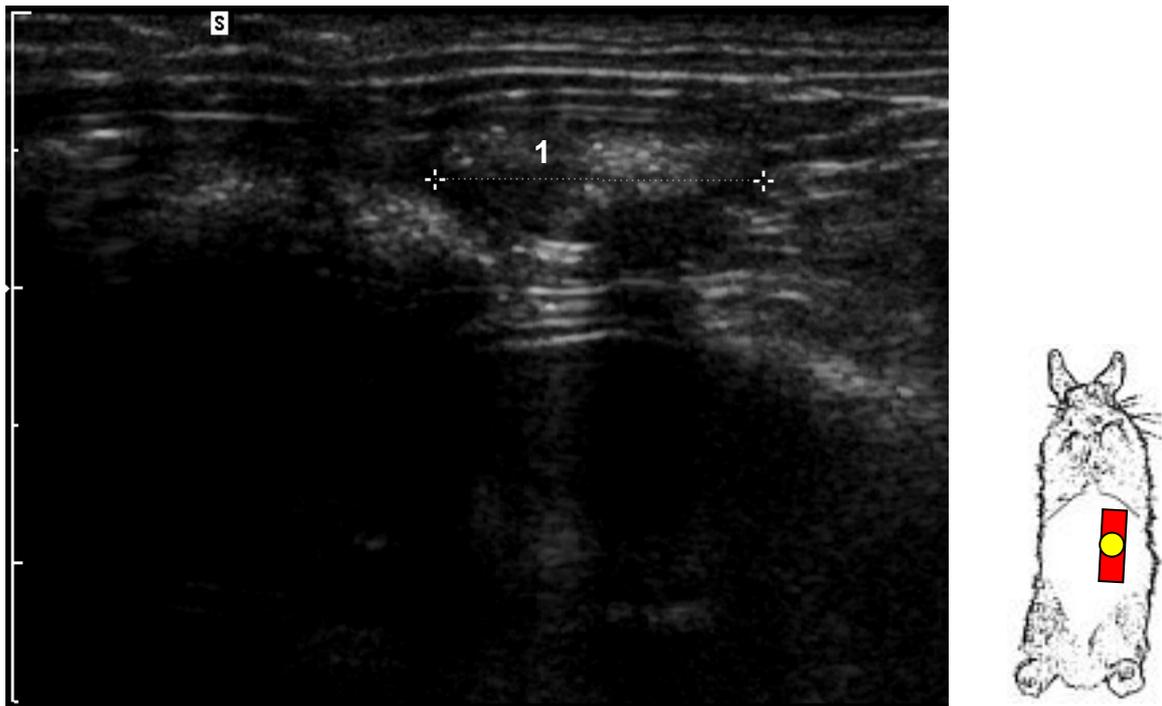
**Abb. 21** Dünndarm, Duodenum descendens im Sagittalschnitt mit deutlicher Wandschichtung  
Weibl. Kaninchen; 2,55 kg; 3 Jahre alt

- 1 Serosa
- 2 Tunica. muscularis
- 3 Tela submucosa
- 4 Tunica mucosa
- 5 Lumen mit Ingesta

## E.2.2 Dickdarm

Der Blinddarm des Kaninchens ist in charakteristischen Schleifen angeordnet (Abb. 4). Von diesen sind sonographisch der Gyrus primus (Abb. 23), der Gyrus secundus und der Gyrus tertius (Abb. 36) sicher darzustellen. Das Colon ascendens schmiegt sich in die Schleifenform des Zäkums ein (Abb. 23) und ist anhand dessen zu identifizieren. Im Längsschnitt ist das Colon ascendens anhand der deutlichen Poschenstruktur von anderen Darmabschnitten zu unterscheiden (Abb. 24).

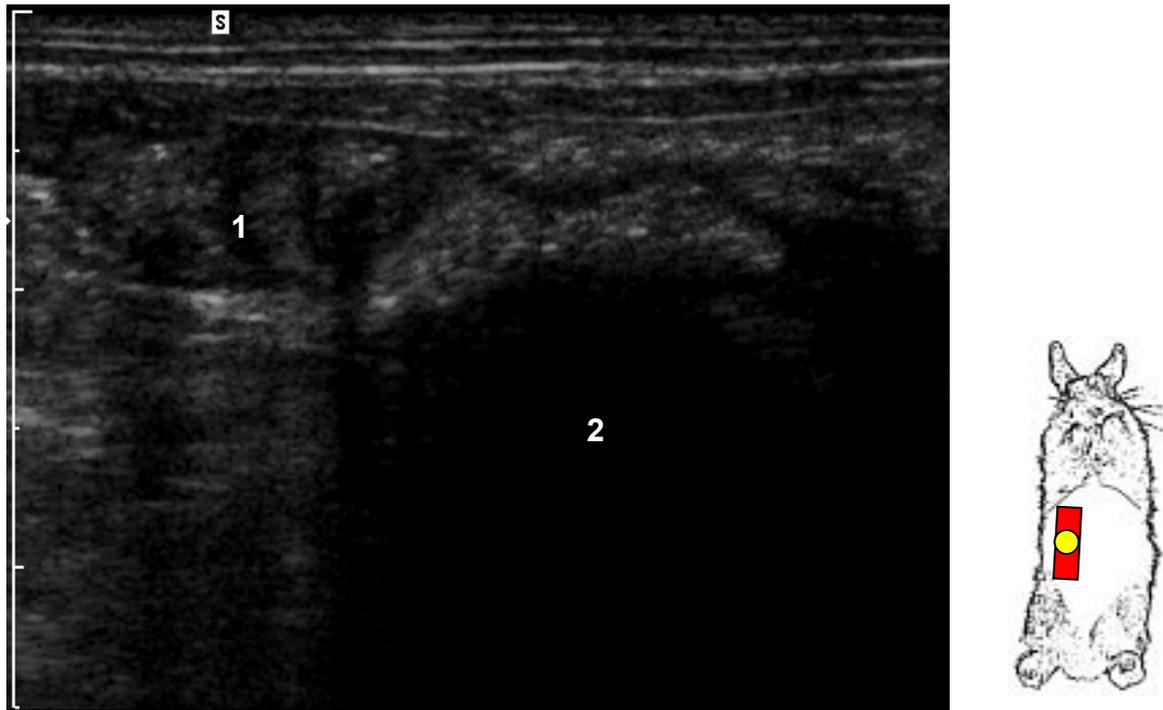
Die Kotkugeln im Rektum stellen sich sonographisch mit einem starken Oberflächenreflex und einem dahinter liegenden Schallschatten dar. Im Transversalschnitt führt dies zu einer kuppelförmigen Struktur (Abb. 52) und im Sagittalschnitt stellt sich das gefüllte Rektum charakteristisch treppenstufenartig dar (Abb. 25).



**Abb. 22** Dickdarm im Sagittalschnitt

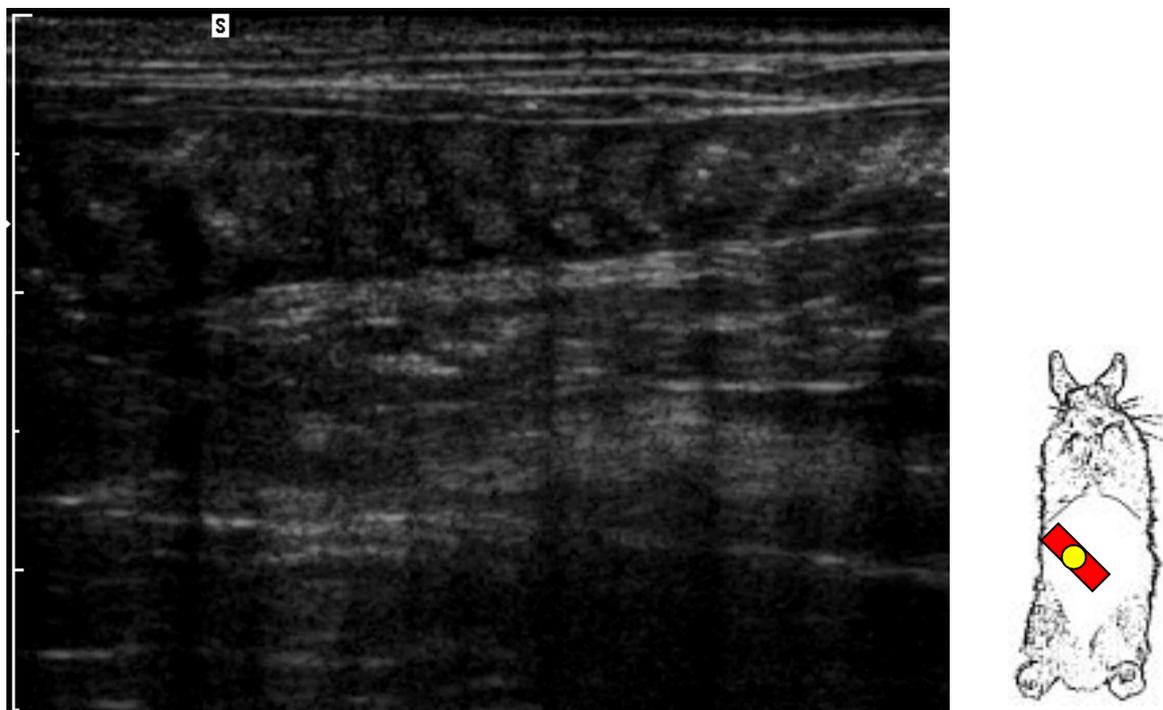
Weibl. Kaninchen; 1,75 kg; 2 Jahre alt

1 Colon descendens; Ø 12,0 mm



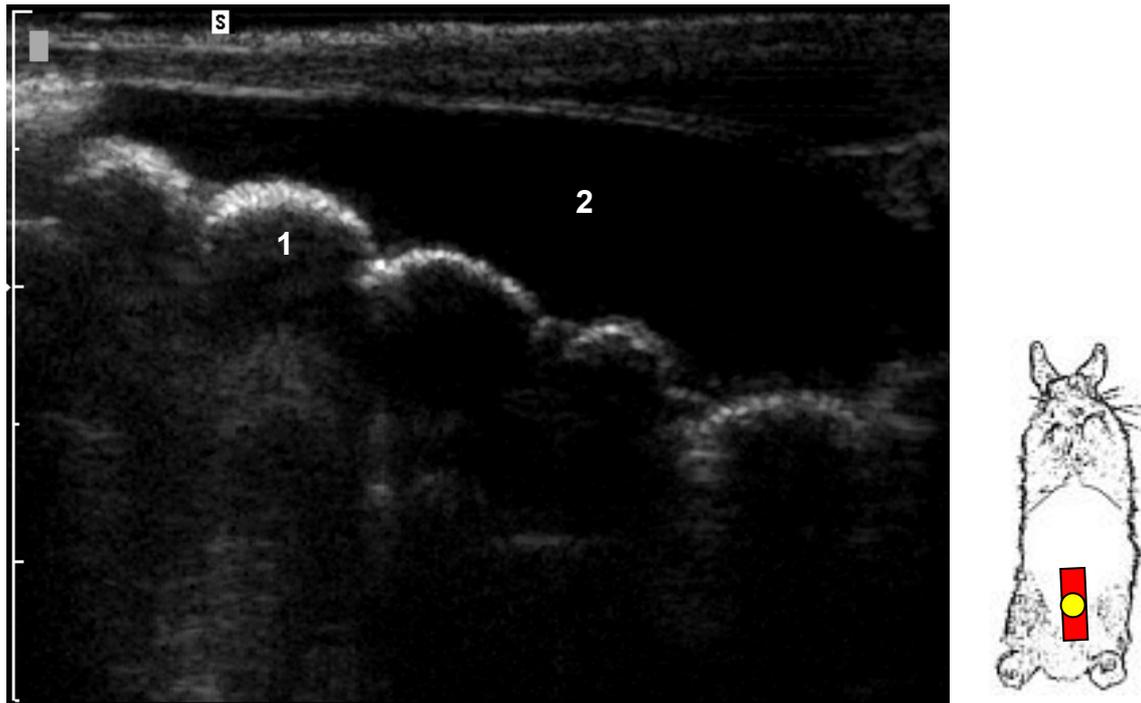
**Abb. 23** Dickdarm, keine Wandzeichnung; weibl. Kaninchen; 1,75 kg; 2 Jahre alt

1 Colon ascendens 2 Gyrus primus caeci



**Abb. 24** Dickdarm; Colon ascendens; diagonal deutliche Poschenstruktur

Weibl. Kaninchen; 1,75 kg; 2 Jahre alt



**Abb. 25** Rectum im Sagittalschnitt  
Männl. Kaninchen; 0,8 kg; 10 Wochen alt

- 1 Rectum, Kontur durch Kotballen geformt
- 2 Harnblase im Sagittalschnitt

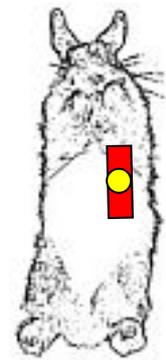
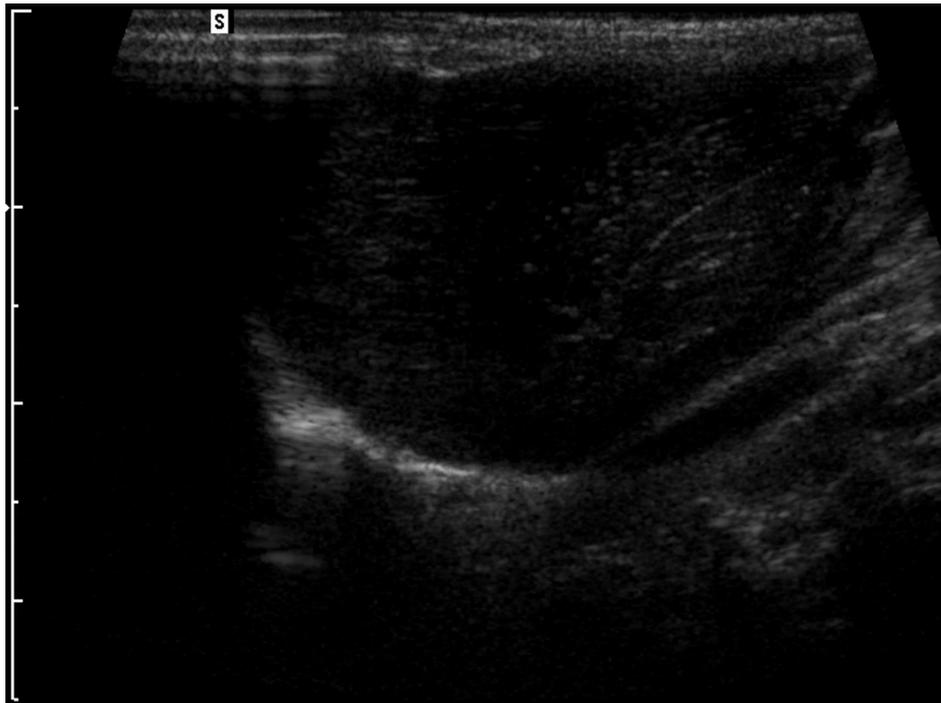
### E.3 Leber

Zur Untersuchung der Leber erwies es sich als zweckmäßig, den Scanner elektronisch von Linear- auf Sektorbild umzustellen, da somit auch tiefer liegende intrathorakale kraniale Leberanteile dargestellt werden konnten.

Die Leber wurde in sagittalen und transversalen Schnitten untersucht. Dabei wurde zur Erstellung von Sagittalschnitten der longitudinal auf die Bauchwand aufgesetzte Schallkopf kaudal vorsichtig unter den Rippenbogen geschwenkt und von links nach rechts entlang des Rippenbogens geführt.

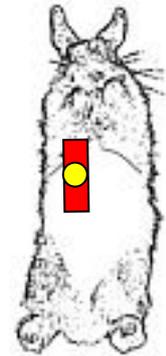
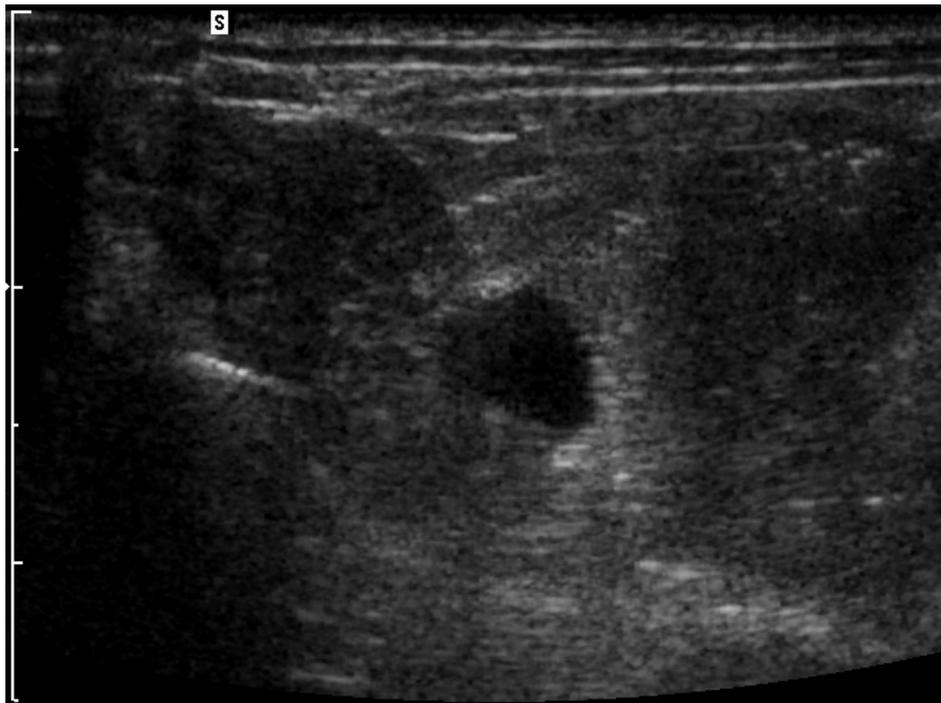
Es ist auch möglich ein Fenster zwischen zwei Rippen zu nützen, um dort den Schallkopf aufzusetzen.

Das Leberparenchym ist gleichmäßig strukturiert und wenig bis mittelgradig echo-gen (Abb. 26). Im Bereich des linken Leberlappens konnte die Echogenität mit der der Milz verglichen werden, wobei sich das Leberparenchym hypoechogener und grober darstellt. Das Parenchym des rechten Leberlappens ist im Vergleich zum Parenchym der anliegenden rechten Nierenrinde geringgradig hyperechogen. Im rechten Leberlappen ist die Gallenblase zu finden.

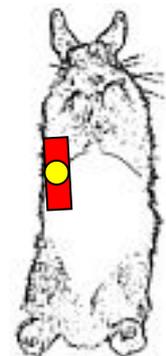
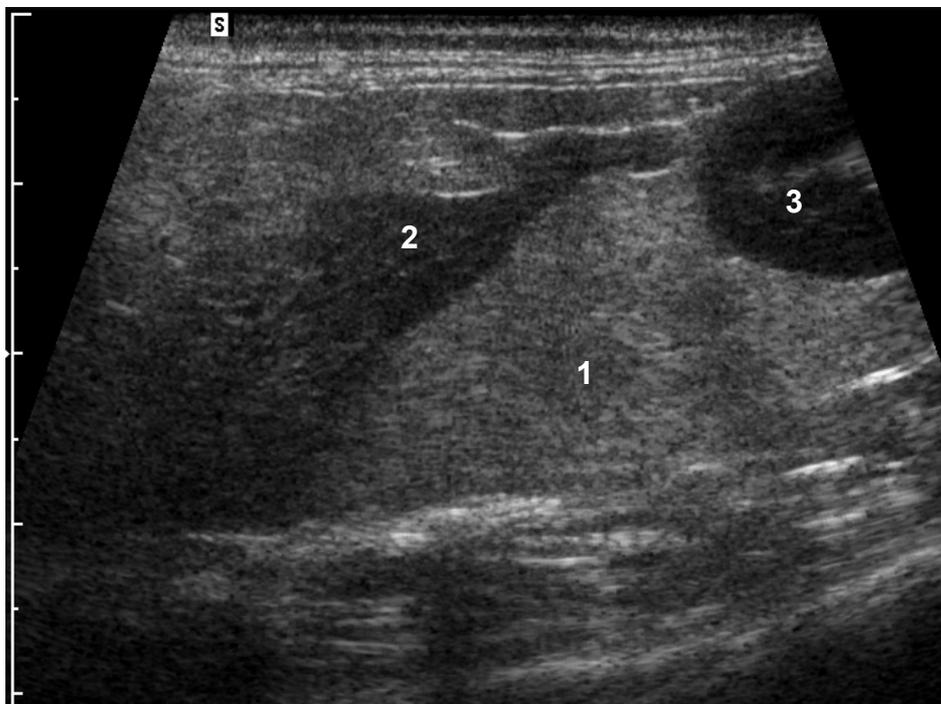


**Abb. 26** Linke Leber im Sagittalschnitt

Männl. Kaninchen; 0,8 kg; 10 Wochen alt



**Abb. 27** „Rechte Leber“ mit Gallenblase  
Männl. Kaninchen; 1,2 kg; 3 Jahre alt



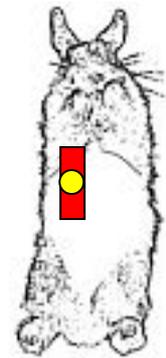
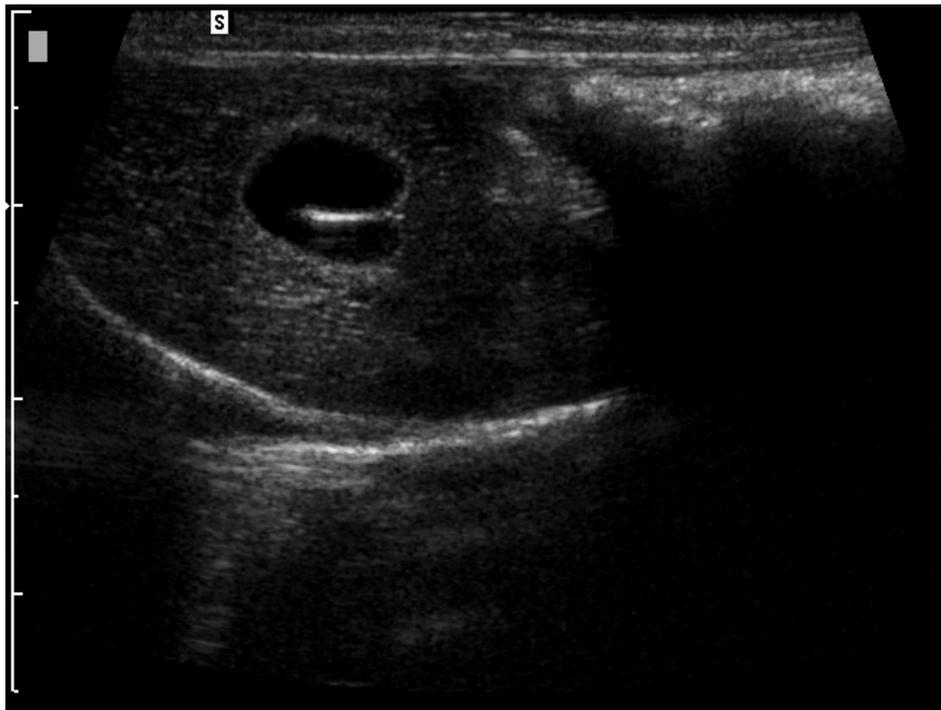
**Abb. 28** „Rechte Leber“ im Sagittalschnitt, männl. Kaninchen; 2,5 kg; 2 Jahre alt  
1 Fettgewebe, 2 Rechte Leber, 3 Rechte Niere



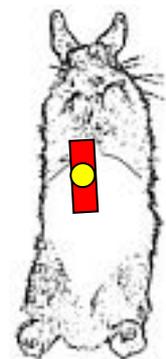
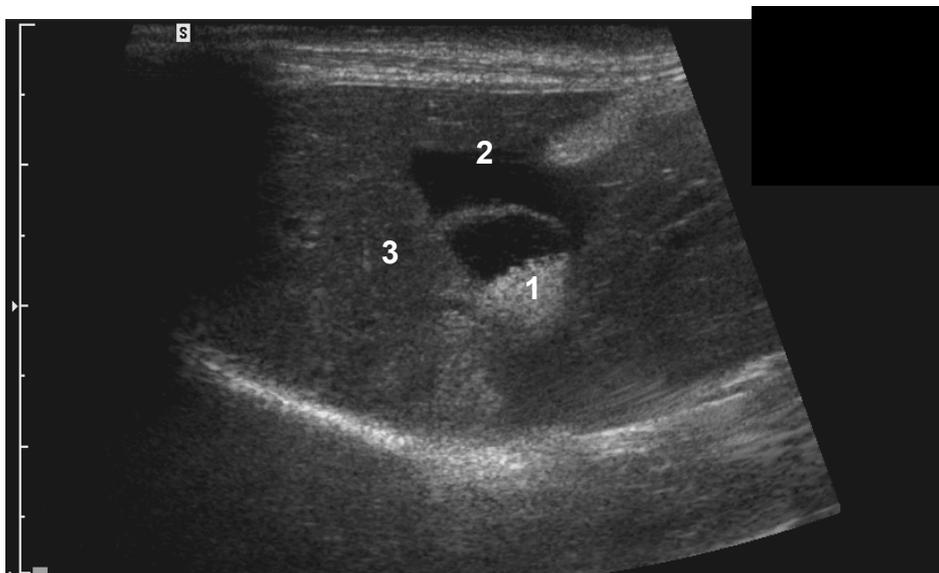
**Abb. 29** Lobus caudatus Fettleber, männl. Kaninchen; 2,5 kg; 2 Jahre alt

## E.4 Gallenblase

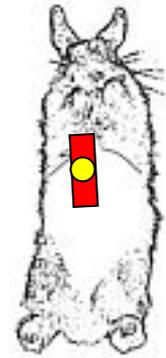
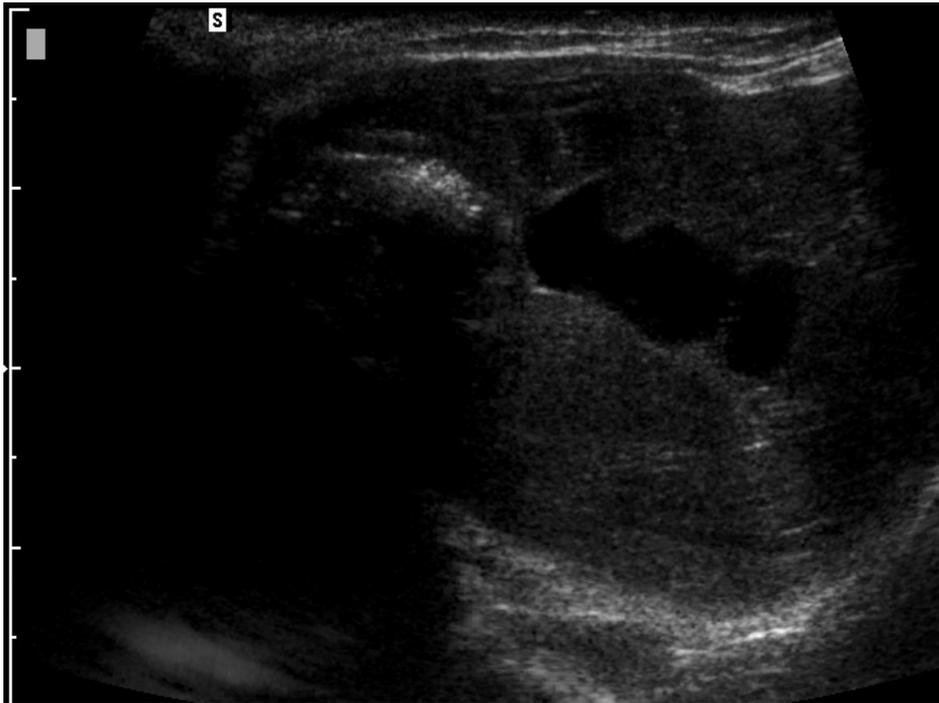
Die Gallenblase des Kaninchens stellte sich als anechogene, bei den meisten Tieren im Querschnitt runde, im Longitudinalschnitt ovale, in das Leberparenchym eingebettete Struktur dar. Bei Einzeltieren wurden aber auch unregelmäßige Formen beobachtet, die bei geknickter Gallenblasenlage zu scheinbaren Septenbildungen im Gallenblasenlumen führten (Abb. 30). Gelegentlich konnte am Zwerchfell ein Spiegelphänomen der Gallenblase und des umliegenden Leberparenchyms beobachtet werden. Die Gallenblasenwand konnte bei senkrechter Anschallung als dünne echogene Linie dargestellt werden.



**Abb. 30** Knick in der Gallenblase der im Sagittalschnitt eine Septierung vortäuscht  
Männl. Kaninchen; 0,8 kg; 8 Wochen alt

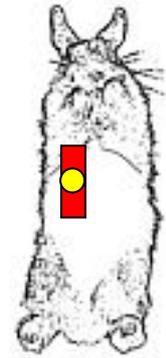
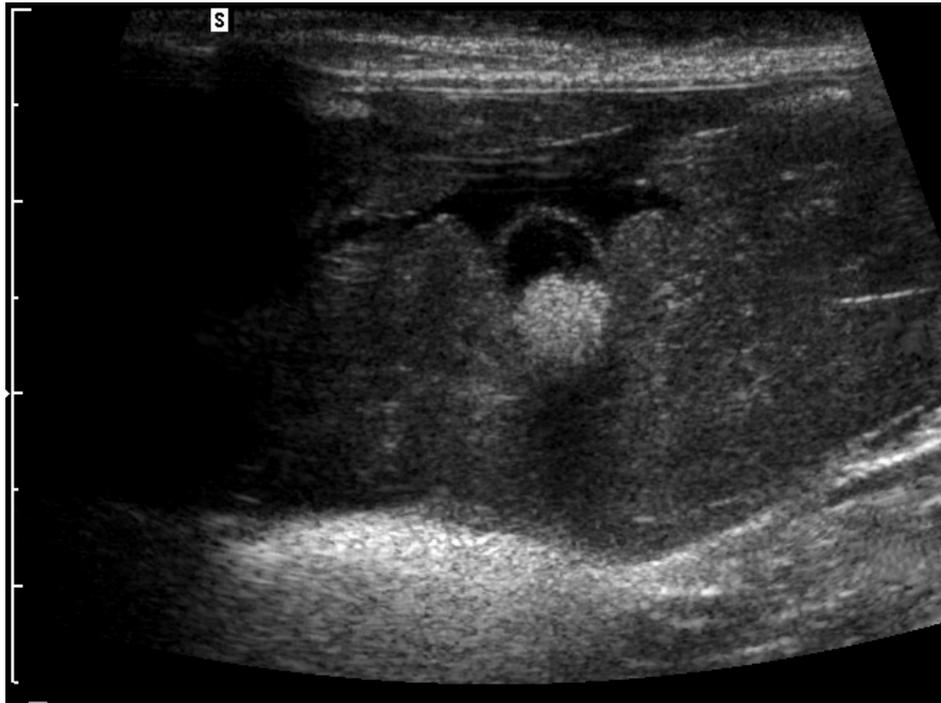


**Abb. 31** Gallenblase im Sagittalschnitt  
Weibl. Kaninchen; 1,47 kg; 8 Jahre alt  
1 Gallenblase mit echogenem Gallenblaseninhalte  
2 Ascites, 3 Leber

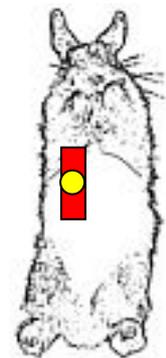
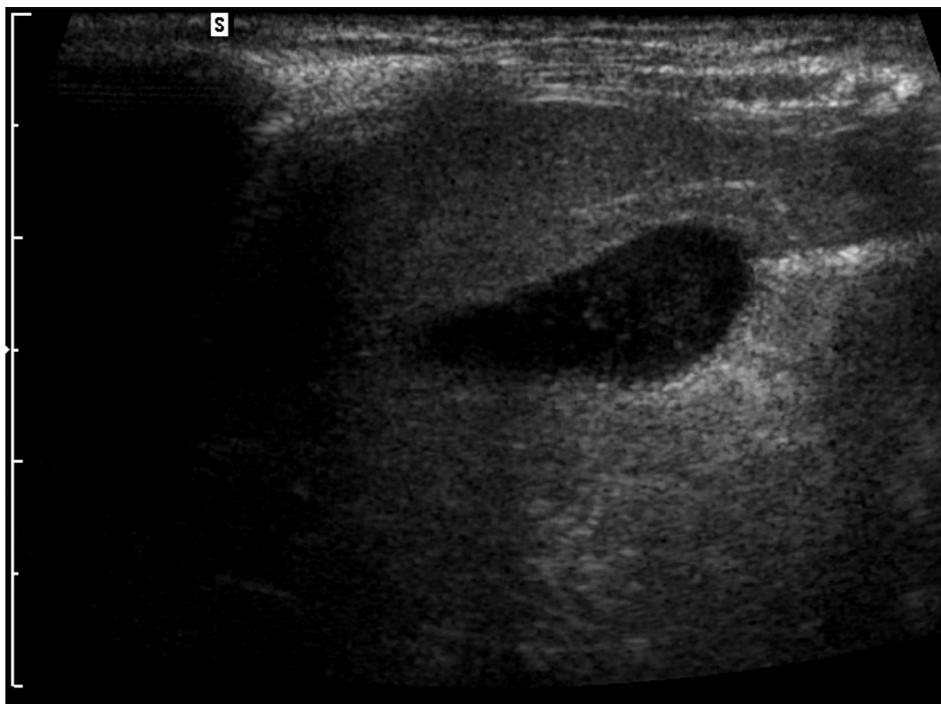


**Abb. 32** Korkenzieherförmige Gestalt der Gallenblase  
Weibl. Kaninchen; 1,3 kg; 8 Jahre alt

Physiologisch stellt sich die Gallenblase im Ultraschall aufgrund des flüssigen Inhalts komplett schwarz dar. Bei zwei Tieren konnte in der Gallenblasen sedimentierender echogener Inhalt nachgewiesen werden (Abb. 33 und Abb. 34).



**Abb. 33** Gallenblase mit ausgeprägt echogenem Sludge  
Weibl. Kaninchen; 1,47 kg; 7 Jahre alt

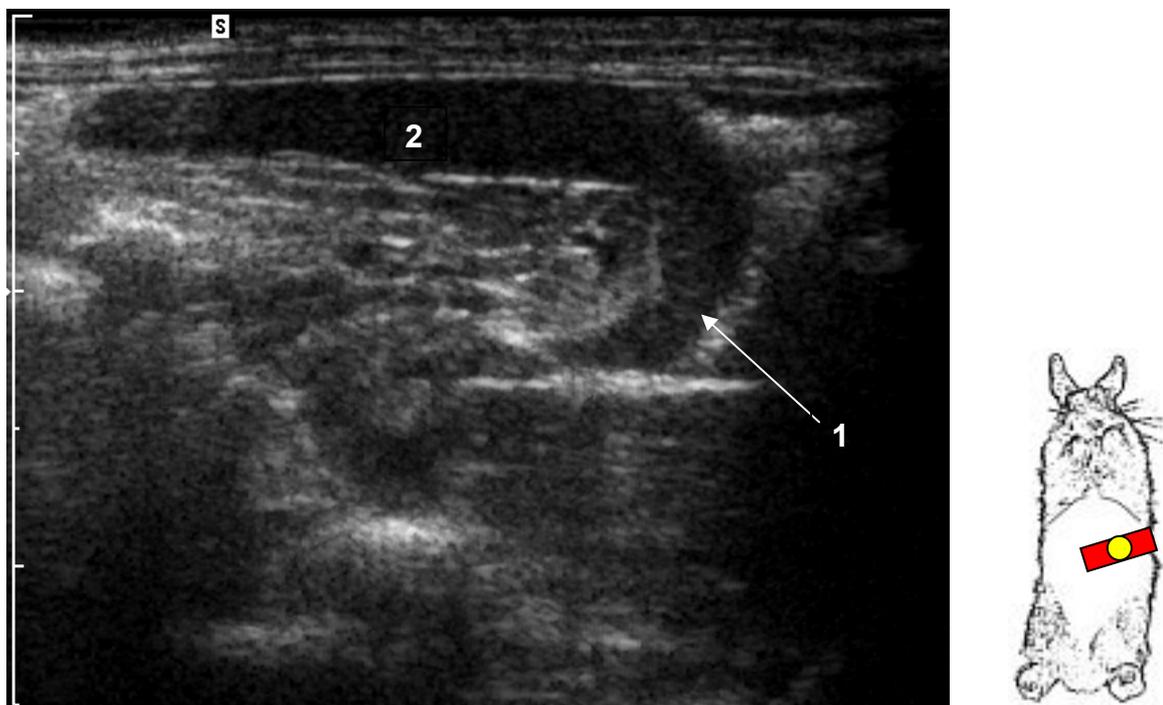


**Abb. 34** Aufgewirbelter echogener Gallenblaseninhalt  
Weibl. Kaninchen; 1,2 kg; 9 Jahre alt

## E.5 Milz

Die sehr kleine Milz war nur bei wenigen Kaninchen sonographisch darstellbar. Dies gelang nur, wenn die Milz der Bauchwand direkt anlag. In der Regel schoben sich Jejunumschlingen zwischen Milz und Bauchwand und machten die sonographische Milzdarstellung bis auf wenige Ausnahmen (Abb. 37) unmöglich.

Das Milzparenchym stellt sich feinkörnig homogen dar und ist echogener als das Leberparenchym. Die Milzkapsel ist als stark echogene Linie bei senkrechter Anschallung erkennbar (Abb. 35). Im Querschnitt stellt sich die Milz annähernd dreieckig dar (Abb. 36).

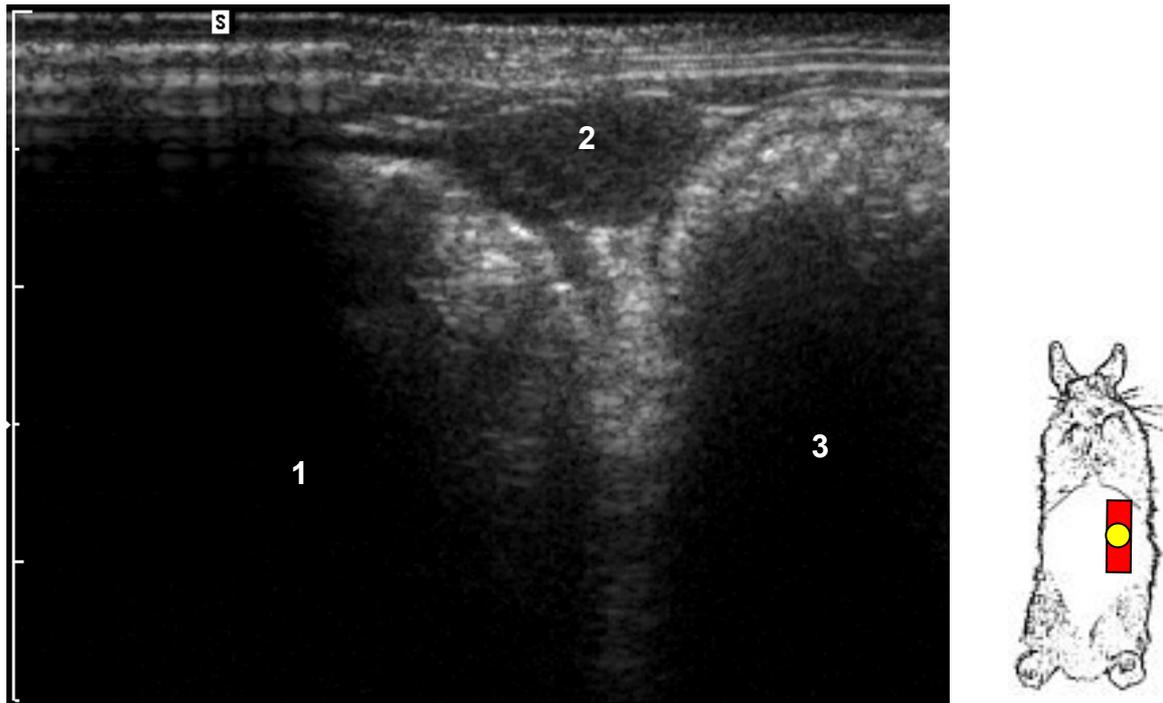


**Abb. 35** Milz im Längsschnitt

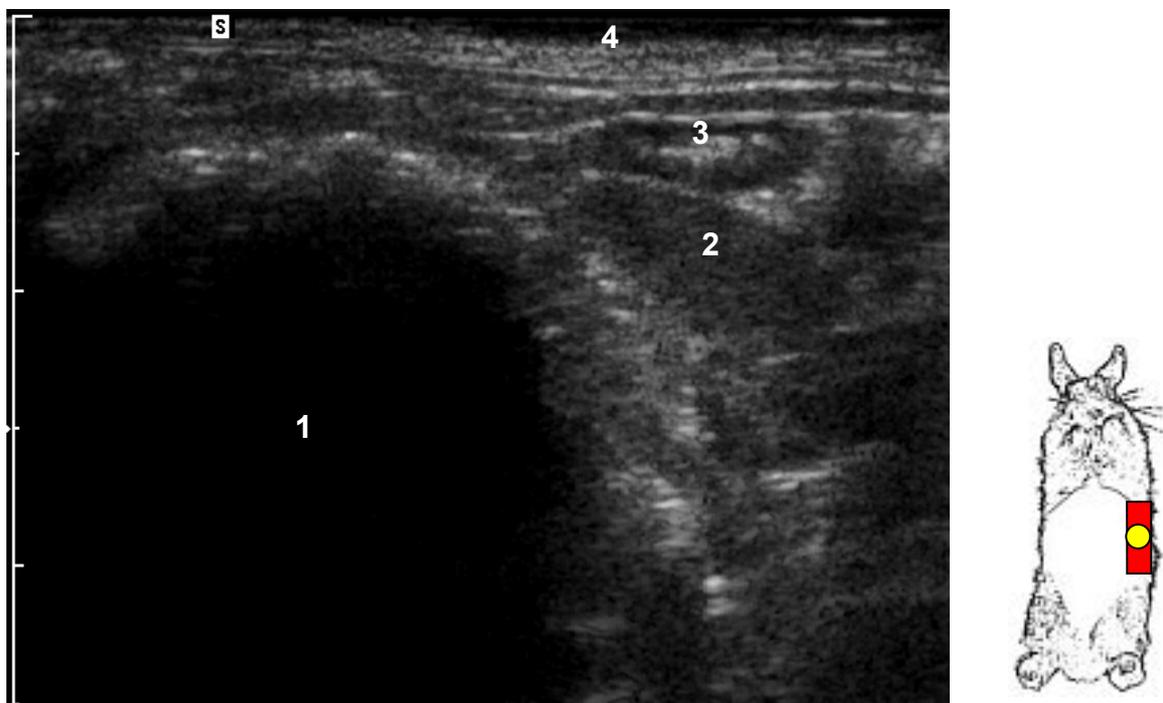
Weibl. Kaninchen; 0,8 kg; 10 Wochen alt

1 Milzkopf

2 Milz



**Abb. 36** Querschnitt der Milz im Sagittalschnitt , Weibl. Kaninchen; 0,95 kg; 6 Monate alt; 1 Magen, 2 Milz, 3 Blinddarm, Gyrus tertius

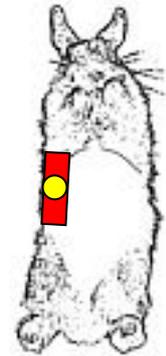
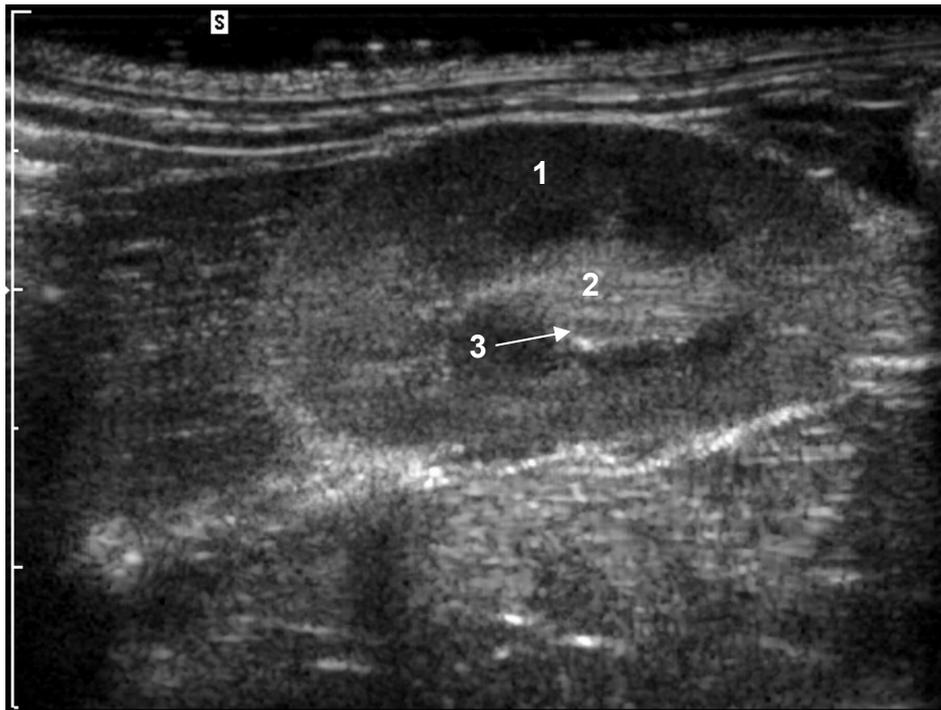


**Abb. 37** Querschnitt durch die Milz im Sagittalschnitt, Weibl. Kaninchen; 0,95 kg; 6 Monate alt; 1 Magen, 2 Milz, 3 Darm, 4 Körperwand

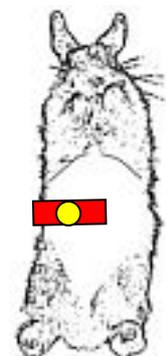
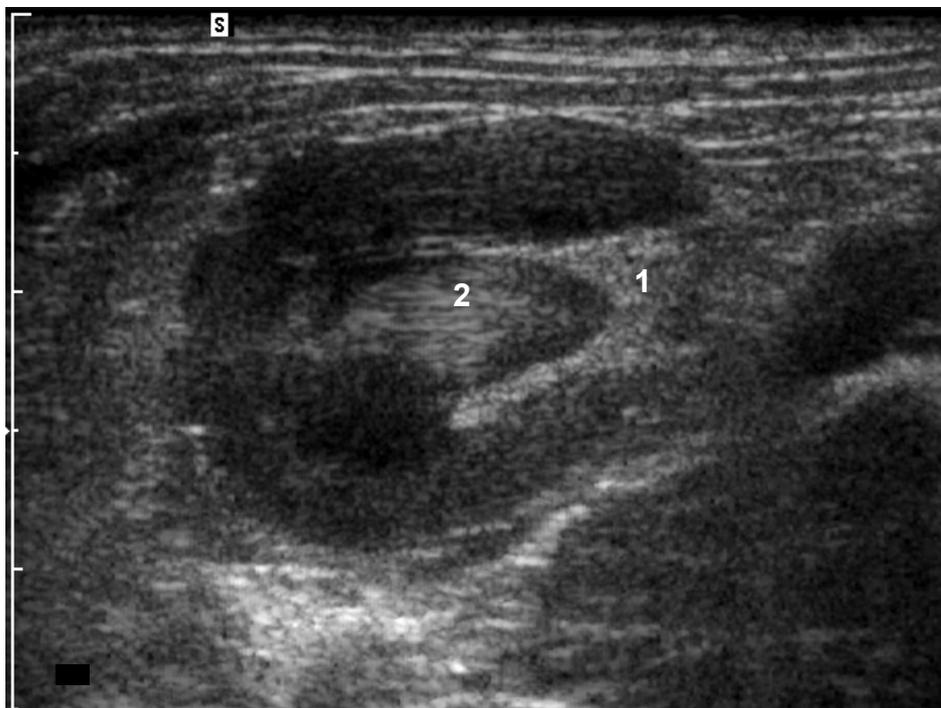
## E.6 Nieren

Beide Nieren wurden in jeweils drei senkrecht aufeinanderstehenden Schnittebenen dargestellt. Zur Dokumentation wurden ein Sagittalschnitt (Abb. 38 und Abb. 41) im Bereich des größten Längsdurchmessers sowie ein Dorsal- (Abb. 40 und Abb. 43) und ein Transversalschnitt (Abb. 39 und Abb. 42) auf Höhe des Organhilus erzeugt.

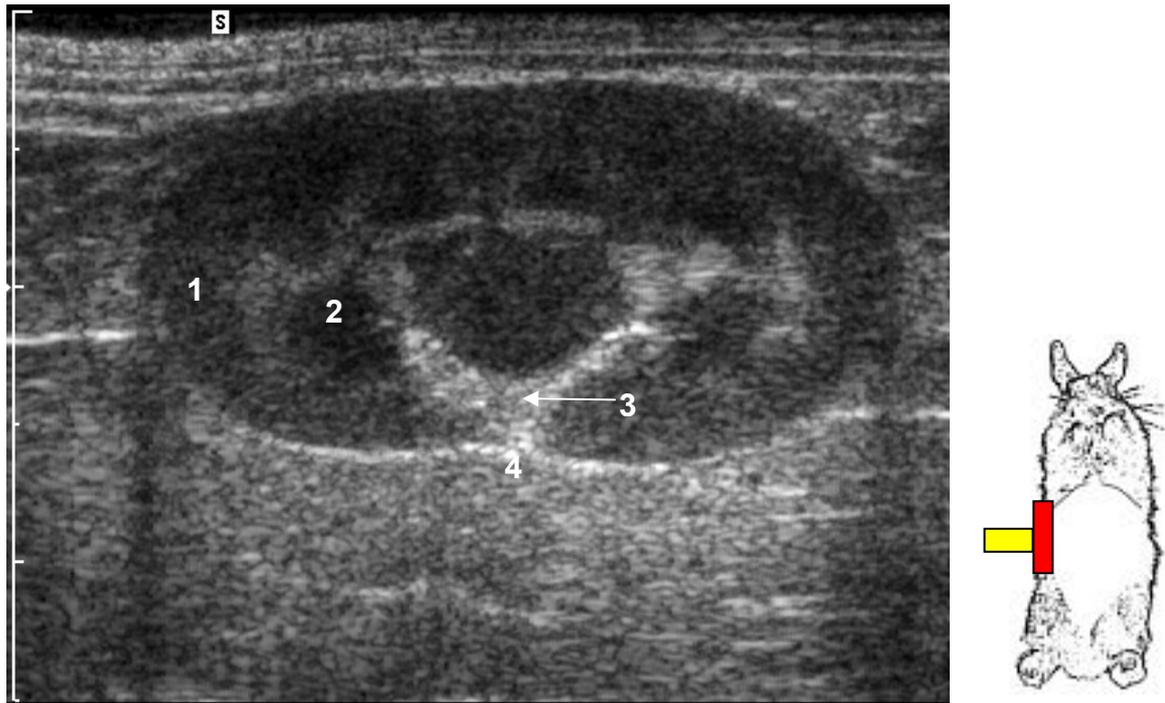
Die gesunde Kaninchenniere stellte sich im Dorsalschnitt bohnenförmig (Abb. 40 und Abb. 43), im Transversalschnitt rundlich (Abb. 39 und Abb. 42) und im Sagittalschnitt oval (Abb. 38 und Abb. 41) dar. Im Transversal- sowie im Dorsalschnitt ließen sich auf Höhe des Hilus ein- und austretende Gefäße erkennen. Innerhalb der Niere waren Zonen unterschiedlicher Echogenität zu differenzieren. Von außen nach innen waren dies die durch mittlere Echogenität gekennzeichnete Organrinde, das darauffolgende hypoechogene Mark, dessen Markpyramiden sich in die Rindenzonen hinein erstreckten, und eine zentral gelegene stark echogene Zone, die dem um das Nierenbecken herum im Sinus renalis befindlichen Fett entsprach. Die Organkapsel stellte sich bei senkrechter Anschallung als stark hyperechogene Linie dar. Die rechte Niere lag in der Impressio renalis dem Lobus caudatus der Leber an. Der Vergleich des Parenchyms von Milz und Leber mit der Nierenrinde diente der relativen Beurteilung der Echogenität des Nierengewebes. Die gesunde Nierenrinde stellte sich geringfügig echoärmer als das Leberparenchym und deutlich echoärmer als die Milz dar. Die Echogenität des perirenaln Fettgewebes war etwas geringer als die des Sinus renalis, der sich beim Kaninchen im Vergleich zu anderen Tierarten hyperechogen darstellt.



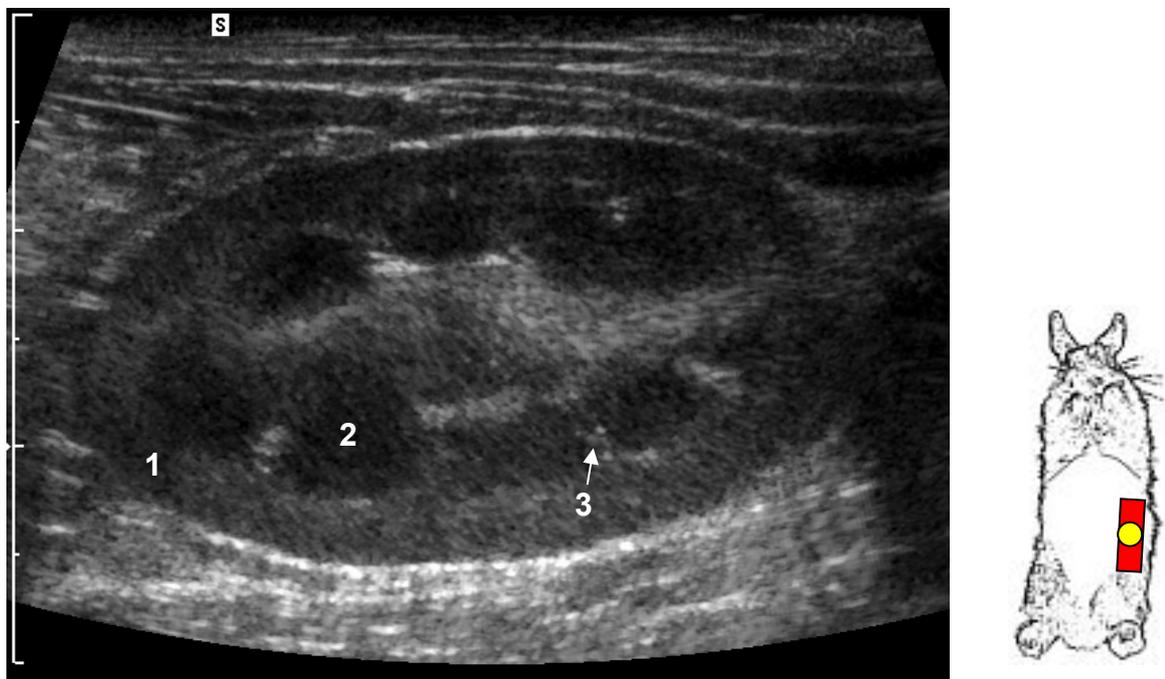
**Abb. 38** Rechte Niere im Sagittalschnitt, Männl. Kaninchen; 1,65 kg; 2 Jahre alt  
1 Nierenrinde, 2 Nierenmark, 3 Recessus pelvis renalis



**Abb. 39** Rechte Niere, Transversalschnitt Männl. Kaninchen; 1,5 kg; 1 Jahr alt  
1 Sinus renalis , 2 Papilla renalis

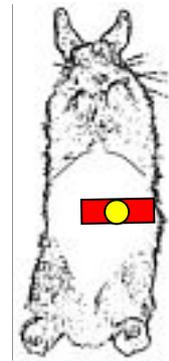
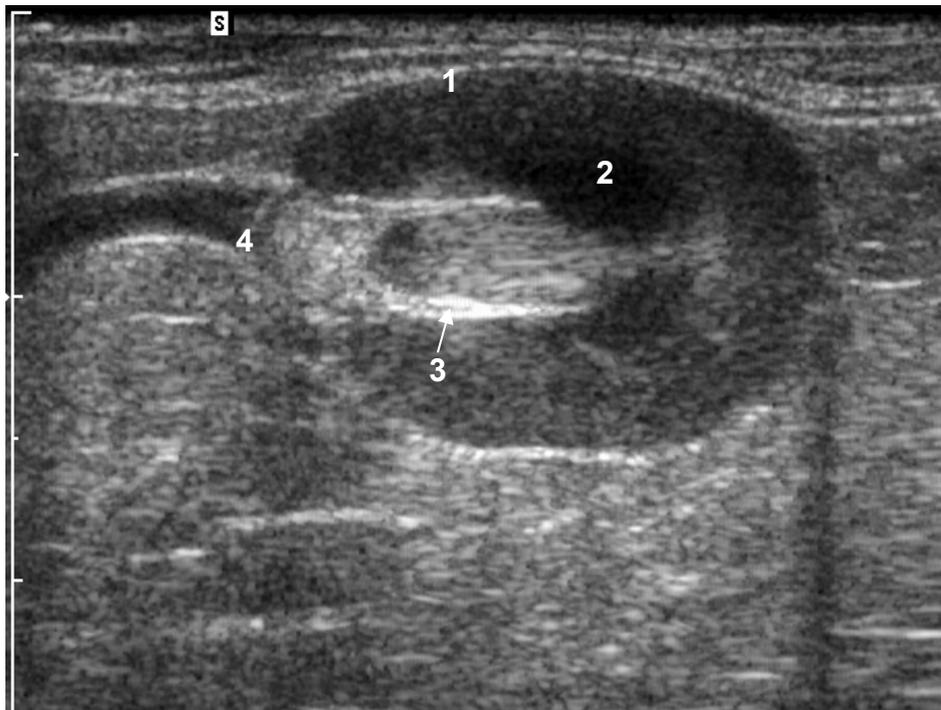


**Abb. 40** Rechte Niere im Dorsalschnitt; Besonders auffällig der im Vergleich zu anderen Tierarten echogene Sinus renalis, Weibl. Kaninchen; 1,2 kg; 9 Jahre alt; 1 Nierenrinde, 2 Nierenmark, 3 Sinus renalis, 4 Hilus renalis



**Abb. 41** Linke Niere im Sagittalschnitt, Weibl. Kaninchen; 4,5 kg; 3 Jahre alt  
1 Nierenrinde, 2 Nierenmark, 3 Recessus renalis

## E.6.1 Transversalschnitt

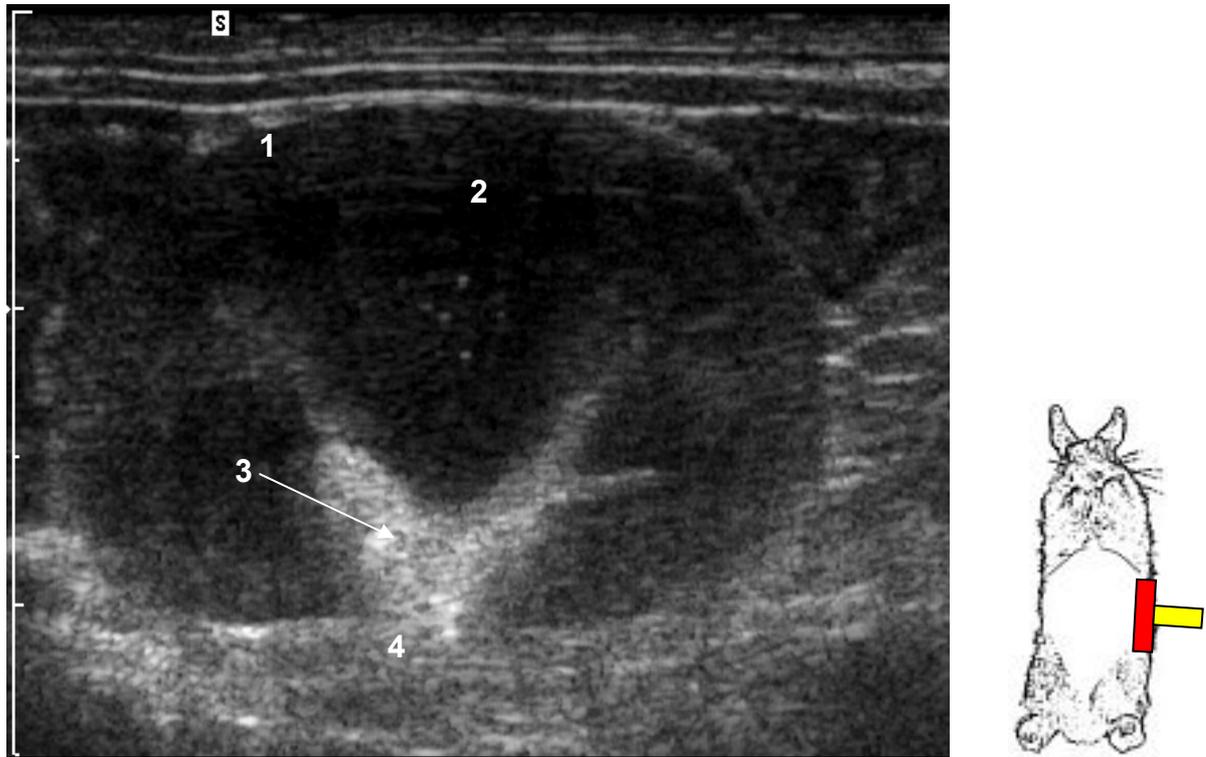


**Abb. 42** Linke Niere im Transversalschnitt

Weibl. Kaninchen; 1,2 kg; 9 Jahre alt

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Sinus renalis
- 4 Hilus renalis

## E.6.2 Dorsalschnitt



**Abb. 43** Linke Niere im Dorsalschnitt

Weibl. Kaninchen; 1,5 kg; 2 Jahre alt

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Sinus renalis
- 4 Hilus renalis

## E.6.3 Messungen der rechten Niere

Für die Längen- und Breitenmaße wurden 132 Bilder von 63 Kaninchen vermessen, für das Tiefenmaß 152 Bilder. Das Gewicht der Zwergkaninchen reichte von 0,8 bis 3,5 kg, wobei die jüngsten Zwergkaninchen 8 Wochen alt waren. Da zwischen männlichen und weiblichen Kaninchennieren keine signifikanten Größenunterschiede feststellbar waren, wurde auf eine Trennung der Darstellung verzichtet.

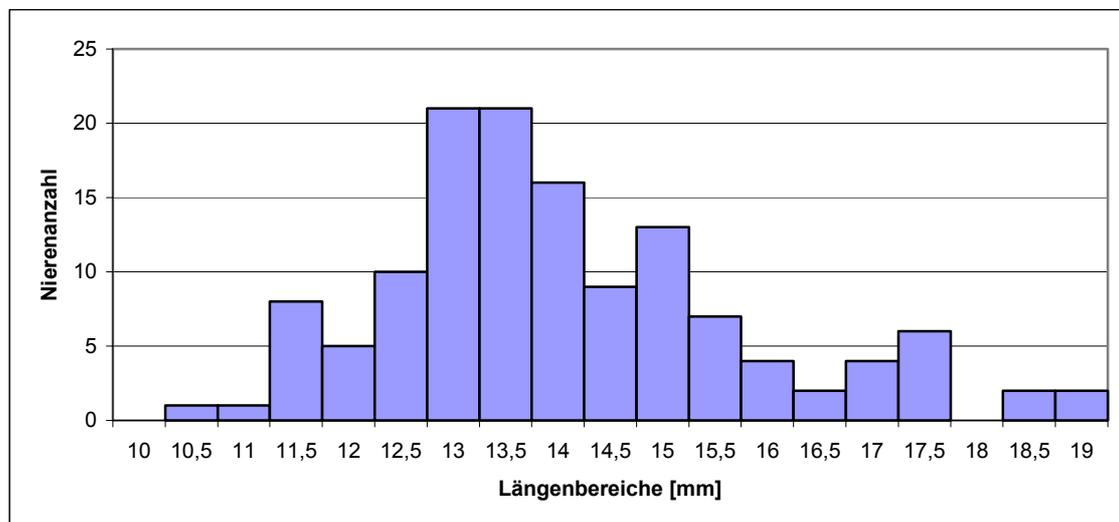
## Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Größenverhältnisse der rechten Niere durch Länge, Breite und Tiefe mit den dazugehörigen Standardabweichungen.

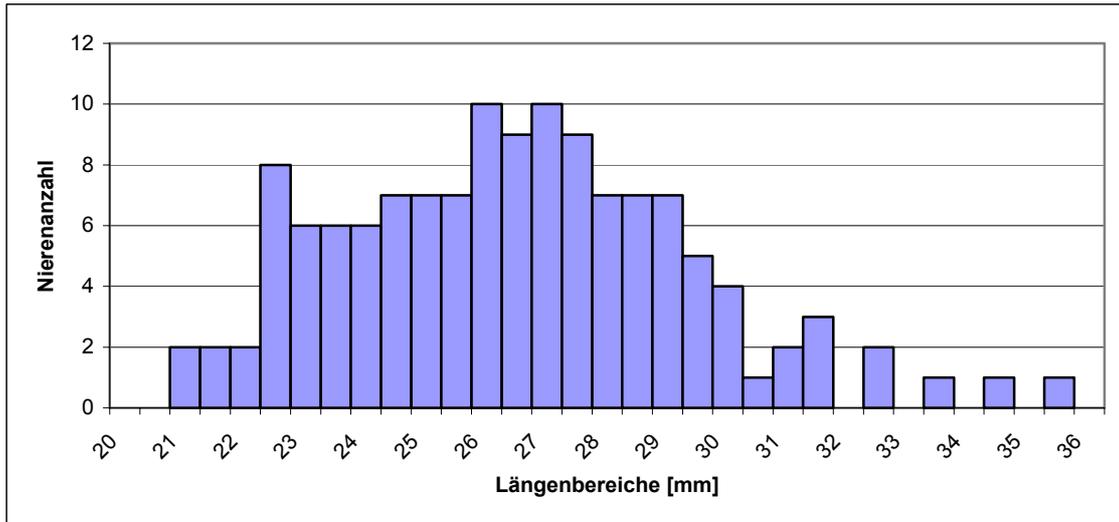
Rechte Niere	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung
Länge [mm]	26,3	± 2,9
Breite [mm]	13,8	± 1,7
Tiefe	15,5	± 1,7

**Tabelle 1** Größenverhältnisse der rechten Niere in mm

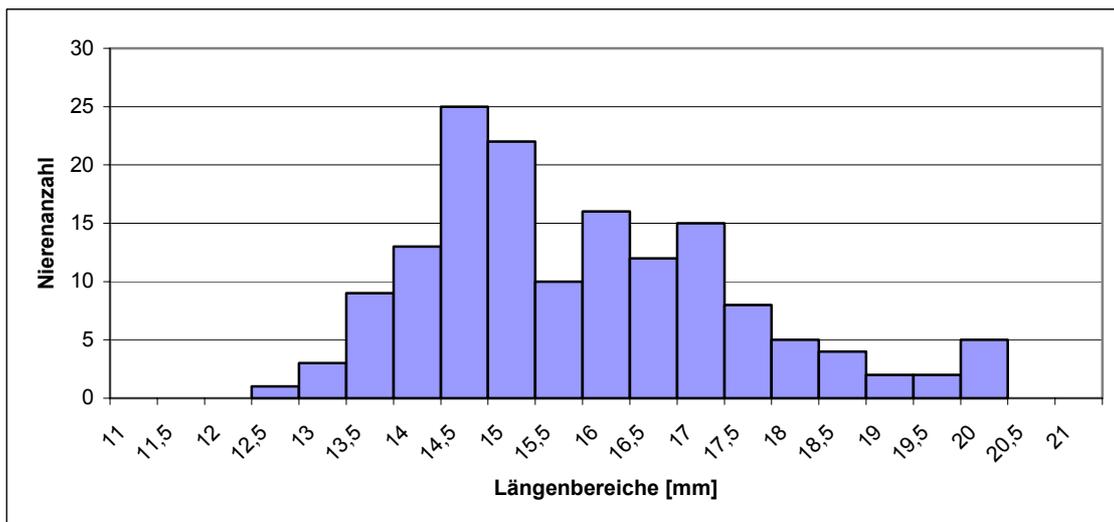
Unten stehend sind die Häufigkeiten der Breite, Länge und Tiefe der rechten Niere dargestellt (Diagramm 1, Diagramm 2 und Diagramm 3).



**Diagramm 1** Häufigkeit der Breite der rechten Niere



**Diagramm 2** Häufigkeit der Länge der rechten Niere



**Diagramm 3** Häufigkeit der Tiefe der rechten Niere

## E.6.4 Messungen der linken Niere

Für die Längen- und Breitenmaße wurden 110 Bilder von 63 Kaninchen vermessen, für das Tiefenmaß 166 Bilder. Das Gewicht der Zwergkaninchen reichte von 0,8 bis 3,5 kg, wobei die jüngsten Zwergkaninchen 8 Wochen alt waren. Da zwischen

männlichen und weiblichen Kaninchennieren keine signifikanten Größenunterschiede feststellbar waren, wurde auf eine Trennung der Darstellung verzichtet.

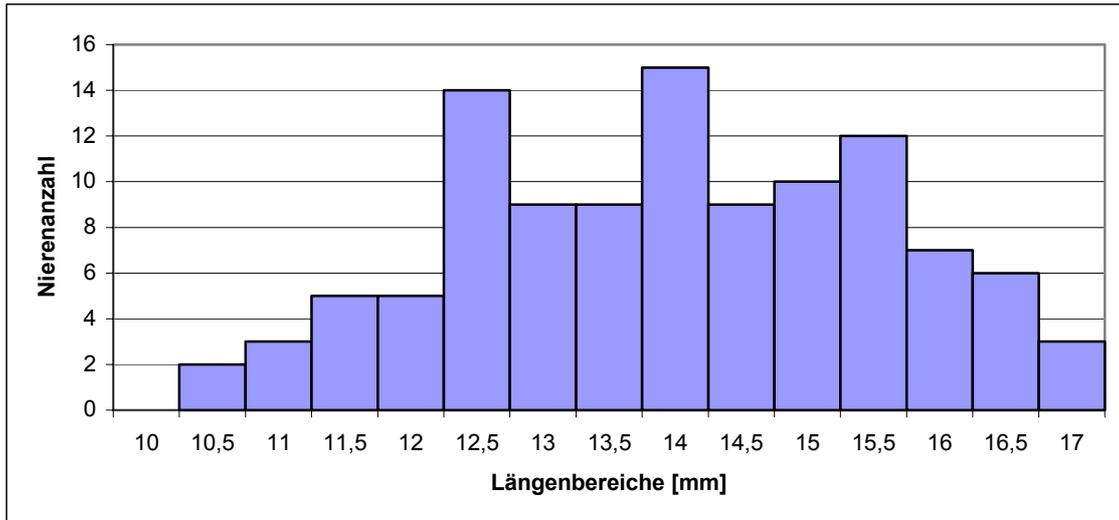
Für die Messungen wurde die Schnittebene mit der maximalen Länge und Breite des Organs verwendet. Für Länge und Breite wurde der Sagittalschnitt verwendet, Zur Ermittlung der Tiefe wurde der Dorsalschnitt verwendet. Zur Ermittlung der Tiefe wurde zunächst eine Tangente an den konvexen Nierenriss gelegt und parallel dazu eine Tangente an den konkaven Nierenriss. Die kürzeste Verbindung zu beiden Tangenten, also die Normale, beschreibt die Tiefe der Niere. Tabelle 2 beschreibt die Größenverhältnisse der rechten Niere durch Länge, Breite und Tiefe mit den dazugehörigen Standardabweichungen.

<b>Rechte Niere</b>	<b>Arithmetisches Mittel</b>	<b>Standardabweichung</b>
<b>Länge [mm]</b>	27,2	± 2,6
<b>Breite [mm]</b>	13,8	± 1,6
<b>Tiefe</b>	16,3	± 1,5

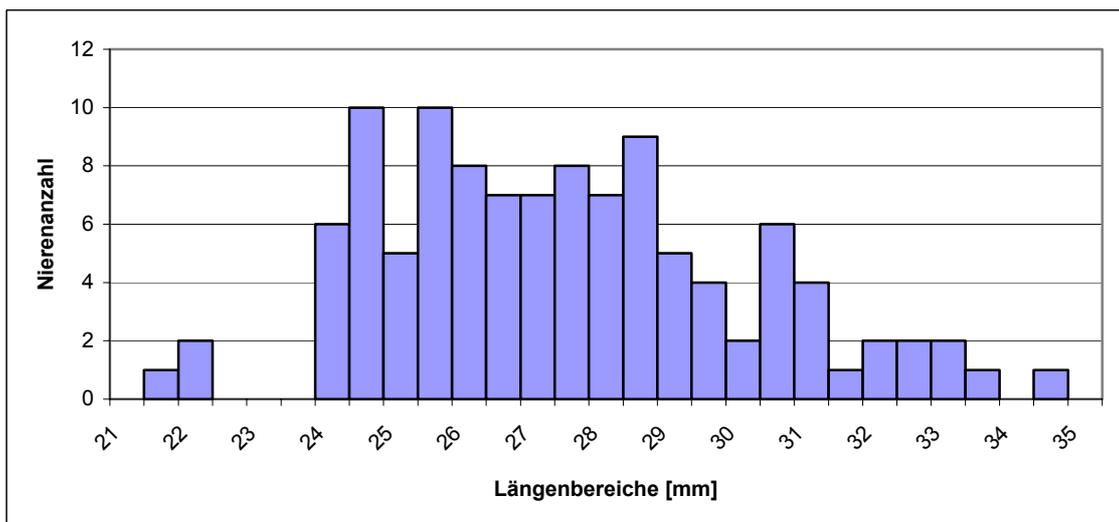
**Tabelle 2** Größenverhältnisse der linken Niere in mm

Unten stehend sind die Häufigkeiten der Breite, Länge und Tiefe der linken Niere dargestellt (Diagramm 4, Diagramm 5 und Diagramm 6).

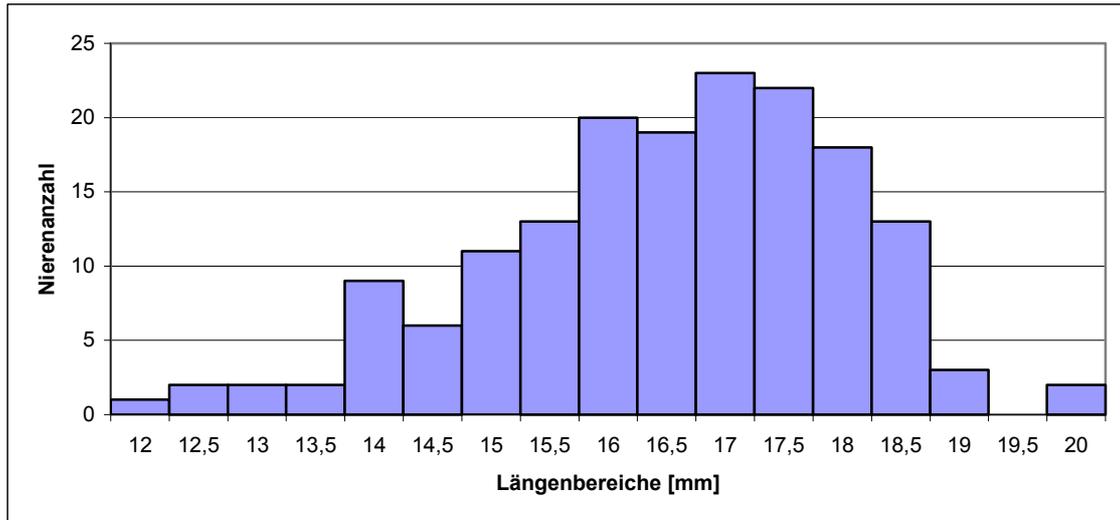
## Ergebnisse



**Diagramm 4** Häufigkeit der Breite der linken Niere



**Diagramm 5** Häufigkeit der Länge der linken Niere



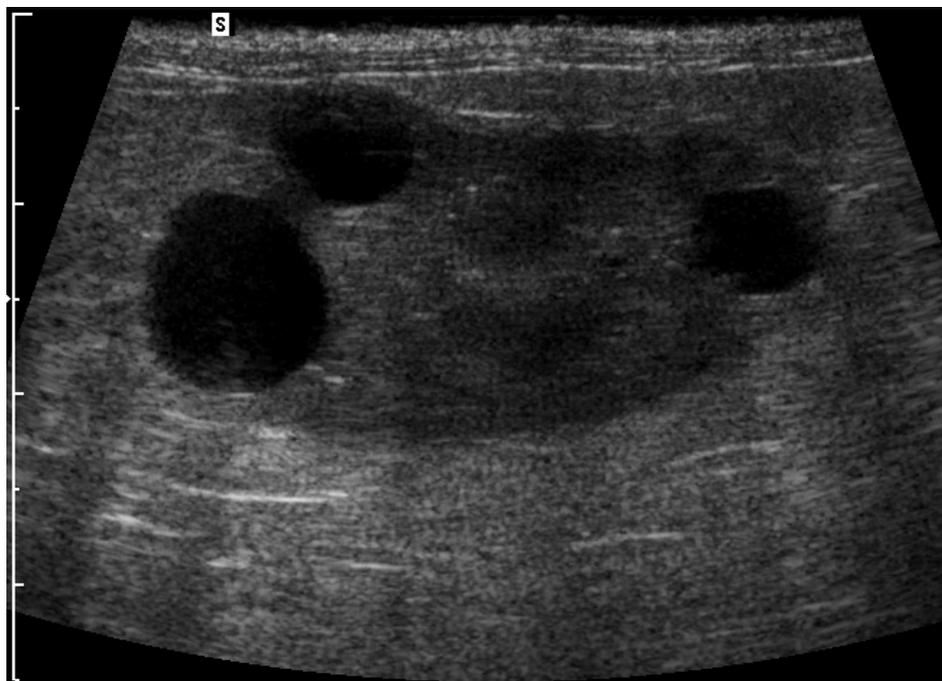
**Diagramm 6** Häufigkeit der Tiefe der linken Niere

### E.6.5 Pathologische Befunde der Niere

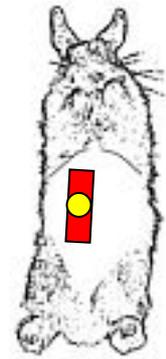
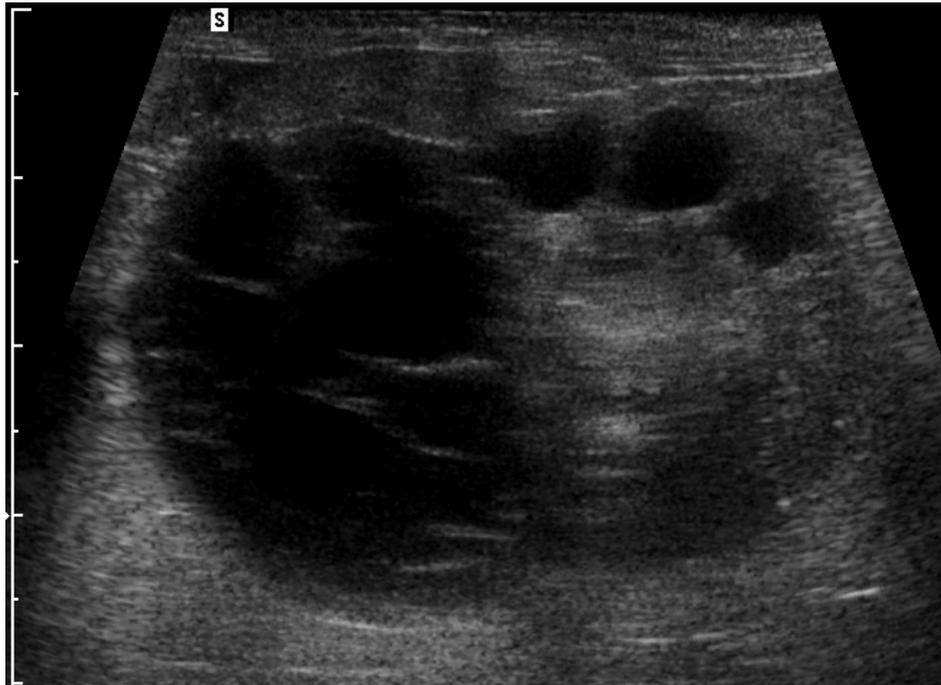
Bei drei Tieren konnten sonographisch Zysten in der Nierenrinde dargestellt werden (Abb. 44-46). In einem dieser Fälle wies der kraniale Nierenpol zusätzlich eine hypoechogene inhomogene Umfangsvermehrung mit einem Durchmesser von 3 cm auf (Abb. 46), bei der es sich wahrscheinlich um eine Neoplasie handelte. Leider war in keinem der Fälle zur Verifizierung der sonographischen Befunde eine pathohistologische Untersuchung möglich.



**Abb. 44** Nierenrindenzysten  
Weibl. Kaninchen; 3 kg; 5 Jahre alt



**Abb. 45** Nierenrindenzysten, 3 Stück  
Weibl. Kaninchen; 3 kg; 5 Jahre alt



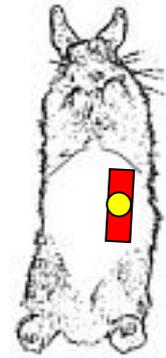
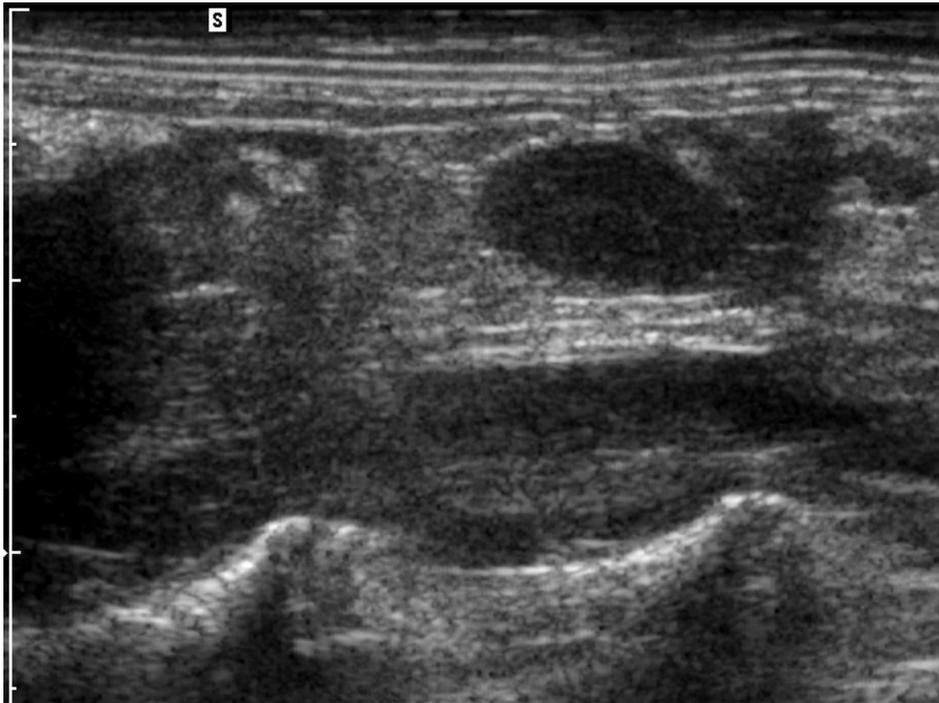
**Abb. 46** Rechte Niere, Neoplasie  
Weibl. Kaninchen; 3 kg; 5 Jahre alt

## E.7 Nebennieren

Die Form der Nebennieren war längsoval im Längsschnitt (Abb. 47, Abb. 48 und Abb. 49) im Querschnitt rundlich. Das Parenchym der Nebennieren weist eine homogene Echotextur auf, die im Verhältnis zum umgebenden Gewebe hypoechogen ist.

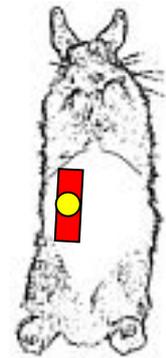
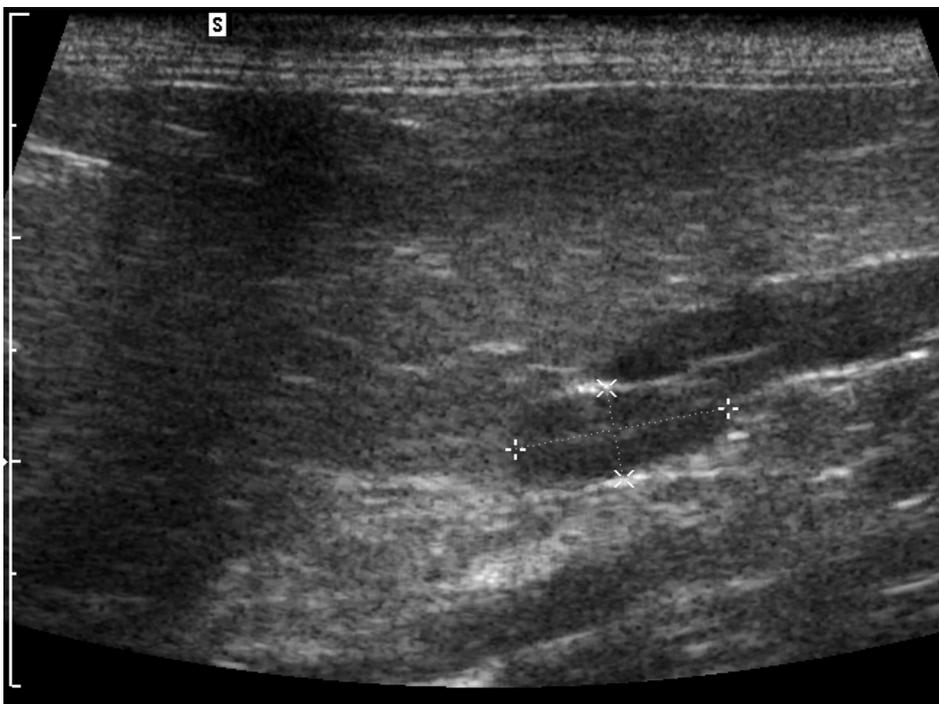
Im Längsschnitt kann zwischen einer hypoechogeneren Rindenschicht und einer dünnen hyperechogenen Marksicht unterschieden werden (Abb. 49).

Die linke Nebenniere liegt lateral der Aorta (Abb. 49) und die rechte dorsallateral der Vena cava caudalis.



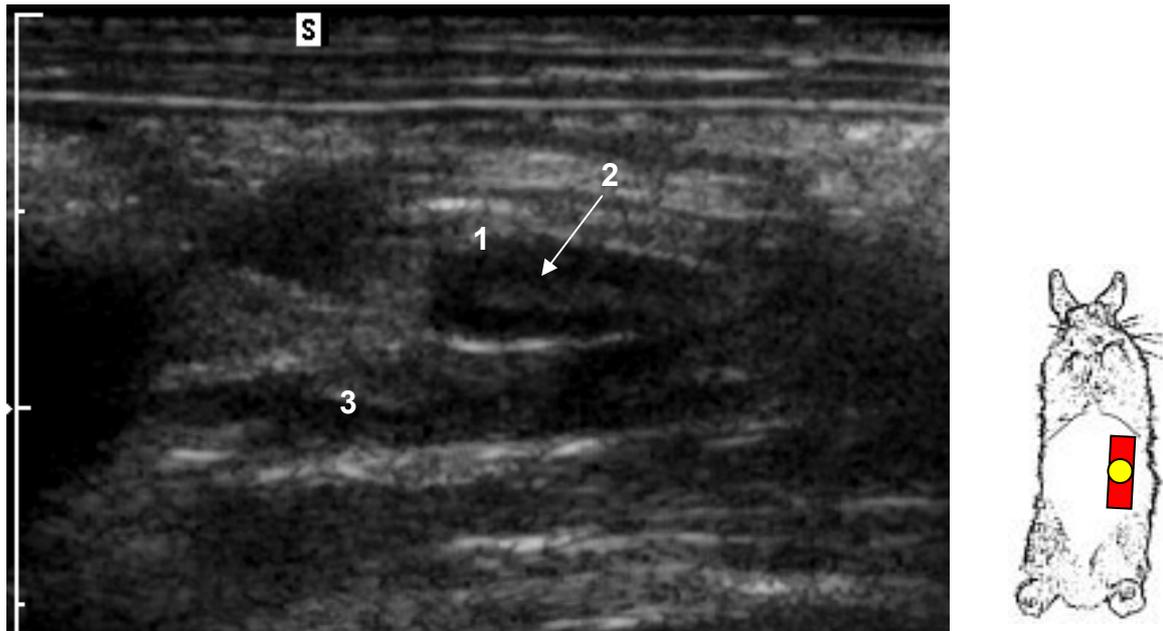
**Abb. 47** linke Nebenniere

Weibl. Kaninchen; 1,5 kg; 3 Jahre alt



**Abb. 48** Rechte Nebenniere; Breite 9,7mm; Höhe 4,1mm

Männl. Kaninchen; 2,8 kg; 3 Jahre alt



**Abb. 49** Linke Nebenniere im Sagittalschnitt

Weibl. Kaninchen; 0,8kg; 10 Wochen alt

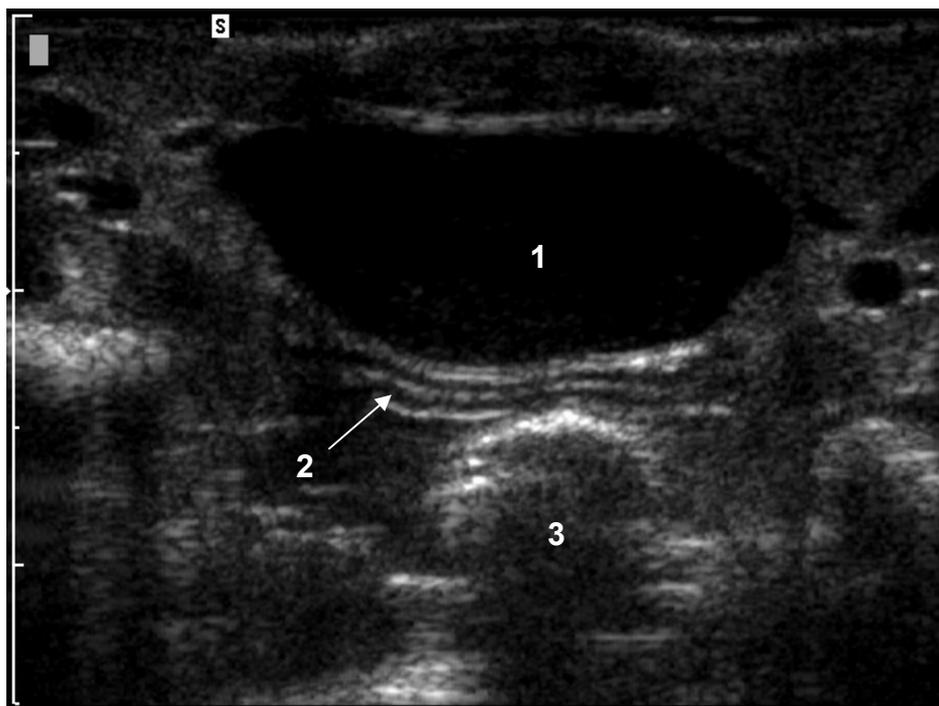
- 1 Nebennierenrinde
- 2 Nebennierenmark
- 3 Aorta

## E.8 Blase

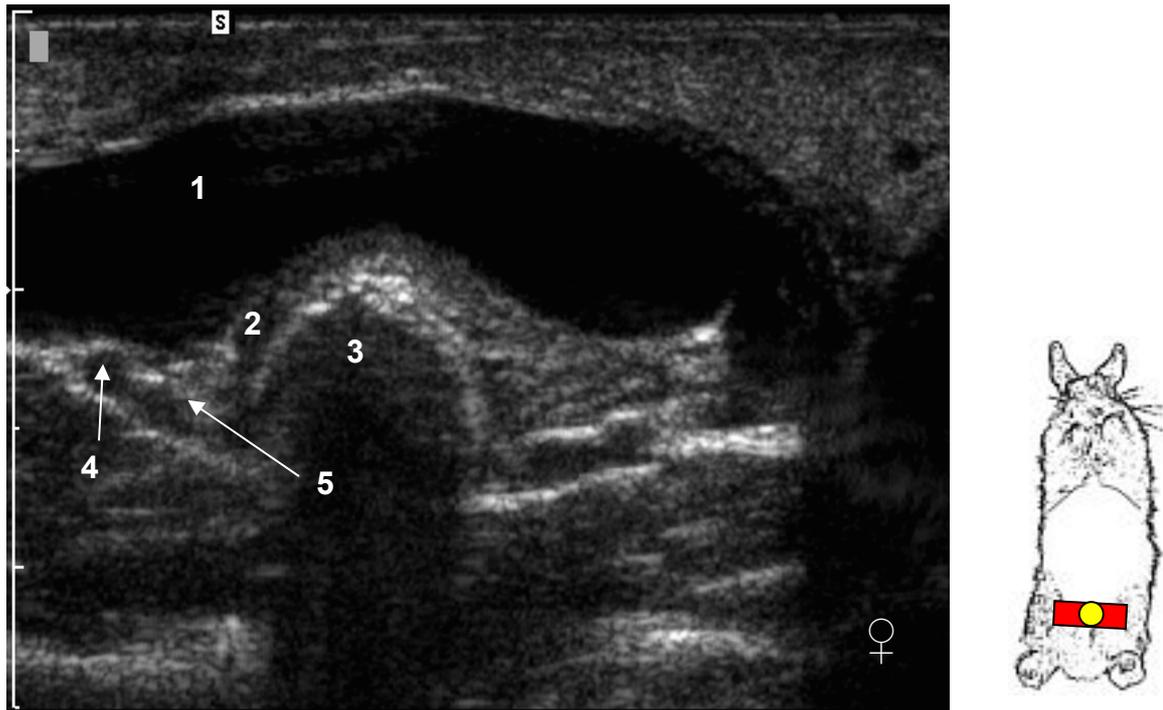
Die gesunde Harnblase stellte sich sowohl im Sagittal- (Abb. 25) als auch im Transversalschnitt (Abb. 50) je nach Füllungsgrad queroval bis rund dar. Im Sagittalschnitt war gelegentlich die typische Birnenform erkennbar. Abweichungen von dieser Form waren durch die auf das Organ drückende Ultraschallsonde bedingt. Am besten ließ sich die Harnblase darstellen, wenn nach Auffinden derselben die Sonde wieder leicht von der Haut abgehoben wurde. Das sonographische Bild der Harnblasenwand bestand bei direkt senkrechter Anschallung aus einer inneren sowie einer äußeren reflexreichen Linie, die durch Schallreflexion an der Submucosa und der Serosa bedingt waren, sowie einer dazwischen gelegenen reflexarmen Linie, die der Harnblasenmuskulatur entsprach. Bei den meisten Tieren stellte sich die

Harnblasenwand jedoch als eine nicht weiter zu differenzierende Linie dar (Abb. 51). Die Wanddicke ist abhängig vom Füllungszustand und war daher sehr schwer beurteilbar. Der in der gesunden Harnblase enthaltene Urin war im Gegensatz zu anderen Tierarten echogen. Wenn die Schallebene leicht paramedian lag, konnte bisweilen der sich als Vorwölbung der Schleimhaut darstellende Eintritt des Ureters in die Blase dargestellt werden. Dorsal der Harnblase befand sich die Endaufzweigung der Aorta abdominalis (Abb. 51). Die sich im B-Bild als anechogene Punkte darstellenden Gefäße ließen sich mittels farbcodierter Dopplersonographie in Arterien und Venen differenzieren.

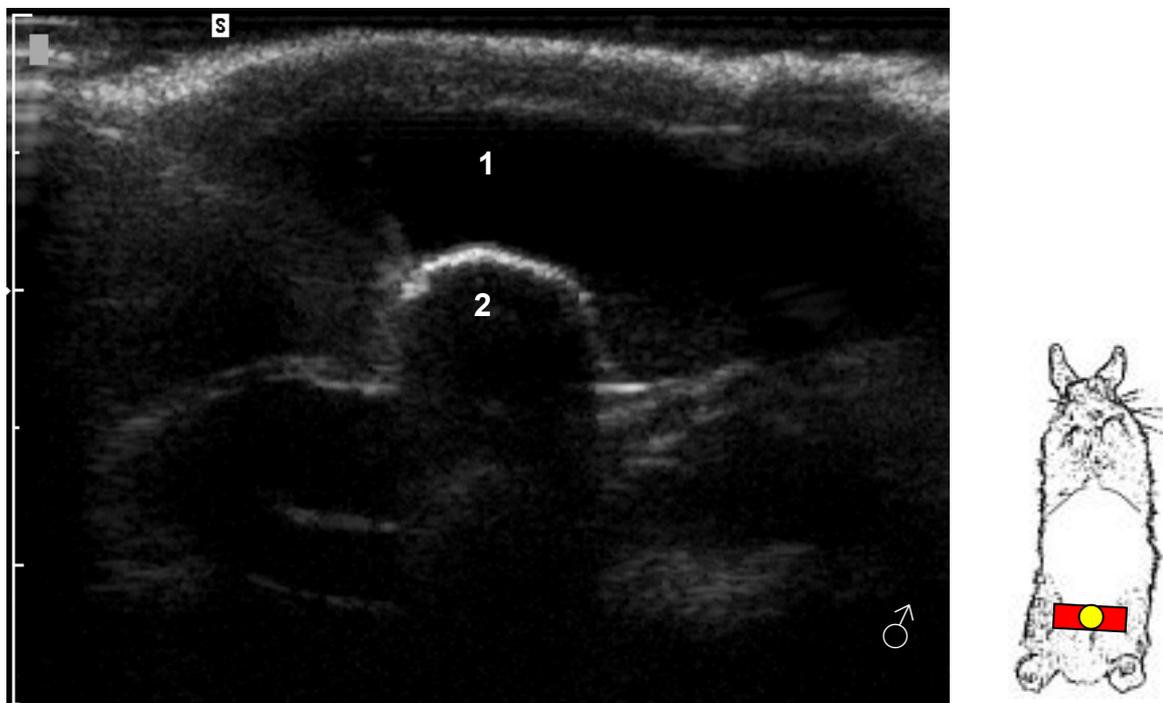
Bei weiblichen Tieren (Abb. 51) war unterhalb der Harnblase die Vagina und das Rektum darzustellen. Bei männlichen Tieren (Abb. 52) liegt das Rektum direkt unter der Harnblase.



**Abb. 50** Harnblase im Transversalschnitt  
Weibl. Kaninchen; 1,5 kg; 2 Jahre alt  
1 Harnblase, 2 Vagina, 3 Rektum



**Abb. 51** Harnblase im Transversalschnitt, Weibl. Kaninchen; 1,6 kg, 3 Jahre alt  
1 Harnblase, 2 Vagina, 3 Rectum, 4 Arteria iliaca, 5 Vena iliaca externa  
dexter

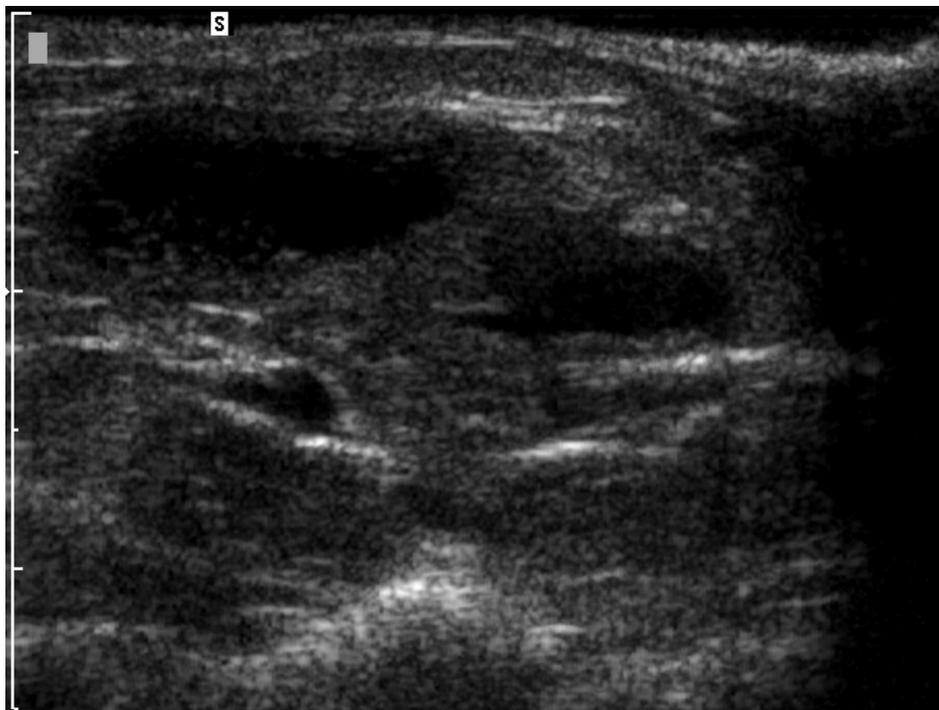


**Abb. 52** Harnblase im Transversalschnitt, Männliches Kaninchen; 0,8 kg; 10 Wo-  
chen alt; 1 Harnblase, 2 Rectum

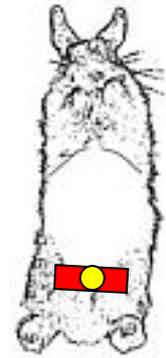
## E.8.1 Pathologische Befunde der Blase

Bei einem Tier war eine Neoplasie in der Harnblase sonographisch nachweisbar (Abb. 53). Das Tier musste aufgrund des sich verschlechternden Allgemeinbefindens vom Haustierarzt euthanasiert werden. Leider konnte auf Wunsch der Besitzerin keine pathologische Untersuchung eingeleitet werden.

Bei einigen Tieren war Harnblasengries festzustellen (Abb. 54). Dieser stellt in Form relexreicher Echos dar, die sich durch im Harn aufwirbeln lassen und bei ruhiger Schallkopfführung wieder sedimentieren.



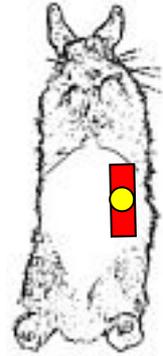
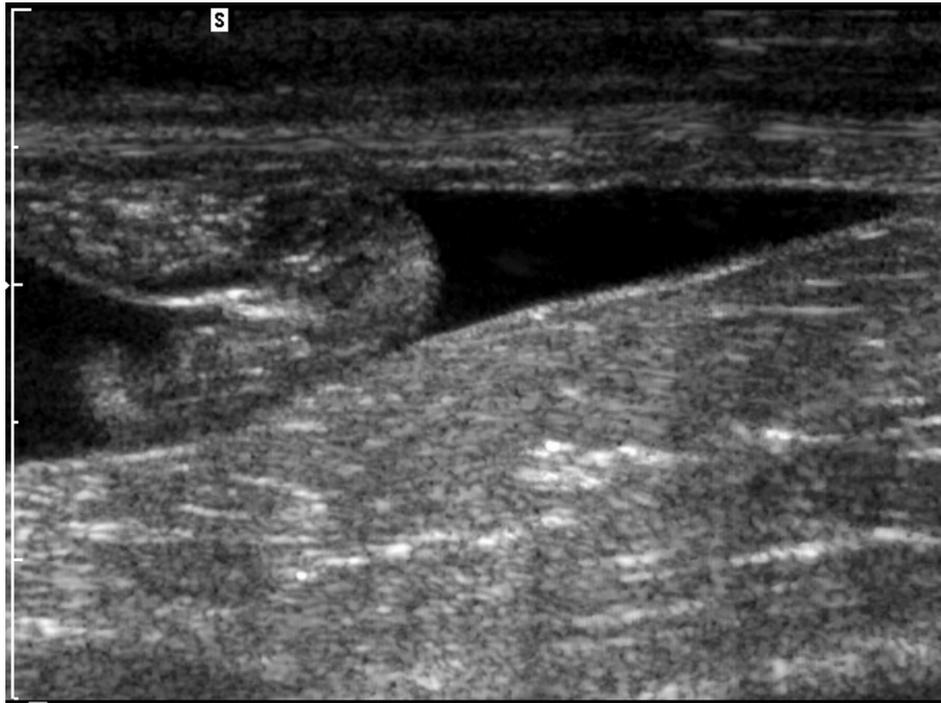
**Abb. 53** Harnblase im Transversalschnitt mit Neoplasie  
Weibliches Kaninchen; 1,5 kg; 4 Jahre alt;



**Abb. 54** Harnblase im Transversalschnitt mit Gries  
Weibl. Kaninchen; 1,5 kg; 3 Jahre alt

## E.9 Pathologie

Bei einem Tier konnte als Zufallsbefund Aszites in der Bauchhöhle diagnostiziert werden. Vor allem im Bereich der Leber zeigte sich der anechogene Bauchhöhlenerguss deutlich (Abb. 55). Dabei zeigte das Tier keine offensichtlichen Störungen des Allgemeinbefindens.



**Abb. 55** Aszites

Weibl. Kaninchen; 1,47 kg; 7 Jahre alt

## **F Diskussion**

In der Literatur findet sich bisher keine systematische Darstellung zum sonographischen Untersuchungsgang und zur sonographischen Anatomie der abdominalen Organe beim Kaninchen. Es liegen bisher nur unvollständige Arbeiten zur Sonographie einzelner Organe beim Kaninchen vor (NIEBERGALL 2003; SILVERMAN et al. 2005). Zur Hauptsache finden sich Angaben zum Einsatz der Sonographie in der tierexperimentellen Forschung, die nur bedingt auf die klinisch-diagnostischen Anforderungen übertragen werden können. Speziell wurden und werden sonographische Untersuchungen am Tiermodell Kaninchen in der Tumorforschung oder der Entwicklung von sonographischen Kontrastmittelverfahren durchgeführt (ACKERMAN et al. 1989; WATANABE et al. 2003; LIU et al. 2004; WATANABE et al. 2005), deren Ergebnisse bisher klinisch und diagnostisch beim Zwergkaninchen von untergeordneter Bedeutung sind.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war erstens, einen für die praktische Anwendung beim Kaninchen geeigneten sonographischen Untersuchungsgang zu erarbeiten. Zweitens war es das Ziel, für den klinisch-diagnostischen Einsatz der Sonographie beim Zwergkaninchen Referenzdaten und -bilder von gesunden Tieren zu erheben. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen insbesondere im Hinblick auf ihre Praktikabilität und ihre Möglichkeiten und Grenzen im klinischen Alltag diskutiert.

### **F.1 Technische Voraussetzungen**

Das in dieser Arbeit zum Einsatz kommende Untersuchungsschema wurde, da keine vergleichbaren Studien an Kaninchen in der Literatur vorhanden waren, in Anlehnung an Arbeiten zur sonographischen Untersuchung von Hund und Katze entwickelt (SCHOLZ et al. 1993; POULSEN NAUTRUP 1998; NYLAND u. MATTOON 2002). Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass die im Kleintierbereich üblichen Untersuchungstechniken auch für das Kaninchen im Prinzip gut durchführbar sind und eine aussagekräftige Befundung der einzelnen Organsysteme ermöglichen. Auf einzelne speziesspezifische Besonderheiten im Untersuchungsgang, die

bei einzelnen Organen zu beachten sind, wird bei der Besprechung der einzelnen Organsysteme eingegangen.

Im Vergleich zu den bisher veröffentlichten sonographischen Arbeiten zu Kaninchen, bei denen zur Untersuchung Frequenzen im Bereich zwischen 3 und 10 MHz verwendet wurden (ACKERMAN et al. 1989; CRAMER et al. 1998; WATANABE et al. 2003; LIU et al. 2004; WATANABE et al. 2005), kam in der vorliegenden Arbeit ein sehr hochauflösendes Ultraschallsystem zum Einsatz. Die Untersuchung bei einer Mittenfrequenz von 12 MHz ermöglichte eine detaillierte Darstellung auch sehr kleiner Strukturen. Zur Untersuchung der im Vergleich zu Hund und Katze relativ kleinen Organe des Zwergkaninchens erwies sich diese Frequenz als sehr gut geeignet. Die mit der hohen Frequenz verbundene relativ geringe maximale Eindringtiefe von 4,0 cm war ausreichend, um eine vollständige Untersuchung der abdominalen Organe beim Zwergkaninchen durchzuführen. Nur bei relativ großen Kaninchen ist es möglich, dass zur vollständigen Darstellung der Leber eine höhere Eindringtiefe erforderlich ist. Die sehr guten Erfahrungen mit dem hochauflösenden System bedeuten dabei aber nicht, dass eine aussagekräftige sonographische Diagnostik beim Zwergkaninchen nicht auch mit niederfrequenteren Systemen möglich ist. Nach eigenen Erfahrungen sind aber Arbeitsfrequenzen von mindestens 7, 5 MHz besser 9 MHz zu empfehlen.

Während in den bisherigen Arbeiten zur sonographischen Diagnostik beim Kaninchen die Untersuchung entweder mit einem Linear- oder einem Sektorschallkopf durchgeführt wurde, war es bei dem hier verwendeten System möglich, elektronisch von Linear- auf das Sektorbild umzustellen, ohne den Schallkopf zu wechseln. Dies stellte vor allem zur Darstellung weit intrathorakal gelegener Strukturen einen Vorteil dar.

## **F.2 Vorbereitung der Tiere auf die abdominale Sonographie**

Leider war es nicht möglich, die Kaninchen ohne vorheriges Ausscheren des Fells sonographisch zu untersuchen. Der Versuch durch Anfeuchtung des Fells mit Alko-

hol Fellbereiche zu scheitern scheiterte daran, dass die Fellstränen störend starke Ankopplungsartefakte hervorriefen. Es ging sogar soweit, dass bei einer nicht ausreichenden Ausscherung, wie beispielsweise ein übersehener kleiner Fellrest, diese Artefakte ebenfalls entstanden.

Ein zusätzliches Aufbringen von Alkohol auf die Haut zu Entfettung war nicht von Vorteil. Im Gegenteil, es führte zu Komplikationen in Form von Hautirritationen bei einzelnen Kaninchen.

Die Rasur sollte von Anfang an nicht zu knapp ausfallen, da es sich als schwierig erwies, nach Aufbringen von Ultraschallgel zusätzliche Hautstellen zu rasieren. Man beginnt die Rasur am besten kaudal direkt vor dem knöchernen Becken und rasiert vorsichtig, um die Zitzen nicht zu verletzen, das Abdomen von kaudal nach kranial. Zu beachten ist der bei Kaninen sehr kurze Thorax. Es muss die Rasur, um eine vollständige Untersuchung der Leber durchführen zu können, im Vergleich zu anderen Tierarten sehr weit kranial geführt werden, bis der gut tastbare Rippenbogen erreicht ist. Außerdem sollte die Rasur lateral nicht zu knapp ausgeführt werden, da Colon ascendens und Caecum der ventralen Bauchwand breitflächig aufliegen und eine gute Darstellung z. B. der Nieren bei zu knapper Schur behindern. Von ähnlichen Erfahrungen wird auch bei der sonographischen Untersuchungen verschiedener Nager wie Degu, Mongolische Rennmaus und Ratte berichtet (GNEISER 2006; GRODTMANN 2007; LEHMANN 2007).

Es ist aufgrund der sehr feinen aber auch sehr dichten Fellstruktur der Kaninchen zweckmäßig, eine scharfe und robuste Schermaschine zu verwenden. Prinzipiell ist aufgrund der geringeren Größe und der leiseren Betriebsgeräusche der Akkuscherer „Contura“ (Fa. Wella, Darmstadt) sehr gut geeignet, allerdings wird der Scherkopf oft schon innerhalb einer Rasur unscharf. Daher wurde in dieser Studie hauptsächlich die in der Kleintierpraxis gängige Schermaschine Favorita von Aesculap verwendet, wobei allerdings gut darauf geachtet werden muss, an Zitzen und Hautfalten keine Verletzungen zu setzen.

## **F.3 Handhabung der Kaninchen bei der abdominalen Sonographie**

Die sonographische Untersuchung von Kaninchen ohne medikamentelle Ruhigstellung ist bei handzahmen Kaninchen von einer Person allein durchführbar. Wie bei der Untersuchung von anderen Heimtieren erwies sich jedoch eine zusätzliche Hilfsperson als sehr nützlich. Es zeigte sich bei den Untersuchungen als vorteilhaft, dass der Untersucher mit der rechten Hand den Schallkopf führt und mit der linken Hand das Gerät bedient. Die Hilfsperson fixiert das Kaninchen locker im Schulter-Hals-Bereich.

Diese Studie hat gezeigt, dass eine Sedation zur Untersuchung absolut nicht notwendig ist, da die Kaninchen, wenn sie bedachtsam gehandelt werden, unter Ausnutzung der Schreckstarre sehr gut ruhig gestellt werden können und eine störungsfreie Untersuchung ermöglichen.

Es hat sich als günstig erwiesen, die Untersuchung in einem abgedunkelten Raum durchzuführen, da dadurch die Ultraschallbilder auf dem Bildschirm kontrastreicher erscheinen und zudem die Dunkelheit einen beruhigenden Effekt auf die Tiere hat.

### **F.3.1 Fixierungsmaßnahmen**

Anders als in der Literatur, in der die aufrechte Haltung, oder das „Sitzen auf dem Schallkopf“ empfohlen wird (ENGELKE 1997), hat sich die Position in Rückenlage für die Untersuchung als vorteilhaft erwiesen. Dabei kann das Kaninchen entweder von einer Hilfsperson auf dem Schoß in Rückenlage fixiert werden, oder unter Zuhilfenahme einer Schaumstoffwanne das Tier auf dem Tisch in Rückenlage gelagert werden.

Zur Lagerung werden die Tiere im Nacken und am Becken gehalten und unter Ausnutzung ihres natürlichen Schutzreflexes in Rückenlage gebracht. Dabei sollte der Rücken unterstützt werden. Es ist günstig den Kopf gerade und leicht überstreckt zu halten. Anders als bei Hund und Katze sollten die Hinterbeine keinesfalls fixiert werden. Durch ihren natürlichen Reflex ziehen die Kaninchen die Hinterbeine leicht an

und können dabei etwas zittern. Hält man die Hinterbeine fest lässt sich die „Kaninchenhypnose“ schlechter ausnutzen und es kann zu Abwehrbewegungen kommen, die leicht zu Verletzungen führen können.

Durch Ausnutzung dieses physiologischen Reflexes ist eine Hilfsperson bei der Lagerung zwar hilfreich, jedoch nicht unbedingt nötig.

Subjektiv erschien die Ausprägung des Schutzreflexes bei älteren Tieren stärker vorhanden zu sein als bei jüngeren. Außerdem bei Tieren mit wenig Kontakt zum Menschen ausgeprägter, als bei Tieren, die sehr menschenbezogen sind.

### **F.3.2 Zeitregime und Stressbelastung**

Um den Kaninchen keinen unnötigen Belastungen zuzumuten, ist es sinnvoll, sie bis kurz vor der Untersuchung mit frischem Wasser und Heu zu versorgen, da es anders als bei Hund und Katze nicht günstig ist, die Tiere vor der Untersuchung fasten zu lassen, um eine bessere Magendarstellung zu ermöglichen. Um das Kreislaufsystem der Kaninchen nicht unnötig zu belasten, ist es empfehlenswert bei Untersuchungen, die länger als 20 Minuten dauern, das Kaninchen zwischendurch Aufstehen und kurz pausieren zu lassen. Wobei zu erwähnen ist, dass auch bei trächtigen und älteren Tieren keinerlei Probleme durch die Untersuchung aufgetreten sind.

Insgesamt gilt, wie bei jeder Spezies, dass ein bedächtiger und liebevoller Umgang die Stressbelastung der Kaninchen reduziert und resultierend die Durchführung der Untersuchung wesentlich erleichtert.

### **F.4 Abdominale Sonographie beim Kaninchen**

Die erhobenen Ultraschallbefunde werden im Folgenden nach Organsystemen unterteilt diskutiert.

## **F.4.1      Gastrointestinaltrakt**

### **F.4.1.1      Magen**

Der Magen der Kaninchen war gut und sicher auffindbar indem in der Medianen kaudal des Rippenbogens der Schallkopf sagittal aufgesetzt wurde. Physiologischerweise konnte nur die schallkopfnaher Magenwand beurteilt werden, da durch Ingesta und Gas die schallkopferne Magenwand überschattet war. Aufgrund der physiologischerweise sehr dünnen Magenwand beim Kaninchen war nur eine Dreischichtung der Magenwand mit Ein- und Austrittsecho an der serösen Oberfläche und der inneren Schleimhautoberfläche mit dazwischen liegender hypoechogener Bande gebildet von der Tunica muscularis und der Tunica mucosa darzustellen. Das bei Hund und Katze typische Bild der Magenrosette ist beim Kaninchen physiologischerweise nicht vorhanden, da wie oben beschrieben keine Nüchternphasen vorkommen sollten und die Schleimhautfalten des Magens verstrichen sind. Wenn sich das klassische Bild der Magenrosette darstellen lässt, ist von einer vorliegenden Inappetenz des untersuchten Kaninchens auszugehen und die Ursache wie beispielsweise Zahnprobleme zu eruieren.

### **F.4.1.2      Darm**

Entgegen den Erwartungen stellte der voluminöse Blinddarm keine Probleme bei der abdominalen Sonographie des Kaninchens dar. Obwohl sich aufgrund seiner individuell nicht variierenden typischen Lage seine verschiedenen Abschnitte sonographisch recht sicher ansprechen lassen, ist seine sonographische Beurteilung nur eingeschränkt möglich, da sein Inhalt nur die Darstellung der ventral direkt der Bauchwand anliegenden Wandabschnitte ermöglicht. Entsprechende Einschränkungen gelten auch für das Kolon, von dem der Anfangsabschnitt des Colon ascendens sowie mit Einschränkungen das Colon descendens relativ gut sonographisch aufgefunden werden können.

Ähnlich wie aus dem sonographischen Untersuchungsgang bei Hund und Katze bekannt, lässt sich das Duodenum descendens als gerade verlaufender Dünndarmabschnitt rechts dorsolateral an der Bauchwand gezielt aufsuchen. Die übrigen Duo-

denumabschnitte werden dagegen von dem Blinddarm verdeckt und entziehen sich so der sonographischen Darstellung. Das Jejunumgeschlinge wird beim Kaninchen vom voluminösen Blinddarm nach links verdrängt und ist hier kaudal des Fundus ventriculi gut sonographisch darzustellen. Eine klare Abgrenzung der verschiedenen Darmwandschichten gelingt aber nur im Einzelfall bei optimal senkrechtem Auftreffen der Schallwellen auf die Darmwand.

## **F.4.2 Darmanhangdrüsen**

### **F.4.2.1 Leber mit Gallenblase**

Da die Leber weit intrathorakal liegt, erwies es sich als günstig, den Schallkopf von Linear- auf Sektorbild umzuschalten. Durch sagittales Auflegen des Schallkopfes und anschließendes vorsichtiges Kippen des kaudalen Schallkopfes nach kraniodorsal konnte der Magen etwas zurückgedrängt werden und ein breiteres Leberfeld gut in parallelen Schnitten durchgemustert werden. Eine starke Füllung oder Aufgasung des Magens kann die Untersuchung der Leber stark erschweren oder unmöglich machen. In Echotextur und Echogenität sowie Form und Gefäßmuster liegen beim Kaninchen die von der Sonographie von Hund und Katze gewohnten Verhältnisse vor.

### **F.4.2.2 Pankreas**

Der Pankreas war bei den Kaninchen sonographisch nicht darstellbar. Die Ursache liegt in der geringen Dicke des Organs und an der schlechten Abgrenzbarkeit zum umliegenden Gewebe, die auch makroskopisch-anatomisch zu verzeichnen ist.

## **F.4.3 Milz**

Die Milz konnte nicht bei allen Tieren sonographisch dargestellt werden. Dies ist im Vergleich zu Hund und Katze aber auch den anderen Heimsäugetieren eine absolute Besonderheit beim Kaninchen. Die Ursache hierfür ist in der sehr extrem magenassoziierten Lage der Milz bei gleichzeitig relativ kleiner Größe zu sehen. Dies

führt dazu, dass die Milz im Gegensatz zu anderen Spezies nicht oberflächlich der Bauchwand anliegend liegt, sondern in der Tiefe der Curvatura major ventriculi aufliegt und von Jejunumschlingen verdeckt wird. Ob man davon ausgehen kann, dass eine Splenomegalie vorliegt, wenn die Milz bei einzelnen Tieren dargestellt werden konnte, muss weiter untersucht werden. In den vorliegenden Fällen gaben die sonographischen Befunde zu Form, Echogenität und Echotextur aber keine Hinweise auf eine pathologische Veränderung.

### **F.4.4 Harnorgane**

#### **F.4.4.1 Nieren**

Die Nieren wurden in allen drei Ebenen (Dorsal-, Sagittal- und Horizontalschnitt) untersucht. Es gelang bei allen Tieren die linke und rechte Niere darzustellen und auszumessen. Die Nierenrinde war homogen und echogen. Das Mark war echoärmer, fast anechogen. Im Dorsalschnitt stellt sich der prominent echogene Sinus renalis um die hypoechogene Nierenpapille besonders gut dar. Das Nierenbecken war sonographisch nicht darstellbar.

Die rechte Niere liegt beim Zwergkaninchen angrenzend an die Leber in deren Impressio renalis. Die linke Niere liegt variabel im ventralen Flankenbereich. Die Form beider Nieren ist im Sagittalschnitt oval, im Dorsalschnitt bohnenförmig und im Horizontalschnitt rundlich.

Im Sagittalschnitt wurden Nierenlänge und Breite vermessen, im Dorsalschnitt die Tiefe. Vergleicht man die Messungen der linken und rechten Nieren (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2) ist festzustellen, dass beide Nieren annähernd gleich groß sind. Die Länge, Breite und Tiefe der rechten Niere betrug jeweils 26,3, 13,8 und 15,5 mm, die Maße der linken Niere jeweils 27,2, 13,8 und 16,3 mm. Unter Einbeziehung der Messungenauigkeit beim Ausmessen und der Apparatur und der Standardabweichung kann somit davon ausgegangen werden, dass beide Nieren normalerweise dieselbe Größe haben. Die Größenordnung dieser Werte deckt sich auch mit der vorliegenden Literatur (NIEBERGALL 2003) die Abweichung von anderen Literatur-

stellen ist damit zu erklären, dass vermutlich andere Rassen, d.h. schwerere und größere Kaninchen untersucht wurden (MARTIN 1923).

Es hat sich gezeigt, dass Nierenzysten, Verkalkungen der Niere und Neoplasien sonographisch gut von physiologischen Zuständen abgrenzbar sind und die Ultraschalluntersuchung damit ein geeignetes diagnostisches Verfahren darstellt.

### **F.4.4.2 Nebennieren**

Bei der Untersuchung der Nebennieren hat sich bei der linken Nebenniere bewährt, die linke Niere im Sagittalschnitt aufzusuchen, anschließend den Schallkopf nach kranial zu schieben und die Aorta zu verfolgen. In enger Nachbarschaft zur Aorta liegt die linke Nebenniere. Bei der rechten Nebenniere ist es zweckmäßig, von der linken Nebenniere auszugehen und den Schallkopf von medial nach lateral zu schieben. Die rechte Nebenniere befindet sich dorsal der Vena cava caudalis. Beide Nebennieren sind mit etwas Übung schnell und sicher aufzufinden. Die Form der Nebennieren ist im Sagittalschnitt oval und im Horizontalschnitt rund. Die Größe beträgt ca. 10mm \* 5mm. Das Organ stellt sich mit hypoechogener Rinde und einem schmalen hyperechogenen Mark dar. Die klinische Relevanz dieses Organs ist beim Kaninchen im Gegensatz zum Beispiel zum Frettchen eher als gering einzustufen, da Nebennierenneoplasien als Krankheitsbild beim Kaninchen eine untergeordnete Rolle spielen.

### **F.4.4.3 Ureteren, Harnblase und Urethra**

#### **F.4.4.3.a Ureteren**

Die Ureteren waren beim Zwergkaninchen nicht sonographisch darstellbar. Dieser Befund wird auch in der Literatur bestätigt (RAPOLD 2001).

#### **F.4.4.3.b Harnblase**

Bei allen Tieren zeigte sich der Harnblaseninhalte echogener als bei Hund und Katze. Die sedimentierenden Echos in der Harnblase sind nicht mit stark echogenen Strukturen mit Schallschatten (Blasensteinen) zu verwechseln, ein Vorliegen von

Harnsedimenten ist beim Kaninchen sehr häufig und wird in der Literatur zum Teil als physiologisch gewertet und ist unter anderem durch den Kalziumstoffwechsel der Kaninchen zu erklären (RAPOLD 2001). Die Harnblase ist sowohl im Längs- als auch im Querschnitt gut aufzufinden. Es sollte darauf geachtet werden, dass der Schallkopf ohne Druck leicht aufgelegt wird und eventuell sogar angehoben wird um die Organform korrekt beurteilen zu können. Bei einigen Tieren konnte im Längsschnitt die klassische Birnenform nachgewiesen werden. Gelegentlich ist sie aber durch Kolonanteile eingedrückt. Im Querschnitt stellt sich die Harnblase oval bis rund dar. Eine Wandschichtung war im Allgemeinen nicht zu erkennen. Die Wand ist glatt und echogen. Bei den meisten Tieren war die Harnblase stark gefüllt und reicht einige Zentimeter in den Bauchraum.

Zu beachten ist, dass bei einer ausgeprägten stark mit Flüssigkeit gefüllten Vagina diese Hydrovagina mit der Harnblase verwechselt werden kann (HOFHEINZ 2007). Da Kaninchen häufig an Urolithiasis und Zystitis leiden, ist die Ultraschalluntersuchung der Blase eine gute Möglichkeit, diese Krankheitsbilder zu diagnostizieren und von einander abzugrenzen.

### **F.4.4.3.c Urethra**

Beim Zwergkaninchen konnte die Urethra, wenn überhaupt, nur am Übergang von der Harnblase in die Urethra dargestellt werden.

## **F.5 Fazit**

Trotz des voluminösen Blinddarms ist die sonographische Untersuchung der Bauchhöhlenorgane beim Zwergkaninchen sehr gut nach einem dem Untersuchungsgang bei Hund und Katze vergleichbaren Untersuchungsschema leicht durchführbar. In der Regel sollte ein gut auflösendes Ultraschallsystem, dass für die sonographische Untersuchung von Katzen geeignet ist, auch zur Anwendung bei Zwergkaninchen geeignet sein, so dass einer breiteren Anwendung dieses bildgebenden Verfahrens beim Zwergkaninchen keine technischen Gründe entgegen stehen. Zudem erwies sich Lagerung und Fixation der Kaninchen während der Unter-

suchung z. B. im Vergleich zur Katze als ausgesprochen unproblematisch und ist damit auch ohne geschultes Hilfspersonal gut durchführbar.

## G Zusammenfassung

Zwergkaninchen sind nach Hund und Katze das häufigste als Gesellschaftstier gehaltene Säugetier in deutschen Haushalten. Dementsprechend ist der Anspruch an die tierärztliche Versorgung in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Während als Grundlage für die röntgenologische Untersuchung systematische Referenzdaten und –bilder für den Einsatz beim Kaninchen vorliegen, fehlen Arbeiten zur sonographischen Anatomie beim Zwergkaninchen bisher weitgehend. Ziel dieser Arbeit war daher systematisch die Grundlage für eine profunde abdominale Sonographie beim Kaninchen zu erarbeiten.

Für die Arbeit standen 63 Zwergkaninchen beiderlei Geschlechts aus privater Heimtierhaltung zur Verfügung. Durchgeführt wurden die Untersuchungen mit einem hochauflösenden Ultraschallsystem vom Typ „Sonoline Elegra“ (Siemens, Erlangen) ausgestattet mit einer 6-13-MHz-Linearsonde.

Alle Tiere ließen sich problemlos und ohne Sedation bei nur leichter manueller Fixation in Rückenlage untersuchen. Als unbedingte Voraussetzung für eine gute Bild Darstellung erwies sich aber eine sorgfältige ausgeführte Rasur.

Trotz des sehr voluminösen und einen großen Teil der Bauchhöhle ausfüllenden Blinddarms sowie des meist stark mit Futter gefüllten Magens waren in der Regel alle abdominalen Organe sonographisch sehr gut auffindbar und in Standardebenen darstellbar. Eine Ausnahme bildete das in keinem Fall detektierte Pankreas und die Milz. Die sehr eng dem Magen anliegende Milz wurde bei den meisten untersuchten Kaninchen von Dünndarmschlingen verdeckt, die zwischen Milz und linker Bauchwand lagen. Nur bei wenigen Einzeltieren lag die Milz direkt der Bauchwand an und konnte dann sonographisch dargestellt werden.

Die sehr konstanten Lageverhältnisse von Blinddarm und Kolon ermöglichte die genaue anatomische Zuordnung ihrer einzelnen Schlingen im sonographischen Bild. Dargestellt werden konnten aber immer nur ihre der Bauchwand anliegenden Wandabschnitte. Die übrigen Wandabschnitte entzogen sich im Schallschatten der Ingesta liegend der sonographischen Untersuchung.

Die sonographische Untersuchung des Abdomens erwies sich beim Zwergkaninchen insgesamt betrachtet als relativ leicht und gut durchführbar. Ihr Einsatz in der klinischen Diagnostik als ergänzendes bildgebendes Verfahren neben der Röntgenuntersuchung kann daher nur empfohlen werden.

## H Summary

### **Sonographic study of the abdominal organs of rabbits**

After dogs and cats, dwarf rabbits are the most common mammals held as animal companions in German households. Accordingly, the demand for veterinary care has risen continuously over the last few years. While, as a basis for x-ray examination, systematic reference data and pictures for use with rabbits exist, until now there have hardly been any studies relating to the sonographic anatomy of the dwarf rabbit. Therefore, the goal of the study has been to systematically work out the fundamentals of a profound abdominal sonography for dwarf rabbits.

63 dwarf rabbits of both sexes and from private animal husbandry were available for this study. The studies have been carried out by means of a high-resolution ultrasonic system of the type "Sonoline Elegra" (Siemens, Erlangen) equipped with a 6-13 MHz linear probe.

All animals could be examined while in the dorsal position without any problems and without any sedation, with only a light fixation being used. However, a carefully applied shearing proved to be imperative prerequisite to achieve good imaging results.

Despite the very voluminous blind gut, which filled out a large part of the abdominal cavity and the stomach heavily filled with fodder most of the times, all abdominal organs could usually be found easily and could be illustrated in standard planes. An exception was the pancreas, which was not detectable in any of the cases, and the spleen. The spleen lying closely against the stomach was hidden in most of the examined rabbits by slings of the small intestine which were lying between the spleen and the left abdominal wall.

Only in a small number of animals did the spleen directly abut against the abdominal wall and, hence, allow a sonographical illustration.

The very constant spatial relations between the blind gut and the colon enabled the exact anatomical allocation of their individual loops within the sonographical image. In all events, it was only possible to illustrate their wall segments abutting against

the abdominal wall. The rest of the wall segments, lying within the acoustic shadow of the ingesta, did not permit sonographical examination. In summary, the sonographic examination of the abdomen of the dwarf rabbit could be carried out well in a relatively easy manner. Therefore, its application in clinical diagnostics as a supplementary imaging method besides x-ray examination can only be highly recommended.

## I Literaturverzeichnis

ACKERMAN, N., D. A. HAAGER u. J. V. KAUDE (1989):

Ultrasound appearance and early detection of Vx2 carcinoma in the rabbit kidney  
Comparison with Renal Angiography and Excretory Urography.

Veterinary Radiology & Ultrasound 30, 2, S. 88

ARRINGTON, L. R. u. K. C. KELLEY (1976):

Domestic rabbit biology and production.

Univ. Pr. of Florida, Gainesville, Fla., S. 42-49

BERGHOFF, P. C. (1989):

Kleine Heimtiere und ihre Erkrankungen.

In: (Hrsg.): Tierärztliche Heimtierpraxis / Peter C. Berghoff [Hrsg.] ; 1

Parey, Berlin [u.a.]

BONVALET, J. P., A. VANDEWALLE u. N. FARMAN (1976):

Glomerular filtration: its regulation.

Rev Prat 26, 59, S. 4205-4216

BRITISH SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION u. P. A. FLECKNELL  
(2000):

BSAVA manual of rabbit medicine and surgery.

Bsava, Gloucester, 148 S

CRAMER, B., L. HUSA u. C. PUSHPANATHAN (1998):

Nephrocalcinosis in rabbits--correlation of ultrasound, computed tomography,  
pathology and renal function.

Pediatr Radiol 28, 1, S. 9-13

CRUISE, L. J., BREWER, N. R. (1994):

Anatomy.

In: P. J. MANNING, RINGLER, D. H., NEWCOMER, C. E. (Hrsg.): The biology of  
the laboratory rabbit

Academic Press, San Diego, S. 47-61

DOLEZEL, S. (1975):

The connective tissue skeleton in the mammalian kidney and its innervation.  
Acta Anat (Basel) 93, 2, S. 194-209

DONNELLY, T. M. (1997):

Basic anatomy, physiology and husbandry of rabbits.

In: E. V. HILLYER und K. E. QUESENBERRY (Hrsg.): Ferrets, rabbits and rodents  
WB Saunders, Philadelphia, S. 147-159

DORN, F. K. u. G. MÄRZ (1989):

Rassekaninchenzucht : ein Handbuch für den Kaninchenhalter und -züchter.  
Neumann, Leipzig; Radebeul, S. 23-30

DOUGLAS, G. C. u. F. E. HOSSLER (1995):

Vascular anatomy of the rabbit ureter.

Anat. Rec. 242, 1, S. 47-56

ENGELKE, A. (1997):

Ultraschalluntersuchung der Harn- und Geschlechtsorgane beim Meerschweinchen  
und Zwergkaninchen.

In: 43. Jahrestagung der Fachgruppe Kleintierkrankheiten d. Dtsch. Veterinärmed.  
Ges., Hannover, S. 276-279

Kongr. Ber.

EVERING W, E. J. (1992):

Hepatic lobe deformity in a rabbit.

Lab. Anim. 21, S. 14-16

EWRINGMANN, A. u. B. BELZNER (1999):

Erkrankungen der Harnwege bei Kaninchen und Meerschweinchen.

Veterinär Spiegel 3/99, S. 198 - 204

FEHR, M. (1990):

Urolithiasis bei Kaninchen und Meerschweinchen.

Prakt. Tierarzt 10, 36

FEHR, M. (1997):

Erkrankungen und chirurgische Eingriffe am Urogenitaltrakt des Kleinsäugers, Vortragszusammenfassungen.

In: 18. Bayerischer Tierärztetag, München, S. 109f  
Kongr. Ber.

FLECKNELL, P. A. (1997):

Kapitel 8: Kaninchen.

In: P. H. BEYNON, J. E. COOPER und J. FRECH (Hrsg.): Kompendium der Heimtiere : Haltung, Diagnostik, Therapie

Schlüter, Hannover, S. 75-78

FLECKNELL, P. A. (2000):

BSAVA manual of rabbit medicine and surgery.

British Small Animal Veterinary Association, Gloucester

FOURMAN, J. u. D. B. MOFFAT (1971):

The blood vessels of the kidney.

Blackwell scientific publ., Oxford, S. 12

FOX, R. R., S. H. WEISBROTH u. D. D. CRARY (1976):

Accessory spleens in domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*).

Teratology 13, S. 243-251

FUJITOMI, Y., K. KASHIMA, S. UEDA, Y. YAMADA, H. MORI u. Y. UCHIDA (1999):

Histopathological features of liver damage induced by laser ablation in rabbits.

Lasers Surg. Med. 24, 1, S. 14-23

GABRISCH, K. (2005):

Krankheiten der Heimtiere.

Schlüter, Hannover, S. 3ff

GARIBALDI, B. A., J. G. FOX, G. OTTO, J. C. MURPHY u. M. E. PECQUET-GOAD (1987):

Hematuria in rabbits.

Lab. Anim. Sci. 37, 6, S. 769-772

GERHARDT, U. (1909):

Das Kaninchen, zugleich eine Einführung in die Organisation der Säugetiere.  
Klinkhardt, Leipzig, S. 307

GNEISER, B. (2006)

Abdominale Sonographie beim Degu (*Octodon degus*, Molina 1782)  
Diss vet med, München

GÖBEL, T. (1993):

Häufige Krankheitsbilder bei Kleinsäugetern in der tierärztlichen Praxis.  
In: 18. Weltkongreß der WSAVA, Berlin, S. 16-19  
Kongr. Ber.

GRODTMANN, E. (2007)

Abdominale Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*  
Milne-Edwards 1876)  
Diss med vet, München

HACKBARTH, H., C. BUCHHOLZ, P. FRANKE, L. GUNTER, H. TAPKEN u. C.  
MESSOW (1987):

Comparative histometric studies of the size of kidney glomeruli in the mouse, rat and  
hamster.

Dtsch Tierarztl Wochenschr 94, 2, S. 58-61

HARCOURT-BROWN, F. (2002):

Textbook of rabbit medicine.

Butterworth-Heinemann, Oxford [u.a.], S. 3ff

HARCOURT-BROWN, F. M. (1998):

Kaninchen als Heimtiere: Häufige klinische Probleme.

Waltham Focus 8, 4, S. 6 - 13

HARKNESS, J. E. u. J. E. WAGNER (1995):

The biology and medicine of rabbits and rodents.

Williams & Wilkins, Baltimore [u.a.]

HILLYER, E. V. (1994):

Pet rabbits.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 24, 1, S. 25-65

HOFFMANN, G. (1956):

Kurzer Abriss der Anatomie und Physiologie der Laboratoriumstiere : Hund, Katze, Frettchen, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus, Goldhamster.

Fischer, Jena, S. 28-32

HOFFMANN, G. u. H. BENTZ (1961):

Abriß der Laboratoriumstierkunde.

Fischer, Jena, S. 120 – 123, 155 - 157

HOFHEINZ, A. R. (2007)

Sonographische Darstellung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und der Trächtigkeit beim Kaninchen

Diss med vet, München

ISENBÜGEL, E. u. W. FRANK (1985):

Heimtierkrankheiten.

Ulmer, Stuttgart, S. 17 – 47, 48 - 66

JUNG, S. (1962):

Grundlagen für die Zucht und Haltung der wichtigsten Versuchstiere : Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus, Goldhamster, Hund, Katze, Frettchen, Schaf, Huhn, Kröte, Frosch. Mit kurzer Anatomie d. Brust- u. Bauchorgane von Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Maus, Goldhamster.

G. Fischer, Stuttgart

KAMPHUES, J. (1991):

Calcium metabolism of rabbits as an etiological factor for urolithiasis.

J Nutr 121, 11 Suppl, S. 95-96

KOCH, T. u. R. BERG (1990):

Lehrbuch der Veterinär-Anatomie

Jena Fischer., S.253-270, 312-349

KOCK, M. (1990)

Vergleichende Morphologie der Niere (Gravimetrie Rassen unterschiedlichen Gewichtes)

Diss med vet, Hannover

KÖTSCHE, W. u. C. GOTTSCHALK (1990):

Krankheiten der Kaninchen und Hasen.

Fischer Verlag, Jena, S. 18f

KOZMA, C., W. MACKLIN, L. M. CUMMINIS u. R. MAUER (1974):

Anatomy, physiology and biochemistry of the rabbit.

In: R. E. FLATT und A. L. KRAUS (Hrsg.): The Biology of the laboratory rabbit. The Biology of the laboratory rabbit

Academic Press, New York, S. 53, 60-65

KRACHT, J. u. M. SPAETHE (1953):

Interrelation of the thyroid and adrenal cortex. III. The thyrotropic tolerance reaction.

Virchows Arch 324, 1, S. 83-109

KRAUSE, W. (1884):

Die Anatomie des Kaninchens in topographischer und operativer Rücksicht.

Engelmann, Leipzig, S. 383

LATIMER, H. B. u. P. B. SAWIN (1955):

Morphogenetic studies of the rabbit. XII. Organ size in relation to body weights in adults of small sized race X.

Anat Rec 123, 1, S. 81-102

LATIMER, H. B. u. P. B. SAWIN (1957):

Morphogenetic studies of the rabbit. XV. Measurements of the digestive tube and of its parts in normal and dwarf rabbits of race X.

Anat Rec 129, 1, S. 1-16

LEE, K. J., W. D. JOHNSON, C. M. LANG u. R. D. HARTSHORN (1978):  
Hydronephrosis caused by urinary lithiasis in a New Zealand white rabbit  
(*Oryctolagus cuniculus*).

Vet Pathol 15, 5, S. 676-678

LEHMANN, J. (2007)

Abdominale Sonographie bei der Ratte (*Rattus norvegicus*)

Diss med vet, München

LIU, P., Y. H. GAO, K. B. TAN, Z. LIU u. S. ZUO (2004):

Grey scale enhancement of rabbit liver and kidney by intravenous injection of a new lipid-coated ultrasound contrast agent.

World J Gastroenterol 10, 16, S. 2369-2372

LÖLIGER, H. C. (1986):

Kaninchenkrankheiten : Leitfaden f. Tierärzte u. Studierende d. Veterinärmedizin.

Enke, Stuttgart

LOWE, J. A. (1998):

Pet rabbit feeding and nutrition.

CABI Publishing, S. 309-332

MARTIN, P. (1923):

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.

Schickhardt & Ebner, Stuttgart, S. 313-337

MATTHIAS, J. Q. (1968):

Advances in the chemotherapy of malignant disease.

Practitioner 201, 204, S. 646-651

MAYRHOFER, E. u. C. PFEIL (1985):

Harnröhrenkonkrement bei einem männlichen Kaninchen.

Wien. Tierärztl. Mschr. 72, Heft 2, S. 54-57

MCBRIDE, A. (2003):

Kaninchen verstehen : ein Ratgeber für die artgerechte Haltung.

Pala-Verl., Darmstadt

MCLAUGHLIN, C. A. u. R. B. CHIASSON (1979):

Laboratory anatomy of the rabbit.

Company Publishers, Dubuque, S. 52-55

MEREDITH, A. (2000):

Chapterl 2: General biology and husbandry.

In: P. A. FLECKNELL (Hrsg.): Manual of rabbit medicine and surgery

British Small Animal Veterinary Assotiation, Gloucester, S. 13-23

NIEBERGALL, A. (2003)

Sonographische Befunderhebung am männlichen und weiblichen Harntrakt und am weiblichen Geschlechtsapparat von Zwergkaninchen und Meerschweinchen

Diss med vet, Hannover

NYLAND, T. G. u. J. S. MATTOON (2002):

Small animal diagnostic ultrasound.

Saunders, Philadelphia, PA

PAUL-MURPHY, J. (1997):

Kapitel 19: Reproductive and urogenital disorders.

In: E. V. HILLYER (Hrsg.): Ferrets, rabbits, and rodents : clinical medicine and surgery

Saunders, Philadelphia [u.a.]

POTHMANN, M. (1981)

Histometrische Daten zur Nierenmorphologie der Munich- Wistar- Frömter- und Lewis- Ratte und Vergleich ihrer Körper- und Organgewichte

Diss med vet, Hannover

POULSEN NAUTRUP, C. (1998):

Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.  
Schlüter, Hannover

PUMP, B. (1993):

Urolithiasis bei Kaninchen.  
Prakt. Tierarzt 6, S. 552 - 559

QUESENBERRY, K. E. u. J. W. CARPENTER (2004):

Ferrets, rabbits, and rodents : clinical medicine and surgery ; includes sugar gliders and hedgehogs.  
Saunders, St. Louis, Mo.

RANDERATH, E. u. G. HIERONYMI (1958):

Erkrankungen der Harnorgane.  
In: P. COHRS und R. JAFFÉ (Hrsg.): Pathologie der Laboratoriumstiere  
Springer Verlag, Berlin, Göttingen, S. 357-377

RAPPOLD, S. (2001)

Vergleichende Untersuchungen zur Urolithiasis bei Kaninchen und Meerschweinchen  
Diss med vet, Hannover

REDROBE, S. (2000):

Kapitel 6: Urogenital system and disorders.  
In: P. A. FLECKNELL (Hrsg.): BSAVA manual of rabbit medicine and surgery  
BSAVA, Gloucester, S. 47-55

SANDFORD, J. C. (1996):

The domestic rabbit.  
Blackwell Science, Oxford [u.a.], S. 87ff

SAWIN, P. B. u. D. D. CRARY (1951):

Morphogenetic studies of the rabbit. X. Racial variations in the gall bladder.  
Anat. Rec. 110, 4, S. 573-590

SCHALL, H. (2005):

Kapitel 1: Kaninchen.

In: K. GABRISCH, P. ZWART, M. FEHR und R. BAUMGARTNER (Hrsg.):  
Krankheiten der Heimtiere

6., vollst. überarb. Aufl, Schlüter, Hannover, S. 1-47

SCHOLZ, S., C. POULSEN NAUTRUP u. H. WISSDORF (1993):

Die abdominale Ultraschalluntersuchung bei der Hauskatze

Kleintierpraxis 38, S. 615-688

SCHOOOR, R. A., D. A. CANNING, R. D. BELLA, G. A. BRODERICK, H. M. SNYDER, 3RD, J. W. DUCKETT, L. KRASNAPOLSKI, A. J. WEIN u. R. M. LEVIN (1994):

Ultrasound diagnosis of bladder outlet obstruction in rabbits.

Neurourol. Urodyn. 13, 5, S. 559-569

SEIFERT, H. u. S. HENNEBERGER (1991):

Experimentelle Untersuchungen zur Entwicklung ausgewählter Organmassen und Blutparameter unter besonderer Berücksichtigung der Herzmasseentwicklung bei einem Inzuchtstamm von Albino-Meerschweinchen.

Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Reihe Agrarwissenschaften 40, 1, S. 9-19

SHEEHAN, H. L. u. J. C. DAVIS (1959):

Anatomy of the pelvis in the rabbit kidney.

J. Anat. 93, S. 499-502

SILVERMAN, S., L. A. TELL, J. NUGENT-DEAL u. K. PALMER-HOLTRY (2005):

Radiology of rodents, rabbits, and ferrets : an atlas of normal anatomy and positioning.

Elsevier Saunders, St. Louis, Mo., S. 214f

VUORIA, P., I. SURAMO u. S. HYVARINEN (1980):

Transmission media for ultrasonography.

Radiology 135, 2, S. 520-522

WALLACE, L. J., AND L. R. ARRINGTON (1968):

Absence or anomaly of the gall bladder in domestic rabbits.

The Southwestern Vet 21, S. 199-200

WATANABE, R., M. MATSUMURA, C. J. CHEN, Y. KANEDA u. M. FUJIMAKI (2005):

Characterization of tumor imaging with microbubble-based ultrasound contrast agent, sonazoid, in rabbit liver.

Biol. Pharm. Bull. 28, 6, S. 972-977

WATANABE, R., M. MATSUMURA, C. J. CHEN, Y. KANEDA, M. ISHIHARA u. M. FUJIMAKI (2003):

Gray-scale liver enhancement with Sonazoid (NC100100), a novel ultrasound contrast agent; detection of hepatic tumors in a rabbit model.

Biol. Pharm. Bull. 26, 9, S. 1272-1277

WINGERD, B. D. (1985):

Rabbit dissection manual.

John Hopkin's Univ. Press, Baltimore

ZIEGLER, L. u. R. T. O'BRIEN (2002):

Harmonic ultrasound: a review.

Vet. Radiol. Ultrasound 43, 6, S. 501-509

## Lebenslauf

Name Carmen Margareta Maria Angeli geb. Rappl  
Geburtsdatum 19. Februar 1976  
Geburtsort Regensburg  
Eltern Edith Rappl geb. Kobler  
Hans Rappl

### Bildungsgang

09/82 bis 07/86 Grundschule: Volksschule Deuerling  
09/86 bis 07/88 Hauptschule : Volksschule Laaber  
09/88 bis 07/92 Realschule: Staatliche Realschule am Judenstein  
Abschluss: Realschulabschluss  
09/92 bis 07/97 Gymnasium: Goethe-Gymnasium Regensburg  
Abschluss: Abitur  
11/97 bis 03/04 Studium an der Ludwig- Maximilians- Universität München.  
Abschluss: Staatsexamen

### Beruflicher Werdegang

05/04 Beginn der Dissertation  
02/05 bis 12/05- Assistenztierarzt in der Tierärztlichen Klinik für Pferde und  
Kleintiere Dr. Röcken in Starnberg  
seit 05/06 Tierärztin im Tierheim Lechleite, Friedberg-Derching

## Danksagung

Mein ganz besonderer Dank geht an PD Dr. Sven Reese für das Anvertrauen dieses interessanten und lehrreichen Themas, seine hervorragende und kompetente Unterstützung in jeder Phase dieser Arbeit, seinem Einsatz und seinen Bemühungen sowohl beim Durchführen der Untersuchungen, als auch beim Anfertigen dieser Arbeit.

Bei Frau Prof. Dr. U. Matis bedanke ich mich, dass die Untersuchungen in den Räumlichkeiten der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität durchgeführt werden durften.

Bei meinen Eltern und bei meinem Mann, möchte ich mich für die gesamte mir gewährte Unterstützung bedanken, ohne die diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre.