

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

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

Angefertigt unter der Leitung von
PD Dr. Sven Reese

Abdominale Sonographie beim Frettchen (*Mustela putorius f. furo* L. 1758)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Barbara Frings
aus
Wuppertal

München 2004

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

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. A. Stolla
Referent:	Priv.-Doz. Dr. S. Reese
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. R. Köstlin

Tag der Promotion: 23. Juli 2004

meiner Oma

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	1
B. Literatur	2
1. Zoologische Einordnung	2
2. Domestikationsgeschichte	2
3. Anatomie	3
3.1 Allgemeine anatomische Daten.....	3
3.2 Sonographisch relevante anatomische Daten und Besonderheiten des Abdomens.....	4
3.2.1 Gastrointestinaltrakt	5
3.2.2 Milz	10
3.2.3 Nebennieren	10
3.2.4 Urogenitalapparat	11
Harnorgane	11
Geschlechtsorgane.....	13
4. Abdominale Sonographie.....	16
4.1 Sonographie der Nebennieren	16
4.1.1 Sonographische Darstellung der gesunden Nebenniere.....	16
Lage.....	17
Größe.....	17
Form	18
Echogenität und Echotextur	18
4.1.2 Sonographische Darstellung der tumorös veränderten Nebenniere.....	19
Größe und Form	19

Echogenität und Echotextur	20
Sonstige Befunde.....	20
Beurteilung	20
4.2 Sonographie des Pankreas.....	21
4.3 Sonographische Trächtigkeitsuntersuchung.....	22
4.4 Sonographie des Mesenteriallymphknotens.....	22
4.5 Sonographie der Niere.....	23
4.6 Sonographie der Milz.....	24
4.7 Sonographie der übrigen abdominalen Organe.....	24
C. Material und Methode	25
1. Material	25
2. Technische Ausrüstung	27
3. Untersuchungsgang	27
4. Morphometrische und statistische Auswertung	27
5. Dokumentation.....	28
D. Ergebnisse	29
1. Gastrointestinaltrakt	29
1.1 Magen.....	29
1.1.1 Untersuchungstechnik	29
1.1.2 Physiologische Befunde	29
1.1.3 Pathologische Befunde.....	31
1.2 Darm.....	31
1.2.1 Untersuchungstechnik	31
1.2.2 Physiologische Befunde	31
1.2.3 Pathologische Befunde.....	33

Inhaltsverzeichnis

2.	Darmanhangsdrüsen	33
2.1	Leber mit Gallenblase	33
2.1.1	Untersuchungstechnik	33
2.1.2	Physiologische Befunde	35
2.1.3	Pathologische Befunde	39
2.2	Bauchspeicheldrüse	39
3.	Milz	39
3.1.1	Untersuchungstechnik	39
3.1.2	Physiologische Befunde	39
3.1.3	Pathologische Befunde	40
4.	Nebennieren	42
4.1.1	Untersuchungstechnik	42
4.1.2	Physiologische Befunde	42
4.1.3	Pathologische Befunde	44
5.	Harnorgane	47
5.1	Harnblase	47
5.1.1	Untersuchungstechnik	47
5.1.2	Physiologische Befunde	47
5.1.3	Pathologische Befunde	47
5.2	Harnröhre	49
5.2.1	Untersuchungstechnik	49
5.2.2	Physiologische Befunde	49
5.2.3	Pathologische Befunde	49
5.3	Nieren	49
5.3.1	Untersuchungstechnik	49
5.3.2	Physiologische Befunde	50

Inhaltsverzeichnis

5.3.3	Pathologische Befunde	53
	Zystische Veränderungen	53
	Hyperechogene Veränderungen des Nierenmarks	54
	Hydronephrosen	55
5.4	Harnleiter	55
5.4.1	Untersuchungstechnik	55
5.4.2	Physiologische Befunde	55
5.4.3	Pathologische Befunde	56
6.	Genitalorgane	57
6.1	Ovarien	57
6.1.1	Untersuchungstechnik	57
6.1.2	Physiologische Befunde	57
6.1.3	Pathologische Befunde	58
6.2	Uterus	59
6.2.1	Untersuchungstechnik	59
6.2.2	Physiologische Befunde	60
6.2.3	Pathologische Befunde	60
6.3	Prostata	61
6.3.1	Untersuchungstechnik	61
6.3.2	Physiologische Befunde	61
6.3.3	Pathologische Befunde	62
7.	Lymphknoten	62
7.1	Mesenteriallymphknoten	62
7.1.1	Untersuchungstechnik	62
7.1.2	Physiologische Befunde	62
7.1.3	Pathologische Befunde	63

7.2	Weitere Lymphknoten.....	64
7.2.1	Untersuchungstechnik	64
7.2.2	Physiologische Befunde	64
7.2.3	Pathologische Befunde.....	65
8.	Bauchhöhle.....	65
E. Diskussion.....		67
1.	Gastrointestinaltrakt	68
2.	Milz	69
3.	Nebennieren	70
4.	Harnorgane	71
5.	Genitalorgane	73
6.	Lymphknoten	75
6.1	Mesenteriallymphknoten.....	75
6.2	Weitere Lymphknoten.....	76
Zusammenfassung.....		78
Summary.....		80
H. Literaturverzeichnis.....		82

A. Einleitung

Das Frettchen (*Mustela putorius f. furo* L. 1758) wird immer häufiger nicht mehr nur zur Jagd, sondern auch als Heimtier gehalten. Durch den Wandel seiner Rolle vom Jagdgehilfen zum Hausgenossen und Spielgefährten von Kindern hat sich mit dem Aufgabenfeld auch der individuelle Wert des Frettchens dem anderer Heimtiere angeglichen. Dieser neue Status hat dazu geführt, daß das Frettchen immer häufiger als Patient in der Kleintierpraxis vorgestellt wird, und die Bereitschaft der Besitzer steigt, auch kostspielige Untersuchungsverfahren wie die Ultraschalldiagnostik nicht nur zu akzeptieren, sondern sogar zu wünschen.

Der derzeitige, in der Literatur wiedergegebene Wissensstand über die abdominale sonographische Untersuchung beim Frettchen trägt dem leider in keinster Weise Rechnung. Neben einigen Veröffentlichungen zur Sonographie der Nebennieren, eines der am häufigsten erkrankten Organe des Frettchens, finden sich nur wenige Angaben zu anderen abdominalen Organen. Erkrankungen, die beim Hund und bei der Katze eine klare Indikation für eine sonographische Untersuchung darstellen, wie multizentrische Lymphome und Inselzelltumoren sind aber auch beim Frettchen als sehr häufig beschrieben.

Es erschien somit sinnvoll und wünschenswert, den Wissensstand über die sonographische Darstellung der abdominalen Organe des Frettchens zu erweitern, um auch für diese Tierart eine optimale Diagnostik und daraus resultierende Therapie zu ermöglichen.

Ziel dieser Arbeit war es daher, sonographische Normalbefunde aller Organe des gesunden Frettchens in Bild und Text zu dokumentieren, sonoanatomische Besonderheiten dieser Tierart herauszustellen, sowie häufig auftretende pathologische Veränderungen quantitativ und qualitativ zu beschreiben und gegen Normalbefunde abzugrenzen.

B. Literatur

1. Zoologische Einordnung

Über die Abstammung des Frettchens besteht in der Literatur keine Einigkeit.

Die im folgenden aufgeführte Einordnung in die Systematik der Säugetiere gibt den aktuellsten Stand wieder. Sie ist einem zoologischen Standardwerk entnommen (Dietrich Starck, 1995) entnommen und basiert auf vergleichend morphometrischen Untersuchungen an Iltischädeln von Rempe (1970).

Ordo	Carnivora – Fleischfresser
Subordo	Fissipedia - Landraubtiere
Superfamilia	Arctoidea - Bären-Marderartige
Familia	Mustelidae - Marder
Subfamilia	Mustelinae - Wieselartige
Gattung	Mustela - Erd- und Stinkmarder
Art	<i>Mustela putorius</i> Linnaeus 1758 - Europäischer Iltis od. Waldiltis
domestizierte Form	<i>Mustela putorius</i> f. <i>furo</i> Linnaeus 1758 - Frettchen

2. Domestikationsgeschichte

Das Frettchen (*Mustela putorius* f. *furo*) ist die domestizierte Form des Europäischen Iltis oder Waldiltis (*Mustela putorius*) (Ahne, 2000). Die Zähmbarkeit von Iltissen wird bereits bei Aristoteles (384-322 v. Chr.) erwähnt. Erste verlässliche Hinweis auf das Frettchen finden sich bei Strabo (~ 64/63 v. Chr. - 20 n. Chr.) und Plinius dem Älteren (23-79 nach Chr.). Genutzt wurde das Frettchen zur Bekämpfung von Kaninchenplagen und zur Dezimierung von Nagern (Benecke, 1994). Die Tiere wurden mit Maulkörben in Kaninchenbaue geschickt und die her-

ausgetriebenen Kaninchen mit Netzen gefangen (Benecke, 1994). Mit der Ausbreitung des Kaninchens von Spanien über Süd-, West- und Mitteleuropa verbreitete sich auch das Frettchen. Bereits seit dem frühen Mittelalter wurde die Kaninchenjagd mit Frettchen, das sogenannte Frettieren, als Sport betrieben. In seiner Funktion als Rattenfänger wurde das Frettchen im zweiten Jahrtausend durch die Domestikation der Katze abgelöst (Allmacher, 1994), während es zur Jagd von Kaninchen bis heute Verwendung findet (Blase und Pettinger, 1988). Ein entscheidender Vorteil des Frettierens gegenüber anderen Jagdmethoden ist, daß die Tiere lebend gefangen werden und so die Möglichkeit der Auslese von Tieren, die getötet, und solchen, die freigelassen werden sollen, besteht. Weitaus größere Bedeutung haben Frettchen allerdings heute als Versuchstiere erlangt (Moody et al., 1985), insbesondere im Bereich der Reproduktionsphysiologie, Pharmakologie und Virologie (Willis und Barrow, 1971; Ryland und Bernard, 1983; Sidwell und Smee, 2000), aber auch auf dem Gebiet der Zahnmedizin (Isenbügel, 1985).

Auch als Heimtier erfreut sich das Frettchen zunehmender Beliebtheit (Choukair, 1995; Göbel, 2001; Wenker und Christen, 2002), so daß die Kenntnis tiermedizinisch relevanter Daten über diese Tiere für den Kleintierpraktiker immer wichtiger wird.

3. Anatomie

3.1 Allgemeine anatomische Daten

Größenangaben zum Frettchen variieren bei den verschiedenen Autoren (Tab. 1). Ein erheblicher Größenunterschied zwischen den Geschlechtern wird bei allen Autoren betont.

Entsprechend den Größenangaben variieren auch Gewichtsangaben zum Frettchen in der Literatur (Tab. 2). Sowohl Rüden als auch Fähen unterliegen saisonalen Gewichtsschwankungen von 30-40% durch starken Gewichtsverlust mit Beginn der Ranzzeit (Ryland und Bernard, 1983).

In den folgenden Tabellen sind die Größen- und Gewichtsangaben nach den verschiedenen Autoren im einzelnen aufgeführt.

	Kopfrumpflänge (cm) (+ Schwanzlänge)	
	Rüde	Fähe
Allmacher, 1994	30-40 (+ 10-15)	
Gabrisch, 1995; Kraft, 1984	44-56	20-40
Choukair, 1995	bis 60	25-40

Tab. 1 Körperlänge beim Frettchen nach Angaben verschiedener Autoren

	Körpermasse (g)	
	Rüde	Fähe
Allmacher, 1994	650-1500	450-700
Gabrisch, 1995	1200-2000	600-1100
Kraft, 1984	600-2000	
Isenbügel, 1985	500-3000	

Tab. 2 Körpermasse beim Frettchen nach Angaben verschiedener Autoren

3.2 Sonographisch relevante anatomische Daten und Besonderheiten des Abdomens

In der derzeitigen Literatur über Frettchen finden sich nur wenige Angaben zur Anatomie. Einzig in dem Standardwerk *Biology and diseases of the ferret* (Fox, 1998) findet sich eine genauere Beschreibung in dem Anatomiekapitel von Evans und An (1998). Diesem sind, soweit nicht anders vermerkt, die folgenden Angaben entnommen.

3.2.1 Gastrointestinaltrakt

GASTER

Das Frettchen besitzt einen einhöhligen einfachen Magen.

Im leeren Zustand reicht er von T11 bis L1. Der gefüllte Magen kann sich bis zur linken Niere auf Höhe von L2 ausdehnen und liegt kaudoventral der Bauchwand an. Nach Erreichen der ventralen Bauchwand schlägt das Magenrohr um 180° um, so daß der darmartige Pylorusabschnitt (Abb. 2) kranio-medial verläuft (Hoffman, 1956). Die Parietalfläche ist kranial wie ventral zur linken Körperhälfte hin ausgerichtet. Die Viszeralfläche berührt den linken Pankreasschenkel. Die große Krümmung ist auf der linken Seite über das Lig. gastrolienale, in dem die Gefäße und Nerven für den Magen und die Milz verlaufen, mit der Milz verbunden. Die kleine Krümmung ist kraniodorsal ausgerichtet und liegt in der Impressio gastrica der Leber an.

Evans und An (1998) beschreiben den *M. sphincter pylori* als mäßig entwickelt. Bei einem anderen Autor wird er dagegen als gut entwickelt und makroskopisch leicht abzugrenzen bezeichnet (Brown, 1997 a).

INTESTINUM

Der Darmaufbau des Frettchens entspricht seiner Lebensweise als Fleischfresser. So besitzt es einen im Verhältnis zum Dünndarm extrem kurzen Dickdarm (Tab. 3, Abb. 1).

DUODENUM

Die Pars cranialis reicht vom Pylorus bis zur Flexura duodeni cranialis, an der sie in die Pars descendens übergeht. Sie hat dorsal Kontakt zur Leber, ventral zum medialen Teil des Pankreas.

Die Pars descendens zieht rechts der Medianen kaudal, hat dabei kranial Kontakt zur Bauchwand sowie zum rechten lateralen und medialen Leberlappen, dorsal zum Pankreas, zum Lobus caudatus der Leber sowie zur linken Niere und medial zum Colon ascendens, von dem sie durch einen Teil des großen Netzes getrennt ist. An der Flexura duodeni caudalis geht sie in die Pars ascendens über.

Die Pars ascendens verläuft in der Medianebene kranial, hat dorsal Kontakt zum Ureter, zur V. cava caudalis und zur Aorta, ventral liegt sie dem Jejunum an. Kranial der Gekröse-

wurzel ist der Übergang in die Flexura duodenojejunalis durch eine leichte Einschnürung erkennbar.

Darmabschnitt	Länge (cm)
Dünndarm gesamt	182-198
Duodenum gesamt	10
Pars cranialis duodeni	2
Pars descendens duodeni	5
Pars ascendens duodeni	3
Jejunum	140
Ileum	
Dickdarm gesamt	10
Colon ascendens	7
Colon transversum	
Colon descendens	
Rectum	2
Anus	1

Tab. 3 Länge der Darmabschnitte bezogen auf eine Körperlänge von 36-41 cm (aus Evans und An, 1998)

Nach Angaben von Evans und An (1998) besitzt das Frettchen einen rechten und einen linken Lymphonodus mesentericus cranialis, die deutlich hervortreten und die Lymphe des gesamten Dünndarms erhalten. In einer anderen Studie, die die sonographische Untersuchung von 28 klinisch gesunden Frettchen beinhaltete, wurde regelmäßig nur ein unpaarer Mesenteriallymphknoten gefunden, der sich an der Gekrösewurzel, in enger Lagebeziehung zur A. mesenterica cranialis, befand (Paul-Murphy et al., 1999).

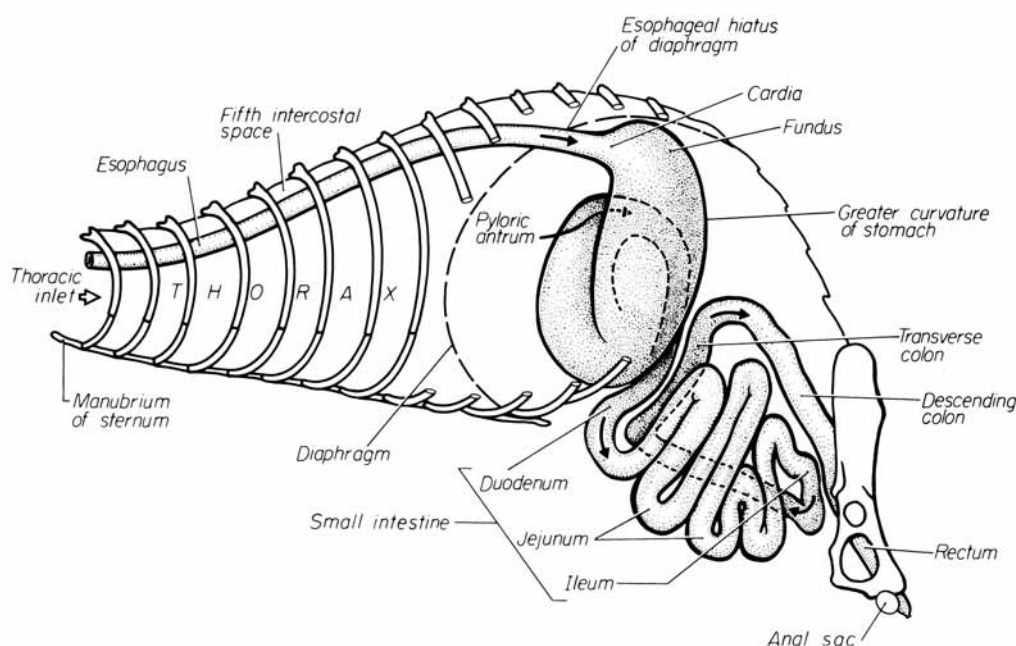


Abb. 1 Gastrointestinaltrakt beim Frettchen (Abb. aus Evans und An, 1998)

JEJUNUM UND ILEUM

Das Jejunum ist äußerlich nicht vom Ileum abzugrenzen, da mit dem Zäkum auch die Plica ileocaecalis fehlt, deren Ende bei anderen Tieren diesen Übergang markiert. Makroskopisch sind die beiden Darmabschnitte auch lumenseitig nicht zu differenzieren, so daß sie auch unter dem Begriff Jejunioileum zusammengefaßt werden. Mikroskopisch läßt sich der Teil des Jejunioileum, der neben dem Duodenum descendens kranial zieht, als Ileum ansprechen (Hoffmann, 1956). Das Jejunioileum beginnt an der Flexura duodenojejunalis und endet am Übergang in das Colon ascendens.

Das vom Jejunioileum gebildete Darmkonvolut füllt die gesamte Bauchhöhle mit Ausnahme des linken kaudalen Quadranten, in dem sich das Kolon befindet.

Ventral ist es durch das ihm großflächig aufliegende große Netz von der Bauchwand getrennt, dorsal steht es in Kontakt mit Duodenum, Milz, Leber, Kolon, Pankreas und Nieren. Kaudal schließt sich der Urogenitaltrakt an.

ZÄKUM

Ein Blinddarm ist nicht ausgebildet.

KOLON

Das Kolon des Frettchens ist sehr kurz.

Der Übergang vom Ileum in das Kolon ist makroskopisch nicht erkennbar, da ein Zäkum fehlt. Eine Wandverdickung ist jedoch fühlbar (Hoffmann, 1956).

Am medialen unteren Ende der Milz schlägt das Jejunioileum unter Zunahme des Durchmessers kaudal um und zieht zur linken Flanke. Hier beginnt das Colon ascendens, das rechts kranial zieht, sich kranial der Gekrösewurzel in das Colon transversum fortsetzt, um schließlich links der Gekrösewurzel in das Colon descendens, den größten Abschnitt des Kolons, überzugehen, dem sich in der Beckenhöhle das Rectum anschließt.

Dem Colon ascendens eng benachbart sind ventral das Mesoduodenum und der Duodenalschenkel des Pankreas, dorsal die rechte Niere.

Das Colon transversum grenzt kranioventral an den Magen, kraniodorsal an den Milzschenkel des Pankreas. Ventral und kaudal liegt es dem Dünndarmkonvolut an.

Das Colon descendens verläuft entlang der linken Bauchwand und berührt dorsal den M. iliopsoas sowie die Ventralfläche der linken Niere. Der letzte Abschnitt des Colon descendens liegt dorsal des Uterus und der Harnblase.

LEBER

Das Frettchen besitzt eine relativ zum Körpergewicht große Leber.

Ihr Gewicht beträgt 35-59 g. Die Leber ist entsprechend den Verhältnissen bei Hund und Katze stark gelappt (Abb. 2).

Auf der Viszeralfläche finden sich Impressiones von Duodenum, Magen, Pankreas und rechter Niere. Der Dorsalrand des Processus caudatus weist eine Einkerbung zur Aufnahme des Ösophagus auf. Der Proc. papillaris des Lobus caudatus formt zusammen mit dem Lobus dexter lateralis eine Rinne zur Aufnahme der V. portae und des Ductus choledochus. Die V. cava caudalis ist dorsomedial im Lobus caudatus eingebettet und setzt sich kranial in den Lobi laterales dext. und sin. fort.

Die Leberpforte befindet sich zwischen dem Lobus dext. lat. und dem Lobus caudatus. In ihr verlaufen die A. hepatica, die V. portae und die Gallengänge.

Die Gallenblase ist birnenförmig. Ihr Volumen beträgt 0,5 – 1ml. Sie ist 2 cm lang und 1 cm breit. Nach anderen Angaben mißt sie im gefüllten Zustand 2,7 * 1,5 cm (Hoffmann, 1956).

Sie ist zwischen dem Lobus quadratus und dem Lobus dexter medialis eingebettet. Kranial, dorsal und lateral liegt sie dem Processus quadratus und dem Lobus dexter medialis an. Im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Hund dehnt sie sich niemals bis zum Zwerchfell aus.

Der Ductus choledochus wird vom Ductus cysticus und drei Ductus hepatici gespeist und mündet gemeinsam mit dem Ductus pancreaticus auf der Papilla duodeni major in das Duodenum.

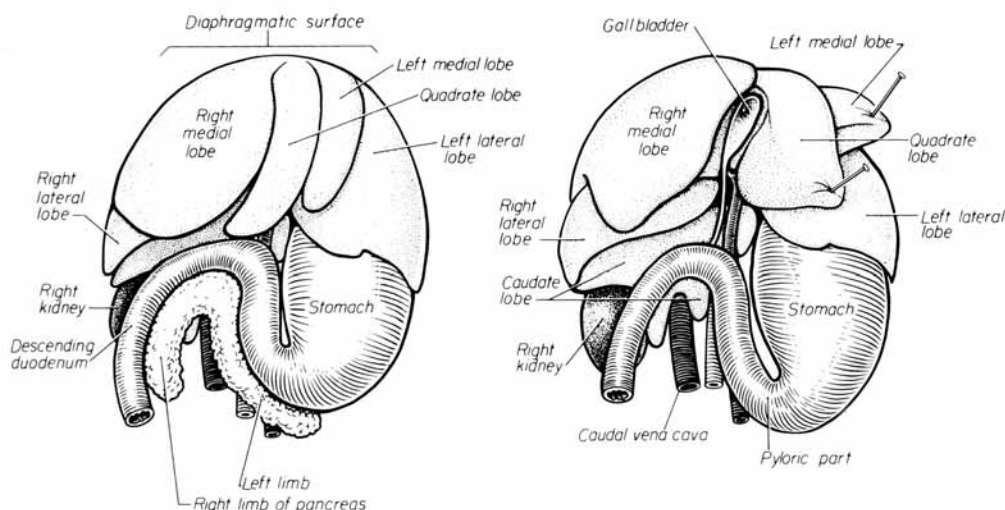


Abb. 2 Leber, Magen und assoziierte Strukturen in ventraler Ansicht. In der rechten Abb. ist das Pankreas entfernt und der Lobus quadratus hepatis nach links gezogen. (Abb. aus Evans und An, 1998)

PANKREAS

Das Pankreas besteht aus den Lobi pancreatis sin. (Milzschenkel) und dext. (Duodenalschenkel), die sich im Corpus pancreatis vereinen (Abb. 2).

Der Milzschenkel erstreckt sich vom Magen bis kaudal zum ventralen Milzabschnitt dicht unterhalb der linken Niere (Hoffmann, 1956). Dorsal berührt er die V. portae, die linke Niere und die linke Nebenniere. Ventral besteht Kontakt zum Colon transversum und zum Jejunum.

Der Duodenalschenkel ist dünner und ausgedehnter. Er liegt dem Duodenum descendens über dessen gesamte Länge dorsomedial an. Dorsal hat er Kontakt zu der Vena cava caudalis, den rechten und linken Nierengefäßen, der Aorta, dem Lobus caudatus hepatis, der rechten Niere und der rechten Nebenniere. Ventral liegt er dem Darmkonvolut auf.

3.2.2 Milz

Die Milz des Frettchens ist zungenförmig. Ihre Viszeralfläche ist der großen Krümmung des Magens sowie dem Milzschenkel des Pankreas und dem Kolon benachbart. Größenangaben differieren in der Literatur. (Tab. 4)

Die Blutzufuhr erfolgt über die A. lienalis, einen Ast der A. coeliaca, der Blutabfluß über die V. gastrolienalis, die in die V. portae mündet.

	Länge (cm)	Breite (cm)	Dicke (cm)
Evans und An, 1998	5,1	1,8	0,8
Hoffmann, 1956	6-7	1,8-2,5	

Tab. 4 Größe der Milz nach Angaben verschiedener Autoren

3.2.3 Nebennieren

Die Lage der Nebennieren variiert individuell leicht. In den meisten Fällen befinden sie sich jedoch in enger Lagebeziehung zu den Nieren, kranio-medial von deren kranialen Pol (Abb. 3). Die rechte Nebenniere liegt weiter kranial als die linke und ist vom Lobus caudatus der Leber bedeckt (Rosenthal, 1997). Die linke Nebenniere befindet sich kaudal, die rechte kranial der A. mesenterica cran. oder auf selber Höhe mit dieser (Holmes, 1961). Während die linke Nebenniere kranial der A. renalis sin. der Aorta dicht benachbart ist, liegt die Nebenniere der rechten Körperseite zur Hälfte oder ganz ventral der V. cava caudalis (Holmes, 1961). Nach Untersuchungen von Rosenthal (1997) hingegen befindet sie sich teilweise dorsal der V. cava caudalis, an der sie über eine Faszia befestigt ist.

Beide Nebennieren sind in das retroperitoneale Fettgewebe eingebettet, die rechte meist stärker als die linke.

Auch die Form der Nebennieren ist variabel. Die rechte Nebenniere ist meist länglicher als die linke. Die linke stellt sich meist hantelförmig dar, da sie ventral und dorsal eine Einziehung aufweist. In der ventralen Einziehung zieht die V. phrenicoabdominalis, in der dorsalen die gleichnamige Arterie über sie hinweg (Barthez et al., 1998).

In einer anatomischen Studie an 28 Tieren mit unveränderten Nebennieren betrug die durchschnittliche Länge der linken Nebenniere 6-8 mm, die der rechten 8-11 mm (Holmes, 1961).

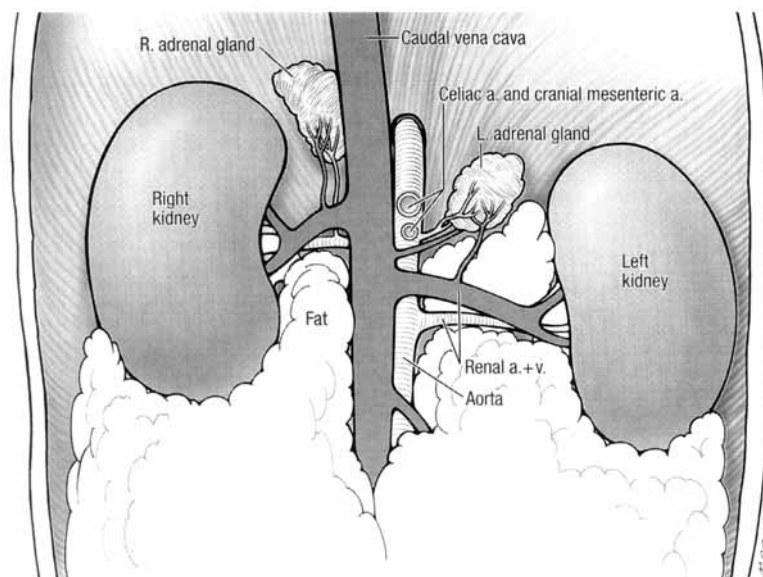


Abb. 3 Lage der Nebennieren beim Frettchen (Abb. aus Evans und An, 1998)

3.2.4 Urogenitalapparat

Harnorgane

Nieren

Die Nieren des Frettchens sind glatt und einwarzig (Hoffmann, 1956).

Beide Nieren liegen extrathorakal und retroperitoneal. Dorsal liegen sie der Lendenmuskulatur an.

Die linke Niere liegt mit ihrem kranialen Pol auf Höhe des Hilus der rechten Niere, unmittelbar kaudal von L1. Kranial liegt sie in enger Beziehung zum Pankreas und zur linken Nebenniere. Ihre kraniolaterale Oberfläche berührt die Milz an deren dorsomedialen Ende, sowie die große Krümmung des Magens. Kaudal berührt sie das Colon descendens und, soweit vorhanden, das Mesovar. Medial schließt sich der linken Niere das Colon descendens und das Duodenum ascendens an.

Der kraniale Nierenpol der rechten Niere liegt auf Höhe von T14 in der Impressio renalis dem Processus caudatus der Leber an. Lateral berührt die rechte Niere die dorsale Bauchwand, ventral den Duodenalschenkel des Pankreas und das Colon ascendens. Medial liegt ihr die V. cava caudalis eng benachbart.

Der Blutz- und -abfluß erfolgt über die A. und V. renalis (Abb. 4). Vom Hilus ziehen 3-5 kleine Vv. stellatae bis etwa zur Mitte der Dorsal- und Ventralfläche (Hoffmann, 1956).

Die Nierengröße sowie das Nierengewicht stehen in Relation zur Körpergröße, so daß bei Rüden im Mittel größere Werte gemessen werden als bei Fähen. (Tab. 5)

	Rüde	Fähe
Absolutes Nierengewicht (g)	4,5	3,7
Relatives Nierengewicht (%)	0,27-0,38	
Länge (cm)	2,4-3,0	
Breite (cm)	1,2-1,35	
Dicke (cm)	1,10-1,35	

Tab. 5 Gewicht und Größe der Niere (nach Evans und An, 1998)

Ureteren

Der Verlauf der Ureteren entspricht dem bei Hund und Katze und kann der anschließenden Zeichnung entnommen werden (Abb. 4).

Harnblase

Form und Größe der Harnblase hängen von ihrem Füllungsgrad ab. In leerem Zustand hat sie in etwa eine Länge von 2 cm und einen Durchmesser von 1 cm.

Ventral liegt die Blase der Bauchwand an, dorsal schließen sich ihr Dünndarm und Colon descendens, beim weiblichen Tier die Uterushörner und beim männlichen die Ductus deferentes an (Abb. 5).

Urethra

Urethra feminina

Beim weiblichen Frettchen geht die Urethra auf Höhe des kranialen Endes der Beckensymphyse aus der Harnblase hervor und vereint sich auf Höhe der Grenze zwischen Vagina und Vestibulum vaginae mit dem Genitaltrakt. Dorsal grenzt die Urethra an das Rektum.

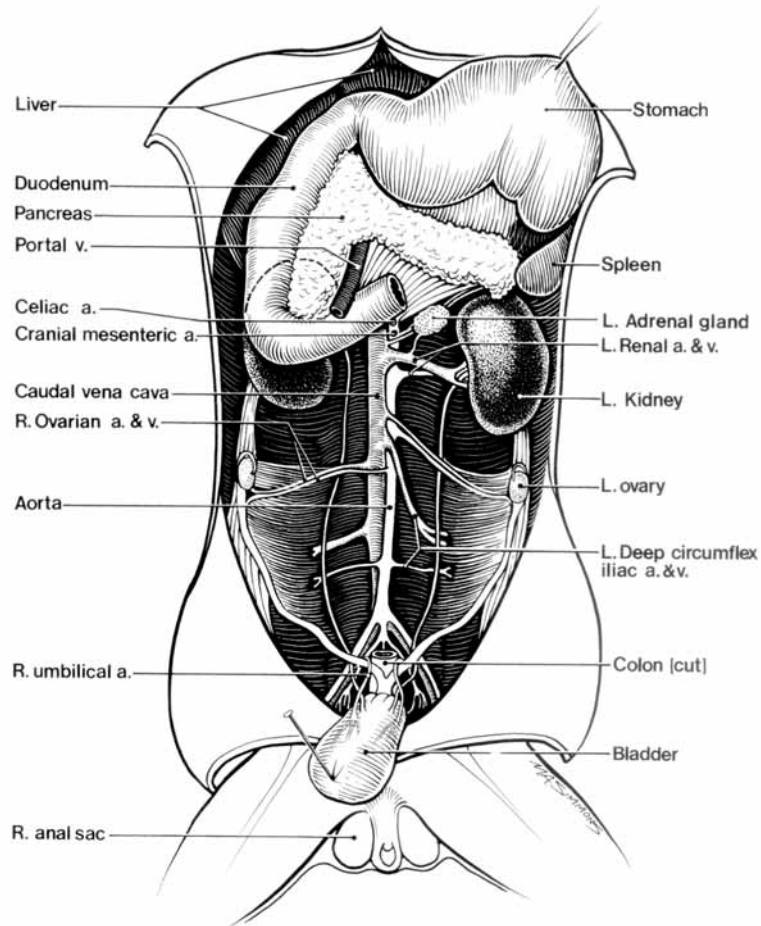


Abb. 4 Situs nach Entfernung des Darmkonvoluts (Abb. aus Evans und An, 1998)

Urethra masculina

Der proximale Teil der Urethra ist von der Prostata umgeben. Nähere Beschreibungen des abdominalen Teils der männlichen Urethra fehlen.

Geschlechtsorgane

Weibliche Geschlechtsorgane

Ovarien

Beide Ovarien befinden sich kaudal der Nieren.

Das linke Ovar liegt 4,3-4,5 cm kaudal der Mitte der 14. Rippe und 0,85 cm kaudal der linken Niere zwischen der Bauchwand und dem Colon descendens. Das rechte Ovar liegt 4,3-4,5 cm kaudal der Mitte der letzten Rippe und 1,47 cm kaudal der rechten Niere (Abb. 4).

Angaben zu Größe und Gewicht des Ovars beim Frettchen sind durchschnittliche Werte, die sich auf ein Körpergewicht von 600-800 g beziehen. (Tab. 6)

Länge (cm)	Breite (cm)	Dicke (cm)	Gewicht (mg)
0,45	0,55	0,21	94-183

Tab. 6 Größe und Gewicht des Ovars bezogen auf eine Körpermasse von 600-800g (Evans und An, 1998)

Eileiter

Die Eileiter des Frettchens sind 10-15 mm lang, der äußere Durchmesser der Ampulla beträgt 1 mm, der des Isthmus 0,6 mm. Die Bursa ovarica umschließt das Ovar nahezu ganz.

Uterus

Der Uterus besteht aus der Cervix, dem Corpus und den auf Höhe der Aortenaufzweigung aus diesem hervorgehenden, sich verjüngenden Cornua uteri (Hoffmann, 1956; **Abb. 4**). Größenangaben zu den einzelnen Uterusabschnitten bei ausgewachsenen Fähen finden sich wiederum bei Evans und An (1998). Angaben, in welchem Zyklusstand sich die untersuchten Tiere befanden, fehlen. (Tab. 7)

Die Blutversorgung der weiblichen Geschlechtsorgane erfolgt über die Aa. ovarica und uterina sowie die gleichnamigen Venen.

	Cervix	Corpus	Cornua
Länge	1,7	1,7	4,2-4,3
Durchmesser	0,36	0,11-0,25	0,22

Tab. 7 Größe des Uterus (Evans und An, 1998)

Männliche Geschlechtsorgane

Hoden und Nebenhoden

Das Skrotum liegt direkt ventral des Anus. Detaillierte Angaben zur Lage von Hoden und Nebenhoden fehlen in der Literatur.

Akzessorische Geschlechtsdrüsen

Die von manchen Autoren vertretene Meinung, beim Frettchenrüden sei keine Prostata ausgebildet (Ryland und Bernard, 1983; Gabrisch 1995), ist nach der ausführlichen Studie von Jacob und Poddar (1986) nicht korrekt. Diese haben die Prostata des Frettchens makroskopisch, histologisch und histochemisch untersucht. Hiernach stellt sich die Prostata als kleine spindelförmige Drüse um den proximalen Teil der Urethra dar (**Abb. 5**). Eine äußere Lappung fehlt; im Innern ist das Drüsenparenchym durch Bindegewebe in Läppchen unterteilt.

Die Prostata mißt durchschnittlich 15 mm in der Länge und 6 mm an ihrer breitesten Stelle. Die Ductus deferentes treten ca. 9 mm kaudal des Blasenhalses in die Mitte der Prostata ein.

Bei jungen Rüden ist die Prostata nicht sehr deutlich (Evans und An, 1998). Über die Prostata kastrierter Tiere finden sich in der Literatur keine Angaben.

Laut Jacob und Poddar (1986) ist die Prostata die einzige akzessorische Geschlechtsdrüse beim Frettchen. Sie beschreiben zusätzlich eine große Zahl tubuloalveolärer Drüsen die in das Lumen der Ductus deferentes münden.

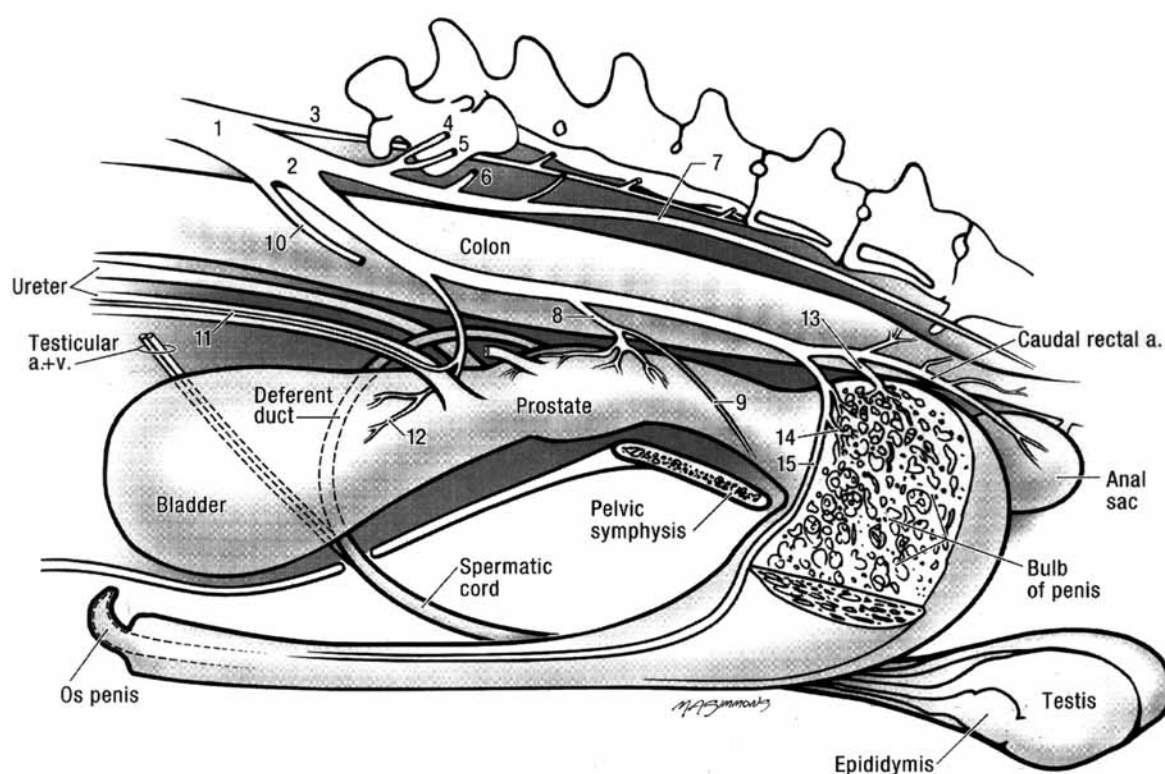


Abb. 5 Urogenitaltrakt beim Frettchenrüden (Evans und An, 1998)

4. Abdominale Sonographie

In der derzeitigen Literatur über Frettchen finden sich nur sehr wenige Angaben zu sonographischen Untersuchungen abdominaler Organe. Der Hauptteil der diesbezüglichen Studien beschäftigt sich mit der Darstellung der Nebennieren und ihrer Tumoren. Angaben zu anderen Organen fehlen nahezu gänzlich.

4.1 Sonographie der Nebennieren

Nebennierenveränderungen sind die beim Frettchen am häufigsten in der Literatur beschriebenen Pathologien (Fox et al., 1987; Paradis et al., 1989; Mor et al., 1992; Lipman et al., 1993; Rosenthal et al., 1993; Wagner und Dorn, 1994; Neuwirth et al., 1997; Rosenthal, 1997; Coleman et al., 1998; Wheler und Kamieniecki, 1998; Weiss et al., 1999; Besso et al., 2000; Wagner et al., 2001; Williams et al., 2001). Veränderungen finden sich in Form von Nebennierenrindentumoren, die durch endokrine Aktivität zum beim Frettchen typischen Bild des Hyperadrenokortizismus führen.

Nach Untersuchungen von Weiss und Scott (1997) konnte diese Erkrankung bei 20 bis 25% der insgesamt in der Klinik vorgestellten Frettchen diagnostiziert werden. Shoemaker et al. (2000) errechneten durch Datenerhebung an 1267 Tieren eine Prävalenz dieser Erkrankung von 0,55%.

Dementsprechend eingehend werden die Nebennieren in der derzeitigen Literatur über Frettchen behandelt. Sie sollen daher hier zuerst und am ausführlichsten besprochen werden.

4.1.1 Sonographische Darstellung der gesunden Nebenniere

Zur sonographischen Darstellung der Nebennieren wurden in veröffentlichten Studien zumeist 7,5 MHz-Transducer in Form von Linear- oder Sector-Scannern eingesetzt (Ackermann et al., 1994; O'Brien et al., 1996; Neuwirth et al., 1997; Besso et al., 2000).

Ackermann et al. (1994) empfehlen, hierzu einen Bereich auszurastieren, der sich von 1 cm kranial des Xiphoids kaudal bis zur Regio inguinalis und lateral bis zur Mitte zwischen dem Sternum und den Wirbelkörpern erstreckt.

Es wird, sofern angegeben, je nach Autor eine laterale (Barthez et al., 1998) oder ventrale (O'Brien et al., 1996; Besso et al., 2000) Positionierung des Schallkopfes präferiert.

Das Auffinden der Nebennieren kann im Quer- oder Längsschnitt erfolgen. Barthez et al. (1998) empfehlen einen Längsschnitt in der Dorsalebene. Zur Darstellung der linken Nebenniere werden der kraniale Pol der linken Niere und die Aorta aufgesucht (Barthez et al., 1998). Die Nebenniere ist als relativ zum umgebenden Fett hypoechogene Struktur lateral der Aorta zu erkennen. Beim Auffinden der rechten Nebenniere dient ein Längsschnitt durch die rechte Niere sowie durch die V. cava caudalis als Orientierung (Barthez et al., 1998; Besso et al., 2000). O'Brien et al. (1996) empfehlen, ausgehend von einem Längsschnitt durch Aorta und V. cava den Schallkopf leicht zu kippen, um in ventrolateraler Schallrichtung die jeweilige Niere gemeinsam mit der zugehörigen Nebenniere darzustellen.

Lage

Die exakte Lage beider Nebennieren relativ zu den Nieren kann individuell variieren, insbesondere die der linken (Neuwirth et al., 1993; Barthez et al., 1998). Im allgemeinen befinden sich beide Nebennieren kranio-medial zum jeweiligen kranialen Nierenpol, die linke lateroventral zur Aorta und kaudolateral zur A. mesenterica cran., die rechte lateroventral zur V. cava, eng mit dieser assoziiert (Neuwirth et al., 1993; Ackermann et al., 1994; O'Brien et al., 1996; Barthez et al., 1998). In einer späteren Studie beschreiben Neuwirth et al. (1997) zu Beginn die übliche Lage der rechten Nebenniere wie gerade erwähnt, schreiben dann allerdings bei der Zusammenfassung der Ergebnisse, die rechte Nebenniere befinde sich *dorsal* bis *dorsolateral* der V. cava caudalis, ohne diese Abweichung nochmals in der Diskussion zu erwähnen (Neuwirth et al., 1997). Einigkeit hinsichtlich der Lokalisation der rechten Nebenniere besteht über ihre Lage kaudal vom Lobus caudatus der Leber oder mit diesem in Kontakt (Neuwirth et al., 1993).

Die rechte Nebenniere befindet sich somit, entsprechend der Lage der Nieren, weiter kranial als die linke und ist dadurch schwerer sonographisch aufzufinden (Barthez et al., 1998).

Die Längsachse der Nebennieren verläuft parallel zur Körperlängsachse (O'Brien et al., 1996).

Beide Nebennieren sind beim Frettchen in große Mengen retroperitonealen Fettgewebes eingebettet und dadurch leichter zu lokalisieren als beim Hund (Neuwirth et al., 1993).

Größe

Sonographisch gemessene Nebennierengrößen aus Untersuchungen an einer repräsentativen Anzahl von klinisch gesunden Frettchen sind in Tab. 8 wiedergegeben.

Ebenso wie in der Studie von Neuwirth et al. (1997) überstieg die durchschnittliche Organgröße männlicher Tiere auch in den Untersuchungen von O'Brien et al. die der weiblichen. Die Differenz findet ihre Entsprechung im höheren Körpergewicht männlicher Frettchen (O'Brien et al., 1996).

	n	Geschlecht	Länge (mm)		Breite (mm)		Dicke (mm)	
			li	re	li	re	li	re
Neuwirth et al., 1997	26	weiblich	6,4-9,1	5,1-9,1	3,0-4,2	2,9-4,9	2,0-3,5	2,2-3,6
		männlich	6,7-11,4	6,0-12,7	3,0-4,8	3,0-5,1	2,5-3,8	2,0-4,1
O'Brien, 1996	20		7,2 ± 1,8	7,6 ± 1,8			2,8 ± 0,5	2,6 ± 0,4

Tab. 8 Nebenniere: sonographische Maße in mm

Neuwirth et al. (1997) stellten eine moderate Korrelation zwischen makroskopisch und sonographisch gemessenen Größen fest. Makroskopisch erlangte Werte überstiegen die sonographischen geringfügig. O'Brien et al. (1996) hingegen fanden, verglichen mit makroskopisch erfaßten Größen aus einer anderen Studie (Holmes, 1961), lediglich bei der rechten Nebenniere dementsprechende Abweichungen, die sie auf durch die Organform bestimmte mangelhafte sonographische Darstellbarkeit zurückführen.

Form

Die Form der Nebennieren variiert individuell. Sie werden zumeist als längliche bis ovoide, platte, ovale oder rechteckige Gebilde beschrieben. Diese können in Einzelfällen auch zweilappig oder keilförmig sein (Ackermann et al., 1994; O'Brien, 1996; Neuwirth et al., 1997; Barthez et al., 1998; Besso et al., 2000).

Echogenität und Echotextur

Relativ zum umgebenden Fett stellen sich die Nebennieren als hypoechogene Strukturen dar, innerhalb derer nochmals eine Differenzierung zwischen hyperechogenem Mark und relativ dazu hypoechogenem Rindenbereich möglich sein soll (Neuwirth et al., 1993; O'Brien, 1996; Barthez et al., 1998). Je nach Auflösungsvermögen des Schallkopfes lassen sich darüber hinaus konzentrische Ringe verschiedener Echogenität innerhalb der Rinde erkennen (Neuwirth

et al., 1997), sowie in manchen Fällen zusätzlich eine hyperechogene Kapsel (Neuwirth et al., 1997; Barthez et al., 1998).

4.1.2 Sonographische Darstellung der tumorös veränderten Nebenniere

Einleitend sei erwähnt, daß laut Rosenthal (1997) aufgrund der geringen Größe und teilweise durch andere Organe verdeckten Lage nur ca. die Hälfte aller Nebennierenveränderungen beim Frettchen sonographisch dargestellt werden können. Bei Nichtauffinden der kontralateralen Nebenniere im Fall eines diagnostizierten Nebennierentumors könne somit auch nicht folgerichtig von einer Atrophie derselben ausgegangen werden (Lawrence et al., 1993). Aufgrund dieser eher niedrigen sonographischen Detektionsrate und der relativ hohen Kosten verzichteten Weiss und Scott (1997) gänzlich auf eine sonographische Diagnostik.

In einer Studie an 20 klinisch gesunden Frettchen konnten jedoch lediglich drei rechte und eine linke Nebenniere nicht dargestellt werden (O'Brien, 1996).

Pathologische Veränderungen umfassen Hyperplasien, Adenome sowie Adenokarzinome. In einer umfangreichen Studie an klinisch gesunden Frettchen konnten Nebennieren, bei denen histologisch eine Hyperplasie diagnostiziert werden konnte, sonographisch nicht von gesunden Nebennieren unterschieden werden (Neuwirth et al., 1997). In anderen Studien, in denen Nebennieren pathohistologisch untersucht wurden, handelte es sich trotz repräsentativer Anzahl von Tieren bei keinem der sonographisch veränderten Organe um eine Hyperplasie (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000).

Umgekehrt hingegen waren Nebennieren, bei denen histologisch Adenome oder Adenokarzinome diagnostiziert wurden, bis auf wenige Einzelfälle als sonographisch verändert erkannt worden (Neuwirth et al., 1993; Ackermann et al., 1994; Besso et al., 2000).

Größe und Form

Größenzunahmen betrafen in den meisten Fällen die Breite oder Dicke des betroffenen Organs, seltener die Länge, so daß sich insgesamt häufig eine rundliche Form ergab (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000) oder fokale Verdickungen zum Bild protrudierender Knoten an einem der Organpole führten (Besso et al., 2000).

Somit scheint die Organdicke ausschlaggebend für die sonographische Beurteilung von Nebennieren zu sein (Besso et al., 2000). Größenangaben veränderter Organe variieren individuell sehr stark. Neuwirth et al. (1997) legten anhand gemessener Normalwerte einen Grenzwert

von 5,5 mm Durchmesser fest, dessen Überschreitung auf einen pathologischen Zustand schließen lasse.

Echogenität und Echotextur

Die Echotextur tumoröser Nebennieren war zumeist verändert. Die sich aus Zonen verschiedener Echogenität ergebende kortikomedulläre Schichtung war aufgehoben (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000) und durch heterogene Echogenität oder diffuse Hypoechogenität ersetzt (Scott et al., 1991; Lawrence et al., 1993; Besso et al., 2000).

Sonstige Befunde

Adenome und Adenokarzinome konnten sonographisch nicht unterschieden werden (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000).

Durch sonographische Untersuchungen der angrenzenden Gefäße, teils mittels Farbdoppler, wurde in allen dahingehend überprüften Fällen eine Invasion der Tumoren ausgeschlossen (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000).

Besso et al. (2000) ermittelte bei Tumoren, die sonographisch direkten Kontakt zur V. cava, Aorta oder Leber aufwiesen, eine hohe Inzidenz von Karzinomen.

Bei der abdominalen Ultraschalluntersuchung fanden sich bei einer sehr großen Anzahl erkrankter Tiere zusätzlich Stumpfyometritiden sowie zystische oder homogene Prostatavergrößerungen (Besso et al., 2000).

Beurteilung

Die sonographische Untersuchung wird trotz oben genannter Grenzen in der Darstellbarkeit von Nebennierentumoren als sinnvoll zur Bestätigung von Verdachtsdiagnosen sowie zur präoperativen Tumorlokalisation beurteilt. Zudem dient der Einsatz von Ultraschall dem Ausschluß von Differentialdiagnosen wie etwa Ovarialzysten sowie von Metastasen und lokal invasivem Tumorverhalten. (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000)

Als entscheidender Parameter zur Diagnose von Adenomen und Karzinomen ist der maximale Querdurchmesser des Organs zu beurteilen, da es in den meisten Fällen zu einer Zunahme der Dicke oder Breite, nicht aber der Länge des Organs kommt. Diese führt zu einer abgerundeten Form der veränderten Nebenniere oder zu fokal protrudierenden Knoten (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000).

Die sonographische Darstellbarkeit von Hyperplasien, die zum klinischen Bild des Hyperadrenokortizismus führen, ist nicht gänzlich geklärt, da keine diesbezüglichen Untersuchungen vorliegen. Hyperplasien, die klinisch unauffällig sind, scheinen sonographisch nicht diagnostizierbar zu sein (Neuwirth et al., 1997). Die Tatsache, daß die Detektionswahrscheinlichkeit von Nebennierentumoren mittels Ultraschall, wie einleitend erwähnt, von manchen Untersuchern als lediglich 50% eingestuft wird, könnte damit zusammenhängen, daß es sich in diesen Untersuchungen bei einem großen Prozentsatz um Hyperplasien handelte (Rosenthal et al., 1993).

Ein Ausschluß von Nebennierentumoren bei sonographisch unveränderten Nebennieren ist nicht möglich. Umgekehrt kann von einer fehlenden sonographischen Schichtung der Nebennieren nicht zwingend auf tumoröse Veränderung geschlossen werden, da die einzelnen Zonen auch beim gesunden Tier nicht immer darstellbar sind (Besso et al., 2000).

Direkter Kontakt der tumorös veränderten Nebenniere zur Hohlvene, Aorta oder Leber könnte eventuell ein Hinweis für die Malignität des Tumors sein (Besso et al., 2000).

4.2 Sonographie des Pankreas

Tumoren des endokrinen Pankreas sind neben Tumoren der Nebennieren die häufigsten Neoplasien beim Frettchen (Li et al., 1998). Ihr Anteil an allen diagnostizierten Tumoren in einer Studie mit 574 untersuchten Tumoren betrug 21,7% (Li et al., 1998). Bei der überragenden Mehrzahl der beschriebenen Fälle dieser Tumoren handelte es sich um Insulin-produzierende β -Zell-Tumoren, sogenannte Insulinome (Kaufman et al., 1984; Lutgen et al., 1986; Lumeij et al., 1987; Jergens und Shaw, 1989; Marini et al., 1993; Elie und Zerbe, 1995; Erhart et al., 1996).

Die sonographische Untersuchung von 23 Tieren mit Insulinomen führte in einer Studie mit 57 Tieren in 5 Fällen zur Darstellung der Tumoren (Caplan et al., 1996). In einer anderen Veröffentlichung hingegen wird die Ultraschalluntersuchung neben der Probelaparotomie als Verfahren der Wahl zur endgültigen Diagnosestellung empfohlen (Wenker und Christen, 2002). In zwei Einzelfallberichten von Insulinomen konnten im Ultraschallbild dargestellte Zubildungen im Pankreas ebenfalls mit den Befunden der Laparotomie in Einklang gebracht werden (Schulz et al., 2001; Défalque und Carozzo, 2003).

Lediglich ein Bericht beschreibt Tumoren des exokrinen Pankreas bei zwei Frettchen (Hoefler et al., 1992). Bei einem dieser Tiere konnte sonographisch eine nicht näher beschriebene Masse zentral im Abdomen dargestellt werden.

4.3 Sonographische Trächtigkeitsuntersuchung

Die sonographische Untersuchung trächtiger Frettchen wird derzeit in lediglich einer Veröffentlichung behandelt (Peter et al., 1990).

Zur Darstellung des graviden Uterus wurde ein 5 MHz-Schallkopf verwendet.

Der Bauch der Tiere wurde vom Rippenbogen bis zum Schambein rasiert; die Untersuchung erfolgte jeden dritten Tag bis zum Geburtszeitpunkt.

Eine Darstellung des Konzeptus in Form von flüssigkeitsgefüllten 3-5 mm langen Strukturen im Uterus gelang erstmals am Tag 12 nach der Paarung. Die Trächtigkeitsdauer beträgt beim Frettchen 41 (39-43) Tage. Der Studie ist eine Regressionsgrade zu entnehmen, die über diesen Zeitraum das Verhältnis von Gestationsalter und Größe des Konzeptus wiedergibt.

Ähnliche Untersuchungen wurden an anderen Musteliden durchgeführt. Song et al. (1995) analysierten sonographisch die Gestationsstadien bei 92 Nerzen (*Mustela vison*), Wimsatt et al. (1998) beim Steppeniltis (*Mustela eversmanni*). Ziel beider Arbeiten war es, Kriterien festzulegen, die eine Trächtigkeitsdiagnose ermöglichen, sowie fetale Wachstumskurven zu erstellen, anhand derer der Gestationszeitpunkt ermittelt werden kann. Untersuchte Parameter waren in beiden Studien der Durchmesser des Gestationssacks, die Kopf-Rumpf-Länge des Fetus, die Herzaktivität sowie einige weitere Wachstumskriterien. Beide Autoren verwendeten einen 7,5 MHz-Schallkopf. Genaue Daten sind den Studien selbst zu entnehmen. Zusammenfassend wird der Einsatz von Ultraschall zur Diagnose einer vorliegenden Trächtigkeit in beiden Studien als sinnvoll beurteilt. Die sonographische Untersuchung ermöglicht zudem eine Vorhersage des Wurfes sowie eine Aussage darüber, ob die Feten leben (Song et al., 1995). Die Anzahl der Welpen hingegen lässt sich, entsprechend den Verhältnissen beim Hund, nur sehr unzuverlässig sonographisch bestimmen (Wimsatt et al., 1998).

4.4 Sonographie des Mesenteriallymphknotens

Die Ultraschalluntersuchung von Lymphknoten beim Frettchen wird derzeit lediglich in einem Artikel über die sonographische Darstellung des Lymphonodus mesentericus beschrieben (Paul-Murphy et al., 1999). Diesem Lymphknoten kommt insofern eine besondere Be-

deutung zu, als von den Autoren dieses Artikels betont wird, daß er aufgrund seiner Lage und Form leicht mit der Nebenniere verwechselt werden kann.

Wenn die Frettchen sehr mager sind, wie es bei an Nebennierentumoren leidenden Tieren häufig der Fall ist, kann der Mesenteriallymphknoten auch im nicht vergrößerten Zustand durch die Bauchdecke palpirt werden. Er befindet sich im mittleren Teil des Abdomens an der Gekrösewurzel, der A. mesenterica cranialis eng benachbart. Mit Hilfe eines 7,5 MHz Liniarscanners konnte der Lymphknoten in diesem Bereich als $12,6 \pm 2,6$ mm lange und $7,6 \pm 2,0$ mm breite, uniform hyperechogene, runde bis ovoide Struktur dargestellt werden, die von einer großen Menge Fett umgeben war (Paul-Murphy et al., 1999).

Bei der Untersuchung sollte so wenig Druck wie möglich auf die Bauchdecke ausgeübt werden, da dieser zu einer Dorsalverlagerung des Lymphknotens und damit zur Verwechslung mit der dorsal gelegenen Nebenniere führen kann (Paul-Murphy et al., 1999).

Neben dieser Studie zum gesunden Mesenteriallymphknoten existieren in der derzeitigen Literatur einige Veröffentlichungen über das Auftreten von Lymphomen, eine beim Frettchen gehäuft auftretende Erkrankung (Smith und Bishop, 1985; Dugan et al., 1989; Erdman et al., 1995; Batchelder et al., 1996; Erdman et al., 1996 a/b; Li et al., 1998). Diese enthalten allerdings keinerlei sonographische Angaben.

In einem Einzelfallbericht wird berichtet, daß im Zusammenhang mit einem mediastinalen Lymphom auch des Mesenteriallymphknoten und die um die Aortenendaufzweigung gelegenen Lymphknoten vergrößert waren (Smith und Bishop, 1985). In anderen Studien ist lediglich das Vorliegen einer multiplen Lymphadenopathie erwähnt (Erdman et al., 1996 a/b). Als einheitlicher Befund in allen Studien hingegen lag bei den erkrankten Tieren eine Splenomegalie vor.

4.5 Sonographie der Niere

Die sonographische Darstellung der Frettchenniere wird derzeit in zwei Veröffentlichungen beschrieben. In beiden Fällen handelt es sich um Einzelfallberichte. Bei einem dreijährigen männlichen kastrierten Frettchen, das wegen eines aufgetriebenen Abdomens vorgestellt wurde, konnten sonographisch beidseits 8-10 cm große, die Nieren sackartig umschließende, anechogene Gebilde festgestellt werden, die sich bei der anschließenden Laparotomie als durch Flüssigkeitsansammlung im Bereich zwischen Nierenrinde und -kapsel bedingte Pseudozysten ansprechen ließen (Puerto et al., 1998). Die Nieren selbst waren von physiologischer

Größe, wiesen aber keine erkennbare Grenze zwischen Rinde und Mark auf und waren durchsetzt von 2 mm bis 1 cm großen anechogenen Zysten.

Im zweiten Fall handelte es sich um eine iatrogen bedingte Hydronephrose (Künzel et al., 2003). Bei einem neun Monate alten weiblichen Frettchen, das acht Wochen zuvor kastriert worden war, wurde während einer Routineuntersuchung eine hühnereigroße Masse im Abdomen palpirt. Diese stellte sich bei der daraufhin durchgeführten sonographischen Untersuchung als flüssigkeitsgefülltes, dünnwandiges, 5x4 cm großes Gebilde dar, das mit einer etwa 2 cm langen kaudal ziehenden, ebenfalls flüssigkeitsgefüllten tubulären Struktur in Verbindung stand. Innerhalb der sich anechogen darstellenden Flüssigkeitsansammlung befanden sich echogene Partikel. Es wurde eine Ausscheidungsurographie durchgeführt, die den Verdacht einer Hydronephrose sowie eines Hydroureters bestätigte. In der anschließenden Laparotomie war erkennbar, daß während der Kastration der linke Ureter ligiert worden war. Der dadurch verursachte Harnrückstau hatte zu der Hydronephrose geführt.

4.6 Sonographie der Milz

Trotz des überaus häufigen Laparotomiebefundes einer Splenomegalie beim Frettchen findet sich zur sonographischen Darstellung der Milz lediglich eine Literaturstelle innerhalb eines Einzelfallberichtes (Dugan et al., 1989). Bei dem untersuchten Tier handelte es sich um ein an einem multizentrischen Lymphom erkranktes Frettchen, bei dem bereits palpatorisch eine Splenomegalie festgestellt werden konnte. Sonographisch fanden sich diffus über die gesamte Milz verteilte 2-4 mm große anechogene Foki.

4.7 Sonographie der übrigen abdominalen Organe

Es existieren derzeit keinerlei Veröffentlichungen zu sonographischen Untersuchungen anderer als der oben aufgeführten abdominalen Organe beim Frettchen.

C. Material und Methode

1. Material

Tiere

Bei den untersuchten Frettchen handelte es sich ausschließlich um privat gehaltene Tiere, die von ihren Besitzern zu einer Untersuchung vorgestellt wurden. Es wurden insgesamt 55 Tiere untersucht. Vor der Untersuchung wurde zu jedem Tier die Anamnese erhoben sowie eine Allgemeinuntersuchung durchgeführt. Hierbei wurde das Allgemeinbefinden von 38 Tieren als ungestört eingestuft, während 17 Tiere ein gestörtes Allgemeinbefinden zeigten. Diese 17 Tiere waren von ihren Besitzern mit verschiedenen Symptomen wie Dauerranz, Alopezie, Diarrhoe und Apathie vorgestellt worden. Die Geschlechtsverteilung bezüglich des Allgemeinbefindens ist Tab. 9 zu entnehmen. Weiterhin wurde das Alter der Tiere erfragt sowie deren Körpermasse bestimmt. In Tab. 10 ist das Alter sowie die Körpermasse aller Tiere mit ungestörtem Allgemeinbefinden nach Geschlechtern aufgeschlüsselt.

	AB ungestört	AB gestört	Gesamt
Unkastrierte Rüden	4	0	4
Kastrierte Rüden	14	8	22
Unkastrierte Fähen	8	3	11
Kastrierte Fähen	12	6	18
Gesamt	38	17	55

Tab. 9 Anzahl und Allgemeinbefinden (AB) der untersuchten Frettchen

	n	Alter (J)			Körpermasse (g)		
		MW	Min	Max	MW	Min	Max
Unkastrierte Rüden	4	3,1250 ± 1,43614	1,50	5,00	1267,50 ± 253,427	1000	1600
Kastrierte Rüden	14	3,6607 ± 2,08845	0,75	10,00	1268,21 ± 344,783	400	1650
Unkastrierte Fähen	7	0,7929 ± 0,50036	0,30	1,50	925,71 ± 58,838	850	1000
Kastrierte Fähen	12	3,8542 ± 2,26750	0,75	8,00	813,33 ± 145,060	650	1100

Tab. 10 Alter und Körpermasse der Tiere mit ungestörtem Allgemeinbefinden

Vorbereitung der Tiere auf die sonographische Untersuchung

Um eine optimale Darstellung aller Organe zu gewährleisten, wurden die Besitzer der Frettchen gebeten, die Tiere die letzten drei Stunden vor der sonographischen Untersuchung nüchtern zu halten, da Ingesta und vor allem damit verbundene Gasansammlungen im Verdauungstrakt die Untersuchung darunter gelegener Organe erheblich erschweren.

Das auszuscherende Untersuchungsfeld erstreckt sich kranial vom Rippenbogen bis kaudal zum Beckenkamm und lateral bis zur Mitte der Rippen. Um die Tiere nicht schon vor der Untersuchung unnötig zu beunruhigen, wurden die Haare mit einer besonders leisen Haarschneidemaschine (Contura, Wella AG, Darmstadt) entfernt.

Anschließend wurden die Tiere in Rückenlage gehalten. Hierzu wurden sie kranial im Bereich von Hals und Schultergürtel fixiert und kaudal durch leichten Zug im Bereich des Beckens und der Oberschenkel gestreckt. Bei sehr unruhigen Frettchen bewährte es sich, den Tieren während der Untersuchung Vitaminpaste anzubieten. Lediglich zwei sehr bissige Tiere mußten mittels Nackengriff gehalten werden. Eine Sedation war in keinem Fall erforderlich.

2. Technische Ausrüstung

Die sonographische Untersuchung wurde mit dem Ultraschallsystem Sonoline Elegra (Siemens Medical Systems Inc., Ultrasound Group, USA) durchgeführt. Verwendet wurde eine 7-13 MHz-Linearsonde des Typs VF13-5 bei einer Mittenfrequenz von 12 MHz.

3. Untersuchungsgang

Der sonographische Untersuchungsgang wurde, soweit keine vergleichbaren Studien an Frettchen in der Literatur vorhanden waren, entsprechend den in der Veterinärmedizin etablierten Untersuchungsverfahren bei Hund und Katze durchgeführt (Scholz et al., 1993; Poulsen Naustrup und Tobias, 1998; Nyland und Mattoon, 2002).

Die Position des Schallkopfes zur Erzeugung der in diese Arbeit eingefügten Ultraschallbilder ist in der neben jedem Bild befindlichen Zeichnung eines Frettchens schematisch in Form eines schwarzen Balkens dargestellt. Ein Teilstrich der jeweils am linken Bildrand befindlichen Meßskala entspricht einer Länge von 5 mm.

Die Organe wurden hinsichtlich ihrer Lage und Form, Größe, Echogenität, Echotextur sowie Echostruktur beurteilt.

4. Morphometrische und statistische Auswertung

Organe, bei denen eine Größenmessung sinnvoll und aussagekräftig ist, wurden nachträglich im gespeicherten Bildmaterial mit der Bildanalyse-Software Scion Image 4.0.2 (Scion Corporation, Frederick, Maryland, USA) vermessen. Als vergleichbares Maß für die Nierengröße wurde in Anlehnung an eine Studie über Ultraschalluntersuchungen an Nieren PKD-kranker Katzen das Nierenvolumen nach der Ellipsoidformel $V = (\text{Länge} * \text{Breite} * \text{Dicke}) * \pi/6$ bestimmt (Möller, 2001).

Die Auswertung der morphometrisch erhobenen Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS 11.5.1 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA).

Als Lage- und Streuungsmaße wurden das arithmetische Mittel (MW) sowie die Standardabweichung berechnet und der kleinste (Min) und größte (Max) Wert angegeben.

Zur Überprüfung, ob Unterschiede in Mittelwerten statistisch signifikant waren, kamen der t-Test für abhängige sowie der für gepaarte Stichproben zur Anwendung. Mehrfachvergleiche

wurden mit Hilfe der multiplen Varianzanalyse (ANOVA) und dem post hoc Test nach Bonferroni durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde $p = 0,05$ gewählt.

5. Dokumentation

Die Dokumentation erfolgte digital. Das verwendete Ultraschallgerät verfügte über ein magnetoptisches Diskettenlaufwerk. Während der Untersuchung wurden Bilder aller abdominalen Organe über dieses Laufwerk auf einer magnetoptischen Diskette gespeichert und anschließend zur Auswertung auf die Festplatte eines PCs übertragen.

D. Ergebnisse

Im folgenden werden alle untersuchten Organe nach Organsystemen zusammengefaßt besprochen. Mit Ausnahme des Pankreas konnten bei sämtlichen Tieren alle abdominalen Organe dargestellt werden.

1. Gastrointestinaltrakt

1.1 Magen

1.1.1 Untersuchungstechnik

Die Darstellung des Magens erfolgte in mehreren Längs- sowie Querschnitten durch Ankopplung des Schallkopfes kaudal des Rippenbogens.

1.1.2 Physiologische Befunde

Das sonographische Bild des Magens stellte sich je nach Füllungszustand unterschiedlich dar. In vielen Fällen war die schallkopfferne Magenwand nicht zu beurteilen, da sie von Ingesta und Gas überlagert war (Abb. 6). Im vollständig leeren Magen war das Bild durch sehr hohe Schleimhautfalten charakterisiert, die sich im Längsschnitt als parallele hyperechogene Linien darstellten. Im Querschnitt durch den Magen ergab sich ein sternförmiges, rosettenartiges Bild (Abb. 8). Eine derart deutliche Fältelung war allerdings nur bei zwei inappetenten Tieren zu sehen.

Im sonographischen Bild stellte sich die Magenwand beim Frettchen durch zwei hyperechogene, dem Ein- und Austrittsecho entsprechende Linien und eine dazwischen gelegenen hypoechogene Zone, die der Darmwand selbst entsprach, dreischichtig dar (Abb. 6). Die Grenzlinie zwischen der Lamina muscularis und mucosa war nur an wenigen unmittelbar senkrecht getroffenen Stellen sichtbar, so daß sich durch die zusätzliche hyperechogene Linie innerhalb des hypoechogenen Darmwandgewebes ein fünfschichtiges Bild ergab (Abb. 6).

Der Pylorus stellte sich als schlauchförmige, darmähnliche Struktur am Übergang zum Duodenum dar (Abb.7).

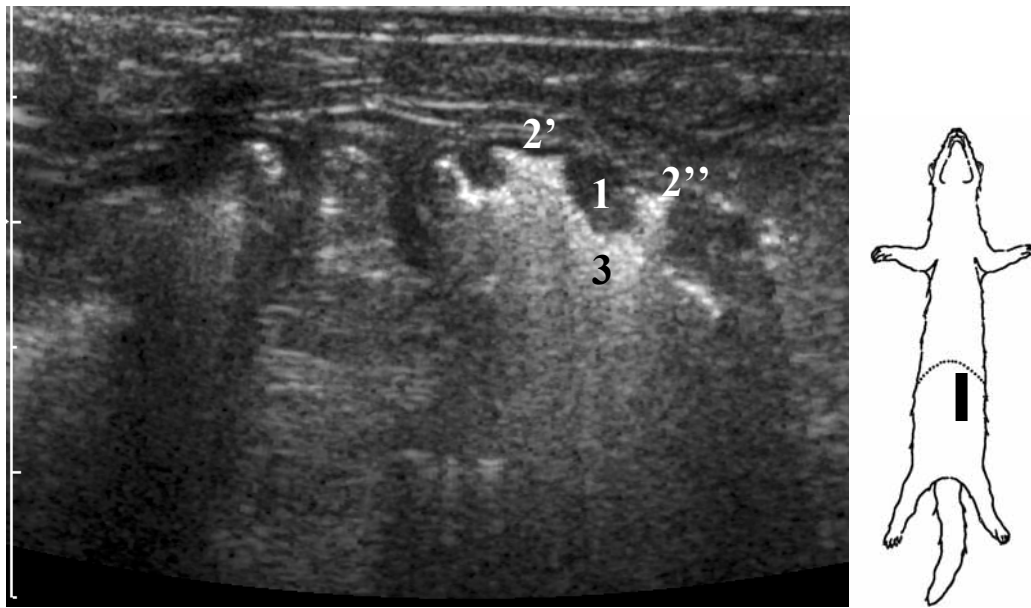


Abb. 6 Gasgefüllter Magen (dreijähriger kastrierter Rüde)

1 Magenschleimhautfalte

2' Fünfschichtige Darstellung der Magenwand bei optimal senkrechter Anschallung

2'' Dreischichtige Darstellung der Magenwand bei leicht schräger Anschallung

3 Artefakt durch Luft im Magenumen



Abb.7 Magen am Übergang in den darmähnlichen Pylorus (zweijährige kastrierte Fähe)

1 Pylorus

2 Ingesta im Corpus ventriculi

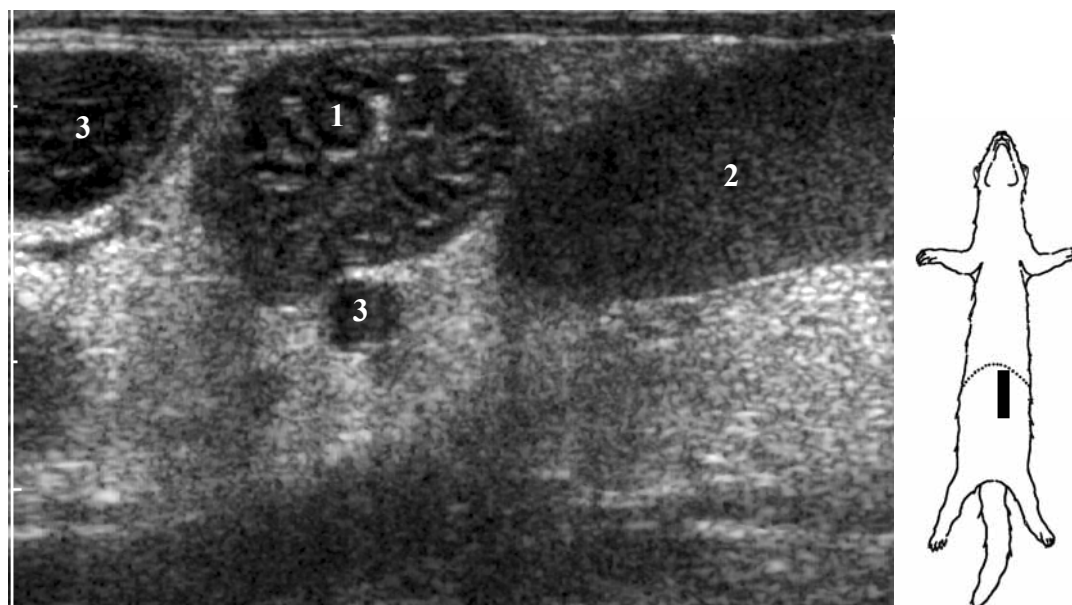


Abb. 8 Querschnitt durch den leeren Magen (viereinhalbjähriger kastrierter Rüde mit der klinischen Diagnose eines multizentrischen Lymphoms)

- 1 Magenschleimhaut-Rosette
- 2 Milz
- 3 vergrößerte Lymphknoten

1.1.3 Pathologische Befunde

Es konnten keine pathologischen Veränderungen des Magens dargestellt werden.

1.2 Darm

1.2.1 Untersuchungstechnik

Im gesamten Abdomen konnten sonographisch Darmanschnitte dargestellt werden (Abb. 9). Sicher zu identifizierende Darmabschnitte waren das Duodenum descendens, das der rechten lateralen Bauchwand als gerader Darmabschnitt anlag, sowie der Enddarm, der sich im Querschnitt dorsal oder links der Harnblase darstellte (Abb. 10).

1.2.2 Physiologische Befunde

Ebenso wie an der Magenwand ließen sich auch an der Dünndarmwand des Frettchens sonographisch drei Schichten differenzieren (Abb. 9). Die sonographisch unveränderte Dünndarmwand war im Durchschnitt 2 mm dick. In der Dickdarmwand war keine Schichtung zu erkennen. Das meist kotgefüllte Rektum stellte sich als stark echogene Kuppel mit distaler Schallauslöschung dar (Abb. 10).

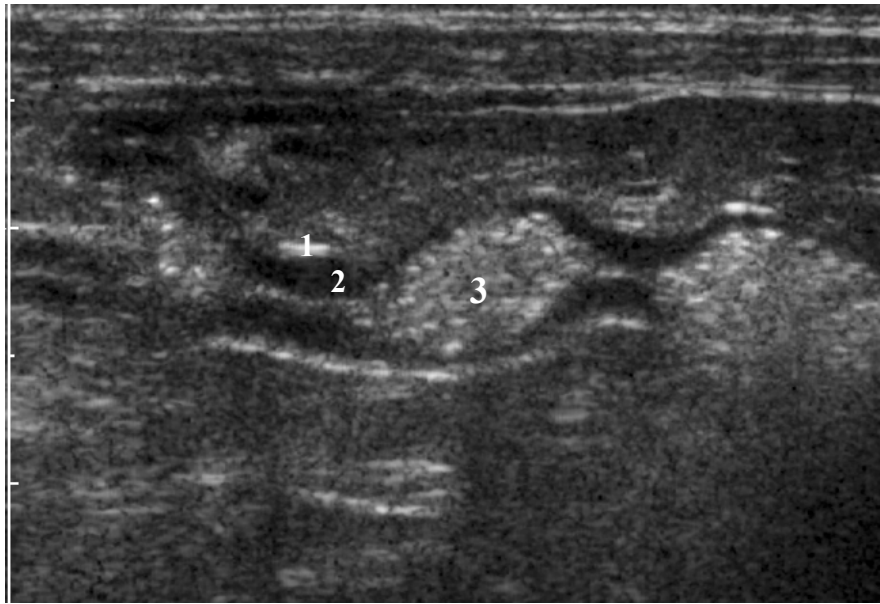


Abb. 9 Dünndarm mit deutlicher Peristaltik (dreijährige kastrierte Fähe)

- 1 Sich dreischichtig darstellende Dünndarmwand
- 2 Dünndarmschleimhaut
- 3 Ingestagefülltes Dünndarlumen

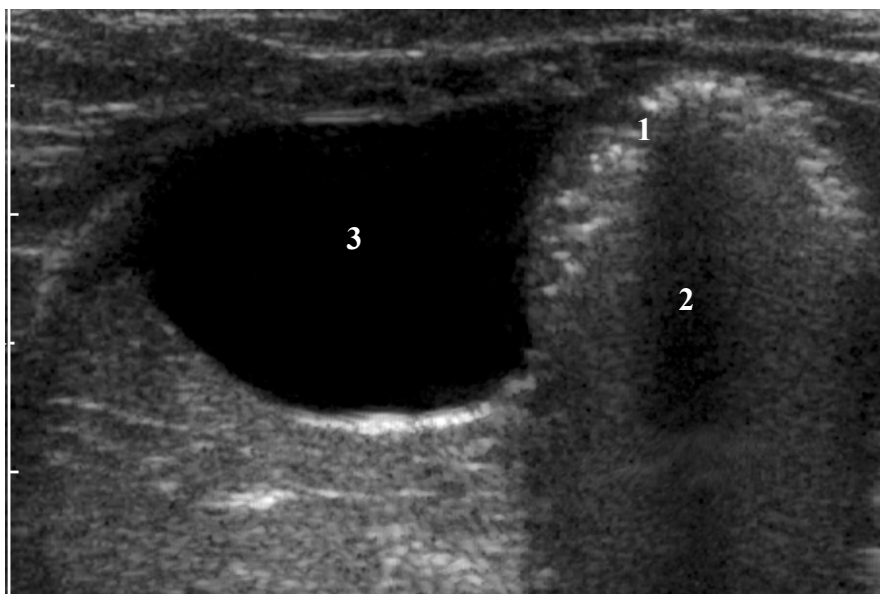


Abb. 10 Querschnitt durch das kotgefüllte Rektum (dreijähriger unkastrierter Rüde)

- 1 Kot im Rektum
- 2 distaler Schallschatten
- 3 Harnblase

1.2.3 Pathologische Befunde

Bei zwei Frettchen, die an einem multizentrischen Lymphom litten, wiesen die Dünndarmwände eine generalisierte Verdickung auf. Einige Darmwandabschnitte waren zusätzlich vermehrt echogen. Der Darm eines dieser Tiere zeigte zudem eine ausgeprägte Hyperperistaltik.

2. Darmanhangsdrüsen

2.1 Leber mit Gallenblase

2.1.1 Untersuchungstechnik

Zur Untersuchung der Leber bewährte sich die elektronische Umstellung des Scanners vom Linear- auf das Sektorbild. Die so erreichte Erweiterung des Gesichtsfeldes ermöglichte die Darstellung auch tief intrathorakaler kranialer Leberanteile.

Wichtige Voraussetzung, um eine gute Sicht auf die Leber zu erhalten, war ein leerer Magen. Große Mengen Ingesta und bereits geringe Mengen von im Magen befindlichem Gas führten zur Verdeckung der linken Leberlappen, so daß deren Beurteilung nur eingeschränkt möglich war.

Die Leber wurde in sagittalen sowie in transversalen Schnitten durchmustert. Zur Erstellung transversaler Schnitte wurde der Schallkopf unmittelbar kaudal des Xiphoids auf die Bauchwand aufgesetzt und kraniodorsal geschwenkt. Zur Erzeugung der Sagittalansichten wurde der longitudinal auf die Bauchwand aufgesetzte Schallkopf von links nach rechts entlang des Rippenbogens geführt.

Bei manchen Tieren war zur optimalen Darstellung der kaudalen Hohlvene sowie der Leber- und Portalvenenäste eine zusätzliche interkostale Ankopplung an der rechten Körperseite notwendig.

Die Dokumentation der sonographischen Untersuchungsbefunde der Leber erfolgte in der Sagittalebene in Anlehnung an Nyland et al. (2002) in fünf Standardschnittebenen, die sich an den folgenden Strukturen orientieren (Abb. 11):

- **Ebene I:** Linker Leberlappen mit Anschnitten von Portalgefäßen sowie Lebervenen (Abb. 12)
- **Ebene II:** Aorta (Abb. 13)
- **Ebene III:** Leberpforte (Abb. 14)
- **Ebene IV:** Gallenblase (Abb. 15)
- **Ebene V:** rechter Leberlappen und Lobus caudatus mit in der Impressio renalis anliegender rechter Niere (Abb. 16)

Der Dokumentation in der Transversalebene lagen keine festen Orientierungspunkte zugrunde.

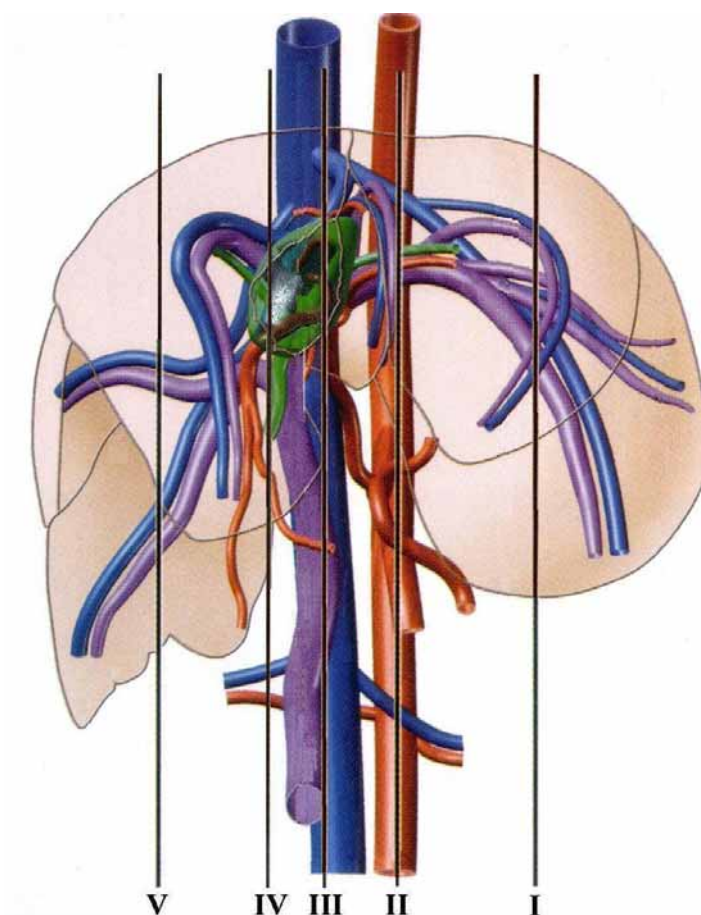


Abb. 11 Standardschnittebenen der Leber in der Sagittalebene (modifiziert nach Nyland et al., 2002a)

2.1.2 Physiologische Befunde

Das Leberparenchym stellte sich gleichmäßig strukturiert und wenig bis mittelgradig echogen dar. Im Bereich des linken und rechten Leberlappens waren direkte Vergleiche der Echogenität mit der benachbarten Milz beziehungsweise Niere möglich. Hierbei stellte sich das Leberparenchym hypoechogen im Vergleich mit der Milz und geringgradig hyperechogen im Verhältnis zur Nierenrinde dar. Die Echotextur des Leberparenchyms war grober als die der Milz. Die Leberränder waren als scharfe Linien zu erkennen, und die Organoberfläche stellte sich glatt dar.

Zwischen dem Lobus caudatus und der ihm in der Impressio renalis anliegenden rechten Niere waren bei gut genährten Tieren größere Mengen Fett eingelagert (Abb. 16).

Die großen Lebergefäße ließen sich sonographisch leicht durch ihr anechogenes Lumen erkennen. Die Äste der Pfortader sowie die V. cava caudalis zeigten zudem ein ausgeprägtes Wandecho. Die Lebervenen hingegen waren durch das Fehlen eines Wandechos gekennzeichnet. Leberarterien sowie Gallengänge waren sonographisch nicht darstellbar. Im Bereich der Schnittebene III (Abb. 11) ließ sich die Aufzweigung der Portalvene in ihre beiden Hauptäste sowie der Abfluß der Lebervenen in die kaudale Hohlvene darstellen.

Die Gallenblase des Frettchens stellte sich als anechogene im Querschnitt kreisrunde (Abb. 15) und im longitudinalen Anschnitt birnenförmige in das Leberparenchym eingebettete Struktur dar. In Einzelfällen reichte sie bis an das Zwerchfell heran (Abb. 15). Die Gallenblasenwand war in den meisten Fällen nicht zu sehen. Nur bei direkt senkrecht auftreffenden Schallwellen konnte sie als dünne echogene Linie dargestellt werden.

Bei zwei Tieren war das Lumen der Gallenblase durch eine von der Gallenblasenwand ausgehende echogene Linie zweigeteilt. Ein weiteres Frettchen wies ebenfalls eine solche Septierung auf. Bei diesem Tier war die Teilung allerdings unvollständig (Abb. 17).

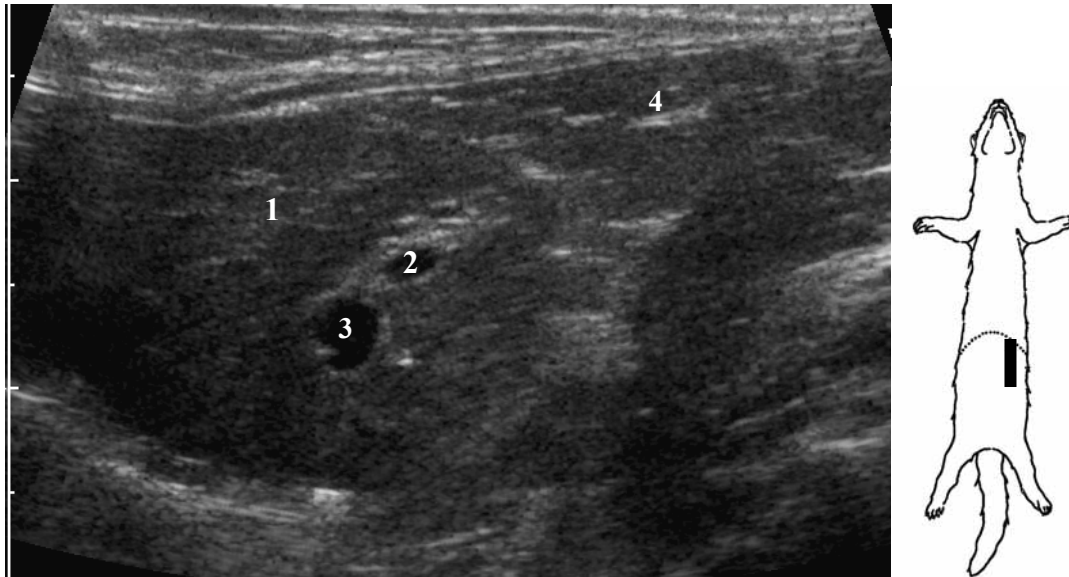


Abb. 12 Leberschnitt in der Ebene I (zweijähriger kastrierter Rüde)

- 1 Leberparenchym
- 2 Querschnitt des Ramus sinister der V. portae
- 3 Querschnitt der V. hepatis sin.
- 4 Längsschnitt eines Portalvenenastes

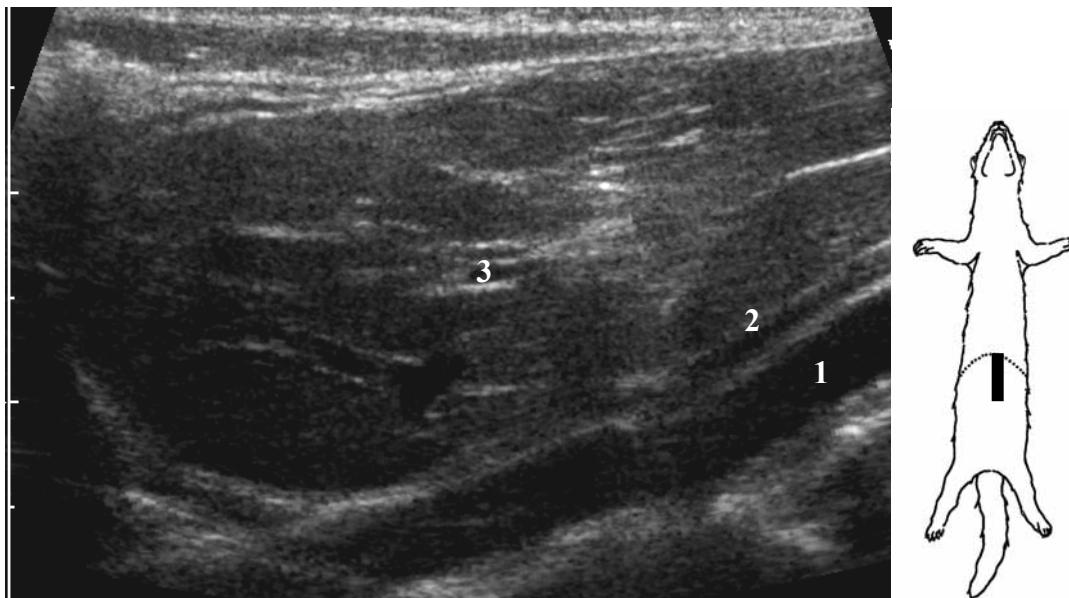


Abb. 13 Leberschnitt in der Ebene II (zweijähriger kastrierter Rüde)

- 1 Aorta
- 2 Leberkapsel
- 3 Längsschnitt durch einen Portalvenenast



Abb. 14 Leberschnitt in der Ebene III (viereinhalbjährige unkastrierte Fähe)

1 Vena portae

2 Vena cava caudalis

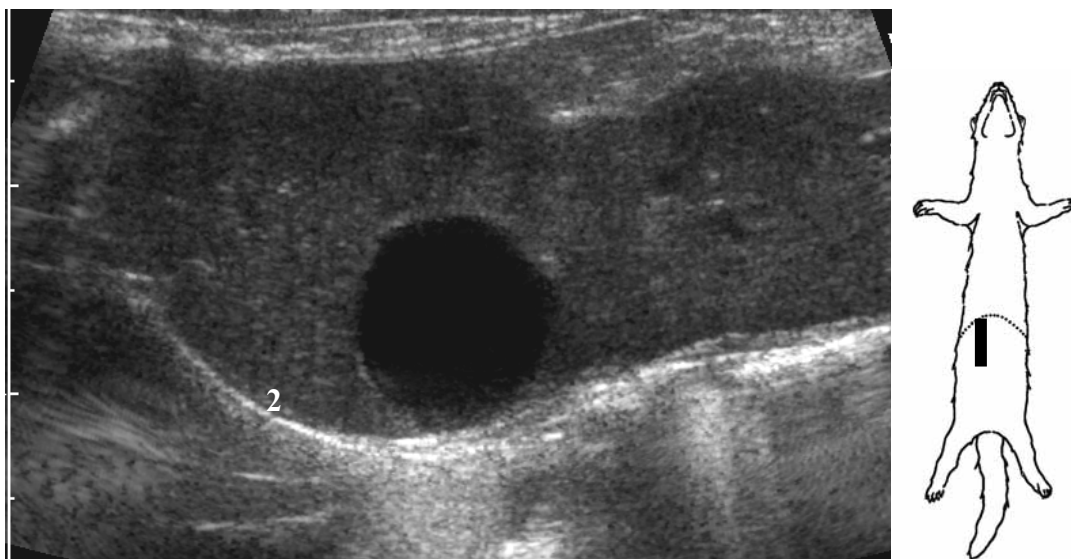


Abb. 15 Leberschnitt in der Ebene IV (siebenjährige kastrierte Fähe)

1 Gallenblase

2 Zwerchfellskuppel

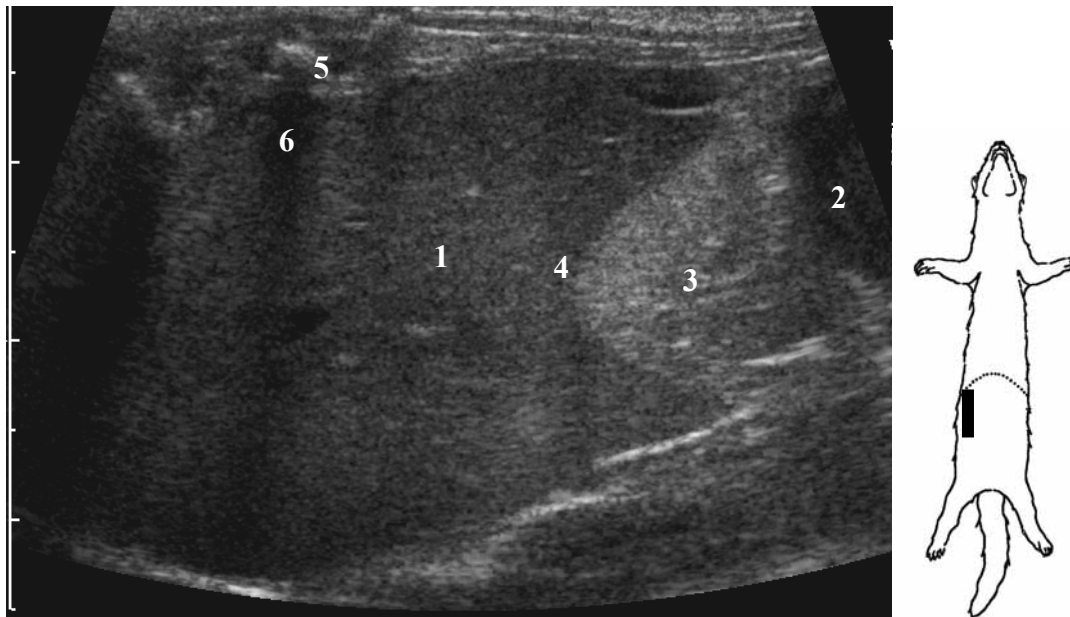


Abb. 16 Leberschnitt in der Ebene V (siebenjährige kastrierte Fähe)

- 1 Lobus caudatus hepatis
- 2 Anschnitt des kranialen Nierenpols der rechten Niere
- 3 zwischen Leber und Niere gelegenes Fett
- 4 Impressio renalis des Lobus caudatus hepatis
- 5 Rippenquerschnitt mit sich distal anschließendem
- 6 Schallschatten

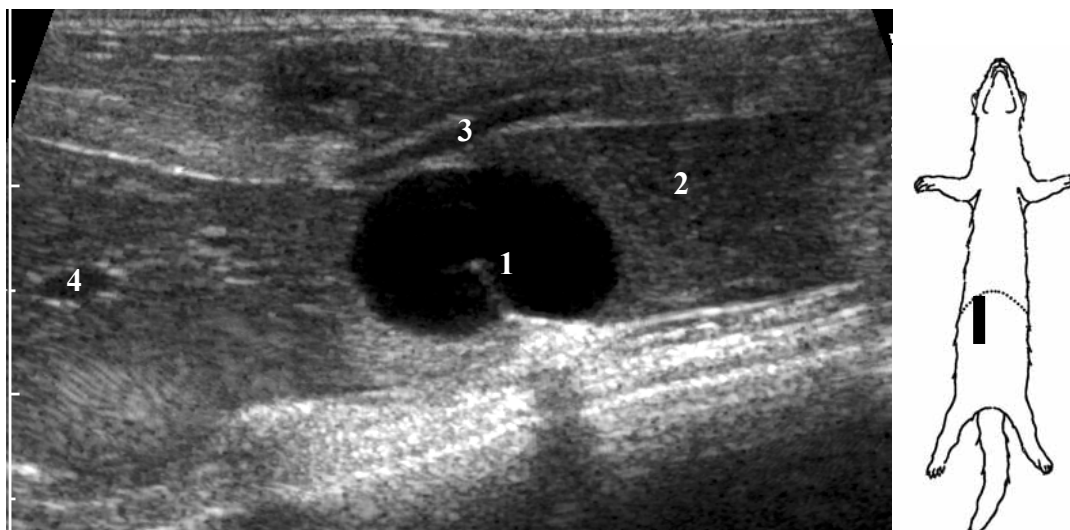


Abb. 17 Unvollständige Septierung der Gallenblase (zehnjähriger kastrierter Rüde)

- 1 In das Gallenblasenlumen hineinragendes Wandseptum
- 2 Leberparenchym
- 3 Längsschnitt eines Portalvenenastes
- 4 Querschnitt eines Portalvenenastes

2.1.3 Pathologische Befunde

Veränderungen des Leberparenchyms betrafen die Größe des Organs sowie seine Echotextur. Bei zwei Tieren lag eine deutliche Hepatomegalie vor. In einem der Fälle beruhte die Lebervergrößerung auf einem kardial bedingten venösen Rückstau. Im zweiten Fall stand sie in Zusammenhang mit einem multizentrischen Lymphom. Bei diesem Tier wies die Leber zusätzlich eine deutliche Veränderung der Echotextur auf. Sie war von undeutlich vom umgebenden Parenchym unterscheidbaren Knoten durchsetzt, die zu einer Kompression mit Stauung und Erweiterung von Portalvenenästen führten.

2.2 Bauchspeicheldrüse

Die sonographische Darstellung der Bauchspeicheldrüse gelang bei keinem der untersuchten Tiere.

3. Milz

3.1.1 Untersuchungstechnik

Zur Untersuchung der Milz wurde diese in zahlreichen planparallelen, dem Verlauf des Organs folgenden Längs- und Querschnitten dargestellt. Der Milzkopf stellte den Ausgangspunkt der Untersuchung dar. Er befand sich kaudal des Rippenbogens ventral der langen Rückenmuskulatur. Von hier zog das Organ in kaudoventromedialer Richtung.

Mittels farbkodierter Dopplerechographie konnten die im Bereich des Organhilus ein- und austretenden Milzgefäße sowie deren sich im Organ V-förmig aufzweigende Äste dargestellt werden.

3.1.2 Physiologische Befunde

Die unveränderte Milz des Frettchens stellte sich im Querschnitt flach dreieckig mit spitz auslaufenden Rändern dar (Abb. 18). Ihre Dicke lag im Bereich des Hilus zwischen 6 und 9 mm. Das Milzparenchym stellte sich feinkörnig homogen dar und wies eine höhere Echogenität auf als das Parenchym der Leber und die Nierenrinde (Abb. 18). Die Milzkapsel war bei senkrechter Anschallung als stark echogene Linie erkennbar. Während bei den im Bereich des Organhilus ein- und austretenden Gefäßen deutliche Wandechos zu sehen waren, stellten sich die kleineren im Organparenchym verlaufenden Gefäßäste im sonographischen Bild wandlos dar.

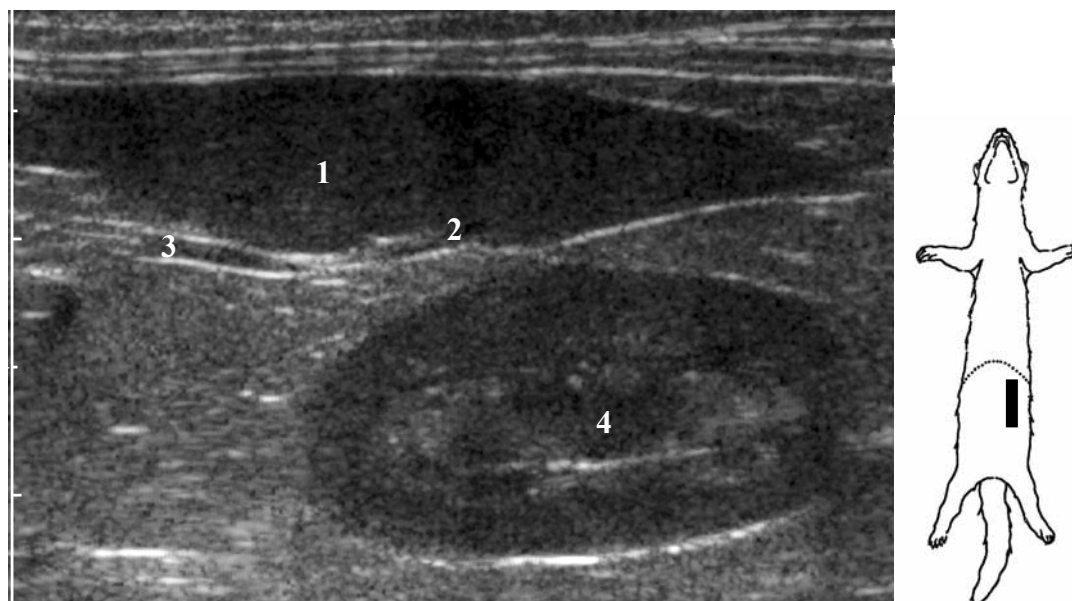


Abb. 18 Milzquerschnitt auf Höhe des Organhilus (zweijährige kastrierte Fähe)

1 Milzparenchym

2 Milzhilus

3 Milzgefäß

4 Sagittalschnitt der linken Niere

3.1.3 Pathologische Befunde

Es konnten zwei Formen pathologischer Veränderungen der Milz dokumentiert werden. Bei 31 Tieren lag eine Splenomegalie vor, die zum Teil erhebliche Ausmaße erreichte. Kriterien für eine Milzvergrößerung waren eine Abrundung der Milzränder (Abb. 41) und eine deutliche Einziehung des Milzhilus. In einem Teil der Fälle war die Organoberfläche höckerartig vorgewölbt (Abb. 19). Nur bei einem Tier war die Organvergrößerung mit einer Veränderung der Echotextur verbunden. Hier war die Milz von zahlreichen echoarmen, unregelmäßig begrenzten Bezirken durchsetzt (Abb. 20). Bei diesem Tier wurde bei der pathohistologischen Untersuchung der veränderten Milz ein Lymphom diagnostiziert. Bei sechs weiteren Tieren war die Milzvergrößerung mit Symptomen eines multizentrischen Lymphoms verbunden. In acht Fällen war die Splenomegalie mit einem Hyperadrenokortizismus assoziiert (Abb. 24). Bei drei dieser Tiere wurde histologisch eine folliculäre Hyperplasie mit gesteigerter extramedullärer Hämatopoese diagnostiziert.

Bei den übrigen Tieren konnten neben der Milzvergrößerung klinisch sowie sonographisch keine zusätzlichen Veränderungen gefunden werden.

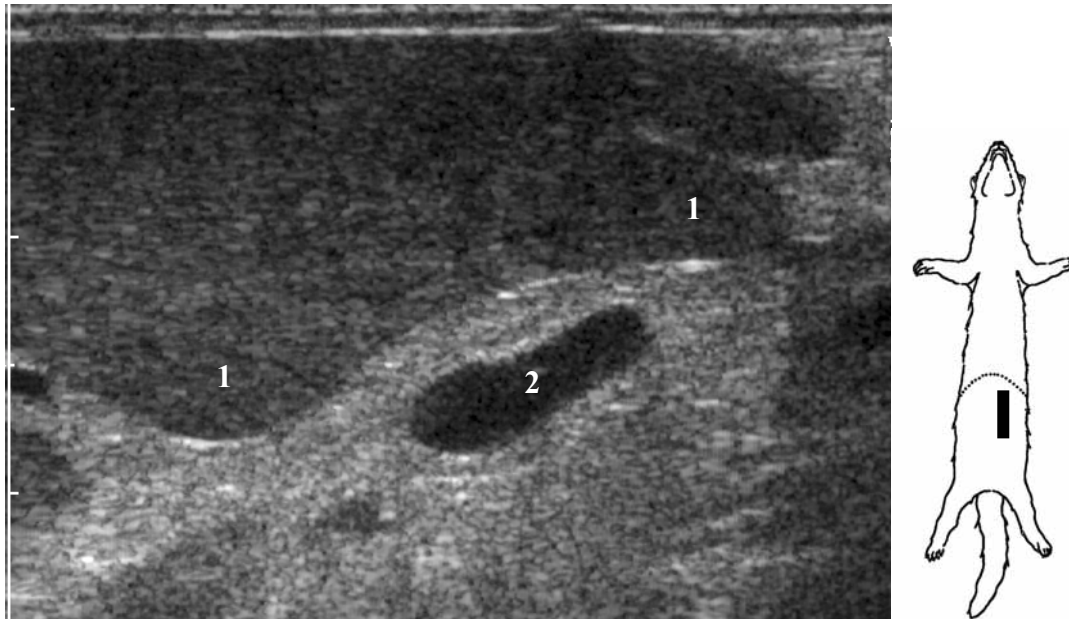


Abb. 19 Hochgradige Splenomegalie (siebenjähriger kastrierter Rüde)

- 1 Höckerartige Vorwölbungen der Organoberfläche der hyperplastischen Milz
- 2 Längsschnitt der linken Nebenniere

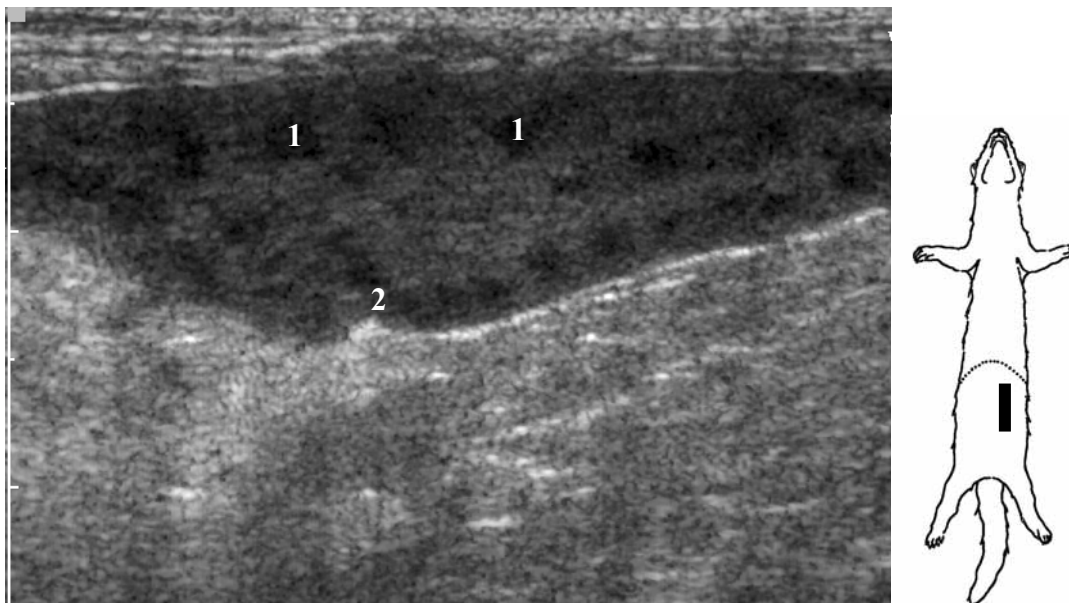


Abb. 20 Milz eines Frettchens mit pathohistologisch nachgewiesenem Lymphom (achtjährige kastrierte Fähe)

- 1 Anechogene Foki
- 2 Milzhilus

4. Nebennieren

4.1.1 Untersuchungstechnik

Zur Darstellung der Nebennieren erfolgte die Positionierung des Schallkopfes an der ventralen Bauchwand. Als Orientierungshilfen zur Auffindung der linken Nebenniere dienten die gleichseitige Niere sowie die Aorta. Der kraniale Pol der linken Niere wurde in der Sagittalan-sicht in die Mitte des Bildes zentriert und anschließend der Schallkopf parallel zur Körperachse medial verschoben. Die Nebenniere erschien im Bereich zwischen dem kranialen Nierenpol und der Aorta im Längsschnitt. Ihre Lage variierte bei den einzelnen Individuen. In den meisten Fällen befand sie sich jedoch kranio-medial der linken Niere und lateral der Aorta. In Einzelfällen gelang es, durch Kippen des Schallkopfes in die Dorsalebene das Organ gemeinsam mit der gleichseitigen Niere darzustellen (Abb. 21).

Aufgrund ihrer weiter kranialen Lage, war die rechte Nebenniere erheblich schwerer darzustellen als die der linken Körperseite. Als Ausgangspunkt diente auch hier der kraniale Pol der gleichseitigen Niere. Auch die Lage der rechten Nebenniere war individuell verschieden. Meistens befand sie sich lateral bis laterodorsal der V. cava caudalis unmittelbar kaudal des Lobus caudatus der Leber (Abb. 22).

Zur Erzeugung von Querschnittsbildern beider Nebennieren wurde der Schallkopf nach Einstellung des Longitudinalschnittes um 90 Grad gedreht.

Aufgrund der teilweisen Überlagerung durch Darmschlingen konnte die rechte Nebenniere nicht bei allen Tieren dargestellt werden.

4.1.2 Physiologische Befunde

Die Form der Nebennieren war individuell verschieden. Im Längsschnitt stellten sie sich zu-meist als länglich-ovale Gebilde dar (Abb. 21, 22), wiesen bei manchen Tieren aber auch eine eher rundliche Form auf. Im Querschnitt stellten sie sich rund dar. Die linke Nebenniere wies bei einigen Tieren eine Einziehung in der Organmitte auf, so daß sie sich im Längsschnitt hantelförmig darstellte (Abb. 19). Mittels Farbdoppler konnte in dieser Einziehung bei eini-gen Tieren ventral die V. phrenicoabdominalis und dorsal die gleichnamige Arterie farbige dargestellt werden.

Die Länge und Dicke der sonographisch unveränderten Nebennieren sind Tab. 11 zu entnehmen.

		Linke Nebenniere		Rechte Nebenniere	
		Länge (mm)	Dicke (mm)	Länge (mm)	Dicke (mm)
Rüden	MW	6,43 ± 1,434	3,10 ± 0,625	6,60 ± 1,506	2,70 ± 0,675
	Min	3	2	5	2
	Max	10	4	9	4
Fähen	MW	5,96 ± 1,022	2,65 ± 0,573	6,53 ± 1,642	2,47 ± 0,516
	Min	4	2	4	2
	Max	9	4	10	3

Tab. 11 Unveränderte Nebennieren: Länge und Dicke

Das Parenchym der Nebennieren wies, im Gegensatz zu in der Form teilweise sehr ähnlichen Lymphknotenanschnitten (Abb. 23), eine homogene Echotextur auf. Im Verhältnis zum umgebenden Gewebe stellte es sich hypoechogen dar. Im Querschnitt konnte die Nebenniere nur aufgrund der topographischen Verhältnisse oder mit Hilfe der farbkodierten Dopplersonographie von den benachbarten Gefäßquerschnitten sicher unterschieden werden.

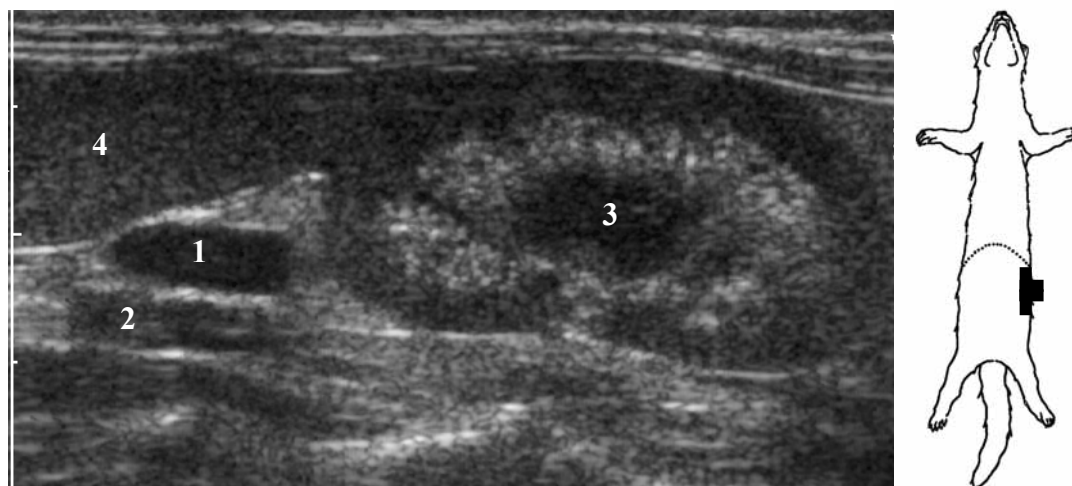


Abb. 21 Längsschnitt der linken Nebenniere (einjährige unkastrierte Fähe)

1 linke Nebenniere

2 Längsschnitt durch die Aorta

3 Dorsalschnitt durch die linke Niere

4 Milz

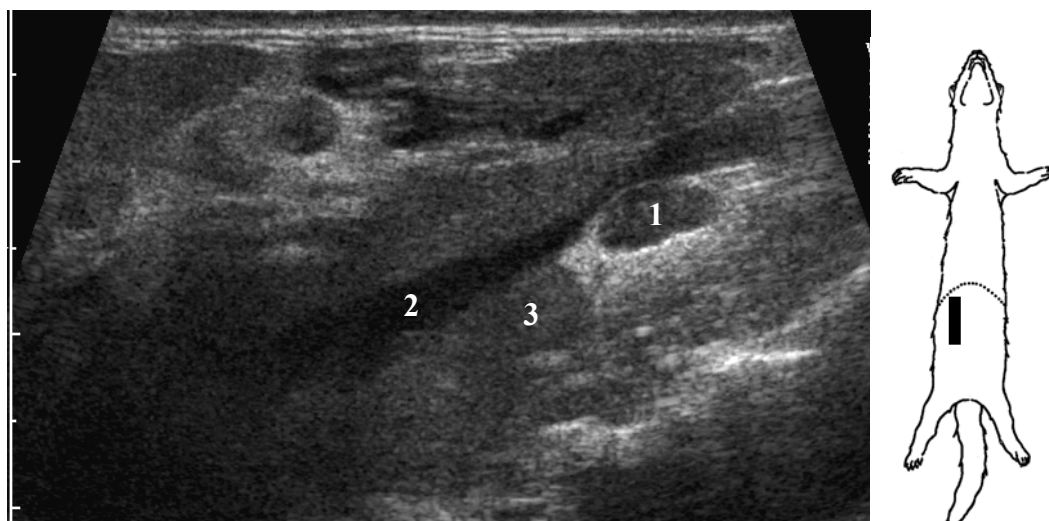


Abb. 22 Längsschnitt der rechten Nebenniere (siebenjährige kastrierte Fähe)

- 1 Rechte Nebenniere
- 2 Längsschnitt der V. cava caudalis
- 3 Lobus caudatus hepatis

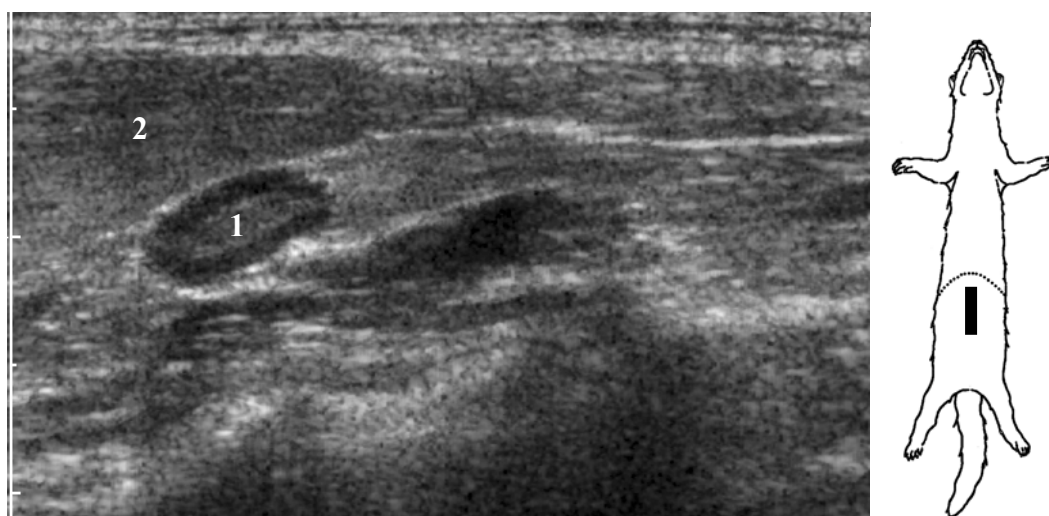


Abb. 23 Lymphknoten mit einer der Nebenniere vergleichbaren Form und Größe aber deutlicher Mark-Rinden-Schichtung (fünfjähriger kastrierter Rüde)

- 1 Lymphknoten
- 2 Milz

4.1.3 Pathologische Befunde

Bei insgesamt acht Tieren, fünf weiblich kastrierten und drei männlich kastrierten, stellte sich die Nebenniere sonographisch verändert dar. Vier dieser acht Frettchen wurden mit Sympto-

men eines Hyperadrenokortizismus zur Untersuchung vorgestellt, davon zwei weibliche kastrierte Tiere mit Ranzsymptomen und ein männliches sowie ein weibliches kastriertes Tier mit Alopezie. Drei weitere Tiere zeigten unspezifische Krankheitssymptome. In sieben von acht Fällen war die linke Nebenniere verändert, nur in einem Fall stellte sich die rechte Nebenniere verändert dar. Sechs der sieben veränderten linken Nebennieren zeigten eine noduläre Verdickung eines Organendes (Abb. 24). Zwei dieser Tiere wurden in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität operiert und die entnommenen Nebennieren pathohistologisch untersucht. In beiden Fällen wurde eine noduläre Hyperplasie der Nebennierenrinde festgestellt. Das siebte Tier, ein kastrierter Rüde, zeigte eine deutliche Vergrößerung der gesamten Nebenniere, die sich weit ventromedial in das Abdomen ausdehnte. Sie wies eine Grundtextur mittlerer Echogenität auf, die von anechogenen Bezirken durchsetzt war (Abb. 26). Bei der pathohistologischen Untersuchung dieser Nebenniere wurde ein Nebennierenadenom diagnostiziert. Bei dem einzigen Fall einer Vergrößerung der rechten Nebenniere handelte es sich ebenfalls um einen kastrierten Rüden. Dieses Organ zeigte sowohl in der Länge als auch in der Dicke eine Zunahme. Der kaudale Organpol war etwas mehr verdickt als das restliche Organ. Es war eine deutliche Kompression der ventral verlaufenden V. cava caudalis durch die vergrößerte Nebenniere erkennbar.

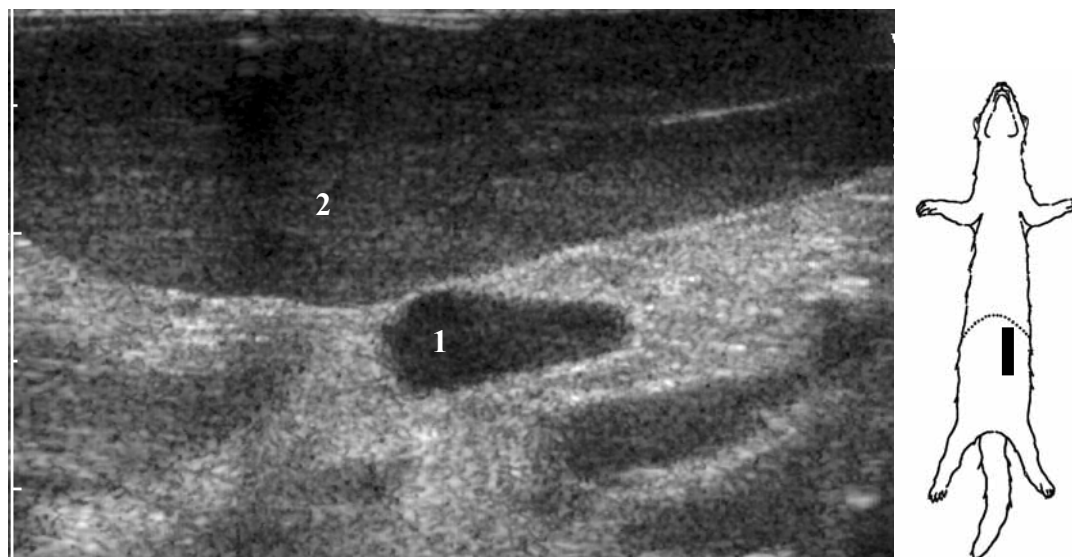


Abb. 24 Noduläre Hyperplasie der linken Nebenniere (viereinhalbjähriger kastrierter Rüde)

1 Nodulär verdicktes kraniales Ende der linken Nebenniere

2 hyperplastische Milz



Abb. 25 Nebennierenadenom (sechsjähriger kastrierter Rüde)

Das durchschnittliche Alter der Tiere mit veränderten Nebennieren lag mit 5,8 Jahren deutlich über dem durchschnittlichen Alter von 3,3 Jahren der Tiere ohne pathologischen Nebennierenbefund. Das jüngste erkrankte Tier war 3 Jahre, das älteste 10 Jahre alt.

Maße der veränderten Nebennieren sind in Tab. 12 angegeben. Hierbei sind nur die 7 linken Nebennieren berücksichtigt. Die einzige rechte veränderte Nebenniere war 10 mm lang und 6 mm dick. Die Werte sowohl für die Länge als auch für die Breite liegen im Mittel über denen der gesunden linken Nebennieren.

		Länge (mm)	Dicke (mm)
Rüden	MW	8,00 ± 2,345	5,60 ± 3,050
	Min	5	4
	Max	10	11
Fähen	MW	6,50 ± 0,707	4
	Min	6	4
	Max	7	4

Tab. 12 Nebennieren: Länge und Dicke der linken veränderten Nebennieren in mm

5. Harnorgane

5.1 Harnblase

5.1.1 Untersuchungstechnik

Für die sonographische Darstellung der Harnblase wurden die Frettchen in Rückenlage fixiert. Der Schallkopf wurde im Bereich der Medianen zwischen Nabel und Schambein aufgesetzt und die Harnblase im Längs- sowie im Querschnitt untersucht.

5.1.2 Physiologische Befunde

Die gesunde Harnblase stellte sich im Longitudinalschnitt birnenförmig (Abb. 26), im Transversalschnitt je nach Füllungsgrad queroval bis rund (Abb. 10) dar. Abweichungen von dieser Form waren durch auf das Organ drückende benachbarte Organe bedingt, wie beispielsweise das gefüllte Rektum (Abb. 10). Das sonographische Bild der Harnblasenwand bestand bei direkt senkrechter Anschallung aus einer inneren sowie einer äußeren reflexreichen Linie, die durch Schallreflexion an der Submukosa 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. Die Wanddicke ist abhängig vom Füllungszustand und war daher sehr schwer beurteilbar. Sie betrug bei mittlerem Füllungsgrad ca. 0,5 mm. Der in der gesunden Harnblase enthaltene Urin war anechogen. Wenn der Schallstrahl leicht paramedian auf das Organ traf, 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. Die sich im B-Bild als anechogene Punkte darstellenden Gefäße, ließen sich mittels farbkodierter Dopplersonographie in Arterien und Venen differenzieren.

5.1.3 Pathologische Befunde

Insgesamt konnten zwei Arten von pathologischen Befunden dokumentiert werden.

Bei einem Tier lag eine chronische Zystitis vor, die zu einer Verdickung der Harnblasenwand geführt hatte (Abb. 27). Die Abgrenzung der Schleimhaut zum Lumen hin stellte sich sonographisch unregelmäßig dar.

Bei zwei anderen Frettchen befanden sich im Organlumen reflexreiche, sedimentierende Echos mit distaler Schallauslöschung, die sich durch mit dem Schallkopf ausgelöste Schwingungen aufwirbeln ließen.

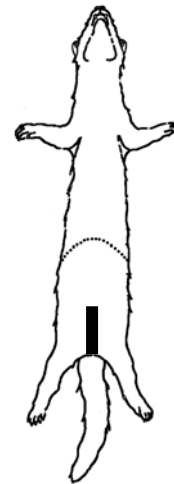
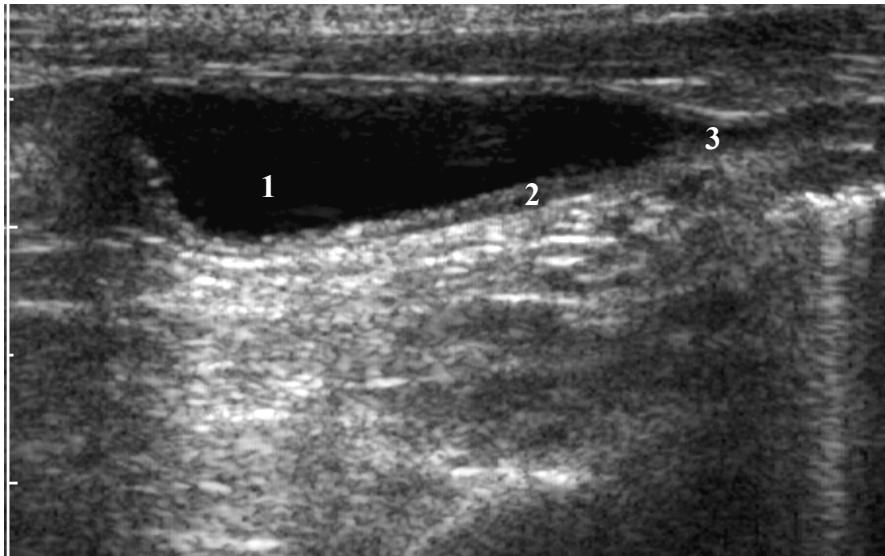


Abb. 26 Längsschnitt durch die mäßig gefüllte Harnblase (siebenjährige kastrierte Fähe)

- 1 Harnblasenlumen
- 2 Harnblasenwand
- 3 Harnblasenhals am Übergang in die Urethra

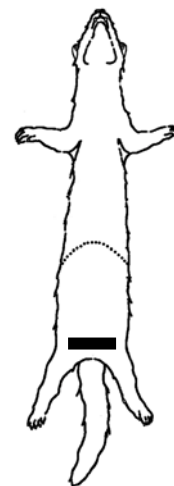
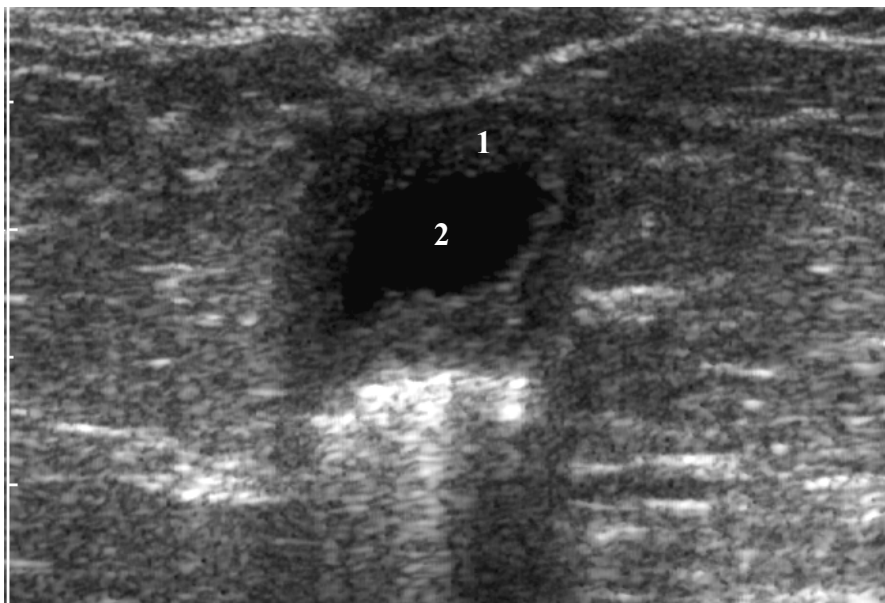


Abb. 27 Querschnitt durch die Harnblase eines sechsjährigen kastrierten Rüden mit chronischer Zystitis

- 1 Verdickte Harnblasenwand
- 2 Harnblasenlumen

5.2 Harnröhre

5.2.1 Untersuchungstechnik

Der intraabdominale Teil der Harnröhre ließ sich beim Frettchen aufgrund seiner geringen Größe im unveränderten Zustand nur bedingt sonographisch darstellen. Das Untersuchungsfeld beschränkte sich auf den kurzen, unmittelbar aus dem Harnblasenhals hervorgehenden Anfangsteil der Harnröhre (Abb. 26). Eine Darstellung der Harnröhre im Bereich der Prostata gelang in keinem Fall.

5.2.2 Physiologische Befunde

Die physiologische Harnröhre stellte sich im Querschnitt als echoarmer, unscharf begrenzter Punkt dar. Eine Wandschichtung oder ein Lumen waren selbst mit dem verwendeten hochauflösenden Ultraschallsystem nicht erkennbar. Im Längsschnitt erschien sie als echoarmer Streifen.

5.2.3 Pathologische Befunde

Pathologische Befunde der Harnröhre konnten im eigenen Untersuchungsgut nicht dokumentiert werden.

5.3 Nieren

5.3.1 Untersuchungstechnik

Beide Nieren wurden in jeweils drei senkrecht aufeinanderstehenden Schnittebenen dargestellt. Zur Dokumentation wurden ein Sagittalschnitt im Bereich des größten Längsdurchmessers sowie ein Dorsal- und ein Transversalschnitt auf Höhe des Organhilus erzeugt.

Die Darstellung der linken Niere war leichter als die der rechten, da sich letztere weiter kranial befindet und somit die Positionierung des Schallkopfes durch den angrenzenden Rippenbogen erschwert wurde.

Die Nierengefäße waren im Bereich des Organhilus zu erkennen. Sie besaßen eine stark echogene Wand und ein echofreies Lumen. Der sich intrarenal aufzweigende Gefäßbaum ließ sich mittels farbkodierter Dopplersonographie bis in den Rindenbereich verfolgen. Eine detaillierte dopplersonographische Untersuchung der Nierenflußparameter beim Frettchen ist Gegenstand einer parallel laufenden Studie (Gorgas, 2004) und soll hier nicht näher behandelt werden.

5.3.2 Physiologische Befunde

Die gesunde Frettchenniere stellte sich im Sagittalschnitt (Abb. 18) längsoval, im Transversalschnitt rundlich (Abb. 28) und im Dorsalschnitt bohnenförmig (Abb. 29) 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 Rindenzone 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.

Zwischen die linke Niere und die ventrolaterale Bauchwand schob sich in den meisten Fällen die Milz, die dann als Schallfenster benutzt werden konnte (Abb. 18). Die rechte Niere lag in der Impressio renalis dem Lobus caudatus der Leber an (Abb. 16). 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 perirenal Fettgewebes entsprach in etwa der des Sinus renalis.

Von 55 untersuchten Tieren hatten lediglich 17 Tiere, 8 männliche und 9 weibliche, sonographisch völlig unveränderte Nieren. Die Maße dieser Nieren sind in Tab. 13 ausgewertet. Das durchschnittliche Alter dieser Tiere lag bei 3,4 Jahren. Das jüngste Tier war 0,3 Jahre, das älteste 7 Jahre alt. Alle anderen Tiere wiesen mindestens eine der in Kap. 5.3.3 beschriebenen Pathologien auf.

		Linke Niere			Rechte Niere		
		Länge	Breite	Dicke	Länge	Breite	Dicke
Rüden	MW	29,50 ± 1,604	14,57 ± 2,370	12,63 ± 0,518	29,14 ± 2,545	15,33 ± 1,155	12,14 ± 0,690
	Min	27	11	12	26	14	11
	Max	32	17	13	33	16	13
Fähen	MW	25,11 ± 1,616	13,00 ± 1,225	11,22 ± 1,093	26,25 ± 2,053	12,17 ± 1,169	11,13 ± 0,835
	Min	22	12	9	23	11	10
	Max	27	16	12	29	14	12

Tab. 13 Niere: Maße der sonographisch unveränderten Nieren in mm

Die absolute sowie die auf das Körpergewicht bezogene relative Nierengröße sind in Tab. 14 wiedergegeben.

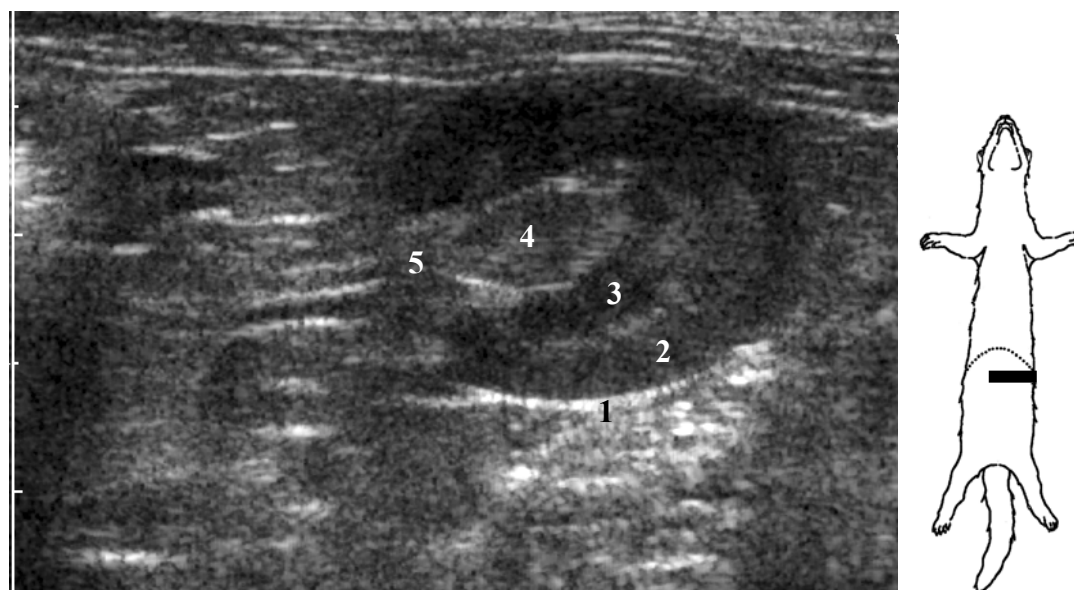


Abb. 28 Transversalschnitt durch die linke Niere (dreijähriger kastrierter Rüde)

- 1 Hyperechogene Nierenkapsel
- 2 Nierenrinde
- 3 Nierenmark
- 4 Papilla renalis
- 5 Nierenhilus

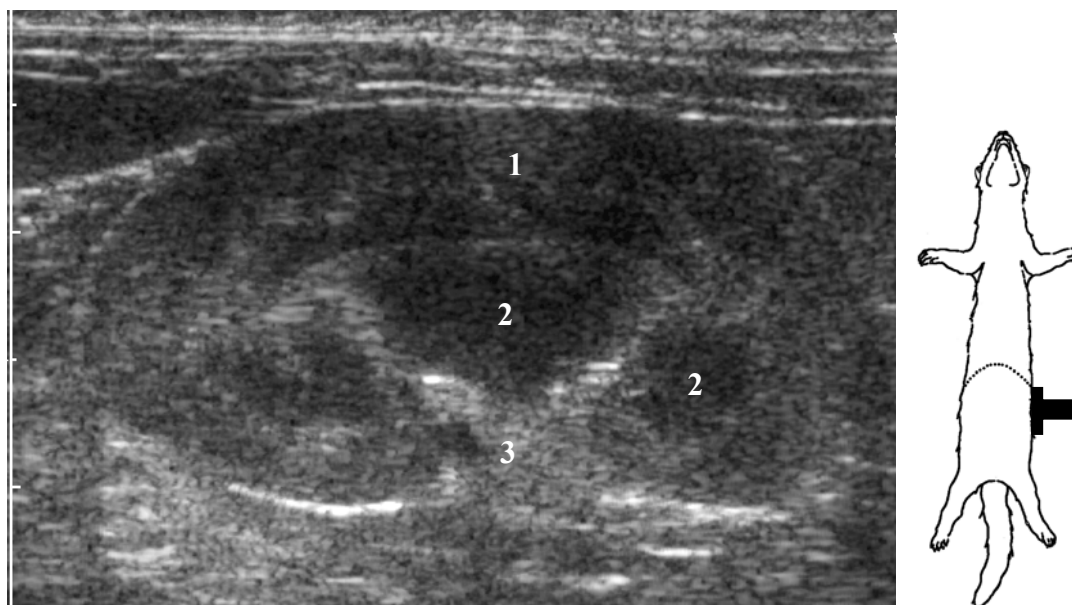


Abb. 29 Dorsalschnitt durch die linke Niere (dreijähriger kastrierter Rüde)

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Nierenhilus

Weder die absolute noch die relative Nierengröße waren im Vergleich der linken und rechten Niere signifikant verschieden.

Zwischen der absoluten Nierengröße von Rüden und Fähen bestand ein signifikanter Unterschied, während die relative Nierengröße bei männlichen und weiblichen Tieren nicht signifikant verschieden war (Tab. 14).

	MW Nierenvolumen			
	absolut (ml)		relativ (ml/kg KM)	
	linke Niere	rechte Niere	linke Niere	rechte Niere
Rüden	2,8559 ± 0,60866	2,8763 ± 0,63329	3,0 ± 2,01	4,2 ± 4,16
Fähen	1,9178 ± 0,30290	1,9115 ± 0,39930	2,4 ± 0,48	2,3 ± 0,39

Tab. 14 Absolute und relative Nierengröße der sonographisch unveränderten Nieren

5.3.3 Pathologische Befunde

Die bei der sonographischen Untersuchung der Frettchenniere festgestellten pathologischen Veränderungen ließen sich formal in drei Gruppen einteilen: Zystische Veränderungen, hyperechogene Veränderungen des Nierenmarks und Hydronephrosen. Bei 38 der 55 untersuchten Tieren war mindestens eine der genannten Veränderungen festzustellen.

Zystische Veränderungen

Bei 20 von 55 untersuchten Frettchen traten zystische Veränderungen der Niere auf. Sie stellten sich als anechogene, mehr oder weniger scharf begrenzte, kreisrunde bis ovoide oder unregelmäßig geformte Gebilde dar, die, außer bei zwei Tieren mit sehr großen, die ganze Niere betreffenden Zysten, auf die Nierenrinde beschränkt waren. Die Zystenwand in Form einer hyperechogenen Linie war, entsprechend den Verhältnissen bei anderen flüssigkeitsgefüllten, durch eine Wand begrenzten Hohlräumen, nur bei genau senkrecht auftreffendem Schall darzustellen. Bei einigen Tieren waren beide Nieren betroffen, andere zeigten nur einseitig zystische Veränderungen. Sie traten vereinzelt oder multipel auf. Der Durchmesser der Zysten variierte von 0,8 bis 22 mm Durchmesser. Die Größe der meisten Zysten lag zwischen 1,8 und 2,2 mm.

Eine Störung des Allgemeinbefindens, die sich auf eine Beeinträchtigung der Nierenfunktion zurückführen ließ, war nur bei zwei Tier festzustellen, die beidseitig sehr große Zysten aufwiesen, die nahezu 2/3 des gesunden Nierenparenchyms verdrängten (Abb. 30). Bei den restlichen 18 Tieren konnte keine klinische Auswirkung der Zysten festgestellt werden.

Das durchschnittliche Alter der Frettchen mit und der ohne Nierenzysten war nicht signifikant unterschiedlich. Das jüngste Tier mit zystisch veränderten Nieren war 0,5, das älteste 8 Jahre alt.

Zystische Veränderungen hatten keinen signifikanten Einfluß auf die relative Nierengröße.

Messungen quantifizierbarer Nierenflußparameter bei den Tieren mit zystisch veränderten Nieren sind Bestandteil einer parallel laufenden Studie (Gorgas, 2004).

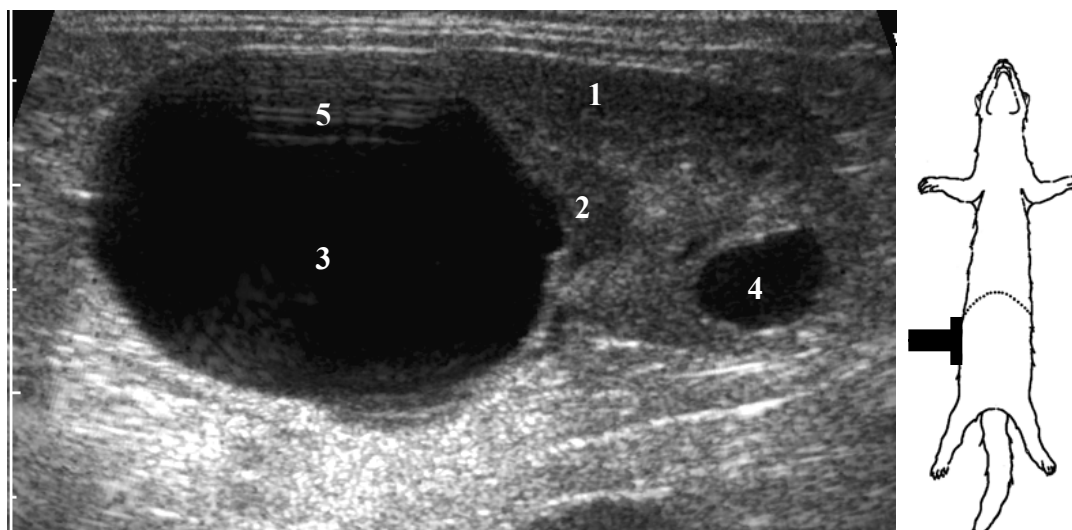


Abb. 30 Dorsalschnitt durch die zystisch veränderte rechte Niere (siebenjährige kastrierte Fähe)

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Zyste im kranialen Nierenpol
- 4 Zyste im kaudalen Nierenpol
- 5 Wiederholungsechos (Artefakt)

Hyperechogene Veränderungen des Nierenmarks

Hyperechogene Veränderungen des Nierenmarks wurden bei 22 der 55 untersuchten Frettchen festgestellt. Diese betrafen bei einigen Tieren das gesamte Nierenmark (Abb. 31), bei anderen Tieren beschränkten sie sich auf die Mark-Rinden-Grenze, so daß das sonographische Bild eines *medullary rim sign* vorlag. Die Echogenität dieser Veränderungen war ebenfalls unterschiedlich stark ausgeprägt. Bei einigen Tieren waren innerhalb der Veränderungen noch stärker echogene punktförmige Foki erkennbar.

Das durchschnittliche Alter der Frettchen mit und der ohne hyperechogene Nierenveränderungen war nicht signifikant unterschiedlich. Das jüngste Tier mit hyperechogen veränderten Nieren war 0,5 Jahre, das älteste 10 Jahre alt.

Hyperechogene Veränderungen hatten keinen signifikanten Einfluß auf die relative Nierengröße.

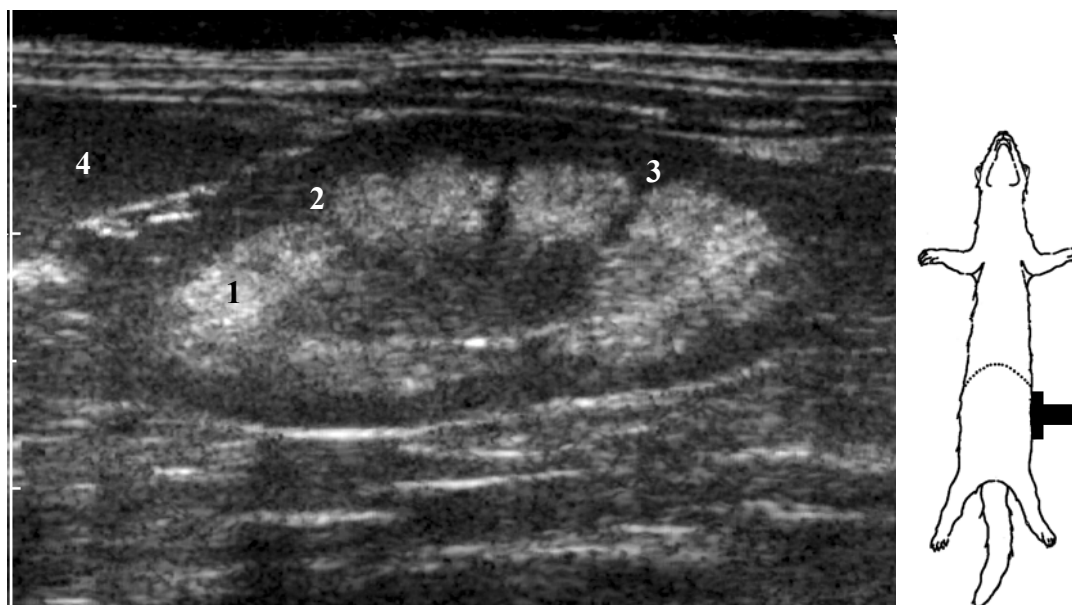


Abb. 31 Hyperechogene Veränderung des Nierenmarks (fünfeinhalb Monate alte unkastrierte Fähe)

1 Hyperechogenes Nierenmark

2 Nierenrinde

3 Columna renalis

4 Milz

Hydronephrosen

In drei Fällen traten geringgradige Hydronephrosen auf, die sich auf eine Dilatation des Nierenbeckens beschränkten. Bei einem der Tiere wies die betroffene Niere eine große Zyste auf, die vermutlich durch Druck auf den Ureter den Harnabfluß behinderte. Bei dem in Abb. 32 dargestellten Tier lag auf der betroffenen Seite gleichzeitig der in Kap. 5.4.3 ausführlicher beschriebene Hydroureter (Abb. 33) vor.

5.4 Harnleiter

5.4.1 Untersuchungstechnik

Der Harnleiter ließ sich sonographisch nur in aufgestautem Zustand darstellen. Seine Lokalisation erfolgte dann ausgehend von seinem Austritt aus dem Nierenhilus. Von dort wurde sein Verlauf bis zum Eintritt in die Harnblase verfolgt.

5.4.2 Physiologische Befunde

Der unveränderte Harnleiter ließ sich mit dem verwendeten System sonographisch nicht darstellen.

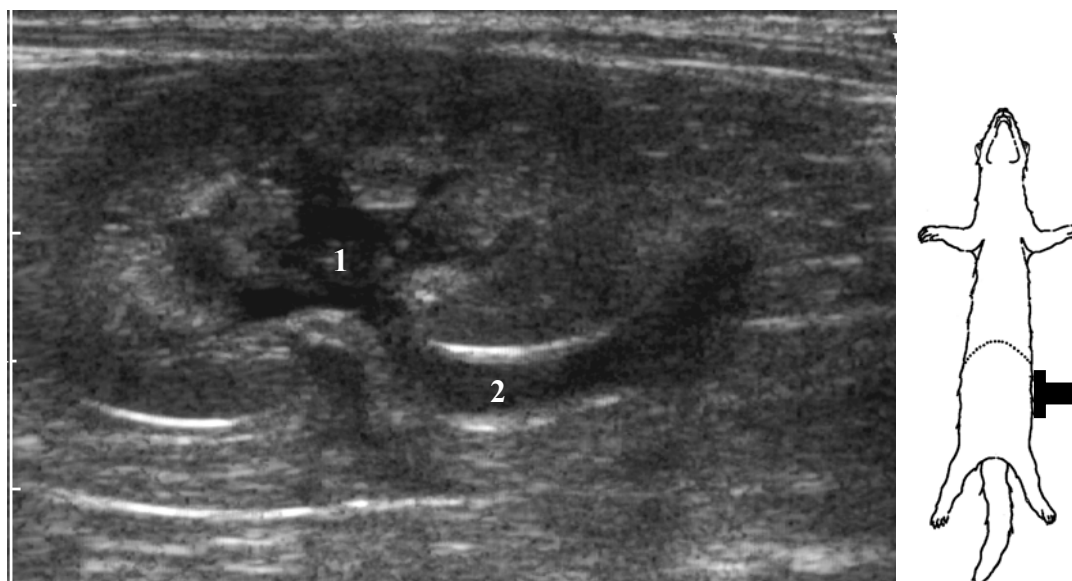


Abb. 32 Hydronephrose der linken Niere (dreijähriger kastrierter Rüde)

1 Dilatiertes Nierenbecken

2 Dilatierter Ureter

5.4.3 Pathologische Befunde

Bei einem männlichen Frettchen konnte der Befund eines linksseitigen Hydroureters in Verbindung mit einer Dilatation des linken Nierenbeckens erhoben werden (Abb. 33). Der bis auf einen Durchmesser von 6 mm dilatierte Ureter konnte ausgehend vom Nierenbecken bis unmittelbar vor seinen Eintritt in die Harnblase dargestellt werden. Die Ursache für den Harnstau war bei diesem Tier folglich distal der Niere lokalisiert, konnte aber nicht ausgemacht werden.

Sonographisch stellte sich der gestaute Harnleiter als längliche Struktur mit einem anechogenen Lumen und einer stark echogenen Wand dar. Während der Untersuchung zeigte sich deutlich eine rhythmische Peristaltik, die sich im Standbild durch leichte Einschnürungen zwischen dilatierten Bereichen erkennen läßt.

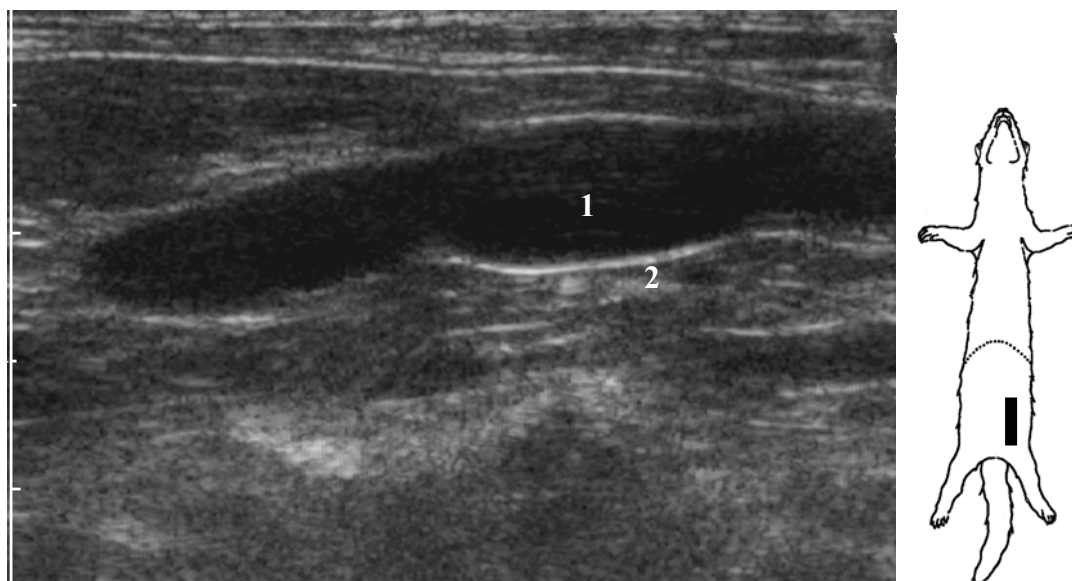


Abb. 33 Hydroureter mit deutlicher Peristaltik (dreijähriger kastrierter Rüde)

1 Dilatiertes Ureterlumen

2 Ureterwand

6. Genitalorgane

6.1 Ovarien

6.1.1 Untersuchungstechnik

Von den untersuchten Fähen waren 10 Tiere unkastriert. Die Darstellung der Ovarien gelang bei der Hälfte dieser Tiere.

Die Ovarien befanden sich kaudal des kaudalen Nierenpols. Ihre sonographische Darstellung erfolgte ausgehend von einem Sagittalschnitt durch den kaudalen Nierenpol.

6.1.2 Physiologische Befunde

Das unveränderte inaktive Ovar der Frettchen-Fähe stellte sich im Längsschnitt als ovoides, nur undeutlich von der Umgebung abzugrenzendes echoarmes Gebilde mit einer durchschnittlichen Länge von 7 und einer Dicke von 3 mm dar (Abb. 34). Eine Differenzierung innerhalb des Organs war nicht zu erkennen. Am Ovar der ranzigen Fähe waren im Rindenbereich undeutlich kleine anechogene rundliche Follikel erkennbar.

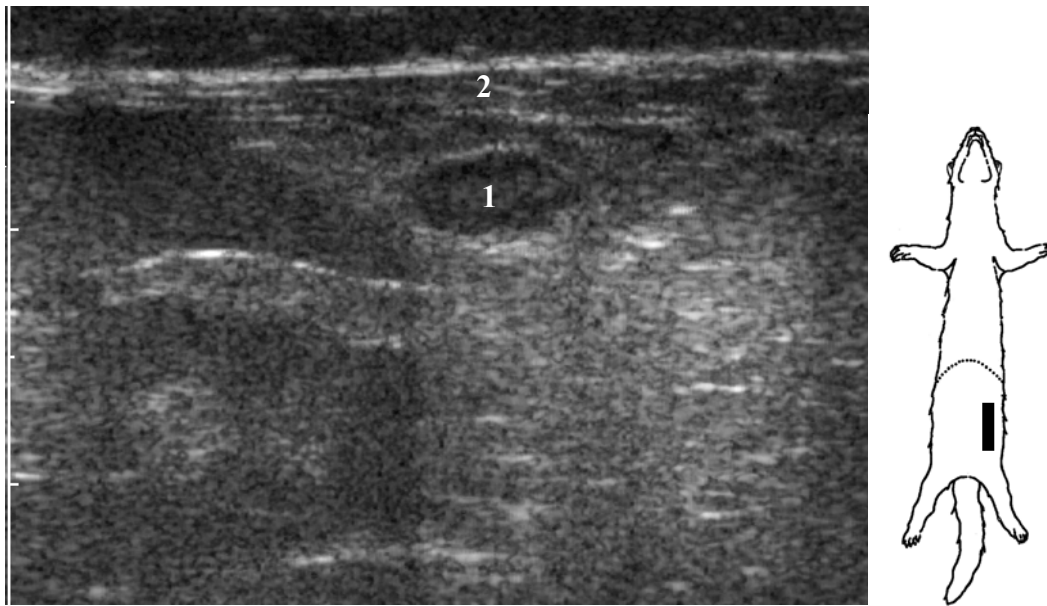


Abb. 34 Linkes Ovar einer fünfeinhalb Monate alten Fähe im Anöstrus

1 Linkes Ovar

2 Bauchwand

6.1.3 Pathologische Befunde

Bei einer Fähe, die Symptome der Dauerranz zeigte, hatten die Eierstöcke eine Größe von 11*19 mm auf der linken und 6*11 mm auf der rechten Seite und stellten sich als unregelmäßig geformte Gebilde mittlerer Echogenität dar, die von großen anechogenen rundlichen Gebilden durchsetzt waren (Abb. 35). Das Tier wurde in der Gynäkologischen Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät ovariohysterektomiert. Die sonographisch dargestellten Gebilde konnten mit den in Form schlauchartiger Zysten entarteten Eierstöcken in Übereinstimmung gebracht werden (Abb. 36).

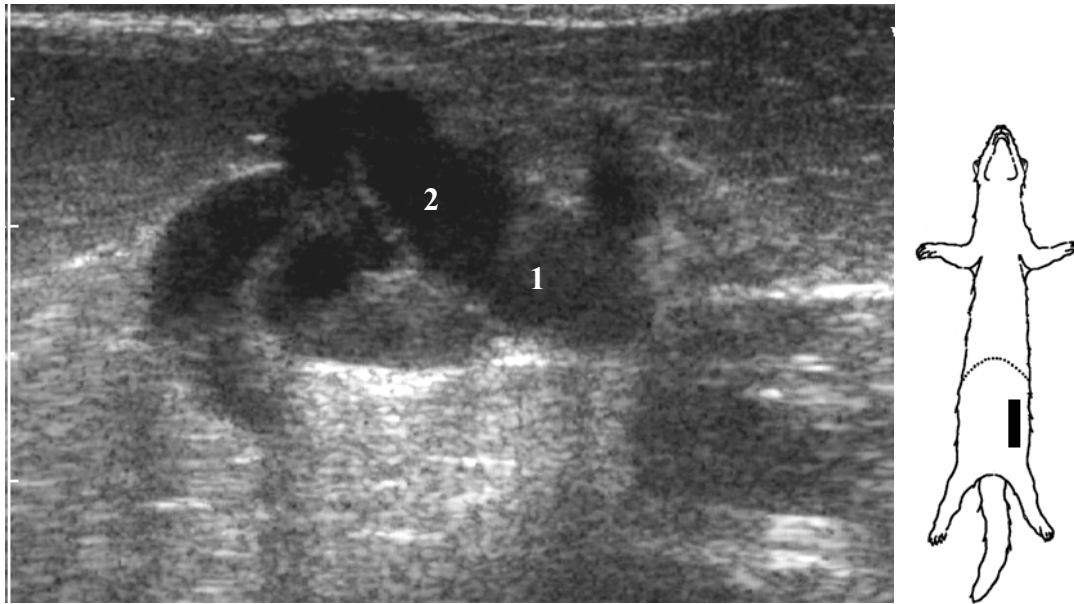


Abb. 35 Zystisch verändertes Ovar bei einer zweijährigen dauerranzigen Fähe

1 Ovargewebe

2 Zystisch verändertes Gewebe



Abb. 36 Das in Abb. 35 dargestellte zystisch veränderte Ovar nach chirurgischer Exzision

6.2 Uterus

6.2.1 Untersuchungstechnik

Die unveränderte Gebärmutter der nichtranzigen Fähe war sonographisch bei keinem der untersuchten Tiere darzustellen. Der ödematisierte Uterus der ranzigen Fähe konnte im Bereich seines Korpus und der Bifurkation sowie des Anfangsteils der Uterushörner dargestellt werden. Dabei diente die gefüllte Harnblase als Schallfenster. Die Gebärmutter befand sich median oder leicht lateral der Medianen dorsal der Harnblase. Ausgehend vom Corpus uteri wurde der Uterus seinem Verlauf kranial folgend sonographisch untersucht.

6.2.2 Physiologische Befunde

Unter den untersuchten Frettchen befand sich eine ranzige Fähe. Die Gebärmutter war bei diesem Tier dorsal der Harnblase deutlich zu sehen (Abb. 37). Ausgehend vom Uteruskörper konnte das Organ über die Bifurkation bis hin zu den sich einzeln abbildenden Uterushörnern über die gesamte Länge der Harnblase dargestellt werden. Die Uterushörner hatten einen Durchmesser von 5 mm. Bei diesem in der Ranz befindlichen Tier war das Organ von mittlerer Echogenität und feinkörniger Echotextur. Eine Wandschichtung war nicht erkennbar.

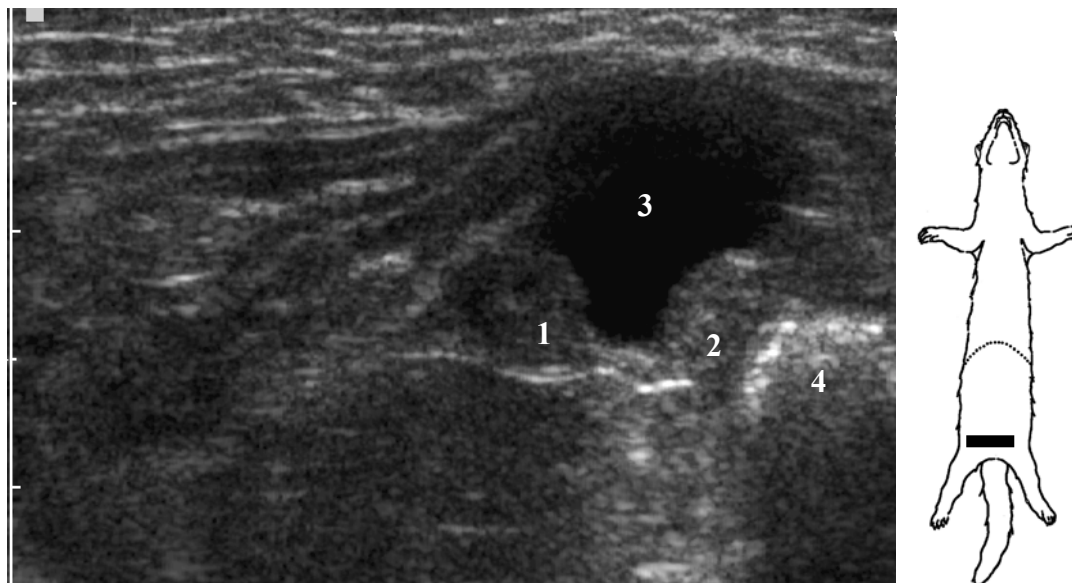


Abb. 37 Querschnitt durch die Uterushörner einer fünfmonatigen Fähe

- 1 Rechtes Uterushorn
- 2 Linkes Uterushorn
- 3 Harnblasenlumen im Querschnitt
- 4 Gasgefülltes Rektum

6.2.3 Pathologische Befunde

Alle weiblichen Tiere, bei denen sonographisch eine Nebennierenvergrößerung festgestellt wurde, wiesen gleichzeitig Veränderungen der Gebärmutter auf. Es handelte sich bei diesen Tieren durchweg um kastrierte Tiere, die teilweise ovariohysterektomiert, teilweise nur ovarioektomiert waren. Bei den genannten Tieren waren Gebärmutterkörper sowie -hörner, bzw. bei ovariohysterektomierten Tieren der verbliebene Gebärmutterstumpf dorsal der Harnblase sowohl im Quer- als auch im Längsschnitt leicht aufzufinden. Das Organparenchym stellte sich hypoechogen zum umgebenden Gewebe dar. Im Vergleich zur Gebärmutter der ranzigen Fähe

war es deutlich weniger echogen, wies aber ebenfalls eine feine Echotextur auf. Bei einem der Tiere war der Metrastumpf zystisch verändert. Dieser Befund konnte bei der chirurgischen Entfernung der Nebenniere bestätigt werden.

6.3 Prostata

6.3.1 Untersuchungstechnik

Zur Auffindung der spindelförmig um den proximalen Teil der Urethra masculina gelegenen Prostata wurde der Schallkopf ausgehend von der longitudinalen Darstellung der Harnblase entlang der Medianen leicht kaudal verschoben. Die Prostata erschien unmittelbar kaudal des noch darstellbaren Übergangs vom Harnblasenhals in die Urethra.

6.3.2 Physiologische Befunde

Die Prostata des intakten Frettchenrüden ließ sich nur undeutlich abgrenzen, da sie eine sehr ähnliche Echogenität wie das sie umgebende Gewebe aufwies. Bei drei der vier unkastrierten Rüden gelang eine Darstellung im Längsschnitt (Abb. 38). Im Querschnitt konnte die Prostata bei keinem der Tiere sicher angesprochen werden. Das Organparenchym wies eine sehr feinkörnige homogene Echotextur auf. Bei den kastrierten Frettchenrüden gelang die sonographische Darstellung der Prostata in keinem Fall.

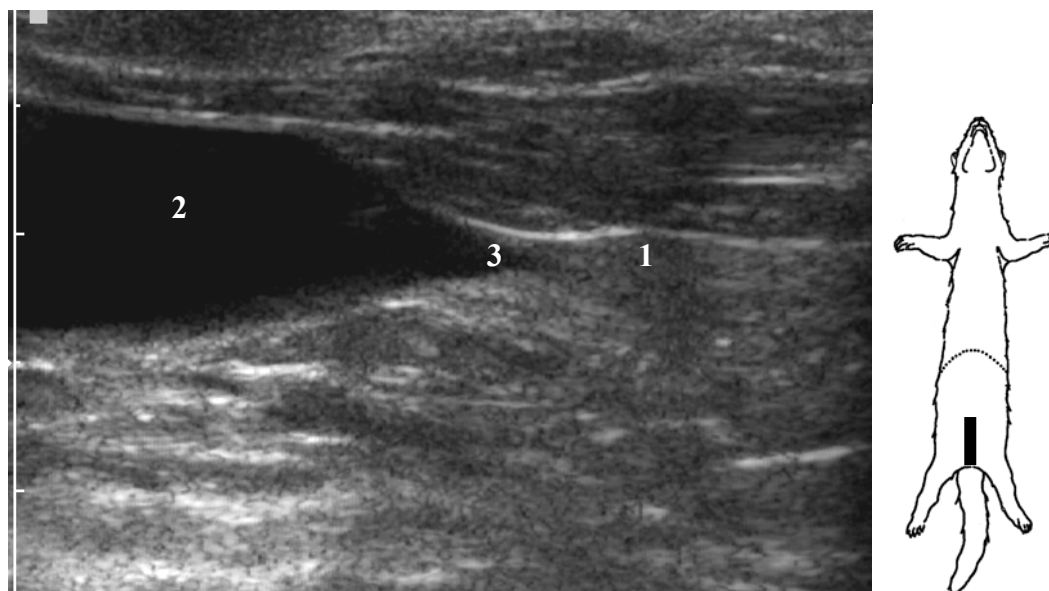


Abb. 38 Längsschnitt durch die Prostata eines dreijährigen unkastrierten Rüden

1 Prostata

2 Harnblasenlängsschnitt

3 Übergang in die Urethra

6.3.3 Pathologische Befunde

Es konnten bei keinem der untersuchten Tiere pathologische Veränderungen der Prostata festgestellt werden.

7. Lymphknoten

7.1 Mesenteriallymphknoten

7.1.1 Untersuchungstechnik

Der Lymphonodus mesentericus cranialis war der einzige beim gesunden Frettchen immer sonographisch darstellbare Lymphknoten. Er befand sich bei allen untersuchten Tieren der *A. mesenterica cranialis* eng benachbart ungefähr auf Höhe der kranialen Nierenpole zentral im Abdomen.

7.1.2 Physiologische Befunde

Der unveränderte Lymphknoten stellte sich als bohnenförmige, im Vergleich zum umgebenden Fettgewebe hypoechogene Struktur mit deutlicher Einziehung im Hilusbereich dar (Abb. 39). Seine Form war aufgrund unterschiedlich starker Krümmung im Hilusbereich individuell sehr verschieden. Dementsprechend variierten auch die für die Länge und Dicke gemessenen Werte. Die Länge des unveränderten Lymphknotens variierte von 6 bis 18 mm mit einer durchschnittlichen Länge um 11 mm. Seine Dicke reichte bei den untersuchten Tieren von 3 bis 14 mm bei einer mittleren Dicke um 6 mm. Sonographisch war eine klare Trennung von stark echogenem Mark und wenig echogener Rindenzone zu sehen. Bei senkrechter Anschallung ließ sich die Oragankapsel als hyperechogene Linie erkennen. Die im Hilusbereich ein- und austretenden Gefäße zeigten ein deutliches Wandecho.

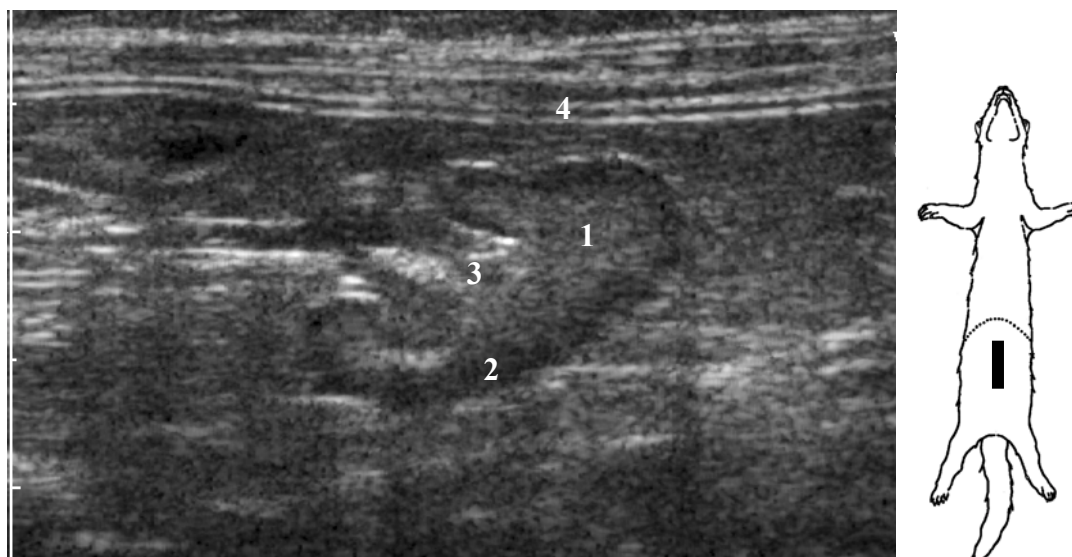


Abb. 39 Längsschnitt durch den Lymphonodus mesentericus (neun Monate alter kastrierter Rüde)

- 1 Mark
- 2 Rinde
- 3 Hilus
- 4 Bauchwand

7.1.3 Pathologische Befunde

Bei 9 der untersuchten Frettchen war eine deutliche Vergrößerung des Mesenteriallymphknotens festzustellen. Eine Differenzierung in Mark und Rinde war bei keinem dieser Lymphknoten mehr möglich. In 4 Fällen stellte sich das gesamte Organ relativ uniform hypoechogen dar. Das Parenchym der anderen 5 vergrößerten Mesenteriallymphknoten war stark inhomogen. Bei 3 dieser Tiere war das insgesamt wenig echogene Parenchym von großen zystisch wirkenden anechogenen Bereichen durchsetzt. Der Mesenteriallymphknoten der beiden anderen Tiere stellte sich insgesamt stärker echogen dar. Einer dieser Lymphknoten war ebenfalls von großen, der andere von kleinen anechogenen Foki durchsetzt (Abb. 40).

Auffällig war bei allen veränderten Lymphknoten eine ausgeprägte Hyperechogenität des unmittelbar um den Lymphknoten gelegenen Gewebes (Abb. 40).

Die Länge des veränderten Lymphknotens variierte von 9 bis 17 mm mit einer durchschnittlichen Länge von ca. 13 mm. Die Dicke reichte bei den untersuchten Tieren von 6 bis 22 mm bei einer mittleren Dicke von ca. 12 mm.

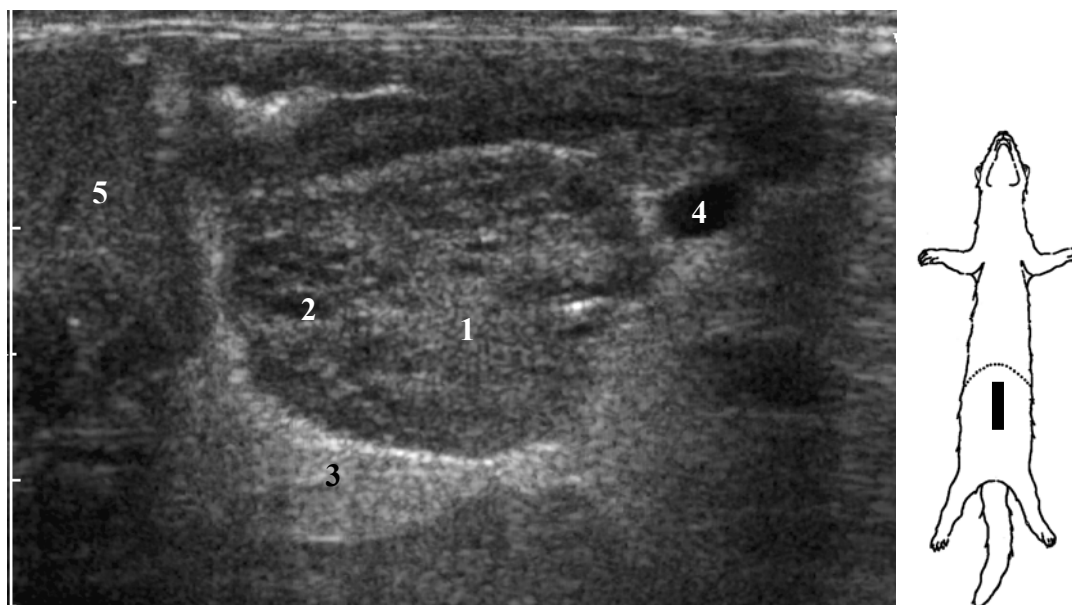


Abb. 40 Tumorös veränderter Lymphonodus mesentericus bei einer siebenjährigen kastrierten Fähe mit multizentrischem Lymphom

- 1 Lymphknotenparenchym
- 2 Anechogener Fokus
- 3 Hyperechogenität des umgebenden Gewebes
- 4 Gefäßquerschnitt
- 5 Leber

7.2 Weitere Lymphknoten

7.2.1 Untersuchungstechnik

Weitere Lymphknoten, die aufgrund ihrer Topographie sonographisch angesprochen werden konnten, waren der Lymphonodus gastricus kraniodorsal des Magens sowie die Lymphonodi iliaci dorsal der Harnblase im Bereich der Aortenendaufzweigung.

7.2.2 Physiologische Befunde

Bei klinisch gesunden Frettchen ließ sich neben dem Mesenteriallymphknoten lediglich der Lymphonodus gastricus in einigen Fällen darstellen.

Dieser war, sofern auffindbar, konstant im Fettgewebe zwischen Leber und Magen lokalisiert. Das Parenchym des Lymphknotens wies eine homogene Echotextur auf. Im Verhältnis zum umgebenden Gewebe stellte es sich hypoechogen dar. Die Form des Magenlymphknotens war gleichmäßig ovoid, sein Durchmesser lag bei 3-5 mm.

7.2.3 Pathologische Befunde

In allen oben beschriebenen Fällen einer Vergrößerung des Mesenteriallymphknotens waren zusätzlich weitere Lymphknoten vergrößert. Es handelte sich hierbei im besonderen um den Lymphonodus gastricus und die Lymphonodi iliaci. Daneben konnten bei einzelnen dieser Tiere weitere zwischen den Darmschlingen gelegene Lymphknoten dargestellt werden.

Der veränderte Lymphonodus gastricus wies einen Durchmesser von bis zu 10 mm auf. Er stellte sich als rundes bis polygonales Gebilde mit echoarmer Grundtextur dar. Auch bei diesem Lymphknoten zeigte sich die für den veränderten Mesenteriallymphknoten beschriebene Hyperechogenität des umgebenden Gewebes (Abb. 41).

Die Lymphonodi iliaci waren nur im vergrößerten Zustand bei gleichzeitig vergrößertem Mesenteriallymphknoten auffindbar. Sie stellten sich dorsal der Harnblase als im Querschnitt runde, im Längsschnitt längsovale Gebilde mit einer deutlichen Trennung von stark echogem Mark und wenig echogener Rinde dar und waren von einem breiten Saum hyperechogenen Gewebes umgeben (Abb. 42).

Bei den vier Frettchen mit multipel veränderten Lymphknoten konnten, zusätzlich zu den genannten, einige weitere stark vergrößerte Lymphknoten dargestellt werden, die nicht eindeutig angesprochen werden konnten. Auch bei diesen Lymphknoten zeigte sich die für die anderen veränderten Lymphknoten beschriebene Hyperechogenität des umgebenden Gewebes.

8. Bauchhöhle

Neben Befunden an einzelnen Organen konnte bei 7 Tieren ein Aszites dargestellt werden. Dieser war bei zwei Tieren nachweislich durch eine Kardiomyopathie bedingt.

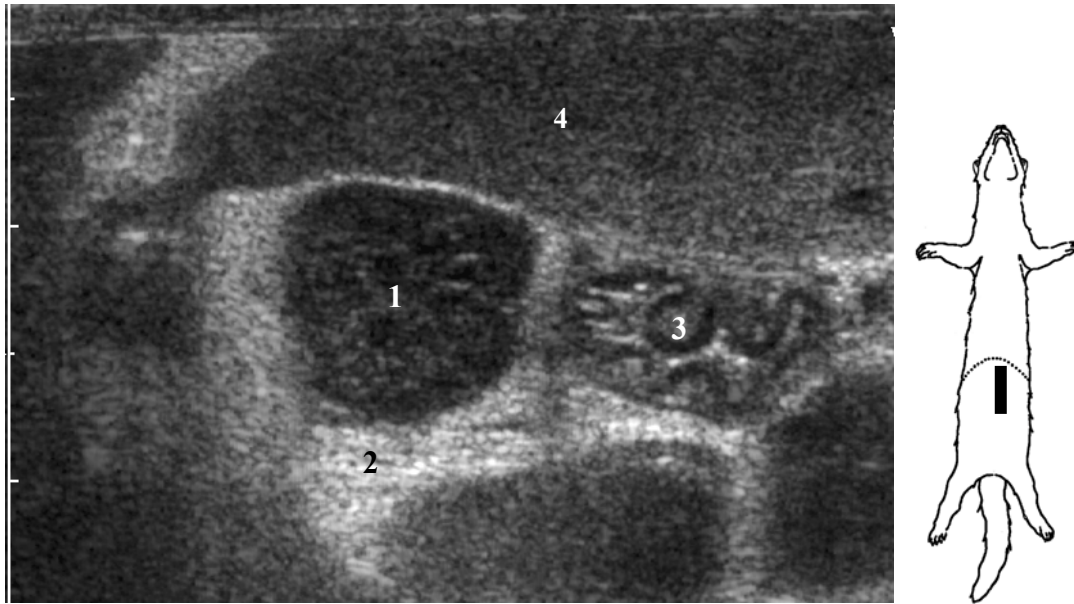


Abb. 41 Veränderter Lymphonodus gastricus bei einem viereinhalbjährigen kastrierten Rüden mit multizentrischem Lymphom

- 1 Lymphonodus gastricus
- 2 Hyperechogenität des umgebenden Gewebes
- 3 Querschnitt durch den leeren Magen
- 4 Hyperplastische Milz

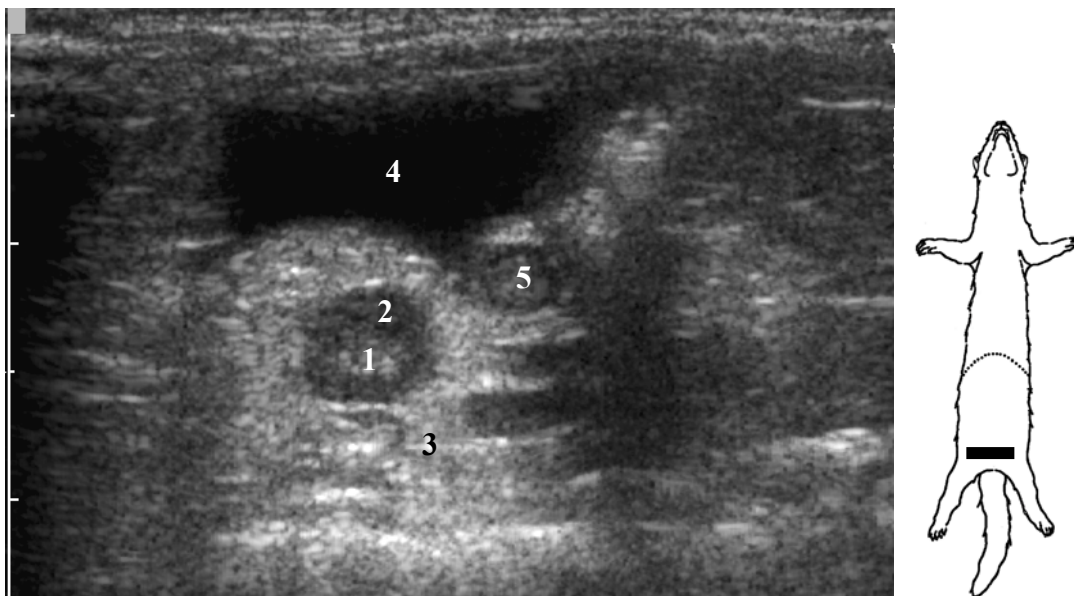


Abb. 42 Veränderter Lymphonodus iliacus (achtjährige kastrierte Fähe)

- 1 Mark und 2 Rinde eines Lymphonodus iliacus
- 3 Hyperechogenität des umgebenden Gewebes
- 4 Harnblasenquerschnitt
- 5 Querschnitt durch den Uterus

E. Diskussion

Das dieser Arbeit zugrundeliegende Untersuchungsschema wurde, soweit keine vergleichbaren Studien an Frettchen in der Literatur vorhanden waren, in Anlehnung an Arbeiten zur sonographischen Untersuchung von Hund und Katze entwickelt (Scholz et al., 1993; Poulsen Nautrup und Tobias, 1998; Nyland und Mattoon, 2002). Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, daß die im Kleintierbereich üblichen Untersuchungstechniken auch für das Frettchen gut durchführbar sind und eine aussagekräftige Befundung der einzelnen Organsysteme ermöglichen.

Im Vergleich zu den bisher veröffentlichten sonographischen Arbeiten zum Frettchen, bei denen zur Untersuchung Frequenzen im Bereich zwischen 5 und 7,5 MHz verwendet wurden (Peter et al., 1990; Ackermann et al., 1994; O'Brien et al., 1996; Neuwirth et al., 1997; Paul-Murphy et al., 1999; Besso et al., 2000), wurde in der vorliegenden Arbeit ein sehr hochauflösendes Ultraschallsystem gewählt. Die Untersuchung bei einer Mittenfrequenz von 12 MHz ermöglichte eine hohe Auflösung sehr kleiner Strukturen. Zur Untersuchung der im Vergleich zu Hund und Katze viel kleineren Organe des Frettchens erwies sich diese Frequenz daher als sehr gut geeignet. Die mit der hohen Frequenz verbundene geringe Eindringtiefe von maximal 3,0 cm war ausreichend, um alle Organe des Frettchenabdomens zu erreichen.

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

Die Studie hat gezeigt, daß eine Sedation selbst zur Untersuchung aggressiver Tiere im allgemeinen nicht erforderlich ist. Die Fixation durch den dem Tier vertrauten Besitzer am Kopf des Tieres und eine weitere Person im Bereich der Hintergliedmaßen führte zu einer sehr guten Ruhigstellung, die eine störungsfreie Untersuchung ermöglichte.

Zu diskutierende sonographische Befunde werden nachfolgend wiederum nach Organsystemen besprochen.

1. Gastrointestinaltrakt

Die sonographische Untersuchung des Gastrointestinaltraktes hat bei Hund und Katze einen hohen diagnostischen Stellenwert. Dahingegen liegen keine Angaben zur sonographischen Darstellung des Gastrointestinaltrakts beim Frettchen vor. Einige der in Kap. 3.2.1 aufgeführten Eigenschaften zur Anatomie des Verdauungstraktes konnten allerdings mit dem sonographischen Bild in Einklang gebracht werden. So stellte sich der Pylorus, dessen Form in der Literatur als darmartig beschrieben wird (Hoffman, 1956), auch bei den hier untersuchten Tieren als schlankes darmrohrartiges Gebilde dar (Abb.7).

Die geringe Größe des Frettchens führte dazu, daß trotz des verwendeten hochauflösenden Ultraschallsystems einige bei der Katze noch sichtbare Strukturen nicht mehr dargestellt werden konnten. Dies muß bedacht werden, um Befunde wie die weitgehend nicht darstellbare sonographische Fünfschichtung der Magen- und Darmwand des Frettchens nicht fehlzuinterpretieren.

Bezüglich der Darstellung des Magens fiel im Vergleich mit den Angaben zur Sonoanatomie von Hund und Katze bei den untersuchten Frettchen auf, daß das typische Bild der Magenrosette, wie es sich beim leeren Magen der Katze zeigt, lediglich bei zwei seit einigen Tagen inappetenten Tieren sonographisch darstellbar war. Es stellt sich daher die Frage, ob dieser bei der Katze häufige Befund beim Frettchen bereits auf eine mit Inappetenz einhergehende starke Störung des Allgemeinbefindens hindeutet und dementsprechende Beachtung finden sollte.

Die sonographische Darstellung der Leber entsprach dem vom Hund und von der Katze bekannten Bild. Die bei zwei Frettchen festgestellten Veränderungen der Gallenblase in Form von Septierungen stellen ein bereits aus der sonographischen Literatur der Katze bekanntes Bild dar. Hier handelt es sich um einen häufigen Zufallsbefund ohne klinische Auswirkungen (Scholz und Lüerssen, 1998). Auch die beiden hier untersuchten Frettchen zeigten ein ungestörtes Allgemeinbefinden und sonographisch waren ebenfalls keinerlei Auswirkungen der Veränderung feststellbar. In der einzigen vorhandenen Studie zum Frettchen, die bei zwei Tieren einen ähnlichen Befund in Form einer akzessorischen Gallenblase beschreibt, konnten histologisch und anatomisch ebenfalls keine Anzeichen für eine Beeinträchtigung der normalen Leberfunktion festgestellt werden (Andrews et al., 1979). Daher kann davon ausgegangen werden, daß derartigen sonographischen Befunden auch beim Frettchen keine klinische Bedeutung beigemessen werden muß.

Das Pankreas stellt ein häufig beim Frettchen erkranktes Organ dar. Seine sonographische Darstellung ist nur bei kranken Frettchen beschrieben (Kap. 4.2), und auch bei Hunden und Katzen ist das gesunde Pankreas sonographisch sehr schwer abzugrenzen (Lüerssen und Janthur, 1998). Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Bauchspeicheldrüse auch beim Frettchen trotz des hochauflösenden Ultraschallsystems sonographisch nicht zu sehen war. Dennoch sollte die Region, in der sich das Pankreas befindet, bei der abdominalen Sonographie grundsätzlich untersucht werden, da sich das Organ im Falle einer krankhaften Vergrößerung unter Umständen darstellen läßt.

2. Milz

Die bei 31 der untersuchten Frettchen festgestellte Splenomegalie ist ein extrem häufig beschriebener Befund, der im Zusammenhang mit ganz verschiedenen Erkrankungen auftritt und auch beim klinisch gesunden Frettchen nicht selten vorkommt (Hillyer, 1997). Eine Ursache ist häufig nicht eindeutig auszumachen. Auch in der vorliegenden Studie befanden sich unter den Frettchen mit vergrößerter Milz 16 Tiere, die weder klinisch noch sonographisch weitere Besonderheiten aufwiesen. Bei den verbleibenden 15 Frettchen handelte es sich um alle Tiere, bei denen ein Nebennierentumor diagnostiziert worden war, sowie 7 der 9 Tiere mit einem klinisch diagnostizierten multizentrischen Lymphom.

Eine Splenomegalie wurde auch in der Literatur bei bis zu 87% der an Hyperadrenokortizismus erkrankten Tiere beobachtet (Weiss und Scott, 1997). Ebenso sind in allen in der Literatur vorhandenen Studien über Lymphome beim Frettchen gleichzeitig vorliegende Splenomegalien beschrieben (Smith und Bishop, 1985; Dugan et al., 1989; Erdman et al., 1995; Batchelder et al., 1996; Erdman et al., 1996 a/b; Li et al., 1998).

Sektionsstatistiken zufolge liegen nur bei 5% aller Splenomegalien ursächlich Lymphome zugrunde (Brown, 1997 b), so daß trotz des bei Frettchen mit Lymphomen sehr häufigen Befundes einer Splenomegalie nicht reziprok von einer Milzvergrößerung auf ein Lymphom geschlossen werden darf.

Das Erscheinungsbild der in Abb. 20 dargestellten Milz eines Frettchens mit multizentrischem Lymphosarkom entspricht dem einzigen in der Literatur beschriebenen Fall einer sonographisch dargestellten Splenomegalie, deren Ursache ein multizentrisches Lymphom war. Auch beim Hund und bei der Katze sind diffus in der Milz verteilte anechogene Foki als typisches Bild eines Lymphoms beschrieben (Nyland et al., 2002b). Daher kann davon ausge-

gangen werden, daß derartige zusätzlich zur Organvergrößerung vorliegende diffus in der Milz verteilte anechogene Foki beim Frettchen ebenfalls auf eine Lymphom-assoziierte Splenomegalie hindeuten.

Bei drei Tieren mit Nebennierentumoren wurde bei der chirurgischen Entfernung des Tumors gleichzeitig eine Milzbiopsie entnommen. Bei allen diesen Tieren wurde histologisch eine follikuläre Hyperplasie mit gesteigerter extramedullärer Hämatopoese diagnostiziert. Dies entspricht Angaben in der Literatur, wonach eine extramedulläre Hämatopoese mit 69% aller in einer Studie untersuchten Fälle die häufigste Ursache für eine Splenomegalie darstellte (Weiss und Scott, 1997).

3. Nebennieren

Bei der Untersuchung der Nebennieren hat sich eine Ankopplung des Schallkopfes von ventral als sehr gut geeignet erwiesen, um eine schnelle und sichere Darstellung des Organs zu ermöglichen. Die ebenfalls in der Literatur beschriebene Auffindung der Nebennieren von dorsolateral ist nach eigenen Erfahrungen schwieriger durchzuführen.

Bezüglich des sonographischen Erscheinungsbildes der Nebennieren konnten die meisten Angaben aus der Literatur bestätigt werden. Daneben ergaben die eigenen Untersuchungen allerdings auch einige Abweichungen, die im folgenden diskutiert werden sollen.

Die Lage der rechten Nebenniere stimmte im eigenen Untersuchungsgut nicht mit der in den allermeisten sonographischen Studien dokumentierten Lage überein. Während die rechte Nebenniere meist als lateroventral der V. cava caudalis befindlich beschrieben wird (Neuwirth et al., 1993; Ackermann et al., 1994; O'Brien et al., 1996; Barthez et al., 1998), konnte sie im eigenen Untersuchungsgut in allen Fällen dorsal bis dorsolateral der Vene lokalisiert werden. Diese Lage wurde in der sonographischen Literatur lediglich in einer einzigen Studie dokumentiert (Neuwirth et al., 1997). Die Beschreibungen anatomischer Studien hingegen bestätigen die in dieser Arbeit dokumentierte Lokalisation der Nebenniere dorsal der V. cava caudalis (Evans und An, 1998).

Noch deutlichere Abweichungen fanden sich bezüglich der Echotextur des Organs. Während in der Literatur eine Unterscheidung von hyperechogenem Mark und hypoechogener Rinde (Neuwirth et al., 1993; O'Brien, 1996; Barthez et al., 1998) sowie in einer Studie sogar die Differenzierung der einzelnen Rindenzonen mit einer 7- bzw. 7,5 MHz-Sonde (Neuwirth et al., 1997) beschrieben wird, konnte in den eigenen Untersuchungen mit der verwendeten

hochauflösenden 12 MHz-Sonde keinerlei Unterscheidung zwischen Mark und Rinde getroffen werden. Eine solche Differenzierung war im Rahmen dieser Arbeit allerdings regelmäßig bei dem ebenfalls im kranialen Abdomen gelegenen Mesenteriallymphknoten möglich. Wie bereits in der Literatur zu diesem Lymphknoten erwähnt, kann er aufgrund seiner Lage und Größe leicht mit der Nebenniere verwechselt werden, so daß nicht auszuschließen ist, daß es sich bei den Beschreibungen in der Literatur um eine Verwechslung mit diesem Lymphknoten gehandelt haben könnte. Abb. 23 zeigt einen Lymphknoten mit deutlicher Mark-Rindenschichtung, dessen Form der einer Nebenniere sehr nahe kommt. Da der Mesenteriallymphknoten immer ventral der V. cava caudalis lokalisiert ist, könnte in einer solchen Verwechslung ebenfalls die in der Literatur beschriebene Lage der rechten Nebenniere ventral der V. cava caudalis begründet sein.

Bestätigt werden konnten hingegen die Beschreibungen des sonographischen Bildes von Nebennierentumoren. Laut Literatur kommt es selten zu einer Längenzunahme des Organs, sondern in den meisten Fällen zu einer Dickenzunahme oder der Ausbildung von über die Organoberfläche hinausragenden Knoten (Neuwirth et al., 1993; Besso et al., 2000). Sieben der acht in dieser Studie diagnostizierten Nebennierenneoplasien waren durch eine Dickenzunahme gekennzeichnet, die in Form eines protrudierenden Knotens eines der Organenden betraf, so daß die Organdicke als entscheidender Parameter bei der Diagnostik von Nebennierentumoren beim Frettchen bestätigt werden konnte.

4. Harnorgane

Die Harnblase des Frettchens entsprach in ihrer sonographischen Darstellung der von Hund und Katze. In der Literatur zum Frettchen werden in einigen Veröffentlichungen Harnblasensteine als sehr häufig auftretende Pathologie beschrieben (Wenzel und Berestov, 1987; Nguyen et al., 1997). Neueren Berichten zufolge ist die Zahl der an Urolithiasis erkrankten Frettchen in der Praxis allerdings eher zurückgegangen (Bell, 1996; Hillyer, 1997; Orcutt, 2003). Dieser Trend konnte in der vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Unter 55 untersuchten Frettchen befand sich kein einziges Tier mit Anzeichen auf solide Harnsteine. Die in Kap. 5.1.3 beschriebenen bei zwei Frettchen im Harnblasenlumen detektierten reflexreichen, sedimentierenden Echos legten allerdings die Diagnose von Harngries nahe.

Die Nieren des Frettchens zeigten nicht nur im unveränderten Zustand das vom Hund und von der Katze bekannte sonographische Bild. Auch einige der pathologischen Veränderungen entsprachen den in sonographischen Untersuchungen an Hund und Katze beschriebenen Dar-

stellungen. Die häufigsten Befunde bei der sonographischen Untersuchung der Niere stellten zystische Veränderungen der Nierenrinde sowie eine Hyperechogenität des Nierenmarks dar. Die Häufigkeit mit der im eigenen Untersuchungsgut Nierenzysten festgestellt werden konnten, steht gänzlich im Gegensatz zu der geringen Anzahl detaillierter diesbezüglicher Veröffentlichungen in der aktuellen Literatur. Veränderungen der Niere in Form von Zysten werden zwar auch in der Literatur als relativ häufig beschrieben (Hillyer, 1997; Orcutt, 2003). Häufigkeitsangaben liegen allerdings mit 5 von 50 (Andrews et al., 1979) und 2 von 27 (Esteves et al., 1994) pathologisch untersuchten Tieren weit unter dem im eigenen Untersuchungsgut festgestellten Vorkommen bei 20 von 55 Tieren. Die in der Literatur beschriebene Lokalisation der Zysten stimmt mit der in dieser Untersuchung beobachteten Lage der Zysten weitgehend überein. Sie befanden sich ebenfalls bei der überwiegenden Zahl der Tiere im Rindenbereich (Andrews et al., 1979; Esteves et al., 1994). In zwei Einzelfallberichten mit multiplen Zysten waren diese allerdings zusätzlich im Markbereich lokalisiert (Dillberger, 1985; Puerto et al., 1998). Das Mark war im eigenen Untersuchungsgut nur bei zwei Tieren mit sehr großen Zysten mit betroffen. Es wird beschrieben, daß Nierenzysten mit und ohne klinische Anzeichen auftreten können (Hillyer, 1997). Bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Frettchen konnte lediglich bei den beiden Tier, die sehr große Zysten aufwiesen, eine auf die eingeschränkte Nierenfunktion zurückzuführende klinische Beeinträchtigung festgestellt werden (Kap. 5.3.3). Es ist anzunehmen, daß hierin der Grund für die Diskrepanz zwischen veröffentlichten und selbst untersuchten Fällen von Nierenzysten zu suchen ist. Da das Frettchen im Vergleich zu Hund und Katze immernoch ein seltener Patient ist, beschränken sich die vorhandenen Studien im wesentlichen auf die Krankheitsbilder, die zu deutlichen klinischen Veränderungen führen und daher häufig Grund einer Vorstellung des Tieres sind. Laut Hillyer (1997) werden Nierenzysten trotz ihres häufigen Auftretens bei der klinischen Untersuchung eher selten diagnostiziert. Eine Aussage über die tatsächliche klinische Relevanz der zystischen Nierenveränderungen beim Frettchen bedarf weiterführender Untersuchungen, die objektivierbare Nierenparameter wie dopplersonographische Gefäßwiderstandindizes einbeziehen. Derartige Messungen sind Bestandteil einer parallel laufenden Studie (Gorgas, 2004). Auch die Ätiologie zystischer Veränderungen der Frettchenniere bleibt zu klären.

Der sehr häufige Befund eines hyperechogenen Nierenmarks bedarf ebenfalls weiterführender Untersuchungen. Diese Veränderung ist, ganz im Widerspruch zu dem gehäuften Auftreten im eigenen Untersuchungsgut in der Literatur über Frettchen an keiner Stelle beschrieben. Auch hier könnte eine Erklärung für diese Diskrepanz in der fehlenden klinischen Relevanz

zu suchen sein. Es konnten bei den untersuchten Frettchen keine direkten klinischen Auswirkungen festgestellt werden. Die eingehendere Beschäftigung auch mit diesem Organbefund ist Thema der oben genannten Studie (Gorgas, 2004). Eine histologische Abklärung der sonographischen Parenchymveränderungen steht noch aus.

Beim Hund und bei der Katze sind hyperechogene Veränderungen der Niere im Zusammenhang mit Nephrokalzinosen beschrieben (Janthur und Lüerssen, 1998). Auch bei Katzen stellt der bei einigen Frettchen beobachtete stark hyperechogene scharfe Streifen an der Mark-Rinden-Grenze einen typischen Befund dar, der in einigen Fällen im Zusammenhang mit Nephrokalzinosen beobachtet werden konnte (Yeager und Andersson, 1989; Biller et al., 1992; Prüfer, 1994). Zusammen mit der Tatsache, daß Kalkablagerungen beim dem Frettchen nahe verwandten Nerz als sehr häufig gesehenen Sektionsbefund beschrieben sind (Lölinger, 1970; Wenzel und Berestov, 1987), deuten diese Beschreibungen darauf hin, daß es sich auch bei den hier beobachteten hyperechogenen Veränderungen der Niere um Nephrokalzinosen handeln könnte.

Bei drei der untersuchten Tiere wurden Hydronephrosen festgestellt. Während alle in der Literatur näher beschriebenen Fälle einer Hydronephrose beim Frettchen auf eine iatrogene Ligation des Ureters im Zuge der Kastration von Fähen zurückzuführen waren (Andrews et al., 1979; Nelson, 1984; Hillyer, 1997; Künzel et al., 2003), handelte es sich bei zwei der drei Frettchen aus dem eigenen Untersuchungsgut um männliche Tiere. Bei dem einzigen weiblichen Tier war die Ursache für die Erweiterung des Nierenbeckens offensichtlich die in Abb. 30 abgebildete Nierenzyste, die vermutlich durch Druck auf den Ureter den Harnabfluß behinderte. Die Ätiologie der Hydronephrose bei den beiden männlichen Tieren konnte nicht geklärt werden. In dem in Abb. 32 dargestellten Fall lag die Stauungsursache aber eindeutig unmittelbar vor dem Eintritt des Ureters in die Harnblase, da der ebenfalls gestaute Ureter bis hierher verfolgt werden konnte.

5. Genitalorgane

Die Darstellung der Ovarien gelang bei 5 von 10 Frettchen. Funktionsgebilde waren auch bei der einen ranzigen Fähe nur undeutlich abgrenzbar.

Die meisten als Haustiere gehaltenen Frettchen werden früh kastriert, so daß die sonographische Untersuchung der Ovarien beim Frettchen eher nebensächlich ist. Eine sonographische Zyklusdiagnostik, wie sie bei zur Zucht verwendeten Fähen von Bedeutung sein könnte,

scheint aufgrund der sehr unzuverlässigen Ansprechbarkeit von Funktionsgebilden nicht möglich.

Bei den in der Literatur beschriebenen pathologischen Veränderungen der Eierstöcke handelt es sich zumeist um neoplastische Prozesse (Cotchin, 1980; Dillberger und Altman, 1989; Welle und Göbel, 1992; Beach und Greenwood, 1993; Li et al., 1998; Patterson et al., 2003). Der einzige pathologische Eierstocks Befund im eigenen Untersuchungsgut äußerte sich klinisch in Form einer Dauerranz. Dieses durch Hyperöstrogenismus bedingte Bild ist als Symptom für verschiedene Veränderungen beschrieben. Da die Ovulation beim Frettchen durch den Deckackt ausgelöst wird, kommt es bei der unkastrierten, nicht gedeckten Fähe zu einem Persistieren der Follikel und damit zur Dauerranz (Schmidt, 2003). Dieselben Symptome sind bei kastrierten Fähen mit in der Bauchhöhle verbliebenem Ovarrestgewebe (Wit et al., 2001) sowie als typisches Bild bei an Hyperadrenokortizismus leidenden Fähen (Lipman et al., 1993; Rosenthal, 1997; Weiss und Scott, 1997) beschrieben. Zur Abgrenzung dieser zu demselben klinischen Bild führenden Pathologien gegeneinander ist die sonographische Untersuchung ein unverzichtbares und, wie die Studie gezeigt hat, sehr zuverlässiges diagnostisches Mittel.

Die sonographische Untersuchung der Gebärmutter hat sich in der vorliegenden Arbeit als sehr gut durchführbar und aussagekräftig erwiesen. Wie in Kap. 6.2.3 erwähnt, wiesen alle weiblichen Tiere, bei denen ein Nebennierentumor diagnostiziert wurde, gleichzeitig Veränderungen der Gebärmutter auf. In der Literatur werden Stumpfyometritiden bei ovariohysterektomierten, an Nebennierentumoren leidenden Fähen als häufiger Begleitbefund beschrieben (Besso et al., 2000). Die Gebärmutterveränderungen im eigenen Untersuchungsgut konnten nicht näher differenziert werden. Lediglich der Gebärmutterstumpf, der im Ultraschallbild zystische Veränderungen zeigte, konnte bei der operativen Entfernung der tumorösen Nebenniere des Tieres genauer untersucht werden. Hier bestätigte sich der Verdacht von Zysten.

Auffallend war, daß sich die Uteri bei den untersuchten Fähen, die an Hyperöstrogenismus erkrankt waren, hypoechogener darstellten als der physiologisch vergrößerte Uterus der ranzigen Fähe. Eine Erklärung hierfür könnte in einer noch stärkeren Ödematisierung der pathologischen Gebärmutter liegen. Diese könnte ihrerseits von einer die natürliche Östrogenproduktion der Ovarien während der Ranz übersteigenden Sexualsteroidproduktion durch den Nebennierentumor herrühren. Keines der Tiere hatte eitrigem Vaginalausfluß oder Fieber.

Dennoch läßt sich allein durch die sonographische Untersuchung nicht ganz ausschließen, daß es sich bei den Gebärmutterveränderungen um Endometritiden gehandelt haben könnte.

Die sonographische Darstellung der Prostata ist ebenfalls vor allem bei an Nebennierentumoren leidenden Frettchenrüden von Bedeutung. Bei diesen Tieren finden sich häufig hyperplastische und zystische Veränderungen des Organs (Coleman et al., 1998; Besso et al., 2000). Im eigenen Untersuchungsgut konnten allerdings keine derartigen Veränderungen festgestellt werden. Es gelang lediglich bei drei unkastrierten gesunden Rüden, die unveränderte Prostata darzustellen. Es muß allerdings bedacht werden, daß lediglich drei der Tiere, bei denen Symptome eines Hyperöstrogenismus bestanden, männlich waren, so daß keine repräsentative Fallzahl vorlag, die eine definitive Aussage ermöglichte.

6. Lymphknoten

6.1 Mesenteriallymphknoten

Der Mesenteriallymphknoten ließ sich bei allen untersuchten Frettchen aufgrund seiner auffälligen Größe und zentralen Lage im Abdomen sehr leicht auffinden.

Während in der Literatur zur Anatomie des Frettchens von einem rechten und einem linken Lymphonodus mesentericus cranialis berichtet wird (Evans und An, 1998), war bei allen im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Frettchen lediglich ein unpaarer Mesenteriallymphknoten auffindbar. Dieser Befund steht im Einklang mit der einzigen Veröffentlichung zur sonographischen Darstellung des Mesenteriallymphknotens (Paul-Murphy et al., 1999). Da der Lymphknoten, wie eingangs erwähnt, sehr leicht sonographisch auffindbar ist, ist es nicht wahrscheinlich, daß bei sämtlichen untersuchten Tieren ein zweiter solcher Lymphknoten übersehen wurde. Man kann daher davon ausgehen, daß es sich um ein unpaares Organ handelt.

Nicht im Einklang mit der einzigen in der Literatur vorhandenen Studie zur Sonoanatomie des Mesenteriallymphknotens beim Frettchen stehen die eigenen Befunde zur Form sowie zur Echotextur des Lymphknotens. Während er in der Literatur als rund bis ovoid und uniform hyperechogen beschrieben wird, stellte er sich im eigenen Untersuchungsgut sehr formvariabel dar. Eine rundliche Form war jedoch lediglich bei Tieren mit stark verändertem Lymphknoten zu beobachten, während der unveränderte Lymphknoten sich eher bohnenförmig darstellte mit deutlicher Einziehung im Hilusbereich. Zudem war bei allen in dieser Arbeit als

sonographisch unverändert gewerteten Mesenteriallymphknoten eine deutliche Unterteilung in einen hyperechogenen Mark- und einen hypoechogenen Rindbereich sichtbar. Ein Grund für diese Abweichung könnte in der niedrigeren Frequenz und dem damit verbundenen geringeren Auflösungsvermögen des in der genannten Studie verwendeten Schallkopfes liegen.

Die Unterteilung in eine Mark- und eine Rindenzone fehlte bei den für diese Arbeit untersuchten Frettchen lediglich bei 9 Tieren, bei denen aufgrund der in Kap. 7.1.3 beschriebenen Befunde klinisch ein multizentrisches Lymphom diagnostiziert worden war. Bei einem dieser Tiere war zusätzlich zu den Lymphknotenveränderungen die Milz sonographisch stark verändert (Abb. 20). Bei diesem Tier konnte die Diagnose durch die pathohistologische Untersuchung der Milz bestätigt werden. Lymphome treten beim Frettchen gehäuft auf (Beach und Greenwood, 1993; Batchelder et al., 1996; Erdman et al., 1996b; Li et al., 1998).

Da sowohl Lymphome als auch Nebennierentumoren häufige Befunde beim Frettchen darstellen, ist eine sonographische Abgrenzung dieser beiden Tumorarten von großer Bedeutung. Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit haben gezeigt, daß tumorös veränderte Lymphknoten und Nebennierenneoplasien sonographisch ein sehr ähnliches Bild ergeben können (Abb. 40 und Abb. 25). Durch die zusätzliche Medialverlagerung der stark vergrößerten Nebenniere kann sich die Unterscheidung eines veränderten Lymphknotens von einer Nebennierenneoplasie daher im Einzelfall schwierig gestalten und unter Umständen nur durch Auffinden des jeweils unveränderten Organs möglich sein.

6.2 Weitere Lymphknoten

Der Mesenteriallymphknoten war der einzige regelmäßig bei allen Frettchen sonographisch darstellbare Lymphknoten. Es ist daher anzunehmen, daß das Auftreten weiterer Lymphknoten im sonographischen Bild bereits auf einen pathologischen Prozeß hindeutet. Die einzige Ausnahme bildet der Magenlymphknoten, da dieser vereinzelt auch bei gesunden Frettchen ohne erkennbare sonstige Veränderungen darstellbar war. Es empfiehlt sich jedoch in Fällen, in denen sich der Magenlymphknoten auffinden läßt, eine besonders eingehende Untersuchung des Lymphonodus mesentericus sowie der Lymphonodi iliaci, da bei allen vier Tieren, bei denen klinisch ein Lymphom diagnostiziert wurde, neben dem Mesenteriallymphknoten auch der Lymphonodus gastricus verändert war. Nach den in dieser Arbeit gewonnenen Ergebnissen scheint es wahrscheinlich, daß eine Darstellung des Magenlymphknotens nur dann als pathologisch zu bewerten ist, wenn sich gleichzeitig Veränderungen des Mesenteriallymphknotens finden, da nur bei solchen Tieren auch klinisch ein Krankheitsprozeß oder so-

nographisch Veränderungen weiterer lymphatischer Organe feststellbar waren. Es läßt sich allerdings nicht ausschließen, daß die alleinige sonographische Darstellbarkeit des Magenlymphknotens ohne weitere Lymphknotenveränderungen auf ein klinisch noch nicht erfaßbares frühes Stadium eines multizentrischen Lymphoms hindeutet.

Um eine klare diesbezügliche Aussage machen zu können, wäre es notwendig die Frettchen, bei denen der Magenlymphknoten darstellbar war, über einen längeren Zeitraum weiter zu beobachten sowie die Untersuchungen auf ein statistisch auswertbares Ausmaß auszudehnen. Eine solche Studie wäre auch von großem klinischen Wert, da Lymphome, wie erwähnt, zu den häufigsten Tumorarten beim Frettchen gehören und detailliertere Kenntnisse zur Entstehung und Ausbreitung dieser Neoplasien eine Früherkennung erleichtern und dadurch unter Umständen die Chancen für eine aussichtsreiche Therapie erhöhen könnten.

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, einen Überblick über die abdominale Sonoanatomie des Frettchens zu liefern. Zu diesem Zweck wurden 38 gesunde sowie 17 aufgrund verschiedener Krankheitssymptome vorgestellte adulte Frettchen mit einem 12 MHz-Linearschallkopf sonographisch untersucht. Dokumentiert wurden physiologische Parameter sowie häufig auftretende pathologische Veränderungen der abdominalen Organe. Mit Ausnahme des Pankreas konnten sämtliche Organe regelmäßig abgebildet werden. Die Darstellung der meisten Organe entsprach dem von Hund und Katze bekannten sonographischen Bild. Daneben konnten einige für das Frettchen spezifische Befunde erhoben werden.

Besonders augenfällig war der bei allen untersuchten Tieren leicht auffindbare Lymphonodus mesentericus cranialis. Dieser dem Hund und der Katze fehlende Lymphknoten befand sich beim Frettchen auf Höhe der vorderen Gekrösewurzel zentral im Abdomen. Er stellt sich physiologischerweise als eine 6-18 mm lange, 3-14 dicke bohnenförmige Struktur dar, die eine deutliche Einziehung im Hilusbereich sowie eine klare Unterteilung in eine hyperechogene Mark- und eine hypoechogene Rindenzone erkennen läßt. Besondere Bedeutung kommt diesem Lymphknoten aus zwei Gründen zu. Zum einen ist eine genaue Kenntnis seiner Sonoanatomie unverzichtbar, da er aufgrund seiner Form, Größe und Lage sehr leicht mit einem Nebennierentumor, einer der häufigsten Neoplasien beim Frettchen, verwechselt werden kann. Zum anderen war er in allen in dieser Studie diagnostizierten Fällen von Lymphomen morphologisch verändert. Dieser Befund ist insofern relevant, als Lymphome neben den Tumoren der Nebenniere zu den häufigsten Neoplasien beim Frettchen zählen.

Auffällige pathologische Befunde betrafen vor allem die Nieren. Hier fanden sich im wesentlichen zwei bei einer Vielzahl von Tieren feststellbare Veränderungen. Bei 20 von 55 untersuchten Frettchen wies mindestens eine der Nieren Zysten im Rindenbereich auf, deren Zahl und Größe individuell stark variierte. Lediglich zwei Tiere, bei denen nahezu das gesamte Organparenchym durch sehr große Zysten verdrängt war, wiesen eine Störung der Nierenfunktion auf. 22 der 55 Frettchen zeigten eine deutliche Hyperechogenität des Nierenmarks, bei der es sich vermutlich um eine Nephrokalzinose handelte. Nach den bisherigen Untersuchungen führt jedoch auch dieser Befund nicht zu einer Beeinträchtigung der Nierenfunktion.

Daneben waren die am häufigsten auftretenden Befunde Lymphadenopathien, Splenomegalien sowie Nebennierentumoren.

Insgesamt erwies sich die abdominale Sonographie beim Frettchen als eine sehr gut durchführbare und aussagekräftige Untersuchungsmethode, die bei einigen Erkrankungen das bildgebende diagnostische Mittel der Wahl darstellt. Der abdominalen Sonographie sollte daher beim Frettchen der gleiche Stellenwert zukommen, den sie bei Hund und Katze bereits besitzt.

Summary

Abdominal ultrasonography in the ferret (*Mustela putorius f. furo* L. 1758)

The aim of the present study was to give a synopsis of the sonographic abdominal anatomy of the ferret. For this purpose, 38 healthy adult ferrets and 17 adult ferrets presented for different signs of illness were examined ultrasonographically with 12MHz linear transducer. Physiologic as well as frequent pathologic parameters of the abdominal organs were documented. With exception of the pancreas all abdominal organs could be regularly visualized. The appearance of most of the organs corresponded to the sonographic picture known from dog and cat. In addition, several findings specific for the ferret could be documented.

The cranial mesenteric lymph node easily found in all examined animals was especially prominent. This lymph node missing in the dog and the cat is located at the level of the cranial mesenteric artery in the central abdomen. Physiologically it appeared like a kidney-shaped 6-18 mm long and 3-14 mm thick structure which shows a marked invagination at the level of the hilus and a distinct differentiation in hyperechogenic medulla and hypoechogenic cortex. For two reasons this lymph node is particularly important. First, a distinct knowledge of its sonographic anatomy is indispensable as, due to its shape, size and situation, it is easily mistaken for an adrenocortical tumor presenting one of the most frequent neoplasias in ferrets. Secondly, it was found morphologically modified in all cases of lymphoma diagnosed in this study. This finding is relevant as lymphomas beside adrenocortical tumors rank among the most frequent neoplasias seen in ferrets.

Noticeable pathologic findings particularly concerned the kidneys. Essentially, two abnormalities could be detected in a large number of animals. In 20 of 55 examined ferrets there were found cysts in the cortex of at least one kidney which highly varied in number and size among individual animals. Only in two animals that showed very large cysts displacing nearly the whole parenchyma of the organ a disorder of the renal function was found. 22 of the 55 ferrets showed a distinct hyperechogenicity of the renal medulla which probably corresponded to nephrocalcinosis. According to the previous examinations, these diagnostic findings do not result in a functional impairment of the kidney.

Furthermore, the most frequent findings were lymphadenopathia, adrenocortical neoplasia and splenomegaly.

Summary

In conclusion, abdominal sonography has been shown to be a very well practicable and reliable examination method which is the diagnostic imaging method of choice in several diseases. Thus, it should be ranked as highly as in dogs and cats.

H. Literaturverzeichnis

- ACKERMANN, J., CARPENTER, J. W., GODSHALK, C. P., HARMS, C. A.:
Ultrasonographic detection of adrenal gland tumors in two ferrets. JAVMA 205: 1001-1003; 1994
- AHNE, W.:
Wechselbeziehungen zwischen Tier und Umwelt und der Einfluß des Menschen auf die Tierwelt. In: Ahne, W.; Liebich, H.-G.; Stohrer, M.; Wolf, E.: Zoologie. Lehrbuch für Studierende der Veterinärmedizin und Agrarwissenschaften. S. 305-313, Schattauer, Stuttgart 2000
- ALLMACHER, G.:
Frettchenhaltung. Dtsch. tierärztl. Wschr. 101: 92-93; 1994
- ANDREWS, P.L.R., ILLMAN, O., MELLERSH, A.:
Some observations of anatomical abnormalities and disease states in a population of 350 ferrets (*Mustela furo* L.). Z Versuchstierk 21: 346-353; 1979
- BARTHEZ, P. Y., NYLAND, T. G., FELDMAN, E. C.:
Ultrasonography of the adrenal glands in the dog, cat, and ferret. VCNA 28: 869-885; 1998
- BATCHELDER, M. A., ERDMAN, S. E., LI, X., FOX, J. G.:
A cluster of cases of juvenile mediastinal lymphoma in a ferret colony. Lab Anim Sci 46: 271-274; 1996
- BEACH, J. E., GREENWOOD, B.:
Spontaneous neoplasia in the ferret (*Mustela putorius furo*). J Comp Path 108: 133-147; 1993
- BELL, J. A.:
Ensuring proper nutrition in ferrets. Vet Med 91: 1098-1103; 1996
- BENECKE, N.:
Der Mensch und seine Haustiere. Die Geschichte einer jahrtausendealten Beziehung. S. 353-356, Theiss, Stuttgart 1994
- BESSO, J., TIDWELL, A. S., GLIATTO, J. M.:
Retrospective review of the ultrasonographic features of adrenal lesions in 21 ferrets. Vet Radiol Ultrasound 41: 345-352; 2000
- BILLER, D. S., BRADLEY, G. A., PARTINGTON, B. P.:
Renal medullary rim sign: ultrasonographic evidence of renal disease. Vet Radiol Ultrasound 33: 286-290; 1992
- BLASE, R., PETTINGER, F.:
Die Jägerprüfung - Das Lehr-, Lern- u. Nachschlagewerk für Jäger. S. 263, Neumann-Neudamm, 24. Aufl., Melsungen 1988
- BROWN, S. A.:
Basic anatomy, physiology, and husbandary. In: Hillyer, E. V., Quesenberry, K. E.: Ferrets, Rabbits, and Rodents: clinical medicine and surgery. S. 3-13, Saunders, Philadelphia 1997 a

- BROWN, S. A.:
Neoplasia. In: Hillyer, E. V., Quesenberry, K. E.: Ferrets, Rabbits, and Rodents: clinical medicine and surgery. S. 99-114, Saunders, Philadelphia 1997 b
- CAPLAN, E. R., PETERSON, M. E., MULEN, H. S., QUESENBERRY, K. E., ROSENTHAL, K. L., HOEFER, H. L., MOROFF, S. D.:
Diagnosis and treatment of insulin-secreting pancreatic islet cell tumors in ferrets: 57 cases (1986-1994). JAVMA 209: 1741-1745; 1996
- CHOUKAIR, K.:
Frettchen als Haustiere. S. 11, Kach, 4. Aufl., Hanau 1995
- COLEMAN, G. D., CHAVEZ, M. A., WILLIAMS, B. H.:
Cystic prostatic disease associated with adrenocortical lesions in the ferret (*Mustela putorius furo*). Vet Path 35: 547-549; 1998
- COTCHIN, E.:
Smooth-muscle hyperplasia and neoplasia in the ovaries of domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). J Path 130: 169-171; 1980
- DEFALQUE, V., CAROZZO, C.:
Insulinome chez un furet male castré age de cinq ans. Point-Vétérinaire 34 : 64-68 ; 2003
- DILLBERGER, J. E., ALTMAN, N. H.:
Neoplasia in ferrets: eleven cases with a review. J Comp Path 100: 161-176; 1989
- DILLBERGER, J. E.:
Polycystic kidneys in a ferret. JAVMA 186: 74-75; 1985
- DUGAN, S. J., CENTER, S. A., RANDOLPH, J. F., ANDERSON, W. I.:
Chemotherapeutical remission of multicentric lymphosarcoma in a ferret (*Mustela putorius furo*). JAAHA 25: 69-74; 1989
- ELIE, M. S., ZERBE, C. A.:
Insulinoma in dogs, cats, and ferrets. Compend Contin Educ Pract Vet 17: 51-59; 1995
- ERDMAN, S. E., REIMANN, K. A., MOORE, F. M., KANKI, P. J., YU, Q.-C., FOX, J. G.:
Transmission of a chronic lymphoproliferative syndrome in ferrets. Lab Invest 72: 539-546; 1995
- ERDMAN, S. E., BROWN, S. A., KAWASAKI, T. A., MOORE, F. M., LI, X., FOX, J. G. :
Clinical and pathologic findings in ferrets with lymphoma: 60 cases (1982-1994). JAVMA 208: 1285-1289; 1996 a
- ERDMAN, S. E., KANKI, P. J., MOORE, F. M., BROWN, S. A., KAWASAKI, T. A., MIKULE K. W., TRAVERS, K. U., BADYLAK, S. F., FOX, J. G.:
Clusters of lymphoma in ferrets. Cancer Invest 14: 225-230; 1996 b
- ERHART, N., WITHROW, S. J., ERHART, E. J., WIMSATT, J. H.:
Pancreatic beta cell tumor in ferrets: 20 cases (1986-1994). JAVMA 209: 1737-1740; 1996
- ESTEVEZ, M. I., MARINI, R. P., RYDEN, E. B., MURPHY, J. C., FOX, J. G.:
Estimation of glomerular filtration rate and evaluation of renal function in ferrets (*Mustela putorius furo*). Am J Vet Res 55: 166-172; 1994

- EVANS, H. E., AN, N. Q.:
Anatomy of the ferret. In: Fox, J. G.: Biology and diseases of the ferret. S. 19-69,
Williams and Wilkins, 2. Aufl., Baltimore 1998
- FOX, J. G.:
Biology and diseases of the ferret. Williams and Wilkins, 2. Aufl., Baltimore 1998
- FOX, J. G., GOAD, M. E. P., GARIBALDI, B. A. WIEST, L. M.:
Hyperadrenocorticism in a ferret. JAVMA 191: 343-344; 1987
- GABRISCH, K.:
Frettchen und Marder. In: Gabrisch, K., Zwart, P.: Krankheiten der Heimtiere, S. 235-
274, Schlütersche, 3. Aufl., Hannover 1995
- GORGAS, D.:
Sonographische Untersuchungen der Nieren beim Frettchen (*Mustela putorius f. furo* L.
1758). München, Ludwig-Maximilians-Univ., Tierärztl. Fak., Diss. 2004 eingereicht
- GÖBEL, T.:
Tiergerechte Haltung von kleinen Heimtieren. In: Methling, W., Unshelm, J.: Umwelt-
und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. S. 621-629, Blackwell,
Berlin 2001
- HOEFER, H. L., PATNAIK, A. K., LEWIS, A. D.:
Pancreatic adenocarcinoma with metastasis in two ferrets. JAVMA 201: 466-467; 1992
- HOFFMANN, G.:
Frettchen. In: Hoffmann, G.: Kurzer Abriss der Anatomie und Physiologie der Labora-
toriumstiere, S. 17-23, VEB Gustav Fischer, Jena 1956
- HOLMES, R. L.:
The adrenal gland of the ferret, *Mustela putorius*. J Anat 95: 325-336; 1961
- HILLYER, E.V.:
Urogenital disease. In: Hillyer, E.V., Quesenberry, K.E.: Ferrets, rabbits and rodents.
Clinical medicine and surgery. S. 44-62, W.B. Saunders, Philadelphia 1997
- HILLYER, E.V.:
Cardiovascular diseases. In: Hillyer, E.V., Quesenberry, K.E.: Ferrets, rabbits and
rodents. Clinical medicine and surgery. S. 63-76, W.B. Saunders, Philadelphia 1997
- ISENBÜGEL, E.:
Frettchen. In: Isenbügel, E., Frank, W.: Heimtierkrankheiten, S. 132-139, UTB Ulmer,
Stuttgart 1985
- JACOB, S., PODDAR, S.:
Morphology and histochemistry of the ferret prostate. Acta anat. 125: 268-273; 1986
- JANTHUR, M., LÜERSSSEN, D.:
Nieren und Harnleiter. In: Poulsen Nautrup, C., Tobias, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch
der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. S. 210-227, Schlütersche, 2. Aufl.,
Hannover 1998
- JERGENS, A. E., SHAW, D. P.:
Hyperinsulinism and hypoglycemia associated with pancreatic islet cell tumor in a
ferret. JAVMA 194: 269-271; 1989
- KAUFMAN, J., SCHWARZ, P., MERO, K.:
Pancreatic beta cell tumor in a ferret. JAVMA 185: 998-1000; 1984

- KRAFT, H.:
Ein Beitrag zur Physiologie und Pathologie beim Frettchen (*Mustela putorius furo*).
Tierärztl. Umschau 39: 776-781; 1984
- KÜNZEL, F., GRÖSSLINGER, K., LORINSON, D., HASSAN, J., SCHILCHER, F.,
HITTMAYER, K. M.:
Unilaterale Hydronephrose als Komplikation einer Ovariohysterektomie bei einem
Frettchen. Kleintierpraxis 48: 629-633; 2003
- LAWRENCE, H. J., GOULD, W. J., FLANDERS, J. A., ROWLAND, P. H., YEAGER, A.:
Unilateral adrenalectomy as a treatment for adrenocortical tumors in ferrets: Five cases
(1990-1992). JAVMA 203: 267-270; 1993
- LI, X., FOX, J. G., PADRID, P. A.:
Neoplastic diseases in ferrets: 574 cases (1968-1997). JAVMA 212: 1402-1406; 1998
- LIPMAN, N. S., MARINI, R. P., MURPHY, J. C., ZHIBO, Z., FOX, J. G.:
Estradiol-17 β - secreting adrenocortical tumor in a ferret, JAVMA 203: 1552-1555; 1993
- LÖLIGER, H.-C.:
Krankheiten der Harnorgane. In: Lölliger, H-C: Pelztierkrankheiten. S. 250-278, Gustav
Fischer, Stuttgart 1970
- LUMEIJ, J. T., VAN DER HAGE, M. H., DORRESTEIN, G. M., VAN SLUIJS, F. J.:
Hypoglycaemia due to a functional pancreatic islet cell tumor (insulinoma) in a ferret
(*Mustela putorius furo*). Vet Rec 120: 129-130; 1987
- LUTTGEN, P. J., STORTS, R. W., ROGERS, K. S., MORTON, L. D.:
Insulinoma in a ferret. JAVMA 189: 920-921; 1986
- LÜERSSEN, D., JANTHUR, M.:
Bauchspeicheldrüse. In: Poulsen Nautrup, C., Tobias, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch
der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. S. 199-202, Schlütersche, 2. Aufl.,
Hannover 1998
- MARINI, R. P., RYDEN, E. B., ROSENBLAD, W. D., MURPHY, J. C., FOX, J. G.:
Functional islet cell tumor in six ferrets. JAVMA 202: 430-433; 1993
- MOR, N., QUALLS, C. W., HOOVER, J. P.:
Concurrent mammary gland hyperplasia and adrenocortical carcinoma in a domestic
ferret. JAVMA 201: 1911-1912; 1992
- MÖLLER, U.:
Polyzystisches Nierensyndrom (PKD) bei Perserkatzen – Studie mit verschiedenen
Ultraschallverfahren. München, Ludwig-Maximilians-Univ., Tierärztl. Fak., Diss. 2001
- MOODY, K. D., BOWMAN, T. A., LANG, C. M.:
Laboratory management of the ferret for biomedical research. Lab Anim Sci 35: 272-
279; 1985
- NELSON, W. B.:
Hydronephrosis in a ferret. Vet Med Small Anim Clin 79: 516-521; 1984
- NEUWIRTH, L., COLLINS, B., CALDERWOOD-MAYS, M., TRAN, T.:
Adrenal ultrasonography correlated with histopathology in ferrets. Vet Radiol
Ultrasound 38: 69-74; 1997
- NEUWIRTH, L., ISAZA, R., BELLAH, J., ACKERMAN, N., COLLINS, B.:
Adrenal neoplasia in seven ferrets. Vet Radiol Ultrasound 34: 340-346; 1993

- NGUYEN, H. T., MORELAND, A. F., SHIELDS, R. P.:
Urolithiasis in ferrets (*Mustela putorius*). *Lab Anim Sci* 29: 243-245; 1997
- NYLAND, T. G., MATTOON, J. S.:
Small animal diagnostic ultrasound. W. B. Saunders, 2. Aufl., Philadelphia 2002
- NYLAND, T. G., MATTOON, J. S., HERRGESELL, E. J., WISNER, E. R.:
Liver. In: Nyland, T. G., Mattoon, J. S.: Small animal diagnostic ultrasound. S. 93-127, W. B. Saunders, 2. Aufl., Philadelphia, 2002a
- NYLAND, T. G., MATTOON, J. S., HERRGESELL, E. J., WISNER, E. R.:
Spleen. In: Nyland, T. G., Mattoon, J. S.: Small animal diagnostic ultrasound. S. 128-143, W. B. Saunders, 2. Aufl., Philadelphia, 2002b
- O'BRIEN, R. T., PAUL-MURPHY, J., DUBIELZIG, R. R.:
Ultrasonography of adrenal glands in normal ferrets. *Vet Radiol Ultrasound* 37: 445-448; 1996
- ORCUTT, C. J.:
Ferret urogenital disease. *Vet Clin Exot Anim* 6: 113-138; 2003
- PARADIS, M., BONNEAU, N. H., MORIN, M., SCOTT, D. W. :
Hyperadrenocorticism in association with an adrenocortical adenoma in a pet ferret. *Can Vet J* 30: 60-62; 1989
- PATTERSON, M. M., ROGERS, A. B., SCHRENZEL, M. D., MARINI, R. P., FOX, J. G.:
Alopecia attributed to neoplastic ovarian tissue in two ferrets. *Comp Med* 53: 213-217; 2003
- PAUL-MURPHY, J., O'BRIEN, R. T., SPAETH, A., SULLIVAN, L., DUBIELZIG, R. R.:
Ultrasonography and fine needle aspirate cytology of the mesenteric lymph node in normal domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). *Vet Radiol Ultrasound* 40: 308-310; 1999
- PETER, A. T., BELL, J. A., MANNING, D. D., BOSU, W. T. K.:
Real-time ultrasonographic determination of pregnancy and gestational age in ferrets. *Lab Anim Sci* 40: 91-92; 1990
- POULSEN NAUTRUP, C., TOBIAS, R. (HRSG.):
Atlas und Lehrbuch der Ultraschall Diagnostik bei Hund und Katze. Schlütersche, 2. Aufl., Hannover 1998
- PRÜFER, A.:
Ultraschall Diagnostik von Harnblasen- und Nierenerkrankungen bei Hund und Katze. *Kleintierpraxis* 39: 83-92; 1994
- PUERTO, D. A., WALKER, L. M., SAUNDERS, H. M.:
Bilateral perinephric pseudocysts and polycystic kidneys in a ferret. *Vet Radiol Ultrasound* 39: 309-312; 1998
- REMPE, U.:
Über die Formenmannigfaltigkeit des Iltis in der Domestikation. Bemerkungen zu einer Demonstration. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*: 180: 185-366; 1970
- ROSENTHAL, K. L., PETERSON, M. E., QUESENBERRY, K. E., HILLYER, E. V., BEEBER, N. L., MOROFF, S. D., LOTHROP, C. D.:
Hyperadrenocorticism associated with adrenocortical tumor or nodular hyperplasia of the adrenal gland in ferrets: 50 cases (1987-1991). *JAVMA* 203: 271-275; 1993

- ROSENTHAL, K. L.:
Adrenal gland disease in ferrets. *VCNA* 27: 401-418; 1997
- RYLAND, L. M., BERNARD, S. L.:
A clinical guide to the pet ferret. *Compend Contin Educ Pract Vet* 5: 25-32; 1983
- SCHMID, G.:
Rund um die Kastration von Heimsäugern. In: Bayerische Landestierärztekammer (Hrsg.): 21. Bayerischer Tierärztetag. Vortragszusammenfassungen. S.141, München 2003
- SCHOLZ, S., LÜERSSEN, D.:
Leber und Gallenblase. In: Poulsen Nautrup, C., Tobias, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. S. 210-227, Schlütersche, 2. Aufl., Hannover 1998
- SCHOLZ, S., POULSEN NAUTRUP, C., WISSDORF, H.:
Die abdominale Ultraschalluntersuchung bei der Hauskatze. *Kleintierpraxis* 38: 615-688; 1993
- SCHULZ, B., STEFFEN, T., MÜLLER, M., BÖHMER, E., HARTMANN, K.:
Insulin produzierender Pankreastumor beim Frettchen. Ein Fallbericht. *Tierärztl Prax* 29: 203-208; 2001
- SCOTT, D. W., HARVEY, H. J., YEAGER, A. E.:
Bilaterally symmetric alopecia associated with an adrenocortical adenoma in a pet ferret. *Vet Dermatol* 2: 165-170; 1991
- SHOEMAKER, N. J., SCHUURMANS, M., MOORMAN, H., LUMEIJ, J. T.:
Correlation between age at neutering and age at onset of hyperadrenocorticism in ferrets. *JAVMA* 216: 195-197; 2000
- SIDWELL, R. W.; SMEE, D. F.:
Review. In vitro and in vivo assay systems for study of influenza virus inhibitors. *Antiviral Res* 48: 1-16; 2000
- SMITH, S. H., BISHOP, S. P.:
Diagnostic exercise: Lymphoproliferative disorder in a ferret. *Lab Anim Sci* 35: 291-293; 1985
- SONG, J.H., CARRIERE, P. D., LEVEILLE, R., DOUGLAS, D. A., MURPHY, B. D.:
Ultrasonographic analysis of gestation in mink (*Mustela vison*). *Theriogenology* 43: 585-594; 1995
- STARCK, D.:
5. Teil: Säugetiere, 5/ II: Ordo 10-30, Haustiere, Literatur, Register. In: Starck, D. (Hrsg.): Lehrbuch der speziellen Zoologie, Bd II: Wirbeltiere. S. 589, Gustav Fischer, Jena/ Stuttgart/ NY 1995
- WAGNER, R. A., BAILEY, E. M., SCHNEIDER, J. F., OLIVER, J. W.:
Leuprolide acetate treatment of adrenocortical disease in ferrets. *JAVMA* 218: 1272-1274; 2001
- WAGNER, R. A., DORN, D. P.:
Evaluation of serum estradiol concentrations in alopecic ferrets with adrenal gland tumors. *JAVMA* 205: 703-707; 1994

- WEISS, C. A., SCOTT, M. V.:
Clinical aspects and surgical treatment of hyperadrenocorticism in the domestic ferret: 94 cases (1994-1996). JAAHA 33: 487-493; 1997
- WEISS, C. A., WILLIAMS B.H., SCOTT, J. B., SCOTT, M. V.:
Surgical treatment and long-term outcome of ferrets with bilateral adrenal tumors or adrenal hyperplasia: 56 cases (1994-1997). JAVMA 215: 820-823; 1999
- WELLE, M., GÖBEL, T.:
Ein Beitrag zu den spontanen Neoplasien bei Frettchen unter besonderer Berücksichtigung der Ovarialtumoren. Kleintierpraxis 37: 629-632; 1992
- WENKER, C., CHRISTEN, C.:
Frettchen in der Tierarztpraxis. Schweiz. Arch. Tierheilk. Bd 144, Heft 11: 575-584; 2002
- WENZEL, U. D., BERESTOV, V. A.:
Harnapparat. In: Wenzel, U. D., Berestov, V. A.: Pelztierkrankheiten. Nerz und Fuchs. Ursachen, Merkmale, Bekämpfung und Verhütung wichtiger Krankheiten. S.119-124, Schober, Hengersberg 1987
- WHELER, C. L., KAMIENIECKI, C. L.:
Ferret adrenal-associated endocrinopathy. Can Vet J 39: 175-176; 1998
- WILLIAMS, B. H., YANTIS, L. D., CRAIG, S. L., GESKE, R. S., LI, X., NYE, R.:
Adrenal teratoma in four domestic ferrets (*Mustela putorius furo*). Vet Path 38: 328-331; 2001
- WILLIS, L. S., BARROW, M.:
The ferret (*Mustela putorius furo* L.) as a laboratory animal. Lab Anim Sci 21: 712-716; 1971
- WIMSATT, J., JOHNSON, J. D., WRIGLEY, R. H., BIGGINS, D. E., GODBEY, J. L.:
Noninvasive monitoring of fetal growth and development in the siberian polecat (*Mustela eversmanni*). Journal of Zoo and Wildlife Medicine 29(4): 423-431; 1998
- WIT, M.; SHOEMAKER, N. J.; VAN DER HAGE, M. H.; ALFONSO, P. M.;
KIRPENSTEIJN, J.; DE WIT, M.; VAN DER HAGE, M.:
Signs of oestrus in the ovariectomized ferret. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 126: 526-528; 2001
- YEAGER, A.E., ANDERSSON, W.I.:
Study of association between histologic features and echogenicity of architecturally normal cat kidneys. Am J Vet Res 50: 860-863; 1989

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Sven Reese für die Bereitstellung des interessanten Themas sowie für die große Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen und die sehr konstruktiven Ratschläge zur Ausarbeitung der Arbeit.

Ebenfalls danken möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. H.-G. Liebich für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes zur Durchführung der Arbeit am Institut für Tieranatomie (I).

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. U. Matis, daß die Untersuchungen in den Räumlichkeiten der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität durchgeführt werden durften.

Ebenso danken möchte ich den Mitarbeitern der Medizinischen, der Chirurgischen sowie der Gynäkologischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität für ihre Hilfe bei der Vermittlung von Patienten.

Ganz besonders herzlich möchte ich mich bei Frau Gabriele Reil, stellvertretend für alle anderen Frettchenbesitzer, bedanken für ihre unermüdliche Mithilfe bei der Durchführung der Untersuchungen, die Bereitstellung ihrer eigenen Frettchen sowie die Bemühungen zur Vermittlung zahlreicher weiterer Frettchen.

Sehr herzlich möchte ich auch Melanie Heusel für das Lektorat der Arbeit danken.

Und schließlich danke ich natürlich ganz besonders herzlich meiner Mutter Lore Frings, die mich während meines gesamten Studiums sowie meiner Promotionszeit sehr unterstützt hat.

Lebenslauf

Name: Barbara Frings

Geburtsdatum: 27.04.76

Geburtsort: Wuppertal

Eltern: Lore Frings, geb. Zimmermann, geb. 28.01.1944
Dr. Udo Frings, geb. 06.11.1942, gest. 10.03.1987

Geschwister: Susanne Frings, geb. 23.07.1974
Christian Frings, geb. 01.05.1978

Bildungsgang:

1982-1984 Grundschule Sprockhövel

1984-1986 Grundschule Münster-Roxel

1986-90 Schillergymnasium Münster

1990-95 Friedrichgymnasium Freiburg

23.06.95 Allgemeine Hochschulreife

Okt. 1995-Juli 1996 Diplomstudiengang Biologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Nov. 1996-Febr. 2002 Studium der Tiermedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München

Aug. 2002 Beginn der Dissertation