

3. Materialien und Methoden

Einleitung

3.1. Zielsetzung

3.1.1. Eignung verschiedener Schallköpfe für die Abdomensonographie bei Kaninchen

Zunächst wurde eine Reihenuntersuchung gesunder Kaninchen mit einem 5 MHz-Linearschallkopf durchgeführt. Ziel dieser Reihenuntersuchung war ursprünglich die Erarbeitung der sonographischen Normalanatomie des Kaninchenabdomens. Bei den Untersuchungen mit diesem Schallkopf traten jedoch so erhebliche technische Schwierigkeiten auf, dass dieses Ziel nicht erreicht werden konnte. Es wurde daher in der Folge für die Untersuchungen ein 10 MHz-Sektorschallkopf verwendet, der sich als wesentlich besser geeignet erwies.

Die zu Anfang durchgeführte Reihenuntersuchung mit dem 5 MHz-Linearschallkopf bot jedoch die Möglichkeit, die Eignung verschiedener Schallköpfe für die Abdomensonographie beim Kaninchen zu beurteilen. Für diesen Vergleich wurde neben dem 5 MHz-Linearschallkopf und dem 10 MHz-Sektorschallkopf zusätzlich ein 7,5 MHz-Sektorschallkopf verwendet. Dieser Schallkopf stand allerdings nicht für eine größere Anzahl von Untersuchungen zur Verfügung.

3.1.2. Sonographische Normalanatomie des Abdomens bei Kaninchen und vergleichende Betrachtung erkrankter Tiere

In erster Linie sollte die sonographische Normalanatomie des Kaninchenabdomens erarbeitet werden. Diese Befunde an gesunden Abdominalorganen wurden dann den Befunden an veränderten Organen gegenübergestellt. Um bei allen Tieren vergleichbare Ultraschallbilder zu erhalten, wurde für diesen Teil der Arbeit nur ein einziger Schallkopf benutzt (10 MHz-Sektorschallkopf).

Material

3.2. Technische Ausstattung

3.2.1. Geräte zur Blutuntersuchung

Die Blutuntersuchungen wurden im Labor der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Klinische Radiologie der Freien Universität Berlin vorgenommen. In Einzelfällen wurden Blutbild und Differentialblutbild im Labor der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere erstellt.

Blutbild

Die Blutkörperchenzählung wurde von Zählautomaten (Beckmann Coulter T840; Cell Dyn 3500) durchgeführt, das Differentialblutbild wurde durch manuelle Auszählung oder ebenfalls durch einen Zählautomaten (Cell Dyn 3500) erstellt.

Klinische Chemie

Zur Messung von Harnstoff, Kreatinin, GOT, GPT und Glucose wurde ein Reflotron (Reflexionsphotometer der Firma Boehringer Mannheim) verwendet. Die ALP wurde mit einem PYE Unicam PU 8610 UV/UIS Kinetics Spectrophotometer der Firma Philips gemessen, da bei Messversuchen mit dem Reflotron erhebliche technische Schwierigkeiten auftraten. Die Messung des Gesamteiweiß im Serum erfolgte mittels eines Refraktometers.

3.2.2. Röntgengerät

Die Röntgenaufnahmen wurden mit der Philips Super 100 CP-Anlage der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Klinische Radiologie der Freien Universität Berlin angefertigt.

3.2.3. Ultraschallgeräte und Schallköpfe

3.2.3.1. 5 MHz-Linearschallkopf: Pie Medical Scanner 480 (Baujahr 1993)

Dieses transportable Gerät bietet ein Bild mit 64 Graustufen. Es ist mit einem Linear Array 5,0/ 7,5 MHz Doppelfrequenz-Endorektalschallkopf ausgestattet, der vom Hersteller auch für die Trächtigkeitsuntersuchung bei Kleintieren empfohlen wird.

Die Außenabmessungen des Schallkopfes betragen 12 x 1,5 cm, die Auflagefläche ist 8 x 1 cm groß.

Die maximale Eindringtiefe bei 5 MHz-Einstellung beträgt 12,6 cm; in 2,0; 3,5; 5,0 und 7,5 cm Tiefe kann elektronisch fokussiert werden. Für die Untersuchungen wurde eine Eindringtiefe von 6,3 cm mit Fokussierung in 2,0 und 3,5 cm Tiefe gewählt.

Die 7,5 MHz-Einstellung des Schallkopfes wurde nicht genutzt, da der damit erhältliche Bildausschnitt nur eine Breite von 2,6 bis 2,7 cm hat und somit für die Darstellung der Abdominalorgane zu klein ist. Mit der 5 MHz-Einstellung kann ein Bildausschnitt von 5,3 bis 5,4 cm Breite erfasst werden.

3.2.3.2. 7,5 MHz-Sektorschallkopf:

Esaote Biomedica Challenge (Baujahr 1998) / Caris (Baujahr 2000)

Dieses transportable Gerät bietet ein Bild mit 256 Graustufen. Das Gerät ist mit mehreren mechanischen Sektorschallköpfen ausgerüstet. Für die Kaninchen wurde der 7,5/ 10 MHz-Sektor-Schallkopf mit 7,5 MHz-Einstellung verwendet. Der Schallkopf hat eine punktförmige Auflagefläche. Die maximale wählbare Eindringtiefe bei 7,5 MHz-Einstellung beträgt 27 cm. Es können bis zu 4 Fokusebenen in verstellbarer Tiefe gewählt werden.

Der Abstrahlwinkel ist verstellbar zwischen 56°, 50°, 41°, 32° und 22°. Der Bildausschnitt ist bei diesem Schallkopf in 2 cm Tiefe maximal 6 cm breit (bei maximalem Abstrahlwinkel).

3.2.3.3. 10 MHz-Sektorschallkopf: Philips Orion (Baujahr 1992)

Dieses stationäre Gerät bietet ein Bild mit 64 Graustufen. Es können mehrere Schallköpfe angeschlossen werden. Für die Untersuchung der Kaninchen wurde der mechanische 10 MHz-Sektorschallkopf verwendet. Seine Auflagefläche ist 6 x 4 cm groß. Die maximale Eindringtiefe beträgt 5 cm, für die Untersuchungen wurde in der Regel eine Eindringtiefe von 4 cm gewählt. Die Fokusebene dieses Schallkopfes liegt bei 2 cm. Der Abstrahlwinkel beträgt 45°. Der Bildausschnitt ist bei diesem Schallkopf in 2 cm Tiefe 6 cm breit.

3.2.4. Dokumentationseinrichtungen für die Ultraschalluntersuchung

3.2.4.1. Videoprinter

Sony Video Graphic Printer (UP-890 CE)

Mit diesem Gerät wurden Standbilder von allen Untersuchungen mit dem 5 MHz-Linearschallkopf aufgenommen.

Sony Video Graphic Printer (UP-895 CE)

Mit diesem Gerät wurden Standbilder von allen Untersuchungen mit dem 7,5 MHz Schallkopf aufgenommen.

2 Untersuchungen wurden zusätzlich auf Videoband und mit der Multiformatkamera (s.u.) dokumentiert.

3.2.4.2. Multiformatkamera

Bei allen Untersuchungen mit dem 10 MHz-Sektorschallkopf wurden Standbilder mit einer Multiformatkamera des Typs uni quattro MX 4000 aufgenommen.

3.2.4.3. Videoaufzeichnungen

Die Untersuchungen mit dem 10 MHz-Schallkopf wurden komplett auf VHS-Videoband mitgeschnitten. Verwendet wurden VHS-Videorecorder der Marken Panasonic, Grundig und ITT.

3.2.5. Software

Für die Auswertung der Untersuchungsergebnisse und das Erstellen von Tabellen und Graphiken wurden die Microsoft-Programme Excel und SPSS verwendet. Zur Bearbeitung der Ultraschallbilder dienten die Programme Microsoft Photo Editor und Paint.

3.2.6. Bildbearbeitung

Die mittels Videoprinter ausgedruckten Ultraschallbilder wurden zur Bearbeitung mit einem Scanner (Epson Perfection 4870 Photo) eingelesen. Die Bilder der Multiformatkamera wurden am Leuchtkasten mit einer Digitalkamera (Casio QV-3000 EX /lr) abfotografiert.

3.3. Untersuchte Tiere

3.3.1. Definitionen

Alter

Als juvenil werden in dieser Arbeit alle Kaninchen bezeichnet, die jünger als 6 Monate sind. Mit 6 Monaten haben Kaninchen der untersuchten Rassen die Zuchtreife erreicht (KÖTSCHE und GOTTSCHALK 1990, PATTON 1994).

Einteilung in Größenklassen

Für die Auswertung der Untersuchungen mit dem 10 MHz-Sektorschallkopf wurden die Tiere nach Körpergröße in 4 Klassen eingeordnet, als Sortierungskriterium wurde dabei das Normalgewicht des adulten Tieres der jeweiligen Kaninchenrasse verwendet. Diese willkürliche Einteilung diente der besseren Übersicht über das heterogene Patientengut. Musste die Körpergröße der Tiere präzise beurteilt werden, so wurden dazu bei den geröntgten Tieren Skelettanteile im Röntgenbild vermessen (siehe 3.4.2.4.).

Tab. 11: Definition der Größenklassen

Klasse 1	Zwergrassen	Normalgewicht bis 2kg
Klasse 2	Kleine Rassen	Normalgewicht >2kg bis 3kg
Klasse 3	Mittelgroße Rassen	Normalgewicht >3kg bis 4kg
Klasse 4	Große Rassen	Normalgewicht >4kg

Für reinrassige Tiere konnten die Normalgewichte der Literatur entnommen werden (SCHLEY 1985). Bei Kreuzungstieren mit bekannten Ausgangsrassen konnten adulte normalgewichtige Tiere derselben Kreuzung zum Vergleich herangezogen werden. Die Heimtiere wurden zwar in der Regel als „Zwergkaninchen“ oder „Zwergwidder“ vorgestellt, es handelte sich bei ihnen aber überwiegend um Kreuzungstiere aus unbekanntem Ausgangsrassen. Eine Größenzuordnung nach Rassestandard war bei diesen Tieren nicht möglich; das Normalgewicht konnte nur anhand des aktuellen Gewichts und des Ernährungszustandes geschätzt werden.

Als echte „Zwergkaninchen“ werden in dieser Arbeit Tiere mit einem Normalgewicht von bis zu 2 kg bezeichnet. Als „Doppelzwerg“ werden die als „Zwergkaninchen“ vorgestellten Tiere klassifiziert, deren Normalgewicht über 2 kg lag. Die vorgestellten Zwergwidder hatten alle ein Normalgewicht über 2 kg und wurden daher zu den kleinen Rassen gezählt.

3.3.2. Abdomensonographie mit 5 MHz-Linearschallkopf

3.3.2.1. Untersuchte Tiere

Mit diesem Schallkopf wurden 61 Kaninchen untersucht.

Herkunft und Vorbericht

Es handelte sich um 55 Masttiere und 6 Versuchstiere. Alle 61 Tiere waren nach Vorbericht gesund.

Die Masttiere wurden in der landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsstation des Instituts für Kleintierzucht der Humboldt-Universität zu Berlin und beim Kleintierzüchterverein Zehlendorf untersucht. Die Untersuchung der Versuchstiere fand in den Zentralen Tierversuchslaboratorien der Freien Universität Berlin statt.

Körpergewicht und Rasse

Die 61 untersuchten Kaninchen hatten ein Körpergewicht von 1,8 bis 4,9 kg. Sie gehörten folgenden Rassen bzw. Kreuzungen an: Kreuzung Kalifornier x Russe/Hase/Holländer (27), Kalifornier (11), Weiße Neuseeländer (11), Großchinchilla-Mix (6), Weißgranne (3), Kleinwidder (2) und Russenkaninchen (1).

Alter

Unter den 61 untersuchten Tieren waren 44 juvenile (3 bis 5 Monate alte) und 17 adulte (6 Monate bis 3 Jahre alte) Kaninchen.

Geschlecht

Von den 61 Tieren waren 37 Rammler und 24 Häsinnen.

3.3.2.2. Sonographierte Organe

Bei den 61 Kaninchen wurden Leber, Gallenblase, Darm, Nieren und Harnblase untersucht. Die Milz konnte mit dem 5 MHz-Linearschallkopf wegen der schlechten Auflösung und Bildqualität nicht sicher identifiziert werden. Dasselbe traf auf Ovar und Uterus der größtenteils noch nicht geschlechtsreifen Häsinnen zu.

3.3.2.3. Überprüfung des Gesundheitszustandes der sonographierten Organe

Untersuchung der Tiere

Bei allen Tieren wurde eine klinische Untersuchung und eine Blutuntersuchung durchgeführt.

Untersuchung der Abdominalorgane post mortem/ post operationem

Bei den 55 Mastkaninchen konnte der Gesundheitszustand der Abdominalorgane nach der Schlachtung verifiziert werden.

3.3.3. Abdomensonographie mit 7,5 MHz-Sektorschallkopf

3.3.3.1. Untersuchte Tiere

Mit diesem Schallkopf wurden 17 Heimtiere untersucht. Es handelte sich um 2 Rammler und 15 Häsinnen. Das Körpergewicht der untersuchten Tiere lag zwischen 1,4 und 4,1 kg. Rasse, Alter, Vorbericht und untersuchte Organe werden zur besseren Übersicht unter 3.3.3.2. tabellarisch zusammengefasst.

3.3.3.2. Sonographierte Organe

Tab. 12: Untersuchungen mit 7,5 MHz-Sektorschallkopf

	Untersuchte Tiere		Untersuchte Organe								Operationsbefund? (3.3.3.3.)
	Geschlecht, Rasse und Alter	Vorbericht	Leber, Gallenblase	Ma-gen	Darm	Milz	Nie-ren	Harnblase	Ova-rien	Ute-rus	
Untersuchung des kompletten Abdomens bei 4 Tieren	Rammler, Zwerg, 5 Jahre	Schnupfen	1	1	1	1	1	1	-	-	
	Häsin, Zwergschecke, 3 Jahre	Durchfall	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Häsin, Großsilber, 0,5 Jahre	gedeckt	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Häsin, Kleinwider, 9,5 Jahre	inappetent, zeitweise aggressiv	1	1	1	1	1	1	1	1	
Untersuchung einzelner Organe bei 13 Tieren	Rammler, Großsilbermix, 2,5 Jahre	Tenesmus	0	0	1	0	0	1	-	-	
	Häsin, Zwergwider, 1 Jahr	"Harnträufeln"	0	0	0	0	0	1	1	1	
	Häsin, Doppeltzwerg, 5 Jahre	Blut im Urin	0	0	0	0	0	1	1	1	OHE
	Häsin, Kleinwider, 2 Jahre	Nymphomanie	0	0	0	0	0	1	1	1	OHE
	Häsin, Zwerg, 2 Jahre	Inappetent, UV im Abdomen	0	0	1	0	1	1	1	1	Probe-laparotomie
	Häsin, Kleinwider, 1,5 Jahre	Inappetent, Scheidenausfluss?	0	0	0	0	0	1	1	1	OHE
	Häsin, Zwerg, 1,5 Jahre	aggressiv	0	0	0	0	0	1	1	1	OHE
	Häsin, Zwergwider, 2 Jahre	Inappetent, Fieber, Strangurie	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Häsin, Doppeltzwerg, 5 Jahre	"dicker Bauch"	0	0	0	0	0	1	0	1	OHE
	Häsin, Zwerg, 5 Jahre	Inappetent, apathisch	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Häsin, Mix mittelgroß, 3 Jahre	Inkontinent, Scheidenausfluss?	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Häsin, Zwerg, 9 Jahre	leichte Kolik, Inkontinenz	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Häsin, Zwergwider, 1 Jahr	blutiger Urin	0	0	0	0	0	1	0	1	
Summe der Untersuchungen bei 17 Tieren			4	4	6	4	5	17	9	15	

(OHE: Ovariohysterektomie)

3.3.3.3. Überprüfung des Gesundheitszustandes der sonographierten Organe

Untersuchung der Tiere

Bei allen Tieren wurde vor der Sonographie eine klinische Untersuchung durchgeführt.

Eine Blutuntersuchung fand bei 5 der 17 Tiere statt.

Von 10 der 17 Tiere wurden Röntgenbilder ausgewertet (bei 4 Tieren selbst angefertigt, bei 6 Tieren von der überweisenden Tierärztin zur Verfügung gestellt)

Untersuchung der Abdominalorgane post mortem/ post operationem

(siehe Tab. 12)

Bei 5 Häsinnen konnte der Gesundheitszustand der Geschlechtsorgane verifiziert werden, da die Tiere nach der Sonographie ovariohysterektomiert wurden. Bei einer weiteren Häsin wurde im Anschluss an die Sonographie eine Probeparotomie durchgeführt, bei der alle Abdominalorgane beurteilt wurden.

3.3.4. Abdomensonographie mit 10 MHz-Sektorschallkopf

3.3.4.1. Untersuchte Tiere

Mit diesem Schallkopf wurden 77 Kaninchen untersucht.

Herkunft und Vorbericht

8 dieser 77 Kaninchen waren Masttiere aus dem Bestand der landwirtschaftlichen Lehr- und Versuchsstation des Instituts für Kleintierzucht der Humboldt-Universität.

Sie sollten aus folgenden Gründen gemerzt werden: Kaninchenschnupfen oder Abszesse am Kiefer (5x), ZNS-Störungen (2x) und Kümmern mit Kolik (1x).

2 der 77 Kaninchen waren Masttiere aus der Kaninchenschlachtere Schmid in Beelitz. Eines dieser beiden Tiere zeigte Koliksymptome, das andere war nach Vorbericht gesund.

8 der 77 Kaninchen waren laut Vorbericht gesunde Versuchstiere des Instituts für Parasitologie und Tropenveterinärmedizin der Freien Universität Berlin.

59 der 77 Kaninchen waren Heimtiere. Dabei handelte es sich um laut Vorbericht gesunde Kaninchen, die aufgrund persönlicher Kontakte zu den Besitzern zur Untersuchung kamen (13 Tiere), um Fundtiere, die vor ihrer Vermittlung untersucht wurden (6 Tiere) und um Patienten, die von Tierärztinnen zur Untersuchung des kompletten Abdomens (12 Tiere) oder einzelner Organe (28 Tiere) überwiesen wurden.

Indikationen für die Überweisung zur Sonographie waren (Mehrfachnennung möglich): Inappetenz oder Anorexie (13x), gestörtes Allgemeinbefinden (13x), palpierbare Umfangsvermehrung im Abdomen (8x), Blut im Urin (8x), ausgeprägte

Scheinträchtigkeit (8x), stark vermehrter Bauchumfang (5x), gestörter Harnabsatz (4x), dunkler Urin (2x) und Untersuchung zum Ausschluss von Nierenveränderungen (2x), zum Ausschluss von intraabdominalen Abszessen (1x) und zum Ausschluss von Trächtigkeit vor der Kastration (1x).

Körpergewicht

Das Gewicht der 77 untersuchten Tiere lag zwischen 0,82 kg und 5 kg; das leichteste adulte Tier wog 0,9 kg.

Größenklassen

Zur besseren Übersicht bei der Auswertung des sehr heterogenen Patientenguts wurden die Tiere willkürlich in Größenklassen eingeteilt (siehe 3.3.1.)

Tab. 13: Körpergröße der mit 10 MHz-Sektorschallkopf untersuchten Kaninchen

Klasse 1	Zwergrassen	Normalgewicht bis 2kg	28 Tiere untersucht
Klasse 2	Kleine Rassen	Normalgewicht >2kg bis 3kg	26 Tiere untersucht
Klasse 3	Mittelgroße Rassen	Normalgewicht >3kg bis 4kg	10 Tiere untersucht
Klasse 4	Große Rassen	Normalgewicht >4kg	13 Tiere untersucht
Summe			77 Tiere untersucht

Rassen

Die 77 untersuchten Kaninchen gehörten folgenden Rassen bzw. Kreuzungen an:

Tab. 14: Rassenzugehörigkeit der mit 10 MHz-Sektorschallkopf untersuchten Kaninchen

Größenklasse	Rasse	Tierzahl
1 (Zwerg)	Zwergkaninchen (incl. Rex- und Angorazwerge)	24
	Zwergschecke (English Butterfly)	4
2 (Klein)	"Doppelzwerg"	14
	Zwergwidder	7
	Holländer (auch Kreuzungen)	3
	Russe	2
3 (Mittelgroß)	Mix Großsilber-Zwergkaninchen	4
	Mix Deutscher Riese-kleine Rasse	3
	Deutsche Kleinwidder	2
	Hase	1
4 (Groß)	Großchinchilla-Kreuzungen	6
	Weißer Neuseeländer (auch Kreuzungen)	3
	Großsilber-Kreuzungen	3
	Kalifornier	1
Summe		77

Alter

Es wurden 5 juvenile und 72 adulte Kaninchen untersucht. Im Einzelnen ergab sich folgende Altersverteilung:

Tab. 15: Alter der mit 10 MHz-Sektorschallkopf untersuchten Kaninchen

	Alter	Tierzahl
juvenil	≥ 2 Monate und < 4 Monate	5
	≥ 4 Monate und < 6 Monate	0
adult	≥ 6 Monate und < 1 Jahr	8
	≥ 1 Jahr und < 3 Jahre	28
	≥ 3 Jahre und < 6 Jahre	22
	≥ 6 Jahre (bis 11 Jahre)	14
Summe		77

Geschlecht

Von den 77 untersuchten Kaninchen waren 27 Rammler und 50 Häsinnen.

11 der Rammler und 2 der Häsinnen waren kastriert.

Die große Zahl weiblicher Tiere kommt durch die Patienten zustande, die von Tierärztinnen zur Untersuchung einzelner Organe überwiesen wurden. Diese Tiere waren überwiegend Häsinnen, die aufgrund von Erkrankungen der Geschlechtsorgane überwiesen wurden.

3.3.4.2. Sonographierte Organe

Bei 49 der 77 Tiere wurde das komplette Abdomen sonographiert, d.h. Leber, Gallenblase, Milz, Magen-Darmtrakt, Nieren, Harnblase und bei den unkastrierten Häsinnen (27 dieser 49 Tiere) zusätzlich Ovarien und Uterus. Bei diesen 49 Tieren handelte es sich um 31 der Heimtierkaninchen sowie die 10 Mast- und 8 Versuchskaninchen.

Die übrigen 28 der 77 Tiere waren Heimtierpatienten, bei denen sich die sonographische Untersuchung aufgrund spezieller Indikationen auf einzelne Organe beschränkte. Die Untersuchungsdauer sollte in diesen Fällen möglichst kurz gehalten werden, um die kranken Kaninchen nicht unnötigem Stress auszusetzen. Bei diesen Tieren bezog sich die Untersuchung in erster Linie auf den Urogenitaltrakt, d.h. auf die weiblichen Geschlechtsorgane, die Nieren und die Harnblase. Bei der Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane wurden in der Regel auch die Harnblase und die linke Niere sonographiert, da sie als Orientierungspunkte beim Aufsuchen von Uterus und Ovar dienten. Auf die eingehende Sonographie der schwerer erreichbaren, weiter kranial gelegenen rechten Niere wurde in vielen Fällen verzichtet, um die Untersuchung abzukürzen.

Dies galt ganz besonders für Tiere mit umfangreichen Massen im Abdomen (z.B. Hydrometra), bei denen die nach kranial verdrängte rechte Niere von den ebenfalls nach kranial verdrängten Darmschlingen vollständig überlagert wurde. Ihre Darstellung wäre nur unter Schwierigkeiten mit größerem Zeitaufwand möglich gewesen, worauf angesichts der Kreislaufschwäche dieser Patienten verzichtet wurde.

Die Gesamtzahl der durchgeführten Untersuchungen wird zur besseren Übersicht tabellarisch dargestellt:

Tab. 16: Untersuchungen mit 10 MHz-Sektorschallkopf

	Untersuchte Tiere	Untersuchte Organe								
	Geschlecht	Leber, Gallen- blase	Milz	Ma- gen	Darm	rechte Niere	linke Niere	Harn- blase	Ova- rien	Ute- rus
Untersuchung des kompletten Abdomens bei 49 Tieren	21 Rammler (unkastriert und kastriert)	21	21	21	21	21	21	21	-	-
	1 kastrierte Häsin	1	1	1	1	1	1	1	-	-
	27 unkastrierte Häsinnen	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Untersuchung einzelner Organe bei 28 Tieren	6 Rammler (unkastriert und kastriert)	0	0	1	2	4	4	6	-	-
	1 kastrierte Häsin	0	0	0	1	1	1	1	-	-
	21 unkastrierte Häsinnen	0	1	1	3	3	10	21	15	21
Summe der Untersuchungen bei 77 Tieren		49	50	51	55	57	64	77	42	48

Bei 2 Tieren wurden Umfangsvermehrungen im Abdomen dargestellt, die nicht zum Urogenitaltrakt gehörten. Sie konnten 1x dem Darm und 1x keinem definierbaren Ausgangsgewebe zugeordnet werden.

3.3.4.3. Überprüfung des Gesundheitszustandes der sonographierten Organe

Untersuchung der Tiere

Bei allen 77 Tieren wurde ein Vorbericht aufgenommen und eine eigene klinische Untersuchung durchgeführt.

Bei 64 der 77 Tiere wurde für Diagnostik, Narkosevorbereitung oder Bestandskontrolle eine Blutuntersuchung vorgenommen. Bei den übrigen 13 Tieren wurde keine Blutuntersuchung durchgeführt, da keine Indikation für die Blutentnahme vorlag (12 Tiere) oder der Besitzer trotz dringender Indikation eine Blutentnahme ablehnte (ein Tier).

Von 56 der 77 sonographierten Kaninchen wurden Röntgenaufnahmen angefertigt. Bei 2 weiteren der 77 Tiere konnte auf eine bereits von der überweisenden Tierärztin durchgeführte Röntgenuntersuchung zurückgegriffen werden. Somit waren insgesamt Röntgenbefunde von 58 der 77 Kaninchen auszuwerten. In einigen Fällen waren dabei eindeutige Veränderungen einzelner Organe zu diagnostizieren (Organverkalkungen und Urolithiasis). Bei den übrigen 19 der 77 Tiere wurde aus Gründen des Strahlenschutzes auf eine Röntgenuntersuchung ohne Indikation verzichtet.

Untersuchung der Abdominalorgane post mortem/ post operationem

Bei 20 der 77 Tiere konnte der Gesundheitszustand aller Abdominalorgane nach der Sonographie verifiziert werden. Diese Tiere starben oder wurden euthanasiert und konnten zur Sektion gegeben werden.

Bei weiteren 18 der 77 Tiere konnte der Gesundheitszustand von Ovarien und Uterus nach der Sonographie verifiziert werden, da diese Tiere ovariohysterektomiert wurden. Bei einem der 77 Tiere konnte der sonographisch erhobene Blasenbefund bei der anschließend durchgeführten Zystotomie überprüft werden.

Methoden

3.4. Methodik und Auswertung der Untersuchungen

3.4.1. Einarbeitung: Untersuchung von Organen im Wasserbad

Die ersten sonographischen Untersuchungen wurden zur Einarbeitung an isolierten Organen im Wasserbad mit dem 10 MHz-Sektorschallkopf vorgenommen.

Isolierte Nieren von euthanasierten Kaninchen wurden im Wasserbad sonographisch untersucht, um das Bild der verschiedenen Schnittebenen zu erarbeiten. Diese Grundlagenkenntnisse waren erforderlich, um bei den folgenden Untersuchungen in vivo die Schnittebenen korrekt einzustellen und Schrägschnitte bei der Größenmessung des Organs zu vermeiden.

Außerdem wurden im Wasserbad unveränderte weibliche Geschlechtsorgane untersucht. Ovarien und Uterus hätten bei der Untersuchung in vivo mit benachbarten Strukturen (z.B. Darm) verwechselt werden können. Daher war es notwendig, zunächst das Normalbild am isolierten Organ zu erarbeiten.

3.4.2. Untersuchungen am Tier zur Beurteilung des Gesundheitszustandes der Abdominalorgane

3.4.2.1. Einleitung

Kaninchen zeigen nur selten eindeutige Krankheitssymptome. Viele Symptome werden von Besitzern oder Pflegern nicht bemerkt. Treten deutliche Krankheitserscheinungen auf, kann von der meist unspezifischen Symptomatik (z.B. Anorexie) nicht auf die Erkrankung eines bestimmten Organs geschlossen werden.

Ausgehend von dieser Problematik war eine gründliche Untersuchung der Patienten mit bewährten diagnostischen Methoden aus folgenden Gründen unbedingt notwendig:

Es sollte die sonographische Anatomie des gesunden Kaninchenabdomens erarbeitet werden. Allein der Vorbericht „gesundes Kaninchen“ rechtfertigte aber nicht die Annahme, dass alle

Abdominalorgane des Tieres unverändert seien. Ebenso wenig lag bei laut Vorbericht kranken Kaninchen unbedingt eine Veränderung der Abdominalorgane vor.

Pathologisch erscheinende Sonographiebefunde sollten im Zusammenhang mit anderen Untersuchungsergebnissen interpretiert und durch bekannte Untersuchungsmethoden abgesichert werden. Durch die umfassende Untersuchung der Patienten sollten außerdem die Möglichkeiten, die die verschiedenen diagnostischen Verfahren boten, miteinander verglichen werden.

3.4.2.2. Klinische Untersuchungen

Anamnese

Bei den Mast- und Versuchstieren beschränkten sich die Angaben der Pfleger meist auf eine Einschätzung des Allgemeinzustandes. Bei der Untersuchung von Heimtieren konnten dem Halter genauere Fragen zu Verhalten, Futter- und Wasseraufnahme, Kot- und Harnabsatz, Vorerkrankungen, Vorbehandlungen und gegebenenfalls Dauer und Entwicklung der Symptomatik gestellt werden.

Eigene klinische Untersuchung

Bei der eigenen klinischen Untersuchung wurden Ernährungs- und Allgemeinzustand der Kaninchen beurteilt. Die Tiere wurden durch Adspektion und Palpation auf Anzeichen einer Erkrankung abdominaler Organe untersucht.

3.4.2.3. Blutuntersuchungen

Methodik der Blutentnahme

Bei den Schlachttieren wurde bei der Schlachtung Blut aus den Halsschlagadern aufgefangen. Bei den übrigen Tieren wurde, soweit für Diagnostik oder Bestandskontrolle erforderlich, Blut aus der Vena saphena lateralis entnommen.

Auswertung der Messwerte

Es wurden ein Blutbild und ein Differentialblutbild angefertigt, um insbesondere Infektionen und Anämien zu diagnostizieren.

Die Nierenfunktion wurde anhand der Parameter Harnstoff und Kreatinin beurteilt.

Zur Beurteilung der Lebergesundheit wurden GOT, GPT und ALP gemessen. Zur Beurteilung der Leberfunktion diente außerdem die Bestimmung des Gesamteiweißgehalts im Serum.

Zusätzlich wurde bei jedem Tier die Blutglucose gemessen.

Die Messergebnisse wurden anhand der Referenzwerte beurteilt, die der Literatur entnommen wurden (siehe 2.4.).

3.4.2.4. Röntgenuntersuchungen

Vorbereitung und Lagerung der Tiere

Die unseidierten Kaninchen wurden von 2 Personen fixiert und in laterolateralem und ventrodorsalem Strahlengang geröntgt.

Beurteilung der Abdominalorgane

Es wurden die Abgrenzbarkeit, Lage, Form und Röntgendichte der Abdominalorgane bewertet.

Die Röntgendichte wurde nach folgender Skala beurteilt (nach KEALY 1979):

Tab. 17: Definition der Röntgendichten

Bezeichnung der Röntgendichte	"Farbe"	Vorkommen der Röntgendichte
gasdicht	schwarz	Gas; Luft
fettdicht	dunkelgrau	Fett
weichteildicht	hellgrau	Weichteilgewebe; Flüssigkeit
knochendicht	zart-weiß	Knochen; Verkalkungen
kontrastmitteldicht	leuchtend-weiß	Kontrastmittel; Metall

Größenmessungen

Nierenlänge, Nierenbreite (lateromediale Ausdehnung in der ventrodorsalen Aufnahme) und Nierentiefe (ventrodorsale Ausdehnung in der laterolateralen Aufnahme) wurden gemessen.

Der Uterusdurchmesser wurde in der laterolateralen Aufnahme in Höhe des letzten Lendenwirbels bestimmt. Dort war die geringste Verfälschung des Messergebnisses durch Überlagerung und Summation der beiden Hörner zu erwarten, da der gesunde Uterus auf dieser Höhe optisch am dünnsten erschien.

Errechnung relativer Organgrößen

Um die Nierengröße bei Patienten verschiedener Körpergröße vergleichen zu können, wurde die gemessene absolute Nierengröße ins Verhältnis zur Länge des benachbarten 2. Lendenwirbels gesetzt (Standardisierung der röntgenologischen Größenmessung nach FEENEY et al (1979) und LEE und LEOWIJUK (1982)):

$$\text{Relative Nierenlänge / -breite / -tiefe} = \frac{\text{Absolute Nierenlänge / -breite / -tiefe}}{\text{Länge 2. Lendenwirbel}}$$

3.4.3. Ultraschalluntersuchungen

3.4.3.1. Vorbereitung der Kaninchen und der Haut

Eine gezielte Nüchterung der Kaninchen vor der Untersuchung erschien aus folgenden Gründen nicht sinnvoll: Wie aus der Literatur bekannt ist, entleert sich der Verdauungstrakt des Kaninchens nur sehr langsam. Außerdem kann Fasten bei diesen Tieren zu einer gefährlichen Schädigung der Darmflora führen (siehe 2.2.1.). Die Tiere kamen nur nüchtern zur Untersuchung, wenn ihnen wegen der bevorstehenden Schlachtung das Futter entzogen worden war (11 Masttiere) oder wenn sie das Futter verweigerten (17 kranke Heimtiere).

Die Heimtiere sollten mit gefüllter Blase zur Sonographie kommen. Bei manchem Heimtierkaninchen konnte der Harnabsatz vermieden werden, wenn es der Besitzer in der Zeit vor der Untersuchung auf dem Arm trug. Auch in Transportkisten vermieden es einige Tiere, Harn abzusetzen. Die Kaninchen durften vor der Sonographie nur wenig manipuliert werden, da sie bei Aufregung gelegentlich die Blase entleerten. Aus diesem Grund wurde die Harnblase stets als erstes Organ sonographiert. Reichte die Füllung zu Beginn der Untersuchung nicht aus, wurde die Blasenultraschalluntersuchung zum Abschluss wiederholt. Die Gabe von Furosemid (2 bis 5 mg/ kg Körpergewicht i.m. oder s.c.) führte innerhalb von ca. 10 bis 15 Minuten zu einer guten Blasenfüllung. Eine solche Injektion wurde aber nicht routinemäßig, sondern nur bei einzelnen Patienten mit entsprechender Indikation vorgenommen.

Die Kaninchen wurden für die Untersuchung nicht sediert.

Bei allen untersuchten Tieren wurde das Fell sorgfältig geschoren. Das feine und dichte Kaninchenfell stellte besondere Ansprüche an die Schermaschine. Verwendet wurden eine Aesculap-Favorita-Schermaschine mit einem Scherkopf mit ½ mm-Schnitthöhe oder eine Moser Genio. Für die Sonographie aller Abdominalorgane wurde die Bauchbehaarung zwischen Rippenbogen und Beckeneingang entfernt. Um Nieren und Eierstöcke von lateral darstellen zu können, wurde auch ein Teil der seitlichen Bauchwand geschoren. Um Verletzungen durch den Scherkopf zu vermeiden, mussten die Tiere während des Scherens besonders gut fixiert werden. Ihre Haut wurde dabei stets mit einer Hand gespannt gehalten. Nach dem Scheren wurde Alkohol (Hospisept^R) auf die Haut aufgetragen. Auch das am Rand verbleibende Fell wurde dabei angefeuchtet und zur Seite gestrichen. Dann wurde reichlich Ultraschallgel aufgetragen und leicht einmassiert.

3.4.3.2. Lagerung der Kaninchen

Die Kaninchen wurden zum Scheren und zur Sonographie auf einem Handtuch auf dem Schoß einer Hilfsperson gelagert (Abb. 2).

Die Tiere wurden in Rückenlage gebracht, Kopf und Oberkörper blieben dabei in unterschiedlichem Maße angehoben. Bei kreislaufunfähigen oder schweratmigen Patienten wurden Kopf und Oberkörper möglichst aufrecht gehalten. Dies galt insbesondere für Tiere mit raumfordernden Prozessen im Abdomen (Hochträchtigkeit, Aszites, Hydrometra). Die Hilfsperson wurde in solchen Fällen vor der Untersuchung auf die Schockgefahr hingewiesen und gebeten, das Tier im Notfall sofort wieder aufzusetzen.

Zum Fixieren des Kaninchens griff die Hilfsperson mit einer Hand hinter den Vorderbeinen um seinen Brustkorb und hielt mit der anderen Hand seine Hinterfüße gestreckt. Kopf und Oberkörper des Tieres drückte sie sanft an sich, während sie den Körper seitlich mit Unterarm und Oberschenkeln stabilisierte. Diese Methode ähnelt dem von BURGMANN (1991) für den Umgang mit Heimtieren beschriebenen „Burgmann-Bunny-Grip“. Die Kaninchen können in dieser Haltung nicht kräftig treten und sich die Wirbelsäule nicht verletzen.

3.4.3.3. Schallpositionen

Die Schallpositionen für die Darstellung der Abdominalorgane wurden zunächst nach den Literaturangaben über die Sonographie von Katzen und Meerschweinchen gewählt. Diese Tierarten sind dem Kaninchen von der Körpergröße her am ähnlichsten. Einige Schallpositionen wurden im Laufe der Untersuchungen an die spezifischen anatomischen Verhältnisse beim Kaninchen angepasst.

Leber und Gallenblase

Zur Leber- und Gallenblasensonographie wurde der Schallkopf kaudal des Rippenbogens aufgesetzt und nach kranial gekippt. Von der Medianen aus wurde er nach lateral verschoben, um das gesamte Leberparenchym durchzumustern.

Magen-Darmtrakt

Der Magen wurde kaudal der Leber aufgesucht.

Aufgrund der Anatomie des Kaninchens waren Dünndarmanteile v.a. in der linken Hälfte des Abdomens zu erwarten, während die rechte Hälfte des Kaninchenabdomens von Zäkum und Kolon eingenommen wird. Das Rektum wurde dorsal der Blase aufgesucht.

Milz

Es wurde versucht, die Milz von ventral oder von der linken Seite aus darzustellen. Der Schallkopf wurde dazu hinter dem Rippenbogen aufgesetzt.

Nieren

Die Nierendarstellung wurde von ventral und von lateral durchgeführt. Für den ventralen Zugang wurde der Schallkopf kaudal des Nabels links und rechts paramedian senkrecht zur Bauchdecke aufgesetzt und nach lateral gekippt. Die Darstellung von lateral erfolgte, indem der Schallkopf kaudal des Rippenbogens ventral der Lendenwirbelquerfortsätze aufgesetzt wurde. Für die Darstellung der rechten Niere wurde der kaudal des Rippenbogens aufgesetzte Schallkopf nach kranial gekippt.

Harnblase

Zur Darstellung der Harnblase wurde der Schallkopf in der Medianen kranial des Schambeins aufgesetzt.



Abb. 2: Lagerung eines Kaninchens für die Ultraschalluntersuchung des Abdomens

Ovarien

Zur Darstellung der Ovarien wurde der Schallkopf lateral parallel zur Körperachse aufgesetzt und zunächst ein Dorsalschnitt der Niere eingestellt. Dann wurde der Schallkopf soweit nach kaudal verschoben, dass der Kaudalpol der Niere gerade noch im Bild war. Das Ovar wurde dann im spitzen Winkel zwischen laterokaudalem Nierenrand und Haut-Muskel-Schicht aufgesucht.

Uterus

Der Uterus wurde dorsal der Harnblase aufgesucht, die dabei als Schallfenster diente.

3.4.3.4. Auswertung der sonographischen Untersuchungen

Befunderhebung

Unmittelbar nach jeder Sonographie wurden besondere Auffälligkeiten schriftlich festgehalten. Die detaillierte Auswertung der Befunde erfolgte kurze Zeit nach der Untersuchung in erster Linie anhand der Printer- oder Multiformatfotos. Zusätzlich wurden die Videoaufnahmen wiederholt durchgemustert.

Für die Auswertung subjektiver Sonographiebefunde wurden zunächst Skalen der möglichen Merkmalsausprägungen erstellt. Je nach Charakter des beurteilten Merkmals entstanden nominale oder ordinale Skalen, die eine einheitliche und systematische Auswertung dieser Befunde ermöglichten.

Echogenität:

Die möglichen Merkmalsausprägungen für die Echogenität eines Gewebes wurden in folgender Abstufung definiert:

Tab. 18: Definition der Echogenität

Bezeichnung der Echogenität	"Farbe"
echolos mit distaler Schallverstärkung	schwarz, "darunter" (d.h. schallkopffern) weiß
echolos ohne distale Schallverstärkung	schwarz
echoarm	fast schwarz, einzelne Echos
mäßig echogen	dunkelgrau
mittlere Echogenität	grau
sehr echogen	hellgrau, fast weiß
äußerst echogen	weiß
äußerst echogen mit Schallschatten	leuchtend weiß, "darunter", (d.h.schallkopffern) schwarz

Diese subjektive Beschreibung der absoluten Echogenität wurde wenn möglich ergänzt durch eine Beurteilung der relativen Echogenität. Dazu wurde die Echogenität des untersuchten Gewebes mit der eines angrenzenden Gewebes in selber Entfernung vom Schallkopf verglichen.

Körnung:

Die möglichen Merkmalsausprägungen für die Körnung eines Gewebes im Ultraschallbild wurden in folgender Abstufung definiert:

Tab. 19: Definition der Körnung

Bezeichnung der Körnung	optischer Eindruck des Gewebes
sehr fein	sehr dichte Innenstruktur
fein	dichte Innenstruktur
mittel	
grob	lockere Innenstruktur
sehr grob	sehr lockere Innenstruktur

Weitere Merkmale:

Weitere Merkmale mussten für jedes Organ einzeln definiert werden.

3.4.3.5. Sonographische Größenmessungen

Methodik

Organvermessungen wurden während der Untersuchung mit den in die Ultraschallgeräte integrierten Messeinrichtungen durchgeführt. Einzelne Werte wurden anhand der Printer- und Multiformatfotos und Videoaufnahmen kontrolliert und ergänzt.

Angaben über die Methodik sonographischer Größenmessungen bei der Abdomensonographie von Kleinsäugetieren sind der Literatur nicht zu entnehmen. Die grundlegende Methodik für die sonographische Messung von Abdominalorganen orientierte sich daher an den Literaturangaben über die Ultraschalluntersuchung von Hunden und Katzen. Sie wurde dann den Verhältnissen beim Kaninchen soweit erforderlich angepasst.

Gemessene Größen:

Größenmessungen wurden an folgenden Organen vorgenommen:

Tab. 20: Sonographisch gemessene Größen

Organ	Messungen
Gallenblase	Länge und Durchmesser
Milz	Länge, Breite und Tiefe
Magen	Wanddicke
Darm	Wanddicke
Nieren	Länge, Breite und Tiefe
Harnblase	Wanddicke
Ovarien	Länge und Durchmesser
Uterus	Durchmesser im Längs- und Querschnitt, bei unregelmäßiger Dicke minimaler und maximaler Durchmesser

Errechnung der sonographischen Messwerte

Konnte eine Organgröße in mehreren Ebenen gemessen werden, so wurde das arithmetische Mittel dieser Messungen gebildet. Der so errechnete Wert wurde als „sonographischer Messwert“ bezeichnet.

Errechnung relativer Organgrößen (Niere)

Da Kaninchen sehr unterschiedlicher Körpergröße untersucht wurden, konnten die gemessenen absoluten Nierengrößen nicht direkt miteinander verglichen werden. Bei allen Kaninchen, von denen ein Röntgenbild vorlag, wurden daher die absoluten sonographischen Messwerte der Nierengröße in Relation zur Länge des 2. Lendenwirbels gesetzt. Mit dieser Methode, die bereits bei der Auswertung der Röntgenuntersuchungen angewendet wurde (siehe 3.4.2.4.), konnten die Größenmessungen standardisiert werden.

3.4.3.6. Beurteilung der Messgenauigkeit bei sonographischen Größenmessungen

Wenn möglich wurden die sonographisch gemessenen Organgrößen mit den anschließend makroskopisch gemessenen Werten verglichen (Messung bei Sektion oder post operationem; siehe 3.4.4.). Zunächst wurde die Differenz zwischen sonographischem Messwert und makroskopischem Messwert gebildet. Diese Differenz wurde als absoluter Messfehler bezeichnet (Angabe in mm).

Setzt man den absoluten Messfehler ins Verhältnis zu der Größe, die gemessen werden sollte, so ergibt sich der relative Messfehler. Dieser Wert erlaubt eine Beurteilung der Messgenauigkeit. Er wurde errechnet aus dem absoluten Messfehler dividiert durch den makroskopischen Messwert.

Bei diesen Berechnungen wurden die makroskopisch gemessenen Organgrößen als „tatsächliche Organgröße“ angesehen, Messungenauigkeiten der Schublehre wurden nicht berücksichtigt.

3.4.4. Untersuchungen der Abdominalorgane post mortem / post operationem

Bei den Kaninchen, deren Bauchhöhle im Anschluss an die Sonographie eröffnet wurde (bei Schlachtung, Sektion oder Laparotomie), konnten die vorher erhobenen Befunde an den Abdominalorganen verifiziert werden.

3.4.4.1. Makroskopische Untersuchungen und Messungen

Abdomensonographie mit 5 MHz-Linearschallkopf

55 der 61 Kaninchen wurden nach der Sonographie geschlachtet. Ihre Abdominalorgane wurden direkt nach der Schlachtung makroskopisch untersucht. Nieren und Gallenblase wurden mit einer Schublehre bis auf 0,5 mm genau vermessen.

Abdomensonographie mit 7,5 MHz-Sektorschallkopf

Von den 4 Häsinnen, die nach der Sonographie ovariohysterektomiert wurden, liegen die Operationsbefunde der überweisenden Tierärztinnen vor. Bei einer weiteren Häsin wurden sämtliche Abdominalorgane bei einer Probelaparotomie vom Autor makroskopisch untersucht. Bei der Operation wurden Ovarien, Uterus und mehrere Umfangsvermehrungen des Gekröses entnommen und mit der Schublehre auf 0,5 mm genau vermessen.

Abdomensonographie mit 10 MHz-Sektorschallkopf

20 der 77 Tiere kamen zur Sektion. 8 der 20 Sektionen wurden vom Autor selbst durchgeführt, 12 Sektionen nahmen Mitarbeiter des Instituts für Veterinärpathologie der Freien Universität Berlin vor. Bei insgesamt 16 der 20 Sektionen konnte der Autor die Organe selbst begutachten und mit der Schublehre auf 0,5 mm genau vermessen.

18 der 77 Kaninchen wurden nach der Sonographie ovariohysterektomiert. In 14 der Fälle konnte der Autor die entnommenen Geschlechtsorgane selbst begutachten und mit der Schublehre auf 0,5 mm genau vermessen. Von den übrigen 4 Tieren liegen die Operationsbefunde der überweisenden Tierärztinnen vor.

Bei einem der 77 Kaninchen wurde nach der Sonographie eine Zystotomie durchgeführt, von diesem Patienten liegt ebenfalls der Operationsbefund der überweisenden Tierärztin vor.

3.4.4.2. Pathohistologische Untersuchungen

Ausgewählte Organe der sonographierten Kaninchen wurden zur pathohistologischen Untersuchung eingesandt. Diese Untersuchungen fanden im Institut für Veterinärpathologie der Freien Universität Berlin statt.

Abdomensonographie mit 7,5 MHz-Sektorschallkopf

Ovarien und Uteri der 4 ovariohysterektomierten Häsinnen wurden zur pathohistologischen Untersuchung eingesandt. Ebenfalls zur pathohistologischen Untersuchung kamen Ovarien, Uterus und Proben von Darm und Gekröse der Häsin, bei der eine Probelaparotomie durchgeführt wurde.

Abdomensonographie mit 10 MHz-Sektorschallkopf

Zur pathohistologischen Untersuchung kamen Abdominalorgane der 20 seziierten Kaninchen und die Ovarien und Uteri von 14 der 18 Häsinnen, die nach der Sonographie ovariohysterektomiert wurden.

3.4.5. Anmerkungen zur statistischen Auswertung

Rundungen

Rundungen in den Tabellen und Summenberechnungen wurden von den Programmen Excel und SPSS selbstständig vorgenommen.

Prozentzahlen

In den Tabellen und im Text werden nur gerundete ganzzahlige Prozentwerte angegeben. Bei der Berechnung von Summen verwenden die Programme aber die nicht-gerundeten Prozentzahlen. Deshalb ergeben die prozentualen Anteile in der Summe trotz Rundungsfehlern immer 100%.

Vergleich verschiedener Tiergruppen

Um Messwerte und Befunde bei verschiedenen Tiergruppen (z.B. gesunde und kranke Tiere) vergleichen zu können, wurden folgende Werte berechnet:

Prozentzahlen:

Um den Anteil bestimmter Befunde in verschiedenen Tiergruppen zu vergleichen, wurden Prozentwerte gebildet.

Perzentile:

Bei Gruppen von mehr als 10 Messwerten wurde nicht nur die Spanne aller Messwerte angegeben, sondern daneben ein Perzentil 10% bis 90% berechnet. Dadurch wurden einzelne Extremmesswerte ausgeschlossen und der Vergleich der Messwerte in verschiedenen Gruppen erleichtert.

Die Berechnung von Mittelwerten mit Standardabweichungen war dagegen nicht sinnvoll, da:

- die Tiergruppen verhältnismäßig klein waren.
- nicht automatisch von einer symmetrischen Verteilung der Merkmale ausgegangen werden konnte.

Box-and-Whiskers-Plots:

Um den Vergleich von Messwerten verschiedener Gruppen anschaulicher zu machen, wurden Perzentile, Median und Extremwerte in Form von Box-and-Whiskers-Plots dargestellt. Dabei stellt die „Box“ den Bereich zwischen dem 25%- und dem 75%-Quartil dar, beinhaltet also 50% der Werte. Innerhalb der Box wird der Median durch eine horizontale Linie dargestellt. Die „Whiskers“ stellen die Spanne zwischen Minimal- und Maximalwert dar, sofern dabei die Länge eines Whiskers die 1,5-fache Boxlänge nicht überschreitet. Werte, die zwischen der 1,5-fachen und der 3-fachen Boxlänge vom Boxrand entfernt liegen, werden als „Ausreißer“ einzeln jeweils mit einem „O“ („Outlier“) dargestellt. Sollten Werte auftreten, die mehr als die 3-fache Boxlänge vom Boxrand entfernt liegen, würden sie als „Extreme Ausreißer“ mit einem „X“ dargestellt.