

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 der  
Mongolischen Rennmaus  
(*Meriones unguiculatus* Milne-Edwards 1867)**

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

von  
Elina Grodtmann  
aus Stade

München 2007

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer  
Referent: PD Dr. S. Reese  
Korreferentin: PD Dr. B. Wollanke

Tag der Promotion: 9. Februar 2007

Meiner Familie  
und  
Marc



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b> .....	<b>2</b>
2.1	TAXONOMIE UND DOMESTIKATIONSGESCHICHTE DER MONGOLISCHEN RENNMAUS .....	2
2.2	ALLGEMEINES .....	5
2.3	GESCHLECHTSDIFFERENZIERUNG.....	7
2.4	HANDHABUNG .....	7
2.5	SONOGRAPHISCH RELEVANTE DATEN DER ANATOMIE VON BAUCH- UND BECKENORGANEN .....	9
2.5.1	<i>Magendarmtrakt</i> .....	10
2.5.2	<i>Darmanhangsdrüsen</i> .....	15
2.5.3	<i>Milz</i> .....	17
2.5.4	<i>Nebennieren</i> .....	18
2.5.5	<i>Harnorgane</i> .....	19
2.5.6	<i>Geschlechtsorgane</i> .....	22
2.6	ZUCHT UND REPRODUKTION .....	33
2.6.1	<i>Sexualzyklus und Paarung</i> .....	34
2.6.2	<i>Gravidität</i> .....	36
2.6.3	<i>Geburt und Laktation</i> .....	39
2.7	ABDOMINALE SONOGRAPHIE BEI HEIMTIEREN.....	40
2.7.1	<i>Magendarmtrakt</i> .....	41
2.7.2	<i>Geschlechtsorgane und akzessorische Geschlechtsdrüsen</i> .....	42
2.7.3	<i>Nebennieren</i> .....	45
2.7.4	<i>Harntrakt</i> .....	46
2.7.5	<i>Sonographie beim Heimtier in der Tumorforschung</i> .....	50
2.7.6	<i>Abdominale Sonographie beim graviden Heimtier</i> .....	54
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b> .....	<b>58</b>
3.1	TIERE .....	58
3.2	METHODE.....	59
3.2.1	<i>Technische Ausrüstung und Bilddokumentation</i> .....	59
3.2.2	<i>Vorbereitung, Fixation und Lagerung der Tiere</i> .....	59
3.2.3	<i>Untersuchungsgang</i> .....	62

<b>4</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>63</b>
4.1	SONOGRAPHISCHE DARSTELLUNG DER BAUCH- UND BECKENORGANE .....	63
4.1.1	<i>Magendarmtrakt</i> .....	63
4.1.2	<i>Darmanhangsdrüsen</i> .....	69
4.1.3	<i>Milz</i> .....	75
4.1.4	<i>Nebennieren</i> .....	77
4.1.5	<i>Harnorgane</i> .....	80
4.1.6	<i>Weibliche Geschlechtsorgane und Trächtigkeit</i> .....	85
4.1.7	<i>Männliche Geschlechtsorgane</i> .....	97
<b>5</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>106</b>
5.1	METHODE.....	106
5.1.1	<i>Technische Ausrüstung</i> .....	106
5.1.2	<i>Vorbereitung, Fixation und Lagerung der Tiere</i> .....	107
5.1.3	<i>Untersuchungsgang</i> .....	108
5.2	SONOGRAPHISCHE DARSTELLUNG DER BAUCH- UND BECKENORGANE .....	109
5.2.1	<i>Magendarmtrakt</i> .....	109
5.2.2	<i>Darmanhangsdrüsen</i> .....	111
5.2.3	<i>Milz</i> .....	112
5.2.4	<i>Nebennieren</i> .....	112
5.2.5	<i>Harnorgane</i> .....	113
5.2.6	<i>Weibliche Geschlechtsorgane</i> .....	115
5.2.7	<i>Männliche Geschlechtsorgane</i> .....	117
5.3	EINSATZMÖGLICHKEITEN UND KLINISCHE RELEVANZ DER ABDOMINALEN SONOGRAPHIE BEI DER MONGOLISCHEN RENNMAUS .....	118
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>123</b>
<b>7</b>	<b>Summary .....</b>	<b>125</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>126</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lebenserwartung der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren .....	6
Tabelle 2: Körpermasse der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren .....	6
Tabelle 3: Kopfrumpf- und Schwanzlänge der Mongolischen Rennmaus nach verschiedenen Autoren .....	6
Tabelle 4: Zuchtreife der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren .	33
Tabelle 5: Zykluslänge der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren .....	35
Tabelle 6: Trächtigkeitsdauer der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren .....	36
Tabelle 7: Das durchschnittliche Auftreten von Ossifikationszentren in Wirbeln, Gliedmaßen-Skelett und Schädel in der fötalen Entwicklung der Mongolischen Rennmaus (nach Yukawa et al., 1999). Abk.: HW= Halswirbel, BW= Brustwirbel, LW= Lendenwirbel, KW= Kreuzwirbel, SW= Schwanzwirbel.....	38
Tabelle 8: Wurfgröße der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren	39
Tabelle 9: Sonographische Morphologie und Größe in den verschiedenen Entwicklungsstadien bei der Maus in Bezug auf den Trächtigkeitstag (d). (modifiziert nach Chang et al., 2003) .....	56
Tabelle 10: Vergleichende sonographische Morphologie der Föten von Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus in Bezug auf den jeweiligen Trächtigkeitstag (d) nach Angaben verschiedener Autoren. (Paarungstag = 0 d).....	57
Tabelle 11: Sonographisch gemessene Größe für die linke und rechte Nebenniere der Mongolischen Rennmaus in Millimetern .....	78
Tabelle 12: Sonographisch gemessene Größenangabe für die linke und rechte Niere von 12 untersuchten Mongolischen Rennmäusen in Millimetern .....	83
Tabelle 13: Sonographische Darstellbarkeit der Entwicklungsstadien der Mongolischen Rennmaus in Bezug auf den Trächtigkeitstag .....	90



# 1 Einleitung

Durch den Wandel der Zeit leben heute viele Menschen in der Stadt und sind durch ihren Beruf zeitlich eingeschränkt. Viele wollen aber dennoch nicht auf ein Haustier verzichten und entscheiden sich immer häufiger für ein kleines Heimtier. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass Heimtiere immer häufiger als Patienten in der Kleintierpraxis vorgestellt werden und auch kostspielige Diagnostikverfahren wie Radiologie und Sonographie vom Besitzer gerne angenommen werden.

Eines dieser Heimtiere stellt die Mongolische Rennmaus dar, dieser aufgeweckte kleine Nager erfreut sich besonderer Beliebtheit bei Kindern und ist schon seit vielen Jahren auch als Versuchstier in vielen Bereichen der biomedizinischen Forschung zu finden.

Da die Sonographie bei Heimtieren noch nicht so etabliert ist, wie bei Hund und Katze, fehlt es bei der Mongolischen Rennmaus an sonographischen Standardwerten. Um einen Weg in die Praxis und Forschung für die sonographische Diagnostik von krankhaften Prozessen zu ebnen und eventuelle sonographische Fehldiagnosen zu verhindern, soll im Folgenden erstmalig die Durchführbarkeit der abdominalen Sonographie, bei der Mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*) untersucht werden.

Ziel ist es, die Möglichkeiten und Grenzen der Sonographie als bildgebendes Verfahren bei der Mongolischen Rennmaus aufzuzeigen und sonographische Normalbefunde zu Lage, Form, Größe, Echogenität und Echotextur der abdominalen Organe zu erheben und reproduzierbare Standardschnittebenen zu entwickeln.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Taxonomie und Domestikationsgeschichte der Mongolischen Rennmaus

Für die Spezies Mongolische Rennmaus (*Meriones unguiculatus*) existieren eine Vielzahl verschiedener Synonyme sowohl im deutschen als auch im englischen Sprachbereich. In der englischen Literatur ist sie am häufigsten als mongolian gerbil, aber auch als tamarisk gerbil, gerbil, mongolian desert mouse, sand rat, desert rat, jird und clawed jird zu finden (Schwentker, 1963; Walker, 1968; Robinson, 1977; Brain, 1999; Schulze Sievert, 2002; Pinheiro et al., 2003). In der deutschsprachigen Literatur wird *Meriones unguiculatus* als Mongolische Rennmaus, Mongolische Wüstenrennmaus, Mongolische Rennratte, Mongolischer Gerbil, Rennmaus, Wüstenrennmaus und Gerbil bezeichnet (Freyenmuth, 1974; Böttger et al., 1976; Grzimek, 1988; Bachmann, 1996; Weiß et al., 1996). Der Name Gerbil wird fälschlicherweise häufig benutzt, man sollte sich aber im Klaren sein, dass sich die Bezeichnung Gerbil auf die Unterfamilie Gerbillinae (Rennmäuse) bezieht, zu deren Gattung neben *Meriones* (Sandmäuse) auch noch viele anderen Gattungen gehören und somit die Eindeutigkeit der Art mit dieser Bezeichnung nicht gegeben ist (Rich, 1968; Schulze Sievert, 2002).

*Meriones unguiculatus* wird nach überwiegender Lehrmeinung folgendermaßen in das zoologische System eingeordnet (Marston und Chang, 1966; Rich, 1968; Grzimek, 1969; Robinson, 1977; Grzimek, 1988; West, 1997; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005):

Ordnung	Rodentia (Nagetiere)
Unterordnung	Myomorpha (Mäuseverwandte)
Überfamilie	Muroidea (Mäuseartige)
Familie	Cricetidae (Wühler)
Unterfamilie	Gerbillinae (Rennmäuse)
Gattung	<i>Meriones</i> (Sandmäuse)
Art	<i>Meriones unguiculatus</i> (Mongolische Rennmaus)

Wissdorf und Irmer (1980) bestätigen diese taxonomische Einordnung anhand osteologischer Befunde. Es gibt aber auch Autoren, die die Unterfamilie der Gerbillinae in die Familie der Muridae und nicht wie oben in die der Cricetidae einordnen (Gulotta, 1971; Nowak und Paradiso, 1983; Mickoleit, 2004).

Der Name *Meriones* stammt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie Krieger. *Meriones* war ein persischer Kriegsgott, der einen mit Wildschweinhauern besetzten Helm trug. Die Benennung der Art, *unguiculatus*, stammt aus dem Lateinischen und lässt sich „mit Krallen“ übersetzen. *Meriones unguiculatus* bedeutet also „Krieger mit Krallen“ (Kötter, 1989; Schulze Sievert, 2002). Diesen Namen bekam die Mongolische Rennmaus von dem Direktor des Pariser Naturkundemuseums, Monsieur Milne-Edwards im Jahre 1867, nachdem er eine Sendung mit „drei gelben Ratten mit langen behaarten Schwänzen“, von dem französischen Pater Abbé Armand David, erhalten hatte. Der Pater entdeckte die Tiere am Morgen des 14. Aprils 1866 auf einer Missionsreise von Peking nach Nord-West China (Schulze Sievert, 2002).

Nagetiere der Unterfamilie Gerbillinae sind in vielen Trockensteppen und Halbwüsten Asiens, Afrikas und in manchen Regionen Europas zu finden (Robinson, 1979b; Robinson, 1989). *Meriones unguiculatus* im speziellen ist in der Mongolei bis zur Mandschurei und anderen Teilen Chinas sowie Südrusslands beheimatet (Rich, 1968; Grzimek, 1988; Havenaar et al., 1995; Long, 2003).

Die erste mongolische Rennmauszuchtkolonie ist aus zwanzig Paaren von Wildfängen im japanischen Kitasato-Institut entstanden. Diese Wildtiere wurden 1935 bei einer Expedition von Dr. C. Kasuga im Amur-Flusstal auf der Grenze zwischen Mandschurei und Mongolei im Süden und der Sowjetunion im Norden gefangen (Rich, 1968; Weiß et al., 1996).

1954 wurde eine weitere Zuchtkolonie im Zentrallabor für Versuchstierkunde in Tokio gegründet. Aus dieser gelangten elf Paare zur Tumblebrook Farm in Brand Lake (USA), die seit 1940 zur Produktion von Versuchstieren unter der Obhut von Dr. Schwentker diente. Man erkannte schnell, dass *Meriones unguiculatus* ein viel versprechendes, empfängliches Versuchstier für eine Vielzahl pathologischer Bakterien, Viren und Parasiten darstellte (Rich, 1968). Vor Ort gelang dann die Zucht aus fünf Weibchen mit vier Männchen und bildete so den Grundstock der Kolonie, von welchem alle Tiere noch heute in der Tumblebrook Farm abstammen

(Schwentker, 1963; Robinson, 1979b; Robinson, 1989). Von der Tumblebrook Farm gelangten dann dessen Nachkommen an mehrere wissenschaftliche Institute in zahlreichen Ländern (Robinson, 1979b; Robinson, 1989; Weiß et al., 1996).

Auch noch heute sind Mongolische Rennmäuse beliebte Versuchstiere in Laboratorien (Schwentker, 1963; Robinson, 1977; Robinson, 1978; Robinson, 1979a; Robinson, 1979b; Robinson, 1979c; Robinson, 1989; Weiß et al., 1996; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999). Da sich Epilepsie bei ihnen vererbt, werden sie z.B. gerne in der neurologischen Forschung als Modell für idiopathische Epilepsie des Menschen eingesetzt (Loskota und Lomax, 1975; Scotti et al., 1997; Seto-Ohshima et al., 2001), aber auch zu Untersuchungen des Cholesterinstoffwechsel und der experimentellen Arteriosklerose (Difrancesco et al., 1990; Difrancesco et al., 1990 (a); Dichtenberg et al., 1995) findet sie als Versuchstier ihren Einsatz. Andere Forschungsgebiete sind unter anderen die Tumorforschung (Benitz und Kramer, 1965; Plonka et al., 2003; Guzman-Silva und Costa-Neves, 2006), die Mikrobiologie (Tatematsu et al., 2003; Rajakumor et al., 2006), die Parasitologie (Boisvenue, 1965; Arevalo et al., 2005; Conchedda et al., 2006), die Hirnforschung (Ulibarri und Yahr, 1993; Budinger et al., 2000; Cant und Benson, 2006; Stuermer und Wetzel, 2006) und die Akustik- und Gehörforschung (Maki und Furukawa, 2005; Maier und Klump, 2006; Stuermer und Wetzel, 2006).

Mongolische Rennmäuse sind heute aber nicht nur in Laboratorien, sondern auch als beliebte Heimtier weit verbreitet (Isenbügel, 1985; Kötter, 1989; West, 1997; Schulze Sievert, 2002; Steinkamp, 2003; Quesenberry und Rosenthal, 2004; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005).

## 2.2 Allgemeines

Die natürliche Färbung der Mongolischen Rennmaus ist agouti. Sie besitzt also einen graubraunen bis sandfarbenen Rücken und einen weißlichen Bauch. Heute ist sie in einer Vielfalt verschiedener Farbschläge erhältlich, wie z.B. wildfarben (agouti), schwarz, weiß, taubengrau, beige und gescheckt (Kötter, 1989; Schulze-Sievert, 2002; Steinkamp, 2003; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Im Gegensatz zu anderen Nagern besitzt *Meriones unguiculatus* behaarte Ohren und Fußsohlen (Havenaar et al., 1995). Seine Ohren stehen aufrecht am kurzen, breiten Kopf und die leicht vorstehenden Augen sind schwarz oder rot gefärbt. Der Schwanz ist ebenfalls behaart und besitzt an seinem Ende eine kleine Quaste. (Freyenmuth, 1974; Zwart und Treiber, 2005). Die gut ausgebildeten längeren Hintergliedmaßen machen die Mongolische Rennmaus zu einem guten Springer und ermöglichen ihr eine aufrechte Haltung einzunehmen, die sehr charakteristisch für diese Art ist (Freyenmuth, 1974; Brain, 1999).

Eine Besonderheit bei der Mongolischen Rennmaus stellt eine ovale Bauchdrüse (Glandula umbilicalis) in der Nabelgegend dar, über sie berichten eine Vielzahl von Autoren (Dambach, 1964; Robinson, 1979c; Isenbügel, 1985; West, 1997; Brain, 1999; Donnelly, 2004; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Sie ist androgenabhängig, daher stärker ausgebildet beim männlichen Tier und ihr Sekret dient der Markierung des Territoriums und der Identifizierung der Jungtiere. Vor allem geschlechtsreife und ranghohe Männchen besitzen eine außerordentlich prominente Drüse (Agren et al., 1989; Donnelly, 2004; Koch und Bolz, 2005).

Die Mongolische Rennmaus besitzt eine Lebenserwartung von 2 bis 5 Jahre, wobei die Tiere ein Körpergewicht von 46 bis 100 g erlangen. Die Kopfrumpflänge einer ausgewachsenen Mongolischen Rennmaus liegt in der Regel zwischen 10 und 14,33 cm und ihr Schwanz kann eine Länge von bis zu 11 cm annehmen. Die zuletzt genannten Daten zu Lebenserwartung, Körpergewicht und Größe werden in den Tabellen 1, 2 und 3 noch mal genauer aufgeführt, um die in der Literatur voneinander abweichenden Angaben zu vergleichen.

<b>Lebenserwartung</b>	
(Isenbügel, 1985)	2 Jahre (max. 5 - 6 Jahre)
(Zwart und Treiber, 2005)	3 - 4 Jahre (max. 5 Jahre)
(Bihun und Bauck, 2004)	2 - 3 Jahre (max. 5 Jahre)
(West, 1997)	3 - 5 Jahre (Weibchen leben länger als Männchen)
(Arrington und Kelley, 1973)	Männchen: 3,14 Jahre ; Weibchen: 2,91 Jahre
(Wolfensohn und Lloyd, 1998)	3 - 4 Jahre
(Robinson, 1979a)	2 Jahre (max. 5 - 6 Jahre)

*Tabelle 1: Lebenserwartung der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren*

<b>Körpermasse (ausgewachsen)</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>
(Zwart und Treiber, 2005)	80 – 130 g	70 – 100 g
(Bihun und Bauck, 2004)	46 – 131 g	50 – 55 g
(Wolfensohn und Lloyd, 1998)	65 – 100 g	55 – 85 g
(Kramer, 1964)	101,3 +/- 16,36 g	87,3 +/- 14,1 g

*Tabelle 2: Körpermasse der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren*

	<b>Kopfrumpflänge</b>	<b>Schwanzlänge</b>	
(Robinson, 1979a)	21 - 24,5 cm (inklusive Schwanzlänge)		
(Grzimek, 1988)	10 - 12,5 cm	5 - 11 cm	
(Kramer, 1964)	Männchen:	13,80 +/- 0,53 cm	10,27 +/- 0,40 cm
	Weibchen:	13,20 +/- 0,48 cm	9,83 +/- 0,56 cm

*Tabelle 3: Kopfrumpf- und Schwanzlänge der Mongolischen Rennmaus nach verschiedenen Autoren*

## 2.3 Geschlechtsdifferenzierung

Zur Geschlechtsbestimmung lassen sich verschiedene Anhaltspunkte heranziehen: Zum einen ist der mongolische Rennmausbock in seiner Körpergröße überlegen und er besitzt, im Gegensatz zum weiblichen Tier, in der Nabelgegend eine prominenter ausgebildete Glandula umbilicalis (Isenbügel, 1985; West, 1997; Brain, 1999; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Zum anderen fällt beim erwachsenen Bock natürlich der prominente Hoden auf, den man beim vorsichtigen Hochheben des Schwanzes leicht erkennen kann, sein Skrotum ist dunkel pigmentiert (West, 1997). Dagegen liegt der Hoden bei Jungtieren meist noch in der Bauchhöhle, kann aber durch leichte Massage in das Skrotum verlagert werden (Zwart und Treiber, 2005). Ein anders Merkmal sind die nur bei der weiblichen Mongolischen Rennmaus befindlichen Zitzen, die allerdings nur bis zum 5. Lebenstag deutlich sichtbar sind, weil danach der Haarwuchs einsetzt (Steinkamp, 2003; Zwart und Treiber, 2005). Es handelt sich bei dieser Tierart um vier Zitzenpaare (Brain, 1999; Bihun und Bauck, 2004), mit vier Mammakomplexen, wovon je ein Paar in thorakaler, thorako-abdominaler, abdominaler und inguinaler Lage ausgebildet ist (Böttger et al., 1976). Das Milchdrüsengewebe kann sich bis über beide Schultern und weit nach hinten in die Perinealregion ausdehnen (Bihun und Bauck, 2004). Unabhängig vom Alter, kann eine Geschlechtsbestimmung durch eine Messung des Abstands zwischen Anus und Genital erfolgen (West, 1997; Zwart und Treiber, 2005), er beträgt beim weiblichen Tier ca. 5 mm und beim männlichen ca. 10 mm (West, 1997).

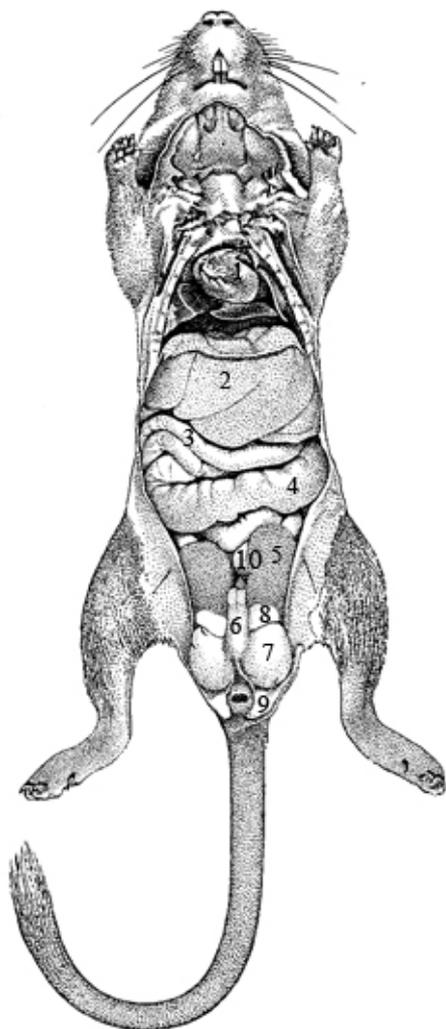
## 2.4 Handhabung

Im allgemeinen wird die Mongolische Rennmaus als freundlich, leicht zu händeln und selten als bissig beschrieben (West, 1997; Wolfensohn und Lloyd, 1998). Donnelly (2004) bestreitet diese Ansicht und beschreibt die Mongolische Rennmaus als außerordentlich bissig und wehrhaft, vor allem wenn die Tiere nicht regelmäßig in die Hand genommen werden. Es gibt mehrere Möglichkeiten eine Rennmaus hochzuheben und zu fixieren. Zwart und Treiber (2005) raten, die Handfläche der einen Hand über den Rücken des Tieres zu legen und dann mit Daumen und Zeigefinger das Nackenfell (West, 1997; Brain, 1999) oder das ganze Tier (Donnelly, 2004) zu ergreifen und mit der anderen Hand die Schwanzbasis zu fixieren. Bei

diesen Varianten liegt die Rennmaus ruhig in der Handfläche und kann so gut von unten angeschaut werden (Isenbügel, 1985). Andere Autoren lassen die Mongolische Rennmaus erst selbst auf die Handfläche klettern und fixieren erst dort die Schwanzwurzel. Allen Autoren gemein ist, dass sie davor warnen, das Tier an der Schwanzspitze hochzuheben bzw. festzuhalten, da ein Abriss der Haut vom Schwanz droht (Isenbügel, 1985; Havenaar et al., 1995; West, 1997; Brain, 1999; Donnelly, 2004; Koch und Bolz, 2005). Auch von einem längeren Fixieren in Rückenlage wird abgeraten (Havenaar et al., 1995; West, 1997; Zwart und Treiber, 2005), da dies zu Panikreaktionen führen kann (Zwart und Treiber, 2005). Ab dem Alter von 2 Monaten werden eventuelle epileptische Anfälle infolge von Lärm, ungewohnter Umgebung oder durch Fixation beschrieben. Diese äußern sich in 1 – 2 Minuten andauernden, kurzen Krämpfen (Vincent et al., 1979; West, 1997; Donnelly, 2004; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Die Neigung zu epileptischen Anfällen scheint einer genetischen Disposition zu unterliegen und daher sollten solche Tiere aus der Zucht genommen werden (West, 1997; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005).

## 2.5 Sonographisch relevante Daten der Anatomie von Bauch- und Beckenorganen

Um eine grundlegende Übersicht über die Anatomie der Bauch- und Beckenorgane der Mongolischen Rennmaus für die Sonographie zu erhalten, wird im Folgenden diese aus verschiedenen Literaturen zusammengetragen, da in der Literatur keine umfassende, komplette Darstellung über alle Organe vorhanden ist. Außerdem sind zum besseren Verständnis beschriftete Situsfotos, die in eigener Anfertigung entstanden sind, beigelegt.



- |    |                   |
|----|-------------------|
| 1  | Herz              |
| 2  | Leber             |
| 3  | Leerdarm          |
| 4  | Blinddarm         |
| 5  | Hodenfettkörper   |
| 6  | Penis             |
| 7  | Hoden             |
| 8  | Nebenhodenkopf    |
| 9  | Nebenhodenschwanz |
| 10 | Harnblase         |

Abb. 1: Situs einer männlichen Mongolischen Rennmaus (Abb. aus Berghoff, 1989)

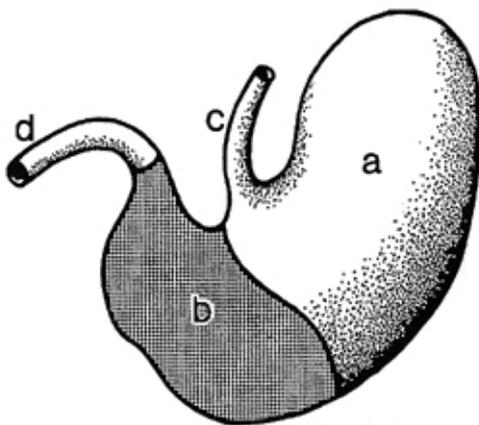
## 2.5.1 Magendarmtrakt



- 1 Manubrium sterni
- 2 Leber
- 3 Magen
- 4 Dickdarm
- 5 Dünndarm
- 6 Nebenhodenfettkörper

Abb. 2: Abdominaler Situs einer Mongolischen Rennmaus

### 2.5.1.1 Magen



- a Pars proventricularis
- b Pars intestinalis
- c Ösophagus
- d Duodenum

Abb. 3: Magen, Facies parietalis (Abb. aus Schendel, 1973)

*Meriones unguiculatus* besitzt einen einhölig zusammengesetzten Magen mit einer großen Vormagenabteilung, Pars proventricularis, und einer kleinen Drüsenmagenabteilung, Pars intestinalis (Abb. 3). Beide Abteilungen gehen ohne äußerlich sichtbare Einziehungen ineinander über (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Isenbügel, 1985).

Der Magen (Abb. 2, Abb. 3, Abb. 4 und Abb. 7) liegt bei mäßiger Füllung in der Regio hypochondriaca sinistra und erstreckt sich, kaudoventral gerichtet, der linken Bauchwand anliegend, von der Höhe des 9./10. Brustwirbels, bis in die Regio umbilicalis, wo er die ventrale Bauchwand berührt. Die stark eingezogene Curvatura

minor zeigt rechtsdorsal, entsprechend ist die Curvatura major linksventral gerichtet. Vereinzelt wird der Magen durch die weit kranial reichenden Hodenfettpolster fast ganz in den intrathorakalen Teil der Bauchhöhle verlagert (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973). Isenbügel (1985) spricht sogar von einer ständigen Verlagerung des Magens in den intrathorakalen Bereich der Bauchhöhle durch den Hodenfettkörper beim männlichen Tier.

Schendel (1972) beschreibt die Lagebeziehungen des Magens zu den anderen Organen folgendermaßen: "Kranial berührt die Facies parietalis des Magens die Facies visceralis des Lobus sinister lateralis sowie des Lobus dexter medialis der Leber. Mit seiner Curvatura minor stößt der Magen an den kranialen und kaudalen Anteil des Processus papillaris. Kaudal reicht die Facies visceralis an Jejunumschlingen, an das Colon transversum sowie an das Corpus des Pankreas. Bei starker Füllung kann sich der Magen so weit kaudal verschieben, dass er sich bis zum Caput des Caecums erstreckt. Ventral berührt der Magen in der Regio umbilicalis die Bauchwand."

### 2.5.1.2 Darm

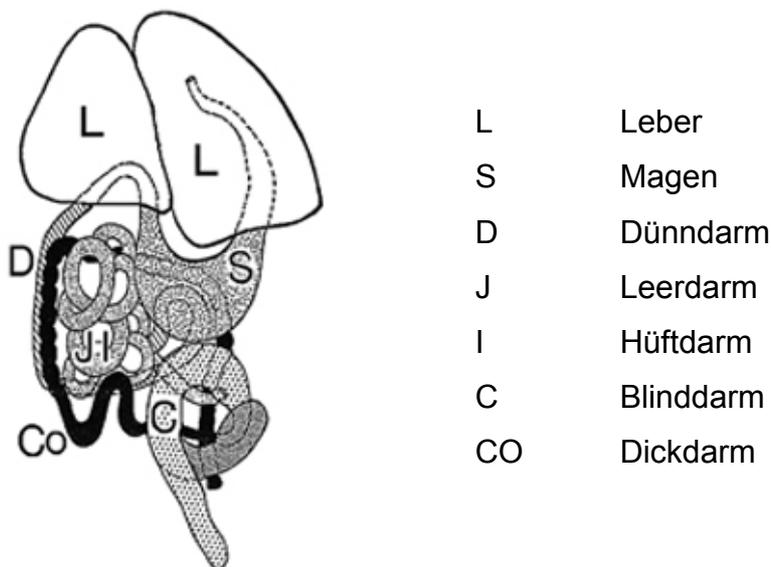


Abb. 4: Schema des Gastrointestinaltrakts der Mongolischen Rennmaus (Abb. aus Snipes, 1982)

## **Zwölffingerdarm**

Das Duodenum (Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 5) lässt sich in drei Abschnitte unterteilen: Pars cranialis, Pars descendens und Pars ascendens. Die Pars cranialis, rechts aus dem Pylorus hervorgehend, steigt rechts an der Facies visceralis der Leber dorsal auf und biegt ventral des Processus caudatus in der Flexura duodeni cranialis kaudodorsal um und geht dann in die Pars descendens über. Die Pars descendens läuft dorsal an der rechten Bauchwand entlang, zieht bis in die Lendengegend und biegt, kaudal der rechten Niere, in der Flexura duodeni caudalis in die kranial gerichtete Pars ascendens um. Nachdem die Pars ascendens der Medianebene folgend wieder nach kranial verläuft, geht sie in Höhe des 1. bis 2. Lendenwirbels in die Flexura duodenojejunalis in das hauptsächlich rechts und ventral gelegene Jejunum über (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973).

## **Leerdarm**

Das Jejunum (Abb. 1; Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 5) ist durch sein langes Gekröse gekennzeichnet, an dem er in durchschnittlich 7 Windungen girlandenartig aufgehängt ist. Die Jejunumschlingen können von rechts über ventral nach links verlagert sein und daher ist es auch nicht ungewöhnlich sie in der linken Bauchhöhlenhälfte anzutreffen (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973).

## **Hüftdarm**

Das sehr kurz ausgebildete Ileum (Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 5) liegt im linken ventralen Viertel der Bauchhöhle und mündet ca. 2 - 3 mm medial vom Ursprung des Colon ascendens in das Caput des Blinddarms ein.

## Blinddarm

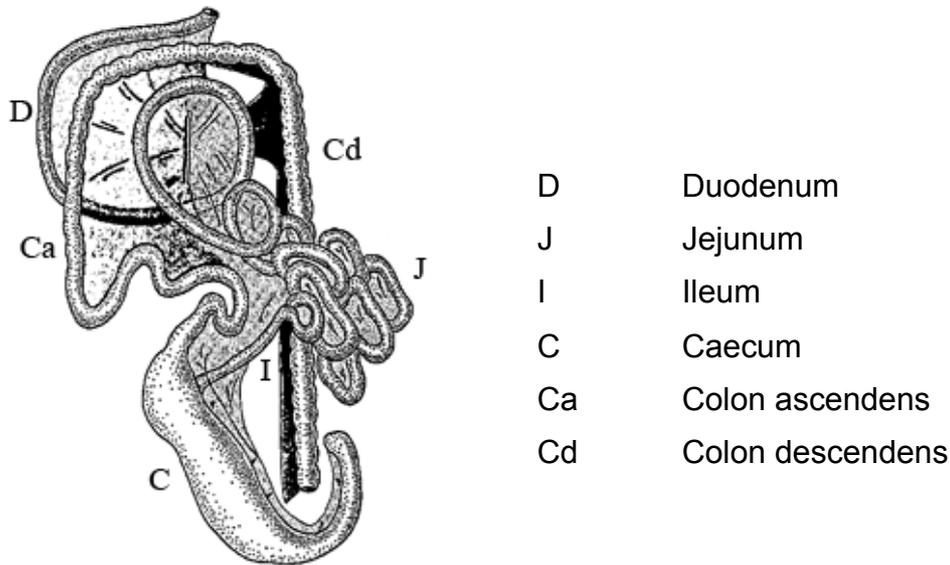


Abb. 5: Schema des Intestinaltrakts der Mongolischen Rennmaus  
(Abb. aus Snipes, 1982)

Das auffällig große, hakenförmige Caecum gliedert sich in Caput, Corpus und Apex (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 5). Eine deutliche Grenze dieser drei Abschnitte ist bei mittlerer Füllung nicht zu sehen (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973). Snipes (1982) beschreibt das Caput als Ampulla, in welche das Ileum eintritt und von welcher man den Ausgang zum Colon ascendens findet. Er beschreibt die Ampulla voluminöser und mehr dilatiert im Vergleich zum Corpus und ihre Länge als 2 – 3-mal kürzer. Der Blinddarmkörper erstreckt sich zwischen Ampulla und Apex und sein Durchmesser nimmt von vorne nach hinten ab (Snipes, 1982). Die Apex zeigt poschenartige Einziehungen (Schendel, 1972; Snipes, 1982; Isenbügel, 1985).

Am Blinddarm kann man eine konvexe Curvatura major, die ventral zeigt, sowie eine dorsal gerichtete, konkave Curvatura minor unterscheiden. Das Caecum liegt im linken ventralen Viertel der Bauchhöhle hinter dem Magen, bei starker Füllung von Magen und Blinddarm kann es sich aber weit nach rechts verlagern. (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Snipes, 1982). Snipes (1982) beschreibt die Spitze des Blinddarms im nüchternen Zustand als aufgerolltes Gebilde auf dem Corpus caeci, welches sich mit zunehmender Füllung ausrollt und direkt hinter dem Corpus zum Liegen kommt.

Schendel (1972) beschreibt außerdem die Lage folgendermaßen: Das Caput caeci reicht kranial an die Curvatura major des Magens und dorsal bis an die linke Niere und beim weiblichen Tier bis an die Spitze des linken Uterushorns, kaudal reicht die Blinddarmspitze an den Eingang der Beckenhöhle und kann dabei die Harnblase berühren. Beim männlichen Tier kann das Hodenfettpolster den Blinddarm bis in den intrathorakalen Bereich der Bauchhöhle verschieben (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973).

### **Dickdarm**

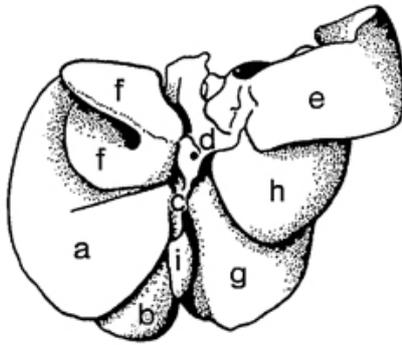
Das Colon (Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 5) wird in das Colon ascendens, das Colon transversum und das Colon descendens unterteilt. Das Colon ascendens geht aus dem Ostium caecocolicum an der Curvatura minor des Caput caeci hervor, wendet sich in einer engen U-förmigen Schleife, mit meist nach rechts zeigendem Scheitel kaudal und zieht auf die rechte Seite der Bauchhöhle. Im Lendenbereich wendet es sich erneut kaudal und verläuft in einem Bogen zur rechten Bauchwand, an der es kranial umbiegt. Es verläuft dann an der rechten Bauchwand entlang, bis an die Facies visceralis der Leber, wendet dann nach links, wobei es dorsal aufsteigt, um dann in das Colon transversum zu münden. Dieses läuft, dorsal gelegen, kaudal der Leber und des Magens nach links, überquert die Medianebene und geht medial der linken Niere in das Colon descendens über. Das Colon descendens zieht von dort aus zur Beckenhöhle, wo es in Höhe des Kreuzbeines in das Rectum übergeht. (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973). Bei weiblichen Tieren verläuft es oberhalb des Uterus (Snipes, 1982).

### **Mastdarm**

Das Rectum verläuft unter dem Kreuzbein und den ersten Schwanzwirbeln zum After (Schendel, 1972). Die Länge des Rektums ist beim männlichen Tier doppelt so lang ausgebildet wie beim weiblichen Tier, da die großen Hoden das Skrotum und den After weit kaudal verlagern (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Isenbügel, 1985).

## 2.5.2 Darmanhangsdrüsen

### 2.5.2.1 Leber



- a Lobus sinister lateralis
- b Lobus sinister medialis
- c Pars intermedia infraportalis
- d Pars intermedia supraportalis
- e Processus caudatus
- f Processus papillaris
- g Lobus dexter medialis
- h Lobus dexter lateralis
- i Gallenblase

Abb. 6: Leber der Mongolischen Rennmaus, Facies visceralis (Abb. aus Schendel und Wissdorf, 1973)

Die Leber (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 4 und Abb. 6) besitzt eine rotbraune Farbe und weist eine deutliche Lappchenzeichnung auf. Sie liegt in der Regio epigastrica dem Zwerchfell an und liegt zum größten Teil in der rechten Bauchhöhlenhälfte (Schendel, 1972; Williams, 1974; Isenbügel, 1985). Die Facies parietalis ist konvex und die Facies visceralis (Abb. 6) konkav gekrümmt, da sich die Leber der Wölbung des Diaphragmas anpasst. Sie besitzt im dorsalen, mittleren Bereich einen abgerundeten stumpfen Rand, Margo obtusus, sowie seitlich und ventral einen scharfen Rand, Margo acutus (Schendel, 1972).

Die Einteilung der Leber (Abb. 6) erfolgt in folgenden Abschnitten: Die Pars sinistra setzt sich aus einem Lobus sinister lateralis und medialis und die Pars dextra aus einem Lobus dexter lateralis und medialis zusammen. Die nur sehr kleine Pars intermedia infraportalis ragt in die Inzisur zwischen Lobus sinister medialis und Lobus dexter medialis die sie beide berührt. Der Processus caudatus ist als Anteil der Pars intermedia supraportalis auffallend lang und legt sich ventral mit einer tief eingprägten Impressio renalis kappenartig dem kranialen Pol der rechten Niere an. Der Processus papillaris, der dem zweiten Anteil der Pars intermedia supraportalis entspricht, teilt sich in einen kranialen und einen kaudalen Anteil. Beide haben herzförmiges Aussehen und sind stielartig mit der Pars intermedia supraportalis

verbunden. Sie legen sich entsprechend von kranial bzw. kaudal über die *Curvatura minor* hinweg dem Magen an.

Das durchschnittliche, relative Lebergewicht gibt Kramer (1964) beim männlichen Tier mit 6040,0 mg/100 g Körpergewicht und beim weiblichen mit 4317,0 mg/100 g Körpergewicht an. Ein durchschnittliches, absolutes Lebergewicht wird von ihm bei der männlichen Mongolischen Rennmaus mit 6,26 g und bei der weiblichen mit 3,75 g angegeben.

### **2.5.2.2 Gallenblase**

Die bohnenförmige Gallenblase (Abb. 6) befindet sich zwischen *Lobus dexter medialis* und *Lobus sinister medialis* (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Williams, 1974; Isenbügel, 1985). Ihr *Ductus choledochus* ist 1,4 - 1,6 cm lang und mündet, im *Ligamentum hepatoduodenale* verlaufend, 1,3 - 1,5 cm kaudal des *Pylorus* in die *Pars cranialis* des *Duodenum*s (Schendel und Wissdorf, 1973; Isenbügel, 1985).

### **2.5.2.3 Bauchspeicheldrüse**

Die hellrosafarbende Bauchspeicheldrüse verläuft von rechts im *Mesoduodenum descendens*, der *Pars descendens duodeni* anliegend, entlang der *Facies visceralis* des Magens und reicht linksseitig bis zur Milz (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Isenbügel, 1985). Sie gliedert sich in einen *Lobus pancreatis dexter*, ein *Corpus pancreatis* und einen *Lobus pancreatis sinister*. Das *Corpus* liegt kaudal der *Pars pylorica* des Magens und ist in das *Mesogastrium dorsale* eingelagert. Mit feinen Verästelungen reicht er nach rechts bis an die *Pars cranialis duodeni* und nach links bis an die *Curvatura major* des Magens. Kaudal gehen vom *Corpus* feine Drüsenläppchen aus, die bis an das *Colon transversum* ziehen. Die Pfortader zieht dorsal über es hinweg. Der *Lobus pancreatis dexter* kommt vom *Corpus* und läuft an das dorsale Gekröse des *Duodenum descendens* und reicht als dünner schmaler Schenkel bis zur *Flexura duodeni caudalis*. Der stärker ausgebildete *Lobus pancreatis sinister* ist in das *Mesogastrium dorsale* eingelagert und zieht über die Medianebene hinweg, bis in den ventralen Teil der Milz nach links und überragt diese kaudal an der *Extremitas ventralis* (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973).

Kramer (1964) gibt das durchschnittliche, absolute Pankreasgewicht mit 326,60 mg beim männlichen Tier und beim weiblichen Tier mit 300,90 mg an. Das durchschnittliche, relative Gewicht des Pankreas gibt er mit 319,5 mg/100 g Körpergewicht beim männlichen Tier und beim weiblichen Tier mit 350,7 mg/100 g Körpergewicht an.

### 2.5.3 Milz



Abb. 7: Milz und Magen einer Mongolischen Rennmaus

Die hellrot bis bräunliche Milz (Abb. 7) befindet sich fast vollständig in der Regio hypochondrica sinistra und ist dorsoventral gerichtet (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973; Isenbügel, 1985). Sie ist durch das Ligamentum gastrolienale mit dem Magen verbunden und kann dorsal hinter diesem aufgefunden werden (Williams, 1974). Die Milz ist zungenförmig, im Querschnitt dreieckig und verbreitert sich ventral. Der kraniale und kaudale Rand sind scharf und die Facies parietalis ist glatt und berührt die linke Bauchwand (Schendel, 1972). Die Facies visceralis weist auf der ganzen Länge einen Hilus lienalis auf (Schendel, 1972; Schendel und Wissdorf, 1973).

Das durchschnittliche, relative Milzgewicht beträgt 108,9 mg/100 g Körpergewicht bei männlichen Mongolischen Rennmäusen und 102,5 mg/100 g Körpergewicht bei weiblichen. Dagegen liegt das durchschnittliche absolute Gewicht der Milz bei 109,6 mg bei männlichen und 83,70 mg bei weiblichen Tieren (Kramer, 1964).

## 2.5.4 Nebennieren

Die Nebennieren der Mongolischen Rennmaus (Abb. 8 und Abb. 9) liegen am kranio-medialen Rand der Nieren und sind immer von Fettgewebe umgeben. Die ventrale Fläche bleibt jedoch frei von Fett und ist nur vom Peritoneum überzogen. Bei der Sektion kann man nach Entfernung von Leber und Magen-Darm-Trakt die Nebenniere gut erkennen, sie sind von der Niere durch eine 1 mm dicke Schicht aus Binde- und Fettgewebe getrennt (Rüedlinger, 1974). Die rechte Nebenniere liegt dem kranialen Nierenpol der rechten Niere kranio-medial dicht an und wird medial, unmittelbar von der Vena cava caudalis begrenzt. Ihre Lage ist etwas weiter medial und weiter kranial als die der linken Nebenniere. Die linke Nebenniere liegt kranio-medial des linken kranialen Nierenpols, ist in Fettgewebe eingebettet und liegt von der V. cava caudalis etwas entfernt, wird also nicht unmittelbar von Gefäßen begrenzt (Bachmann, 1996).

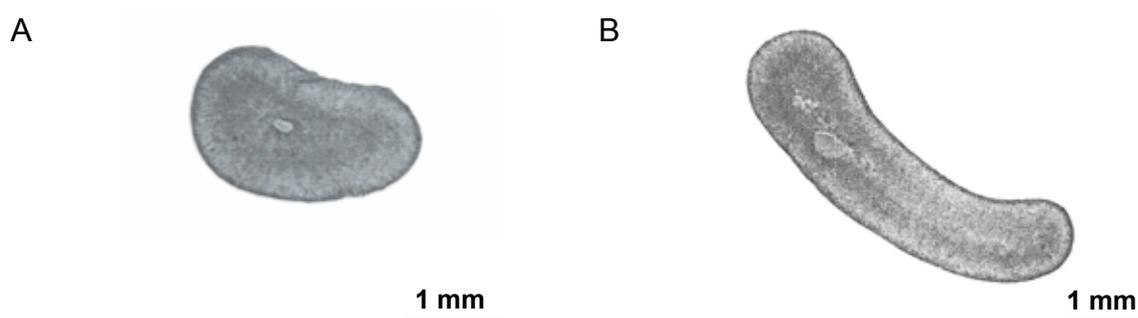


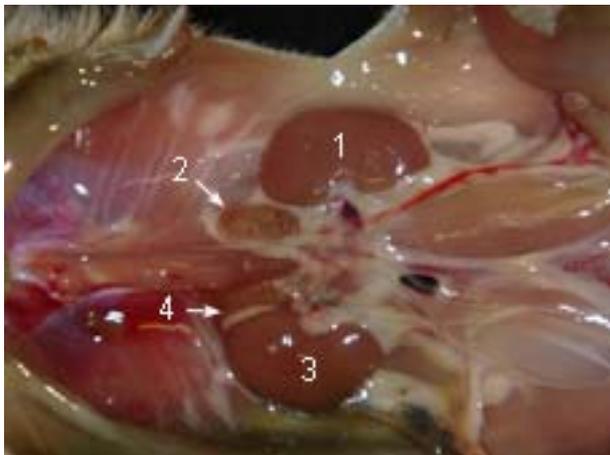
Abb. 8: Nebenniere von einer Mongolischen Rennmaus quer- (A) und längs- (B) geschnitten (Abb. aus Cullen et al., 1971)

Beide Nebennieren besitzen eine lang gestreckte Form (Abb. 8) (Nickerson, 1971; Bachmann, 1996), nach Rüedlinger (1974) sind sie bohnenförmig. Die rechte erscheint etwas gedrungener und damit rundlicher als die linke. Ihre Farbe variiert von hellgelb bis ocker und sie besitzen eine glatte Oberfläche und eine feste Konsistenz (Bachmann, 1996). *Meriones unguiculatus* besitzt eines der größten relativen Nebennierengewichte unter allen bekannten Tierarten (Cullen et al., 1971; Nickerson, 1971). Die Nebennieren des männlichen Tieres sind nach Nickerson (1971) signifikant schwerer als die des weiblichen Tieres. Die männliche Mongolische Rennmaus besitzt eine linke Nebennierengröße von 5,2 x 3,6 x 2,6 mm und eine absolute Organmasse von 20,4 mg. Die rechte Nebenniere dagegen hat

eine Größe von 5,8 x 3,0 x 2,5 mm und eine absolute Organmasse von 19,4 mg. Die Nebennierenmaße des weiblichen Tieres, betragen links 5,5 x 3,4 x 2,8 mm und rechts 5,7 x 3,2 x 2,1 mm und die absolute Organmasse liegt links bei 18,7 mg und rechts bei 17,0 mg (Bachmann, 1996). Kramer (1964) dagegen gibt das durchschnittliche absolute Gewicht für beide Nebennieren mit 67,42 mg beim männlichen Tier und beim weiblichen Tier mit 42,4 g an. Malendowicz (1984) fand keinen signifikanten Geschlechtsunterschied im absoluten Nierengewicht. Er ermittelte ein Nebennierengewicht von 36,56 mg bei der männlichen Mongolischen Rennmaus und bei der weiblichen ein Gewicht von 35,20 g. Im Gegensatz dazu, stellt er ein größeres relatives Nebennierengewicht bei weiblichen Tieren fest. Männliche Tiere besitzen ein durchschnittliches relatives Nebennierengewicht von 0,0686 %KM und weibliche Tiere von 0,0497 %KM (Kramer, 1964). Robinson (1979) dagegen ermittelte ein relatives Nebennierengewicht von 0,052 %KM bei männlichen Tieren und 0,053 %KM bei weiblichen. Das Volumen der Nebennieren ist bei beiden Geschlechtern gleich (Malendowicz, 1984).

## 2.5.5 Harnorgane

### 2.5.5.1 Nieren



- 1 linke Niere
- 2 linke Nebenniere
- 3 rechte Niere
- 4 rechte Nebenniere

Abb. 9: Die Nieren und Nebennieren einer Mongolischen Rennmaus nach Entfernung des Magendarmtraktes

Die Nieren von *Meriones unguiculatus* (Abb. 9) sind glatt, einwarzig und bohnenförmig (Rüedlinger, 1974; Isenbügel, 1985). Die Länge jeder Niere beträgt durchschnittlich 13 mm, die Breite, vom Hilus aus gemessen, 8 mm und das Gewicht bei entbluteten Tieren durchschnittlich 365 mg. Legt man einen Sagittalschnitt durch die Niere, nimmt die Rindensubstanz die peripheren zwei Fünftel und die Marksubstanz die zentralen zwei Fünftel der Schnittfläche ein, zwischen beiden Anteilen ist eine deutliche Grenzschicht mit einer Breite von einem Fünftel der Schnittfläche zu erkennen. Beide Nieren liegen retroperitoneal und sind außer an der Ventralfläche von reichlich braunem, plurivakuolärem Fettgewebe umgeben (Rüedlinger, 1974). Die rechte Niere liegt rechts und ventral vom 1. - 3. Lendenwirbelkörper, die linke befindet sich links und ventral des 2. - 4. Lendenwirbelkörpers (Rüedlinger, 1974; Isenbügel, 1985). An der Impressio renalis des Processus caudatus der Leber liegt der kraniale Pol der rechten Niere von ventral an. Das breite Ligamentum hepato-renale verbindet beide. An den Hilus der Niere tritt je eine Arteria und Vena renalis. Die Gefäße zur rechten Niere gehen 1 - 2 mm weiter kranial von der Aorta abdominalis, beziehungsweise von der Vena cava caudalis ab, als die entsprechenden Gefäße der linken Niere (Rüedlinger, 1974).

Das Nierenbecken weist eine Trichterform auf und ihre zapfenartige Papilla renalis communis ist 3 - 5 mm lang, kaudomedial gerichtet und setzt sich noch etwa 1 mm weit in das Lumen des Anfangsteils des Harnleiters fort. An der Papilla renalis communis sind dorsal und ventral je drei Pseudopapillen ausgebildet, die in Tangentialschnitten mit bloßem Auge gerade noch erkennbar sind. Außerdem löst sich von der kranialen sowie von der kaudalen Fläche der Papilla communis je eine gut 1 mm hohe Pseudopapille ab. Zwischen allen Pseudopapillen sind vom Nierenbecken ausgehende Recessus pelvis oder Recessus collaterales zu finden (Rüedlinger, 1974).

Das durchschnittliche relative Nierengewicht beträgt 1137,2 mg/100 g Körpergewicht bei männlichen Mongolischen Wüstenrennmäusen und 975,6 mg/100g Körpergewicht bei Weiblichen. Dagegen liegt das durchschnittliche absolute Gewicht beider Nieren bei 1144 mg bei männlichen und 838 mg bei weiblichen Tieren (Kramer, 1964).

### **2.5.5.2 Harnleiter**

Kaudal der Blutgefäße verlassen beide Harnleiter die Niere am Hilus und verlaufen dann parallel der Vena cava caudalis. Retroperitoneales Fettgewebe umhüllt die Ureteren vom Nierenbecken bis zur Einmündung in die Harnblase. Bei männlichen Tieren überqueren sie auf ihrem Weg die Arteria und Vena testicularis ventral und kreuzen anschließend den Samenleiter auf seiner medialen Seite, bevor sie von dorsal in die Wand des Blasenkörpers eintreten. Bei weiblichen Rennmäusen ziehen sie lateral am Gebärmutterhals vorbei, um ebenfalls von dorsal in die Harnblase einzumünden (Rüedlinger, 1974).

### **2.5.5.3 Harnblase**

Die Harnblase (Abb. 1, Abb. 11 und Abb. 12) besitzt im gefüllten Zustand eine kugelige Form und kann einen Durchmesser von 7 - 8 mm erreichen. Auch bei geringer Füllung ragt sie in die Bauchhöhle hinein. Sie wird von einem großen V-förmigen Fettpolster unterlagert (Isenbügel, 1985) dessen Schenkel der Blase lateral vom Hals bis fast zum Scheitel anliegen. Beim männlichen Tier grenzen dorsal und lateral, die kranialen zwei Drittel der Harnblase an die Glandula vesicularis und ventral und lateral ihr kaudales Drittel an die Prostata. Beim weiblichen Tier dagegen hat die Vesica urinaria eine enge Beziehung zum Uterus der ihr von dorsal her direkt anliegt (Rüedlinger, 1974).

### **2.5.5.4 Harnröhre**

#### **Weibliche Harnröhre**

Die weibliche Harnröhre ist ventral von Uterus, Zervix und Vagina zu finden und mündet selbstständig auf einem kegelförmigen Vorsprung ventral der Vulva (Rüedlinger, 1974).

## **Männliche Harnröhre**

Die männliche Harnröhre kann in ein weites Beckenstück und ein enges Penisstück unterteilt werden. Das Beckenstück hat etwa eine Länge von 10 mm, beginnt am Harnblasenhals und verläuft in gerader Richtung am Beckenboden entlang kaudal. Am Arcus ischiadicus biegt die Urethra ventral um und tritt von dorsal in die sich verzweigenden Schenkel des Bulbus penis ein. Kurz nach diesem Eintritt, noch innerhalb des Bulbus penis, erweitert sich ihr Lumen, um dann im kranioventral verlaufenden Penisstück wieder eng zu werden. In der Schleimhaut des Beckenstücks sind schon unmittelbar kaudal der Blase zahlreiche muköse Drüsen (Glandulae urethrales) eingelagert. Im kaudalen Bereich des Beckens sind sie in geringerer Anzahl vorhanden, am Bulbus penis bilden sie dann eine zusammenhängende Drüsenschicht und am Penisstück kommen sie nur noch vereinzelt vor (Rüedlinger, 1974).

## **2.5.6 Geschlechtsorgane**

### **2.5.6.1 Weibliche Geschlechtsorgane**

#### **Eierstock**

Die Ovarien befinden sich beide im Bereich des 5. – 6. Lendenwirbels, wobei das linke Ovar etwas kaudaler gelegen ist als das rechte. Der linke Eierstock liegt meist zwischen dorsolateraler Körperwand und der kaudolateralen Seite der linken Niere. Der rechte dagegen grenzt meist an den kaudalen Pol der rechten Niere. Sind die Ovarien gelbkörperfrei, besitzen sie eine bohnenähnliche Gestalt und die Größe eines Reiskorns. An ihrem medial gelegenen konkaven Rand befindet sich kranial das Infundibulum des Eileiters. Das juvenile Tier weist verschieden große Primärfollikel auf seiner Ovaroberfläche auf. Bei der geschlechtsreifen Mongolischen Rennmaus dagegen, findet man eine unebene, höckerige und narbige Oberfläche die durch Follikel und frische oder zurückgebliebene Corpora lutea herrührt. Das Ovar kann in unterschiedlicher Gestalt und Größe vorliegen, da die Gelbkörper verschieden über die Oberfläche kuppenförmig hinausragen können (Böttger et al., 1976).

Das durchschnittliche, relative Ovargewicht beider Ovarien zusammen, gibt Kramer (1964) bei einem 87,3 g schweren Weibchen mit 98,3 mg/100 g Körpergewicht und das durchschnittliche absolute mit 83,90 mg an. Böttger et al. (1976) geben das mittlere absolute Ovargewicht bei einer halbjährigen Mongolischen Rennmaus mit 62,23 g Körpergewicht, mit 8,69 mg des rechten Ovars und 9,13 mg des linken Ovars an. Wobei die mittleren Abmessungen des rechten Ovars 4,7 mm x 2,39 mm x 1,6 mm entsprach und die des linken 5,19 mm x 2,5 mm x 1,55 mm.

### **Eileiter**

Der Eileiter liegt ventromedial oder ventral vom Ovar. Beim adulten Tier besitzt er einen stark geschlängelten Verlauf mit einer Länge von etwa 18 mm. Das Infundibulum tubae sitzt am freien Ende des Eileiters und weist einen Durchmesser von etwa 1,2 mm auf. Es liegt der konkaven Seite des Ovars ventromedial an, in seinem Inneren liegt das Ostium abdominale tubae, welches in den Anfangsteil des Eileiters (Ampulla tubae) führt. Die Ampulla tubae ist weitlumig und kurz, ihr folgt der enge, lange Isthmus tubae. Dieser zieht zum kranialen Uterushornende um hier am Ostium uterinum tubae mit einer deutlichen Papille, Colliculus tubarius, in das Lumen des Uterus zu münden. Die Salpinxschlingen sind am Mesosalpinx aufgehängt, dieses stellt einen Teil der Bursa ovarica dar, welche das Ovar vollständig umhüllt. Die anderen Anteile werden in geringem Maße vom Mesovarium, vom Ligamentum suspensorium ovarii, vom Ligamentum ovarii proprium und vom Ovar selbst gebildet. Ein Periovarialraum befindet sich zwischen Bursawand und Ovar, dieser steht durch eine enge, schlitzförmige, medial gelegene Öffnung mit der Peritonealhöhle in Verbindung. Das Ligamentum ovarii proprium verläuft dorsal dieser Öffnung in der Wand der Bursa ovarica, es kommt vom kaudalen Pol des Eierstocks und zieht zur Uterushornspitze. Das Ligamentum suspensorium ovarii, kommt vom kranialen Pol des Eierstocks, zieht dorsolateral an der Niere vorbei zum Zwerchfell und setzt hier im Bereich der letzten Rippen an (Böttger et al., 1976).

## **Gebärmutter**

Der Uterus der Mongolische Rennmaus besteht aus zwei freien Uterushörnern und zwei getrennten Körpern die aber äußerlich unpaar, als nur ein kurzer Körper erscheinen (Böttger et al., 1976; Kress und Mardi, 1990). Aus diesem Corpus uteri gehen beide Hörner kranial des Harnblasenscheitels hervor und ziehen dann in kranio-lateraler Richtung. Beide Cornua uteri sind durch ein, kurz vor der Mündung endendes, Septum voneinander getrennt. Ihre Form ist gerade verlaufend manchmal auch geschlängelt und zylindrisch und die Hornenden verjüngen sich kranial. Bei nichtträchtigen Tieren ist die äußere Oberfläche der Hörner glatt und eben.

Als Ostium uteri internum sind die beiden kaudalen Öffnungen der Cornua uteri anzusehen, welche in die Cervix uteri münden. Die Uterushörner vereinigen sich kraniodorsal der Blase (Isenbügel, 1985) zu einer einheitlichen Zervix. Aus diesem Grunde bezeichnen Isenbügel (1985), Kress und Mardi (1990) den Mongolischen Rennmaus Uterus auch als Uterus bicornis unicollis. Die Zervix mündet mit einem gemeinsamen Ostium uteri externum (dem äußeren Muttermund) in die Vagina. In das Scheidenlumen münden voneinander getrennt zwei feine, tiefe Rinnen seitlich ein. Diese Rinnen verlaufen in dem Bereich, indem die seitlichen Schleimhautfalten der Portio vaginales, welche in die Vagina hineinragt, den dorsalen und ventralen Cervixfalten anliegen (Böttger et al., 1976).

Die Cornua uteri sind an einem kräftigen, breiten und doppelamelligen Serosablatt aufgehängt, dem Ligamentum latum uteri. Dieses Gekröse kann manchmal Fett enthalten und entspringt lateral der Psoasmuskulatur an der dorsalen Bauchwand. Der Ansatz ist an den Hörnern bis hin zum einheitlichen Teil des Uterus zu finden. Das Mesometrium, welches die Uterusblutgefäße enthält, setzt sich kranial in das Mesovarium fort. Das Ligamentum teres uteri beginnt am kranialen Ende des Uterus und zieht lateral zum inneren Leistenring. Die beiden Uterushörner werden in der Bifurcatio uteri durch das Ligamentum intercornuale miteinander verbunden (Böttger et al., 1976).

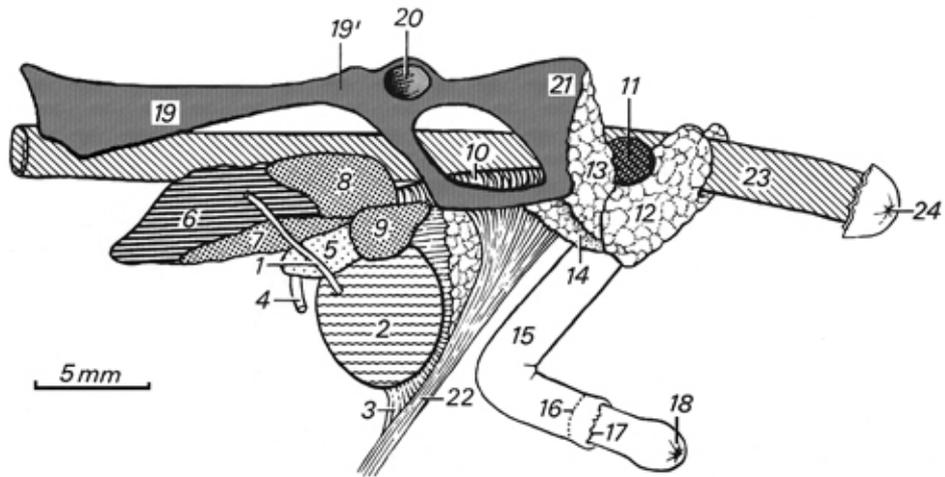
Kramer (1964) beschreibt das durchschnittliche relative Uterusgewicht bei einer Mongolischen Rennmaus mit einem Körpergewicht von 87,3 g, mit 233,7 mg/100 g Körpergewicht und das durchschnittliche absolute mit 203,3 mg.

## **Scheide**

Die Vagina legt sich ventral der dorsalen Harnröhrenwand an, wodurch die Urethra in einer schmalen Furche im ventralen Vaginaanteil verläuft. Dorsal der Vagina liegt das Rektum, durch welches die dorsale Scheidenwand konkav eingebuchtet ist (Williams, 1974; Böttger et al., 1976). Die Vagina ist sehr dünnwandig und besitzt ein weiteres Lumen als die Cervix. Der äußere Scheideneingang und die Harnröhrenöffnung liegen ventral des Afters und beide Öffnungen sind voneinander getrennt und selbstständig angelegt. Ventral des Vaginaeingangs liegt ein kegelförmiger, zapfenartiger und vorspringender Hügel, welcher mit weißen Haaren besetzt ist und den Introitus vaginae ventral bis auf dessen kaudalen Abschnitt überdeckt. Auf diesem Hügel mündet die Urethra. Bei Jungtieren ist die Scheidenöffnung epithelial verschlossen und öffnet sich erst frühestens am 47. Lebenstag. Eine Fossa anovaginalis ist seitlich von Scheideneingang und Anus zu finden, sie ist eine längliche Grube die durch subkutanes Fettgewebe entsteht. Seitlich von ihr und um den Anus herum ist die Haut stark pigmentiert und spärlich behaart. Der Vaginaleingang zeigt sich dagegen eher schwach pigmentiert. Beim adulten Weibchen hat das Perineum etwa eine Länge von 4 mm (Böttger et al., 1976).

### **2.5.6.2 Männliche Geschlechtsorgane**

An den männlichen Geschlechtsorganen sind der große Hoden (Abb. 1, Abb. 11 und Abb. 53), der mächtige Fettkörper am Nebenhodenkopf (Abb. 1, Abb. 11 und Abb. 53), sowie die stark entwickelten akzessorischen Geschlechtsdrüsen (Abb. 10, Abb. 12 und Abb. 53) besonders auffällig (Rüedlinger, 1974; Isenbügel, 1985).



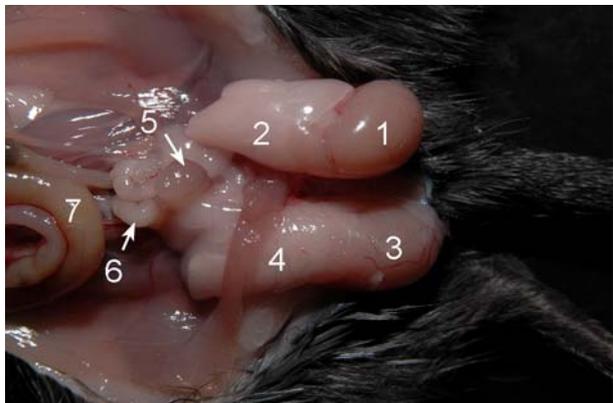
1	Ureter sinister	15	Penis
2	Vesica urinaria	16	Fundus präputii
3	Lig. vesicae medianum	17	Schnittlinie durch das Präputiuminnenblatt
4	Ductus deferens sinister	18	Ringförmiger Wulst an der Penisspitze
5	Linke äußere Ampullendrüse	19	Ala ossis ilii
6	Gld. vesicularis sinistra	19'	Corpus ossis ilii
7-9	Kranialer, mittlerer und kaudaler Prostatalappen	20	Acetabulum
10	M. urethralis	21	Tuber ischiadicum
11	Gld. bulbourethralis sinistra	22	M. rectus abdominis
12	M. bulbospongiosus	23	Rektum
13	M ischiocavernosus	24	Anus mit Hautstück
14	M. subischiocavernosus		

Abb. 10: Linke Seitenansicht der Beckenorgane einer geschlechtsreifen, männlichen Mongolischen Rennmaus (Abb. aus Ruedlinger, 1974)

## Scheidenhautfortsatz

Der Processus vaginalis von *Meriones unguiculatus* ist gleichmäßig weit und sein proximaler Abschnitt geht ohne eine Verengung am sehr weiten Anulus vaginalis in die Peritonealhöhle über. Sein blindes Ende erreicht den hintersten Punkt des Scrotums und kommt somit dicht ventral und seitlich des Anus zu liegen. Der Processus vaginalis wird dort durch Bindegewebsfaserbündel an der Innenfläche des Scrotums befestigt (Rüedlinger, 1974). Beim adulten Tier sind beide Hoden vollständig in ihm zu finden (Rüedlinger, 1974; Isenbügel, 1985).

## Hoden



- 1 Linker Hoden und Nebenhoden
- 2 Linker Nebenhodenfettkörper
- 3 Rechter Hoden und Nebenhoden
- 4 Rechter Nebenhodenfettkörper im Canalis inguinalis
- 5 Harnblase
- 6 Glandula vesicularis
- 7 Dünndarm

Abb. 11: Männliche Geschlechtsorgane einer Mongolischen Rennmaus

Die Gestalt der Hoden der Mongolischen Rennmaus ist eiförmig (Abb. 1, Abb. 11 und Abb. 53). Ein Hoden besitzt die durchschnittliche Länge von 13 mm, eine Dicke von 9,5 mm und ein Gewicht von 575 mg (Rüedlinger, 1974). Kramer (1964) beschreibt das durchschnittliche, relative Hodengewicht bei der Mongolischen Rennmaus mit 1359 mg/100 g Körpergewicht und das durchschnittliche, absolute mit 1397 mg. Beim erwachsenen Tier liegt jeder Hoden vollständig im Processus vaginalis (Rüedlinger, 1974; Isenbügel, 1985). Seine Extremitas capitata ist kranioventral, die Extremitas caudata kaudodorsal, der Margo epididymidis dorsal und der Margo liber ventral gerichtet. Die gelblichweiße Tunica albuginea ist durchschnittlich 20 µm dick und gibt nur dünne Septula testis in das Hodeninnere hinein ab. Ein Mediastinum testis ist nicht festzustellen. Das durch den Blutreichtum rötlich gefärbte Hodenparenchym ist von sehr weicher Konsistenz (Rüedlinger, 1974).

## **Nebenhoden**

Der kräftig ausgebildete Nebenhodenkopf (Caput epididymidis) legt sich der Extremitas capitata des Hodens kappenförmig an (Abb. 1, Abb. 11 und Abb. 53). Der darauf folgende fadenförmige Nebenhodenkörper (Corpus epididymidis) liegt dorsomedial dem Hoden an und bildet ein nur dünnes Verbindungsstück zum Nebenhodenschwanz (Cauda epididymidis) (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 11 und Abb. 53) (Rüedlinger, 1974; Williams, 1974). Dieser hat eine Länge von 8 - 11 mm und eine Basisbreite von 5 - 6 mm und sitzt als großer stumpfer Kegel dem kaudalen Pol des Hodens auf. An dem graugelblichen Epididymis lässt sich schon makroskopisch die Schlingelung des Nebenhodenganges erkennen. Am kranialen Hodenpol, am Nebenhodenkopf und an der Hälfte seines Körpers ist ein Fettkörper befestigt, der aus univakuolärem Fettgewebe aufgebaut ist. Dieser reicht mit dem Nebenhodenkopf, durch den weiten Anulus vaginalis, in die Bauchhöhle hinein und grenzt dort an Darmteile, vor allem an Caecum und Duodenumschlingen. Die Bursa testicularis ist, durch den dicken Fettkörper bedingt, zwischen Hoden und Nebenhoden sehr tief ausgebildet. Der gesamte Nebenhoden mit dem anliegenden Fettkörper besitzt ein durchschnittliches Gewicht von 1330 mg, wiegt man ihn alleine hat er ein Gewicht von durchschnittlich 170 mg, wobei ein sauberes abpräparieren des gesamten Fettkörpers ein Problem darstellt (Rüedlinger, 1974).

## **Samenleiter**

Der Ductus deferens (Abb. 53) verlässt den Nebenhodenschwanz und zieht leicht geschlängelt medial an der Verbindung zwischen Hoden und Nebenhoden kranioventral. Nachdem er in die Bauchhöhle eingetreten ist, biegt er mediodorsal um und bildet somit einen kraniokonvexen Bogen. Der Ductus deferens ist 1 mm dick und wird von seinem Beginn bis zur zweiten Umschlagstelle von einer grauweißen Fettschicht umhüllt. Die zweite Umschlagstelle befindet sich 5 - 6 mm kranio-lateral des Harnblasenhalses, hier schlägt der Samenleiter in kaudodorsaler Richtung gegen die Harnröhre um und mündet dann nach kurzem Verlauf in diese. Er verläuft dabei zuerst konvergierend und anschließend parallel mit der anderen Seite, in kaudaler Richtung, dem Anfangsteil der Harnröhre zu (Rüedlinger, 1974).

## **Akzessorische Geschlechtsdrüsen**

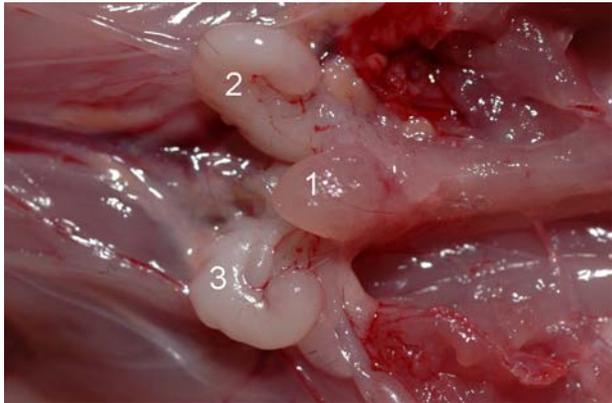
Die Glandulae genitales accessoriae (Abb. 10, Abb. 11, Abb. 12 und Abb. 53) sind bei den männlichen *Meriones unguiculatus* besonders stark entwickelt (Isenbügel, 1985). Es lassen sich an ihnen die Ampullendrüse, die Samenblasendrüse, die Prostata und die Harnröhrenzweibeldrüse unterscheiden. Ihre Morphologie ist sehr komplex, es ist sehr schwierig einzelne Anteile der Prostata, der Samenblasendrüse oder den äußeren Ampullendrüsen zuzuordnen (Rüedlinger, 1974).

Das durchschnittliche, relative Samenblasen- und Prostatagewicht beträgt 946,7 mg/100 g Körpergewicht und das durchschnittliche, absolute 967 mg (Kramer, 1964).

### **Ampullendrüsen**

Der Ductus deferens ist, in den letzten 4 - 5 mm vor seiner Mündung, von den äußeren Ampullendrüsen umgeben. Diese liegen ihm in ihrem kranialen Drittel, nur in Form von lockeren Drüsenpaketen, dorsal an. Ihr kaudaler Bereich schließt sich dem kranialen an und sie umfasst den Samenleiter manschettenförmig und verbindet sich über der Medianebene hinweg mit den Ampullendrüsen der Gegenseite zu einem einheitlichen Drüsenpaket. Im kaudalen Endabschnitt sind mehrere Ausführungsgänge zum Ductus deferens ausgebildet. Der von den äußeren Ampullendrüsen umgebene Anteil des Samenleiters, vergrößert seinen äußeren Durchmesser auf das Eineinhalbfache und bildet somit die Ampulla ductus deferentis. Ihre Länge beträgt 4 mm und sie besitzt einen Durchmesser von 1,5 mm. In ihrem Bereich ist die Wand etwas verdickt und sie engt sogar das Lumen etwas ein. Die äußerliche Dickenzunahme ist allein auf die Ausbildung der in der Propria mucosae des Samenleiters gelegenen inneren Ampullendrüsen zurückzuführen. Diese umgeben das Lumen des Samenleiters mantelförmig und münden ohne direkte Ausführungsgänge in ihn ein (Rüedlinger, 1974).

### Samenblasendrüse



- 1 Harnblase
- 2 linke Glandula vesicularis
- 3 rechte Glandula vesicularis

Abb. 12: Rechte und linke Glandula vesicularis einer Mongolischen Rennmaus

Die Glandula vesicularis (Abb. 10, Abb. 11, Abb. 12 und Abb. 53) ist paarig und stellt bei der Mongolischen Rennmaus eine längliche Blase mit einer Länge von etwa 15 mm und in ihrem mittleren Bereich einer Dicke von 6 mm dar. Ihre Oberfläche ist höckerig und gelbweiß. Ihr kaudales Ende liegt jederseits dem Harnblasenhals eng an. Beide Drüsen weichen kranial, bilateral symmetrisch, stark auseinander um dann bauchhöhlenwärts die Harnblase beträchtlich zu überragen. Die kranialen Samenblasendrüseneenden sind hakenförmig medioventral eingerollt (Abb. 11 und Abb. 12) Kaudal setzt sich die Glandula vesicularis in einen weitlumigen, dorsoventral abgeplatteten Ductus excretorius fort. Dieser vereinigt sich mit dem Endabschnitt des Ductus deferens, nachdem er mit diesem parallel verlaufen ist, kurz vor der Mündung zum Ductus ejaculatorius welcher dann in die Urethra mündet (Rüedlinger, 1974).

### Vorsteherdrüse

Die Prostata von *Meriones unguiculatus* weist eine komplizierte Unterteilung und räumliche Aufteilung auf (Abb. 10 und Abb. 53). Sie besitzt jederseits einen kranialen und einen kaudalen Lappen, sowie einen stark gegliederten Mittellappen. Beide kranialen Lappen der Prostata sind zwischen den Hörnern der Glandula vesicularis eingeschoben und liegen diesen medioventral dicht an. Sie sind mit ihnen in einer gemeinsamen Serosahülle eingeschlossen. Die kaudale Hälfte beider kranialer Lappen verläuft ventral der Hörner der Samenblasendrüse und schiebt sich jederseits zwischen die äußeren Ampullendrüsen und den Mittellappen der Prostata

ein. Ihre beiden Ausführungsgänge ziehen kaudal, verlaufen dorsal der Samenleiterampulle mit den äußeren Ampullendrüsen hinweg, und setzen sich anschließend parallel zum Ductus deferens fort. Der Mittellappen der Prostata besteht aus einem linken und einem rechten Seitenteil, sowie aus einem Mittelteil der die Seitenteile verbindet. Der Mittellappen befindet sich über dem kaudalen Endabschnitt der Glandula vesicularis und dem Anfangsteil der Urethra. Er besitzt eine Länge von 7 - 8 mm und eine Breite von 6 - 7 mm. Die beiden Seitenteile, die lateral gelegen sind, sind in ihrem basalen Bereich etwa 2 mm breit und sie besitzen im mittleren Abschnitt die größte Höhe von etwa 4 mm. Es ist zu beachten, dass bei Jungtieren der Mittellappen noch nicht ganz ausgebildet sein kann. Bei geschlechtsreifen männlichen Mongolischen Rennmäusen dagegen legt sich der Mittellappen der Prostata dem Rectum ventral und ventrolateral kissenartig an.

Die beiden kaudalen, kolbenförmigen Prostatalappen besitzen eine leicht gelbliche Farbe und sind daher von dem grauweißen Mittellappen und dem weißen kranialen Lappen leicht unterscheidbar. Sie befinden sich am Harnblasenhals und am Anfangsteil der Harnröhre und ihr freies Ende ist nach kaudal gerichtet. Die Urethra wird von ihnen nur ventral und lateral begleitet (Rüedlinger, 1974).

#### Harnröhrenzwiebeldrüse

Die kugelige, grauweiße Harnröhrenzwiebeldrüse (Abb. 10) ist paarig vorhanden und besitzt einen Durchmesser von 3 - 4 mm. Sie befindet sich im Bereich des Arcus ischiadicus dorsolateral der Harnröhre, zwischen beiden Drüsen der beiden Seiten, liegt das Rektum in einem etwa 8 mm breiten Spalt. Der kraniale Anteil jeder Drüse wird vom Musculus ischiocavernosus umhüllt und der restliche freie Anteil liegt dem Musculus bulbospongiosus auf, welcher den Bulbus penis umgibt (Rüedlinger, 1974).

## Penis

Der auffällig geknickte Penis der Mongolischen Rennmaus (Abb. 1, Abb. 10 und Abb. 53) entspringt mit zwei Crura penis am Arcus ischiadicus, zieht kranial und ventral bis kurz vor das Pecten ossis pubis und knickt hier scharf kaudal um. Die Länge des gesamten Penis entspricht etwa 22 mm, davon entfällt etwa ein Drittel auf seinen Endabschnitt der kaudal gerichtet ist.

Er ist aus zwei Schwellkörpern, Corpora cavernosa penis aufgebaut, die im Querschnitt rundlich erscheinen und aus den Crura penis hervorgehen. Diese vereinigen sich, nachdem sie 5 - 6 mm parallel voneinander getrennt verlaufen sind. Der Penis enthält zusätzlich das Corpus spongiosum penis, welches ein weiteres Schwellgewebe darstellt, es schließt die Urethra vollständig ein. Dieser unpaare Schwellkörper der Urethra findet proximal in zwei symmetrischen Schenkeln sein Ende. Diese besitzen einzeln eine Länge von 7 - 8 mm und verjüngen sich am Ende mit einer Dicke von 2 mm. Sie sind Y-förmig und als konische Kolben angelegt und bilden den kavernösen Bulbus penis. Der Bulbus penis hat seine Lage kaudodorsal an den Crura penis und verläuft auf einer Strecke von etwa 4 mm kranioventral nachdem sich beide Schenkel vereinigt haben.

Ein flacher Sulcus urethralis bildet die Harnröhrenfläche und der Penisrücken besitzt eine tiefe Furche. Der Penis von *Meriones unguiculatus* lässt sich dem fibro-elastischen Typ zuordnen, da sein kollagener und elastischer Bindegewebsanteil dominiert. An der Penisspitze ist ein kleiner Fortsatz auffällig, dieser überragt die Penisspitze ventral der Öffnung der Harnröhre um etwa 1 mm und er wird als Spitzenkappe bezeichnet. Ein typisches Schwellgewebe für eine Eichel besitzt die Mongolische Rennmaus nicht.

*Meriones unguiculatus* besitzt ein 5 - 6 mm langes, stabförmiges Os penis. Dieses ist distal der auffälligen Penisknickung eingelagert und sein kranialer Anfangsteil ist auf 2 mm verbreitert und dorsoventral abgeplattet. Der Penisknochen liegt unter der Urethra, also nicht wie beim Hund dorsal von ihr, was begründet ist in dem kaudal gerichteten distalen Penisende.

Der nicht erigierte Penis liegt in einer etwa 8 mm langen Vorhaut, welche ihn kaudal 2 - 3 mm überragt. Beim erwachsenen Tier kann man einen Abstand zwischen Präputialöffnung und dem Anus von durchschnittlich 12 mm feststellen. Der Penis wird vom Präputium bis 3 - 4 mm distal der kaudalen Krümmung, kurz vor dem Arcus

ischiadicus, umhüllt. Danach schlägt sein Innenblatt im Fundus praeputii auf den Penis um. Das von zahlreichen, verhornten und regelmäßig verteilten Stacheln bestückte Penisblatt, bildet am kaudalen Ende einen ringförmigen Wulst. Im kaudalen Drittel der Vorhaut befinden sich links und rechts in der dorsolateralen Wand die Glandulae praeputiales, die zu zwei bilateral symmetrischen Drüsenorganen zusammengefasst sind (Rüedlinger, 1974).

## 2.6 Zucht und Reproduktion

*Meriones unguiculatus* führen in freier Wildbahn ein polygames Leben, ihre Jungen kommen vor allem im Frühjahr und Sommer zur Welt (Robinson, 1978). Nach Havenaar (1995) dagegen leben die Tiere streng monogam und bilden lebenslang dauernde Paareinheiten. In Gefangenschaft haben sich monogame Zuchtsysteme als geeigneter erwiesen (Robinson, 1978; West, 1997; Brain, 1999), aber auch polygame Zuchtsysteme sind möglich (West, 1997; Brain, 1999). Hier vermehren sie sich das ganze Jahr über am besten bei einem Tageslichtregime von 10 – 14 Stunden (Robinson, 1978; West, 1997). In Tabelle 4 werden Angaben über das Alter der Zuchtreife der Tiere gegeben, um die in der Literatur voneinander abweichenden Angaben zu vergleichen.

Zuchtreife	männlich	weiblich
(Zwart und Treiber, 2005)	12 Wochen	10 Wochen
(Bihun und Bauck, 2004)	9 - 18 Wochen	9 - 12 Wochen
(Wolfensohn und Lloyd, 1998)	10 - 12 Wochen	9 - 12 Wochen

Tabelle 4: Zuchtreife der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren

Mongolische Rennmäuse sind aber nicht so fruchtbar wie Mäuse, Hamster oder Ratten (Robinson, 1978; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999). Die Zuchtpaare sollten bis zum Zeitpunkt der Geschlechtsreife (8 Wochen) zusammengesetzt werden (Havenaar et al., 1995; Brain, 1999). Eine Trennung der monogamen Paare, führt bei erneutem Zusammensetzen meistens zu schweren Rangordnungskämpfen

und sollte daher möglichst unterlassen werden (Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999).

*Meriones unguiculatus* werfen in der Regel das erste mal mit 130 Tagen und haben ihren letzten Wurf mit 487 Tagen (Arrington und Kelley, 1973). Auf ein Weibchen kommen durchschnittlich 7,1 maximal 12 Würfe im Leben (Arrington und Kelley, 1973; Brain, 1999). Die Geschlechtsreife setzt mit 63 - 84 Tagen ein (West, 1997; Brain, 1999; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Isenbügel (1985), Bihun und Bauck (2004) dagegen sind der Meinung, dass sie erst mit 70 – 98 Tagen einsetzt.

### 2.6.1 Sexualzyklus und Paarung

Die Mongolische Rennmaus besitzt einen polyöstrischen Zyklus (Robinson, 1978; Nishino und Totsukawa, 1996; Brain, 1999), den man in 5 Stadien einteilen und diese anhand eines Vaginalausstriches mikroskopisch nachweisen kann (Nishino und Totsukawa, 1996):

Stadium 1: Proöstrus	Der Vaginalausstrich zeigt ausschließlich Epithelzellen.
Stadium 2: früher Östrus	Der Vaginalausstrich zeigt überall verstreute Keratinozyten.
Stadium 3: später Östrus	Der Vaginalausstrich zeigt eine Keratinozytenansammlung.
Stadium 4: Metöstrus	Der Vaginalausstrich zeigt hauptsächlich Leukozyten, ein paar Keratinozyten und infiltrierte Epithelzellen.
Stadium 5: Diöstrus	Der Vaginalausstrich zeigt hauptsächlich Leukozyten, gelegentlich etwas Schleim und vereinzelte Zellen.

Die mikroskopische Analyse des Vaginalausstriches ist aber nicht so verlässlich, wie die bei Maus und Ratte. Der Östrus kann außerdem auch an Verhaltensänderungen der Tiere festgemacht werden (Brain, 1999). Die Ovulation ist generell spontan kann aber auch induziert werden (Robinson, 1978). Ein Zusammensetzen von weiblichen Tieren mit männlichen, ruft oft nach einigen Tagen den Östrus hervor (Meckley und Ginther, 1971), dies bewirkt auch die Gabe von Östradiol und Progesteron (Kuehn und Zucker, 1968). Brain (1999) dagegen beschreibt die Ovulation als ausschließlich

spontan, er verneint eine Induktion und beschreibt die Paarung generell am Tag der Ovulation. Die Möglichkeit, dass der Östrus durch das Männchen induziert sein kann, erschwert eine exakte Festlegung des Östruszyklus (Robinson, 1978). Die mittlere Ovulationsrate liegt bei 6,6 mit einer Spanne von 4 - 9 Oozyten (Robinson, 1978; Brain, 1999). Angaben über die Zykluslänge sind in Tabelle 5 zu finden.

<b>Zykluslänge (polyöstrisch)</b>	
(Wolfensohn und Lloyd, 1998)	4 - 5 Tage
(Robinson, 1978; Isenbügel, 1985; Nishino und Totsukawa, 1996; West, 1997; Zwart und Treiber, 2005)	4 - 6 Tage (spontan)
(Bihun und Bauck, 2004)	4 - 7 Tage

*Tabelle 5: Zykluslänge der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren*

Die meisten Kopulationen finden am späten Abend und in der Nacht statt (Robinson, 1978; Havenaar et al., 1995). Der Mongolische Rennmausbock deckt sein Weibchen mehrmals (Robinson, 1978). Bei der Paarung entsteht ein kleiner Kopulationspfropfen, tief verborgen in der Vagina, der nur selten erkennbar ist (Robinson, 1978; Havenaar et al., 1995; West, 1997; Brain, 1999). Findet bei der Paarung keine Befruchtung statt kann daraus eine 14 – 18 Tage anhaltende Pseudogravidität entstehen (West, 1997; Brain, 1999). Robinson (1978) spricht von einer 13 – 23 Tage andauernden Scheinträchtigkeit und gibt als weitere Ursache für sie eine zervicale Stimulation an und beschreibt ein Auftreten auch bei ausschließlich weiblicher Käfighaltung. Post partum kommt es meistens unmittelbar zur erneuten Befruchtung.

## 2.6.2 Gravidität

Die Implantation erfolgt 7 - 8 Tage nach der Befruchtung (Brain, 1999). Die Trächtigkeit kann anhand eines mikroskopisch untersuchten Vaginaausstrichs festgestellt werden. In diesem sind überwiegend Leukozyten zu sehen und ab dem 12. Tag bis zum Geburtstermin auch Erythrozyten. Außerdem kann im späteren Trächtigkeitsstadium ein beträchtlicher Bauchumfang wahrgenommen werden (Brain, 1999). Das Muttertier kann während ihrer Schwangerschaft bis zu 30 g zunehmen (Robinson, 1978). Die Trächtigkeitsdauer der Mongolischen Rennmaus wird von den verschiedenen Autoren nicht einheitlich angegeben und ist daher in der Tabelle 6 einzeln aufgeführt, sie kann sich aber bei einer gleichzeitigen Laktation und Trächtigkeit erheblich verlängern (Havenaar et al., 1995; West, 1997; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Koch und Bolz, 2005).

	Trächtigkeitsdauer
(Brain, 1999; Zwart und Treiber, 2005)	24 - 28 Tage
(Robinson, 1978; Isenbügel, 1985; West, 1997; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Koch und Bolz, 2005)	24 - 26 Tage (27 - 48 Tage bei gleichzeitiger Laktation)
(Bihun und Bauck, 2004)	23 - 26 Tage
(Yukawa et al., 1999)	25 - 26 Tage

*Tabelle 6: Trächtigkeitsdauer der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren*

Am 15. Tag der Trächtigkeit (Tag der Paarung = 0 Tag) betragen das durchschnittliche fötale Gewicht der Mongolischen Rennmaus 0,042 g und die Scheitelsteißlänge 6,2 mm. Ab dem 20. Tag ist ein deutlicher Anstieg beider Parameter zu erwarten, um dann am 25. Tag durchschnittlich ein Ende mit 2,601 g und 29,4 mm zu finden. Die fötale Entwicklung ist zwischen dem 24. und 25. Tag abgeschlossen und es kommt zu keiner Veränderung mehr an Gewicht oder Scheitelsteißlänge. Das erste Ossifikationszentrum ist an der Clavikula zu finden und die weitere Reihenfolge der

Ossifikationen, gleicht außer einigen Teilen des Hirnschädels denen von Ratte und Maus. Die Ossifikation von Schädel- und Nasenknochen erfolgt bei der Mongolischen Rennmaus früher als die von anderen Nagern (Yukawa et al., 1999). Genaue Angaben zum zeitlichen Auftreten der Verknöcherung von Wirbeln, Hüftgürtel, Fortsätzen und Schädel bei der Mongolischen Rennmaus sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Trächtigkeitstag	Wirbelbögen	Wirbelkörper	Gliedmaßen-Skelett	Schädel
17			Schlüsselbein	
18				
19	HW1		Scapula; Humerus; Ulna; Radius; Femur; Tibia; Fibula	Maxilla; Incisivum; Frontale; Squamosum;
20	HW 2 - 4		Ilium	Parietale; Nasale
	BW 11 - 12			
	LW 1 - 3			
21	HW 5 - 7	BW 4 - 12		Occipitale; Basioccipitale; Interparietale; Palatinum; Tympanicum; Zygomaticum
	BW 1 - 10	LW 1 - 7		
	LW 4 - 7	KW 1 - 2		
	KW 1 - 2			
22	KW 3 - 4	BW 2 - 3	Ischium; Metacarpale 3; Distal-phalanges 2 - 5;	Lacrimale
		KW 3		
23	SW	CW 1 - 2, 4, 6	Metacarpale 2, 4; Distal-phalanges 1 - 5; Metatarsus 2 - 4; Distal-phalanges 1	
		BW 1		
		KW 4		
		SW		
24		HW 3, 5, 7	Metatarsus 5; Tarsal	
25			Metacarpale 5	

*Tabelle 7: Das durchschnittliche Auftreten von Ossifikationszentren in Wirbeln, Gliedmaßen-Skelett und Schädel in der fötalen Entwicklung der Mongolischen Rennmaus (nach Yukawa et al., 1999). Abk.: HW= Halswirbel, BW= Brustwirbel, LW= Lendenwirbel, KW= Kreuzwirbel, SW= Schwanzwirbel*

### 2.6.3 Geburt und Laktation

Die pränatale Mortalitätsrate liegt bei 32 %. Die Geburt findet innerhalb einer Stunde, meistens in der Nacht statt, danach werden die Plazenta und die Totgeborenen von der Mutter aufgefressen. Die Jungen sind blind und nackt (Brain, 1999; Koch und Bolz, 2005). Kannibalismus kommt selten vor (Robinson, 1978; Brain, 1999), kann aber gehäuft bei Tieren auftreten, die schlecht gehalten werden, unter Stress stehen und Ernährungs- oder Laktationsprobleme haben (West, 1997). Die Wurfgröße ist in der Literatur nicht einheitlich angegeben und wird daher in Tabelle 8 einzeln aufgeführt.

	<b>Wurfgröße</b>
(Robinson, 1978; Isenbügel, 1985; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005)	1 - 12 (im Mittel 5,5)
(Wolfensohn und Lloyd, 1998)	3 - 7
(Bihun und Bauck, 2004)	3 - 8
(West, 1997)	4 - 6

*Tabelle 8: Wurfgröße der Mongolischen Rennmaus nach Angaben verschiedener Autoren*

Das Geburtsgewicht beträgt 2,5 - 3,5 g (Robinson, 1978; Isenbügel, 1985; West, 1997; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Bihun und Bauck, 2004; Zwart und Treiber, 2005). Es werden mehr männliche Tiere als weibliche geboren und die anfängliche Mortalität ist hoch (Robinson, 1978; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999). Während der Laktation verkleinert sich die Vaginalöffnung und es bildet sich eine Vaginalmembran aus. Dieser Vaginalverschluss besteht bis zum Absetzen (Brain, 1999). Das Absetzalter wird von vielen Autoren von 21 bis zu 30 Tagen angegeben (Robinson, 1978; Isenbügel, 1985; West, 1997; Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999; Bihun und Bauck, 2004; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005).

## 2.7 Abdominale Sonographie bei Heimtieren

Angaben über eine detaillierte sonographische Untersuchung bei *Meriones unguiculatus* ist in der derzeitigen Literatur nicht zu finden, lediglich wird darauf hingewiesen, dass die Sonographie zur Diagnostik von Ovarzysten und Nebennierentumoren ein hilfreiches Mittel darstellt (Keeble, 2001). Um Anhaltspunkte über Möglichkeit, Technik und Notwendigkeit der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus zu erhalten, wird im folgendem die sonographische Untersuchung abdominaler Organe bei verschiedenen anderen Kleinsäugetern (Ratte, Maus, Kaninchen, Meerschweinchen, Degu und Frettchen) anhand der Literatur beschrieben.

Besonders hilfreich waren zwei Studien, über die abdominale Sonographie beim Frettchen (Frings, 2004) und beim Degu (Gneiser, 2006), da die sonographischen Ergebnisse der einzelnen Organe in diesen Arbeiten extrem umfangreich sind, sollen im Folgenden nur die besonders wichtigen unter den einzelnen Organsystemen angesprochen werden, für die restlichen soll hier auf die jeweilige Arbeit selbst verwiesen werden. Zunächst aber einiges zu diesen beiden Studien:

Frings (2004) untersuchte in ihrer Studie die Sonoanatomie an unsedierten Frettchen und verwendete hierfür einen 12-MHz-Linearschallkopf. Bei ihren Untersuchungen stieß sie auf einen besonders auffälligen Lymphonodus mesentericus cranialis, der sich beim Frettchen auf der Höhe der vorderen Gekrösewurzel, zentral im Abdomen befand. Da dieser bei Unkenntnis sehr leicht mit einem Nebennierentumor verwechselt werden kann und er in Fällen von Lymphomen meist verändert erscheint, weist Frings (2004) auf die Wichtigkeit von diesem hin. Pathologische Befunde betrafen vor allem die Niere, aber auch Lymphadenopathien, Splenomegalien und Nebennierentumore wurden gefunden, näheres wird im Folgenden unter den einzelnen Organsystemen angesprochen. Insgesamt sah die Autorin die abdominale Sonographie beim Frettchen, als eine sehr gut durchführbare und aussagekräftige Untersuchungsmethode und sogar bei einigen Erkrankungen als bildgebendes, diagnostisches Mittel der ersten Wahl an.

Das Ziel der Untersuchung von Gneiser (2006) war es an unsedierten Degus eine abdominale Sonographie durchzuführen und die Darstellungsmöglichkeiten der abdominalen Organe bei dieser Tierart zu überprüfen und Standardschnittebenen für die einzelnen Organe einzuführen. Vor den eigentlichen Untersuchungen führte

Gneiser (2006) drei Vorstudien durch. Sie überprüfte zwei Ultraschallsysteme und unterschiedliche Fixierungsmöglichkeiten auf ihre Einsatzfähigkeit beim Degu und erläuterte zunächst die anatomischen Verhältnisse des Degus, da diese nur sehr unvollständig in der der Literatur zu finden waren. Die Autorin befand eine kleine 15-MHz-Linearsonde mit der sie die Organe der Degus in einem lockeren Brustgriff in stehender Position untersuchte, am besten geeignet und die eben genannte Fixierungsmethode als Mittel der Wahl. Probleme bei der Sonographie traten zum einen wegen der unterschiedlichen Kooperationsbereitschaft der Tiere auf und zum anderen durch den sehr ausgeprägten Degudickdarm. Gneiser (2006) konnte aber dennoch für alle Organe, bis auf den Pankreas und das rechte Ovar reproduzierbare Schnittebenen einführen und die Organe in diesen sonographisch darstellen.

### **2.7.1 Magendarmtrakt**

Bei Bezoaren kann man Trichobezoare und Phytobezoare unterscheiden, dies sind Konglomerate von Haaren bzw. Pflanzenteilen im Verdauungstrakt von Mensch und Tier. Bei kleinen Heimtieren ist vor allem das Kaninchen betroffen (Leary et al., 1984; Kötsche und Gottschalk, 1990; Jenkins, 2004), aber auch bei allen anderen Nagern können Bezoare vorkommen, vor allem langhaarige Tiere sind prädisponiert (Künzel und Hittmair, 2002). Zur Diagnosestellung eines Trichobezoars kann die Sonographie eingesetzt werden (Panalis et al., 1985; Künzel und Hittmair, 2002). Panalis et al. (1985) haben in ihrer Studie als mögliche Diagnoseverfahren, für Trichobezoare beim Angorakaninchen, die Palpation, die Sonographie und die Röntgendiagnostik verglichen. Sie kamen zum Ergebnis, dass die Sonographie und die Röntgendiagnostik geeignete qualitative und quantitative Diagnoseverfahren für Bezoare darstellen, aber die Palpation angesichts des wenigen apparativen Aufwandes und der ausreichenden Diagnosemöglichkeit in der Praxis die Methode der Wahl darstellt. Beim Sonogramm war ein wichtiger Bezoarindikator die Magendilatation und überwiegend echoreiches Material im Magenlumen. Allerdings konnte erst nach 24 Stunden Nüchternheit eine eindeutige Aussage auf Vorhandensein eines Bezoars getroffen werden, da erst nach dieser Zeit 80 % des aufgenommenen Futters wieder ausgeschieden worden ist. Eine eindeutige Abgrenzung zur Magenwand war schwierig und dadurch auch eine quantitative Abschätzung, erst durch den Einsatz eines sonographischen Kontrastmittels, per

Magensonde, konnte diese erhöht werden. Auch Künzel und Hittmair (2002) nutzten die Sonographie zur Diagnosestellung von einem Trichobezoar beim Langhaarmeerschweinchen. Nachdem die klinische und radiologische Untersuchung einen Verdacht auf ein Bezoar im Magen hervorbrachte, zeigte die abdominale Ultraschalluntersuchung des Meerschweinchens auch hier einen dilatierten Magen mit teilweise zähflüssigem und teilweise festem Inhalt. Der feste Inhalt war unregelmäßig echoreich und wies einen partiellen, distalen Schallschatten auf, außerdem konnte eine spastische Peristaltik nachgewiesen werden. Da sich die übrigen Organe unauffällig darstellten und aufgrund Vorgeschichte und klinischen Anzeichen wurde ein Bezoar im Magen vermutet, welches dann nach chirurgischer Entfernung durch eine Analyse als Trichobezoar identifiziert wurde.

### **2.7.2 Geschlechtsorgane und akzessorische Geschlechtsdrüsen**

Bei Meerschweinchen und Kaninchen treten häufig pathologische Veränderungen des Genitaltrakts auf (O'Rourke, 2004; Pare und Paul-Murphy, 2004). So ist es auch nicht verwunderlich, dass sich mehrere Autoren bei diesen beiden Tierarten, mit der sonographischen Darstellung der einzelnen Geschlechtsorgane befassten, um diese als Diagnosemittel für pathologische Veränderungen zu nutzen:

Allen Autoren gemein war die Vorbereitung der Tiere zur Sonographie. Die Tiere wurden an den spezifischen Regionen auf beiden Seiten geschoren und die Untersuchung erfolgte ohne Sedation unter Verwendung von Alkohol und Ultraschallkontaktgel. Niebergall (2003) untersuchte in ihrer Arbeit, physiologische und pathologische sonographische Befunde des Harn- und weiblichen Geschlechtsapparates beim Zwergkaninchen und Meerschweinchen und versuchte diagnostische Vorteile der Ultraschall- gegenüber der Röntgenuntersuchung zu ermitteln. Bei der Sonographie wurde ein 12,5 -MHz -Linearschallkopf, der über ein SonoCT Realzeit Compound Imaging verfügte, verwendet. Durch die SonoCT-Funktion konnten Echoartefakte während der Signalverarbeitung von dem System leichter identifiziert und herausgefiltert werden. Die Untersuchung erfolgte sowohl mit, als auch ohne diese, um „diagnostisch nutzbare Artefakte“ nicht zu übersehen. Für die farbkodierte Dopplersonographie kam ein 8,5-MHz-Sektorschallkopf zum Einsatz. Nach der sonographischen Untersuchung stellte Niebergall (2003) in ihrer

Befunderhebung für die Geschlechtsorgane fest, wie häufig sie ein Ovar und Anteile des Uterus bei den beiden Tierarten sonographisch darstellen konnte.

Es zeigte sich, dass sich nicht jedes Ovar bei jedem Tier darstellen ließ und dass auch nur Anteile des Uterus sonographisch untersucht werden konnten. Andere Autoren nutzen die Sonographie zum Auffinden, Untersuchen und Abmessen von Ovarzysten beim Meerschweinchen (Beregi et al., 1999; Nielsen et al., 2003). Beregi et al. (1999) verwendete einen 6,0 - 10,0-MHz-Sektorschallkopf für die Ovaruntersuchung. Um Ovarialzysten zu finden, wurde speziell der Bereich oberhalb der Niere, eng benachbart am Ovar, abgesucht. Der Schallkopf wurde vor allem an der Sagittalebene ausgerichtet. So kamen Beregi et al. (1999) zum Ergebnis, dass sich eine anechogene, flüssigkeitsgefüllte Zyste hervorragend von anderen echogeneren Strukturen, wie z.B. abdominalen Tumoren abgrenzen lässt. Sie bezeichnen die Sonographie als ein sehr brauchbares Mittel um Ovarzysten beim Meerschweinchen und auch anderen kleinen Nagern, schon vor dem invasiven Eingriff, zu diagnostizieren und sie von anderen Massen, wie z.B. Tumore oder Trichobezoare abzugrenzen. Nielsen et al. (2003) untersuchten in ihrer Studie die Prävalenz und Größe von Ovarzysten beim Meerschweinchen, in Bezug auf Alter und Reproduktionsstatus. Die Zysten wurden mit Hilfe eines 7,5-MHz-Schallkopf dargestellt. Hierfür wurde zuerst die rechte und linke Niere aufgesucht, um dann den kaudalen, kaudomedialen und kaudolateralen Bereich der Nieren nach dem jeweiligen Ovar abzusuchen. Wurde eine Zyste gefunden, erfolgte eine genaue Abmessung und Dokumentation.

Nielsen et al. (2003) fanden so heraus, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Reproduktionsgeschichte der Tiere und der Häufigkeit des Auftretens von Ovarzysten deutlich wurde, jedoch aber eine Verbindung zwischen Größe und Prävalenz von Ovarzysten, in Bezug auf das Alter der Meerschweinchen bestand.

Die sonographische Untersuchung der Ovarien und des Uterus, wurde aber auch noch bei anderen Heimtieren in der Literatur beschrieben. Wie auch bei Frings (2004), welche in ihrer Arbeit über die abdominale Sonographie beim Frettchen auch nur bei der Hälfte ihrer untersuchten Fähen die Ovarien darstellen konnte. Sie ging zuerst von einem Sagittalschnitt durch den kaudalen Nierenpol aus, und suchte dann den Bereich kaudal des kaudalen Nierenpols nach dem jeweiligen Ovar ab. Anteile des Uterus konnte sie nur bei ranzigen Fähen darstellen, diese befanden sich median oder leicht lateral der Harnblase.

Die Ergebnisse von Gneiser (2006) über die Sonographie der weiblichen Geschlechtsorgane beim Degu ähnelten denen bisher genannten. Auch sie konnte nur gelegentlich das linke Ovar darstellen, das rechte dagegen nie, da der Dickdarm des Degus dies verhinderte. Am Uterus konnte meist nur der kaudale Abschnitt, dorsal der Harnblase, dargestellt werden. Gneiser (2006) beschreibt zusätzlich auch noch die sonographische Darstellung der Klitoris, diese ist ventral des Os pubis zu finden und stellt sich im Transversalschnitt, im Vergleich zur Umgebung mit einer geringeren Echogenität dar.

Keeble (2001) rät bei verschiedenen Heimtieren, auch bei der Mongolischen Rennmaus, die abdominale Sonographie für die Diagnose für Ovarzysten neben Radiologie, klinischen Anzeichen und abdominaler Palpation einzusetzen.

Frings (2004) gelang es beim Frettchen die Prostata darzustellen, sie war beim unkastrierten Rüden direkt kaudal des Übergangs vom Harnblasenhals in die Urethra zu finden. Eine sonographische Darstellung war aber nur im Längsschnitt möglich. Eine Prostatadarstellung beim kastrierten Frettchenrüden gelang in keinem Fall.

Die Prostata und andere Beckenorgane wurden sonographisch auch bei der männlichen Wistar Ratte von Suzuki et al. (1991) untersucht. Suzuki et al. (1991) setzten anatomische Schnitte der Beckenhöhle in Korrelation zu sonographischen Schnitten der gleichen. Für die Sonographie wurde ein 7,5-MHz-Schallkopf verwendet, die Ausrichtung des Schallkopfes erfolgte longitudinal und transversal. Die Autoren legten vor Beginn der Untersuchung acht Schnittebenen anhand eines Röntgenbildes fest. Fünf transversale, von kranial nach kaudal, und drei longitudinale Schnittebenen, von außen nur bis zur Mitte des Beckens reichend, wurden eingeteilt. Während der Untersuchung wurde jede eingeteilte Schnittebene anatomisch und sonographisch dargestellt und miteinander verglichen. So war es möglich, genau zu erkennen, welche Anteile der Beckenhöhle in jeder einzelnen Schnittebene sonographisch darzustellen waren und welche nicht. In den transversalen Schnittebenen konnte die Prostata und die Harnblase der Wistar Ratte gut im mittleren Abschnitt der Beckenhöhle sonographisch dargestellt werden. In den longitudinalen Schnittebenen waren die kaudalen Anteile der Prostata und kranial von diesen die Harnblase sonographisch zuerkennen. Die Samenblasendrüsen wurden links und rechts der Harnblase sonographisch lokalisiert. Auch Gneiser (2006) gelang es, alle intraabdominalen Anteile der männlichen Geschlechtsorgane beim Degu sonographisch zu identifizieren.

### 2.7.3 Nebennieren

Erkrankungen an der Nebennierenrinde treten sehr häufig beim Frettchen auf. Typische Anzeichen für diese, sind Haarlosigkeit ab einem mittleren Alter und zum Teil eine Vergrößerung der Vulva bei Fähen (Quesenberry und Rosenthal, 2004). Der Nebennierenrindentumor ist neben dem Insulinom die am häufigsten auftretende Neoplasie beim Frettchen (Williams und Weiss, 2004). In der Literatur sind daher einige Angaben zur sonographischen Diagnostik von Nebennierenveränderungen beim Frettchen zu finden (Neuwirth, 1993; Rosenthal et al., 1993; Ackermann et al., 1994; O' Brien et al., 1996; Neuwirth et al., 1997; Barthez et al., 1998; Besso et al., 2000; Frings, 2004). Im sonographischen Bild von Nebennierentumoren ist eine Dickenzunahme und eine knotige Oberfläche des Organs zu erkennen, was einen entscheidenden Parameter bei der Diagnostik von diesen darstellt (Neuwirth, 1993; Besso et al., 2000; Frings, 2004).

Frings (2004) warnt davor, die Nebenniere mit den ebenfalls im kranialen Abdomen gelegenen Mesenteriallymphknoten zu verwechseln, der beim Frettchen besonders ausgeprägt ist. Als ein sonographisches Unterscheidungsmerkmal, nennt sie die Mark- und Rindendifferenzierung bei diesem Lymphknoten, denn solch eine Differenzierung gelingt bei der Nebenniere nicht. Sie zweifelt daher auch die Aussagen einiger Autoren (Neuwirth, 1993; O' Brien et al., 1996; Barthez et al., 1998) an, die mit einer 7- bzw. 7,5-MHz-Sonde eine Unterscheidung von einem hyper-echogenen Mark und einer hypoechoenen Rinde bei der Nebenniere erkannt haben wollen, denn dies gelang Frings (2004) mit einer 12-MHz-Sonde in keinem Fall ihrer Untersuchungen. Daher glaubt sie, dass jenen Autoren die oben genannte Verwechslung von Lymphknoten und Nebenniere unterlaufen ist. Eine unterschiedliche Meinung, herrschte auch bei verschiedenen Autoren in Bezug auf die Lage der rechten Nebenniere. Während Neuwirth et al. (1993), Ackermann et al. (1994), O'Brien et al. (1996) und Barthez et al. (1998) die Lage als lateroventral der V. cava caudalis beschrieben, lokalisierte Frings (2004) und Neuwirth et al. (1997) die Nebenniere des Frettchens dorsal bis dorsolateral der Vene.

Die sonographische Darstellung der Nebenniere, wurde aber auch bei anderen Heimtieren in der Literatur beschrieben. Gaschen et al. (1998) untersuchte beim Meerschweinchen die Erkennung von Nebennierentumoren mittels Sonographie. Hier wurde für die abdominale Sonographie ein 7,5-MHz-Sektorschallkopf benutzt.

Da den Autoren keine Angaben über die sonographische Lage beider Nebennieren vorlag, orientierten sie sich an Angaben von Hund und Katze. Die Nebennieren wurden beidseits in der Region medial bzw. kraniomedial der Niere gesucht, wobei der Patient in lateraler oder dorsaler Lage fixiert wurde. Sie fanden aber nur die linke Nebenniere, während die rechte nicht auffindbar war. Die linke Nebenniere lag kraniomedial von der linken Niere, erschien kugelförmig, hyperechogen und geschwulstähnlich. Sie war in allen drei sonographischen Schallebenen darstellbar. Bei dieser Ultraschalluntersuchung diagnostizierten Gaschen et al. (1998) einen linksseitigen Nebennierentumor und befanden die Sonographie des Abdomens als ein gutes Mittel für eine nicht invasive Diagnostik. Die Nebennieren wurden auch von Gneiser (2006) beim Degu sonographisch dargestellt, allerdings war dessen Darstellung links durch die Schallauslösung des Magens und rechts durch die des Dünndarms oft erschwert. Die Autorin stellte zunächst die Niere im Dorsalschnitt dar, um dann anschließend den Schollkopf so entsprechend zu kippen, dass die kranial anliegende Nebenniere sichtbar wurde. Das gleiche vollzog sie auch im Transversalschnitt. Beide Nebennieren vom Degu zeigten sich im Vergleich zur Niere echoärmer und bei senkrechtem Schallaufreten wurde ein deutliches Ein- und Austrittsecho sichtbar. Eine Differenzierung von Nebennierenmark und Rinde war sonographisch nicht möglich.

Um einen Hyperadrenokortizismus bei *Meriones unguiculatus* zu diagnostizieren rät Keeble (2001) zusätzlich zu anderen Diagnoseverfahren, die Sonographie des Abdomens einzusetzen.

#### **2.7.4 Harntrakt**

Beschwerden im Harntraktbereich sind bei kleinen Heimtieren keine Seltenheit. Vor allem bei Kaninchen und Meerschweinchen stellen sie ein häufiges Problem dar. Insbesondere die Urolithiasis spielt in der Praxis eine große Rolle (O'Rourke, 2004; Pare und Paul-Murphy, 2004). Die Sonographie ist nicht nur ein gutes Mittel zur frühzeitigen Diagnose und zur Lokalisation von Urolithen (Rappold, 2001; Pare und Paul-Murphy, 2004) sondern sie erwies sich auch als nützlich zur Diagnose von anderen Harntrakterkrankungen (Stieger et al., 2003).

Rappold (2001) untersuchte in ihrer Arbeit Kaninchen und Meerschweinchen mit Urolithiasis in Form von Laboruntersuchungen, Röntgen und Ultraschall. Bei der

Ultraschalluntersuchung wurden die Urolithen lokalisiert und die Nieren vermessen. Die Harnsteine wurden meistens in der Harnblase und in der Harnröhre lokalisiert. Dabei fiel auf, dass Harnröhrensteine häufiger beim männlichen Kaninchen und beim weiblichen Meerschweinchen vorkamen.

Mit Hilfe der Sonographie können aber auch Harnblasen- und Ureterwandverdickungen, sowie durch Obstruktionen verursachte Hydroureter bis hin zur Hydronephrose bei Meerschweinchen und Kaninchen diagnostiziert werden (Gaschen et al., 1998; Rappold, 2001; Chang et al., 2002; Niebergall, 2003; Stieger et al., 2003).

Chang et al. (2002) benutzten die B-mode- und die Farbdoppler-Ultrasonographie beim Kaninchen, um zu beweisen, dass eine künstliche Embolisation der Nierenarterien eine gute Alternative zur Nephrektomie bei Kaninchen mit einseitiger Hydronephrose darstellt. Bei der Farbdoppler-Ultrasonographie stellten die Autoren keinerlei Blutfluss in der embolisierten, hydronephrotischen Niere fest, im Gegensatz zur nicht embolisierten, hydronephrotischen Niere in der sie ein Blutflusssignal erhielten. Außerdem nutzten sie die Sonographie zur Nierenabmessung, um zum Ergebnis zu kommen, dass die Nieren 3 - 4 Monaten nach der künstlichen Embolisation, beträchtlich an Länge abnahmen.

Die Sonographie ist aber auch eine nützliche Technik um die normale Nierenanatomie und eventuelle Abnormalitäten an der Niere festzustellen (Ackerman et al., 1989). Ackerman et al. (1998) untersuchten in einer Studie an anästhesierten Kaninchen, mit induziertem Vx2 Nierenkarzinom, die Möglichkeiten per Ultraschall Nierentumore frühzeitig zuerkennen und Hinweise auf ihre Morphologie und Histologie zu erhalten. Außerdem setzten sie die frühzeitige Tumorerkennung mit dem Ultraschall in Korrelation zu der mit renaler Angiographie und exkretotischer Urographie. Bei der Sonographie wurde ein 7,5-MHz-Sektor, so wie ein 5-MHz-Linearschallkopf verwendet. Es stellte sich heraus, dass schon nach einer Woche nach Tumorinduktion ein Nierentumor mit dem Ultraschallgerät festzustellen war. Bei der renalen Angiographie und exkretorischen Urographie wurde dagegen, nicht mal nach 2 Wochen eine Veränderung in der Niere gesehen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass Ultraschall eine sehr gute Möglichkeit darstellt, um frühzeitig einen Nierentumor zu erkennen, aber dass die Sonographie weder Aufschluss über Gutartigkeit bzw. Bösartigkeit des Tumors, noch über den Tumorzelltyp gibt.

Nachdem Frings (2004) in ihrer Studie über die abdominale Sonoanatomie des Frettchens besonders auffällige pathologische Befunde an der Frettchenniere wie Nierenzysten, Nierenkalzinosen und Hydronephrosen feststellte, führte Gorgas (2004) die Studie von Frings (2004) mit dem Ziel weiter, das Erscheinungsbild gesunder und veränderter Frettchennieren zu beschreiben und den Einfluss von extrarenalen Parametern und verschiedenen sonographischen Nierenparenchymveränderungen auf den renalen Blutfluss zu überprüfen.

Bei diesen Untersuchungen kamen neben der B–Bild–Sonographie auch die Farb– und PW– Dopplersonographie zum Einsatz, es wurde ein 12-MHz-Linearschallkopf verwendet. Die Studie zeigte, dass sich das bereits bei Hund und Katze gut bewährte Verfahren der sonographischen Nierenuntersuchung auch beim unsedierten Frettchen gut und erfolgreich durchführen ließ. So diagnostizierte Gorgas (2004) bei fast allen untersuchten Tieren pathologische Veränderungen des Nierenparenchyms, die sich in Form von zystischen Veränderungen und Nierenkalzinosen darstellten.

Auch die dopplersonographischen Bilder der Frettchenniere glichen weitgehend denen von Hund und Katze, allerdings konnten nur die größeren Gefäße der Nieren gut dargestellt werden, da der Durchmesser bei den Gefäßen von Frettchennieren sehr gering und dadurch auch ihre Fließgeschwindigkeit niedrig ist. Durch diese Tatsache sinkt der diagnostische Wert der Gefäßdarstellung beim Frettchen, da das Erkennen von Nierentumoren und Niereninfarkten so erheblich eingeschränkt ist.

Gorgas (2004) verglich auch die Fließparameter von Frettchennieren mit verändertem Nierenparenchym mit physiologischen Frettchennierenparenchym und stellte keine signifikante Abweichung voneinander fest. Dagegen fand sie deutliche Unterschiede der Gefäßindizes von Tieren mit unterschiedlichem Alter, sie stiegen mit zunehmendem Alter signifikant an.

Auch wiesen Nieren von Rüden, deutlich höhere Fließgeschwindigkeiten auf als Nieren von Fähen, was nicht auf die höhere Körpermasse von Rüden zurückzuführen war. Die Ursache dieses Phänomens wurde nicht geklärt.

Weiterhin kam Gorgas (2004) zum Ergebnis, dass Tiere mit gestörtem Allgemeinbefinden deutlich höhere Indizes (Pulsatilitätsindex, PI und Widerstandsindex, RI) aufwiesen als Tiere mit ungestörtem Allgemeinbefinden. Abschließend schränkte sie den klinischen Nutzen von der Bestimmung von Fließparametern bei der Frettchenniere ein, da es sich zeigte, dass eine Veränderung der renalen Fließparameter nicht gleichzeitig als ein spezifisches

Merkmal einer pathologischen Nierenveränderung anzusehen war, denn die renalen Fließparameter unterlagen auch noch zahlreichen extrarenalen Einflussfaktoren. Auch Gneiser (2006) gelang es in ihrer Studie an drei Degus den Gefäßbaum vom Hilus in der Niere mit Hilfe der Farbdopplersonographie darzustellen und eine Blutflusskurve der Arteria interlobaris mit dem PW-Doppler wiederzugeben. Probleme traten auch hier durch die kleinen Gefäßlumina und außerdem durch die hohe Atemfrequenz und die dadurch verursachte Organbewegung des Degus auf. Die eigentliche sonographische Darstellung der Deguniere wurde von der Autorin regelmäßig im Dorsal- und Transversalschnitt durchgeführt, der Sagittalschnitt gelang nicht, da beim Degu die linke Niere vom Zäkum und die rechte Niere vom Colon ascendens überlagert wird.

Die sonographische Untersuchung der Rattenharnblase wurde in zwei Studien durchgeführt (Suzuki et al., 1991; Keirstead et al., 2005). Keirstead et al. (2005) beurteilten mit Hilfe eines 10,5-MHz-Linearschallkopfes den Verlauf der Blasenfunktion an induziert, rückenmarksverletzten Ratten. Das Blasenvolumen wurde alle 2 - 3 Tage sonographisch kontrolliert, indem die Autoren Messungen im Längsschnitt von Blasenlänge und -tiefe und im Transversalschnitt von der Breite anstellten und dann aus diesen Daten das jeweilige Blasenvolumen per Systemsoftware berechneten. Suzuki et al. (1991) untersuchten die Beckenhöhle der Ratte sonographisch und somit wurde auch die Harnblase dargestellt (näheres hierzu wird auch bei 2.7.2 Geschlechtsorgane und Geschlechtsdrüsen beschrieben). Frings (2004) untersuchte die Harnblase beim Frettchen sonographisch. Der Schallkopf wurde im Bereich der Medianen zwischen Nabel und Schambein aufgesetzt und die Harnblase wurde im sagittalen und transversalen Schnitt dargestellt. Bei den Untersuchungen konnte eine chronische Zystitis an der verdickten Harnblasenwand und an der unregelmäßigen Abgrenzung von der Harnblasenschleimhaut zum Lumen festgestellt werden. Außerdem befanden sich bei zwei Frettchen reflexreiche, sedimentierende Echos mit distaler Schallauslöschung im Harnblasenlumen. Ähnliche pathologische Befunde wurden auch von Gneiser (2006) bei der sonographischen Untersuchung der Deguharnblase in einigen Fällen festgestellt. Ihr gelang es bei allen Degus die Harnblase im Längs- und im Querschnitt darzustellen in der gleichen Position wie bei Frings (2004) beim Frettchen.

### **2.7.5 Sonographie beim Heimtier in der Tumorforschung**

In der Tumorforschung wird vor allem die B-Bild-Sonographie für die Untersuchung von Veränderungen an der Leber von Ratte und Maus genutzt (Layer, 1986; Kuriyama et al., 1999; Yarmenitis et al., 2000; Mai et al., 2004), aber auch die Dopplersonographie findet ihren Einsatz, um Blutflüsse in Tumoren zu untersuchen (Yarmenitis et al., 2000; Goertz et al., 2002; Emoto et al., 2003; Kamotani et al., 2003; Kiessling et al., 2003).

Layer (1986) versuchte in seiner Arbeit am Beispiel des Lebergewebes gut kontrollierbare, den Klassen der humanen Lebererkrankungen ähnliche Tiermodelle zu erstellen. Dafür studierte er das Verhalten von Ultraschall-Parametern, insbesondere das des mittleren Grauwerts, bei Steatose, Leberzirrhose und zwei verschiedenen Tumorformen an der Ratte.

Für die Untersuchungen wurden die Ratten anästhesiert und das Abdomen eröffnet. Nach Herauspräparation der Leber, wurde diese in Ultraschallgel eingebettet und mit einer 5-MHz-Sonde untersucht. Layers (1986) vorgenommene Analyse des Ultraschall-Parameters Mittlerer Grauwert zeigte, dass dieser stark durch die unterschiedlichen chemischen Zusammensetzungen von Geweben beeinflusst wird. Fetteinlagerungen führten zum Beispiel zu einer extremen Erhöhung des Mittleren Grauwertes und Wasser zu einer extremen Erniedrigung. Bindegewebe selbst veränderte den Mittleren Grauwert kaum, erst in Kombination mit erhöhtem Wasser- oder Fettanteil hatte es einen großen Einfluss auf das Ultraschallbild.

Eine Unterscheidung zwischen einer ausgeprägten Fettzirrhose und einer mittelgradigen Leberparenchymverfettung war aufgrund alleiniger grauwertabhängiger Parameter nicht möglich, da bei einer Verfettung mit erhöhtem Bindegewebsanteil der eigentlich erhöhte Grauwert gedämpft wurde. Wenn zu einem erhöhten Wasseranteil am Lebergewebe noch Bindegewebe oder Fett hinzutrat, wurde die eigentliche Grauerterniedrigung aufgehoben oder sogar wie bei einem bindegewebsreichen Tumor überspielt.

Durch diese Ergebnisse erlangte der Autor die Erkenntnis, dass chemische Inhaltsstoffe von Geweben und ihre Verteilung eine große Rolle für das Ultraschallbild spielen und dass daher eine tumorspezifische Zuordnung per Ultraschall bis dahin noch nicht gelang. Um eine Subklassifikation der Tumore mittels der Sonographie zu erarbeiten, müsste man seiner Ansicht nach zuerst eine

Korrelation zwischen histologischen Tumoraufbau und chemischer Zusammensetzung von Tumorgewebe erstellen.

Kuriyama et al. (1999) demonstrierten in ihrer Studie, dass induzierte Lebertumoren bei der Ratte gut mit einem 8,7-MHz-Linearschallkopf aufgefunden und beurteilt werden konnten. Die Autoren wiesen darauf hin, dass die Sonographie ein sehr nützliches und nicht invasives Mittel darstellt, um Lebertumore bei der Ratte zu untersuchen und zu erforschen. Aber auch bei der Maus kann die abdominale Sonographie ein hilfreiches Mittel für die Lebertumordiagnostik darstellen.

Mai et al. (2004) werteten in ihrer Studie die Möglichkeiten der transabdominalen Sonographie, mit einer 15-MHz-Sonde ein hepatozelluläres Karzinom bei Mäusen nachzuweisen, aus. Die Tiere wurden mit Isofluran anästhesiert und nach der Untersuchung euthanasiert. Den Ultraschallergebnissen wurde die Nekropsie und Histopathologie gegenübergestellt. Die Autoren kamen so zum Ergebnis, dass die Sensitivität bei 75 %, die Spezifität bei 100 % und die Genauigkeit bei 88,5 % einen Leberknoten bei der Maus zu finden, lag. Beim Auffinden von lokalen Leberveränderungen lag die Sensitivität bei 60 %, die Spezifität bei 97 % und die Genauigkeit bei 75,9 %. Die Hochfrequenz Sonographie erschien Mai et al. (2004) als eine effektive Methode und eine neue Möglichkeit am Mäusemodell neue Therapien in Langzeitstudien zu beurteilen.

Yarmentis et al. (2002) nutzten die Farb-Doppler-Sonographie um Änderungen in der Hämodynamik der Leber bei Anwesenheit von Lebermetastasen auszuwerten.

Ziel ihrer Studie war es, diese hämodynamischen Veränderungen mit der Leberhistologie in Korrelation zu setzen. Der Versuch erfolgte an Wistar Ratten, einem Teil der Tiere wurden subkutan Lebermetastasen eingepflegt, die restlichen benutzte man als Kontrollgruppe. Die sonographische Untersuchung erfolgte am 4., 7. und 15. Tag nach der Tumorimplantation mit einer 10-MHz-Sonde. Messungen an den Portalvenen und an den Leberarterien beinhalteten einen Resistenz Index (PVRI, HARI) und ein Fluss Volumen (PVFV, HAFV). Der Doppler Perfusions Index (DPI) der Leber wurde von den Autoren aus diesen Messungen mit dem Quotienten  $\frac{HAFV}{PVFV + HAFV}$  berechnet. Schon ab dem 4. Tag wurden die ersten Metastasen in der Leber diagnostiziert, es handelte sich um eine kleine Gruppe von Zellen im Bindegewebe der Portalvenen und der „Portal-Triade“ ohne ersichtliche Verbindung zur Vaskularisation.

Bei der Untersuchung wurde ein deutlicher Anstieg von HAFV und DPI und ein feiner Abfall von PVFV im Vergleich zur Kontrollgruppe registriert. Ab dem 15. Tag erhielten die Autoren noch signifikantere Messungen. Aufgrund dieser kamen sie zum Ergebnis das HAFV und DPI bei der Auffindung früher Lebermetastasen helfen können, denn anscheinend entstehen hämodynamische Veränderungen in der Leber schon in der ersten noch nicht vaskularisierten Phase der Metastasenbildung.

Die Farb-Dopplersonographie wird in der Forschung aber nicht nur zur Tumordiagnostik eingesetzt, sondern mit ihr wird auch die Wirksamkeit von antivaskulären Therapeutika untersucht.

Emoto et al. (2003) testeten den Blutgefäßbildungshemmer TNP-470 auf Wachstum, Blutfluss und Mikrogefäßdichte an transplantierten humanen uterinen Karzinosarkomen bei Nacktmäusen. Dabei wurde der Blutfluss nach der Injektion von TNP-470 in dem transplantierten Tumor, mittels der Farb-Doppler-Sonographie, gemessen und in Beziehung zu einer unbehandelten Tumorkontrollgruppe gesetzt. Die Mikrogefäßdichte wurde zusätzlich zur Sonographie immunohistochemisch geprüft. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass das Transplantat nach der Behandlung mit TNP-470 sowohl an Größe als auch an Gewicht abgenommen hatte, die Mikrogefäßdichte aber in Beziehung zur Kontrollgruppe unverändert war.

Sie stellten in ihrer Studie auch fest, dass bei jedem Transplantat die versorgende Hauptarterie mittels Farb-Doppler-Sonographie dargestellt werden konnte. Abschließend wurde darauf hingewiesen, dass TNP-470 nach den Ergebnissen der Studie, ein guter Wachstumshemmer für humane uterine Karzinosarkome in vivo darstellt.

Goertz et al. (2002) untersuchten ebenfalls den Effekt von einer antivaskulären Therapie am Blutfluss von oberflächlich, induzierten Melanomen bei der Nacktmaus. Hierzu wurde eine 25 MHz und eine 38 MHz hochfrequente Doppler Ultraschalltechnik verwendet. Sie stellten schon 4 Stunden nach der Injektion von dem antivaskulären Agent ZD6126 eine deutliche Reduktion des Blutflusses im Tumor fest, der aber 24 Stunden nach der Injektion seine ursprünglichen Ausmaße wieder angenommen hatte. Die Studie demonstrierte, dass die Hoch-Frequenz-Doppler-Sonographie eine gute, nicht invasive Möglichkeit bietet, um längere Effekte von antivaskulären Therapien am Blutfluss von oberflächlichen Tumoren zu beobachten. Andere Autoren wie Kamotani et al. (2003) und Kiessling et al. (2003) nutzen zusätzlich zur Dopplersonographie ein Kontrastmittel in Form von

Mikrobläschen um den Blutfluss in Mäusetumoren zu messen. Mikrobläschen haben die gleichen Fließeigenschaften wie rote Blutzellen und verbleiben intravaskulär. Eine Injektion von ihnen verstärkt bei der Messung die Echointensität von unentdeckten Mikrogefäßen.

Kiessling et al. (2003) verglichen in ihrer Studie die Möglichkeiten der Doppler Sonographie mit denen des MRI's, dynamische Parameter der Tumolvaskularisation von Nacktmäusen zu untersuchen und setzten diese in Korrelation mit der Mikrogefäßdichte. Sie kamen zum Ergebnis, dass sowohl das MRI als auch die Dopplersonographie eine gute nicht invasive Methode darstellt, um die Perfusion und Vaskularisation in experimentell induzierten Tumoren zu untersuchen. Ein Problem sahen die Autoren allerdings in der eindeutigen Beurteilung der Tumolvaskularisation mittels Dopplersonographie, da man mit dieser im Gegensatz zum MRI nicht einzelne Schnittebenen des Tumors auswerten konnte.

### **2.7.6 Abdominale Sonographie beim graviden Heimtier**

Die abdominale Sonographie kann sowohl in der Forschung, als auch in der Klinik zur Embryonen- bzw. Fötenuntersuchung und Trächtigkeitsdiagnostik genutzt werden.

Eine bevorzugte Spezies für Studien über fetale Entwicklung stellt die Maus dar (Aristizabal et al., 1998). Nachdem Liu et al. (1998) die abdominale Sonographie nutzten, um mit einem 40 – 50-MHz-Schallkopf gezielte Zellinjektionen in Hirnen und Vorderextremitäten von 10,5 Tage alten Mäuseföten zu setzen und so deren Äußeres veränderten, waren sie der Meinung eine neue Methode für die genetische Forschung gefunden zu haben. Turnbull (1999) erweiterte diese Untersuchungen und stellte zwischen dem 8,5 und 10,5 Tag die anatomischen Embryostrukturen per Sonographie dar. Außerdem injizierte er 10,5 Tage alten Föten ein Kontrastmittel unter Ultraschallkontrolle, in das Vorderhirn und untersuchte dann die dreidimensionale Ausbreitung von diesem. Er bezeichnete die Sonographie als einzige Methode für die Bildgebung von frühen Fetalstadien, für Manipulationen an Föten durch ultraschallzielgerichtete Injektionen und er wies darauf hin, dass diese Techniken wertvoll für die zukünftige Uterusanalyse und die frühe Hirn- und Herzentwicklungsforschung sind.

Die Herzentwicklung und der fetale Blutfluss wurde auch schon von Aristizabal et al. (1998) untersucht. Sie verwendeten einen 40-MHz-Schallkopf und mit Hilfe der Dopplersonographie wurde an Mäuseembryonen im Uterus untersucht. Die Autoren stellten fest, dass die dopplersonographischen Flussdiagramme an der Umbilikalvene, in der absteigenden Aorta und in den Herzventrikeln des Fötus entstanden. Durch diese Untersuchungen wurden ebenfalls die Möglichkeiten der Sonographie demonstriert und die Autoren erhielten so neue Erkenntnisse über fetale kardiovaskuläre Strukturen und die Herzentwicklung.

In der Klinik wird die abdominale Sonographie schon seit Jahren bei Hund und Katze zur Trächtigkeitsdiagnostik genutzt, durch die Entwicklung von höherfrequenten Schallköpfen lässt sich diese Methode auch bei Labor und Heimtieren einsetzen. So untersuchten Chang et al. (2003) ungedierte und unrasierte Mäuse mit einer 14-MHz-Sonde, um sonographisch die Entwicklungsstadien des Mäuseembryos und Fötus im Uterus darzustellen und um eine nicht invasive Methode zu finden, diese einem spezifischen Alter zu zuordnen.

Es gelang ihnen die Morphologie und die Größe der Embryonen ab dem 7,5. bis 8,5. Trächtigkeitstag darzustellen, wobei das Auffinden eines Kopulationspfropfens am Morgen nach dem Zusammensetzen mit dem Trächtigkeitstag 0,5 gewertet wurde.

Die Mäuse wurden bis zum 18,5. Trächtigkeitstag untersucht, genaue Ergebnisse dieser Studie über die sonographisch, zeitlich darzustellenden Entwicklungsstadien des Mäuseembryos sind in Tabelle 9 aufgeführt.

In der Literatur ist aber nicht nur die sonographische Trächtigkeitsdiagnose bei der Maus, sondern auch bei Kaninchen, Meerschweinchen und Ratte beschrieben.

Scherer (1993) zum Beispiel untersuchte diese drei Tierarten mit einem 7,5-MHz-Linearschallkopf, wobei sie die weiblichen Tiere ab dem 7. Trächtigkeitstag sonographisch kontrollierte.

Kaninchen und Meerschweinchen konnten im unsedierten Zustand täglich geschallt werden, die Ratten allerdings wurden narkotisiert und daher nur viermal in der Trächtigkeitsperiode kontrolliert. Ergebnisse dieser Studie sind der Tabelle 10 zu entnehmen. Die Autorin belegte mit ihren erhobenen Befunden, dass die Sonographie bei allen drei Tierarten eine gute Möglichkeit darstellte, frühstmöglich und nichtinvasiv die Trächtigkeit zeitlich exakt zu bestimmen.

Inaba und Mori (1985, 1986a, 1986b) untersuchten ebenfalls die drei genannten Tierarten, in drei verschiedenen Studien, mit einem 5-MHz-Linearschallkopf zur Trächtigkeitsuntersuchung. Ratte und Meerschweinchen wurden narkotisiert, Kaninchen unsediert, täglich sonographisch untersucht.

Die Autoren legten besonderen Wert auf den Trächtigkeitstag, an dem bei allen graviden Weibchen eine Trächtigkeit sonographisch festzustellen war, auch wenn bei einzelnen diese auch schon früher sonographisch gesehen werden konnte. Die Ergebnisse dieser Studien kann man Tabelle 10 entnehmen, in der sie mit denen von Scherer (1993) und Chang et al. (2003) verglichen werden, weil die Befunde auffällig voneinander abwichen. Im Gegensatz zu Scherer (1993) gaben Inaba und Mori (1986a, 1986b) zusätzlich den Trächtigkeitstag von Kaninchen und Meerschweinchen an, ab dem man die Wurfgröße mittels Sonographie bestimmen konnte. Beim Kaninchen handelte es sich hier, um den 12. bis zum 20. Tag mit einer Fehlerquote von  $\pm 2$  und beim Meerschweinchen um den 25. bis zum 40. Tag mit einer Genauigkeit von 81 %.

Auch Gneiser (2006) führte in ihrer Studie über die abdominale Sonographie beim Degu Trächtigkeitsuntersuchungen an zwei trächtigen Deguweibchen durch. Sie

untersuchte diese wöchentlich, ab der zweiten und dritten Trächtigtkeitswoche bis hin zur sechsten Trächtigtkeitswoche mit einer 15-MHz-Linearsonde.

Ein Problem stellte auch hier, wie auch schon vorher bei den Organen beschrieben, der hohe Gasgehalt des Degudickdarms dar, durch dessen Schallauslöschung der Trächtigtkeitsnachweis sogar noch nach dem zwanzigsten Trächtigtkeitstag erschwert war. Weitere Komplikationen ergaben sich dadurch, dass ein Tier in der sechsten Trächtigtkeitswoche abortierte und Gneiser (2006) einen direkten Zusammenhang mit dem sonographischen Untersuchungsgang nicht ausschließen konnte, daher brach sie die Untersuchungen ab, um das verbleibende Weibchen zu schonen. Diese Abortgefahr und der unsichere Frühträchtigtkeitsnachweis beim Degu, veranlasste die Autorin eine sonographische Trächtigtkeitsdiagnose bei dieser Tierart in der Praxis nicht zu empfehlen.

<b>Alter (d)</b>	<b>morphologische Erscheinung</b>	<b>mittlere Dezidualgröße (cm)</b>	<b>mittlerer Brust-Durchmesser (cm)</b>
7,5	Zyste ohne Embryo	0,086	
8,5	Zyste ohne Embryo	0,110	
9,5	Embryo wird sichtbar	0,193	
10,5	Fötaler Herzschlag und Plazenta sichtbar	0,254	
11,5	Körperanteile des Embryos erkennbar	0,386	
12,5		0,526	
13,5	Wirbelsäule schwach sichtbar	0,643	
14,5	Wirbelsäule deutlich sichtbar	0,887	
15,5	Rippen und Herz- / Lebergrenze sichtbar	1,117	0,468
16,5	Rippen mehr kalzifiziert		0,563
17,5			0,638
18,5			0,715

*Tabelle 9: Sonographische Morphologie und Größe in den verschiedenen Entwicklungsstadien bei der Maus in Bezug auf den Trächtigtkeitstag (d). (modifiziert nach Chang et al., 2003)*

	<b>Erster Graviditäts- nachweis</b>	<b>Herzschlag sichtbar</b>	<b>Embryo sichtbar</b>	<b>Fetale Wirbelsäule sichtbar</b>
<b>Kaninchen</b>				
(Scherer, 1993)	8 d	13 d		
(Inaba und Mori, 1986a)	9 d	18 d	12 d	18 d
<b>Meerschweinchen</b>				
(Scherer, 1993)	11 d	14 d		
(Inaba und Mori, 1986b)	19 d	34 d	25 d	34 d
<b>Ratte</b>				
(Scherer, 1993)	8 d	14 d		
(Inaba und Mori, 1985)	10 d	19 d	14 d	19 d
<b>Maus</b>				
(Chang et al., 2003)	7,5 - 8,5 d	10,5 d	9,5 d	13,5 d

*Tabelle 10: Vergleichende sonographische Morphologie der Föten von Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus in Bezug auf den jeweiligen Trächtigkeitstag (d) nach Angaben verschiedener Autoren. (Paarungstag = 0 d)*

## **3 Material und Methode**

### **3.1 Tiere**

Für die vorliegende Arbeit wurden die abdominalen Organe inklusive des Harn- und Geschlechtstraktes von 22 Mongolischen Rennmäusen (12 weibliche und 10 männliche Tiere) sonographisch untersucht und die einzelnen Organe in mehreren sonographischen Schnitten dargestellt. Bei den Tieren handelte es sich um privat gehaltene Heimtiere, die von ihren Besitzern zu einer Ultraschalluntersuchung vorgestellt wurden. Außerdem wurden 13 Mongolische Rennmäuse, aus der Zucht des Institutes für Zoologie, Fischereibiologie und Fischkrankheiten der Ludwig Maximilians Universität München, für eine sonographische Trächtigkeitskontrolle vorgestellt.

Vor der Untersuchung wurde zu jedem Tier eine Anamnese erhoben, eine Allgemeinuntersuchung durchgeführt und das Körpergewicht eines jeden Tieres ermittelt. Dabei fiel keines der Tiere mit einem gestörten Allgemeinbefinden auf.

Das Alter der einzelnen Tiere ließ sich leider nicht exakt ermitteln, aber die Tiere waren alle zwischen 4 und 18 Monate alt, mit einem Körpergewicht von 45 – 117 g.

Bei den Tieren für die digitale Bilddokumentation der abdominalen Organe handelte es sich um Mongolische Rennmäuse die krankheitsbedingt verstorben waren und von ihren Besitzern zur Verfügung gestellt wurden.

## **3.2 Methode**

### **3.2.1 Technische Ausrüstung und Bilddokumentation**

Die abdominale sonographische Untersuchung wurde mit dem Ultraschallsystem Phillips Sonos 7500, mit einer 15-MHz-Linearsonde des Typs 15 - 6 L, durchgeführt. Als Dokumentationsmedium der Ultraschallbilder wurde ein magneto-optisches Diskettenlaufwerk, welches im Ultraschallgerät integriert war, genutzt und die Bilder wurden auf einer MOD (Magneto Optical Disc) gespeichert. Das System unterstützt das Dateiformat Tagged Image Format (TIF) und Bitmap (BMP), wobei in dieser Arbeit das Tif-Format verwendet wurde. Die Bilder wurden dann später von der MOD auf einen, auf Windows<sup>®</sup> basierenden, Computer überführt und dann mit einem speziellen Computerprogramm (Qlab), welches zum Phillips Sonos 7500 gehört, in ein allgemein lesbares Tif-Format umgewandelt. Für die Dokumentation der Fotos und Sektionsbilder dieser Arbeit, wurde eine digitale Spiegelreflexkamera von Nikon D70S verwendet.

### **3.2.2 Vorbereitung, Fixation und Lagerung der Tiere**

Auf den bei Hund und Katze für die sonographische Untersuchung üblicherweise durchgeführten Futterentzug, wurde bei der Mongolischen Rennmaus ganz verzichtet, da eine längere Nahrungskarenz bei diesen kleinen Nagern schlecht verträglich ist. Die sonographische Untersuchung konnte aber dennoch durchgeführt werden, auch wenn an manchen Stellen Ingesta und Gasansammlungen des Magendarmtraktes die Darstellung mancher Organe behinderte. Die Untersuchung dieser Organe wurde dann meist mit Erfolg an einem späteren Zeitpunkt wiederholt. Um für eine möglichst gute Ankopplung des Ultraschallkopfes zu sorgen, wurden die Tiere vorher mit einem besonders leisen und kleinen Akkurasierer der Marke Contura von Wella im Bereich zwischen Rippenbogen und Becken geschoren. Zusätzlich wurde die Schur auch nach lateral und dorsal sowie inklusive über die Hoden- und Geschlechtsorgane ausgeweitet. Bei weiblichen Tieren musste beim Rasieren besonders auf die sehr kleinen Zitzen aufgepasst werden (Lage der Zitzen siehe Abb. 13), dieses Problem besteht bei männlichen Tieren nicht, da sie keine Zitzen besitzen (siehe 2.3 Geschlechtsdifferenzierung). Die Haare der Mongolischen Rennmaus wachsen nur sehr langsam nach, was zum einen immer zu einer

Überlegung des Ausmaßes der Rasur führen sollte, und zum anderen keiner Nachrasur bei einer Untersuchung an mehreren Tagen hintereinander bedarf.

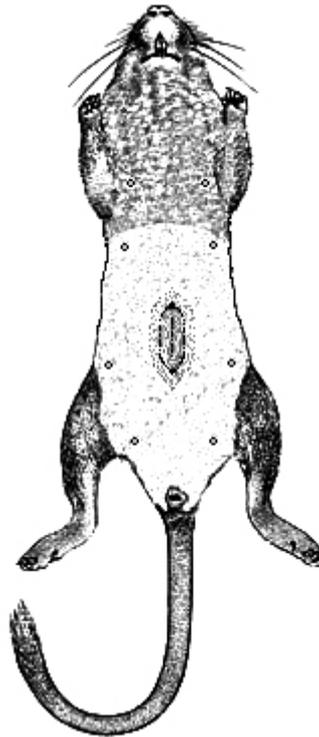


Abb. 13: Zitzenlage einer weiblichen Mongolischen Rennmaus  
(Bild modifiziert nach Berghoff, 1989)

Als Fixation und Lagerung standen mehrere Varianten zur Verfügung. Diese waren zum einen abhängig von der Kooperation des Tieres und zum anderen vom Organsystem, welches dargestellt werden sollte. Die Körperseite des Tieres war ebenfalls entscheidend, da es in machen Positionen schwierig war als Rechtshänder den Schallkopf adäquat auf der rechten Seite des Tieres zu platzieren. Die beste Fixationstechnik und Lagerung bestand darin, die Tiere mit dem Rücken in der hohlen Hand zu lagern und den Kopf bzw. die Backen der Mongolischen Rennmaus zwischen Daumen und Zeigefinger zu fixieren (siehe Abb. 14, A). Die Tiere tolerierten diese Lagerung erstaunlich gut und fielen in eine Art Körperstarre, die es ermöglichte, die Organe des linken Abdomens so wie auch Anteile des rechten systematisch in allen Schnitten nacheinander darzustellen. Bei wehrhaften und bissigen Tieren, wurden diese mit einem Nackengriff ebenfalls mit Daumen und Zeigefinger fixiert. Die Lagerung erfolgte dann entweder auch in der hohlen Hand, oder das Tier wurde mit den Hinterbeinen auf das Bein oder den Kittel des

Untersuchers aufgesetzt, um so das Tier in aufrechter, gestreckter Position zu schallen. Die Handinnenseite diente dabei dem Rücken des Tieres als Stütze. Diese Lagerung wurde auch vorwiegend für die Darstellung der Organe des rechten Abdomens genutzt (siehe Abb. 14, B), auch hier wurden nur die wehrhaften Tiere mit einem Nackengriff fixiert, die anderen wieder mit einer Fixation des Kopfes bzw. der Backen. Eine Sedation war in keinem Fall erforderlich, alle Tiere wurden mit der bloßen Hand, also ohne Handschuh fixiert.

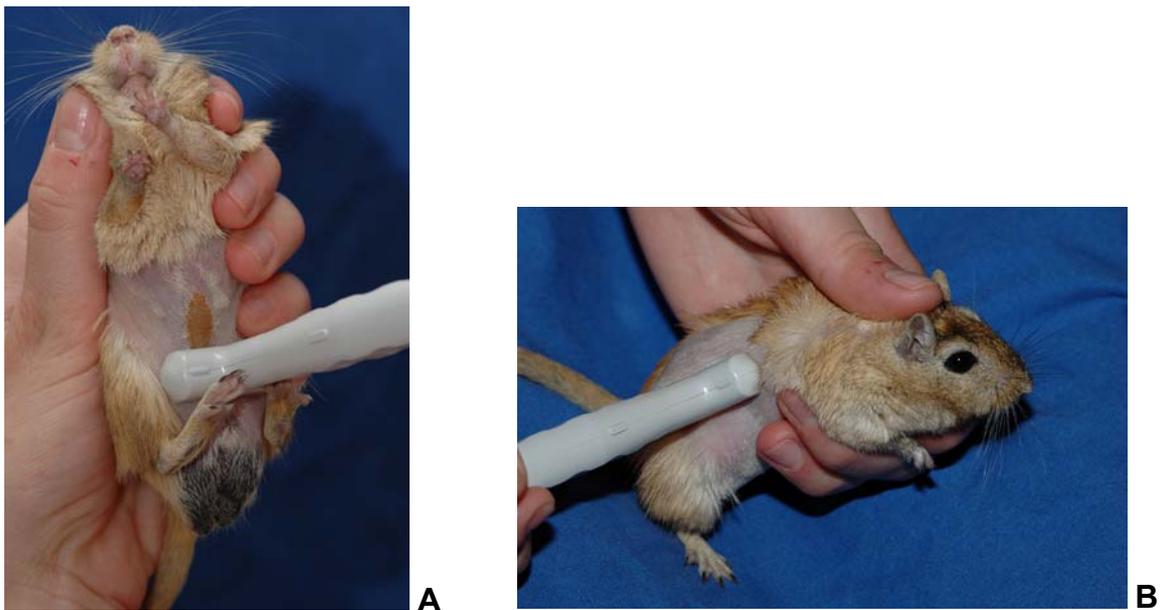


Abb. 14: Fixierung und Lagerung einer Mongolischen Rennmaus für die sonographische Organdarstellung: A: für den Sagittal-, Transversal- und Dorsalschnitt von links (hier transversale Schallkopfposition zu sehen), B: für den Dorsalschnitt von rechts

Für die sonographische Untersuchung, wurde ein im Wasserbad erwärmtes Ultraschallkontaktgel verwendet, mit welchem das rasierte Abdomen eingerieben und der Schallkopf vor und während der Untersuchung immer wieder bedeckt wurde. Auf dass bei Hund und Katze übliche Verwenden von Alkohol, wurde bei diesen kleinen Nagern verzichtet, da man eine zu hohe Auskühlung durch das Verdunsten des Alkohols befürchtete. Nach der Ultraschalluntersuchung wurden möglichst alle Reste des Ultraschallkontaktgels vom Tier mit Zellstoff entfernt.

### **3.2.3 Untersuchungsgang**

Der sonographische Untersuchungsgang wurde entsprechend nach dem in der Veterinärmedizin etablierten Untersuchungsverfahren bei Hund und Katze durchgeführt (Poulsen Nautrup, 1998; Poulsen Nautrup, 2001; Mattoon et al., 2002). Die sonographische Untersuchung wurde an der Harnblase begonnen und dann entgegen des Urzeigersinnes von links nach rechts weitergeführt. Zum Schluss wurden Hoden und akzessorische Geschlechtsdrüsen untersucht. Die komplette Untersuchung aller Organe an einem Tier wurde in mehreren Sitzungen durchgeführt. Die jeweilige Untersuchungsdauer betrug maximal 20 Minuten, um das Tier nicht unnötig zu belasten. Jedes Organ wurde hinsichtlich seiner Form, Lage, Größe, Echogenität und Echotextur beurteilt und erfasst. Organgrößenmessungen wurden an Niere, Nebenniere und Ovarien durchgeführt.

Die Position des Schallkopfes am Tier ist den Schemata neben den Ultraschallbildern im Ergebnisteil zu entnehmen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Sonographische Darstellung der Bauch- und Beckenorgane

Im Folgenden sind die Ergebnisse der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus, sowie sonographische Reverenzdaten und Bilder nach den einzelnen Organsystemen aufgeführt.

Zunächst ist aber darauf hinzuweisen, dass bei der transkutanen Sonographie von der Mongolischen Rennmaus schallkopfnah immer die Bauchmuskulatur dargestellt werden kann (siehe als Beispiel Abb. 37) und dass beim Aufsetzen des Schallkopfes im Bereich der artspezifischen Glandula umbilicalis ihr Drüsengewebe über der Bauchdecke im sonographischen Bild zu sehen ist (siehe Abb. 15).

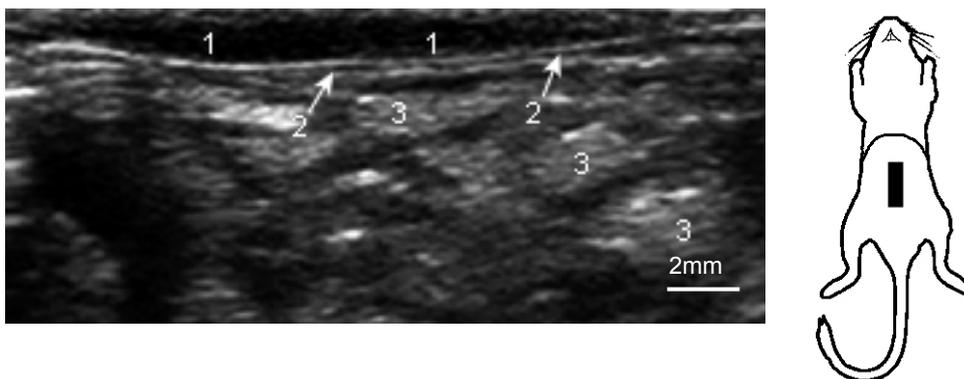


Abb. 15: Sagittalschnitt der Glandula umbilicalis und des Dünndarms

- 1 Glandula umbilicalis
- 2 Bauchmuskulatur
- 3 Ingestagefüllte Dünndarmschlingen

#### 4.1.1 Magendarmtrakt

##### 4.1.1.1 Magen

#### Untersuchungstechnik

Der Magen wurde in mehreren Sagittal- und Transversalschnitten dargestellt. Durch das Aufsetzen des Schallkopfes links kaudal des Rippenbogens und planparalleles verschieben, konnte der Magen von lateral nach medial durchgemustert werden.

## **Echographischer Normalbefund**

Der Magen der Mongolischen Rennmaus befindet sich vorwiegend in der linken Körperhälfte, er kann sich aber je nach Füllungszustand über die Mediane hinweg nach rechts ausweiten und so war dieses Organ nicht nur von links, sondern oft auch von rechts darzustellen. Der Magen stellte sich im Sagittalschnitt in seiner ganzen Länge (Abb. 16) und im Transversalschnitt mit einer runden Form, dem Leberparenchym anliegend (Abb. 17), dar. Im Dorsalschnitt befand er sich kuppelförmig vor Milz und Niere (Abb. 30).

Alle untersuchten Tiere wiesen einen unterschiedlich gefüllten Magen auf, ein leerer Magen wurde nie angetroffen. Die inhomogene echogene Mageningesta zeigte, je nach Gasgehalt, einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Schallschatten (Abb. 16 und Abb. 17), so dass die schallkopferne Magenwand und unter dem Magen befindliche Strukturen, nie dargestellt werden konnten. Die schallkopfnaher Magenwand (Abb. 16 und Abb. 17) bestand sonographisch aus drei bis fünf erkennbaren Schichten, wobei eine Fünfschichtung nur an den Stellen zu erkennen war, an denen ein Bereich genau senkrecht getroffen wurde. Eine Fünfschichtung entstand durch die echogene Tunica serosa (1), die hypoechogene Tunica muscularis (2), die echogene Tela submucosa (3), die hypoechogene Tunica mucosa (4) und eine echogene Magenschleimhautoberfläche (5). Die Dreischichtung dagegen wurde durch die bei schräger Anschallung nicht darstellbare Tela submucosa (2) verursacht, da eine Differenzierung von der Tunica muscularis (2) und der Tunica mucosa (4) ohne sie nicht mehr möglich war.

Bei starker Füllung des Magens, wurde in manchen Fällen die linke Nebenniere und Anteile der linken Niere von diesem überdeckt und so die Darstellung dieser Organe erschwert. Peristaltik konnte im Magen nicht festgestellt werden. In manchen Fällen war es möglich im Querschnitt den Magen mit Pylorus und dem folgenden Dünndarmanfang darzustellen (Abb. 18).

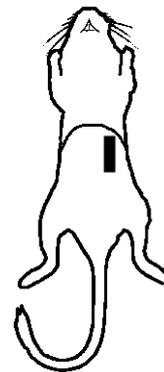
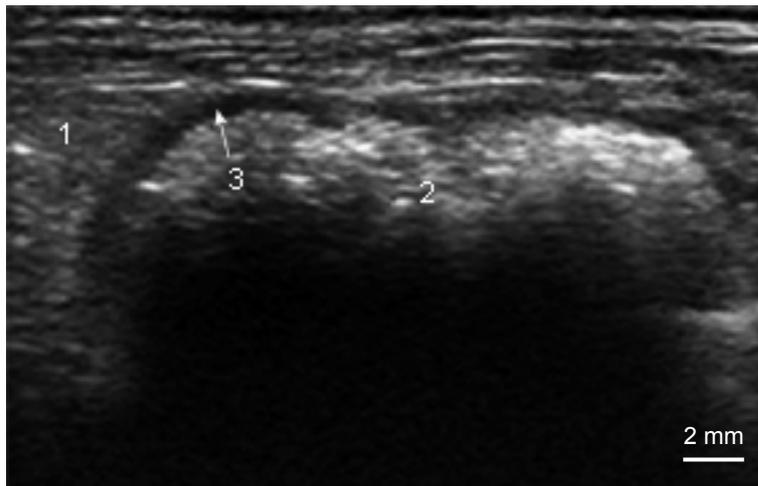


Abb. 16: Sagittalschnitt des Magens

- 1 Leberparenchym
- 2 Magen mit distaler Schallauslöschung
- 3 Magenwand

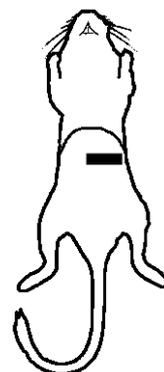
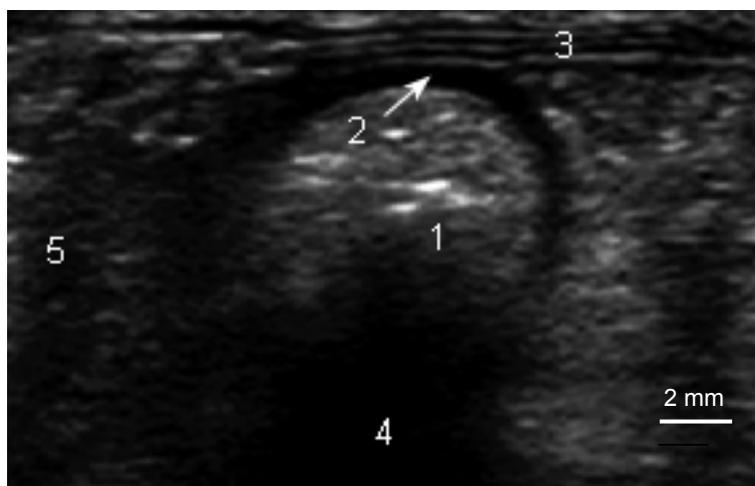


Abb. 17: Transversalschnitt des Magens

- 1 Mageningesta
- 2 Magenwand
- 3 Bauchmuskulatur
- 4 Schallschatten des Magens
- 5 Leberparenchym



Abb. 18: Pylorus des Magens im Transversalschnitt mit Übergang in das Duodenum craniale

- 1 Ingesta im Corpus ventriculi
- 2 Pars cranialis duodeni
- 3 Pylorus

#### 4.1.1.2 Darm

##### Untersuchungstechnik

Der Darm wurde durch aufsetzen des Schallkopfes auf dem gesamten Abdomen zwischen Rippenbogen und Becken dargestellt und durchgemustert.

Da die meisten Darmabschnitte nicht lagekonstant sind, konnten für den Großteil des Darmrohrs keine Standardschnittebenen gefunden werden. Nur einzelne Abschnitte des Darms ermöglichten durch ihre konstante Lage auch reproduzierbare Schnittebenen.

##### Echographischer Normalbefund

Eine entsprechende Wandschichtung wie sie der Magen aufweist war auch am Dünndarm sichtbar. Es fiel auf, dass hier viel häufiger als beim Magen alle fünf Schichten zu sehen waren und dass die Tunica mucosa (Abb. 19) deutlicher in Erscheinung trat als bei diesem. Am Dickdarm war im Gegensatz zum Dünndarm keine Wandschichtung zu erkennen. Der Dünndarm zeichnete sich zusätzlich durch eine häufig wahrzunehmende Peristaltik aus. Der Darminhalt trat je nach Zusammensetzung inhomogen anechogen, echogen oder hyperechogen in Erscheinung.

Sicher zu identifizierende Darmabschnitte waren das Pars cranialis duodeni (Abb. 18), das Duodenum descendens (Abb. 19), das Caecum (Abb. 20 und Abb. 21) und das Rektum. Das Duodenum craniale ging rechts aus dem Pylorus hervor und zog dann dorsal. Es wurde am besten sonographisch aufgefunden in dem zuerst der Magen im Längsschnitt dargestellt wurde, um dann den Pylorus zu finden und somit auch das Duodenum craniale. Das Duodenum descendens, welches der rechten Bauchwand dorsal als gerader Darmabschnitt anlag, war direkt rechts hinter dem Rippenbogen paramedian zu finden.

Das Caecum zeigte sich im Sagittalschnitt kreisrund (Abb. 20) und es wurde aufgefunden, indem der Schallkopf von der sagittal geschnittenen Harnblase aus, paramedian nach links geschoben wurde. Im Transversalschnitt wurde das Organ in seiner Längsachse dargestellt (Abb. 21) und im Sagittalschnitt konnte ein Querschnittsbild vom Caecum erzeugt werden.

Das Rektum zeigte sich im Transversalschnitt als eine stark echogene Kuppel mit anschließender Schallauslöschung, um es sonographisch darzustellen wurde sich an der transversal geschnittenen Harnblase orientiert.

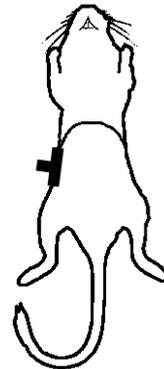
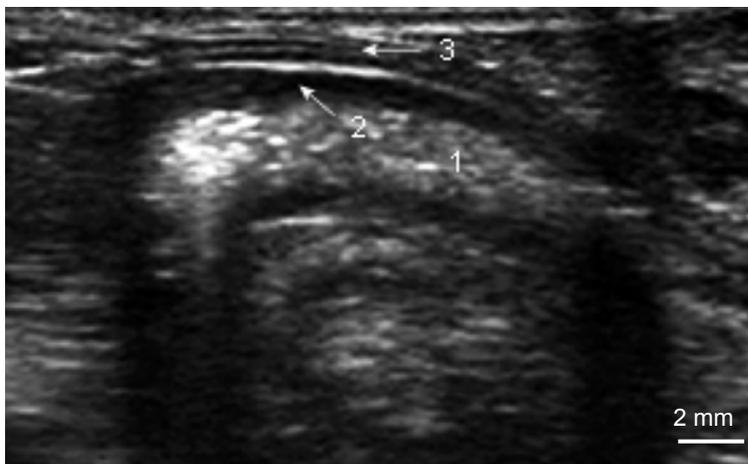


Abb. 19: Duodenum descendens im Dorsalschnitt

- 1 Duodenum descendens gefüllt mit Ingesta
- 2 Dünndarmwand
- 3 Bauchdeckenmuskulatur

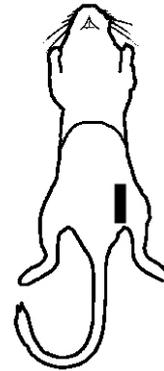
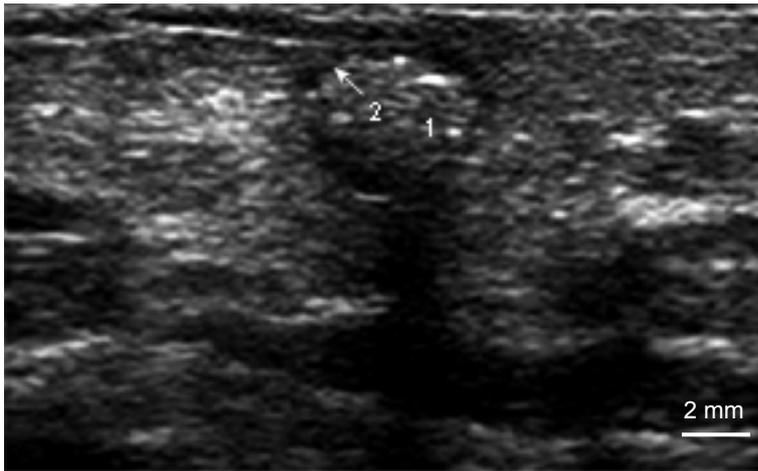


Abb. 20: Caecum sagittal geschnitten

- 1 Caecum mit Ingesta
- 2 Caecumwand

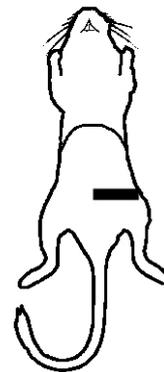
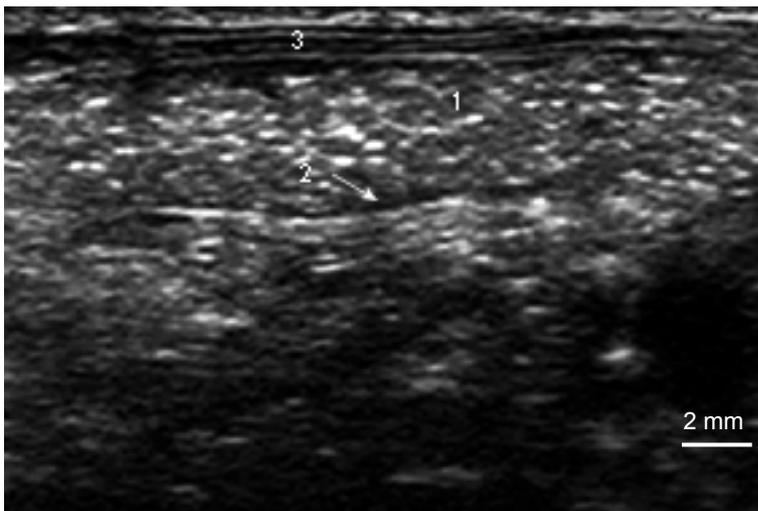


Abb. 21: Caecum im Transversalschnitt

- 1 Caecum mit Ingesta
- 2 Caecumwand
- 3 Bauchdecke

## 4.1.2 Darmanhangsdrüsen

### 4.1.2.1 Leber mit Gallenblase

#### Untersuchungstechnik

Vor der sonographischen Untersuchung der Leber wurde die Verstärkung und die Eindringtiefe am Ultraschallgerät individuell angepasst. Um ein breiteres Gesichtsfeld zu erreichen wurde bei einzelnen Tieren das standardmäßig verwendete Linearbild elektronisch in ein Sektorbild gespreizt.

Um die einzelnen Strukturen in der Leber reproduzierbar erfassen zu können wurden sowohl im Sagittalschnitt als auch im Transversalschnitt Standardschnittebenen speziell für die Mongolische Rennmaus entwickelt. Die Leber wurde sagittal mittels fünf und transversal mittels drei Standardschnittebenen definiert.

Die Sagittalschnittebenen erfolgten von links nach rechts durch Ankopplung direkt hinter dem Rippenbogen und orientierten sich an folgenden Strukturen der Leber:

Sagittalschnittebene I	Magen und kaudale Anteile des Lobus hepatis sinister lateralis (Abb. 22)
Sagittalschnittebene II	Anteile des Magens und Lobus hepatis sinister lateralis und medialis, Anteile des Processus papillaris (Abb. 23)
Sagittalschnittebene III	Aorta mit Anteilen des Pars intermedia infraportal und supraportal der Leber (Abb. 24)
Sagittalschnittebene IV	Vena portae mit Leberhilus, Vena cava caudalis, Anteile des Lobus hepatis dexter lateralis und medialis (Abb. 25)
Sagittalschnittebene V	rechte Niere mit Lobus caudatus in der Impressio renalis, Anteile Lobus hepatis dexter lateralis und medialis (Abb. 26)

Für die Transversalschnitte der Leber wurden nur drei feste Standardschnittebenen festgelegt um folgende Strukturen in diesen Schnittebenen reproduzieren zu können:

Transversalschnittebene I	Leberparenchym mit Anschnitten der Äste der Vena portae und Vena hepatica (Abb. 27)
Transversalschnittebene II	Gallenblase (Abb. 28)
Transversalschnittebene III	Querschnitt von Aorta, Vena cava und Vena portae (Abb. 29)

Der Schallkopf wurde für die transversale Darstellung der Leber sowohl links (Transversalschnittebene I), als auch rechts (Transversalschnittebene II) und rechts seitlich (Transversalschnittebene III) transversal dicht hinter dem Rippenbogen angekoppelt und durch fächerförmiges schwenken des Schallkopfes von kaudal nach kranial wurde ein Durchmustern der Leber erzielt.

### **Echographischer Normalbefund**

Das Leberparenchym zeigte sich in allen Schnittebenen mit einer geringen bis mittleren Echogenität und mit einer homogenen Echoverteilung im Ultraschallbild. Das Lumen der in ihm gelegenen Lebergefäße stellte sich anechogen dar. Eine Unterscheidung zwischen den Ästen der Vena portae und den der Vena hepatica konnte durch das hyperechogene Wandecho der Vena portae erfolgen, welches den Lebervenen fehlte. Leberarterien und Gallengänge waren sonographisch nicht darstellbar. Aorta und Vena cava caudalis zeigten ebenfalls ein deutlich ausgeprägtes Wandecho.

Die Leberränder waren scharf abgegrenzt und die Oberfläche der Leber zeigte sich glatt. Die Echogenität des Leberparenchyms stellte sich etwas echogener als das Parenchym der Milz dar und echoärmer als das der Nierenrinde. Die Echotextur der Leber war im Gegensatz zur Milz inhomogener.

Der Magen wurde immer in Sagittalschnittebene I und Anteile von ihm auch noch in Sagittalschnittebene II hinter dem Leberparenchym abgebildet (Abb. 22 und Abb. 23). Die Aorta konnte einzeln in Sagittalschnittebene III, länglich und schlauchförmig unterhalb des Lebergewebes (Abb. 24) und in Transversalschnittebene III mit kreisrunder Form (Abb. 29) dargestellt werden. Vena cava caudalis und Vena portae

waren in Sagittalschnittebene IV als zwei schlauchförmige Strukturen übereinander abzubilden (Abb. 25) und in Transversalschnittebene III, im Gegensatz zur Aorta, etwas abgeflachter und ovaler als diese (Abb. 29).

Die Gallenblase konnte selten in einem Sagittalschnitt erfasst werden. Sie befand sich paramedian und zeigte je nach Füllungszustand ein großes echofreies Lumen. Die dünne Gallenblasenwand zeigte sich bei senkrechtem Schallaufreffen als hyperechogene Linie und wies im Transversalschnitt ein deutliches hyperechogenes Austrittsecho auf (Abb. 29). In der Sagittalschnittebene V wurde immer die eng am Processus caudatus liegende rechte Niere abgebildet (Abb. 26).

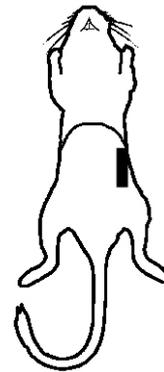
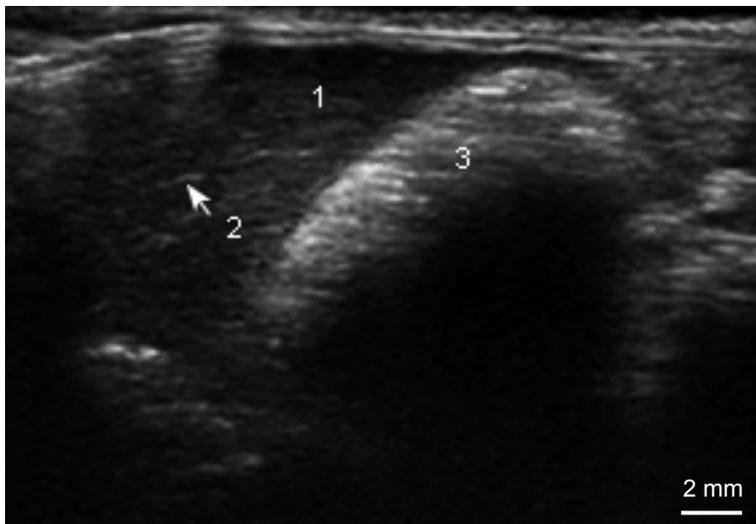


Abb. 22: Sagittalebene I der Leber

- 1 Lobus hepatis sinister lateralis
- 2 Äste der Vena portae
- 3 Magen

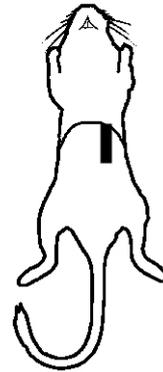
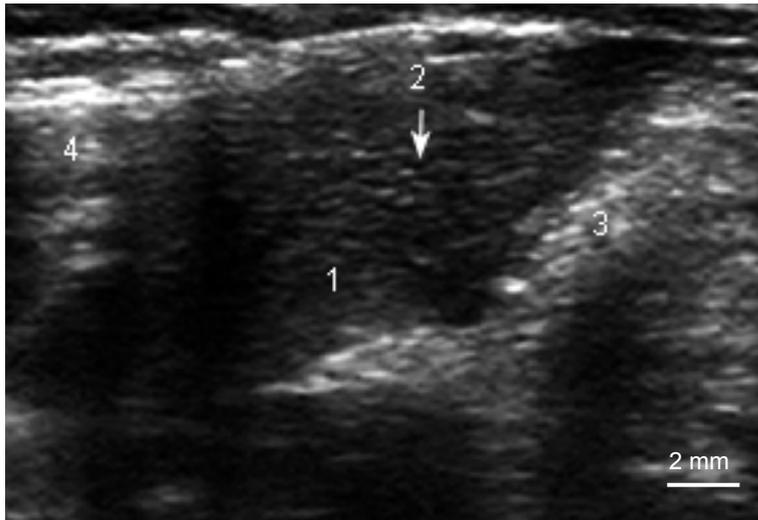


Abb. 23: Sagittalschnittebene II der Leber

- 1 Leberparenchym
- 2 Ast der Vena Portae
- 3 Magen
- 4 Lunge

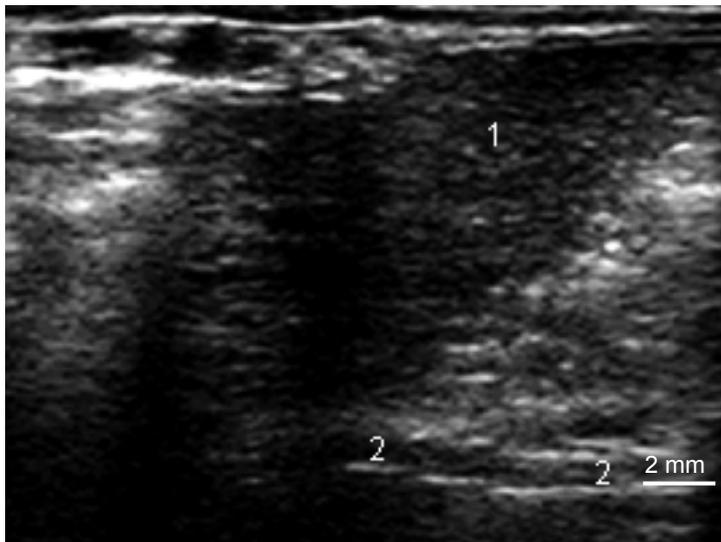


Abb. 24: Sagittalschnittebene III der Leber

- 1 Leberparenchym
- 2 Aorta

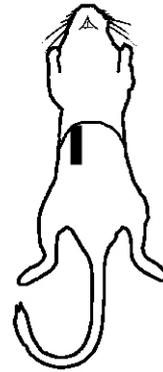
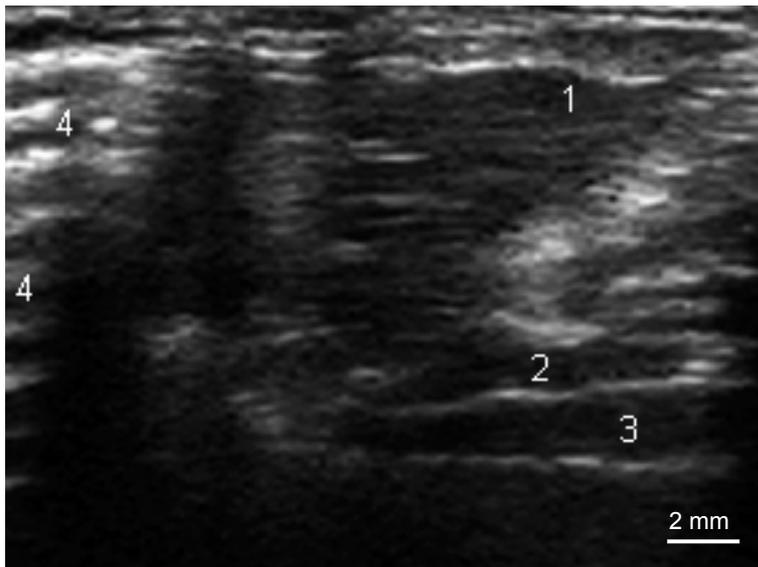


Abb. 25: Sagittalschnittebene IV der Leber

- 1 Leberparenchym
- 2 Vena portae
- 3 Vena cava caudalis
- 4 Reverberationen ausgehend von der Lungenoberfläche

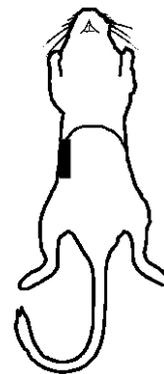
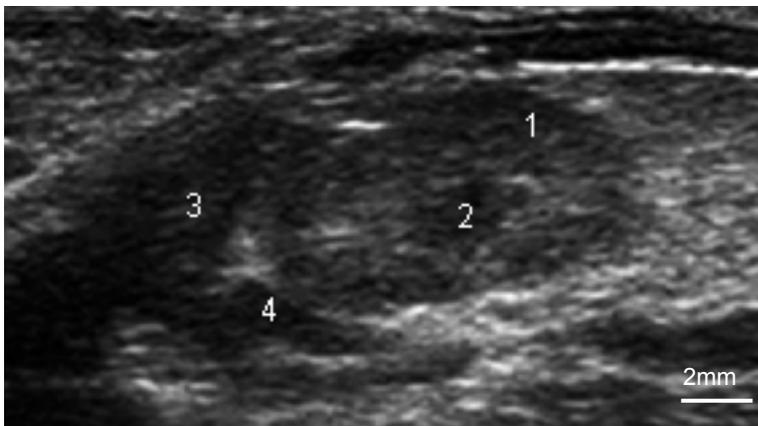


Abb. 26: Sagittalschnittebene V

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Proc. caudatus des Lobus caudatus
- 4 Nebenniere

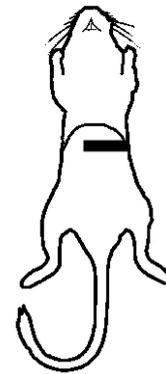
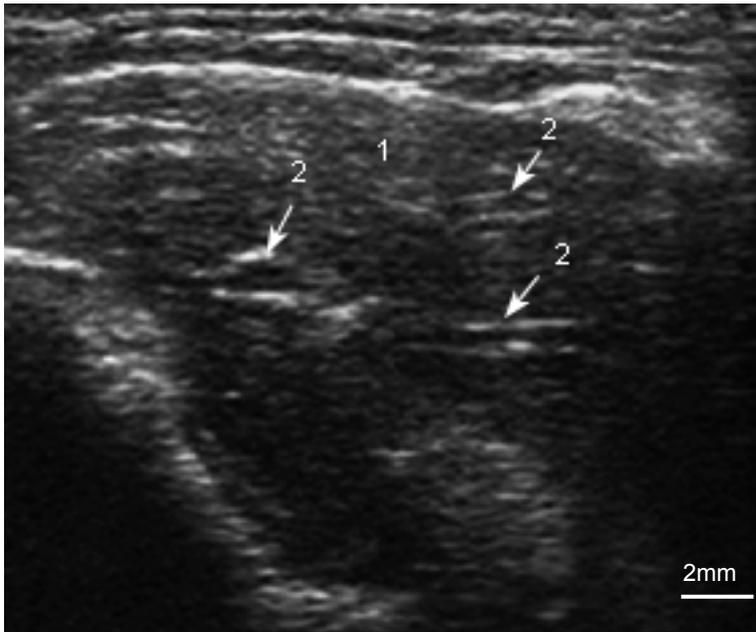


Abb. 27: Transversalschnittebene I

- 1 Leberparenchym
- 2 Äste der Vena portae

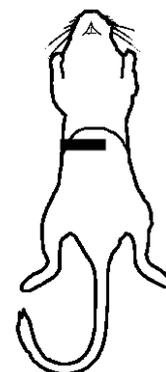
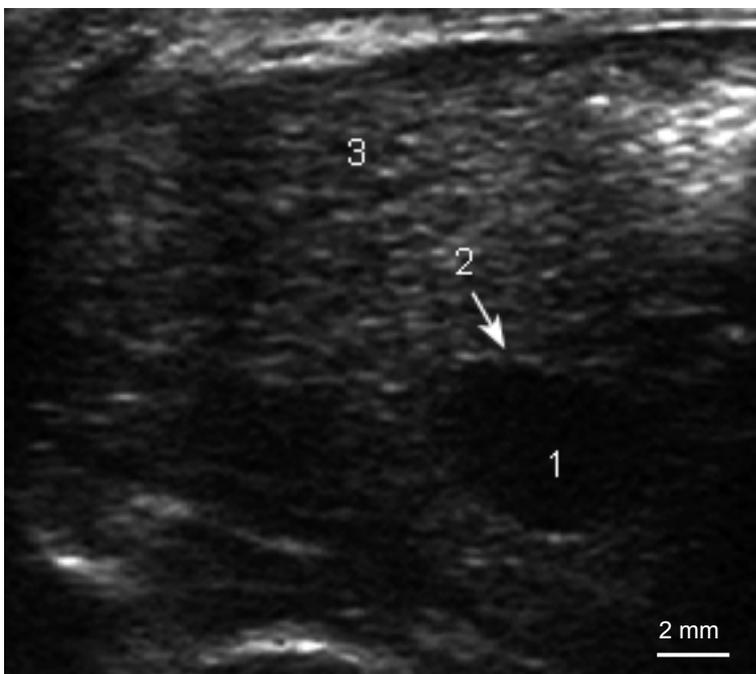


Abb. 28: Transversalschnittebene II

- 1 Gallenblase
- 2 Gallenblasenwand
- 3 Leberparenchym

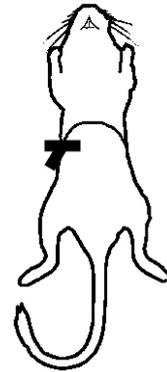
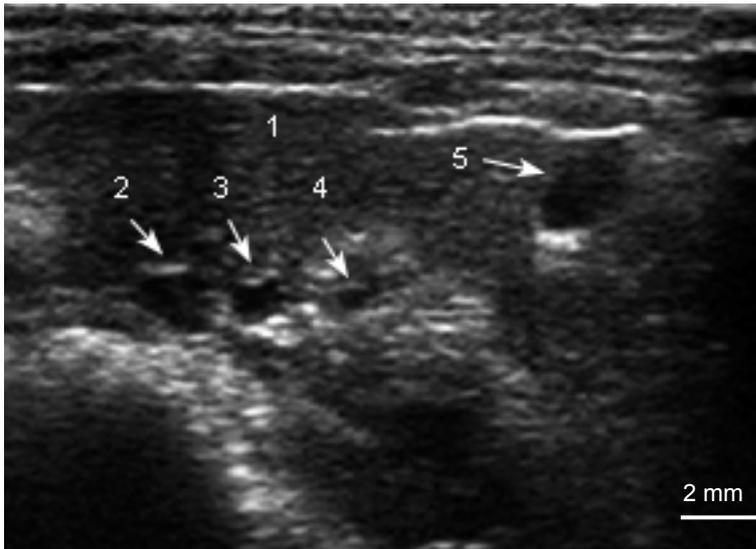


Abb. 29: Transversalschnittebene III

- 1 Leberparenchym
- 2 Aorta
- 3 Vena cava caudalis
- 4 Vena portae
- 5 Gallenblase

#### 4.1.2.2 Bauchspeicheldrüse

##### Echographischer Normalbefund

Das physiologische Parenchym der Bauchspeicheldrüse konnte sonographisch bei keiner der untersuchten Mongolischen Rennmäuse dargestellt werden.

#### 4.1.3 Milz

##### Untersuchungstechnik

Durch das Aufsetzen des Schallkopfes links kaudal des Rippenbogens, konnte die Milz in mehreren Längs- und Querschnitten dargestellt und durchgemustert werden. Um den Querschnitt der Milz darzustellen, wurde der Schallkopf transversal oder dorsal an der linken Bauchwand aufgesetzt. Um die Milz in ihrer Längsachse darzustellen, musste der Schallkopf transversal-schräg mit der Schallkopfspitze nach ventral zeigend, an der kranialen Bauchwand aufgesetzt werden.

## Echographischer Normalbefund

Generell konnte immer ein Teil der Milz dargestellt werden, wenn der Schallkopf links hinter dem Rippenbogen aufgesetzt wurde. Durch die schräge dorso-ventrale Lage der physiologischen Milz, stellte sie sich sowohl im Transversalschnitt, als auch im Dorsalschnitt dreieckig mit spitz auslaufenden Rändern dar, wobei kranial von ihr immer Anteile des Magens und kaudal meist die Niere zu sehen waren (Abb. 30). Im schrägen Transversalschnitt des Abdomens war es möglich die Milz über ihre ganze Länge darzustellen (Abb. 31).

Das homogene Milzparenchym zeigte bei der Mongolischen Rennmaus eine mittlere bis geringe Echogenität und war weniger echogen als das Parenchym von Nierenrinde und Leber. Die Milzkapsel war bei senkrechter Anschallung als eine echogene Linie erkennbar.

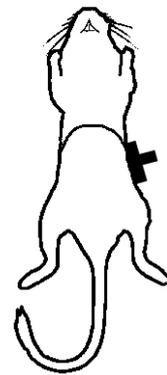
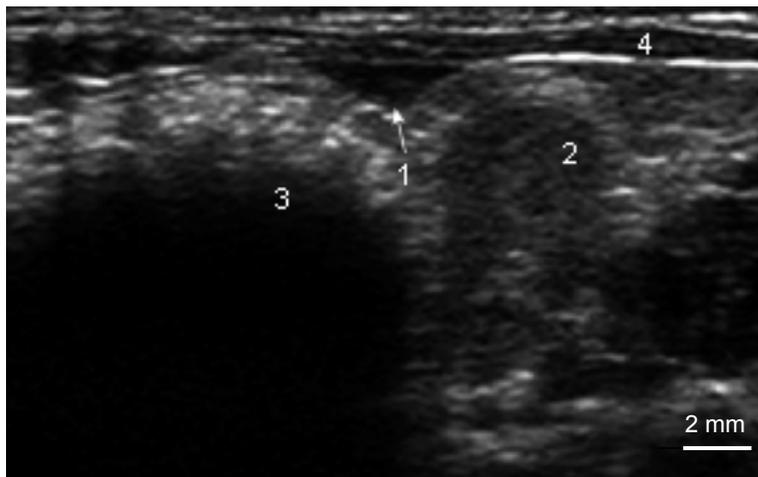


Abb. 30: Milz im Dorsalschnitt

- 1 Milz
- 2 Niere
- 3 Magen
- 4 Bauchdeckenmuskulatur

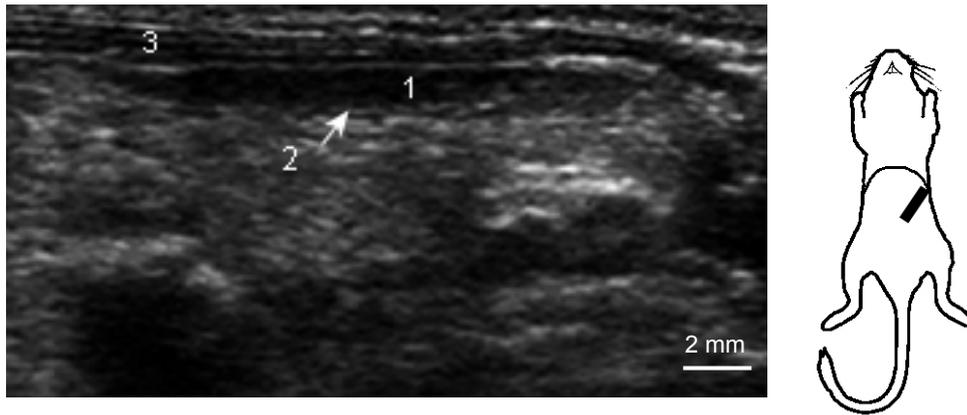


Abb. 31: Milz im schrägen Transversalschnitt

- 1 Milz
- 2 Milzkapsel
- 3 Bauchdeckenmuskulatur

#### 4.1.4 Nebennieren

##### Untersuchungstechnik

Die Nebennieren konnte dargestellt werden in dem der Schallkopf dicht hinter dem Rippenbogen an der linken oder rechten seitlichen Bauchwand aufgesetzt wurde. Die Organe wurden sowohl in einem Dorsal- als auch in einem Transversalschnitt dargestellt und abgemessen. Um die jeweilige Nebenniere zu finden, wurde für den Dorsalschnitt als auch für den Transversalschnitt, zuerst die Niere dorsal oder transversal geschnitten dargestellt, um dann durch Schwenken des Schallkopfes die vor dem kranialen Nierenpol befindliche Nebenniere ins Bild zu rücken.

##### Echographischer Normalbefund

Die Darstellung der rechten Nebenniere war häufig durch ihre nahe Zwerchfelllage erschwert, aber auch die linke Nebenniere war nicht immer darstellbar, denn je nach Magen- und Dünndarmfüllung befand sie sich manchmal in deren Schallschatten. Im Transversalschnitt (Abb. 32) war das Organ individuell bohnen- bis kugelförmig am kranialen Pol der Transversalgeschnittenen Niere zu sehen, und auf der rechten Seite war zusätzlich die ebenfalls quer geschnittene Vena cava caudalis dicht unter ihr zu finden.

Im Dorsalschnitt (Abb. 33) konnte sie als ein längliches, wurstförmiges oder hantelförmiges Gebilde mit leicht eingerollten Rändern am kranialen Pol der Niere identifiziert werden und auch hier, war auf der rechten Seite die dorsal geschnittene Vene cava caudalis unterhalb der Nebenniere und Niere darzustellen.

Die Nebennieren zeigten sich echoärmer als ihre Umgebung und als die Nierenrinde und sie wiesen eine homogene Echotextur auf. Rinde und Mark konnten sonographisch nicht differenziert werden. Bei genau senkrechtem Schallaufreffen zeigte sich ein deutliches Ein- und Austrittsecho an der Nebennierenoberfläche (Abb. 32 und Abb. 33).

In Tabelle 11 sind die Größenverhältnisse als arithmetisches Mittel mit empirischer Standardabweichung der Nebennieren, die von den sonographischen Messungen errechnet wurden, angegeben. Auf eine getrennte Angabe von weiblichen und männlichen Größenverhältnissen wurde verzichtet, da keine signifikanten geschlechtsspezifischen Unterschiede festzustellen waren.

	<b>Arithmetisches Mittel</b>	<b>Standardabweichung</b>
<b>Linke Nebenniere (n=12)</b>		
Länge	5,23	+/- 0,94
Breite	3,10	+/- 0,52
Dicke	2,25	+/- 0,35
<b>Rechte Nebenniere (n=11)</b>		
Länge	5,45	+/- 0,85
Breite	3,14	+/- 0,40
Dicke	2,33	+/- 0,44

*Tabelle 11: Sonographisch gemessene Größe für die linke und rechte Nebenniere der Mongolischen Rennmaus in Millimetern*

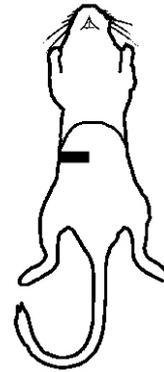
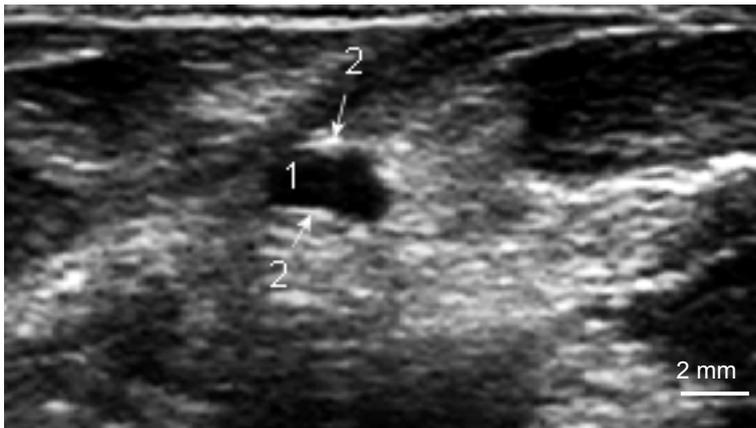


Abb. 32: rechte Nebenniere im Transversalschnitt

- 1 rechte Nebenniere
- 2 Eintritts- und Austrittsecho der Nebenniere

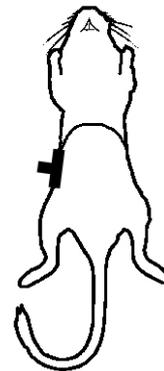


Abb. 33: rechte Nebenniere im Dorsalschnitt

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenmark
- 3 Nebenniere (Pfeilköpfe)
- 4 Eintritts- und Austrittsecho der Nebenniere
- 5 Vena cava caudalis

## **4.1.5 Harnorgane**

### **4.1.5.1 Harnblase**

#### **Untersuchungstechnik**

Der Schallkopf wurde im Bereich der Medianen zwischen der Bauchdrüse und dem Os pubis längs und quer angekoppelt und so wurde die Harnblase im Sagittal- und Transversalschnitt durchgemustert. Dieses Organ eignete sich auch sehr gut, um am Beginn jeder Untersuchung die korrekte Gesamtverstärkung am Ultraschallgerät einzustellen.

#### **Echographischer Normalbefund**

Die Harnblase konnte am besten im mittleren Füllungszustand untersucht werden, eine Beurteilung des leeren Organs war nicht möglich.

Ihre Form zeigte sich im Transversalschnitt mehr oder weniger rund (Abb. 39 und Abb. 57), im Sagittalschnitt war der konische Verlauf des Blasenhalses zu sehen, so dass das Organ birnenförmig darzustellen war (Abb. 40 und Abb. 60). Wenn benachbarte Organe, wie z.B. das gefüllte Rektum auf die Harnblase drückten, war ihre Form individuell verändert. Auch der Übergang der Harnblase in die Urethra, mit dessen Anfangsteil, konnte in einigen Fällen im Sagittalschnitt dargestellt werden.

Die physiologische Harnblasenwand konnte bei senkrechtem Anschallwinkel als echoreiche Doppelmembran abgebildet werden (Abb. 39). Diese entsteht durch den reflexarmen Mittelstreifen (Tunica muscularis), der die reflexreiche Tunica mucosa von der ebenfalls reflexreichen Tunica serosa trennt. Der Harnblaseninhalte war echofrei und distal von diesem konnte eine Schallverstärkung wahrgenommen werden (Abb. 39 und Abb. 40). Beim männlichen Tier flankierten im Transversalschnitt der Harnblase immer beide Hodenfettkörper links und rechts die Harnblase (Abb. 57). Auch die prominenten akzessorischen Geschlechtsdrüsen waren in verschiedenen Anschnitten neben der Harnblase zu sehen. Bei kaudaler Schallkopfankepfung und intraabdominal verrutschten Hoden kamen zusätzlich neben der Harnblase die beiden Hoden zur Darstellung (siehe hierzu auch 4.1.7). Beim weiblichen Tier dagegen konnte in manchen Fällen der Uterus dorsal der Harnblase abgebildet werden (Abb. 39 und Abb. 40).

#### **4.1.5.2 Harnröhre**

##### **Untersuchungstechnik**

Der Schallkopf wurde im Bereich der Medianen zwischen der Bauchdrüse und dem Os pubis längs und quer angekoppelt und die Harnblase im Sagittalschnitt dargestellt. Durch leichtes schwenken des Schallkopfes gelang es in einigen Fällen den Harnblasenhals mit dem Anfangsteil der Urethra abzubilden. Bei Querankopplung dagegen gelang es in keinem Fall, die Harnröhre transversal geschnitten darzustellen. Beim männlichen Tier konnten zusätzlich, durch aufsetzen des Schallkopfes auf den Penis, der Penisteil der Urethra im Transversalschnitt sonographisch abgebildet werden.

##### **Echographischer Normalbefund**

Der intraabdominale Teil der Harnröhre war als reflexreiche Linie im Anschluss an den Blasenhalss zu erkennen. Ein Lumen mit eventuellem Inhalt konnte in keinem Fall dargestellt werden. Die Prostata um die Harnröhre war vom abdominalen Fettgewebe nicht sicher zu differenzieren. Der im knöchernen Becken gelegene Anteil der Urethra war ebenfalls nicht darstellbar. Beim männlichen Tier konnte die Harnröhre als reflexarmer Punkt in der Mitte des quer geschnittenen Penis erkannt werden.

#### **4.1.5.3 Nieren**

##### **Untersuchungstechnik**

Die von Hund und Katze bekannten Standardschnittebenen der Nieren (Dorsal-, Transversal- und Sagittalschnitt) waren auch bei der Mongolischen Rennmaus einstellbar und so wurden beide Organe in diesen drei Schnittebenen auf Höhe des Organhilus dargestellt und planparallel durchgemustert. Die Positionierung des Schallkopfes erfolgte dicht hinter dem Rippenbogen, an der seitlichen Bauchwand. Für den Dorsal- und Transversalschnitt wurde möglichst weit dorsal an dieser aufgesetzt. Der Sagittalschnitt dagegen erfolgte entweder paramedian von der ventralen Bauchwand aus oder der Schallkopf wurde möglichst weit dorsal an der

seitlichen Bauchwand aufgesetzt und dann nach ventral geschwenkt, so dass sich der 90° Winkel zwischen diesem und Bauchwand verringerte (siehe Abb. 34).



Abb. 34: Schallkopfposition an der dorsalen seitlichen Bauchwand für die sonographische Darstellung der Niere im Sagittalschnitt

### **Echographischer Normalbefund**

Die Niere stellte sich im Sagittalschnitt längsoval (Abb. 37), im Dorsalschnitt bohnenförmig (Abb. 35) und im Transversalschnitt oval bis rundlich (Abb. 36) dar. Die linke Niere war leichter darzustellen als die rechte, da die rechte Niere weiter vorne an der Impressio renalis des Processus caudatus der Leber gelegen ist. Aber auch die Darstellung der linken Niere war je nach Magen- und Dünndarmfüllung durch Schallauslöschung erschwert.

Der Sagittalschnitt der Niere gelang zwar auch von der ventralen Bauchwand aus, aber die schon in der Untersuchungstechnik beschriebene Schallkopfposition von dorsal, war in der Regel einfacher und fast immer durchführbar, im Gegensatz zur erst genannten Technik.

Die Nierenrinde zeigte sich feinkörnig, homogen und echoreicher als das Parenchym von Leber und Milz, wobei sich die Milz am echoärmsten darstellte. Das Nierenmark war im Gegensatz zur Nierenrinde anechogen und seine Markpyramiden erstreckten sich in die Rindenzone hinein. Der Sinus renalis zeigte sich hyperechogen im Hilus des Organs (Abb. 35 und Abb. 36). Das eigentliche Nierenbecken konnte nicht identifiziert werden. Die Nierenkapsel stellte sich bei senkrechter Anschallung als hyperechogene Linie dar.

In Tabelle 12 sind die Größenverhältnisse als arithmetisches Mittel mit empirischer Standardabweichung der Nieren, die bei den sonographischen Messungen

entstanden sind, angegeben. Auf eine getrennte Angabe von weiblichen und männlichen Größenverhältnissen wurde verzichtet, da keine geschlechtsspezifischen Größenunterschiede an den Nieren festzustellen waren.

	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung
<b>Linke Niere (n=12)</b>		
Länge	11,76	+/- 1,65
Höhe	7,05	+/- 0,63
Breite	6,24	+/- 0,60
<b>Rechte Niere (n=12)</b>		
Länge	12,27	+/- 1,41
Höhe	7,03	+/- 0,75
Breite	6,43	+/- 0,69

*Tabelle 12: Sonographisch gemessene Größenangabe für die linke und rechte Niere von 12 untersuchten Mongolischen Rennmäusen in Millimetern*

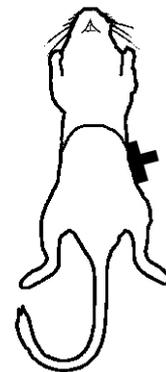
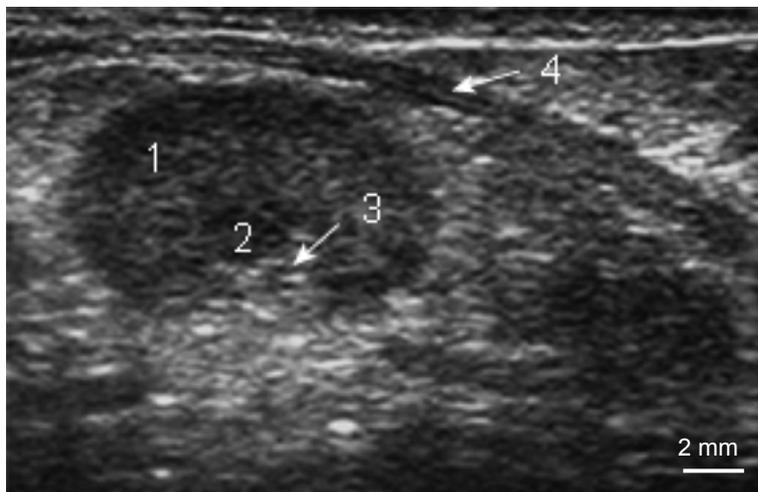


Abb. 35: Dorsalschnitt der linken Niere

- 1 Nierenrinde
- 2 Nierenpapille
- 3 Sinus renalis
- 4 Bauchwand

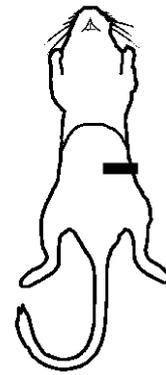
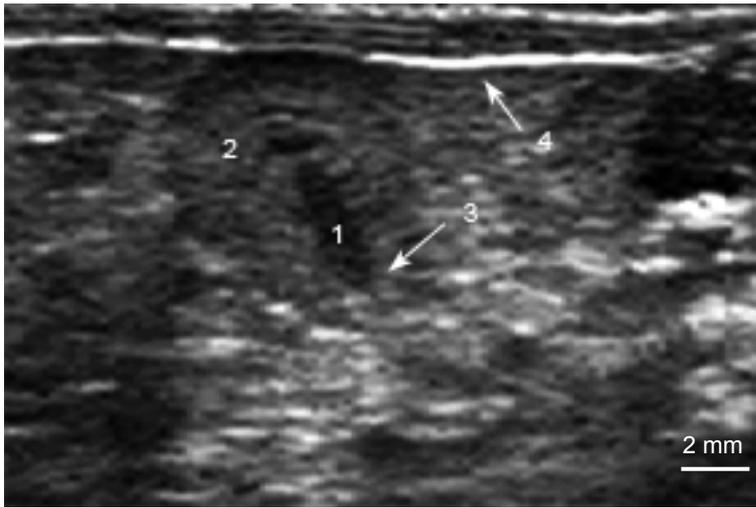


Abb. 36: Transversalschnitt der linken Niere

- 1 Nierenpapille
- 2 Nierenrinde
- 3 Sinus renalis
- 4 Bauchdecke

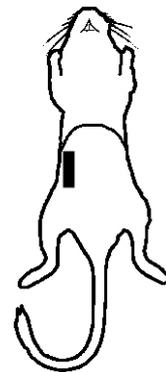
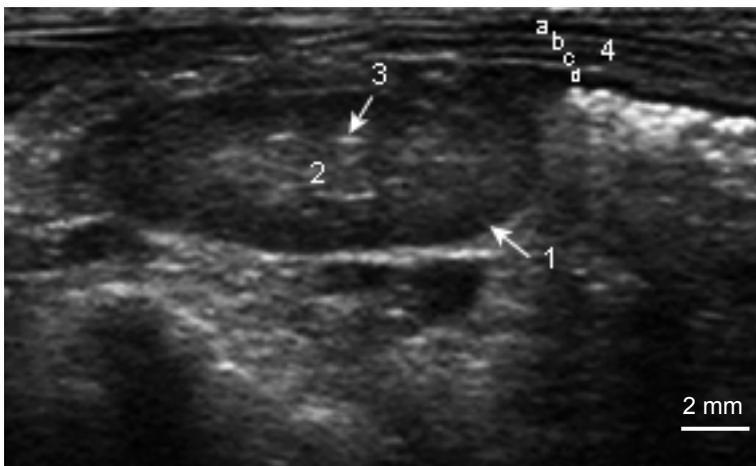


Abb. 37: Sagittalschnitt der rechten Niere

- 1 Nierenrinde
- 2 Sinus renalis
- 3 Recessus pelvis
- 4 Bauchdeckenmuskulatur:
  - a Subcutis
  - b M. obliquus externus
  - c M. obliquus internus
  - d M. transversus abdominis

#### **4.1.5.4 Harnleiter**

##### **Echographischer Normalbefund**

Die Harnleiter konnten sonographisch bei der Mongolischen Rennmaus nicht dargestellt werden.

#### **4.1.6 Weibliche Geschlechtsorgane und Trächtigkeit**

##### **Eierstöcke**

##### **Untersuchungstechnik**

Um die Ovarien aufzufinden, wurde der Schallkopf sowohl rechts als auch links an der seitlichen Bauchwand, dicht hinter dem Rippenbogen dorsal angekoppelt und zunächst die Niere im Dorsalschnitt dargestellt. Durch Absuchen des Bereiches hinter dem kaudalen Nierenpol und durch leichtes Schwenken des Schallkopfes von ventral nach dorsal, konnte das Ovar im Dorsalschnitt auf beiden Seiten abgebildet werden. Die Ovarien wurden, so weit es möglich war, durchgemustert und abgemessen.

##### **Echographischer Normalbefund**

Die sonographische Darstellung der Ovarien gelang bei 7 von 12 untersuchten weiblichen Tieren, wobei das linke Ovar nur bei 6 Tieren abgebildet wurde und das rechte lediglich bei 4 Tieren. Diese niedrige Sensitivität ist in der schwierigen Differenzierung zum umliegenden abdominalen Fettgewebe zu begründen, aber auch ein gut gefüllter Magendarmtrakt erschwerte das Auffinden erheblich.

Die Form der Ovarien zeigte sich im Längsschnitt bohnenförmig (Abb. 38). Das Parenchym der Ovarien besaß im Vergleich zum Nierenmark und zum umliegenden abdominalen Fettgewebe bei verschiedenen Tieren individuelle Echogenität. So zeigte es sich bei einigen Tieren sehr echoarm im Vergleich zu beiden und konnte leicht differenziert werden (Abb. 38). Bei anderen dagegen, war es ähnlich echogen wie das Nierenmark selbst, mit kleinen echoärmeren Bezirken, bei denen es sich wahrscheinlich um Funktionskörper handelte. Es wurde aber auch echogeneres Ovarparenchym im Gegensatz zum Nierenmark dargestellt, hier erwies sich eine

Differenzierung zum in der Echogenität ähnlichen abdominalen Fettgewebe sehr schwierig und die Ovarien konnten nur schemenhaft oder gar nicht abgebildet werden. Die senkrecht getroffene und oft unebene Eierstockwand zeigte sich an manchen Stellen als eine sehr echogene Linie.

Die Ovarien stellten sich sonographisch durchschnittlich mit einer Länge von 3,29 mm und einer Breite von 2,38 mm dar.

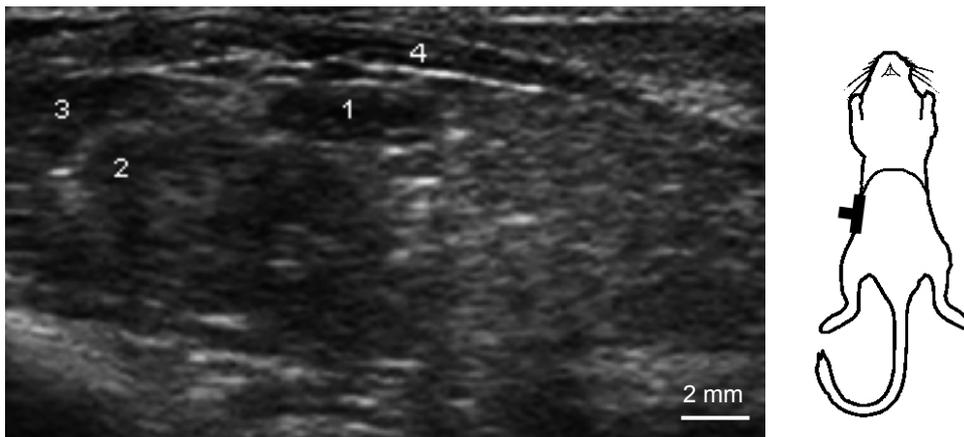


Abb. 38: Rechtes Ovar im Dorsalschnitt

- 1 Ovar
- 2 Nierenrinde
- 3 Nierenmark
- 4 Bauchdeckenmuskulatur

#### 4.1.6.1 Gebärmutter

##### Untersuchungstechnik

Um den Uterus aufzufinden, wurde zunächst die Harnblase im Transversalschnitt dargestellt und dann der dorsale Bereich von dieser abgesucht. Durch Drehen des Schallkopfes um 90°, auf dem transversal geschnittenen Uterus, konnte der Sagittalschnitt sichtbar gemacht werden. Die Harnblase diente bei der Darstellung der Gebärmutter als Schallfenster.

### Echographischer Normalbefund

Der Uteruskörper konnte bei fast allen weiblichen Tieren im Transversalschnitt dorsal der Harnblase, etwas links median, mit einer ovalen bis runden Form und einer inhomogenen mittleren Echogenität dargestellt werden (Abb. 39). In einigen Fällen gelang es die beiden Uterushörner als einzelne runde Gebilde abzubilden. Ein Verfolgen vom Uteruskörper bis hin zu beiden Hörnern, erwies sich aber sonst als schwierig. Im Sagittalschnitt war der Uterus als länglicher Schlauch dorsal der sagittal geschnittenen Harnblase zuerkennen (Abb. 40), allerdings bereitete die Differenzierung zum umliegenden abdominalen Fettgewebe erhebliche Schwierigkeiten, da die Echogenität von beiden sich sehr ähnelte. Ein Uteruslumen war in beiden Schnitten nicht zu differenzieren. Die Uterushörner weiter kranial im Abdomen darzustellen, gelang nur während der Gravidität, die Schallauslöschung der Darmingesta machte ein Abbilden und Differenzieren schwierig.

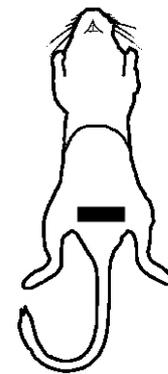


Abb. 39: Transversalschnitt des Uterus

- 1 Harnblase
- 2 Harnblasenwand
- 3 Uterus

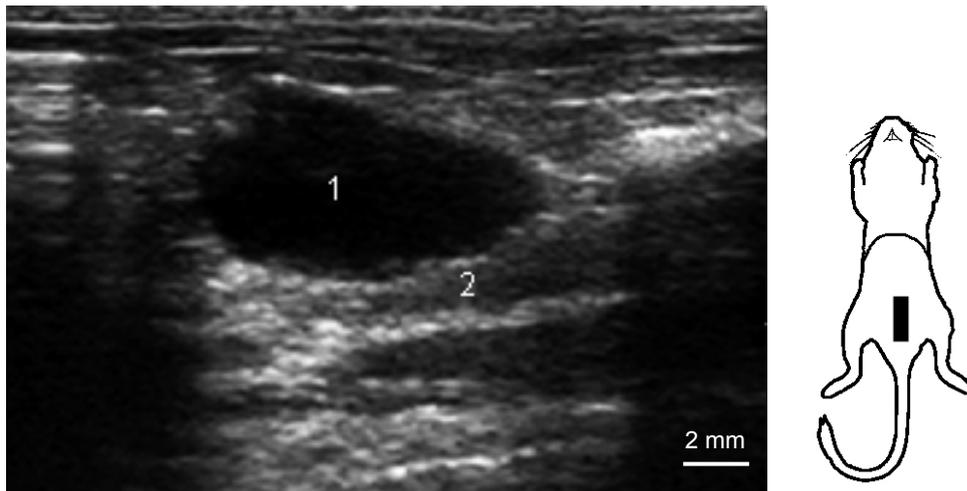


Abb. 40: Sagittal geschnittener Uterus

- 1 Harnblase im Sagittalschnitt
- 2 Uterus

#### 4.1.6.2 Gravidität

##### Vorbemerkung

Es wurden 13 weibliche Mongolische Rennmäuse für einen sonographischen Trächtignachweis vorgestellt, wobei bei 9 Tieren eine Gravidität festgestellt werden konnte. Der Trächtignsverlauf wurde anschließend bei diesen Tieren sonographisch dokumentiert.

Der Deckzeitpunkt war bei keinem der Tiere bekannt, da sie aus einer Gemeinschaftshaltung stammten. Um aber dennoch die einzelnen Entwicklungsstadien der Mongolischen Rennmausföten in Bezug zu den Trächtignstagen bei allen untersuchten Tieren zu setzen, wurde eine durchschnittliche Trächtignsdauer von 24 Tagen angenommen (in der Literatur wird keine exakte Trächtignsdauer angegeben, siehe hierzu Tabelle 6). Nach der Geburt wurden dann die jeweiligen sonographischen Befunde dem jeweiligen Trächtignszeitpunkt zugeordnet. Der so errechnete Deckzeitpunkt wurde als Tag 0 angesehen.

## **Untersuchungstechnik**

Für eine frühe Trächtigkeitsdiagnose wurde zunächst der Bereich dorsal der Harnblase dargestellt, um dann den Uterus nach eventuellen Fruchtanlagen durchzumustern (siehe hierzu auch 4.1.6.1).

In einem späteren Trächtigkeitsstadium bereitete das Auffinden einzelner Fruchtanlagen durch deren Größe weniger Schwierigkeiten. Durch Ankoppeln des Schallkopfes auf das Abdomen stellten sich immer Anteile der Föten im Bild dar und konnten so durch verschieben des Schallkopfes beliebig einzeln durchgemustert werden. Die Föten wurden sagittal, transversal und dorsal geschnitten abgebildet. Da die Föten ab dem 15. Trächtigkeitstag wie oben erklärt im gesamten Abdomen mit individueller Lage zu finden waren, wurde ab diesem Zeitpunkt auf eine Skizze der Schallkopflage in Bezug zum Tier neben den Ultraschallbildern verzichtet.

## **Echographischer Normalbefund**

Der früheste Trächtigkeitssnachweis gelang bei den untersuchten Tieren um den Tag 10. Hier waren in allen drei Anschnitten runde, gut von der Umgebung abzugrenzende Fruchtpullen dorsal der Harnblase erkennbar. In ihrer echofreien Flüssigkeit konnte bereits ein kleines, je nach Anschnitt kommaförmiges Binnenecho identifiziert werden, bei dem es sich schon um den Embryo bzw. um seine Fruchthülle handelte (Abb. 41). Um den Tag 15 konnte der fötale Herzschlag als eine flatternde Bewegung in den Fruchtpullen wahrgenommen werden. Embryo und Nabelschnur (Abb. 43) waren im Ampulleninneren als echogene Strukturen zu erkennen, die Plazentascheibe zeigte sich als homogener echoärmerer Bereich mondsichelförmig dem echofreien Fruchtwasser anliegend. Die einzelnen Körperteile, wie Kopf, Füße und Schwanz, ließen sich um den Tag 17 am Fötus differenzieren, auch der mit Amnionflüssigkeit gefüllte Magen konnte als echofreie kugelförmige Struktur im Fötusinneren zu diesem Zeitpunkt schon abgebildet werden (Abb. 43). Eine fötale Eigenbewegung war zu diesem Zeitpunkt ebenfalls deutlich zu beobachten. Um den Tag 18 konnten die Schädelknochen als echogene Linien ansatzweise differenziert werden (Abb. 45). Die Wirbelsäule war durch zwei echogenen Linien bereits vom umgebenen Gewebe abzugrenzen (Abb. 46). Um den Tag 19 wurde die verknöcherte Wirbelsäule als eine Anreihung echogener Punkte segmental entlang der Körperachse des Fötus sichtbar, die Rippen aber erst

andeutungsweise um den Tag 20. Um den Tag 21 konnten diese beiden Strukturen deutlich erkannt werden (Abb. 50), und im dorsal und sagittal geschnittenen Fötus war der mineralisierte Thorax gut zu erkennen (Abb. 50 und Abb. 51). Die Grenze vom echogeneren Lungenparenchym zum etwas echoärmeren Leberparenchym wurde zu diesem Zeitpunkt ebenfalls sichtbar, sowie die beiden Kammern des Herzens. Die Leber nahm einen großen Anteil im Abdomen ein, und der Magen lag ihr dicht an (Abb. 51). Um den Tag 22 konnten zusätzlich zu den anderen Strukturen die beiden fötalen Nieren im kaudalen Bereich des dorsal geschnittenen fetalen Abdomens identifiziert werden (Abb. 52). Ab diesem Zeitpunkt bis zum Geburtstermin wurden keine zusätzlich morphologischen Veränderungen mehr sichtbar.

<b>Trächtigkeitstag</b>	<b>Darstellung fetaler Strukturen im Mongolischen Rennmausuterus mittels der Sonographie</b>
um den 10 Tag	Runde Fruchtanlage mit Embryo sichtbar (Abb. 41)
um den 15 Tag	Fötaler Herzschlag sichtbar, fötaler Magen sichtbar (Abb. 42 und Abb. 43)
um den 17 Tag	Körperteile differenzierbar, Magen erkennbar, Fötuseigenbewegung sichtbar (Abb. 44)
um den 18 Tag	Beginnende Ossifikation der Schädelknochen schwach sichtbar (Abb. 45)
um den 19 Tag	Ossifikation der Schädelknochen deutlicher, Ossifikation der Wirbelsäule schwach sichtbar (Abb. 47 und Abb. 48)
um den 20 Tag	Ossifikation der Wirbelsäule gut sichtbar; Ossifikation der Rippen ansatzweise zu erkennen (Abb. 49)
um den 21 Tag	Deutliche Ossifikation der Rippen sichtbar, Lungen - Lebergrenze (Zwerchfell) zu differenzieren, Herzkammern zu erkennen (Abb. 50)
um den 22 Tag	Fötale Nieren sichtbar, ab hier gleich bleibende morphologische Erscheinung (Abb. 51 und Abb. 52)

*Tabelle 13: Sonographische Darstellbarkeit der Entwicklungsstadien der Mongolischen Rennmaus in Bezug auf den Trächtigkeitstag*

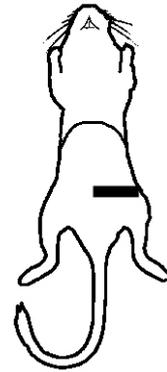
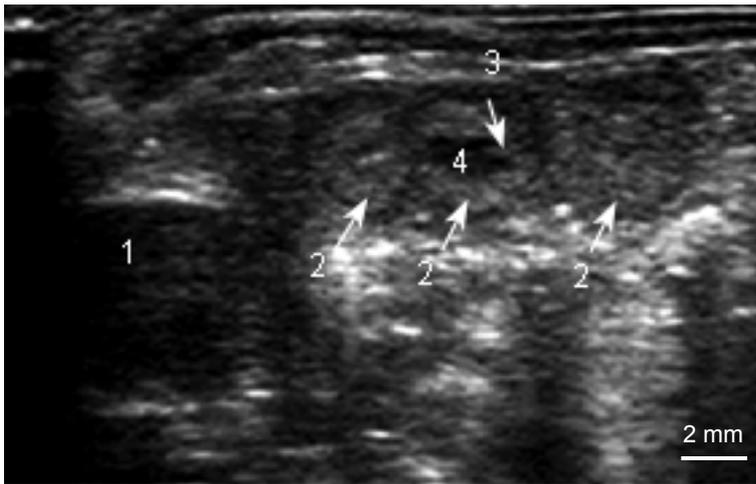


Abb. 41: Nachweis von Fruchampullen: um den 10. Trächtigkeitstag

- 1 Harnblase
- 2 Runde Fruchampullen
- 3 Binnenecho (Embryo)
- 4 Fruchtwasser

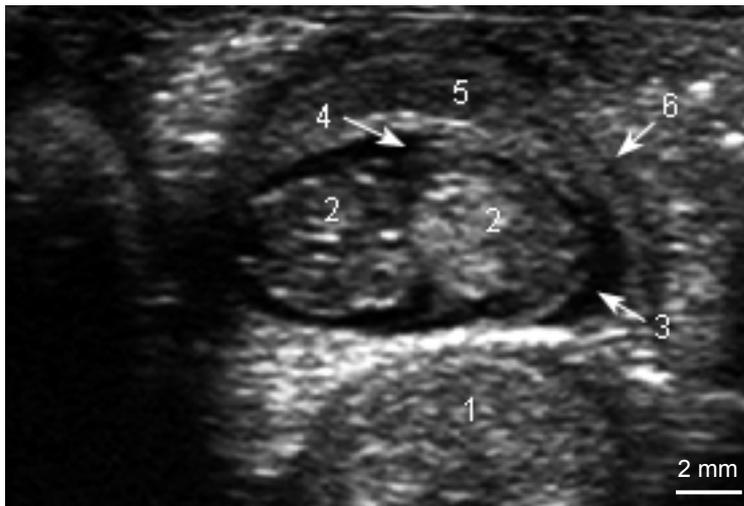


Abb. 42: Dorsalschnitt durch einen Fötus: um den 15. Trächtigkeitstag

- 1 Plazentascheibe einer zweiten Fruchampulle
- 2 Fötus
- 3 Fruchtwasser
- 4 Nabelschnur
- 5 Plazentascheibe
- 6 Uteruswand

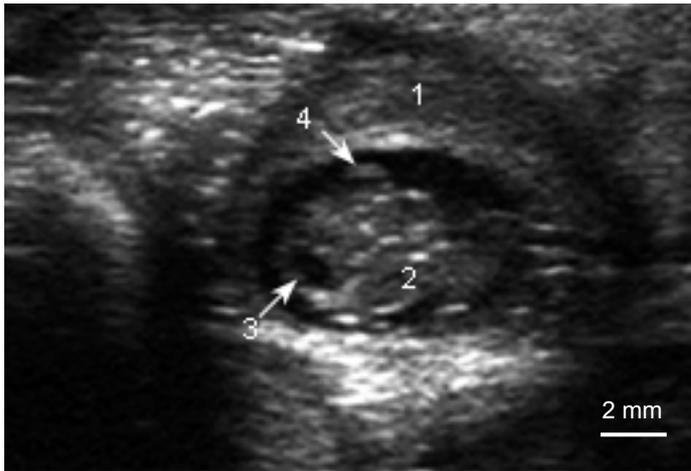


Abb. 43: Transversalschnitt durch einen Fötus: um den 15. Trächtigkeitstag

- 1 Plazentascheibe
- 2 Fötus
- 3 fötaler Magen
- 4 Nabelschnur

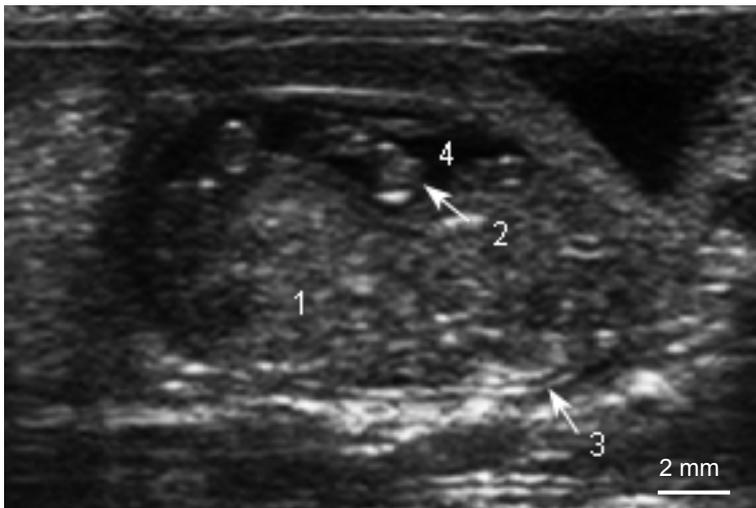


Abb. 44: Sagittalschnitt durch einen Fötus: um den 17. Trächtigkeitstag

- 1 Fötus
- 2 Nabelschnur
- 3 Fruchthülle
- 4 Fruchtwasser

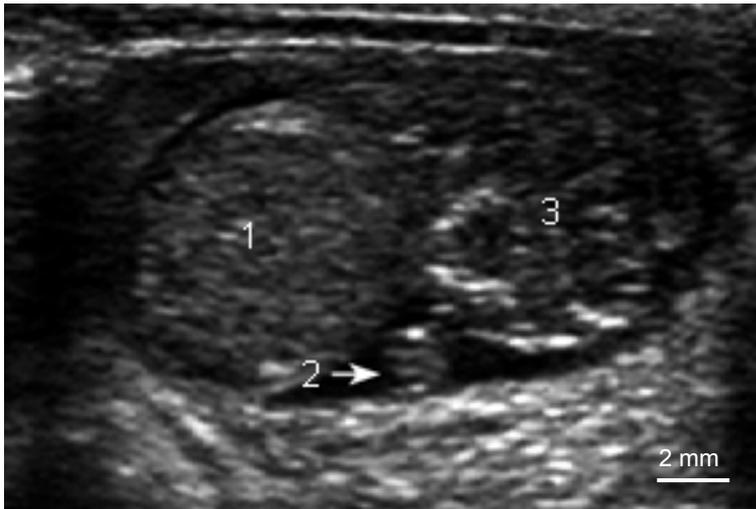


Abb. 45: Dorsalschnitt durch einen Fötus: um den 18. Trächtigkeitstag

- 1 fötale Rumpf
- 2 beginnende Ossifikation der Vorderpfote
- 3 beginnende Ossifikation des fötalen Schädels

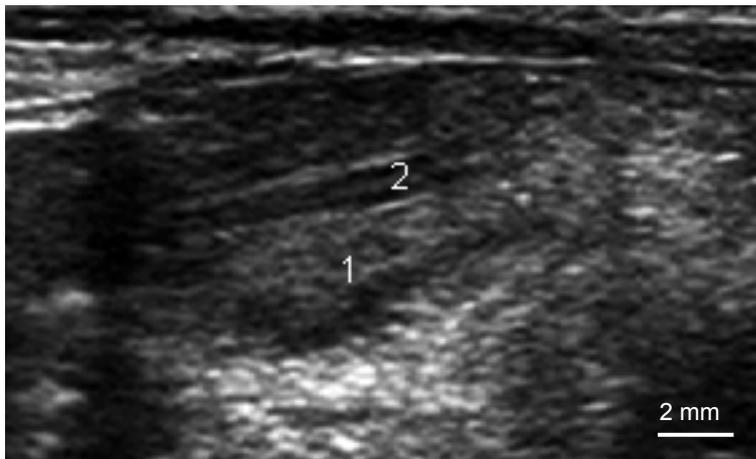


Abb. 46: Dorsalschnitt durch den fötalen Rücken: um den 18. Trächtigkeitstag

- 1 fötales Lebergewebe
- 2 fötales Rückenmark



Abb. 47: Sagittalschnitt durch den fötalen Kopf: um den 19. Trächtigkeitstag

- 1 fötaler Kopf
- 2 Ossifikation der Handknochen
- 3 Plazentascheibe

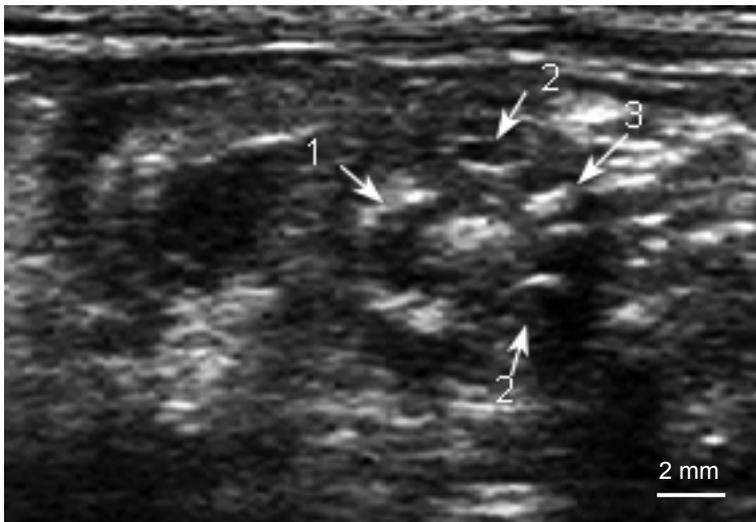


Abb. 48: Schräger Transversalschnitt durch den fötalen Kopf: um den 19. Trächtigkeitstag

- 1 verknöcherter fötaler Unterkiefer
- 2 verknöcherte fötale Orbita
- 3 verknöcherter Hirnschädel

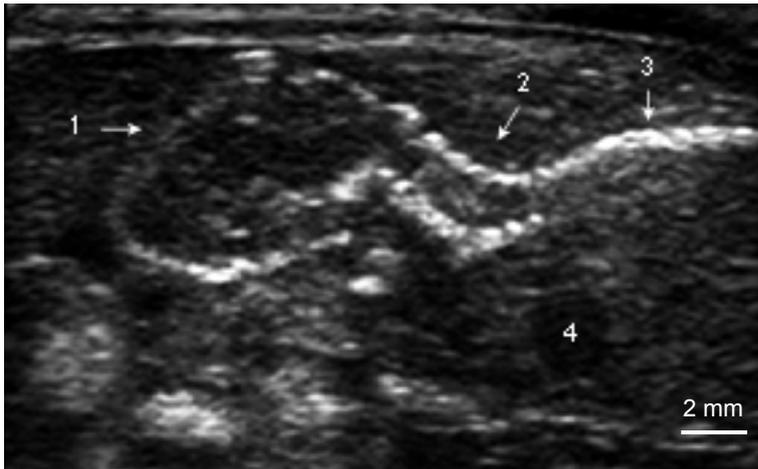


Abb. 49: Sagittalschnitt durch Fötus: um den 20. Trächtigkeitstag

- 1 Kopf
- 2 Halswirbelsäule
- 3 Brustwirbelsäule
- 4 fötales Herz

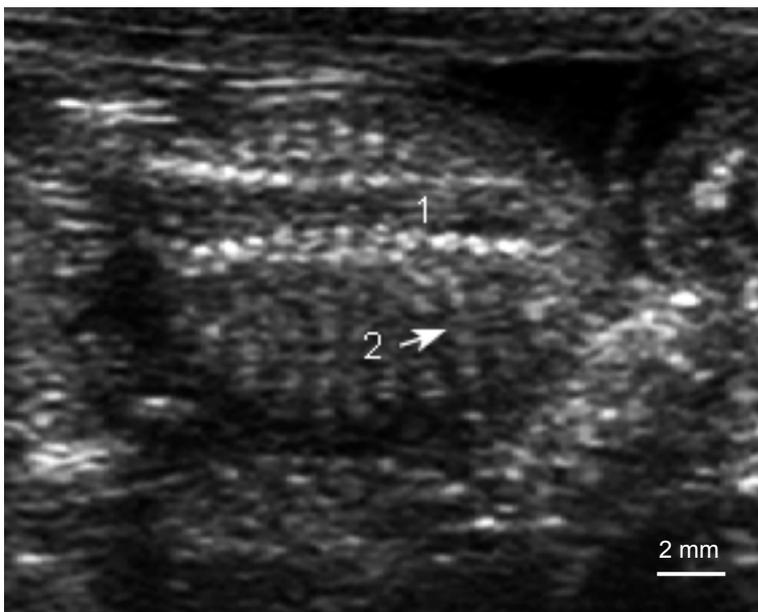


Abb. 50: Dorsalschnitt durch den fötalen Thorax: um den 21. Trächtigkeitstag

- 1 fötales Rückenmark
- 2 fötale Rippen

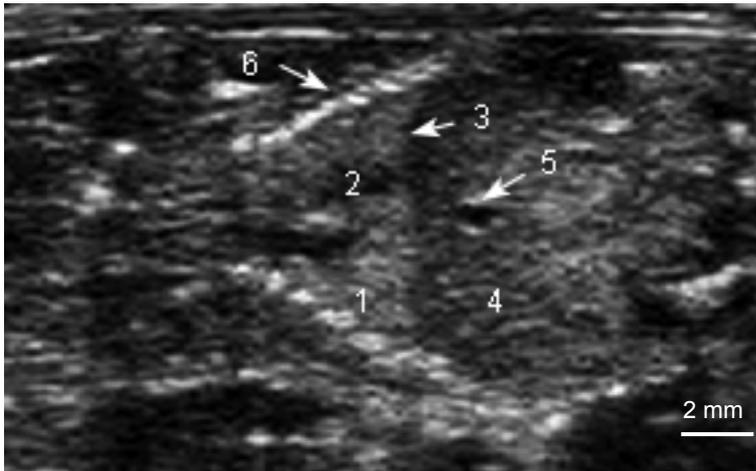


Abb. 51: Dorsalschnitt durch den fötalen Thorax: um den 22. Trächtigkeitstag

- 1 fötales Lungengewebe
- 2 fötales Herz
- 3 fötales Zwerchfell
- 4 fötale Leber
- 5 fötaler Magen
- 6 fötale Rippenanschnitte

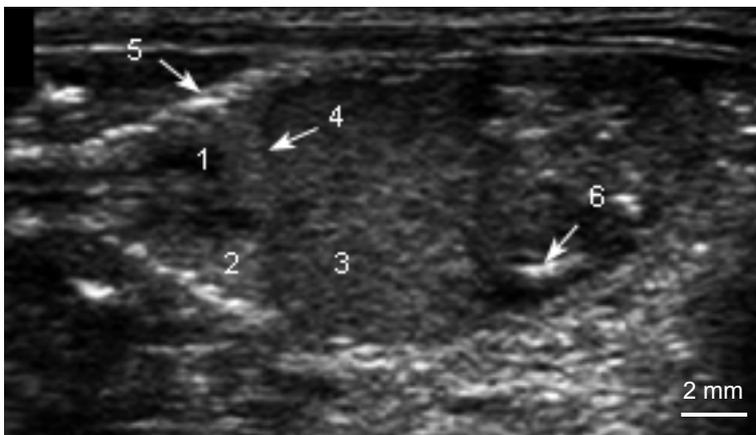


Abb. 52: Dorsalschnitt durch den fötalen Thorax: um den 22. Trächtigkeitstag

- 1 fötales Herz
- 2 fötale Lunge
- 3 fötales Lebergewebe
- 4 fötales Zwerchfell
- 5 fötale Rippenanschnitte
- 6 fötale rechte Niere

#### 4.1.7 Männliche Geschlechtsorgane

Um die männlichen Geschlechtsorgane einschließlich der akzessorischen Geschlechtsdrüsen der Mongolischen Rennmaus darzustellen, wurden zehn verschiedene Standardschnittebenen entwickelt, die in den Abbildungen neben dem jeweiligen Ultraschallbild eingezeichnet sind. Die einzelnen Ebenen zeigen die Schallkopfposition am Tier, sowohl im Transversalschnitt (Ebene 1 - 5), als auch im Sagittalschnitt (Ebene 6 - 8). Zusätzlich in zwei Ebenen mit schräger Schallkopfposition, die es zum einen ermöglichten, die Glandula vesicularis ganz aufgerollt abzubilden (Ebene 10) und zum anderen den Hoden mit Nebenhodenkopf und -schwanz im Längsschnitt darzustellen (Ebene 9). Eine Erklärung zu den Organstrukturen dieser Abbildungen findet sich in Abb. 53.

Die zehn Standardschnittebenen orientierten sich an folgenden Strukturen:

Transversalschnitt:

- Ebene 1: rechter und linker Nebenhodenschwanz; Rektum
- Ebene 2: rechter und linker Hoden; Penis; Rektum
- Ebene 3: rechter und linker Nebenhodenkopf; Penis
- Ebene 4: rechter und linker Fettkörper; Harnblase; Prostata, Gld. vesicularis
- Ebene 5: rechter und linker Fettkörper; rechte und linke Gld. vesicularis

Sagittalschnitt:

- Ebene 6: rechte oder linke Gld. vesicularis; rechter oder linker Fettkörper
- Ebene 7: Harnblase; Prostata
- Ebene 8: rechter oder linker Hoden und Nebenhodenkopf mit Fettkörper

Schrägschnitte:

- Ebene 9: rechter oder linker Hoden und Nebenhodenkopf mit Fettkörper
- Ebene 10: rechte oder linke Gld. vesicularis

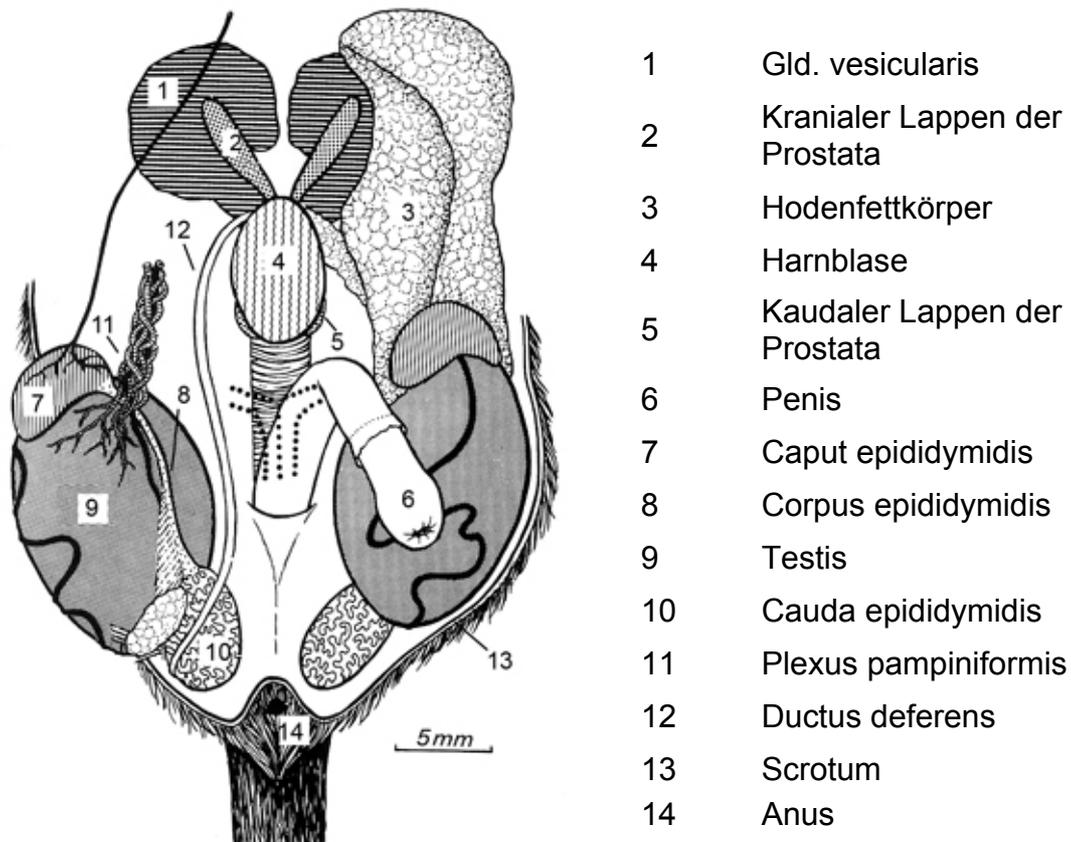


Abb. 53: Ventralansicht der Beckenorgane einer geschlechtsreifen, männlichen Mongolischen Rennmaus, nach Eröffnung des Processus vaginalis (Abb. aus Ruedlinger, 1974)

#### 4.1.7.1 Hoden, Nebenhoden, Fettkörper und Penis

##### Untersuchungstechnik

Um Hoden, Nebenhoden und Fettkörper gut darstellen zu können, war es notwendig, diese und den Bereich um den Penis bis zur Bauchdrüse vor der Untersuchung gründlich zu rasieren (siehe hierzu auch: 3.2.2 Vorbereitung, Fixation und Lagerung der Tiere).

Der Hoden bzw. Nebenhoden wurde im Sagittalschnitt (Standardschnittebene 8), im Transversalschnitt (Standardschnittebene 1, 2 und 3) und in einem Schrägschnitt (Standardschnittebene 9) dargestellt und durchgemustert. Hierfür wurde der

Schallkopf für die Transversalschnitte längs auf beiden Hoden bzw. Nebenhoden angekoppelt. Für die Sagittalschnitte konnte dieses jeweils nur auf einer Körperseite durchgeführt werden. Die Fettkörper wurden ebenfalls in allen drei Schnittebenen abgebildet (Standardschnittebene 4, 5, 6 und 8).

In manchen Fällen war es notwendig die nach intraabdominal verrutschten Hoden mit dem Finger zurück in den Hodensack zurück zu schieben, denn andernfalls waren in den einzelnen Standardschnittebenen zusätzlich die Hoden abgebildet.

### **Echographischer Normalbefund**

Im Transversalschnitt (Standardschnittebene 2) war die Form des Hodens rund und im Sagittalschnitt und Schrägschnitt (Standardschnittebene 8 und 9) längsoval abzubilden (Abb. 3, Abb. 13 und Abb. 16). Er wies eine mittlere Echogenität mit einer inhomogenen feinkörnigen, streifigen Struktur auf. Das echoärmere Nebenhodenparenchym (Standardschnittebene 1, 3, 8 und 9) konnte gut vom Hodenparenchym differenziert werden (Abb. 54, Abb. 56, Abb. 61 und Abb. 62). Da der Mongolischen Rennmaus ein Mediastinum testis fehlt (vergleiche 2.5.6.2), konnte es auch nicht sonographisch dargestellt werden. Die Tunica albuginea und die Lamina visceralis der Tunica albuginea stellte sich, bei senkrechtem Auftreffen der Schallwellen, als eine hyperechogene Grenzlinie um den Hoden herum dar.

Der Fettkörper (Standardschnittebene 4, 5, 6 und 8) zeigte einen echogeneren, reflexreicheren und unregelmäßigen Echobesatz als Hoden und Nebenhoden (Abb. 57, Abb. 58, Abb. 59 und Abb. 61). Je nach Anschnitt waren Teile der Geschlechtsdrüsen gleichzeitig sichtbar (Abb. 57, Abb. 58 und Abb. 59). In Standardschnittebene 4 rahmt der linke und rechte Fettkörper die transversal geschnittene Blase ein und überragt diese kuppelförmig (Abb. 57).

Der Penis konnte in Standardschnittebene 2 abgebildet werden, er war im Ultraschallbild als runde Struktur oberhalb der Mitte beider Hoden zu erkennen (Abb. 55).

#### **4.1.7.2 Akzessorische Geschlechtsdrüsen**

##### **Untersuchungstechnik**

Von den Geschlechtsdrüsen der Mongolischen Rennmaus, konnte nur die Glandula vesicularis sonographisch differenziert werden. Sie wurde im Transversalschnitt (Standardschnittebene 5), im Sagittalschnitt (Standardschnittebene 6) und mit einer schrägen Schallkopfposition (Standardschnittebene 10), durch welche man das linke oder rechte Drüsenhorn aufgerollt und längs geschnitten erhielt, dargestellt.

##### **Echographischer Normalbefund**

Das Parenchym der paarigen Samenblasendrüse zeigte sich im Gegensatz zum Hodenparenchym und zum abdominalen Fett echoärmer, mit einer größeren Echotextur. In der transversal geschnittenen Standardschnittebene 4 konnten im sonographischen Bild schon ventrale Anteile der Glandula vesicularis oval bis rund vom Fettkörper abgegrenzt werden (Abb. 57). Deutlicher zu sehen war die paarige Samenblasendrüse aber erst in Standardschnittebene 5, in welcher sich aufgrund ihrer Krümmung einzelne runde bis ovale Anschnitte darstellen ließen (Abb. 58). In der sagittalen Standardschnittebenen 6 war die linke bzw. rechte Glandula vesicularis als längliche, sehr echoarme Struktur zwischen dem abdominalen Fett zu erkennen (Abb. 59). Durch Standardschnittebene 10 gelang es, die eingerollte Spitze der Samenblasendrüse auf der jeweiligen Seite darzustellen (Abb. 63). Der am Harnblasenhals befindliche kaudale Prostatalappen konnte nicht wie bei anderen Tieren im Sagittalschnitt dorsal und ventral des Harnblasenhalses vom umgebenen Fettgewebe abgegrenzt werden.

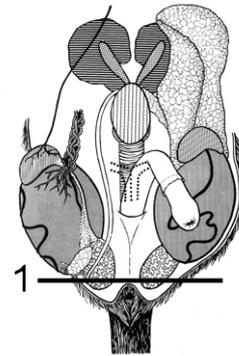
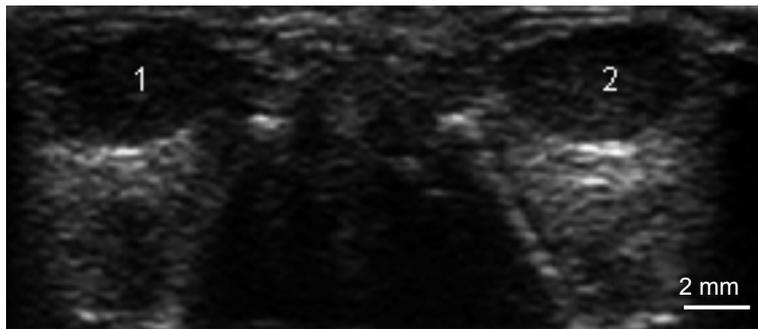


Abb. 54: Ebene 1

- 1 rechter Nebenhodenschwanz
- 2 linker Nebenhodenschwanz

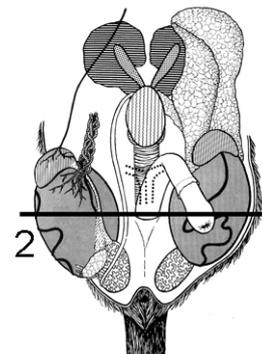
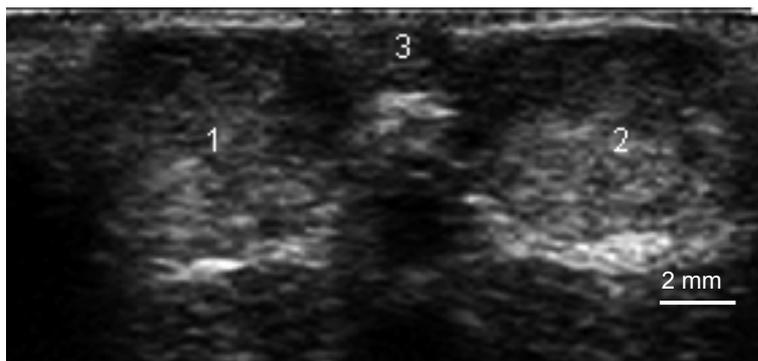


Abb. 55: Ebene 2

- 1 rechter Hoden
- 2 linker Hoden
- 3 Penis

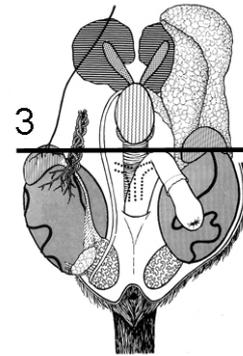
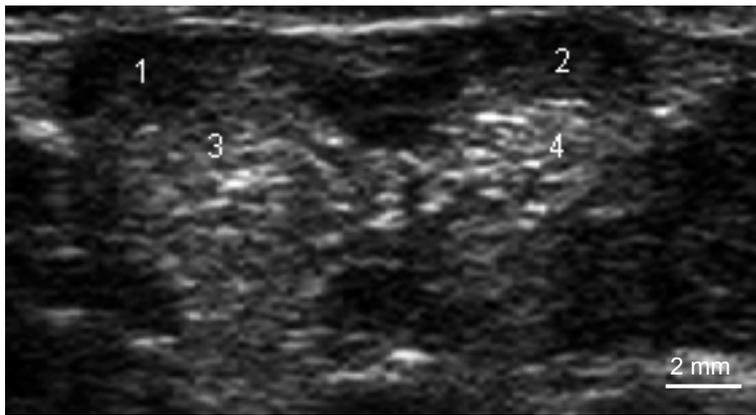


Abb. 56: Ebene 3

- 1 rechter Nebenhodenkopf
- 2 linker Nebenhodenkopf
- 3 rechter Hodenfettkörper
- 4 linker Hodenfettkörper

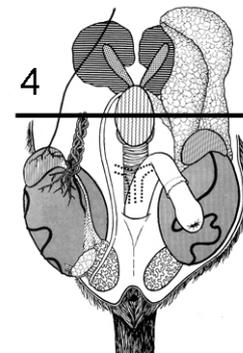
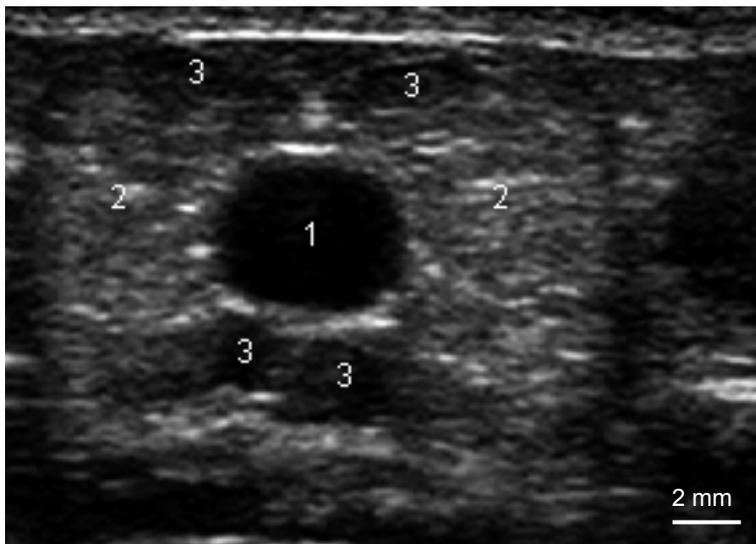


Abb. 57: Ebene 4

- 1 Harnblase im Transversalschnitt
- 2 Hodenfettkörper
- 3 Anteile der Gld. vesicularis

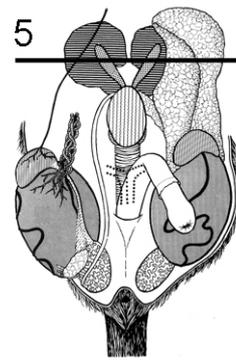
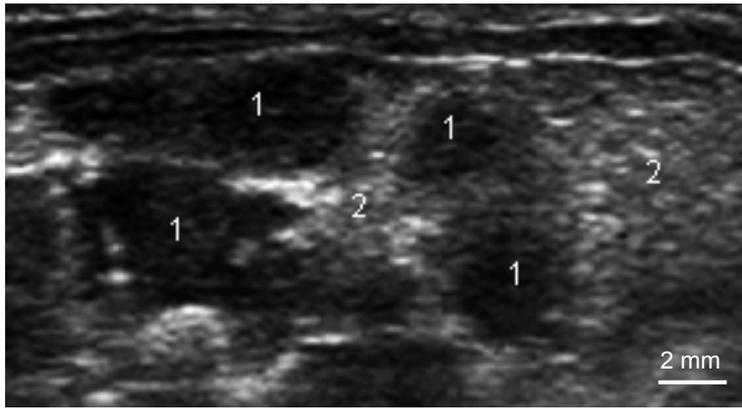


Abb. 58: Ebene 5

- 1 Anschnitte der Gld. vesicularis
- 2 Hodenfettkörper

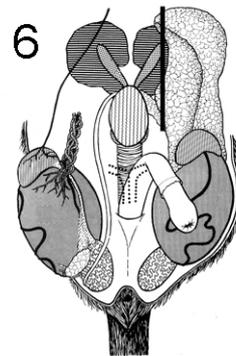
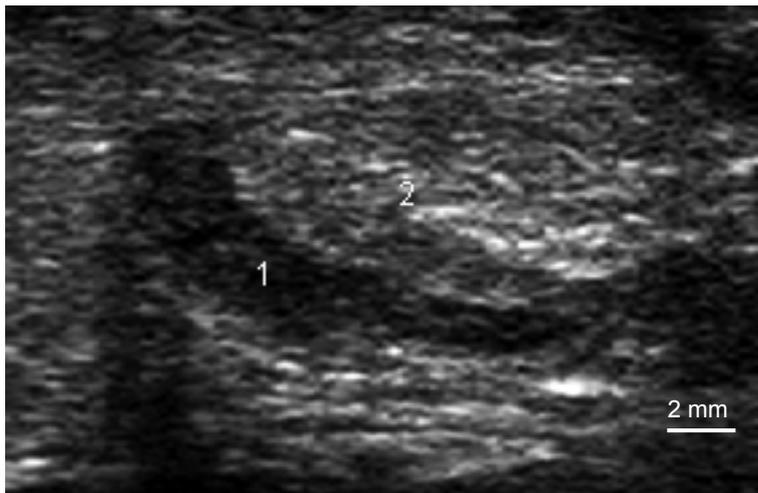


Abb. 59: Ebene 6

- 1 Gld. vesicularis
- 2 Hodenfettkörper

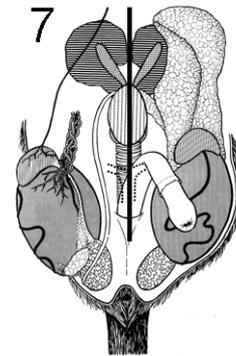
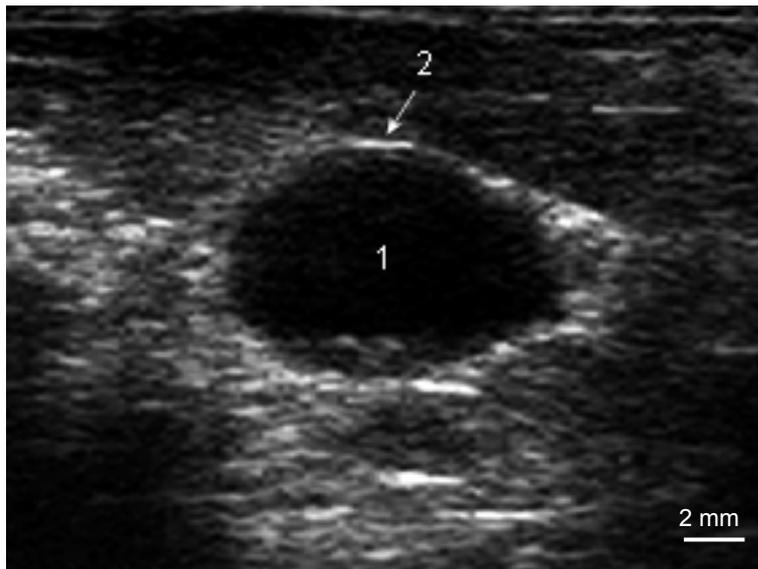


Abb. 60: Ebene 7

- 1 Harnblase im Sagittalschnitt
- 2 Echogene Harnblasenwand

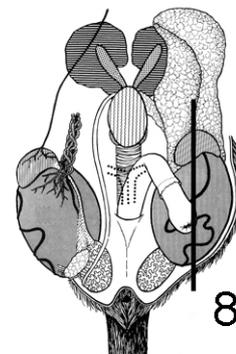
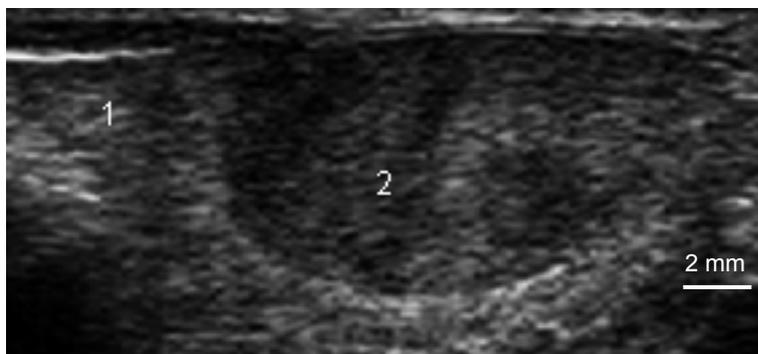


Abb. 61: Ebene 8

- 1 Nebenhodenkopf mit Fettkörper
- 2 Hoden

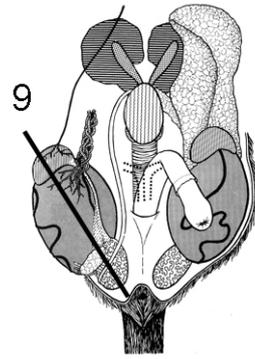
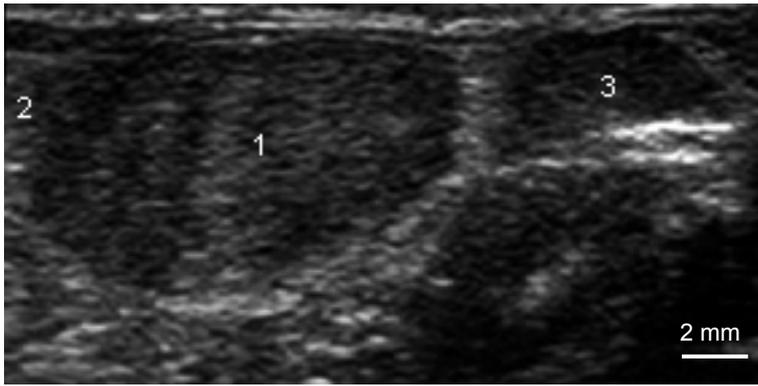


Abb. 62: Ebene 9

- 1 Hoden
- 2 Nebenhodenkopf
- 3 Nebenhodenschwanz

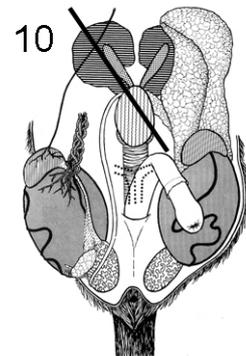
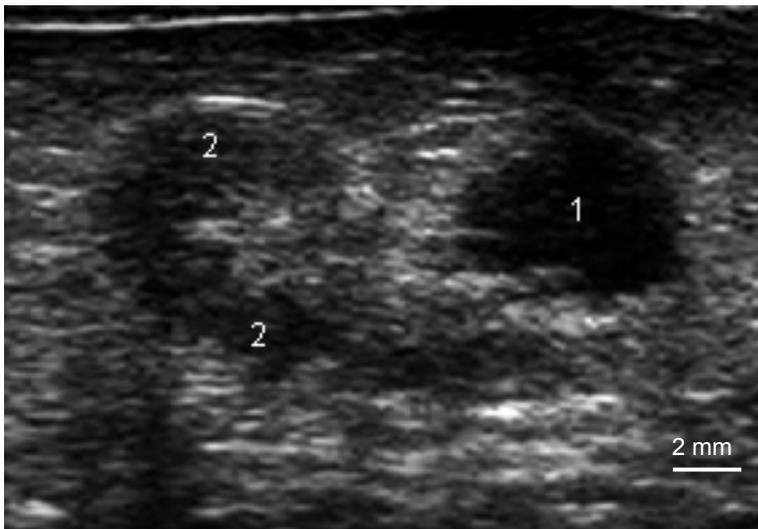


Abb. 63: Ebene 10

- 1 Harnblase
- 2 Gld. vesicularis

## **5 Diskussion**

Da die Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus bisher noch nie beschrieben wurde und lediglich ein Hinweis auf ihre Einsatzmöglichkeit in der Diagnostik von Organveränderungen von Keeble (2001) in der Literatur zu finden ist, war es Ziel der vorliegenden Arbeit, Möglichkeiten und Grenzen der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus aufzuzeigen. In ihrem Verlauf sollten sonographische Reverenzdaten und Bilder erstellt werden, um eine Grundlage für die sonographische Diagnostik für die Praxis und Forschung zu etablieren.

Im Folgenden werden Methode, Ergebnisse, Einsatzmöglichkeiten und die klinische Relevanz dieser Arbeit diskutiert.

### **5.1 Methode**

#### **5.1.1 Technische Ausrüstung**

Die abdominale Sonographie der Mongolischen Rennmaus stellte einige Anforderungen an das zu verwendende Ultraschallsystem. Zum einen durfte, bedingt durch die kleine Größe dieser Nager, der Schallkopf eine gewisse Länge nicht überschreiten, da sonst das Ankoppeln im Transversalschnitt, vor allem auf dem kaudalen Abdomen, Schwierigkeiten bereiten konnte und zum anderen war eine Eindringtiefe von maximal 2 – 3 cm für die Organdarstellung erforderlich. Daher musste ein Schallkopf mit hoher Frequenz benutzt werden. Das hochauflösende Ultraschallsystem Phillips Sonos 7500 mit einer 15-MHz-Linearsonde des Typs 15 - 6 L wurde diesen Anforderungen sehr gut gerecht. Mit diesem Gerät und dem gleichen Schallkopf wurden bereits aussagekräftige Bilder beim Degu (Gneiser, 2006) und Tenrek (Berken, 2006) erstellt. Nach Erprobung der abdominalen sonographischen Untersuchung bei der Mongolischen Rennmaus wurden die entstandenen Organbilder als so Aussagekräftig empfunden, um mit diesem Gerät die vorliegende Arbeit durchzuführen.

In der Literaturübersicht (siehe Kapitel 2.7) ist die Verwendung von 7,5- bis 15-MHz-Sonden bei verschiedenen Heimtieren zur abdominalen Sonographie und sogar 40- bis 50-MHz- Schallköpfe bei embryonalen Untersuchungen an der Maus beschrieben worden, daher stellt sich natürlich die Frage ob nicht auch niedrigere bzw. höhere Sondenfrequenzen ebenfalls für eine abdominale Untersuchung der Mongolischen

Rennmaus geeignet wären. Dazu ist zu sagen, dass niedrigere Frequenzen sicher in Bezug auf ihre Auflösungsfähigkeit an ihre Grenzen stoßen. Bei höher frequenten Sonden ist besonders auf die zur Verfügung stehende Eindringtiefe zu achten, denn diese sinkt mit Zunahme der Frequenz. Bei zu niedriger Eindringtiefe kann nicht das gesamte Abdomen dargestellt werden, das heißt dass Sondenfrequenzen bis zu 20 MHz je nach Größe des untersuchten Tieres für die abdominale Untersuchung Verwendung finden können, bei darüber liegende Frequenzen aber die Eindringtiefe nicht ausreicht.

### **5.1.2 Vorbereitung, Fixation und Lagerung der Tiere**

Die zu untersuchenden Mongolischen Rennmäuse wurden vor der sonographischen Untersuchung, mit einem kleinen Akkurasierer der Marke Contura von Wella, im Bereich zwischen Rippenbogen und Becken, sowie seitlich 1,5 cm nach dorsal ausgeweitet und an Hoden- und Geschlechtsorganen gründlich rasiert. Dieser kleine Rasierer eignete sich besonders gut bei diesen Nagern, nicht nur durch sein leises Auftreten, durch welches unnötiger Stress vom Tier ferngehalten wurde, sondern auch durch seinen relativ kleinen Scherkopf, der es ermöglichte, ohne Gefahr von Hautverletzungen, das kleine Abdomen dieser Tiere gründlich zu rasieren und auch auf die weiblichen Zitzen acht zu geben. Eine Schermaschine, wie sie bei Hund und Katze in der Kleintierpraxis üblich verwendet wird, ist dagegen nicht zu empfehlen. Es zeigte sich auch, dass eine besonders gründliche Rasur für aussagekräftige Bilder wichtig war, da schon kleinste Haarreste zu Ankopplungsartefakten führten. Die oben benannten Hautareale wurden meistens alle gleichzeitig geschoren, da die Haare bei der Mongolischen Rennmaus nur sehr langsam nachwachsen, reichte eine Rasur für mehrere Untersuchungen an mehreren Tagen. Durch dieses Vorgehen wurden die Tiere vor erneutem und unnötigem Stress vor den Nachfolgeuntersuchungen bewahrt. Es ist aber auch in der Praxis gleich eine ausreichende Rasur zu überlegen, denn nicht selten wird erst während der Untersuchung bemerkt, dass für die Diagnostik wichtige Bereiche noch unrasiert sind. Ein nachrasieren gestaltet sich dann nicht ganz einfach, da die Haare durch das Ultraschallkontaktgel feucht und verklebt sind und sich so schlecht entfernen lassen. Es ist auch noch anzumerken, dass sich männliche Tiere schneller und einfacher rasieren lassen, da bei ihnen nicht auf die Zitzen geachtet werden muss

(siehe 2.3 Geschlechtsdifferenzierung), was bei der Rasur der weiblichen Tiere einige Zeit beansprucht und etwas Übung bedarf. Vor der Rasur ist es wichtig den Besitzer des Tieres auf das langsame Nachwachsen der Haare aufmerksam zu machen, welches bis zu 3 Monaten dauern kann.

Nach der Rasur wurde ein Ultraschallkontaktgel auf das Abdomen der Tiere aufgetragen, welches vor jeder Untersuchung in einem warmen Wasserbad erwärmt wurde, da besonders kleine Nager zur schnellen Auskühlung neigen. Aus diesem Grunde wurde auch auf das zusätzliche Verwenden von Alkohol verzichtet, da die Verdunstung des Alkohols diese Auskühlung noch verstärkt hätte.

Im Gegensatz zum Degu (Gneiser, 2006) zeigte sich die Mongolische Rennmaus als äußerst kooperativ bei der sonographischen Untersuchung. So war es möglich, in aller Ruhe die verschiedenen Organe darzustellen und zu beurteilen. Die Fixations- und Lagerungsmaßnahmen, welche in Kapitel 3.2.2 beschrieben wurden, haben sich hierfür als besonders gut geeignet erwiesen. Sehr auffällig war, dass die Mongolische Rennmaus sehr ruhig und sicher in der hohlen Hand lag und wie in eine Art Starre fiel, die die Sonographie extrem erleichterte. Diese Fixierungstechnik lehnte sich an die in Kapitel 2.4 von verschiedenen Autoren (Isenbügel, 1985; West, 1997; Brain, 1999; Donnelly, 2004; Zwart und Treiber, 2005) beschriebene Handhabung der Mongolischen Rennmaus an, allerdings wurde auf ein zusätzliches Fixieren der Schwanzwurzel verzichtet, da die zweite Hand frei für den Ultraschallkopf sein musste. Es muss aber gesagt werden, dass einzelne Tiere sich äußerst bissig zeigten und damit die Untersuchung wesentlich erschwerten, aber nicht unmöglich machten. Diese Tiere wurden mit einer abgewandelten Fixierungstechnik mit einem Nackengriff gelagert und konnten mit etwas Übung ebenfalls sicher für die Untersuchung fixiert werden. Daher war ein Verwenden von Handschuhen wie beim Degu (Gneiser, 2006) und eine Sedation nicht notwendig.

### **5.1.3 Untersuchungsgang**

Der sonographische Untersuchungsgang wurde nach dem in der Veterinärmedizin etablierten Untersuchungsverfahren bei Hund und Katze (Poulsen Nautrup, 2001; Mattoon et al., 2002) durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Untersuchung entgegen des Uhrzeigersinns, begonnen an der Harnblase, bei der Mongolischen Rennmaus gut durchführbar war. Allerdings wurde das komplette Abdomen eines Tieres in

mehreren Sitzungen untersucht, um die Tiere nicht unnötig zu belasten. Eine Untersuchungssitzung wurde auf maximal 20 Minuten begrenzt, diese Zeitspanne wurde sehr gut von den Tieren toleriert und es konnten keine Verhaltensänderungen und Stresssymptome an den Tieren nach der Untersuchung festgestellt werden. Nahm die Atemfrequenz während der Untersuchung aber in einzelnen Fällen deutlich zu, wurde die Untersuchung frühzeitig beendet, um das Risiko von einem durch Stress ausgelösten epileptischen Anfall zu senken. Dieser wird häufig bei der Mongolischen Rennmaus in der Literatur (siehe Kapitel 2.4) beschrieben, konnte aber in der gesamten Untersuchungszeit nicht einmal gesehen werden. Das spricht dafür, dass die Sonographie bei diesen kleinen Nagern eine schonende Diagnostikmethode darstellt.

## **5.2 Sonographische Darstellung der Bauch- und Beckenorgane**

Die sonographischen Befunde werden nachfolgend wieder nach Organsystemen besprochen. Einsatzmöglichkeiten und klinische Relevanz der Sonographie in der Diagnostik von pathologisch veränderten Organen werden zusätzlich noch in Kapitel 5.3 erläutert.

Wichtig für eine gute sonographische Darstellung und Beurteilung der abdominalen Organe war, wie schon in Kapitel 5.1.1 beschrieben, das Ultraschallsystem und vor allem die Größe und Frequenz der benutzten Ultraschallsonde. Vor jeder Organdarstellung und -beurteilung wurde zusätzlich immer auf die Tiefenverstärkung und die richtige Fokusplatzierung geachtet, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

### **5.2.1 Magendarmtrakt**

Wie schon in Kapitel 3.2.2 beschrieben, wurde vor der sonographischen Untersuchung der Mongolischen Rennmaus nicht wie bei Hund und Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) eine zwölf- bis vierundzwanzigstündige Nahrungskarenz durchgeführt. Auf diese Maßnahme wurde verzichtet, da es bei diesen kleinen Nagern schnell zu Hypoglykämien kommen kann und ein unnötiger Schaden der Tiere vermieden werden sollte. Außerdem neigt die Mongolische Rennmaus ebenso wie der Degu (Gneiser, 2006) zu vermehrten Tympanien, die eine sonographische

Untersuchung der Organe eher erschwert als verbessert hätten. Allerdings kam es doch immer wieder an manchen Stellen des Magendarmtrakts zu Ingesta- und Gasansammlungen, welche häufig die Darstellung der Bauchorgane behinderten. Die Untersuchung dieser Organe, wurde dann meist mit Erfolg an einem späterem Zeitpunkt nachgeholt.

### **5.2.1.1 Magen**

Der Magen der Mongolischen Rennmaus zeigte sich sonographisch als eine gutauffindbare Struktur, die immer eindeutig zugeordnet werden konnte, auch die in Kapitel 4.1.1.1 beschriebenen anatomischen Eigenschaften, konnten weitgehend mit dem sonographischen Bild in Einklang gebracht werden. Das sonographische Bild des Magens ähnelte sehr dem von Hund, Katze (Lüerssen und Janthur, 2001), Frettchen (Frings, 2004) und Degu (Gneiser, 2006). So war auch hier die Fünfschichtung der Magenwand nur dann zu sehen, wenn die Schallwellen genau senkrecht auf die Magenwand auftrafen, sonst zeigte sich die Magenwand in drei Schichten. Das bei der Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) häufig beschriebene Bild der Magenrosette, welches durch eine ausgeprägte Schleimhautfältelung zustande kommt, konnte bei der Mongolischen Rennmaus genauso wenig gesehen werden wie beim Degu (Gneiser, 2006). Die Schleimhautfalten des Magens zeigten sich sonographisch, durch die fehlende nüchterne Vorstellung und somit durch eine stetige Ingestafüllung des Magens, immer verstrichen. Allerdings wäre wohl auch hier wie beim Degu (Gneiser, 2006) und Frettchen (Frings, 2004) eine Schleimhautfältelung als ein Zeichen von Inappetenz zu werten, dem dann ein krankhafter Prozess zugrunde liegen dürfte.

Der Pylorus ließ sich im Gegensatz zum Degu (Gneiser, 2006) in manchen Fällen als eine darmähnliche Struktur im Transversalschnitt des Magens als Übergang in das Pars craniale duodeni darstellen und ähnelte sehr dem des Frettchens (Frings, 2004).

Die Darstellung der kompletten linken Niere und Nebenniere wurde häufig durch die Ausdehnung eines stark gefüllten Magens erschwert, dieses Problem wurde durch eine Wiederholung der Ultraschalluntersuchung dieser beider Organe an einem anderem Termin gelöst.

### **5.2.1.2 Darm**

Auch beim Dünndarm war eine entsprechende Schichtung wie beim Magen zu sehen, es fiel aber die im Verhältnis dicker in Erscheinung tretende Tunica mucosa auf. Die Ursache hierfür ist in den langen Zotten der Dünndarmschleimhaut zu finden. Die fehlende Darstellung der Wandschichtung am Dickdarm entspricht den Erfahrungen, die auch schon bei anderen Tierarten gemacht wurden (Frings, 2004; Gneiser, 2006).

Eine eindeutige sonographische Zuordnung einzelner Darmabschnitte der Mongolischen Rennmaus gelang auf Grund ihrer konstanten Lage. Es handelte sich um das Pars craniale duodeni, das Duodenum descendens, das Caecum und das Rektum. Ließ sich das Caecum beim Degu an Hand seiner deutlichen Poschenreihe erkennen, konnte das Caecum der Mongolischen Rennmaus lediglich an Lage und Umfang erkannt werden. Auch eine genaue Zuordnung der drei Colonabschnitte wie beim Degu (Gneiser, 2006) gelang sonographisch nicht. Insgesamt ist zu sagen, dass im Vergleich zu den Fleischfressern der längere Dickdarm der Mongolischen Rennmaus die Sonographie aller abdominalen Organe durch seine Gasansammlungen mehr behinderte.

### **5.2.2 Darmanhangsdrüsen**

Da die bekannten Standardschnittebenen der Leber von Hund und Katze (Nyland et al., 2002) bei der Mongolischen Rennmaus durch die Größe dieser Tiere schwer durchführbar waren, wurden eigene speziell auf die Mongolische Rennmaus zugeschnittene Standardschnittebenen entwickelt. Diese orientierten sich zum einen an dem neben der Leber im Bild erscheinenden Magen, am Leberparenchym selbst, an den in der Leber zu findenden Strukturen und an der rechten Niere. So war es möglich diese reproduzierbar darzustellen.

Die sonographische Darstellung des Leberparenchyms ähnelte in Echogenität und Echotextur sehr dem von Hund, Katze (Lüerssen und Janthur, 2001), Frettchen (Frings, 2004) und Degu (Gneiser, 2006). Allerdings stellte es sich im Vergleich zum Milzparenchym echogener und zum Nierenrindenparenchym echoärmer dar und unterschied sich so von den oben genannten Tierarten. Auch eine Septierung der Gallenblase, wie es bei der Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) vorkommt und beim

Frettchen (Frings, 2004) vorkommen kann, wurde bei keinem der untersuchten Tiere im Ultraschallbild gesehen.

Die Bauchspeicheldrüse der Mongolischen Rennmaus ließ sich genauso wenig wie beim Frettchen (Frings, 2004) und Degu (Gneiser, 2006) sonographisch darstellen.

### **5.2.3 Milz**

Die sonographische Darstellung der Mongolischen Rennmausmilz konnte weitgehend mit ihren in Kapitel 2.5.3 anatomischen Eigenschaften in Einklang gebracht werden. Da sie sich allerdings nicht wie dort beschrieben in einer geraden, sondern in einer schrägen dorsoventralen Position zum Tier befand, stellte sie sich sowohl im Transversal- als auch im Dorsalschnitt dreieckig mit spitz auslaufenden Rändern dar. Das in seiner Längsachse zungenförmige Organ konnte nur in einem schrägen Transversalschnitt dargestellt werden.

Zeigt sich das Milzparenchym bei Hund, Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) und Frettchen (Frings, 2004) im sonographischen Bild im Vergleich zur Nierenrinde und zum Leberparenchym echoreicher, so stellte es sich bei der Mongolischen Rennmaus, ähnlich wie beim Degu (Gneiser, 2006), eher echoärmer als Nierenrinde und Leberparenchym dar.

### **5.2.4 Nebennieren**

Da die Mongolische Rennmaus eines der größten relativen Nebennierengewichte unter allen bekannten Tierarten besitzt (Cullen et al., 1971; Nickerson, 1971), war es auch nicht verwunderlich, dass die Nebenniere bei dieser Tierart relativ leicht aufzufinden war. Wie beim Degu (Gneiser, 2006) wurde sich zuerst an der jeweiligen Niere orientiert, um dann durch Schwenken des Schallkopfes die am kranio-medialen Rand der Niere gelegene Nebenniere sonographisch darzustellen. Die bei Hund und Katze (Barr, 1992; Lüerssen und Janthur, 2001) übliche, aber etwas kompliziertere Methode sich rechts zunächst an der Vena cava caudalis und links an der Aorta zu orientieren um die Nebenniere darzustellen, bedurfte es also nicht. Es ist aber zu sagen, dass auch mit dieser Methode die Nebenniere bei der Mongolischen Rennmaus zu finden ist, vor allem die rechte da es nicht selten vorkam, dass die Vena cava caudalis gleichzeitig mit der Nebenniere im sonographischen Bild darzustellen war.

Die in der Literatur (siehe Kapitel 2.5) von Bachmann (1996) angegebenen Maße der Mongolischen Rennmausnebenieren konnten sonographisch weitgehend bestätigt werden. Allerdings waren die unterschiedlichen Größenangaben von weiblichen zu männlichen Tieren nicht nachvollziehbar, es wurde daher auf eine geschlechtsspezifische Unterscheidung in der sonographisch gemessenen Größenangabe der Nebenniere (Tabelle 11) verzichtet. Auch die anatomische angegebene Form der Nebenniere dieser kleinen Nagetiere (siehe Kapitel 2.5.4, insbesondere Abb. 8) konnte im Ultraschallbild gut nachvollzogen werden. So zeigte sie sich im Transversalschnitt bohnen- bis kugelförmig und im Dorsalschnitt eher länglich wurst- bis hantelförmig. Diese Form der Nebenniere ist charakteristisch für die Mongolische Rennmaus und unterscheidet sich deutlich von den Verhältnissen bei anderen Nagetieren (Gaschen et al., 1998; Gneiser, 2006). Dies muss bei der Bewertung der sonographischen Befunde beachtet werden und darf nicht zu einer Verwechslung mit pathologischen Veränderungen verleiten.

Eine Unterscheidung von Nebennierenmark und Rinde, wie es ansatzweise bei Hund und Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) sonographisch möglich ist, konnte bei der Mongolischen Rennmaus genauso wenig dargestellt werden wie beim Degu (Gneiser, 2006) und Frettchen (Frings, 2004).

## **5.2.5 Harnorgane**

### **5.2.5.1 Harnblase und Harnröhre**

Die sonographische Darstellung der Harnblase entsprach weitgehend der von Hund und Katze (Lüerssen und Janthur, 2001), Frettchen (Frings, 2004), Degu (Gneiser, 2006), Kaninchen, Meerschweinchen (Rappold, 2001) und Ratte (Suzuki et al., 1991; Keirstead et al., 2005). Urolithen bzw. hypoechogene Reflexe im Harnblaseninhalte wie sie bei diesen Tierarten in Kapitel 2.7.4 beschrieben wurden, konnten im Rahmen dieser Untersuchung bei keiner der Mongolischen Rennmäuse gesehen werden. Es ist aber davon auszugehen, dass die Sonographie auch bei der Mongolischen Rennmaus zum Nachweis einer Urolithiasis geeignet ist, die auch bei dieser Tierart vorkommt (Gilmore, 1978).

Eine Besonderheit bei der männlichen Mongolischen Rennmaus war, dass im Transversalschnitt die Harnblase (siehe Abb. 57) immer von dem rechten und linken Hodenfettkörper flankiert wurde, welcher deutlich von der Umgebung abzugrenzen

war. Auch Anteile der akzessorischen Geschlechtsdrüsen waren häufig in verschiedenen Anschnitten mit der Harnblase im Bild sichtbar. Es kam nicht selten vor, dass auch der Hoden gleichzeitig mit der Harnblase im Bild dargestellt wurde, dies lag an der Beweglichkeit der Hoden vom Skrotum in den Bauchraum.

Im Sagittalschnitt konnte in einigen Fällen der Übergang vom Harnblasenhals in die Urethra dargestellt werden, es ist anzunehmen, dass auch in diesem Bereich pathologische Veränderungen im Ultraschallbild auffällig würden. Allerdings sollte an dieser Stelle gesagt werden, dass genau wie auch die sonographische Darstellung des Penisteils der Urethra nur eine begrenzte Beurteilung zulässt.

### **5.2.5.2 Nieren und Harnleiter**

Die von Hund und Katze (Lüerssen und Janthur, 2001) bekannten Standardschnittebenen der Niere konnten wie beim Frettchen (Frings, 2004; Gorgas, 2004) in allen drei Standardschnittebenen im sonographischen Bild eingestellt und auf der Höhe des Organhilus planparallel durchgemustert werden. Der üblich durchgeführte Sagittalschnitt, paramedian von der ventralen Bauchwand aus, war häufig ähnlich wie beim Degu (Gneiser, 2006) durch Schallauslöschungen der Darmingesta nicht zu beurteilen. Daher wurde eine neue Methode von der dorsalen seitlichen Bauchwand aus entwickelt, mit der der Sagittalschnitt beider Nieren fast immer einstellbar und gut zu beurteilen war.

Im Gegensatz zum Meerschweinchen (Niebergall, 2003) und Degu (Gneiser, 2006) konnte bei der Mongolischen Rennmaus die Medulla renalis, auf Grund seines echoärmeren Parenchyms, immer deutlich von der Cortex renalis differenziert werden. Es ist also anzunehmen, dass eine fehlende Differenzierung als pathologische Veränderung einzustufen ist.

Da in der Literatur (Rüedlinger, 1974) nur Länge und Breite der Mongolischen Rennmausniere angegeben wurde, konnten auch nur diese beiden Angaben mit den sonographisch gemessenen durchschnittlichen Nierengrößen von 12 Tieren verglichen werden. Die durchschnittlich sonographisch gemessenen Nierengrößen erwiesen sich als kleiner. Eine Erklärung hierfür ist mit dem unterschiedlichen Alter der untersuchten Tiere dieser Arbeit zu erklären, welches zwischen 4 bis 18 Monaten lag. Jüngere Tiere besitzen noch kleinere Nierengrößen als Ältere und der

sonographisch gemessene Größendurchschnitt wurde dadurch durchschnittlich verkleinert.

Die physiologischen Harnleiter konnten wie auch bei anderen Tierarten nicht dargestellt werden. Denkbar ist aber, dass ein Hydroureter oder eine Hydronephrose bei der Mongolischen Rennmaus sonographisch, ähnlich wie bei Meerschweinchen und Kaninchen (Gaschen et al., 2001; Rappold, 2001; Chang et al., 2002; Niebergall, 2003; Stieger et al., 2003), diagnostiziert werden kann (siehe hierzu auch 2.7.4).

## **5.2.6 Weibliche Geschlechtsorgane**

### **5.2.6.1 Eierstöcke**

Auffällig ist, dass wie beim Degu (Gneiser, 2006) Meerschweinchen und Kaninchen (Niebergall, 2003) die Ovardarstellung auch bei der Mongolischen Rennmaus nicht immer gelang. Die Ovarien konnten hier lediglich bei 7 von 12 untersuchten weiblichen Mongolischen Rennmäusen sonographisch abgebildet werden, wobei es sich um 6 linke und nur 4 rechte Ovarien handelte. Dies erklärt sich daraus, dass sich die Echogenität der Ovarien individuell evtl. zyklusabhängig sehr verschieden war und daher teilweise nur gering oder überhaupt nicht von dem umgebenden Gewebe unterschied, so dass eine sichere Abgrenzung schwer bis unmöglich war. Aber auch Darmingesta konnte die Abbildung erheblich behindern, so wurde in manchen Fällen der linke Ovarbereich von einem gut gefüllten Zäkum fast völlig überdeckt und eine Ovardarstellung somit unmöglich gemacht. Aber auch die rechte Ovardarstellung konnte durch die Ingesta von Dünn- und Dickdarmschlingen behindert werden.

### **5.2.6.2 Gebärmutter**

Bei den untersuchten Rennmausweibchen gelang, ähnlich wie beim Degu (Gneiser, 2006), bei fast allen die Darstellung des Uterus dorsal der Harnblase. Auch hier gelang die Differenzierung vom umliegenden Fettgewebe leichter im Transversalschnitt als im Sagittalschnitt. Allerdings konnten keine östrusbedingten Größenveränderungen des Uterus an verschiedenen Untersuchungstagen wie beim Degu (Gneiser, 2006) und Frettchen (Frings, 2004) festgestellt werden.

Wie beim Meerschweinchen (Niebergall, 2003) war auch bei der Mongolischen Rennmaus meistens der Uterus nur im Korpusbereich darstellbar und zeigte sich so als ein rundes Gebilde über der transversal geschnittenen Harnblase. Die Darstellung der beiden einzelnen Hörner war schwieriger, da häufig Schallauslöschungen der Dickdarmingesta diese verhinderte.

### **5.2.6.3 Gravidität**

Zunächst soll an dieser Stelle auf einige Probleme hingewiesen werden, die vor der sonographischen Trächtigkeitsdiagnostik bei der Mongolischen Rennmaus auftraten. Wie in Kapittel 2.6.1 (Wolfensohn und Lloyd, 1998; Brain, 1999) schon beschrieben wurde, kann eine Trennung von Tieren bei erneutem Zusammensetzen zu schweren Rangordnungskämpfen führen. Daher gestaltet sich eine gezielte Anpaarung und eine genaue Deckzeitpunktbestimmung bei diesen Nagern schwierig. Der Deckzeitpunkt wurde nach der Geburt durch zurückrechnen bestimmt. Diese Methode hatte aber eine gewisse Ungenauigkeit inne, da die Trächtigkeitsdauer bei der Mongolischen Rennmaus bei 23 bis 26 Tagen (siehe Tabelle 6) liegt und daher von einer durchschnittlichen Trächtigkeit von 24 Tagen ausgegangen wurde. Daher wurden die Angaben im Ergebnissteil nicht exakt auf einen Trächtigkeitstag festgelegt, sondern die Angaben sind viel mehr mit einer Zeitspanne von 1 - 2 Tagen vor und nach der Angabe zu verstehen.

Bei 9 von 13 vorgestellten Mongolischen Rennmäusen wurde eine Gravidität sonographisch festgestellt und anschließend dokumentarisch verfolgt. Es fiel auf, dass im Gegensatz zum Degu (Gneiser, 2006), aber ähnlich wie bei Kaninchen (Inaba und Mori, 1986a; Scherer, 1993), Meerschweinchen (Inaba und Mori, 1986b; Scherer, 1993), Ratte (Inaba und Mori, 1985; Scherer, 1993) und Maus (Chang et al., 2003) sich schon frühe Stadien der Trächtigkeit sonographisch darstellen ließen.

Der Nachweis bzw. Ausschluss einer Trächtigkeit war bei jedem der untersuchten Tiere sicher möglich, wobei kein Tier vor dem 10. Tag der Trächtigkeit vorgestellt wurde. Die Implantation erfolgt bei der Mongolischen Rennmaus am 7 - 8 Tag. Ob, wie bei anderen Tierarten, auch schon ab diesem Zeitpunkt ein sonographischer Trächtigkeitssicher nachweis sicher möglich ist, müssen weitere Untersuchungen klären.

Da in der Literatur leider keine genauen Angaben über die Organentwicklung der Mongolischen Rennmaus in Bezug zum Trächtigkeitstadium zu finden waren,

konnten diese leider auch nicht mit den sonographischen Befunden verglichen werden. Das in Tabelle 7 (Yukawa et al., 1999) beschriebene zeitliche Auftreten von Ossifikationszentren der einzelnen Skelettabschnitte, war mit den sonographischen Befunden weitgehend in Einklang zu bringen.

Beeinträchtigungen des Muttertiers durch die Sonographie, wie sie beim Degu (Gneiser, 2006) in Form von Abort auftraten, konnten während der gesamten Untersuchungsperiode nicht festgestellt werden.

Die Trächtigkeitsdiagnostik mittels Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus erwies sich insgesamt als einfach und sehr gut durchführbar. Es konnte mit ihr nicht nur eine positive Aussage über eine Trächtigkeit gemacht werden, sondern es ließen sich sogar je nach Trächtigkeitsstadium einzelne fötale Organe darstellen. Daher ist der sonographische Trächtigkeitsnachweis bei dieser Tierart durchaus für die tierärztliche Praxis zu empfehlen und er könnte der Forschung als nicht invasive Untersuchungsmethode über die Fötalentwicklung der Mongolischen Rennmaus dienen und würde so auch den Aspekt des Tierschutzes beachten.

### **5.2.7 Männliche Geschlechtsorgane**

Ähnlich wie bei der Ratte (Suzuki et al., 1991) wurden 10 sonographische Standardschnittebenen für die Darstellung der männlichen Geschlechtsorgane der Mongolischen Rennmaus entwickelt. Es handelt sich hierbei um 5 Transversalschnitte, 3 Sagittalschnitte und 2 Schrägschnitte, die sich anhand der verschiedenen einzelnen Geschlechtsorgane orientieren und jederzeit reproduzierbar sind. Diese Standardschnittebenen sollen zukünftig helfen, die einzelnen Geschlechtsorgane leichter sonographisch aufzufinden und diese auch zu differenzieren. Außerdem sollten sie vor pathologischen Fehleinschätzungen, die sehr leicht bei Unkenntnis über die sonoanatomischen Struktur der prominenten Geschlechtsdrüsen dieser Tierart auftreten können, bewahren.

Zu Beginn einer sonographischen Geschlechtstraktsuntersuchung sollte auf die Lage der Hoden geachtet werden, da ein intraabdominal verschobener Hoden zwar sonographisch noch genauso zu beurteilen war, er dann aber in den einzelnen festgelegten Standardschnittebenen neben den anderen Strukturen abgebildet wurde und so manche Struktur verdecken konnte. Im Gegensatz zum homogen feinkörnig strukturierten Hunde-, Katzen- (Lüerssen und Janthur, 2001) und Deguhoden

(Gneiser, 2006), zeigte sich das Hodenparenchym der Mongolischen Rennmaus zwar ebenfalls von mittlerer Echogenität, aber es besaß eine inhomogene feinkörnige und streifige Struktur. Zu beachten ist zudem, dass bei der Mongolischen Rennmaus kein Mediastinum testis ausgebildet ist (Rüedlinger, 1974), welches sich bei den meisten anderen Säugetierarten sehr prominent bei der sonographischen Untersuchung darstellt.

Da die Mongolische Rennmaus einen außergewöhnlich ausgeprägten Nebenhodenfettkörper besitzt, ist es wichtig auch diesen in den verschiedenen Standardschnittebenen mit einzubeziehen, da er regelmäßig neben den anderen Geschlechtsorganen im Ultraschallbild auftaucht und dort ebenfalls mit einer pathologischen Struktur verwechselt werden kann.

Von den sehr prominent ausgebildeten Geschlechtsdrüsen ließ sich nur die Glandula vesicularis sonographisch darstellen. Sie zeigte sich wesentlich größer und mit einem anechogeneren Parenchym als bei Degu (Gneiser, 2006) und Ratte (Suzuki et al., 1991). Der bei Degu (Gneiser, 2006) und Ratte (Suzuki et al., 1991) darstellbare kaudale Prostatalappen ließ sich aufgrund der ähnlichen Parenchymechogenität mit der Umgebung von dieser nicht differenzieren, diese Tatsache sollte ebenfalls bei einer sonographischen Geschlechtstraktsuntersuchung bekannt sein, um eventuelle Fehlinterpretationen zu vermeiden.

### **5.3 Einsatzmöglichkeiten und klinische Relevanz der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus**

Einsatzmöglichkeiten der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus sind nicht nur in der Klinik, sondern sicher auch in der Forschung zukünftig zu sehen. Da die Sonographie bei kleinen Heimtieren, bei entsprechender Geräteausstattung, eine sehr nützliche und einfach durchführbare Diagnostik bieten kann, zeigte schon eine Untersuchung der Klinik für Kleintiere der Universität Leipzig (Kiefer et al., 2004), die sich mit der Wertigkeit der Sonographie bei verschiedenen Heimtieren befasste. Da bei der Mongolischen Rennmaus eine Reihe von verschiedenen Organveränderungen beschrieben sind, soll im Folgenden auf die wichtigsten aufmerksam gemacht werden, bei welchen eine Indikation zur

Anwendung der Sonographie bei dieser Tierart als ergänzendes diagnostisches Verfahren gegeben ist. Es handelt sich hier unter anderem um Veränderungen an Ovar und Nebenniere und um eine Vielzahl verschiedener tumoröser Erkrankungen. Ovarveränderungen sind bei der Mongolischen Rennmaus mehrfach beschrieben, es handelt sich um Ovarzysten (Norris und Adams, 1972; Bingel, 1995; West, 1997; Brain, 1999; Keeble, 2001; Benett und Mullen, 2004; Donnelly, 2004; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005) und um verschiedene tumoröse Veränderungen am Ovar (Benitz und Kramer, 1965; Robinson, 1977; Vincent und Ash, 1978; Meckley und Zwicker, 1979; Vincent et al., 1979; Robinson, 1979b; Vincent et al., 1980; Robinson, 1989; Bingel, 1995; West, 1997; Donnelly, 2004; Zwart und Treiber, 2005). Ovarzysten treten verstärkt im Alter auf. Bei fast 50% aller über 400 Tage alten weiblichen Rennmäuse, sind sie zu finden. Sie variieren in ihrer Größe und können einen Durchmesser von bis zu 5 cm erlangen (Norris und Adams, 1972; West, 1997; Keeble, 2001).

Auch tumoröse Veränderungen des Ovars treten verstärkt erst in der alternden Mongolische Rennmaus auf, neben Haut- und Nebennierentumor haben Ovarumore die höchste Prävalenz (Benitz und Kramer, 1965; Vincent et al., 1980). Auch sie können in Größe und Gestalt sehr variieren. Obwohl die physiologischen Ovarien der Mongolischen Rennmaus nicht immer leicht vom umliegenden Gewebe abzugrenzen waren, ist doch davon auszugehen, dass eine anechogene flüssigkeitsgefüllte Ovarzyste ähnlich wie beim Meerschweinchen (Beregi et al., 1999; Nielsen et al., 2003), zum einen gut von der echoreicheren Umgebung abzugrenzen und zum anderen von echoreicheren Strukturen wie Tumore zu unterscheiden ist. Für eine Diagnostizierbarkeit von Ovarveränderungen bei der Mongolischen Rennmaus mittels der Sonographie, spricht auch der Hinweis von Beregi et al. (1999), dass die Sonographie nicht nur für das Meerschweinchen, sondern auch für andere kleine Nager ein gutes Diagnostikum darstellt. Ebenso wie der Rat von Keeble (2001), speziell bei der Mongolischen Rennmaus die abdominale Sonographie als Diagnostikum von Ovarveränderungen zu nutzen.

Als pathologische Veränderung der Nebenniere bei *Meriones unguiculatus* wird vor allem der Hyperadrenokortizismus in der Literatur genannt (Benitz und Kramer, 1965; Robinson, 1977; Vincent und Ash, 1978; Meckley und Zwicker, 1979; Vincent et al., 1979; Robinson, 1979c; Vincent et al., 1980; Bingel, 1995; West, 1997; Brain, 1999; Keeble, 2001; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005). Er kann ausgelöst

werden durch ein Adenom oder Karzinom der Nebennierenrinde, iatrogen durch eine Glykokortikoidtherapie oder durch eine neoplastische Veränderung der Hypophyse, spielt aber eher selten bei der Mongolischen Rennmaus eine Rolle (Keeble, 2001). Zwart und Treiber (2005) beschreiben ihn dagegen als häufig vorkommend. Hyperadrenokortizismus ist mehr bei älteren Tieren zu erwarten (Keeble, 2001; Benett und Mullen, 2004) und weibliche Zuchttiere sind mehr betroffen als männliche (Brain, 1999; Koch und Bolz, 2005; Zwart und Treiber, 2005).

Auch bei dieser Organveränderung rät Keeble (2001) zur Diagnostik die Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus einzusetzen. Da sich beide Nebennieren bei dieser Tierart fast immer darstellen ließen, dürfte es kein Problem darstellen massive Abweichungen von Form und Größe im Ultraschallbild zu erkennen. Wie schon im Literaturteil beschrieben, ist die Sonographie als Diagnostikmittel von Nebennierenveränderungen beim Frettchen (Neuwirth, 1993; Rosenthal et al., 1993; Ackermann et al., 1994; Neuwirth et al., 1997; Barthez et al., 1998; Besso et al., 2000; Frings, 2004) und Meerschweinchen (Gaschen et al., 1998) mehrfach erfolgreich angewendet worden. Die Dickenzunahme und knotige Oberfläche der Nebenniere wird hier unter anderem als Diagnostikparameter angesehen, was durchaus auch auf die Mongolische Rennmaus zutreffen dürfte.

Die Warnung von Frings (2004) den Mesenteriallymphknoten im kranialen Abdomen vom Frettchen nicht mit einem Nebennierentumor zu verwechseln, kann jedoch bei *Meriones unguiculatus* außer Acht gelassen werden, da bei dieser Tierart dieser Lymphknoten nicht so prominent ausgebildet ist wie beim Frettchen.

Aber nicht nur an Ovar und Nebenniere der Mongolischen Rennmaus können tumoröse Veränderungen auftreten, denn an fast allen abdominalen Organen (Leber, Niere, Nebenniere, Milz, Darm, Pankreas, Hoden, Prostata, Ovar, Uterus) und der Haut sind eine Vielzahl von verschiedenen Tumorformen beschrieben (Benitz und Kramer, 1965; Shumaker et al., 1974; Vincent und Ash, 1978; Vincent et al., 1979; Vincent et al., 1980; Bingel, 1995; Keeble, 2001), insbesondere wird häufig die tumoröse Veränderung der Glandula umbilicalis angesprochen (Vincent und Ash, 1978; Meckley und Zwicker, 1979; Vincent et al., 1979; Bingel, 1995; Jackson et al., 1996). Es ist daher davon auszugehen, dass massive Veränderungen in Form, Größe und abweichender Echotextur dieser Organe vom physiologischen Ultraschallbild zu unterscheiden sind und die Sonographie auch hier durchaus für eine Diagnose hilfreich sein kann.

Wie im Literaturteil bereits ausführlich beschrieben wird die Sonographie auch in der Tumorforschung bei verschiedenen Heimtieren eingesetzt. So findet z. B. die B-Bild-Sonographie Einsatz zur Untersuchung von Veränderungen an der Leber bei Maus und Ratte (Layer, 1986; Kuriyama et al., 1999; Yarmenitis et al., 2000; Mai et al., 2004). Da die Mongolische Rennmaus von ihrer Größe her genau in der Mitte zwischen diesen beiden Tieren liegt, dürfte eine ähnliche Anwendung bei dieser Tierart in der Forschung kein Problem darstellen. Dagegen ist der Einsatz der Dopplersonographie um Blutflüsse in Tumoren von *Meriones unguiculatus* darzustellen, unter normalen Klinikbedingungen eher fragwürdig, da schon der Versuch physiologische Blutflüsse in verschiedenen Blutgefäßen bei dieser Tierart an den kleinen Gefäßlumina, der hohen Herzfrequenz und der atmungsbedingten Organbewegung scheiterte. Dagegen ist der Einsatz der Dopplersonographie aber in der Forschung, unter standardisierten Bedingungen, ähnlich wie bei der Maus und Ratte (Yarmenitis et al., 2000; Goertz et al., 2002; Emoto et al., 2003; Kamotani et al., 2003; Kiessling et al., 2003), durchaus denkbar.

Auch bei einer Entartung der Glandula umbilicalis könnte die Sonographie die Möglichkeit bieten, den Umfang einer Entartung abzuschätzen, ob der Tumor nur Hautarale befallen hat, oder auch schon tiefer liegende Strukturen. Im sonographischen Bild ist sehr deutlich die physiologisch echoärmere Bauchdrüse von der umliegenden Haut und von der Bauchhöhle abgrenzbar (siehe Abb. 15), eine Ausdehnung in die Bauchhöhle hinein wäre also sicher zuerkennen.

Aber auch die bei anderen Heimtieren beschriebenen Möglichkeiten (siehe 2.7 Abdominale Sonographie bei Heimtieren), die Sonographie zur Diagnostik von verschiedenen Erkrankungen zu nutzen, könnte auch bei der Mongolischen Rennmaus ihren Einsatz finden. So wäre es sicher denkbar, dass eine Magendilatation und eine echoreiche Magenigesta mit distalem Schallschatten ähnlich wie bei Kaninchen und Meerschweinchen (Panalis et al., 1985; Künzel und Hittmair, 2002) auf ein Bezoar im Magenumen hinweist und dass die Eingabe von einem Kontrastmittel sicher ähnliche Erfolge für die sichere Diagnostik bieten könnte. Auch der bei Kaninchen, Meerschweinchen (Gaschen et al., 1998; Rappold, 2001; Chang et al., 2002; Niebergall, 2003; Stieger et al., 2003), Frettchen (Frings, 2004; Gorgas, 2004), Ratte (Suzuki et al., 1991; Keirstead et al., 2005) und Degu (Gneiser, 2006) beschriebene Einsatz der Sonographie zur Diagnostik von Krankheiten des Harntrakts müsste ähnlich auch bei *Meriones unguiculatus* möglich sein. Urolithiasis,

Dickenzunahme der Harnblasenwand, Hydroureteren bis hin zur Hydronephrose und Abnormalitäten an der Niere dürfte auch bei dieser Tierart durch ein abweichen vom gewohnten physiologischen Bild eine Diagnose ermöglichen.

Allgemein ist zu sagen, dass auch diese Arbeit zeigt, dass es auch bei der sonographischen Diagnostik wichtig ist, die speziesspezifischen Besonderheiten in der Anatomie und Physiologie der einzelnen Heimtierarten unbedingt zu beachten. Eine undifferenzierte Übertragung der Erfahrungen z. B. von Meerschweinchen und Ratte auf andere Heimtiere wie die Mongolische Rennmaus birgt die große Gefahr von Fehlinterpretationen.

Die Möglichkeiten der abdominalen Sonographie und der sonographischen Trächtigkeitsdiagnostik bei der Mongolischen Rennmaus, dürften für dieses Versuchstier weitere Felder in der Forschung eröffnen und dem Tierschutz entgegenkommen, da durch die nichtinvasive transkutane Sonographie z. B. sehr schonend und tierschutzgerecht Verlaufuntersuchungen durchgeführt werden können.

## 6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde erstmalig die Durchführbarkeit der abdominalen Sonographie bei der Mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*) untersucht. Ziel dieser Studie war es, einen Überblick über die abdominale Sonoanatomie dieser kleinen Nager zu erhalten, sowie Möglichkeiten und Grenzen in der sonographischen Darstellung der einzelnen abdominalen Organe aufzuzeigen und reproduzierbare Standardschnittebenen für diese einzuführen, um eine Grundlage für die sonographische Diagnostik von krankhaften Prozessen zu ebneten.

Zu diesem Zweck wurden 22 ungedierte, gesunde Mongolische Rennmäuse mit einer hochauflösenden 15-MHz-Linearsonde sonographisch untersucht. Zur Vorbereitung wurden alle Tiere geschoren und es wurde ein erwärmtes Ultraschallkontaktgel verwendet.

Die beste Fixation und Lagerung für die Ankopplung des Schallkopfes am linken und ventralen Abdomen bestand darin, die Tiere mit dem Rücken in der hohlen Hand zu lagern und den Kopf bzw. die Backen der Mongolischen Rennmaus zwischen Daumen und Zeigefinger zu fixieren. Die Tiere tolerierten diese Lagerung gut und fielen in eine Art Körperstarre. Für die Ankopplung der Linearsonde am rechten Abdomen zeigte sich der Kopf- bzw. Backengriff in stehender Position als am besten geeignet.

Mit Ausnahme des Pankreas ließen sich sämtliche abdominalen Organe sonographisch darstellen und es konnten verschiedene reproduzierbare Schnittebenen der einzelnen Organe eingeführt werden, die sich speziell für die Mongolische Rennmaus eignen. So erwies sich die dorsolaterale Ankopplung zur Erstellung eines Sagittalschnittes von der Niere im Vergleich zur üblichen ventralen Ankopplung als am besten geeignet.

Zusätzlich zu der sonographischen Untersuchung der abdominalen Organe wurde in dieser Studie bei 9 von 13 auf Trächtigkeit untersuchten weiblichen Mongolischen Rennmäusen, sonographisch eine Gravidität festgestellt und deren Verlauf anschließend sonographisch dokumentiert. Hierbei zeigte sich, dass ab dem 10. Trächtigkeitstag sonographisch sicher, eine Trächtigkeit diagnostiziert und der Verlauf der fötalen Entwicklung gut dokumentiert werden konnte.

Insgesamt erwies sich die abdominale Sonographie auch bei der unsedierten Mongolischen Rennmaus als eine Methode, die von den Tieren gut toleriert wird und leicht durchführbar ist.

## 7 Summary

### **Abdominal Ultrasonography in the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus* Milne-Edwards 1867)**

Within the scope of this work, the practicability of abdominal ultrasonography of Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*) was studied for the first time. It was the objective of this study to obtain an overview of the abdominal sonoanatomy of these small rodents and to show possibilities and limits in the sonographic representation of the individual abdominal organs and introduce reproducible standard sectional planes for them so as to establish a basis for the sonographic diagnosis of pathological processes.

For this purpose, 22 non-sedated healthy Mongolian gerbils were sonographically examined using a high-resolution 15 MHz linear probe. In preparation, all animals were clipped and there was used a warmed-up ultrasound contact gel. It was the best fixation and positioning for coupling the transducer head to the left-hand and ventral abdomen to position the animals on their back in the cupped hand and to fix the head and the cheeks of the Mongolian gerbil between thumb and index finger. The animals tolerated that positioning well and fell into a kind of bodily rigidity. For coupling the transducer head to the right-hand abdomen, the head/cheek grip in a standing position proved to be best suitable.

Except for the pancreas, it was possible to represent all abdominal organs sonographically and there were introduced several reproducible sectional planes of the individual organs that are specifically suitable for Mongolian gerbils. Thus, a dorsolateral coupling proved to be best suitable for obtaining a sagittal section of the kidney, compared with the usual ventral coupling. In addition to the sonographic examination of the abdominal organs, gravidity was sonographically detected in 9 of 13 female Mongolian gerbils examined for gestation in this study. Subsequently, the course of gravidity was documented by sonography. It was found that gestation can be safely diagnosed by sonography as from the 10<sup>th</sup> day of gestation and that the course of foetal development can be well documented.

In conclusion, the abdominal sonography also of non-sedated Mongolian gerbils proved to be a method that is well tolerated by the animals and can be easily performed.

## 8 Literaturverzeichnis

**ACKERMAN N, HAGER DA, KAUDE JV (1989)**

Ultrasound appearance and early detection of Vx2 carcinoma in the rabbit kidney.  
Vet Radiol Ultrasound; 30: 88-96.

**ACKERMANN J, CARPENTER JW, GODSHALK CP, HARMS CA (1994)**

Ultrasonographic detection of adrenal gland tumors in two ferrets.  
J Am Vet Med Assoc; 205: 1001-1003.

**AGREN G, ZHOU Q, ZHONG W (1989)**

Ecologie and social behaviour of Mongolian Gerbils, *Meriones unguiculatus*, at Xilinhot, Inner Mongolia, China.  
Anim Behav; 37: 528-535.

**AREVALO A, DUQUE S, NICHOLLS RS (2005)**

Experimental infection of the gerbil (*Meriones unguiculatus*) by Colombian isolates of *Giardia duodenalis*.  
Biomedica; 25: 305-314.

**ARISTIZABAL O, CHRISTOPHER DA, FOSTER FS, TURNBALL DH (1998)**

40-MHZ echocardiography scanner for cardiovascular assessment of mouse embryos.  
Ultrasound Med Biol; 24: 1407-1417.

**ARRINGTON LR, KELLEY KC (1973)**

Growth, longevity, and reproductive life of the Mongolian Gerbil.  
Lab Anim Sci; 23: 263-265.

**BACHMANN A (1996)**

Vergleichende Anatomisch-Histologische Untersuchungen von Nebennieren, Hypophyse und Epiphyse bei Ratte, Maus, Meerschweinchen, Syrischem Goldhamster, Mongolischer Wüstenrennmaus und Kaninchen.  
Leipzig; Veterinärmedizinische Fakultät; Dissertation.

**BARR F (1992)**

Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze; Die Nebennieren.  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart; Jena; New York, S. 101-104

**BARTHEZ PY, NYLAND TG, FELDMAN EC (1998)**

Ultrasonography of the adrenal glands in the dog, cat, and ferret.  
VCNA; 28: 869-885.

**BENETT RA, MULLEN HS (2004)**

Section four; small rodents. Soft Tissue Surgery.  
In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.  
Saunders, Philadelphia, S. 316-328.

**BENITZ KF, KRAMER AW, JR. (1965)**

Spontaneous tumors in the Mongolian gerbil.  
Lab Anim Care; 15: 281-294.

**BEREGI A, ZORN S, FELKAI F (1999)**

Ultrasonic diagnosis of ovarian cysts in ten guinea pigs.  
Vet Radiol Ultrasound; 40: 74-76.

**BERKEN P (2006)**

Sonografische Topografie der großen abdominalen Organe und echografische  
Graviditätsdiagnostik beim kleinen Igeltenrek - *Echinops telfairi*.  
München, Tierärztliche Universität; Dissertation.

**BESSO J, TIDWELL AS, GLIATTO JM (2000)**

Retrospective review of the ultrasonographic features of adrenal lesions in 21 ferrets.  
Vet Radiol Ultrasound; 41: 345-352.

**BIHUN C, BAUCK L (2004)**

Section four; small rodents. Basic anatomy, physiology, husbandry, and clinical  
techniques.  
In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine  
and surgery.  
Saunders, Philadelphia, S. 286-298.

**BINGEL SA (1995)**

Pathologic findings in an aging Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) colony.  
Lab Anim Sci; 45: 597-600.

**BOISVENUE RJ (1965)**

Susceptibility of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) to *Ascaris suum*  
infections.  
J Parasitol; 51: 1018.

**BÖTTGER I, BENTEN C, WISSDORF H, PETZOLDT K (1976)**

Untersuchungen zu Anatomie, Topographie, Größe und Gewicht der weiblichen  
Geschlechtsorgane von *Meriones unguiculatus*.  
Z Versuchstierkd; 18: 263-284.

**BRAIN PF (1999)**

The Laboratory Gerbil.  
In: Poole T, English P. The UFAW handbook on the care and Management of  
laboratory animals, Volume 1 Terrestrial vertebrates.  
Blackwell Science, Oxford, S. 345-355.

**BUDINGER E, HEIL P, SCHEICH H (2000)**

Functional organization of auditory cortex in the Mongolian gerbil (*Meriones  
unguiculatus*). IV. Connections with anatomically characterized subcortical structures.  
Eur J Neurosci; 12: 2452-2474.

**CANT NB, BENSON CG (2006)**

Organization of the inferior colliculus of the Gerbil (*Meriones unguiculatus*): differences in distribution of projections from the cochlear nuclei and the superior olivary complex.

J Comp Neurol; 495: 511-528.

**CHANG C, CHEN L, CRABTREE GR (2003)**

Sonographic staging of the developmental status of mouse embryos in utero.

Genesis; 36: 7-11.

**CHANG D, SEO M, CHOI H, LEE H, LEE K, EOM K, et al. (2002)**

Application of Transarterial Embolization of Renal Artery in Rabbits with Experimental Hydronephrosis.

J Vet Med Sci; 64: 693-698.

**CONCHEDDA M, GABRIELE F, BORTOLETTI G (2006)**

Development and sexual maturation of *Echinococcus granulosus* adult worms in the alternative definitive host, Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).

Acta Trop; 97: 119-125.

**CULLEN JW, PARE WP, MOONEY AL (1971)**

Adrenal weight to body weight ratios in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).

Growth; 35: 169-176.

**DAMBACH G (1964)**

Die Morphologie der "Glandula umbilicalis" bei der mongolischen Rennmaus.

Z Versuchstierkd; 4: 116-121.

**DICTENBERG JB, PRONCZUK A, HAYES KC (1995)**

Hyperlipidemic effects of trans fatty acids are accentuated by dietary cholesterol in gerbils.

J Nutr Biochem; 6: 353-361.

**DIFRANCESCO L, ALLEN OB, MERCER NH (1990)**

The effect of fasting time on plasma total cholesterol concentration in Mongolian gerbils.

J Nutr Biochem; 1: 155-159.

**DIFRANCESCO L, ALLEN OB, MERCER NH (1990 (a))**

Long-term feeding of casein or soy protein with or without cholesterol in Mongolian gerbils. II. Plasma lipid and liver cholesterol responses.

Acta Cardiol; 45: 273-290.

**DONNELLY TM (2004)**

Section four; small rodents. Disease problems of small rodents.

In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.

Saunders, Philadelphia, S. 299-315.

**EMOTO M, ISHIGURU M, IWASAKI H, KIKUCHI M, KAWARABAYASHI T (2003)**  
Effect of angiogenesis inhibitor TNP-470 on the growth, blood flow, and microvessel density in xenografts of human uterine carcinosarcoma in nude mice.  
Gyn Oncol; 89: 88-94.

**FREYENMUTH P (1974)**  
Topographisch-anatomische Untersuchungen an Hals und Thorax der mongolischen Rennmaus (*Meriones unguiculatus*).  
Zürich, Veterinär-Medizinische Fakultät; Dissertation.

**FRINGS B (2004)**  
Abdominale Sonographie beim Frettchen (*Mustela putorius f. furo L. 1758*).  
München, Tierärztliche Universität; Dissertation.

**GASCHEN L, KETZ C, LANG J, WEBER U, BACCIARINI L, KOHLER I (1998)**  
Ultrasonographic detection of adrenal gland tumor and ureterolithiasis in a guinea pig.  
Vet Radiol Ultrasound; 39: 43-46.

**GASCHEN L, SCHUURMAN HJ, BRUTTEL K, TANNER M, BECKMANN N (2001)**  
MRI and ultrasonographic detection of morphologic and hemodynamic changes in chronic renal allograft rejection in the rat.  
J Magn Reson Imaging; 13: 232-241.

**GILMORE MM (1978)**  
Urolithiasis in a gerbil.  
Vet Rec; 103: 102.

**GNEISER B (2006)**  
Abdominale Sonographie beim Degu (*Octodon degus, Molina 1782*).  
München, Tierärztliche Universität; Dissertation.

**GOERTZ DE, YU JL, KERBEL RS, BURNS PN, FOSTER FS (2002)**  
High-frequency doppler ultrasound monitors the effects of antivasular therapy on tumor blood flow.  
Cancer Res; 62: 6371-6375.

**GORGAS D (2004)**  
Sonographische Untersuchungen der Nieren beim Frettchen (*Mustela putorius f. furo L. 1758*).  
München, Tierärztliche Fakultät; Dissertation.

**GRZIMEK B (1969)**  
Systematische Übersicht.  
In: Grzimek B. Grzimeks Tierleben, Enzyklopädie des Tierreichs. Bd 11, Säugetiere 2.  
Verlag Kindler, Zürich, S. 517-519.

**GRZIMEK B (1988)**

Mäuse und Bilche.

In: Grzimek B. Grzimeks Enzyklopädie Bd.3 Säugetiere.

Verlag Kindler, München, S. 9,128-291.

**GULOTTA EF (1971)**

*Meriones unguiculatus*.

Elaphe; 1: 11-13.

**GUZMAN-SILVA MA, COSTA-NEVES M (2006)**

Incipient spontaneous granulosa cell tumor in the gerbil, *Meriones unguiculatus*.

Lab Anim; 40: 96-101.

**HAVENAAR R, MEIJER JC, MORTON DB, RITSKES-HOITINGA J, ZWART P (1995)**

Biologie, Zucht und Haltung von Versuchstieren.

In: van Zutphen LFM, Baumans V, Beynen AC. Grundlagen der Versuchstierkunde.

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart /Jena /New York, S. 34-35.

**INABA T, MORI J (1985)**

Use of echography in Rats for pregnancy diagnoses.

Jpn J Sci; 47: 523-525.

**INABA T, MORI J (1986a)**

Use of echography in Rabbits for pregnancy diagnoses.

Jpn J Sci; 48: 1003-1006.

**INABA T, MORI J (1986b)**

Use of echography in Guinea Pigs for pregnancy diagnoses.

Jpn J Sci; 48: 615-618.

**ISENBÜGEL E (1985)**

Gerbil.

In: Isenbügel E, Frank W. Heimtierkrankheiten.

Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 81-96.

**JACKSON TA, HEATH LA, HULIN MS, MEDINA CL, SCARLETT LM, ROGERS KL, et al. (1996)**

Squamous cell carcinoma of the midventral abdominal pad in three gerbils.

J Am Vet Med Assoc; 209: 789-791.

**JENKINS JR (2004)**

Section two; rabbits. Gastro intestinal diseases.

In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.

Saunders, Philadelphia, S. 161-171.

**KAMOTANI Y, LEE WMF, ARGER PH, CARY TW, SEHGAL CM (2003)**

Multigated contrast-enhanced power doppler to measure blood flow in mice tumors.

Ultrasound Med Biol; 29: 977-984.

**KEEBLE E (2001)**

Endocrine diseases in small mammals.  
In Pract; 23: 570-585.

**KEIRSTEAD SH, FEDULOV V, CLOUTIER F, STEWART O, DUEL BP (2005)**

A noninvasive ultrasonographic method to evaluate bladder funktion recovery in spinal cord injured rats.  
Exp Neurol; 194: 120-127.

**KIEFER I, ALEF M, MÜLLER F, HIMMELSBACH P, POTT N (2004)**

Sonographie bei Heimtieren.  
Ultraschall Med; 25: 91.

**KIESSLING F, KRIX M, HEILMANN M, VOSSELER S, LICHY L, FINK C, et al. (2003)**

Comparing dynamic parameters of tumor vascularization in nude mice revealed by magnetic resonance imaging and contrast-enhanced intermittent power doppler sonography.  
Invest Radiol; 38: 516-524.

**KOCH S, BOLZ P (2005)**

Gerbil.  
In: Göbel T, Ewringmann A. Heimtierkrankheiten.  
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 137-147.

**KÖTSCHE W, GOTTSCHALK C (1990)**

Krankheiten der Kaninchen und Hasen.  
Verlag Fischer, Jena, S. 252-253

**KÖTTER E (1989)**

Farbschläge auf einem Blick.  
In: Kötter E. Rennmäuse.  
Verlag Gräfe und Unzer, München, S. 39.

**KÖTTER E (1989)**

Anschaffung und Eingewöhnung.  
In: Kötter E. Rennmäuse.  
Verlag Gräfe und Unzer, München, S. 9-11.

**KÖTTER E (1989)**

Rennmäuse.  
Verlag Gräfe und Unzer, München

**KRAMER AW, JR. (1964)**

Body and organ weights and linear measurements of the adult Mongolian Gerbil.  
Anat Rec; 150: 343-348.

**KRESS A, MARDI L (1990)**

Postnatal development of the Mongolian gerbil uterus.  
Acta Anat (Basel); 137: 234-240.

**KUEHN RE, ZUCKER I (1968)**

Reproductive behavior of the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*).  
J Comp Physiol Psych; 66: 747-752.

**KÜNZEL F, HITTMAR K (2002)**

Sonographische Diagnosestellung eines Trichobezoars bei einem  
Langhaarmeerschweinchen.  
Wien Tierärztl Mschr; 89: 66-69.

**KURIYAMA S, TSUJIMOTO T, NAKATANI Y, TSUJINOUE H, YOSHIJI H, MITORO A, et al. (1999)**

Sonographic estimation of liver tumor development induced by oral administration of thioacetamide in rat.  
In Vivo; 13: 129-134.

**LAYER G (1986)**

Korrelation morphologischer und biochemischer Befunde mit Ultraschallparametern der normalen und pathologisch veränderten Rattenleber.  
Heidelberg, Medizinische Klinik II; Dissertation.

**LEARY SL, MANNING PJ, ANDERSON LC (1984)**

Experimental and naturally occurring gastric foreign bodies in laboratory rabbits.  
Lab Anim Sci; 34: 58-61.

**LIU A, JOYNER L, TURNBULL DH (1998)**

Alteration of limb and brain patterning in early mouse embryos by ultrasound- guided injection of SHH- expressing cells.  
Mechanism of Development; 75: 107-115

**LONG JL (2003)**

Mongolian Gerbil.  
In: Long JL. Introduced mammals of the world. Their history, distribution and influence.  
CABI Publishing, United Kingdom, S. 159-160.

**LOSKOTA WJ, LOMAX P (1975)**

The Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) as a model for the study of the epilepsies: EEG records of seizures.  
Electroencephalogr Clin Neurophysiol; 38: 597-604.

**LÜERSSEN D, JANTHUR M (2001)**

Kapitel 10: Bauch- und Beckenhöhle.  
In: Poulsen Nautrup C, Tobias R. Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.  
Schlütersche Verlag, Hannover, S. 165-289.

**MAI W, BARRAUD L, LEFRANCOIS L, SCOAZEC JY, GUERRET S, VRAY D, et al. (2004)**

Ultrasound detection of spontaneous hepato-cellular carcinomas in X/myc bitransgenic mice.  
Liver Int; 24: 651-657.

**MAIER JK, KLUMP GM (2006)**

Resolution in azimuth sound localization in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).  
J Acoust Soc Am; 119: 1029-1036.

**MAKI K, FURUKAWA S (2005)**

Acoustical cues for sound localization by the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*.  
J Acoust Soc Am; 118: 872-886.

**MALENDOWICZ LK (1984)**

Sex differences in adrenocortical structure and function. XVI. Stereological and karyometric studies on the cortex of the suprarenal gland of intact adult male and female Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*).  
J Anat; 139: 525-533.

**MARSTON JH, CHANG MC (1966)**

The morphology and timing of fertilization and early cleavage in the Mongolian gerbil and Deer mouse.  
J Embryol Exp Morphol; 15: 169-191.

**MATTOON JS, AULD DM, NYLAND TG (2002)**

Chapter 4: Abdominal ultrasound scanning techniques.  
In: Nyland TG, Mattoon JS. Small animal diagnostic ultrasound.  
WB Saunders Company, Philadelphia, S. 69.

**MECKLEY PE, GINTHER OJ (1971)**

Male induced estrus in the Mongolian gerbil.  
J Anim Sci; 33: 1160.

**MECKLEY PE, ZWICKER GM (1979)**

Naturally-occurring neoplasms in the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*.  
Lab Anim; 13: 203-206.

**MICKOLEIT G (2004)**

Myomorpha.  
In: Mickoleit G. Phylogenetische Systematik der Wirbeltiere.  
Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, S. 545-548.

**NEUWIRTH L (1993)**

Adrenal neoplasia in seven ferrets.  
Vet Radiol Ultrasound; 34: 340-346.

**NEUWIRTH L, COLLINS B, CALDERWOOD MAYS M, TRAN T (1997)**

Adrenal ultrasonography correlated with histopathology in ferrets.  
Vet Radiol Ultrasound; 38: 69-74.

**NICKERSON PA (1971)**

Fine structure of the Mongolian gerbil adrenal cortex.  
Anat Rec; 171: 443-456.

**NIEBERGALL A (2003)**

Sonographische Befunderhebung am männlichen und weiblichen Harntrakt und am weiblichen Geschlechtsapparat von Zwergkaninchen und Meerschweinchen.  
Hannover, Tierärztliche Hochschule; Dissertation.

**NIELSEN TD, HOLT S, RUELOKKE ML, MCEVOY FJ (2003)**

Ovarian cysts in guinea pigs: influence of age and reproductive status on prevalence and size.  
J Small Anim Pract; 44: 257-260.

**NISHINO N, TOTSUKAWA K (1996)**

Study on the estrous cycle in the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).  
Exp Anim; 45: 283-288.

**NORRIS ML, ADAMS CE (1972)**

Incidence of cystic ovaries and reproductive performance in the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*.  
Lab Anim; 6: 337-342.

**NOWAK RM, PARADISO JL (1983)**

Rodentia; Family Muridae: Rats, Mice, Hamsters, Voles, Lemmings, Gerbils.  
In: Nowak RM, Paradiso JL. Walker's mammals of the world (4th Edition) Vol II.  
The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, S. 569-860.

**NYLAND TG, MATTOON JS, HERRGESELL EJ, WISNER ER (2002)**

Liver.  
In: Nyland TG, Mattoon JS. Small animal diagnostic ultrasound.  
W.B. Saunders, Philadelphia, S. 93-127.

**O' BRIEN RT, PAUL-MURPHY J, DUBIELZIG RR (1996)**

Ultrasonography of adrenal glands in normal ferrets.  
Vet Radiol Ultrasound; 37: 445-448.

**O'ROUKE DP (2004)**

Section three; guinea pigs, chinchillas, and prairie dogs. Disease problems of guinea pigs.  
In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.  
Saunders, Philadelphia, S. 245-254.

**PANALIS J, SCHLOLAUT W, LANGE K, SCHLEY P (1985)**

Trichobezoare beim Angorakaninchen - Untersuchungen zur Diagnose und Prophylaxe.

Kleintierpraxis; 30: 209-213.

**PARE JA, PAUL-MURPHY J (2004)**

Section two, rabbits. Disorders of reproductive and urinary systems.

In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.

Saunders, Philadelphia, S. 183-193.

**PINHEIRO PF, ALMEIDA CC, SEGATELLI TM, MARTINEZ M, PADOVANI CR, MARTINEZ FE (2003)**

Structure of the pelvic and penile urethra-relationship with the ducts of the sex accessory glands of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).

J Anat; 202: 431-444.

**PLONKA PM, SLOMINSKI AT, PAJAK S, URBANSKA K (2003)**

Transplantable melanomas in gerbils (*Meriones unguiculatus*). II: melanogenesis.

Exp Dermatol; 12: 356-364.

**POULSEN NAUTRUP C (1998)**

Kapitel 5: Untersuchungstechniken.

In: Poulsen Nautrup C, Tobias R. Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.

Schlütersche Verlag, Hannover, S. 76-77.

**POULSEN NAUTRUP C (2001)**

Kapitel 5: Untersuchungstechniken.

In: Poulsen Nautrup C, Tobias R. Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.

Schlütersche Verlag, Hannover, S. 76-77.

**QUESENBERY KE, ROSENTHAL KL (2004)**

Section one; Ferrets. Endocrine Disease.

In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.

Saunders, Philadelphia, S. 79-90.

**RAJAKUMOR S, BLEISS W, HARTMANN S, SCHIERACK P, MARKO A, LUCIUS R (2006)**

Concomitant immunity in a rodent model of filariasis: the infection of *Meriones unguiculatus* with *Acanthocheilonema viteae*.

J Parasitol; 92: 41-45.

**RAPPOLD S (2001)**

Vergleichende Untersuchungen zur Urolithiasis bei Kaninchen und Meerschweinchen.

Hannover, Tierärztliche Hochschule; Dissertation.

**RICH ST (1968)**

The Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) in research.  
Lab Anim Care; 18: Suppl:235-243.

**RICH ST (1968)**

The Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*) in research.  
Lab Anim Care; 18: Suppl:235-243.

**ROBINSON DG (1977)**

Cancer research with Gerbils.  
In: The Gerbil Digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 4, Nr. 1

**ROBINSON DG (1978)**

Reproduction in the Mongolian Gerbil.  
In: The Gerbil Digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 5, Nr. 1

**ROBINSON DG (1979a)**

Physiological parameters and selected general data.  
In: The gerbil digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 6, Nr. 2

**ROBINSON DG (1979b)**

Tumblebrook Gerbils: 25th Anniversary.  
In: The Gerbil Digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 6, Nr. 3

**ROBINSON DG (1979c)**

Endocrinological research.  
In: The Gerbil Digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 6, Nr. 1

**ROBINSON DG (1989)**

Tumblebrook Gerbils: 35th Anniversary.  
In: The Gerbil Digest, Tumblebrook Farm.  
Massachusetts USA 15, Nr. 2

**ROSENTHAL KL, PETERSON ME, QUESENBERRY KE, HILLYER EV, BEEBER NL, MOROFF SD, et al. (1993)**

Hyperadrenocorticism associated with adrenocortical tumor or nodular hyperplasia of the adrenal gland in ferrets: 50 cases (1987-1991).  
J Am Vet Med Assoc; 203: 271-275.

**RÜEDLINGER H (1974)**

Anatomische und histologische Untersuchungen der Harnorgane und der männlichen Geschlechtsorgane der mongolischen Wüstenrennmaus, *Meriones unguiculatus*.  
Zürich, Veterinärmedizinische Fakultät; Dissertation.

**SCHENDEL I (1972)**

Anatomische Darstellung der Bauchorgane und deren arterielle Versorgung bei *Meriones unguiculatus*.

Hannover; Tierärztliche Hochschule; Dissertation.

**SCHENDEL I, WISSDORF H (1973)**

Anatomische Darstellung der Bauchorgane von *Meriones unguiculatus*.

Z Versuchstierkd; 15: 152-160.

**SCHERER K (1993)**

Trächtigkeitsdiagnose bei Kaninchen, Meerschweinchen und Ratte.

Tierarztl Prax; Sonderheft: 63-64.

**SCHULZE SIEVERT UE (2002)**

Ein Beitrag zur Tiergerechten Haltung der Mongolischen Wüstenrennmaus anhand der Literatur.

Hannover, Tierärztliche Hochschule; Dissertation.

**SCHWENTKER V (1963)**

The Gerbil. A new laboratory animal.

The Illinois Veterinarian 6; 4: 5-9.

**SCOTTI AL, BOLLAG O, KALT G, NITSCH C (1997)**

Loss of perikaryal parvalbumin immunoreactivity from surviving GABAergic neurons in the CA1 field of epileptic gerbils.

Hippocampus; 7: 523-535.

**SETO-OHSHIMA A, ITO M, KITAJIMA S, KISHIKAWA M (2001)**

Manipulation of the somatosensory cortex modulates stimulus-induced repetitive ear movements in a seizure-sensitive strain of gerbil.

Zoolog Sci; 18: 1217-1223.

**SHUMAKER RC, PAIK SK, HOUSER WD (1974)**

Tumors in Gerbillinae: a literature review and report of a case.

Lab Anim Sci; 24: 688-690.

**SNIPES RL (1982)**

Anatomy of the caecum of the Gerbil, *Meriones unguiculatus* (Mammalia, Rodentia, Cricetidae).

Zoomorphology; 100: 189-202.

**STEINKAMP A (2003)**

Nachwuchs bei den Rennmäusen.

In: Steinkamp A. Pfiffige Rennmäuse.

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart, S. 55-59.

**STEINKAMP A (2003)**

Pfiffige Rennmäuse.

Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co., Stuttgart

**STIEGER SM, WENKER C, ZIEGLER GOHM D, FLÜCKIGER M (2003)**

Ureterolithiasis and papilloma formation in the ureter of a guinea pig.  
Vet Radiol Ultrasound; 44: 326-329.

**STUERMER IW, WETZEL W (2006)**

Early experience and domestication affect auditory discrimination learning, open field behaviour and brain size in wild Mongolian gerbils and domesticated Laboratory gerbils (*Meriones unguiculatus* forma domestica).  
Behav Brain Res; 173: 11-21.

**SUZUKI T, TAKEZAWA Y, TAMURA Y, MASHIMO T, IMAI K, YAMANAKA H, et al. (1991)**

Sectional anatomy of the pelvis in the male rat with ultrasound correlations.  
Anat Rec; 231: 275-285.

**TATEMATSU M, NOZAKI K, TSUKAMOTO T (2003)**

*Helicobacter pylori* infection and gastric carcinogenesis in animal models.  
Gastric cancer; 6: 1-7.

**TURNBULL DH (1999)**

In utero ultrasound backscatter microscopy of early stage mouse embryos.  
Comput Med Imaging Graph; 23: 25-31

**ULIBARRI CM, YAHR P (1993)**

Ontogeny of the sexually dimorphic area of the gerbil hypothalamus.  
Brain Res Dev Brain Res; 74: 14-24.

**VINCENT AL, ASH LR (1978)**

Further observations on spontaneous neoplasms in the Mongolian gerbil, *Meriones unguiculatus*.  
Lab Anim Sci; 28: 297-300.

**VINCENT AL, RODRICK GE, SODEMAN WA, JR. (1979)**

The pathology of the Mongolian Gerbil (*Meriones unguiculatus*): a review.  
Lab Anim Sci; 29: 645-651.

**VINCENT AL, RODRICK GE, SODEMAN WA (1980)**

The Mongolian gerbil in aging research.  
Exp Aging Res; 6: 249-260.

**WALKER EP (1968)**

Mammals of the world.  
2nd Edition, Vol II, The Johns Hopkins Press, Baltimore

**WEIß J, MAEß J, NEBENDAHL K, ROSSBACH W (1996)**

Biologische Grundlagen.  
In: Weiß J, Maeß J, Nebendahl K, Rossbach W. Haus- und Versuchstierpflege.  
Verlag Gustav Fischer, Stuttgart, S. 23-100.

**WEST CD (1997)**

Gerbils (Rennmäuse).

In: Beynon PH, Cooper JE. Kompendium der Heimtiere.

Verlag Schlütersche, Hannover, S. 38-44.

**WILLIAMS BH, WEISS CA (2004)**

Section one; Ferrets. Neoplasia.

In: Quesenberry KE, Carpenter JW. Ferrets, rabbits, and rodents: clinical medicine and surgery.

Saunders, Philadelphia, S. 91-106.

**WILLIAMS WM (1974)**

Urogenital System.

In: The anatomy of the Mongolian gerbil (*Meriones unguiculatus*).

Tumblebrook Farm, USA, S. 87-91

**WOLFENSOHN S, LLOYD M (1998)**

Small laboratory animals.

In: Wolfensohn S, Lloyd M. Handbook of Laboratory Animal Management and Welfare.

Blackwell Science, Oxford, S. 193-197.

**YARMENITIS SD, KALOGEROPOULOU CP, HATJIKONDI O, RAVAZOULA P, PETSAS T, SIAMBLIS D, et al. (2000)**

An experimental approach of the Doppler perfusion index of the liver in detecting occult hepatic metastases: histological findings related to the hemodynamic measurements in Wistar rats.

Eur Radiol; 10: 417-424.

**YUKAWA M, HAYASHI N, TAKAGI K, MOCHIZUKI K (1999)**

The normal development of Mongolian Gerbil fetuses and, in particular, the timing and sequence of the appearance of ossification centres.

Anat Histol Embryol; 28: 319-324.

**ZWART P, TREIBER A (2005)**

Gerbil.

In: Fehr M, Sassenburg L, Zwart P. Krankheiten der Heimtiere.

Verlag Schlütersche, Hannover, S. 161-182.



# Danksagung

Zunächst möchte ich mich ganz besonders bei meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. Sven Reese, für die Überlassung des interessanten Themas, sowie für die große Hilfe bei der Durchführung der Untersuchungen und die jederzeit freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit bedanken.

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

Dank sei auch den Mitarbeitern des Institutes für Zoologie, Fischereibiologie und Fischkrankheiten der Ludwig- Maximilians Universität München und den zahlreichen Patientenbesitzern, die ihre Mongolischen Rennmäuse für die Untersuchung zur Verfügung gestellt haben.

Ganz herzlicher Dank gilt zuletzt meiner Familie, die mir das Studium der Tiermedizin sowie die Anfertigung der Dissertationsarbeit ermöglichte. Auch für die tatkräftige Unterstützung während der Arbeit an der Dissertation und deren Fertigstellung möchte ich ihr und vor allem auch meinem Freund Marc besonders danken.