Die transkutane Sonographie des Hodens beim kryptorchiden Hengst



INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des Doktorgrades beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

ULRICH BRAXMAIER



Aus der Chirurgischen Veterinärklinik Professur für Chirurgie des Pferdes der Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. L.-F. Litzke

Die transkutane Sonographie des Hodens beim kryptorchiden Hengst

INAUGURAL-DISSERTATION zur Erlangung des Doktorgrades beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

> Eingereicht von ULRICH BRAXMAIER Tierarzt aus Aschaffenburg

> > Gießen 2003

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. B. Hoffmann

Berichterstatter: Prof. Dr. L.-F. Litzke

Berichterstatter: Hdoz. Dr. A. Moritz

Tag der mündlichen Prüfung: 05. Mai 2003

NIEMAND WEIß, WIE WEIT SEINE KRÄFTE GEHEN, BIS ER SIE VERSUCHT HAT. Johann Wolfgang von Goethe

Meinen Eltern

Molly und Horst Braxmaier

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung und Aufgabenstellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Sonographie	3
2.1.1. Physikalische Grundlagen der Sonographie	3
2.1.1.1. Definition von Ultraschall	3
2.1.1.2. Aufbau eines Ultraschallgerätes	3
2.1.1.3. Schallwellenerzeugung	8
2.1.1.4. Schallwellenausbreitung in biologischem Gewebe	9
2.1.1.5. Bildaufbau	12
2.1.2. Befundbeschreibung	13
2.1.3. Artefakte in der Sonographie	14
2.1.3.1. Nebenkeulenartefakt	15
2.1.3.2. Rauschen	15
2.1.3.3. Relative distale Echoverstärkung	16
2.1.3.4. Randschatten (Tangential- oder Abtropfphänomen)	16
2.1.3.5. Schallschatten distal von Knochen und Luft	17
2.1.3.6. Revertebration	17
2.1.3.7. Kometenschweifartefakt	17
2.1.3.8. Geometrische Verzeichnungen	18

2.1.3.9. Spiegelartefakt	18
2.1.3.10. Schichtdickenartefakt	19
2.2. Anatomische Grundlagen	20
2.2.1. Makroskopische und mikroskopische Anatomie von Hoden	۱,
Nebenhoden und anliegenden Strukturen	20
2.2.1.1. Die Hodenhüllen	20
2.2.1.2. Der Hoden	21
2.2.1.3. Der Nebenhoden	22
2.2.1.4. Der Samenstrang	23
2.2.1.5. Die Lage von Hoden und Nebenhoden	23
2.2.1.6. Der Leistenspalt	23
2.2.2. Sonographische Anatomie	26
2.3. Kryptorchismus	28
2.3.1. Definition und Entstehung	28
2.3.2. Unterteilung der verschiedenen Kryptorchismusformen	34
2.3.3. Kryptorchismus beim Pferd	36
2.4. Diagnostik des kryptorchiden Hengstes	38
2.4.1. Klinische Diagnostik	38
2.4.2. Hormonelle Diagnostik	40
2.4.3. Sonographische Diagnostik	45

2.5. Sonographische Befunde bei Hodenerkrankungen	50
3. Material und Methoden	53
3.1. Tiermaterial	53
3.1.1. Kontrollgruppe	53
3.1.2. Kryptorchide Hengste	54
3.2. Technisches Equipment	55
3.3. Untersuchungsverfahren	56
3.3.1. Klinische Untersuchung	56
3.3.2. Sonographische Untersuchung am stehenden Tier	56
3.3.3. Kastration	58
3.3.3.1. Kastration in Rückenlage	58
3.3.3.2. Laparoskopische Kastration	59
3.3.3.3. Befundung	60
3.3.4. Sonographische Untersuchung am isolierten Hoden	60
3.3.5. Biometrie	60
4. Ergebnisse	63
4.1. Palpationsbefunde	63
4.2. Sonographische Befunde	65

4.2.1. Der Leistenkanal	65
4.2.2. Der intraskrotal gelegene Hoden	68
4.2.3. Der oberflächlich inguinal gelegene Hoden	70
4.2.4. Der tief inguinal gelegene Hoden	72
4.2.5. Der unvollständig abdominal gelegene Hoden	74
4.2.6. Der vollständig abdominal gelegene Hoden	76
4.2.7. Präoperative sonographische Messungen am Hoden	76
4.2.8. Zusammenfassung der sonographisch erhobenen Befun	de 78
4.3. Kastrationsbefunde	80
4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden	84
4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde	84 86
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 	84 86 86
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 	84 86 86 89
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Paris 	84 86 86 89 alpations-
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Paund Operationsbefunde 	84 86 86 89 alpations- 93
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Paund Operationsbefunde 4.5.4. Vergleich der Lokalisation der kryptorchiden Hoden zu 	84 86 86 89 alpations- 93
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Paund Operationsbefunde 4.5.4. Vergleich der Lokalisation der kryptorchiden Hoden zu Rassengröße 	84 86 86 89 alpations- 93 ur 95
 4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden 4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde 4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde 4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde 4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Paund Operationsbefunde 4.5.4. Vergleich der Lokalisation der kryptorchiden Hoden zu Rassengröße 4.5.5. Vergleich der sonographischen Auffindungsrate in Abb 	84 86 86 89 alpations- 93 93 95 hängigkeit

4.5.6. Vergleich der prä- und postoperativ bestimmten Hodenvo	lumina
	98
4.5.7. Einfluss des Trainingseffektes auf das sonographische	
Untersuchungsergebnis	102
4.6. Monorchismus	104
5. Diskussion	106
6. Zusammenfassung	116
7. Summary	119
8. Literaturverzeichnis	121
9. Tabellarische Erfassung aller Daten	150
10. Abkürzungsverzeichnis	160
Danksagung	161

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Kryptorchismus oder Verborgenhodigkeit stellt schon von jeher ein Problem im Bereich der Pferdehaltung dar.

Unerwünscht hengstiges Verhalten schränkt die leistungsbezogene Nutzbarkeit eines Spitzhengstes ein und die vermutete genetische Prädisposition die züchterische Einsetzbarkeit. Deckverhalten wiederum verhindert die Unterbringung auf Gemeinschaftsweiden mit Stuten und kann schlimmstenfalls zu finanziellen Verlusten oder Schadensersatzklagen durch Fehlbedeckungen führen. Ein weiterer Risikofaktor ist die in der Literatur erwähnte Assoziation zwischen kryptorchiden Hoden und erhöhter Neoplasiegefahr (SMITH et al., 1989; HUNT et al. 1990; HAY et al., 1997).

Zudem zeigt eine 1986 an 16 nordamerikanischen tiermedizinischen Universitäten retrospektiv durchgeführte Studie die Häufigkeit dieser Problematik. Bei 58.559 vorgestellten Hengsten wurden 5018 Fälle von Kryptorchismus mit einer signifikanten Rassendisposition und 14 Neoplasien diagnostiziert (HAYES, 1986).

Auch wenn diese Zahlen für den europäischen Raum nicht zwangsläufig repräsentativ sein müssen, unterstreichen sie doch in Kombination mit den oben erwähnten Risiken die große Bedeutung, die einer korrekten Diagnostik von kryptorchiden Hengsten beigemessen werden muss.

1

Der Diagnostik kommt sowohl die Aufgabe zu, kryptorchide Hengste zuverlässig zu identifizieren, als auch durch eine möglichst genaue Lokalisation der gesuchten Hoden wichtige Hinweise zur Operationsplanung und zur Einschätzung des Operationsrisikos zu liefern.

In der vorliegenden Arbeit wird die Tauglichkeit der transkutanen Sonographie als nichtinvasive Methode unter Berücksichtigung alternativer Diagnoseverfahren untersucht. Es gilt insbesondere, die Effektivität und Zuverlässigkeit der transkutanen Sonographie als auch die Praktikabilität und mögliche Risiken der Methode zu erfassen.

2. Literaturübersicht

2.1. Sonographie

2.1.1. Physikalische Grundlagen der Sonographie

2.1.1.1. Definition von Ultraschall

Als Ultraschall werden Schallwellen oberhalb der menschlichen Hörschwelle von maximal 20.000 Hz bezeichnet. In der Medizin liegt der diagnostisch genutzte Bereich hauptsächlich zwischen 1-10 MHz, selten auch bis 15 MHz (FRITSCH u. GERWING, 1993). Schallwellen sind elastische Wellen, die abwechselnd durch Molekülverdichtung und anschließender -verdünnung in einem deformierbaren Medium weitergeleitet werden. Somit ist die Ausbreitung der Ultraschallwellen von den physikalischen Eigenschaften des Trägermediums abhängig und wird von diesen beeinflusst (KAARMANN u. WESSEL, 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993).

2.1.1.2. Aufbau eines Ultraschallgerätes

Ein modernes Ultraschallgerät besteht aus drei Hauptkomponenten:

- 1. Ultraschallapplikator (Schallkopf)
- 2. Ultraschallgerät
- 3. Monitor

1. Der *Applikator, Transducer, Scanner* oder *Schallkopf* dient sowohl der Erzeugung der Ultraschallwellen, als auch deren Übertragung auf das zu untersuchenden Gewebe und dem Empfang der reflektierten Schallwellen. In seinem Inneren besteht er aus piezoelektrischen Kristallen, die zu Schwingelementen zusammengefasst sind (s. Kap. 2.1.1.3.). Aufgrund der Form der Auflagefläche, bzw. der Art der Übertragung auf das Gewebe unterscheiden wir folgende Schallkopfarten:

- *Linear-Arrays* mit nebeneinander angeordneten isolierten Schwingelementen die gruppenweise angesteuert werden.
- *Phased-Arrays* mit nebeneinander angeordneten isolierten Schwingelementen die phasenverschoben angesteuert werden.
- Linearschallkopf mit einer planen Auflagefläche und parallel angeordneten Schwingelementen. Hier werden möglichst parallel verlaufende Ultraschallwellen ausgesandt und wir haben bei einer relativ großen Auflagefläche eine geringe Verzerrung der Darstellung tiefer gelegener Strukturen.

- Konvexschallkopf mit konvex angeordneten Schwingelementen und konvexer Auflagefläche. Dadurch haben wir ein kleineres Auflagefeld (Schallfenster) als beim Linearschallkopf und durch divergierende Schallwellen ein möglichst großes "Sichtfeld". Es kommt allerdings durch die Divergenz der Schallwellen im Randbereich zu einer vermehrten Streuung, da die Schallwellen nicht senkrecht zur Auflagefläche laufen. Außerdem erscheinen tiefer gelegene Objekte durch zunehmenden Abstand der Schallwellen zueinander breiter als sie tatsächlich sind.
- Sektorschallkopf mit sehr kleiner runder Auflagefläche. Hier werden stark divergierende Schallwellen erzeugt. Man hat bei kleinster Auflagefläche das größtmögliche Untersuchungsfeld mit sehr starken Verzerrungen tiefer gelegener Strukturen. Sektorschallköpfe können mechanisch mit einem rotierenden Schallkopf im Applikator oder elektronisch durch phased arrays aufgebaut sein.

2. Im *Ultraschallgerät* kommt es zur Steuerung der Signalerzeugung und des Signalempfangs sowie der Signalverarbeitung. Bei der Signalverarbeitung werden die empfangenen Impulse gefiltert, die Laufzeiten der Impulse errechnet und dann an das signalausgebende Medium weitergeleitet. Die Signalausgabe kann sowohl akustisch unter Ausnutzung des Dopplereffektes, als auch in Form eines Bildes erfolgen. Bei der Bildausgabe unterscheiden wir zwischen folgenden Verfahren (KAARMANN u. WESSEL, 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; KRIZ u. BOYD, 1999; VOLLERT, 1999):

- *A-Mode* (A = Amplitude): die Stärke des ankommenden Signals wird graphisch in Form einer Amplitude dargestellt.
- *B-Mode* (B = Brightness): Die Stärke des ankommenden Signals wird in Graustufen verschiedener Helligkeit auf einem Schnittbild dargestellt. Als Weiterentwicklung des B-Modes sind zu sehen:
 - *3-D-Sonographie*: aus den gesammelten Daten werden mittels eines Positionssensors dreidimensionale Bilder erstellt.
 - Panoramabildverfahren: aus einer aufeinanderfolgende Reihe von Bildern wird eine Oberflächendarstellung zusammengestellt, ohne dass eine räumliche Positionsbestimmung erfolgt.

6

- *M-Mode* (M = Motion): Hier wird dem Bild ein zeitlicher Verlauf zugeordnet. Somit können Veränderungen an Grenzflächen über die Zeit beobachtet werden (z.B. Herzklappen).
- Farbdoppler: Unter Ausnutzung von Frequenzveränderungen bei bewegten
 Objekten (Dopplerphänomen) werden Bewegungen (z.B. Blutfluss) farblich dargestellt.

Die Signalverarbeitung ist bedingt von der untersuchenden Person beeinflussbar (s. Kap. 2.1.1.5.).

3. Auf dem *Monitor* werden die Signale des Ultraschallgerätes dargestellt.



2.1.1.3. Schallwellenerzeugung

Erzeugt werden die in der Medizin genutzten Ultraschallwellen heute mit Hilfe sogenannter piezoelektrischer Keramiken, die auf Basis von Titanaten und Zirkonaten hergestellt werden. Bei dem "piezoelektrischen Effekt" handelt es sich um die besondere Eigenart dieser Kristalle, sich auf der einen Seite unter der Einwirkung einer elektrischen Spannung zu deformieren (reziproker piezoelektrischer Effekt) und auf der anderen Seite auf mechanische Deformierung mit der Produktion einer messbaren elektrischen Spannung zu reagieren (direkter piezoelektrischer Effekt). Dies ermöglicht ihren Einsatz sowohl als Sender als auch als Empfänger.

Durch Anlegen einer Wechselspannung kommt es in der positiven Phase zur Ausdehnung, in der negativen Phase zur Kontraktion der Keramiken und somit zu der Erzeugung von mechanischen Schwingungen, die sich als Welle mit einer mediumabhängigen Schallgeschwindigkeit ausbreitet (WELLS, 1980; KAARMANN u. WESSEL, 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993).

2.1.1.4. Schallwellenausbreitung in biologischem Gewebe

Im Gewebe kommt es zu verschiedenen physikalischen Effekten auf die Schallwelle, welche einerseits eine diagnostische Nutzung der Ultraschalltechnik erst ermöglichen, andererseits aber auch erschweren. Im biologischem Gewebe breitet sich die Schallwelle im Mittel mit einer Geschwindigkeit von etwa 1.540 m/s aus. Beeinflusst wird die Schallgeschwindigkeit von der molekularen Elastizität der schallweiterleitenden Strukturen. Bei sehr "elastischen" oder locker verbundenen Medien wie z.B. Luft braucht der Schall länger um benachbarte Moleküle anzuregen und somit weitergeleitet zu werden. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Schallwelle in Luft liegt bei ca. 340 m/s. Bei nicht elastischen, festen Medien wie z.B. Knochen erfolgt eine raschere Weiterleitung. Der Schall wird mit ca. 3600 m/s weitergeleitet. Bei Flüssigkeiten wie z.B. Wasser liegt die Geschwindigkeit bei ca. 1480 m/s.

9

Neben der Schallweiterleitung ist der unterschiedliche Schallwellenwiderstand, die sogenannte akustische Impedanz der Moleküle in den einzelnen Geweben, für eine diagnostische Nutzung des Ultraschalls wesentlich. Trifft die Schallwelle auf eine Grenzschicht zwischen Geweben unterschiedlicher Impedanz, kommt es zu *Transmission, Reflexion, Streuung* und *Absorption*.

Bei der *Transmission* gelingt es einem Teil der Schallwellen, den Grenzflächenwiderstand zu überwinden und die Moleküle des anschließenden Gewebes in Schwingung zu versetzen, d.h. die Welle breitet sich weiter aus.

Ein Teil der senkrecht auf die Grenzschicht treffenden Wellen kann den Widerstand nicht überwinden und wird zurück an seinen Ursprung *reflektiert*. Diese Wellen sind somit die Grundlage für die bildliche Darstellung. Je höher der Impedanz-Unterschied ist, desto stärker ist die *Reflexion*. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass Luft zu einer 100 %igen Reflexion, Knochen zu einer fast 50 %igen Reflexion und einer 50 %igen Absorption (s.u.) führen. D. h. Objekte, die schallkopffern von diesen Strukturen liegen, befinden sich im sogenannten Schallschatten und können nicht mehr dargestellt werden. Ähnliche Einflüsse auf die Schallwellen haben Materialien wie Steine, Metalle und Bariumsulfat.

Gemäß dem physikalischen Gesetz "Einfallswinkel = Ausfallswinkel" wird der Teil der reflektierten Schallwellen, der nicht senkrecht auf eine Grenzschicht trifft, nicht zurück an den Schallkopf reflektiert, sondern *gestreut*. Dieser Schallwellenanteil geht für den Bildaufbau verloren. Ursache hierfür können neben der Winkelung der Grenzfläche zur

senkrechten Ausbreitungsrichtung der Schallwelle auch eine raue Beschaffenheit derselben sein.

Weitere Verluste entstehen durch die dissipative Umwandlung der Schallenergie in Wärme (Reibungswärme der Moleküle). Man spricht von *Absorption*. Trotz diesen Interaktionen zwischen Schallwelle und Gewebe sind bis heute keine negativen Nebenwirkungen des diagnostischen Ultraschalls bekannt (FLEISCHER u. JAMES, 1980; KAARMANN U. WESSEL, 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995).

Die Intensität bzw. Häufigkeit der oben genannten Wechselwirkungen ist sehr stark von der *Frequenz* (f) der Schallwelle abhängig und damit nach der mathematischen Formel $f = {}^{1}/{T}$ indirekt proportional zur *Wellenlänge* (T). Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass nur Objekte, die bedeutend größer als die Wellenlänge sind, präzise dargestellt werden können. Bei Objekten, die kleiner oder gleich groß sind, kommt es zu schwer interpretierbaren Beugungsbilder (s. Kap. 2.1.3.8.) (KAARMANN u. WESSEL, 1983). Die kleinste darstellbare Größe eines 3,5 MHz-Schallkopfes beträgt 1 mm. Gleichzeitig kommt es bei zunehmender Frequenz zu stärkeren Verlusten durch Absorption. Im biologischen Gewebe betragen diese Verluste 1 bis 3 dB/cm/MHz (FRITSCH u. GERWING, 1993). Demnach bedeutet eine hohe Frequenz, wie z.B. 7,5 MHz, eine hohe Auflösung, aber gleichzeitig eine relativ geringe Eindringtiefe bis ca. 7 cm. Eine geringere Frequenz, z.B. 3,5 MHz, vermindert zwar die Auflösung, ermöglicht allerdings eine höhere Eindringtiefe bis ca. 15 cm (KAARMANN u. WESSEL, 1983).

2.1.1.5. Bildaufbau

Die reflektierten Wellen dienen dem Aufbau eines zwei- oder dreidimensionalen Schnittbildes. Damit der Schallkopf sowohl Sende- als auch Empfängerfunktionen übernehmen kann, bedient man sich heute des sogenannten Impuls-Echo-Verfahrens. Hierbei wird nach dem Aussenden von etwa 2-3 Wellenlängen auf Empfangsbetrieb umgestellt, damit die reflektierten Schallwellen registriert werden können. Die Entfernung der Grenzfläche vom Schallkopf wird aus der für diese Stecke benötigten Zeit mathematisch errechnet. Die Stärke der ankommenden Wellen wird als Amplitude registriert (A-Mode) und auf dem Bildschirm als Graustufe dargestellt (B-Mode). Um die tiefenabhängigen Verluste durch Absorption zu kompensieren, bedient man sich der sogenannten TGC (Time-Gain-Compensation). Hiermit kann man manuell die Bildschirmhelligkeit der einzelnen Tiefenregionen nachbessern, um identischen Geweben verschiedener Tiefe das gleiche Darstellungsbild zu geben (RANTANEN u. EWING, 1981; KAARMANN U. WESSEL, 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993).

Ebenfalls von großer Bedeutung für die Qualität der Darstellung sind die *Wellenfrequenz* (s. Kap. 2.1.1.4.), der *Applikatortyp* (s. Kap. 2.1.1.1.) sowie die *Fokus-Zone*.

Bei der Unterteilung der Tiefe in Felder unterscheidet man zwischen dem schallkopfnahen Nahfeld (*Fresnel-Zone*), der *Fokus-Zone* mit optimaler Entfernung zum Schallkopf und dem distal davon gelegenen Fernfeld (*Fraunhofer-Zone*) (RANTANEN u. EWING, 1981; FRITSCH u. GERWING, 1993).

Liegt das darzustellende Objekt im Bereich der Pulslänge (2-3 Wellenlängen), also unmittelbar schallkopfnah, kann es durch Interferenzen zu einer kompletten Auslöschung der reflektierten Wellen kommen. Hier benötigt man dann einen größeren Abstand zum Objekt. Dazu wird eine sogenannte Vorlaufstrecke in Form eines nahezu anechogenen weichen Kunststoffkissens verwendet. Ähnliche Interferenzen können im Bereich der gesamten Nahzone auftreten, da Sende- und Empfangszeiten der piezoelektrischen Kristalle nicht auf diese Strecke eingestellt sind. Eine optimale Darstellung erhält man in der manuell bestimmbaren Fokuszone. Hier sind die Wellen so aufeinander abgestimmt, dass es durch Interferenz eher zu einer additiven Verstärkung als zu einer Abschwächung der Amplitude kommt. Ähnlich wie in der Nahzone verhält es sich auch in der Fernzone. Zusätzlich kommt es hier allerdings zu einer vermehrten Divergenz der Wellen und damit zu einer verzerrten, nicht originalgetreuen Darstellung des untersuchten Objektes. (KAARMANN u. WESSEL, 1983; DUDWIESUS, 1995).

2.1.2. Befundbeschreibung

Bei der Befundbeschreibung müssen Lage, Größe, Form, Begrenzung und Binnenstruktur der zu beschreibenden Strukturen berücksichtigt werden. Die Lage des beschriebenen Objektes lässt sich einerseits durch Abmessung der Eindringtiefe der Schallwelle bis zur Reflexion, andererseits in Bezug auf angrenzende Strukturen bestimmen. Die Größe einer Struktur ist, sofern sie die Größe des Schallkopfes nicht übertrifft und somit nicht in toto dargestellt werden kann, bei heutigen Geräten bis auf 1 mm genau ausmessbar. Da es im deutschsprachigen Raum bis dato keine standardisierte Befundbeschreibung gibt, findet man häufig Beschreibungsformen, die an das anglo-amerikanisches System angelehnt sind. So verwendet man Begriffe wie anechogen, hypoechogen, mittlere Echogenität und hyperechogen. Anechogen beschreibt einen schwarzen, hypoechogen einen dunklen, mittlere Echogenität einen mittelhellen und hyperechogen einen sehr hellen Bereich.

Analog dazu findet man die deutschen Bezeichnungen echofrei für anechogen, echoarm für hypoechogen, mittel reflexdicht für mittlere Echogenität und reflexreich für hyperechogen. Die Grundstruktur kann im Deutschen unterschieden werden in homogen oder inhomogen, fein oder grob. Strukturen mit reflexreichen und –armen Bezirken werden als komplexe Echostrukturen beschrieben und starke Abweichungen von der Grundstruktur als Strukturdefekte (FRITSCH u. GERWING, 1993; NYLAND et al., 1995).

2.1.3. Artefakte in der Sonographie

Wesentlich für die Auswertung des Ultraschallbildes ist die Identifizierung und Beurteilung von sonographischen Artefakten. Dies sind Bildstrukturen, die nicht den tatsächlichen anatomischen Strukturen entsprechen, sondern durch Besonderheiten von Schallfortleitung und -reflexion und damit durch physikalische Gesetzmäßigkeiten der angewandten Technologie entstehen (SCHULER, A., 1983; MEIER, 1989; FRITSCH u. GERWING, 1993).

2.1.3.1. Nebenkeulenartefakt

Da Schallköpfe aus mehreren aneinandergereihten Segmenten zusammengesetzt sind und jedes Segment den Schall wellenförmig abstrahlt, bilden sich durch Interferenzen um den Zentralstrahl herum keulenförmige Schallfelder aus. Wenn sich in diesen Nebenkeulen oder "sidelobes" ein stark reflektierendes Objekt (Knochen, Metall, Glas etc.) befindet, können diese Echos an den Schallkopf zurückgelangen. Da beim Bildaufbau alle Reflexionen dem Zentralstrahl zugeordnet werden, erscheint das periphere Objekt nunmehr zentraler als tatsächlich. Aufgrund der unterschiedlichen Entfernung des objektnahen Segmentes zum objektfernen kommt es zu einer bogenförmig gekrümmten Darstellung. Deshalb wird dieses Phänomen auch Bogenartefakt genannt (FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.2. Rauschen

Ein typisches Bild für korpuskuläre Bestandteile in anechogener Flüssigkeit, wie z.B. Harnblasensediment, sind kleine echoreiche Strukturen. Ein ähnliches Bild kann aber auch technischen Ursprungs sein. Jedes elektronische Bauteil produziert unerwünschte multiple Signale, die sich als sogenanntes "Schneegestöber" auf dem Bildschirm darstellen. Je höher die eingestellte Verstärkung des empfangenen Signals, z.B. um Absorptionsverluste auszugleichen, desto stärker tritt dieses Hintergrundrauschen auf. Überschreitet das Signal die Intensität der realen Echosignale, ist eine Auswertung nicht mehr möglich. Die maximale Eindringtiefe ist damit erreicht. Eine Differenzierung zwischen Artefakt und realen Strukturen ist durch deren beeinflussbare Eigenbewegung möglich (FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.3. Relative distale Echoverstärkung

Um die Absorptionsverluste im biologischen Gewebe zu kompensieren, bedient man sich, wie oben erwähnt, der Time-Gain-Compensation (s. Kap. 2.1.1.5.). Liegt nun im Untersuchungsbereich ein Areal mit besonders geringer Absorption, z.B. Flüssigkeit, so erscheint der dahinter gelegene Bereich besonders echoreich im Vergleich zu den daneben gelegenen Strukturen, da versucht wird, nicht vorhandene Verluste auszugleichen (DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.4. Randschatten (Tangential- oder Abtropfphänomen)

Bei der Darstellung rundlicher flüssigkeitsgefüllter Räume kommt es oftmals distal der lateralen Ränder zu einer Schallschattenbildung. Dies wird einerseits dadurch zu erklären versucht, dass die Schallwelle durch das schräge Durchlaufen einer Grenzfläche vermehrt absorbiert wird. Wahrscheinlicher ist aber, dass es durch das tangentiale Auftreffen zu einer starken Ablenkung ihrer Ausbreitungsrichtung kommt. Demnach wird ein Teil der Welle an der Grenzfläche gebrochen und setzt somit ihre Transmission mit einem anderen Winkel fort. Der Rest wird an der Oberfläche gemäß dem Gesetz "Einfallswinkel = Ausfallswinkel" reflektiert. Es kommt also zur Streuung (SCHULER, A., 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995).

2.1.3.5. Schallschatten distal von Knochen und Luft

Wie oben erwähnt, verhindert starke Reflexion oder die Kombination zwischen Reflexion und Absorption eine Transmission durch Luft oder Knochen. Das dahintergelegene Gebiet bleibt demnach echofrei und kann diagnostisch nicht interpretiert werden (SCHULER A., 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.6. Revertebration

Liegt in geringer Entfernung zum Schallkopf ein großflächiger Reflektor oder hat das Gebiet zwischen Reflektor und Applikator eine besonders hohe Schallleitfähigkeit, so kann das Echo aufgrund seiner hohen Intensität u.U. am Schallkopf nicht nur registriert, sondern auch reflektiert werden. Dies führt dazu, dass diese Schallwelle mit abnehmender Intensität (Absorptionsverluste) zwischen Schallkopf und Reflektor hinund herpendelt. Auf dem Bildschirm erscheinen dann in periodischen Abständen sogenannte Wiederholungsechos mit abnehmender Helligkeit. Ähnlich kann die Schallwelle auch zwischen zwei reflexreichen Schichten pendeln, bevor sie zum Schallkopf zurückgelangt (SCHULER, A., 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.7. Kometenschweifartefakt

Hierbei handelt es sich um Revertebrationen zwischen zwei so nahe beieinanderliegenden Grenzflächen, dass die Wiederholungsechos auf dem Bildschirm nicht mehr voneinander differenziert werden können. Der dahinter gelegene Bereich wird durch einen grauen kometenschweifähnlichen Schallschatten überlagert. Dieses Artefakt tritt bei Gasen, metallischen Fremdkörpern und kleineren Knochen auf. Es wird auch als schmutziger Schallschatten bezeichnet (FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.8. Geometrische Verzeichnungen

Beim Bildaufbau aus den empfangenen Reflexen wird von einer idealisierten Ausbreitung der Schallwelle in axialer Richtung mit einer Geschwindigkeit von 1.540 m/s ausgegangen. Nicht berücksichtigt werden Divergenz der Wellen, Beugungseffekte, Brechungseffekte und die tatsächliche Ausbreitungsgeschwindigkeit, die mediumabhängig und somit in den verschiedenen Geweben unterschiedlich ist. Es kommt also zu einer verzerrten Darstellung des Objektes. Diese Abweichungen überschreiten in der Regel nicht die Größenordnung von wenigen Millimetern (DUDWIESUS, 1995). Besonders stark tritt dieses Phänomen bei Querschnitten im Bereich der Linea alba auf. Die bindegewebige Linea alba hat eine größere Schallleitungsgeschwindigkeit als die daneben gelegene Muskulatur, so dass die rechnerisch ermittelte Entfernung der dahinter gelegenen Strukturen kürzer ist als die lateral davon gelegener Punkte. Es kann also zu einer Ausbeulung von Grenzschichten in Richtung Schallkopf kommen. Im Kleintiersektor ist dies im Bereich der Milz als Pseudotumor bekannt. Ein longitudinaler Schall derselben Strukturen führt zur Aufklärung (FRITSCH u. GERWING, 1993).

2.1.3.9. Spiegelartefakt

Räumlich sehr ausgedehnte Grenzflächen, die diagonal zur Schallrichtung verlaufen, können die Wellen derart reflektieren, dass sie auf ein zweites Objekt im Untersuchungsbereich treffen. Hier kann es zur erneuten Reflexion in Richtung Schallkopf kommen. Der Prozessor im Ultraschallgerät ist allerdings derart eingestellt, dass er alle ankommenden Schallwellen als axial zum Schallkopf verlaufend darstellt. Die gespiegelten Schallwellen haben durch ihren Umweg eine längere Laufzeit und werden nun in einer weiteren Tiefe als tatsächlich axial zum Schallkopf dargestellt. Auf der anderen Seite wird dieses zweite Objekt allerdings auch durch die axial verlaufenden Schallwellen reflektiert und dargestellt. Damit ergeben sich nun zwei identische Bilder unterschiedlicher Tiefe und durch Absorptionsverluste auch unterschiedlicher Helligkeit. Das Untersuchungsobjekt erhält demnach ein etwas hypoechogeneres Spiegelbild. Prägnante Beispiele hierfür wären die Gallenblasenspiegelung am Zwerchfell oder Hodenspiegelungen im Skrotum (SCHULER, A., 1983; FRITSCH u. GERWING, 1993; DUDWIESUS, 1995; PENNINCK, 1995; REEF, 1998).

2.1.3.10 Schichtdickenartefakt

Schräg zur Schallrichtung verlaufende Grenzflächen mit hohen Echogenitätsunterschieden, z.B. die Harnblase, können zu Reflexionen führen, die gleichzeitig mehrere benachbarte Kristalle im Schallkopf ansteuern. Da diese zusammen für den Aufbau eines kleinen Bildausschnittes verantwortlich sind, wird ein Mittelwert aus den erhaltenen Daten gebildet. Dadurch erscheinen diese Bereiche reflexarm, unscharf und geringgradig verdickt (FRITSCH u. GERWING, 1993).

2.2. Anatomische Grundlagen

2.2.1. Makroskopische und mikroskopische Anatomie von Hoden, Nebenhoden und anliegenden Strukturen

Die normal gelegenen Hoden, Nebenhoden und der Samenstrang sind umgeben von den Schichten und Höhlen des *Skrotums* und der *Tunica vaginalis* (s. Abb.2).

2.2.1.1. Die Hodenhüllen

Haut und Unterhaut bilden im Verlauf des *Descensus testis* das Skrotum, welches sich von außen nach innen weiter differenzieren lässt in *Haut* und die muskulös-elastische *Tunica dartos*. Darunter liegt das bindegewebige *Stratum subdartoricum*, die zweischichtige aus der oberflächlichen und tiefen Rumpffaszie entstandene *Fascia spermatica externa* und die *Fascia cremasterica*. Dorsal und lateral setzt dann der aus dem inneren schiefen (*Musculus obliquus internus abdominis*) und dem queren Bauchmuskel (*Musculus transversus abdominis*) entstandene *Musculus cremaster* an der *Tunica vaginalis* (Scheidenhautfortsatz) an und bilden eine sanduhrartige Einschnürung. Umhüllt wird die aus dem Bauchfell entstandene *Tunica vaginalis* von der *Fascia spermatica interna*, der *Lamina parietalis* und der durch das Hodengekröse (*Mesorchium*) damit verbundenen *Lamina visceralis*. Das zwischen den beiden Hoden verlaufende *Septum scroti* wird von der *Tunica dartos* gebildet (BUDRAS, 2002; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987; DYCE et al., 1991).

Innerhalb des von der *Tunica vaginalis* gebildeten *Cavum* und *Canalis vaginalis* liegen Hoden (*Testis*), Nebenhoden (*Epididymis*) und Samenstrang (*Funiculus spermaticus*) (SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987).

2.2.1.2. Der Hoden

Der Hoden ist eiförmig und die Größe variiert sehr stark, abhängig von Alter, Größe des Pferdes und Rasse. Eine jahreszeitliche Abhängigkeit der Größe wird von SCHUMMER und VOLLMERHAUS (1987) verneint, aber von TURNER (1998) erwähnt. Bei einem Vollblüter liegt die Hodenlänge nach AMANN (1993) zwischen 80 und 140 mm, die Breite und Höhe zwischen 50 und 80 mm. Das Gewicht liegt nach SCHUMMER und VOLLMERHAUS (1987) zwischen 150 und 300 g. Mindestgrößenanforderungen für die Zuchttauglichkeit von Großpferden sollten nach AURICH et al. (1995) bei 80 x 50 x 50 mm sein. Eine geringgradige Abweichung dieser Dimensionen um bis zu 5 mm bei Junghengsten unter 6 Jahren ist dabei akzeptabel. MERKT und KLUG erstellten 1989 zur Beurteilung der Zuchttauglichkeit eines Hengstes die Formel: [(Länge x Breite x Höhe erster Hoden) + (Länge x Breite x Höhe zweiter Hoden)] /100. Das Ergebnis in ccm sollte zwischen 3,2 und 8,4 liegen.

Je nach Lage zum Nebenhoden (s.u.) unterscheiden wir am Hoden das Kopfende (*Extremitas capitata*), das Schwanzende (*Extremitas caudata*), den Nebenhodenrand (*Margo epididymalis*), den freien Rand (*Margo liber*), sowie die mediale und laterale Fläche (*Fascia medialis, lateralis*). Das Hodenparenchym ist von einer Organkapsel (*Tunica albuginea*) umgeben, die als Bindegewebssepten (*Septula testis*) in den Hoden einstrahlt und diesen in Läppchen (*Lobuli testis*) unterteilt. In den Lobuli befinden sich

die gewundenen Samenkanälchen (*Tubuli seminiferi contorti*), die sich zentral zum Hodennetz (*Rete testis*) vereinen. Diese gehen dann am Kopfende des Hodens in die *Ductuli efferentes* des Nebenhodenkopfes über. Ebenfalls zentral im Hoden verläuft beim Pferd die Zentralvene, und am Kopfende finden wir einen, von der *Tunica albuginea* gebildeten, Bindegewebskörper (*Mediastinum testis*). Am Kopfende tritt die *Arteria testis* in den Hoden ein, verläuft entlang des *Margo epididymalis* zum Schwanzende und unterteilt sich dort in einen lateralen und medialen Ast. Diese verzweigen weiter und durchziehen das Hodenparenchym erst zentripetal und anschließend zentrifugal (ACKERKNECHT, 1943; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987; DYCE et al., 1991).

2.2.1.3. Der Nebenhoden

Der Nebenhoden ist mit dem Hoden in Längsrichtung verwachsen und wird unterteilt in Kopf (Caput epididymidis), Körper (Corpus epididymidis) und Schwanz (Cauda epididymidis). Der Schwanz ist durch das Ligamentum testis proprium mit der Extremitas caudata testis und durch das Ligamentum caudae epididymidis mit dem Fundus des Processus vaginalis verbunden. Beide Bänder entstehen nach dem Deszensus aus dem Gubernaculum testis. Der Nebenhodenkopf ist bindegewebig unterteilt in die Lobuli sive coni epididymidis und umgibt die Extremitas capitata testis. Die hierin befindlichen stark geschlängelten Ductuli efferentes vereinen sich im geschlängelten Nebenhodenkörper zum ebenfalls Nebenhodenkanal (Ductus epididymidis) und gehen dann am Nebenhodenschwanz in den Samenleiter (Ductus deferens) über (ACKERKNECHT, 1943; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987; DYCE et al., 1991).

2.2.1.4. Der Samenstrang

Der Samenstrang zieht vom Kopfende des Hodens im *Canalis vaginalis* zum äußeren Leistenring (*Anulus vaginalis*). Überzogen ist er von der *Lamina visceralis* der *Tunica vaginalis* und besteht aus Samenleiter, Lymphgefäßen (*Plexus testicularis*), glatter Muskulatur sowie der stark geschlängelten *Arteria* und *Vena testicularis*. Er ist durch ein Gekröse (*Mesofuniculus*) mit der serösen Innenauskleidung des *Canalis vaginalis* verbunden. Der Samenleiter besitzt eine eigene Gekrösefalte, den *Mesoductus deferens* (ACKERKNECHT, 1943; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987; DYCE et al., 1991).

2.2.1.5. Die Lage von Hoden und Nebenhoden

Bei einem normal im Hodensack liegenden equinen Hoden liegt der Kopf kranio-dorsal, der Schwanz kaudo-ventral im Fundus des Skrotums. Der *Margo liber* liegt kranioventral, der *Margo epididymalis* kaudo-dorsal. Der Nebenhoden liegt leicht nach lateral verschoben (ACKERKNECHT, 1943; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987; DYCE et al., 1991).

2.2.1.6. Der Leistenspalt

Der Leistenspalt (*Spatium inguinale*), nach DYCE et al. (1991) auch Leistenkanal (*Canalis inguinalis*) genannt, verläuft vom äußeren Leistenring (*Anulus inguinalis superficialis*) zum inneren Leistenring (*Anulus inguinalis profundus*) nach kranio-medial und ist ca. 10-15 cm lang.

Der äußere Leistenring wird durch die Sehnen des *Musculus obliquus externus abdominis* nach lateral und medial begrenzt. Die Beckensehne bildet das *Crus laterale*, die Bauchsehne das *Crus mediale*. Kaudo-medial verläuft das *Ligamentum pubicum craniale* und lateral stellt das Schenkelblatt (*Lamina femoralis*) eine Verbindung zur *Fascia femoralis medialis* her.

Der Leistenspalt selbst ist mit lockerem Bindegewebe, den darin eingebetteten Nerven und Gefäßen, dem *Prozessus vaginalis* und dem *Musculus cremaster* ausgefüllt. Begrenzt wird er lateral von der Bauchsehne des *Musculus obliquus externus abdominis* und medial vom *Musculus obliquus internus abdominis*.

Der innere Leistenring wird nach kranio-medial vom *Musculus obliquus internus abdominis* und vom *Musculus rectus abdominis*, nach kaudo-lateral vom Leistenband (*Ligamentum inguinale*) abgegrenzt (GRAU, 1943; SEIFERLE u. FREWEIN, 1984; DYCE et al., 1991).



1-3' Skrotum: 1 Haut und Tunica dartos, 1' Septum scroti, 1'' Rhaphe scroti, 2 Stratum subdartoicum, 3,3' zweischichtige Fascia spermatica ext.; 4 Fascia cremasterica; 5 Fascia transversalis; 6 Peritonaeum parietale; 5',6' Proc. vaginalis mit 5' Fascia spermatica int., 6' Lam. parietalis der Tunica vaginalis; 7 Cavum vaginale, 7' Canalis vaginalis; 8 Anulus vaginalis; 9 Mesorchium; 10 Mesofuniculus; 11,11' Gubernaculum testis, bestehend aus 11 Lig. testis propr. und 11' Lig. caudae epididymidis; 12 Zugang zur Bursa testicularis; 13,13' Fascia supf. bzw. prof. penis

2.2.2. Sonographische Anatomie

Der normal im Skrotum liegende equine Hoden ist längsoval, und es lassen sich mit einem 7,5 MHz Schallkopf das parietale Blatt der Tunica vaginalis und assoziierte Strukturen als echoreiche Linie darstellen. Schallkopffern davon kann unter Umständen eine dünne anechogene Flüssigkeitsansammlung visualisiert werden. Das Hodenparenchym stellt sich homogen, grau, granulär und von mittlerer Echogenität dar. Oberflächlich im Parenchym lassen sich unter Umständen die Testikulararterien anechogen darstellen. Mittig verläuft die Zentralvene längsgeschnitten als deutliche anechogene Linie, quer als anechogener Kreis von 1-4 mm Durchmesser (s. Abb.3).



<u>Abbildung 3:</u> Sonographische Längsdarstellung eines im Skrotum gelegenen physiologischen rechten Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 2-jährigen Kaltbluthengst. Zentralvene durch weißen Pfeil gekennzeichnet.

Der konvolutartige Nebenhoden stellt sich sehr inhomogen als große grau-schwarze, z.T. anechogene Zone, unterbrochen durch die echoreiche Nebenhodenwand, dar (s. Abb.4).



<u>Abbildung 4</u>: Sonographische Längsdarstellung eines im Skrotum gelegenen physiologischen Nebenhodenschwanzes eines rechten Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 16-jährigen Ponyhengst. Rechts oben im Bild ist Hodenparenchym zu erkennen.

Ähnlich wie der Nebenhoden bilden sich auch die Gefäße und der Ductus deferens im Samenstrang sehr inhomogen ab (TURNER, 1998).
2.3. Kryptorchismus

2.3.1. Definition und Entstehung

Kryptorchismus, *Retentio testiculorum*, *Maldescensus testis*, *Aberatio testis*, ist definiert als mangelnder oder nicht vollständiger Abstieg eines oder beider Hoden in das Skrotum (DAHME u. WEISS, 1988; WIESNER u. RIBBECK, 1991).

Die Ursachen für Kryptorchismus sind bis heute nicht in allen Einzelheiten geklärt. TOPPARI und KALEVA (1999) fassen nach umfangreichem Literaturstudium Untersuchungen an Menschen, Nagern und anderen Säugetieren zum Abstieg des Hodens und möglichen Ursachen für einen Maldeszensus in folgendem Model zusammen:

Zu Beginn der fetalen Entwicklung befinden sich die Gonaden in unmittelbarer Nähe der Urniere. Sie sind durch das Mesorchium, sowie durch das kraniale und kaudale Keimdrüsenband (*Hodenleitband oder Gubernaculum testis*) an der abdominalen Wand befestigt. Im Gegensatz zur Entwicklung beim weiblichen Fetus wächst das Gubernaculum testis, welches vom kaudalen Pol des Hodens zum Fundus des Processus vaginalis verläuft, beim männlichen Säugetier nicht mit. Somit verbleibt der Abstand zwischen innerem Leistenring und Hoden unverändert. Da aber das umliegende Abdomen wächst, verändert sich die Lage relativ zur Niere nach unten in Richtung des inneren Leistenringes. Mit entscheidend für diesen transabdominalen Abstieg ist das androgenbedingte Verstreichen des kranialen Keimdrüsenbandes bei der Entwicklung des männlichen Embryos. Bei Mäusen ohne funktionierende Androgenrezeptoren persistierte das Band und führte zu beidseitigem Kryptorchismus. Auf der anderen Seite ist auch eine korrekte Ausbildung des Gubernaculum testis wichtig. Hierfür ist das Gen *Insl3* in den Leydigzellen von großer Bedeutung. Ein gezieltes Ausschalten dieses Gens bei Mäusen verursachte ebenfalls beidseitigen Kryptorchismus.

Auffällige Veränderungen und Mutationen am Gen *HOXA10* in Familien mit kryptorchiden Kindern deuten auch hier auf eine Beteiligung hin, die aber noch ungeklärt ist.

Ebenfalls in Verbindung mit fehlerhaftem Abstieg von Hoden werden persistierende *Müller 'sche Gänge* gebracht. Diese embryonal angelegten Geschlechtsgänge bilden beim weiblichen Tier Vagina, Uterus und Eileiter. Im Verlauf der normalen männlichen fetalen Entwicklung degenerieren sie. Erfolgt keine Rückbildung der Müller'schen Gänge beim männlichen Säugetier scheinen sie als mechanischer Faktor den Hodenabstieg zu behindern. Untersuchungen an Mäusen und Kaninchen zu hormonellen Einflüssen konnten keine entsprechenden Korrelationen aufzeigen.

Ein weiterer Faktor für den normalen Abstieg der Hoden könnte das Hormon *EGF* (*epidermal growth factor*) sein. Dies stimuliert die Gonadotropinsekretion in der Plazenta. Bei zu geringen Serumkonzentrationen der Mutter konnte beim Menschen vermehrt Kryptorchismus beobachtet werden. Ebenso zeigte sich bei erhöhter Serumkonzentration eine verminderte Kryptorchismusrate. Gesicherte Untersuchungen gibt es hier allerdings noch nicht. Auch die Wirkung des Hormons *Descendin* ist noch ungeklärt.

Als weiteren mechanischen Faktor für den normalen Hodenabstieg erwähnen TOPPARI und KALEVA (1999) eher beiläufig eine Zunahme des intraabdominalen Druckes. Eben diesem Phänomen wird auch von ARTHUR (1961), BISHOP et al. (1964), BERGIN et al. (1970), ASHDOWN (1973), DUNN et al. (1974), SMITH (1975), MCILLWRAIT und OWEN (1976), COX (1982), NOTEN und DE LAHUNTA (1985), HAYES (1986), LEIPOLD et al. (1986), VARNER et al. (1988), BLANCHARD et al. (1990), SCHUMACHER (1992), CONSTANT et al. (1994) und RODGERSON und HANSON (1997) eine besondere Bedeutung bei der normalen Entwicklung des Hengstes beigemessen.

Demnach differenzieren sich die Keimdrüsen ab dem 40-sten Tag der fetalen Entwicklung beim Pferd zu Hoden- und Ovarialgewebe. Der Abstieg der Hoden aus dieser dorsolumbalen Region in das Skrotum beginnt zwischen dem 45-sten und dem 50-sten Tag der fetalen Entwicklung. Organwachstum bedingt die Zunahme des intraabdominalen Druckes und führt somit dazu, dass sich Peritonaeum und Fascia transversalis im Bereich der Skrotalwülste als Processus vaginalis durch den inneren Leistenring, den Leistenkanal und den äußeren Leistenring in das Skrotum (s. Kap. 2.2.1.) als Tunica vaginalis ausstülpen. Dadurch kommt es zum Zug am Hodenleitband, welches vom kaudalen Pol des Hodens zum Fundus des Processus vaginalis verläuft. Der Zug am Gubernaculum, in Kombination mit der weiteren Zunahme des intraabdominalen Druckes und unterstützt durch die Wirkung nicht näher benannter gonadotroper und androgener Hormone, führt zum Abstieg des fetalen Hodens an den inneren Leistenring. Hierbei dringt der Nebenhodenschwanz um den 150-sten Tag in den Leistenkanal vor, der Hoden erreicht den inneren Leistenring allerdings erst um den 270-sten bis 300-sten Tag der fetalen Entwicklung. Durch

30

weiteres Wachstum des Beckens und der dadurch bedingten Erweiterung des Leistenkanales kann der Hoden um den 315-ten Tag in das Skrotum vordringen.

SHIRA und GENETZKY (1982) wiederum stützen sich auf Untersuchungen von ARTHUR (1961), ARCULARIUS (1974), SMITH (1975), STICKLE und FESSLER (1978), COX (1979), COLLIER (1980) und heben die große Bedeutung eines nur beim Pferd vorkommenden massiven Wachstums des fetalen Hodens ab dem vierten Monat der Entwicklung durch Zunahme interstitieller Zellen hervor. Hierfür verantwortlich ist eine Zunahme des Östrogenspiegels bei der trächtigen Stute. Im achten Monat der Entwicklung erreicht der Hoden die Größe eines erwachsenen Hengstes und kann den Leistenkanal nicht mehr durchdringen. Erst ein Abfall des Östrogenspiegels im letzten Monat der Trächtigkeit und ein damit verbundener 40 %iger Masseverlust des embryonalen Hodens ermöglicht den Durchtritt durch den Leistenkanal. Der Durchtritt selber wird durch eine Fibrosierung des Gubernaculum testis herbeigeführt. Für diese Umwandlung des Hodenleitbandes sind dieselben Veränderungen im Östrogenspiegel der Mutter verantwortlich, wie für die Masseabnahme.

Sowohl SHIRA und GENETZKY (1982), als auch RODGERSON und HANSON (1997) sehen als Ursache für einen fehlerhaften Abstieg der Hoden eine hormonelle oder mechanische Störung des normalen Deszensus mit einer hohen Heritabilität. Diese Erblichkeit manifestiert sich sowohl durch genetische Defekte die sich hormonal oder rezeptorseitig auswirken können, als auch durch Wachstumsstörungen z.B. in Form von mangelhaft ausgebildetem Gubernaculum testis oder zu engem Leistenspalt. Auch die

Auswertungen von LEIPOLD et al. (1986) lassen auf Vererbung von Kryptorchismus beim Pferd schließen.

Mechanische Ursachen für Kryptorchismus können z.B. auch in einem persistierenden kranialen Keimdrüsenband (WILSON u. NIXON, 1986), abdominal verwachsenen Hoden (SHERMAN et al., 1989) oder auch in einem zu engen inneren Leistenring (WINTER, 1923) bestehen.

Der Prozess des Hodenabstieges kann nach BERGIN et al. (1970) bis zum 10. Tag nach der Geburt, laut SCHNORR (1989) bei Mensch und Pferd auch noch bis in die ersten Lebensmonate andauern. COX et al. (1979) behaupten sogar, dass inguinal gelegene Hoden beim Pferd noch bis zum Alter von 4 Jahren in das Skrotum absteigen können. SHIRA und GENETZKY (1982) betonen demgegenüber, dass sich der Leistenring durch Fibrosierung innerhalb der ersten zwei Wochen nach der Geburt zusammenzieht und der Hoden somit in seiner Lokalisation intra- oder extraabdominal fixiert wird.



2.3.2. Unterteilung der verschiedenen Kryptorchismusformen

Je nach Anzahl und Lage der kryptorchiden Hoden kann man zwischen *einseitigem*, *beidseitigem*, *abdominalem* und *inguinalem Kryptorchismus* unterscheiden (WINTER, 1923; HAYES, 1986; SCHNORR, 1989; DYCE et al., 1991). Eine weitere Differenzierung zwischen *vollständig* und *unvollständig abdominalem* Hoden (STICKLE u. FESSLER, 1978; COX et al., 1979; SCHUMMER u. VOLLMERHAUS, 1987), sowie *tief-* und *oberflächlich inguinalem* bzw. *ektopischem* Hoden (SHIRA et al., 1982; RODGERSON U. HANSON, 1997) ist möglich.

Beim *vollständig abdominalen Kryptorchismus* verbleiben Hoden und Nebenhoden in der Bauchhöhle (s. Abb.6.a.).

Dringen der Nebenhodenschwanz und ein Teil des Nebenhodenkörpers in den Leistenkanal vor, während der Hoden in der Bauchhöhle verbleibt, dann sprechen wir von *unvollständig abdominalem Kryptorchismus* (s. Abb.6.b.).

Beim inguinalen Kryptorchismus bleiben Nebenhoden und Hoden im Leistenkanal liegen. Befinden sich Hoden und Nebenhoden im Leistenkanal, spricht man von *tief inguinalem Kryptorchismus* (s. Abb.6.c.). Beim *oberflächlich inguinalen Kryptorchismus* sind Hoden und Nebenhoden subkutan am äußeren Leistenring (s. Abb.6.d). Man spricht auch von ektopischen Hoden.



d.) oberflächlich inguinaler Kryptorchismus.

2.3.3. Kryptorchismus beim Pferd

Kryptorchide Pferde werden häufig auch Klopp-, Ur- oder Spitzhengst genannt. Die Bezeichnung Klopphengst soll nach WINTER (1923) ihren Ursprung darin haben, dass man kryptorchiden Hengsten auf der Gemeindeweide eine Klappe (Klopp) unter den Bauch band, um zu verhindern, dass sie die Stuten decken konnten. Der Begriff Ur-Hengst soll daher stammen, dass diese Tiere in einem Ur-Zustand bzw. in einem unvollständigen Zustand verbleiben.

In 3535 ausgewerteten Operationsbefunden von kryptorchiden Hengsten kommt WINTER (1923) zu dem Schluss, dass die linksseitig abdominale Form der Retentio testis mit Abstand die häufigste ist. Er differenziert allerdings nicht zwischen vollständig und unvollständig abdominalen Hoden. Am zweithäufigsten kommen die rechtsseitig inguinale und die rechtsseitig abdominale Form vor. Eine Erklärung für die erhöhte Neigung linksseitig kryptorchider Hoden zu einer intraabdominalen Lage sehen SHIRA et al. (1982) in den Größenunterschieden der fetalen Hoden. So ist der rechte Hoden kleiner als der linke und dringt auch als erster in den Leistenspalt vor. STICKLE und FESSLER (1978) kommen bei ihrer Untersuchung von 350 Fällen und RODGERSON und HANSON (1997) bei der Untersuchung von 77 kryptorchiden Hengsten zu dem Ergebnis, dass Kryptorchismus beidseitig gleich häufig auftritt, man links aber eher die abdominale und rechts eher die inguinale Form vorfindet. Auch COX et al. (1979) bestätigen die erhöhte Neigung zu linksseitigem abdominalen Kryptorchismus bei der Untersuchung von 500 Fällen von Retentio testis, allerdings nur für Großpferde. Bei Ponies zeigen ihre Ergebnisse eher eine Neigung zu rechtsseitig inguinalem Kryptorchismus. HOBDAY (1914) wiederum berichtet bei der Untersuchung von 400

Fällen von Kryptorchismus bei hauptsächlich Kaltblütern laut COX (1979) von einer eher gleichmäßigen Verteilung von abdominalen Hoden.

HAYES (1986) kommt bei seiner retrospektiven Auswertung von 5009 Fällen von Kryptorchismus in Nord Amerika zu dem Ergebnis, dass es eine Rassenprädisposition für Percherons, American Saddle Horses, Quarter Horses und Ponies gibt.

2.4. Diagnostik des kryptorchiden Hengstes

2.4.1. Klinische Diagnostik

Häufig wird Kryptorchismus erst bei der Voruntersuchung zur Kastration diagnostiziert. Somit spielt die Anamnese im Vergleich zur Adspektion, Palpation und rektalen Untersuchung eine eher untergeordnete Rolle.

- Aus dem *Vorbericht* hervorgehende Verdachtsmomente auf Kryptorchismus sind auffällig hengstiges Verhalten bei angeblich kastrierten Tieren. Hierzu gehören in erster Linie Imponiergehabe, Deckversuche sowie Anzeichen sexueller Erregung. Auch vom Tierbesitzer beschriebenes Fehlen von einem oder beider Hoden im Hodensack ohne vorherige Kastration geben einen Hinweis, ebenso wie Berichte über vorherige erfolglose Kastrationsversuche (WINTER, 1923; SHIRA u. GENETZKY, 1982; BLANCHARD et al., 1990; RODGERSON u. HANSON, 1997; SCHNEIDER, 1999).
- 2. Die Adspektion der Skrotalgegend sollte möglichst erfolgen, ohne das Tier in Unruhe zu versetzen. Ein nervöser Hengst kann seine Hoden bis an die Leistengegend hochziehen, woraus eine Fehldiagnose resultieren kann. Untersucht wird die Skrotalgegend auf normal vorliegende Hoden, sowie auf Kastrationsnarben. Auch hier ist die Beurteilung von Libido und Imponiergehabe von Bedeutung. Um entsprechendes Verhalten bei einem Spitzhengst zu provozieren kann das Tier an einer Stute vorbei geführt werden (WINTER, 1923; SHIRA u. GENETZKY, 1982;

BLANCHARD et al., 1990; RODGERSON u. HANSON, 1997; SCHNEIDER, 1999).

- 3. Zur *Palpation* bedarf es unbedingter Ruhe um das Hochziehen der Hoden zu vermeiden und unter Umständen ist eine Sedation empfehlenswert. Untersucht werden Skrotum, sowie die Region um den äußeren Leistenring und der Leistenkanal auf ein längsovales weich- bis prallelastisches Gebilde. Die Größe eines retenierten Hodens kann sehr stark variieren und Dimensionen zwischen Haselnuss- und Straußeneigröße annehmen. Form und Größe können bei tumorösen Entartungen oder Hypoplasie stark vom Normalbefund abweichen. Oberflächlich inguinal liegende Hoden können auf diesem Wege häufig, im Leistenkanal liegende Hoden selten identifiziert werden (WINTER, 1923; STICKLE u. FESSLER, 1978; SHIRA u. GENETZKY, 1982; BLANCHARD et al., 1990; AURICH et al.,1995; RODGERSON u. HANSON, 1997; SCHNEIDER, 1999;).
- 4. Unvollständig und vollständig abdominale Hoden befinden sich in der Bauchhöhle und sind palpatorisch über die Leistengegend nicht zu erfassen. Hier kann zur Diagnose eine *rektale Untersuchung* durchgeführt werden (WINTER, 1923; O'CONNOR, 1971; STICKLE u. FESSLER, 1978; SHIRA u. GENETZKY, 1982; BLANCHARD et al., 1990; RODGERSON u. HANSON, 1997; SCHNEIDER, 1999). Da die zum Teil nur haselnussgroßen Hoden palpatorisch sehr schwer vom umliegenden Gewebe zu differenzieren sind empfiehlt es sich, definierte Strukturen aufzusuchen um daran eine Diagnostik durchzuführen. Eine Möglichkeit besteht darin, dem Verlauf des Ductus deferens von den akzessorischen Geschlechtsdrüsen

zu folgen. Somit kann der vollständig abdominal gelegene Hoden aufgefunden werden. Zieht der Samenleiter durch den inneren Leistenring kann der gesuchte Hoden unvollständig abdominal, inguinal oder skrotal liegen. Eine Exploration der näheren Umgebung des Leistenringes nach einem unvollständig abdominalen Hoden ist notwendig. Eine weitere Methode ist das unmittelbare Aufsuchen des inneren Leistenringes ca. 8-12 cm paramedian unmittelbar vor dem Beckeneingang. Bei nicht ausgestülptem Prozessus vaginalis ist der Eingang zum Leistenspalt laut SHIRA und GENETZKY (1982) nicht palpierbar und der Hoden liegt somit vollständig abdominal. Dagegen gibt LITZKE (2002) an, dass der innere Leistenring immer mittels rektaler Untersuchung auffindbar ist, allerdings nicht der Anulus vaginalis. Somit liegt nur dann ein vollständig abdominaler Kryptorchismus vor, wenn weder der Ductus deferens noch die Arteria testicularis in den Leistenkanal ziehen. STICKLE und FESSLER (1978) kommen aus der Untersuchung an 350 Pferden zu dem Ergebnis, dass man mittels der rektalen Untersuchung zu 87,9 % zwischen abdominal und inguinal gelegenem Hoden unterscheiden kann. Allerdings birgt dieses Verfahren unabhängig vom Erfahrungsgrad des Untersuchers immer die Gefahr einer rektalen Perforation (RUSSELL, 1981; GÄNGEL et al., 1987; WATKINS et al.; 1989; SAYEGH et al., 1996; RODGERSON u. HANSON, 1997).

2.4.2. Hormonelle Diagnostik

Sofern das Vorhandensein von Hodengewebe nicht eindeutig durch andere Verfahren zu klären ist, bieten hormonelle Untersuchungen eine weitere Methode der Diagnostik ohne Perforationsrisiko. Hierbei nutzt man die Testosteron- und Östrogenproduktion im Hodengewebe, sowie deren übergeordneten Regulationsmechanismen im Hypothalamus und Hypophysenvorderlappen. So stimuliert das GnRH (Gonadotropin-Releasing-Hormon) aus dem Hypothalamus eine Ausschüttung von hypophysärem FSH, LH/ ICSH (Follikel-Stimulierendes Hormon, Luteinisierendes- bzw. Zwischenzellen-Stimulierendes Hormon) und es kommt hierdurch zu einer Stimulation der Sexualsteroidproduktion (Testosteron, Östrogen, Progesteron) in den Leydigzellen der Hoden. Durch einen negativen Rückkopplungseffekt über den Hypothalamus kommt es zur Regulation. Die Testosteronproduktion in der Neben-Nieren-Rinde spielt beim Pferd physiologischerweise innerhalb dieses Regelkreises keine Rolle (REIMERS, 1985; ZEROBIN, 1987; AURICH et al., 1995; LANDECK, 1997).

Zwei Ansatzmöglichkeiten diagnostischen Nutzung dieser hormonellen zur Mechanismen bietet die Messung der Testosteron- und/ oder Östrogenkonzentration im Blutplasma (GANJAM u. KENNEY, 1975; THUN et al., 1978; GÄNGEL et al., 1987; RODGERSON u. HANSON, 1997) oder der Östrogenkonzentration im Kot (PALME et al., 1994; RODGERSON u. HANSON, 1997). Interpretationsschwierigkeiten können allerdings aus der pulsatilen Hormonabgabe sowie jahres- und tageszeitliche Schwankungen entstehen (SHIRA u. GENETZKY, 1982; AURICH et al., 1995; LANDECK, 1997). Zudem variieren Grenzwertangaben für die Bluttestosteronkonzentration bei Hengsten und Wallachen von Autor zu Autor. COX et al. (1973) legen z.B. die Bluttestosteronwerte bei Wallachen zwischen 11 und 20 pg/ml und bei Hengsten zwischen 64 und 1600 pg/ml fest. GANJAM und KENNEY (1975) betrachten alle Pferde mit Konzentrationen unter 300 pg/ml als Wallache. GANJAM und MILNE (1978) wiederum messen bei Hengsten eine Testosteronkonzentration von über 140 pg/ml und bei Wallachen von unter 50 pg/ml. VON PLOCKI und LAUCK (1985) erwarten demgegenüber bei kastrierten Tieren einen Blutwert von unter 200 pg/ml. REIMERS (1985) stellt in ihren Versuchen bei Wallachen eine Konzentration zwischen 24 und 102 pg/ml und bei Hengsten zwischen 736 und 1077 pg/ml fest. GÄNGEL et al. (1987) stellen wiederum bei ihren Untersuchungen eine Bluttestosteronkonzentration bei Wallachen von unter 33 pg/ml und bei Hengsten von über 200 pg/ml fest. ARIGHI und BOSU (1989) geben demgegenüber bei Wallachen Werte bis 24 pg/ml und bei Hengsten über 44 pg/ml an.

Weitere Faktoren für Diagnostikfehler können außerdem krankheitsbedingte Dysregulation übergeordneter Regulationsmechanismen (AURICH et al., 1995) oder vermehrte Testosteronproduktion in der Nebennierenrinde sein (HOFFMANN, 2002). Diese Probleme werden durch eine unmittelbare Stimulation der Leydigzellen umgangen.

So hat sich der HCG-Stimulationstest beim Pferd inzwischen bewährt und durchgesetzt (COX u. WILLIAMS, 1975; THUN et al., 1978; STELMASIAK, 1979; SHIRA u. GENETZKY, 1982; REIMERS, 1985; COX et al., 1986; SILBERZAHN et al., 1989; BLANCHARD et al., 1990; AURICH et al., 1995; RODGERSON u. HANSON, 1997). COX et al. (1986) empfehlen folgende Vorgehensweise. Einem vermutlich kryptorchiden Hengst werden ca. 6.000-10.000 I.E. menschliches Choriongonadotropin (human chorionic gonadotropin) intravenös appliziert, um etwa vorhandene intratestikuläre Leydigzellen zur vermehrten Produktion von Testosteron anzuregen. Vor der Applikation und etwa 30 bis 120 Minuten danach werden venöse Blutproben entnommen und die Testosteronkonzentration im Serum oder Plasma, z.B. mit Hilfe

eines Radioimmunoassays, bestimmt. Beträgt die Konzentration in beiden nach HCG-Applikation genommenen Proben unter 40 pg Testosteron pro ml gilt der Stimulationsversuch als negativ (COX et al., 1986). Es sind also keine hormonell aktiven Leydigzellen vorhanden. Übersteigt die Konzentration in einer der beiden Proben oder in beiden Proben 100 pg Testosteron pro ml, so geht man von hormonell aktiven Leydigzellen, d.h. einem vorliegenden Hoden aus. Liegt die Konzentration in einer oder beiden Proben nach HCG-Applikation zwischen 40 und 100 pg Testosteron pro ml, ist keine zuverlässige Aussage möglich. Ebenfalls zur Diagnostik herangezogen werden kann die Plasmakonzentration von Östrogen. Hierbei gelten Konzentrationen von über 400 pg/ml Östrogen-Sulfat als eindeutig positiv im Sinne von hormonell aktivem Gewebe. Bei Konzentrationen unter 50 pg/ml kann man von einem Wallach ausgehen. Bei jungen Pferden unter drei Jahren und Eseln aller Altersstufen kommt es bei diesem Parameter allerdings zu falsch-negativen Ergebnissen (COX et al., 1986; BLANCHARD, et al., 1990; AURICH et al., 1995; RODGERSON u. HANSON, 1997). SCHULER (2001) empfiehlt die Entnahme von Blutproben vor HCG-Stimulation sowie nach 30 min, 60 min, 90 min und 120 min zur Verlaufskontrolle. Als positiv im Sinne eines Nachweises hormonell aktiven Hodengewebes wird ein messbarer Anstieg des Bluttestosteronwertes nach intravenöser Injektion von 5000 IE HCG gewertet. Die untere Messgrenze liegt bei 0,1 ng/ml bzw. 0,345 nmol/l.

Manche Autoren empfehlen die Gabe von bis zu 12000 I.E. HCG. Diese Angaben beruhen auf einer älteren Veröffentlichung von COX und WILLIAMS (1975).

GÄNGEL et al. (1987) haben zudem die Quotienten der Testosteronkonzentration nach HCG-Applikation zu denen vor HCG-Applikation gebildet und dann die Ergebnisse zwischen normalen Hengsten und Klopphengsten verglichen. Die Werte bei den kryptorchen Hengsten variierten zwischen 1,2 und 1,4 und waren damit signifikant unterschiedlich zu den normalen Hengsten mit Werten zwischen 1,2 und 4,8.

So erfolgreich dieses Verfahren auch ist, darf man das Risiko der intravenöse Gabe von menschlichem Fremdeiweiß (human chorionic gonadotropin) und der damit verbundenen Gefahr einer Antigen-Antikörper-Reaktion, besonders bei der wiederholten Testung nicht vernachlässigen. Daraus kann neben falsch negativen Ergebnissen das Risiko eines anaphylaktischen Schocks resultieren (GÄNGEL et al., 1987; SCHLIESSER, 1990; GERBER, 1994).

Bei intakter Hypothalamus-Hypophysen-Gonadenachse kann auch eine indirekte Stimulation der Leydigzellen über die Hypophyse erfolgen. Hierzu werden GnRH-Analoga wie z.B. 20 bis 40 µg Buserelin pro Pferd intravenös injiziert (AURICH et al., 1995). REIMERS (1985) führt seine Untersuchungen mit 40 bis 80 µg Buserelin pro Pferd durch. Durch eine Stimulation der LH-Ausschüttung kommt es zu einer deutlichen Erhöhung der Testosteronkonzentration im Blut die auch 24 Stunden nach Applikation noch messbar ist (Aurich et al., 1995). Mit diesem Verfahren umgeht man zwar die Gefahr eines anaphylaktischen Schockes, ein negatives Ergebnis kann aber auch an einer hypothalamisch-hypophysär-bedingten Fertilitätsstörung liegen (AURICH et al., 1995). In der Humanandrologie und -neonatologie hat sich der Ultraschall zur Diagnostik nicht abgestiegener Hoden längst etabliert, wenn auch zum Teil kontrovers diskutiert. So stellen WOLVERSON et al. (1983) bei ihren Untersuchungen von 23 kryptorchen Hoden mittels Ultraschall eine 88 %ige Sensitivität, eine 100 %ige Spezifität und eine 91 %ige Genauigkeit fest. KULLENDORF et al. (1985) schließen sich der Empfehlung zur präoperativen sonographischen Untersuchung retenierter Hoden an und kommen bei der Auswertung von 55 Fällen zu einer 85 %igen Übereinstimmung zwischen Ultraschall- und Operationsbefund. WEISS et al. (1986) dagegen kritisieren, dass bei ihren Untersuchungen von 21 palpatorisch gefundenen kryptorchen Hoden nur 14 sonographisch dargestellt werden konnten. Ein inguinal gelegener Hoden konnte allerdings nur via Ultraschall identifiziert werden. JOHANSEN und LARMO (1988) publizieren eine 100 %ige Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit bei der sonographischen Darstellung kryptorcher Hoden distal des inneren Leistenringes. In einer zweiten Publikation im selben Jahr beschreiben sie in 95 % von 119 Untersuchungen eine korrekte Identifizierung des Hodens und in 94 % der Fälle eine korrekte Lokalisation im Verhältnis zum äußeren Leistenring. Sonographisch basierte Schätzungen des Hodenvolumens waren allerdings präoperativ im Mittel um 51 % postoperative Messungen am größer als isolierten Hoden ergaben. Zur Hodenvolumenschätzung wurde die erstmalig von MACOMBER und SANDERS (1929) vorgeschlagene Formel verwendet (s.u.). GRAIF et al. (1990) stellen in ihrem Vergleich von Palpations- zu sonographischen Befunden fest, dass 97 % der palpierten Hoden auch sonographisch aufgesucht werden konnten. Darüber hinaus waren 75 % der nicht palpablen Hoden im Ultraschall zu sehen. HREBINKO und BELLINGER (1993) sehen demgegenüber im Ultraschall keine empfehlenswerte Untersuchung bei Kryptorchismus und belegen diese Behauptung mit nur 58 % Übereinstimmung zwischen sonographischen und operativen Befunden bei 12 untersuchten Hoden. Auch MAGHNIE et al. (1994) sehen bei einer 76 %igen Zuverlässigkeit im Ultraschall allein kein zuverlässiges Diagnostikum. Bei ihrer Untersuchung von 170 kryptorchen Hoden kommen LIU et al. (2002) zu einem 96,5 %igen Erfolg bei der Suche nach präskrotalen und im Leistenkanal gelegenen Hoden. Allerdings waren nur 21,7 % der abdominal gelegenen Hoden sonographisch nachweisbar. Einen diagnostischen Schritt weiter gehen ACHIRON et al. (1998), BENACERRAF und BROMLY (1998) und FAIT et al. (2002) mit der pränatalen transvaginalen Sonographie der fetalen Skrotalgegend und ziehen den Schluss, dass genitale Entwicklungsfehler hierdurch frühzeitig erkannt werden können.

In der Veterinärmedizin wird die Sonographie zur Untersuchung von Hoden, Nebenhoden akzessorischen Geschlechtsdrüsen und im Rahmen von Zuchttauglichkeitsuntersuchungen, bzw. bei Erkrankungen und Fertilitätsstörungen bei unterschiedlichen Spezies wie z.B. kleinen Haussäugetieren (ILKINGER et al., 1983; BRASS, 1987; EILTS et al., 1988; FRITSCH u. GERWING, 1993; NYLAND u. MATTOON, 1995), landwirtschaftlichen Nutztieren (CARTEE et al., 1986; RATH et al., 1986; BRASS, 1987; PECHMAN u. EILTS, 1987; AHMAD et al., 1991; WOLFE et al., 1991; ANDERSON et al., 1996; GLATZEL et al., 1996) und Pferden (HELD et al., 1990; TRAUB-DARGATZ et al., 1991; BRINSCO et al., 1992; HELD et al., 1992; AURICH et al., 1995; RODGERSON u. HANSON, 1997; LOVE u. DICKSON, 1998; TURNER, 1998; BARTMANN et al., 1999; BECK et al., 2001) eingesetzt. Auch als

Diagnostikum zur Untersuchung von Kryptorchismus wird die Sonographie in der Literatur empfohlen, allerdings beschränken sich Veröffentlichungen meistens auf Fallbeschreibungen oder Zufallsbefunde. So diagnostizieren EILTS et al. (1988) bei einem Keeshound einseitigen Kryptorchismus mittels Ultraschall des Skrotums. FEENEY et al. (1989) beschreiben kryptorche Hoden im Rahmen der abdominalen Sonographie bei Hunden und Katzen.

Bei Spitzhengsten empfiehlt TURNER (1998) zuerst die transkutane sonographische Untersuchung des äußeren Leistenringes mittels eines Sektorschallkopfes. Gesucht wird eine homogene, granuläre, längsovale Struktur, die etwas hypoechogener ist als normal vorliegende Hoden. Sollte die Untersuchung der Leistengegend von außen keinen Erfolg bringen ist eine transrektale sonographische Untersuchung des inneren Leistenringes möglich. Ebenso beschreibt MCKINNON (1998) den Einsatz von Ultraschall zum Aufsuchen retenierter Hoden. Er weist allerdings darauf hin, dass inguinal gelegene Hoden bei viel peritestikulärem inguinalem Fett u.U. nicht darstellbar sind. Nichts desto trotz empfiehlt er den Einsatz der Sonographie zur besseren präoperativen Einschätzung und Planung. RODGERSON und HANSON (1997) schließen sich dieser Empfehlung an, zitieren aber in ihrer Publikation nur das von JANN und RAINS (1990) eingesetzte Verfahren bei der Untersuchung von 9 kryptorchiden Hengsten mit 11 retenierten Hoden. Hierbei wurden alle Tiere einer Palpation und sonographischen Untersuchung der Leistengegend und einer transrektale Palpation und Ultraschalluntersuchung unterzogen. Die sonographischen Untersuchungen erfolgten mit einer 5 MHz Rektalsonde. Bei der transkutanen Untersuchung wurde der Schallkopf in Längsrichtung auf den äußeren Leistenring aufgesetzt und es konnten links drei und rechts zwei

47

inguinal gelegene Hoden zuverlässig identifiziert werden. Es war allerdings nur in einem Fall das Rete testis darzustellen. Die rektale sonographische Untersuchung erfolgte am Beckeneingang beginnend und führte von dort nach kranial. Dabei wurde der Raum zwischen der Medianen und der lateralen Bauchwand mit schweifenden Bewegungen abgesucht. Hierbei konnten links ein und rechts 5 abdominal gelegene Hoden mit Kapsel, Parenchym und Rete testis zuverlässig identifiziert werden. Bei allen gefundenen Hoden wurden Länge und Durchmesser bestimmt und daraus das Volumen des Hodens nach folgender, erstmalig von MACOMBER und SANDERS (1929) vorgeschlagenen Formel errechnet:

$$V = \pi x D^2 x 1/4 x L x 0,9$$

Anschließend wurden die Befunde chirurgisch verifiziert, die Hoden entfernt und postoperativ erneut Größenmessungen und rechnerisch eine Volumenbestimmung durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen kommen JANN und RAINS zu einer 100 %igen Korrelation zwischen sonographisch und chirurgisch bestimmter Lokalisation der Hoden. Die Autoren weisen darauf hin, dass abdominal gelegene Hoden nicht transkutan und inguinal gelegene Hoden nicht transrektal zuverlässig identifiziert werden können. Trotz durchschnittlicher Volumenabweichungen von 16,5 cm³ bei inguinal gelegenen Hoden und 12,73 cm³ bei abdominal gelegenen Hoden kommen sie zu dem Schluss, dass Volumenbestimmungen sinnvoll und Abweichungen

statistisch nicht signifikant (p<0,05) sind. Insgesamt konnten nur zwei der 11 Hoden palpatorisch identifiziert werden.

Jede Abweichung des in Kapitel 2.2.2. beschriebenen physiologischen Erscheinungsbildes des Hodens ist als pathologisch zu betrachten. Die Summe der sonographisch zu erfassenden pathologischen Befunde am Hoden sind hinreichend an verschiedenen Tierarten wie z.B. kleinen Haussäugetieren (ILKINGER et al., 1983; BRASS, 1987; EILTS et al., 1988; FRITSCH u. GERWING, 1993; NYLAND u. MATTOON, 1995), landwirtschaftlichen Nutztieren (BRASS, 1987; WOLFE et al., 1991; ANDERSON et al., 1996; GLATZEL et al., 1996) und Pferden (BRASS, 1987; HELD et al., 1990; TRAUB-DARGATZ et al., 1991; BRINSCO et al., 1992; HELD et al., 1992; LOVE u. DICKSON, 1998; TURNER, 1998; BARTMANN et al., 1999; BECK et al., 2001) beschrieben. Eine umfassende Beschreibung würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Hier soll nur eine kurze Zusammenfassung der sonographisch darstellbaren Befunde und der dazugehörigen Erkrankungen nach REEF (1998), sowie LOVE und DICKSON (1998) erfolgen:

1. Hydrocele, Haematocele oder Pyocele

Bei flüssigkeitsbedingter Umfangsvermehrung des Skrotums kann es sich um eine *Hydrocele*, *Haematocele* oder *Pyocele* handeln. Die *Hydrocele* stellt sich als eine Zunahme des anechogenen Saumes im *Cavum vaginale* dar. Bei der *Haematocele* sind in diesem anechogenen Saum flottierende korpuskuläre Bestandteile darstellbar. Im weiteren Verlauf nimmt die Echogenität durch Organisation des Hämatoms zu. Sonographisch schwer von der *Haematocele* zu differenzieren ist die *Pyocele*. Auch hier

finden wir flottierende korpuskuläre Bestandteile. Im weiteren Verlauf kommt es zur Ausbildung von Fibrinsepten mittlerer Echogenität.

2. Skrotalhernien

Bei der *Skrotalhernie* lässt sich Dünndarm im Skrotum als ring- oder schlauchförmige Struktur mittlerer Echogenität mit anechogenem bzw. unregelmäßigem Inhalt darstellen. Kontraktionswellen sind bei vitalem Darm noch zu erkennen. Vorgefallenes Netz stellt sich als flottierende Strukturen mittlerer Echogenität dar. Im Skrotum kann es zudem zu einem vermehrten anechogenen Inhalt kommen.

3. Hodenneoplasien

Veränderungen des homogenen Erscheinungsbildes des Hodenparenchyms durch z.B. Darstellung von Arealen verschiedener Echogenität kann auf Neoplasien hinweisen. Zur genaueren Diagnostik ist eine histologische Untersuchung notwendig. Hierzu kann eine ultraschallgeleitete Biopsie durchgeführt werden.

4. Orchitis

Bei einer *Orchitits* stellt sich der Hoden zumeist hypoechogen mit erhaltener Homogenität dar. In Einzelfällen kann es auch zu einem inhomogenen Erscheinungsbild mit hypoechogenen Zonen kommen. Begleitet werden diese Befunde oft durch eine Verdickung der Skrotalhaut und einer *Epididymitis* (s.u.).

5. Hodenabszesse, -zysten und -hämatome

Alle drei Erkrankungen stellen sich als gut abgrenzbare an- bzw. hypoechogene Zonen im Hodenparenchym dar. Flottierende korpuskuläre Bestandteile und Fibrinfetzen mittlerer Echogenität deuten auf Hodenabszesse oder –hämatome hin, eine zuverlässige Differenzierung ist allerdings nur durch Punktion möglich. Im Verlauf der Organisation nimmt das Hämatom an Echogenität bis hin zur Hyperechogenität zu.

6. Torsio testis

Bei einer *Hodentorsion* um mehr als 180 Grad kommt es zu einer Zunahme des Lumens in den Gefäßen vom Samenleiter und zuweilen auch im Hoden. Die Echogenität des Hodenparenchyms nimmt anfänglich durch den gestörten Blutabfluss ab und im späteren Verlauf durch bindegewebige Induration wieder zu. Eine *Hydrocele* kann häufig beobachtet werden.

7. Variocele

Die Variocele stellt sich durch gut abgrenzbare anechogene Zonen im Samenstrang dar.

8. Epididymitis

Bei der *Nebenhodenentzündung* sind vermehrte und vergrößerte hypoechogene Zonen im Nebenhoden darstellbar. Vereinzelt sind auch hyperechogene Zonen und eine Vergrößerung des Nebenhodens zu sehen. Die Echogenität kann zu- oder abnehmen. Eine Differenzierung von Neoplasien des *Nebenhodens* ist sonographisch nicht möglich.

3. Material und Methoden

3.1. Tiermaterial

An der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität, Professur für Chirurgie des Pferdes, wurden von Mitte des Jahres 1997 bis Anfang des Jahres 2002 im Rahmen eines Untersuchungsauftrages 71 equine Hengste untersucht. Diese teilten sich in eine Gruppe mit 12 Hengsten mit intraskrotal gelegenen Hoden und eine Gruppe mit 58 Hengsten mit Verdacht auf Kryptorchismus. Ein weiterer Hengst stellte sich als monorchid heraus und wird gesondert besprochen.

3.1.1. Kontrollgruppe

Um eine korrekte Interpretation der erhobenen Befunde und eine gewisse Routine im Umgang mit der Methode zu gewährleisten, wurden im Verlauf der vorliegenden Arbeit 12 Warmbluthengste mit normal vorliegenden Hoden palpatorisch und sonographisch untersucht. Anschließend wurden 9 Tiere kastriert.

3.1.2. Kryptorchide Hengste

Es wurden insgesamt 58 Hengste, davon 10 Kaltblutpferde, 23 Warmblutpferde, 5 Vollblutpferde, und 20 Ponies / Kleinpferde im Alter von 10 Monaten bis 7 Jahren mit Verdacht auf Kryptorchismus untersucht. Das Durchschnittsalter betrug 2,4 Jahre. Zur späteren Auswertung erfolgte eine Einteilung nach Größe in drei Gruppen bestehend aus 10 Kaltblutpferden, 28 Warmblut- und Vollblutpferden, 20 Ponies und Kleinpferden (s. Diagramm 1).



3.2. Technisches Equipment

Für die Untersuchungen stand das Ultraschallgerät Petscope 20[®] der Firma Kranzbühler mit einer Darstellung von 512 x 512 Bildpunkten und 64 Graustufen zur Verfügung. Den individuellen Anforderungen entsprechend wurden die Mehrstufen-Fokussierung (s. Kap. 2.1.1.5.), die 6-stufige Time-Gain-Compensation (s. Kap. 2.1.1.5.), die Gesamtverstärkung, die integrierte Messeinrichtung für bis zu 4 Distanzmessungen und der Vergrößerungsfaktor (Zoom) eingestellt. Für alle Untersuchungen lag der Dynamikbereich bei 65 dB.

Verwendung fanden ein 7,5 MHz Linearschallkopf mit einer Bildbreite von 50 mm und ein 3,5 MHz elektronischer Konvexschallkopf mit einem Radius von 60 mm und einem Abstrahlwinkel von 62 Grad. Der 7,5 MHz Schallkopf hat in biologischem Gewebe eine theoretische Eindringtiefe von 7 cm und der 3,5 MHz Schallkopf von 15 cm (s. Kap. 2.1.1.4.), in Abhängigkeit von dem jeweils zu untersuchenden Gewebe.

Die Dokumentation erfolgte mit dem Mitsubishi Video Copy Processor P67E. Dieser Schwarz-Weiß-Drucker im Thermoprintverfahren verfügt über eine maximale Auflösung von 1216 Punkten horizontal und 600 Punkten vertikal bei 256 Graustufen. Als Speichermedium für die 100 mm x 75 mm großen Bilder wurde Standard-Thermopapier gewählt.

3.3. Untersuchungsverfahren

3.3.1. Klinische Untersuchung

Bei der speziellen klinischen Untersuchung wurde am stehenden Pferd eine eingehende Adspektion und transkutane Palpation der Skrotal- und Leistengegend durchgeführt.

3.3.2. Sonographische Untersuchung am stehenden Tier

Die anschließende transkutane sonographische Untersuchung wurde entweder am freistehenden oder in den Gießener Untersuchungsstand verbrachten Tier (s. Abb. 7) durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgten in der Mehrzahl am unsedierten Pferd. In einem Fall musste zur Sonographie eine Sedation durchgeführt werden. Hierzu wurde eine Mischung aus L-Methadon (Polamivet[®]) und Azepromazin (Vetranquil[®]) jeweils in einer Dosierung von 0,08 mg/kg KM intravenös verabreicht.

Nach Applikation eines Standard-Kontaktgels auf die Region zwischen Skrotum, der Medianen und der Leistengegend wurde anschließend diese Region mit einem 7.5 MHz Linearschallkopf untersucht. Aufgrund der räumlichen Enge in der Leistengegend am stehenden Tier konnte der Schallkopf nur in Längsrichtung zur Pferdeachse platziert werden. Kranial gelegene Strukturen wurden jeweils am linken Bildrand abgebildet. Ergab die sorgfältige Untersuchung des Gewebes mit dem 7.5 MHz Schallkopf kein typisches Hodengewebe (s. Kap. 2.2.2.), erfolgte die Musterung mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf. Erhobene Befunde wurden schriftlich deskriptiv und bildlich per Thermoprint dokumentiert. Sämtliche Untersuchungen erfolgten im B-Mode (s. Kap. 2.1.1.2.). Es wurde versucht, Hodengewebe zu identifizieren, anhand der umliegenden Strukturen zu lokalisieren und aufgrund der Ergebnisse die Form des Kryptorchismus bestimmen. der Einteilung zu Bei der verschiedenen Kryptorchismusformen kam die von RODGERSON und HANSON (1997) vorgeschlagene Nomenklatur zur Anwendung. Die Lokalisation gefundener Strukturen wurde relativ zur Pferdeachse mit kranial, kaudal, proximal, distal, links und rechts beschrieben. Die Bezeichnungen lateral und medial bezogen sich auf den jeweiligen Hoden. Bei 23 dargestellten Hoden wurden Länge und Durchmesser bestimmt und anschließend das Hodenvolumen mit der Formel nach MACOMBER und SANDERS (1929) errechnet (s. Kap. 2.4.3.):

 $V = \pi x D^2 x 1/4 x L x 0,9$

V = Volumen [cm³]; D = Durchmesser [cm]; L = Länge [cm]



3.3.3. Kastration

Nach Palpation und sonographischer Untersuchung wurden 55 Hengste in Rückenlage und drei Hengste laparoskopisch im Stehen kastriert.

3.3.3.1. Kastration in Rückenlage

Zur *Kastration* wurden die Tiere in Rückenlage verbracht und die Hintergliedmaßen gespreizt ausgebunden. Die Methode der Kastration differierte je nach Lokalisation der zu entfernenden Hoden. Bei oberflächlich und tief inguinal gelegenen Hoden wurde ein Hautschnitt über dem äußeren Leistenspalt durchgeführt und anschließend der Hoden stumpf im Leistenkanal freipräpariert, vorgelagert und bei bedecktem Samenstrang ligiert und abgesetzt. Bei unvollständig abdominalen Hoden wurde derselbe Zugang über den Leistenkanal gewählt und anschließend die *Tunica vaginalis* mit dem

Gubernaculum testis aufgesucht. Nach Eröffnen der *Tunica vaginalis* wurde der Hoden durch vorsichtigen Zug am *Gubernaculum testis* vorgelagert, bei unbedecktem Samenstrang ligiert und abgesetzt. Anschließend wurde die *Tunica vaginalis* wieder vernäht. Bei vollständig abdominalen Hoden wurde die Bauchhöhle entweder über den Leistenkanal oder kranial des Leistenkanales nach paramedianem Wechselschnitt (SCHNEIDER, 1999) eröffnet, der Hoden in der Bauchhöhle aufgesucht, vorgelagert, ligiert und bei unbedecktem Samenstrang abgesetzt. In allen Fällen wurden die eröffneten Schichten einzeln vernäht.

Zur *Kastration in Rückenlage* erfolgte nach einer Sedation mit einer L-Methadon-Azepromazin-Mischspritze (jeweils 0,08 mg/kg KM intravenös) eine intravenöse Narkoseeinleitung mit Guaifenisin (My301[®]) in einer Dosierung von 50 mg/kg KM und Thiopental-Natrium (Trapanal[®]) in einer Dosierung von 2 mg/kg KM. Anschließend erfolgte eine Intubation und eine Inhalationsnarkose mit Halothan oder Isofluran in 100 %igen Sauerstoff.

3.3.3.2. Laparoskopische Kastration

Die *laparoskopische Kastration* erfolgte am stehenden, sedierten Pferd unter Lokalanästhesie. Nach einem Hautschnitt wurde in der Flanke die Bauchdecke mit einem Trokar perforiert und eine entsprechende Optik eingeführt. Zur Kastration wurden die intraabdominal gelegenen Hoden nach entsprechender Ligatur des Samenstranges über einen weiteren Zugang über die Flanke entfernt. Die Laparoskopie erfolgte unter einer intravenös verabreichten Standnarkose mit 0,06 mg/kg KM Detomidin (Domosedan[®]) und 0,06 mg/kg KM Butorphanol (Turbogesic[®]). Die Zugangsstelle in der jeweiligen Flanke wurde mit 5 %igem Procain-Hydroclorid (5 % Minocain[®]) lokal anästhesiert.

3.3.3.3. Befundung

Die operativ bestimmte Lokalisation der Hoden wurde übereinstimmend mit der für die Sonographie gewählten Nomenklatur nach RODGERSON und HANSON (1997) befundet.

3.3.4. Sonographische Untersuchung am isolierten Hoden

Nach erfolgter Kastration wurden bei den 23 präoperativ ausgemessenen Hoden die sonographischen Befunde postoperativ überprüft. Dazu wurden die isolierten Hoden in ein Bad mit *Aqua destillata* verbracht, ebenfalls sonographisch vermessen und anschließend das Volumen mit der Formel nach MACOMBER und SANDERS (1929) erneut errechnet.

3.3.5. Biometrie

Die statistische Auswertung erfolgte mit der freundlichen Unterstützung der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung der Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die statistische Auswertung wurde unter Verwendung der Statistikprogrammpakete BMDP/Dynamic, Release 7.0, (DIXON, 1993) und BiAS für Windows, Version 7.0, (ACKERMANN, 1998) durchgeführt.

Zur Beschreibung der Daten wurden arithmetische Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima, Maxima und Stichprobenumfänge berechnet und tabellarisch wiedergegeben.

Die qualitativen Merkmale wurden nach Gruppen getrennt ausgezählt und in Form von (zweidimensionalen) Häufigkeitstabellen (Kontingenztafeln) dargestellt. Zur Symmetriebeurteilung der Tabellen wurde der McNemar-Test (FLEISS, 1973) und zur Beurteilung von Stichproben auf statistisch signifikante Abweichungen von vorgegebenen erwarteten Häufigkeiten der Binomialtest (LORENZ, 1996) eingesetzt.

Zur statistischen Prüfung des Gruppeneinflusses auf Signifikanz wurde bei den angenähert normalverteilten Merkmalen eine einfaktorielle Varianzanalyse mit dem Programm BMDP7D durchgeführt. Beim Vergleich der prä- und postoperativen Volumina kam der t-Test für verbundene Stichproben unter Verwendung des Programmes BMDP3D zum Einsatz (DIXON, 1993).

Die Untersuchung der Zusammenhänge erfolgte bei den quantitativen Merkmalen mit Hilfe von Korrelations- bzw. Regressionsanalysen mit dem Programm BMDP6D unter Angabe des Korrelationskoeffizienten (r) und der Regressionsgerade durch den Koordinatenursprung ($y = m \cdot x$). Für die Gegenüberstellung qualitativer Merkmale wurden zweidimensionale Häufigkeitstabellen mit dem Programm BMDP4F erzeugt und mit dem Chi²-Test (SACHS, 1997), bzw. Chi²-Test nach CRADDOCK und FLOOD (1970) auf signifikante Zusammenhänge geprüft. Hier kam das Programm BiAS zum Einsatz.

Bei der Bewertung der statistischen Signifikanzen wurde das Signifikanzniveau $\alpha = 0.05$ zugrunde gelegt, d.h. Ergebnisse mit p ≤ 0.05 wurde als statistisch signifikant angesehen. zusätzlich wird – wenn möglich – der exakte p-Wert angegeben.

Neben dem statistischen Vergleich der Palpations-, Ultraschall- und Kastrationsbefunde erfolgte zum Vergleich zu anderen Literaturangaben eine Zusammenfassung der unvollständig und vollständig abdominal gelegenen Hoden zu einer *abdominalen Gruppe* und die oberflächlich und tief inguinal gelegenen Hoden zu einer *inguinalen Gruppe*.

4. Ergebnisse

Im folgenden werden nur die Untersuchungsergebnisse der Tiere mit Verdacht auf Kryptorchismus ausgewertet.

4.1. Palpationsbefunde

Von 116 aufzusuchenden Hoden konnten 44 mit normaler Größe und Konsistenz im Skrotum ertastet werden. Insgesamt 15 Hoden wurden als oberflächlich inguinal und ein Hoden als tief inguinal befundet. 13 dieser inguinalen Hoden wurden als ein längsovales, verkleinertes, etwas derberes Gebilde und ein Hoden als ein sehr weiches Gebilde jeweils am äußeren Leistenring identifiziert. Eine längsovale, verkleinerte, etwas derbere Struktur zwischen Skrotum und äußerem Leistenring wurde als oberflächlich inguinal und eine ähnliche Struktur im Leistenkanal als tief inguinal gelegener Hoden identifiziert. In 56 Fällen konnte keine hodenähnliche Struktur palpiert werden (s. Diagramm 2 u. Tab. 1).

Bei 28 nicht normal vorliegenden Hoden wurde als zusätzlicher Befund eine mangelnde Ausbildung des Skrotums festgestellt.

Es kam im Verlauf der palpatorischen Untersuchung zu keinerlei Verletzung der untersuchten Tiere.


	li	re			
skrotal	25	19			
oberfl. ing.	6	9			
tief ing.	0	1			
unvollständig abdominal	0	0			
vollständig abdominal	0	0			
nicht gefunden	27	29			
Summe	58	58			
Tabelle 1: Lokalisation der	gesuchten 116 Hoden ger	näß transkutaner Palpation			
unterteilt nach linker und rechter Lage.					

4.2. Sonographische Befunde

4.2.1. Der Leistenkanal

Der Leistenkanal eines Wallachs stellt sich sonographisch als v-förmige, nach kraniomedial in die Tiefe ziehende, sehr inhomogene Struktur dar (s. Abb. 8). Kranial wird der Leistenkanal durch die Bauchdecke begrenzt. Diese wird gebildet durch den hypoechogenen Musculus obliquus internus abdominis, dessen Grenzschicht sich, wenn orthograd getroffen, als echoreiche Linie darstellt. Treffen die Schallwellen schräg auf die Bauchdecke, bildet sich diese als hypoechogene Begrenzung ab. Ausgefüllt wird der Leistenkanal von sehr inhomogenem, granulärem Bindegewebe, in dem sich die Gefäße als anechogene Linien oder Kreise, je nachdem in welchem Winkel sie getroffen werden, darstellen. In ihrem Lumen kann das Blut durch Fließen der korpuskulären Bestandteile erkannt werden. Schallkopffern der Bauchdecke kann mehr oder minder homogenes retroperitoneales Fettgewebe mittlerer Echogenität dargestellt werden. Darunter zeichnen sich Dünndarmschlingen als runde oder schlauchförmige Gebilde mit Begrenzungen mittlerer Echogenität und darin enthaltenem, inhomogenem, fließendem Ingestastrom ab. Die Darmmotorik führt zu einem sehr bewegten Bild, welches auf dem Standbild verwaschen wirkt. Dickdarm stellt sich als echoreicher Bogen mit einem durch intraluminale Gasansammlung gebildeten schmutzigen Schallschatten aus echoreichen Wiederholungsechos schallkopffern davon dar.



<u>Abbildung 8:</u> Sonographische Längsdarstellung des Leistenspaltes mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 6-jährigen Warmblutwallach.



<u>Abbildung 8.1.</u>: Sonographische Längsdarstellung des Leistenspaltes mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 6-jährigen Warmblutwallach mit zusätzlicher Konturverstärkung der verschiedenen anatomischen Strukturen.



<u>Abbildung 8.2.</u>: Sonographische Längsdarstellung des Leistenspalteinganges mit einem 7,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 6-jährigen Warmblutwallach.



- A.) Haut und Unterhaut;
- B.) Bindegewebe im Leistenkanal;
- C.) Bauchdecke (M. obliquus internus abdominis);
- D.) Dickdarm;
- E.) Cavum abdominale;

<u>Abbildung 8.3.</u>: Sonographische Längsdarstellung des Leistenspalteinganges mit einem 7,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 6-jährigen Warmblutwallach mit zusätzlicher Konturverstärkung der verschiedenen anatomischen Strukturen.

4.2.2. Der intraskrotal gelegene Hoden

Der normal im Skrotum liegende equine Hoden stellte sich bei unseren eigenen Untersuchungen wie in Kap. 2.2.2. beschrieben dar. Die Haut war echoreich, angrenzend eine etwas hypoechogenere inhomogene Unterhaut. Darunter stellte sich die Tunica vaginalis als echoreiche Linie dar. Schallkopffern davon konnte unter Umständen eine dünne anechogene Flüssigkeitsansammlung visualisiert werden. Das Hodengewebe selbst stellte sich im Ultraschallbild als homogen, grau, granulär und von mittlerer Echogenität dar. Mittig verlief die Zentralvene längsgeschnitten als deutliche anechogene Linie, quer als anechogener Kreis von 1-4 mm Durchmesser. Begrenzt wurde die Zentralvene durch echoreiche Grenzlinien (border lines) (s. Abb. 9).

Sonographisch konnten 44 Hoden im Skrotum dargestellt werden. Davon 25 links und 19 rechts.



<u>Abbildung 9:</u> Sonographische Längsdarstellung eines im Skrotum gelegenen rechten Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 2-jährigen Kaltbluthengst. Zentralvene durch weißen Pfeil gekennzeichnet.



- A.) Haut- und Unterhaut (bei graphischer Nachbearbeitung stark aufgehellt);
- B.) Hodenparenchym;
- C.) Zentralvene;
- E.) Tunica vaginalis;

<u>Abbildung 9.1.</u>: Sonographische Längsdarstellung eines im Skrotum gelegenen rechten Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 2-jährigen Kaltbluthengst mit zusätzlicher Konturverstärkung der verschiedenen anatomischen Strukturen.

4.2.3. Der oberflächlich inguinal gelegene Hoden

Die oberflächlich inguinal gelegenen Hoden (s. Abb. 10) stellten sich wie ein verkleinerter physiologischer Hoden dar. Subkutan am äußeren Leistenring gelegen, war die längsovale Form gut zu erkennen, ebenso die graue, granuläre Struktur mittlerer Echogenität des Parenchyms. Die anechogene Zentralvene war bei 24 oberflächlich inguinal gelegenen Hoden gut zu sehen, einmal nicht zu visualisieren. Der Nebenhoden war als inhomogenes, hypoechogenes Gebilde darstellbar. Der weitere Verlauf des Samenstranges im Leistenkanal konnte sonographisch nicht verfolgt werden. Die Bauchfaszie und das Peritonaeum stellten sich wenn orthograd getroffen als distale echoreiche Grenzlinie zur hypoechogenen Bauchhöhle dar. Zwischen diesen Strukturen lag der Musculus obliquus internus abdominis als hypoechogene, homogene Grenzschicht.

Oberflächlich inguinal konnten 25 Hoden sonographisch dargestellt werden. Davon lagen 24 Hoden subkutan am äußeren Leistenring und ein Hoden zwischen äußerem Leistenring und Skrotum. 10 der dargestellten Hoden lagen links und 15 rechts.



<u>Abbildung 10:</u> Sonographische Längsdarstellung eines rechts oberflächlich inguinal am äußeren Leistenring gelegenen Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 3-jährigen Orlow-Traber-Hengst.



- A.) Haut und Unterhaut (bei graphischer Nachbearbeitung stark aufgehellt);
- B.) Hodenparenchym;
- C.) Zentralvenen;
- D.) Bindegewebe;
- E.) Bauchdecke (M. obliquus internus abdominis);
- F.) Cavum abdominale;

<u>Abbildung 10.1.</u>: Sonographische Längsdarstellung eines rechts oberflächlich inguinal am äußeren Leistenring gelegenen Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 3-jährigen Orlow-Traber-Hengst mit zusätzlicher Konturverstärkung der verschiedenen anatomische Strukturen.

4.2.4. Der tief inguinal gelegene Hoden

Der tief inguinale Hoden ist im Bindegewebe des Leistenkanals eingebettet.

Die längsovale Form und die granuläre Struktur waren in der Regel gut darstellbar, die Echogenität etwas vermindert (s. Abb. 11). Die Zentralvene war nur als mehr oder minder zentral gelegene anechogene Zone zu erkennen und einmal überhaupt nicht darstellbar. Das umgebende Fett- und Bindegewebe war inhomogen und strukturiert. Die Bauchfaszie und das Peritonaeum stellten sich wenn orthograd getroffen als distale echoreiche Grenzlinie zur hypoechogenen Bauchhöhle dar. Zwischen diesen Strukturen lag der Musculus obliquus internus abdominis als hypoechogene, homogene Grenzschicht. Durch den großen Druck, der auf die Leistengegend ausgeübt werden muss, um eine gute Ankopplung zu erhalten, war das Gewebe im Leistenkanal stark komprimiert. Tiefenmessungen waren somit unzuverlässig.

Sonographisch wurden 15 Hoden als tief inguinal gelegen identifiziert, davon 7 links und 8 rechts.



<u>Abbildung 11:</u> Sonographische Längsdarstellung eines rechts tief inguinal gelegenen Hodens mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 1,5-jährigen Welsh-Pony-Hengst.



<u>Abbildung 11.1.</u>: Sonographische Darstellung eines tief inguinal gelegenen Hodens mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf bei einem 1,5-jährigen Welsh-Pony-Hengst mit Konturverstärkung der verschiedenen anatomischen Strukturen.

4.2.5. Der unvollständig abdominal gelegene Hoden

Diese Hoden liegen häufig der abdominalen Wand von innen an.

Sonographisch glichen Echogenität, Struktur, Tiefe und Größe der unvollständig abdominal identifizierten Hoden den tief inguinal gelegenen Hoden. Von diesen zu differenzieren waren sie durch ihre Lage zu der abdominalen Wand, die sich als echoreiche Linie schallkopfnah des Hodens darstellte (s. Abb. 12). In ihrer Umgebung waren Dünndarmschlingen als runde bis längliche Gebilde mit hypoechogener oder echoreicher Begrenzung und hypoechogenem Inhalt zu erkennen. Die Darmschlingen sind des weiteren durch ihre Motilität und den fluktuierenden Ingestastrom zu identifizieren. Gelegentlich schoben sich Darmschlingen zwischen abdominale Wand und Hoden. Die Hoden waren dann in ständiger Bewegung und schlecht im Bild zu fixieren. Bei 5 unvollständig abdominal gelegenen Hoden konnte die Zentralvene dargestellt werden, bei einem nicht.

Als unvollständig abdominal wurden 6 Hoden identifiziert, davon 5 links und einer rechts.



<u>Abbildung 12:</u> Sonographische Querdarstellung eines unvollständig abdominalen linken Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 3-jährigen Kaltbluthengst.



<u>Abbildung 12.1.</u>: Sonographische Darstellung eines unvollständig abdominalen linken Hodens mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf bei einem 3-jährigen Kaltbluthengst mit zusätzlicher Konturverstärkung der verschiedenen anatomischen Strukturen.

4.2.6. Der vollständig abdominal gelegene Hoden

Es konnte kein vollständig abdominaler Hoden sonographisch dargestellt werden.

4.2.7. Präoperative sonographische Messungen am Hoden

Es wurden sonographisch Länge und Durchmesser von 23 identifizierten kryptorchiden Hoden bestimmt. In der Tabelle 2 sind neben den sonographisch ermittelten Werten für Länge und Durchmesser die errechneten Volumina und die Lokalitäten der kryptorchiden Hoden dargestellt. Die Volumina variierten von 2,55 ccm bis 105,99 ccm. Im Mittel lag das Hodenvolumen bei 21,38 ccm und die Standardabweichung bei 22,10 ccm.

Lage	prä	operative Messung	en	
	Länge [cm]	Durchmesser [cm]	Volumen [ccm]	
li oberfl ing	3,6	1,9	9,19	
li oberfl ing	4,1	2,7	21,13	
re oberfl ing	3,1	3	19,72	
li unvollst abd	4,1	2,7	21,13	
li oberfl ing	3,5	1,6	6,33	
re tief ing	2,7	1,8	6,18	
li tief ing	4,7	2,6	22,46	
re tief ing	6,3	3,8	64,30	
li tief ing	4,2	2,1	13,09	
li unvollst abd	4,4	2,6	21,02	
li oberfl ing	8,5	4,2	105,99	
re oberfl ing	4,8	2,4	19,54	
li oberfl ing	5	2,3	18,70	
re oberfl ing	5	2,6	23,89	
re oberfl ing	4,7	2,4	19,14	
re unvollst abd	3,6	1	2,55	
li unvollst abd	3,5	1,8	8,02	
re oberfl ing	3,2	1,9	8,17	
li tief ing	4,4	2,2	15,05	
re tief ing	4,4	2	12,44	
li oberfl ing	4,4	2,1	13,72	
re oberfl ing	4	2	11,31	
li unvollst abd	4,5	3	28,63	
Mittelwert	4,38	2,38	21,38	
Standardabweichung	1,18	0,69	22,10	
Tabelle 2: Auflistung der sonographisch präoperativ bestimmten Hodenmaße und				
der daraus errechneten	Volumina für 23 l	kryptorchide Hoden	sowie die daraus	
bestimmten Mittelwerte und die Standardabweichungen. Minimal- und				

Maximalwerte (Spannweite) fett gedruckt.

4.2.8. Zusammenfassung der sonographisch erhobenen Befunde

Bei der sonographischen Untersuchung wurden von 116 gesuchten Hoden 44 als intraskrotal, 25 als oberflächlich inguinal, 15 als tief inguinal und 6 Hoden als unvollständig abdominal gelegen identifiziert. 26 Hoden konnte sonographisch nicht identifiziert werden (s. Diagramm 3 u. Tab. 3).



	li	re		
skrotal	25	19		
oberfl. ing.	10	15		
tief ing.	7	8		
unvollständig abdominal	5	1		
vollständig abdominal	0	0		
nicht gefunden	11	15		
Summe	58	58		
Tabelle 3: Lokalisation der gesuchten 116 Hoden gemäß transkutaner Sonographie				
unterteilt nach linker und rechter Lage.				

Es kam im Verlauf der sonographischen Untersuchung zu keinerlei Verletzung der untersuchten Tiere.

4.3. Kastrationsbefunde

Von den vorgestellten 58 Hengsten stellten sich intraoperativ 48 Tiere als einseitig und 10 Hengste als beidseitig kryptorchid heraus.

44 der gesuchten 116 Hoden befanden sich intraskrotal, 25 oberflächlich inguinal, 14 tief inguinal, 16 Hoden unvollständig abdominal und 13 vollständig abdominal. Bei einem Warmbluthengst konnte rechts und bei drei Ponies links kein Hoden operativ aufgefunden werden (s. Diagramm 4 u. Tab. 4). Die 4 letztgenannten Hengste stellten sich als bereits einseitig kastriert heraus, da ein Samenstrangstumpf intraoperativ nachweisbar war. Diese 4 Hoden werden in den weiteren Auswertungen als *"vorkastriert"* bezeichnet.



	li	re		
skrotal	25	19		
oberfl. ing.	10	15		
tief ing.	6	8		
unvollständig abdominal	9	7		
vollständig abdominal	5	8		
nicht gefunden (vorkastriert)	3	1		
Summe	58	58		
Tabelle 4: Lokalisation der gesuchten 116 Hoden gemäß Operationsbefund unterteilt				
nach linker und rechter Lage.				

30 kryptorchide Hoden lagen links und 38 rechts. Um zu überprüfen, ob eine erhöhte Neigung zu linkem oder rechtem Kryptorchismus vorlag, wurden diese Ergebnisse mit einer gleichmäßigen Verteilung auf links und rechts verglichen (s. Tab. 5) und mit dem Binomialtest überprüft, ob es einen signifikanten Unterschied gibt. Es konnte keine signifikant erhöhte Neigung zu linkem oder rechtem Kryptorchismus festgestellt werden (p=0,40).

	kryptore	G			
	li	re	Summe		
gefunden	30	38	68		
erwartet	34 34		68		
Tabelle 5: Tabellarische Erfas	ssung der jeweil	igen Seite der kı	yptorchiden Hoden		
nach Operationsbefund (gefur	nden).				
Im Vergleich dazu eine gleich	Im Vergleich dazu eine gleichmäßige Aufteilung der 68 kryptorchiden Hoden auf				
links und rechts (erwartet)	um eine sign	ifikant erhöhte	Neigung zu einer		
bestimmten kryptorchiden Sei	bestimmten kryptorchiden Seite mit dem Binomialtest zu überprüfen.				

Bei der Überprüfung von Zusammenhang zwischen Lage und Seite der abdominal und inguinal gelegenen kryptorchiden Hoden (s. Tab. 6) konnte im Chi²–Test kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (p=0,55). Demnach konnte kein vermehrtes Auftreten einer bestimmten Kryptorchismusform in Abhängigkeit von der Lage links oder rechts festgestellt werden.

		operativ	ve Lage	Summo		
		inguinal abdominal		Summe		
Seite	links	16	16 14			
Stite	rechts	23	15	38		
Su	imme	39	39 29			
Tabelle 6: Vergl	eich der Häufigkeit	des Auftretens lin	ksseitigen und rec	chtsseitigen		
Kryptorchismus	mit inguinal bzw. al	bdominal gelegene	en Hoden. Operat	ionsbefund		
bei 58 Kryptorchiden mit insgesamt 68 kryptorchiden Hoden.						
inguinal =	inguinal = oberflächlich + tief inguinal gelegene Hoden					

abdominal = unvollständig + vollständig abdominal gelegene Hoden

Von 68 entfernten kryptorchiden Hoden werden laut Operationsprotokoll 9 oberflächlich inguinal gelegene Hoden, 9 tief inguinale, 8 unvollständig abdominale und 9 vollständig abdominal gelegene Hoden vom Operateur makroskopisch als verkleinert oder als hypoplastisch angesprochen. Zusätzlich wurden ein unvollständig und ein vollständig abdominaler Hoden makroskopisch als missgestaltet beschrieben.

4.4. Postoperative sonographische Messungen am Hoden

Es wurden sonographisch Länge und Durchmesser der 23 präoperativ ausgemessenen kryptorchiden Hoden im Wasserbad sonographisch kontrolliert. Die Daten sind in Tabelle 7 erfasst. Neben den sonographisch ermittelten Werten für Länge und Durchmesser werden die errechneten Volumina und die Lokalitäten der kryptorchiden Hoden dargestellt. Die Volumina variierten von 4,77 ccm bis 132,72 ccm. Im Mittel lag das Hodenvolumen bei 29,58 ccm und die Standardabweichung bei 28,59 ccm.

Lage	ро	stoperative Messun	gen	
	Länge [cm]	Durchmesser [cm]	Volumen [ccm]	
li oberfl ing	3,5	1,9	8,93	
li oberfl ing	4	2,6	19,11	
re oberfl ing	4,6	3,1	31,25	
li unvollst abd	6,6	3,3	50,80	
li oberfl ing	4,4	1,9	11,23	
re tief ing	4	2,1	12,47	
li tief ing	4,4	3,2	31,85	
re tief ing	5,9	3,8	60,22	
li tief ing	3,5	2,2	11,97	
li unvollst abd	3,6	2,2	12,32	
li oberfl ing	8,5	4,7	132,72	
re oberfl ing	5	3,4	40,86	
li oberfl ing	4,4	3,2	31,85	
re oberfl ing	4,1	3	26,08	
re oberfl ing	5,4	3	34,35	
re unvollst abd	3	1,5	4,77	
li unvollst abd	3,2	1,9	8,17	
re oberfl ing	3,8	1,9	9,70	
li tief ing	4,2	2,2	14,37	
re tief ing	3,9	1,6	7,06	
li oberfl ing	5,2	2,8	28,82	
re oberfl ing	4,6	2,5	20,32	
li unvollst abd	8,2	3,5	71,00	
Mittelwert	4,70	2,67	29,57	
Standardabweichung	1,43	0,79	28,59	
Tabelle 7: Auflistung der sonographisch postoperativ bestimmten Hodenmaße und				
der daraus errechneten Volumina für 23 kryptorchide Hoden sowie die daraus				
bestimmten Mittelwerte und die Standardabweichungen. Minimal- und				

Maximalwerte (Spannweite) fett gedruckt.

85

4.5. Vergleichende Betrachtung der erhobenen Befunde

Im Folgenden werden die operativ erhobenen Befunde und Lokalisationen als absolut betrachtet und zur Verifizierung herangezogen.

4.5.1. Vergleich palpatorischer und intraoperativer Befunde

Von 116 gesuchten Hoden konnten palpatorisch alle 44 intraskrotal, 15 der 25 oberflächlich inguinal, einer der 14 tief inguinal und keiner der unvollständig oder vollständig abdominal gelegenen Hoden identifiziert werden. Die 4 operativ nicht gefundenen Hoden waren auch palpatorisch nicht zu finden (vorkastriert).

Demnach konnten insgesamt 60 Hoden palpiert werden, davon 16 der 68 kryptorchiden Hoden. Von den 56 nicht gefundenen Hoden waren 52 kryptorchid und 4 vorkastriert.

Die nicht gefundenen 52 kryptorchiden Hoden teilten sich auf 10 oberflächlich inguinal gelegene, 13 tief inguinal gelegene, 16 unvollständig abdominal und 13 vollständig abdominal gelegene Hoden auf (s. Diagramm 5 u. Tab. 8).



			tief	unvollst.	vollst.	Summe
		ing.	ing.	abd.	abd.	
nalnatorisch	gefunden	15	1	0	0	16
paipatorisen	nicht gefunden	10	13	16	13	52
Summe		25	14	16	13	68
Tabelle 8: Vergleich der palpatorisch gefundenen und nicht gefundenen						
68 kryptorchiden Hoden zu ihrer operativ bestimmten Lage in absoluten Zahlen.						

Die palpatorische Auffindungsrate der kryptorchiden Hoden war nach dem Chi^2 -Test von CRADDOCK und FLOOD (1970) hoch signifikant (p < 0,0001) von der Lage der Hoden abhängig. Die skrotal und oberflächlich inguinal gelegenen Hoden ließen sich gut, die tief inguinal gelegenen sehr schlecht und die restliche Hoden überhaupt nicht palpieren.

Vergleicht man die palpatorisch nicht aufgefundenen Hoden zu ihrer operativ bestimmten Lage ergibt sich eine Aufteilung wie in Diagramm 6 dargestellt. Da die 4 operativ identifizierten vorkastrierten Hoden nicht vorhanden und somit auch nicht zu finden sind, werden sie nicht berücksichtigt.



<u>Diagramm 6:</u> Intraoperativ ermittelte Lokalisation der 52 palpatorisch nicht erfassten Hoden unter Herausnahme der 4 vorkastrierten Hoden in Prozent. Im Vergleich lagen 56 % der vorhandenen nicht gefundenen Hoden abdominal und 44 % inguinal.

4.5.2. Vergleich sonographischer und intraoperativer Befunde

Wie in Kapitel 4.2.8. beschrieben, wurden von 116 gesuchten Hoden sonographisch 44 als intraskrotal gelegen, 25 als oberflächlich inguinal gelegen, 15 als tief inguinal gelegen und 6 Hoden als unvollständig abdominal gelegen diagnostiziert. Im direkten Vergleich dazu ergaben die operativen Befunde, dass zwar die 44 intraskrotal und die 25 oberflächlich inguinal gelegenen Hoden richtig lokalisiert worden waren, allerdings waren nach Sonographiebefund zwei operativ unvollständig abdominal gelegene Hoden als tief inguinal beschrieben worden. So konnten also von den 116 gesuchten Hoden sonographisch alle 44 intraskrotal, alle 25 oberflächlich inguinal, 13 der 14 tief inguinal, 8 der 16 unvollständig und keiner der 13 vollständig abdominal gelegenen Hoden dargestellt werden. Die Ergebnisse sind in Diagramm 7 ohne Berücksichtigung der 4 vorkastrierten Hoden dargestellt.

Demgegenüber konnten nur 25 oberflächlich inguinal gelegene, 13 tief inguinal gelegene, 6 unvollständig abdominal gelegene und keiner der vollständig abdominal gelegenen Hoden sonographisch korrekt lokalisiert werden (s. Tab. 9). Zwei intraoperativ als unvollständig abdominal gelegen identifizierte Hoden wurden sonographisch transkutan erkannt, aber als tief inguinal gelegen angesprochen.



Insgesamt wurden 90 Hoden sonographisch dargestellt, davon 46 der 68 kryptorchiden Hoden (s. a. Kap. 4.2.8.). Von den 26 nicht gefundenen Hoden waren 22 kryptorchid und 4 vorkastriert (s. Tab. 9). Die 4 vorkastrierten Hoden konnten verständlicherweise weder operativ noch sonographisch dargestellt werden. Die sonographische Auffindungsrate der kryptorchiden Hoden war nach dem Chi^2 -Test von CRADDOCK und FLOOD (1970) hoch signifikant (p < 0,0001) von ihrer operativ bestimmten Lage abhängig. Demnach ließen sich die oberflächlich und tief inguinalen Hoden sehr gut, die unvollständig abdominalen mäßig gut und die vollständig abdominalen Hoden gar nicht transkutan sonographisch darstellen.

Wie oben erwähnt, wurden von den 8 dargestellten unvollständig abdominal gelegenen Hoden zwei nach Sonographiebefund fälschlicherweise als tief inguinal gelegen identifiziert. Berücksichtigt man zusätzlich zu der Darstellbarkeit die korrekte Lokalisierbarkeit, ergeben sich 25 oberflächlich inguinal gelegene, 13 tief inguinal gelegene und 6 unvollständig abdominal gelegene richtig lokalisierte Hoden (s. Tab. 9).

		operative Lage				
		oberfl.	tief	unvollst.	vollst.	Summe
		ing.	ing.	abd.	abd.	
	korrekt	25	12	6	0	44
sonographisch	lokalisiert	23	15	0	0	44
dargestellt	nicht korrekt	0	0	2	0	2
	lokalisiert	U	U		0	2
sonographisch nicht darstellbar		0	1	8	13	22
Summe		25	14	16	13	68
Tabelle 9: Vergleich der sonographisch korrekt und falsch oder ni				er nicht		
lokalisierten kryptorchiden Hoden zu ihrer operativ bestimmten Lokalisationen.						

Die korrekte sonographischen Lokalisation kryptorchider Hoden war nach dem Chi^2 -Test von CRADDOCK und FLOOD (1970) hoch signifikant (p < 0,0001) von der operativ bestimmten Lage der Hoden abhängig. Demnach waren oberflächlich und tief inguinal gelegenen Hoden gut lokalisierbar, die unvollständig abdominal gelegenen Hoden schlecht und die vollständig abdominal gelegenen Hoden gar nicht zu lokalisieren.

Die sonographisch nicht auffindbaren 22 kryptorchiden Hoden erwiesen sich intraoperativ als ein tief inguinal gelegener Hoden, 8 unvollständig abdominale Hoden und als 13 vollständig abdominal gelegene Hoden (s. Diagramm 8 u. Tab 9). Die 4 vorkastrierten Hoden werden nicht berücksichtigt.



<u>Diagramm 8:</u> Lokalisation der 22 sonographisch nicht erfassten Hoden unter Herausnahme der 4 vorkastrierten Hoden im Vergleich zu ihrer operativ bestimmten Lage in Prozent. Demnach lagen 95 % der vorhandenen sonographisch nicht dargestellten Hoden abdominal und 5 % tief inguinal.

4.5.3. Zusammenfassender Vergleich der sonographischen, Palpationsund Operationsbefunde

Es werden die transkutanen Palpationsbefunde mit den sonographischen Befunden im Verhältnis zur operativ bestimmten Lage verglichen (s. Tab. 10).

Alle 44 operativ intraskrotal gelegene Hoden konnten sowohl sonographisch, als auch palpatorisch lokalisiert werden.

Von den 25 operativ als oberflächlich inguinal gelegen lokalisierten Hoden konnten alle sonographisch, aber nur 15 palpatorisch erfasst werden.

Von den 14 operativ tief inguinal gelegenen Hoden konnten sonographisch 13 und palpatorisch einer identifiziert werden.

Die operativ unvollständig abdominal gelegenen 16 Hoden konnten transkutan nicht palpiert werden. Sonographisch wurden 8 Hoden identifiziert.

Alle 13 operativ vollständig abdominal gelegenen Hoden waren weder sonographisch noch palpatorisch zu erfassen.

Alle 4 operativ nicht aufgefundenen vorkastrierten Hoden konnten weder sonographisch noch palpatorisch erfasst werden.

operativ bestimmte Lage	palpatorisch	sonographisch		
bestimite Luge		+	-	
intraskrotal	+	44	0	
iiiti aski otai	-	0	0	
oberflächlich	+	15	0	
inguinal	-	10	0	
tief inguinal	+	1	0	
	-	12	1	
unvollständig	+	0	0	
abdominal	-	8	8	
vollständig	+	0	0	
abdominal	-	0	13	
Tabelle 10: Verglei	ch der sonograph	isch dargestellten une	d nicht dargestellten	
kryptorchiden Hoden zu den palpatorisch lokalisierten und nicht lokalisierten				
kryptorchiden Hoden in Abhängigkeit von ihrer operativ bestimmten Lage.				
+ = gefunden	- = nicht g	efunden		

Insgesamt wurden alle 16 palpatorisch erfassten kryptorchiden Hoden auch sonographisch identifiziert. Zusätzlich konnten im Ultraschall 30 weitere kryptorchide Hoden erfasst werden (s. Tab. 11).

		sonogra	G		
		gefunden nicht gefunden		Summe	
palpatorisch	gefunden	16	0	16	
p p c c c c c c	nicht gefunden	30	22	52	
Summe 46 22		22	68		
Tabelle 11: Vergleich der sonographisch gefundenen und nicht gefundenen				efundenen	
kryptorchiden Hoden zu den palpatorisch gefundenen und nicht gefunder			efundenen		
kryptorchiden	kryptorchiden Hoden.				

Vergleicht man diese Zahlen im Chi^2 -Test, wird deutlich, dass Palpations- und Sonographiebefunde signifikant im Zusammenhang zueinander (p = 0,002) stehen. Im McNemar-Test auf Symmetrie der Tabelle zeigt sich, dass eine erfolgreiche sonographische Lokalisation des kryptorchiden Hodens bei negativem Palpationsbefund hoch signifikant häufiger auftritt als umgekehrt (p<0,001). Somit ist die transkutane Sonographie erfolgreicher einsetzbar zur Lokalisation der kryptorchiden Hoden als die transkutane Palpation.

4.5.4. Vergleich der Lokalisation der kryptorchiden Hoden zur Rassengröße

Um ein erhöhtes Vorkommen verschiedener Lokalisationen kryptorchider Hoden bei verschiedenen Rassen in Abhängigkeit von ihrer Rahmengröße abzuklären, wurde eine Aufteilung der operativ erhobenen Befunde auf die in Material und Methode beschrieben Größengruppen durchgeführt (s. Tab. 12).

		Grö	Größengruppen			
		groß	mittel	klein	Summe	
	oberfl. ing.	4	14	7	25	
Lokalisation	tief ing.	3	5	6	14	
	unvollst. abd.	5	6	5	16	
	vollst. abd.	1	6	6	13	
Su	mme	13	31	24	68	
Tabelle 12: V	/ergleich der ope	erativ bestim	mten Lol	kalisation l	kryptorchider	
Hoden zur Rassengröße.						
groß =	Kaltblutpferde	mittel =	Warr	n- und Voll	blutpferde	
klein =	Ponies und Kleinp	ferde				

Nach dem Chi^2 -Test von CRADDOCK und FLOOD (1970) konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Lokalisationen der kryptorchiden Hoden und der Rassengröße festgestellt werden (p = 0,606).

4.5.5. Vergleich der sonographischen Auffindungsrate in Abhängigkeit zur Rassengröße

Um einen Einfluss der Rassengröße auf die transkutane sonographische Darstellbarkeit kryptorchider Hoden zu überprüfen wurde die Häufigkeit der sonographisch dargestellten tief inguinal und unvollständig abdominal gelegenen Hoden in Abhängigkeit von der Rassengröße ermittelt (s. Diagramm 9 u. Tab. 13). Da unabhängig von der Rasse alle intraskrotal und oberflächlich inguinal gelegenen Hoden sicher sonographisch erkannt wurden und andererseits mittels Sonographie vollständig abdominal gelegene Hoden nicht nachweisbar waren, werden sie in dieser Auswertung nicht berücksichtigt.



		Größengruppe							
			groß	mittel	klein	Summe			
sonogranhi	isch	gefunden	5	8	8	21			
sonographi	19011	nicht gefunden	3	3	3	9			
Summe			8	11	11	30			
Tabelle 13: Vergleich der Anzahl sonographisch dargestellten tief inguinal und									
unvollständig abdominal gelegenen Hoden in Abhängigkeit von der Rassengröße.									
groß =	K	Kaltblutpferde	mittel =	tel = Warm- und Vollblutpferde					
klein =	Р	Ponies und Kleinpferde							

Nach einem durchgeführten Chi^2 -Test nach CRADDOCK und FLOOD (1970) gab es keine signifikante Abhängigkeit zwischen Rassengröße und erfolgreicher transkutaner sonographischer Darstellung (p = 0,864). Somit lässt sich kein Unterschied der Zuverlässigkeit der transkutanen Sonographie in Abhängigkeit von der Rassengröße nachweisen.

4.5.6. Vergleich der prä- und postoperativ bestimmten Hodenvolumina

Im folgenden tabellarischen Vergleich (s. Tab. 14) der prä- und postoperativ bestimmten Hodenvolumina und dem dazugehörigen Korrelationsdiagramm (s. Diagramm 10) ist eine deutliche Tendenz zu erkennen, das Hodenvolumen präoperativ zu unterschätzen. Die maximale prozentuale relative Maßabweichung liegt bei einem tief inguinal gelegenen Hoden bei 76 %. Im Mittel liegen die relativen Maßabweichungen von den postoperativen Werten, die als 100 % bewertet werden bei – 18 %.

Lage	präoperativ	postoperativ	Volumen-	rMA [%]			
	Volumen	Volumen	abweichung				
	[ccm]	[ccm]	[ccm]				
li oberfl ing	9,19	8,93	0,26	2,86			
li oberfl ing	21,13	19,11	2,01	10,54			
re oberfl ing	19,72	31,25	-11,53	-36,89			
li unvollst abd	21,13	50,80	-29,68	-58,41			
li oberfl ing	6,33	11,23	-4,89	-43,59			
re tief ing	6,18	12,47	-6,29	-50,41			
li tief ing	22,46	31,85	-9,39	-29,48			
re tief ing	64,30	60,22	4,08	6,78			
li tief ing	13,09	11,97	1,12	9,34			
li unvollst abd	21,02	12,32	8,71	70,71			
li oberfl ing	105,99	132,72	-26,74	-20,14			
re oberfl ing	19,54	40,86	-21,31	-52,17			
li oberfl ing	18,70	31,85	-13,15	-41,30			
re oberfl ing	23,89	26,08	-2,19	-8,40			
re oberfl ing	19,14	34,35	-15,22	-44,30			
re unvollst abd	2,54	4,77	-2,23	-46,67			
li unvollst abd	8,02	8,17	-0,15	-1,84			
re oberfl ing	8,17	9,70	-1,53	-15,79			
li tief ing	15,05	14,37	0,68	4,76			
re tief ing	12,44	7,06	5,38	76,28			
li oberfl ing	13,72	28,82	-15,10	-52,40			
re oberfl ing	11,31	20,32	-9,01	-44,35			
li unvollst abd	28,63	71,00	-42,38	-59,68			
Mittelwert	21,38	29,57	-8,20	-18,46			
Standardabweichung	22,10	28,59	12,50	37,48			
Tabelle 14: Vergleich der prä- und postoperativ bestimmten Hodenvolumina für 23							

Hoden in ccm, sowie die daraus errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen.

Minimal- und Maximalwerte (Varianzbreite) fett gedruckt.

Volumenabweichung = Volumen präoperativ – Volumen postoperativ

rMA = relative Maßabweichung in Prozent

= (Volumenabweichung / Volumen postoperativ) * 100
Im Korrelationsdiagramm wurden die präoperativ bestimmten Hodenvolumina auf der x-Achse, die postoperativ bestimmten Hodenvolumina auf der y-Achse eingetragen. Bei einer Übereinstimmung beider Volumina wäre y = x und der dazugehörige Punkt somit auf der Winkelhalbierenden beider Achsen vorzufinden. Man kann im Diagramm die vermehrte Ansammlung der Punkte oberhalb der Winkelhalbierenden erkennen. Die dazugehörige berechnete Regressionsgerade bestätigt diesen Eindruck. Ein durchgeführter t-Test ergab, dass prä- und postoperative Volumenmessungen signifikant (p = 0.028) von einander abweichen. Es gab keinen signifikanten Unterschied der relativen Volumenabweichung von der operativ bestimmten Lage der kryptorchiden Hoden (p = 0,248). Somit haben wir eine deutliche Neigung zu einer verminderten präoperativen Hodenvolumenbestimmung.

Eine Überprüfung auf Zusammenhang zwischen prä- und postoperativen Werten ergab einen hoch signifikant von Null abweichenden Korrelationskoeffizienten von r = 0,90(s. Diagramm 10). Somit ist eine Korrelation gegeben und die Regressionsrechnung ergab die Korrekturformel y = 1,28 x ausdrücken lässt. Man muss demnach präoperativ bestimmte Volumina mit dem Faktor 1,28 multiplizieren um das postoperative Volumen abzuschätzen. Die Standardabweichung um die Regression liegt allerdings mit 12 ccm sehr hoch.



4.5.7. Einfluss des Trainingseffektes auf das sonographische Untersuchungsergebnis

Um den Einfluss der Erfahrung in Handhabung des Ultraschallgerätes und sonographischer Befundung auf die Ergebnisse zu überprüfen, wurde die sonographische Erfolgsrate der ersten Hälfte aller vorgestellten tief inguinal und unvollständig abdominal gelegenen Hoden mit der sonographischen Erfolgsrate der zweiten Hälfte verglichen

(s. Tab. 15). Da alle oberflächlich inguinal gelegene Hoden und kein vollständig abdominal gelegener Hoden unabhängig von der Untersuchungsphase sonographisch dargestellt werden konnten, sind sie für diese Auswertung nicht von Bedeutung.

	sonographisch							
		gefunden	nicht gefunden	Summe				
Phase	1	12	3	15				
	2	9	6	15				
:	Summe	21	9	30				
Tabelle 15: V	Vergleich der Anzahl	l der sonographi	sch gefundenen	und nicht				
gefundenen tief inguinal und unvollständig abdominal gelegenen Hoden unterteilt in								
zwei Untersuchungsphasen.								
Phase 1 =	= Umfasst die erst	Umfasst die ersten 15 untersuchten tief inguinal und						
unvollständig abdominal gelegenen Hoden.								
Phase 2 =	= Umfasst die näc	Umfasst die nächsten 15 untersuchten tief inguinal und						
	unvollständig ab	unvollständig abdominal gelegenen Hoden.						

Ein durchgeführter Chi²-Test nach CRADDOCK und FLOOD (1970) ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen dem Erfolg der sonographischen Darstellung in der ersten Hälfte im Vergleich zur zweiten Hälfte (p = 0,232). Demnach war kein zunehmender diagnostischer Erfolg mit zunehmender Erfahrung des Untersuchers nachweisbar.

4.6. Monorchismus

Ein 8-jähriger Traberhengst wurde als einseitig kryptorchid zur Kastration vorgestellt.

Adspektion und Palpation ergaben im rechten Hodensack ein ca. faustgroßes, prallelastisches Gebilde. Links konnte weder im Skrotum, noch in der Leistengegend ein hodenähnliches Gebilde palpiert werden. Auch bei einer durchgeführten rektalen Palpation konnte kein hodenähnliches Gebilde identifiziert werden.

Bei der transkutanen sonographischen Untersuchung der linken Leistengegend wurden viele rundliche bis längliche Strukturen mit Tangentialphänomen und Fluss korpuskulärer Bestandteile als in die Tiefe ziehende Gefäße diagnostiziert. Hodenähnliches Gewebe war nicht darstellbar.

Bei einer anschließenden Kastration in Rückenlage wurde rechts ein normal vorliegender und entwickelter Hoden entfernt. Eine Kastrationsnarbe war linksseitig nicht nachweisbar. In der linken Leistengegend wurde ein kräftiger Venenplexus gefunden. Eine Scheidenhaut oder ein Musculus cremaster waren nicht ausgebildet. Eine Eröffnung der Bauchhöhle durch einen paramedianen Wechselschnitt ergab einen in Richtung linke Leiste ziehenden Samenleiter, der vor der Leiste endete. Hoden oder Nebenhoden bzw. ein hodenähnliches Gebilde waren nicht vorhanden.

Ein 8 Tage nach der einseitigen Kastration durchgeführter HCG-Stimulationstest mit einer intravenösen Applikation von 5000 IE HCG ergab keinen messbaren Anstieg der Bluttestosteronkonzentration innerhalb von 24 Stunden (s. Tab. 16). Ein hengstiges Verhalten wurde nach der Kastration ebenfalls nicht mehr beobachtet.

Es wurde die Diagnose Monorchismus gestellt.

	Zeitpunkt der Messung der Bluttestosteronkonzentration							
	Basalwert vor Injektion	30 Minuten nach Injektion	60 Minuten nach Injektion	90 Minuten nach Injektion	24 Stunden nach Injektion			
Bluttestosteron- konzentration [ng/ml]	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1			
<u>Tabelle 16:</u> Vergleich der Messergebnisse der Bluttestosteronkonzentration über 24 Stunden vor und nach der intravenösen Injektion von 5000 I.E. HCG. Die								
Untersuchung erfolgte 8 Tage nach einseitiger Kastration.								

5. Diskussion

Ziel dieser Untersuchungen war es, die Tauglichkeit der transkutanen Sonographie zur präzisen Diagnostik von kryptorchiden Hengsten zu überprüfen. Aus der sicheren präoperativen Kenntnis der Lokalisation der Hoden ergibt sich die Möglichkeit zur exakten Operationsplanung der zu wählenden Operationsmethode und der besseren Einschätzung des Operationsrisikos. Gleichzeitig sollte durch diese schonende, nicht invasive Form der Diagnostik die Gefahr einer Verletzung des Patienten im Vorfeld einer Operation vermieden werden.

Im Vergleich der verschiedenen operativ bestimmten Lokalisationen der kryptorchiden Hoden konnte an den untersuchten Patienten keine erhöhte Neigung zu einer bestimmten Seite oder Lage statistisch nachgewiesen werden. Eine gleichmäßige Verteilung auf links und rechts findet sich auch bei STICKLE und FESSLER (1978) sowie RODGERSON und HANSON (1997). Die von WINTER (1923), STICKLE und FESSLER (1978), COX et al. (1979), SHIRA et al. (1982), RODGERSON und HANSON (1997) beschriebene erhöhte Neigung zu linksseitigem abdominalen Kryptorchismus konnte am vorliegenden Patientengut nicht bestätigt werden. Auch eine Abhängigkeit der Lokalisation von der Rassengröße war im Gegensatz zu Untersuchungen von COX et al. (1979) oder HOBDAY (1914) nicht nachzuweisen (s. Kap. 4.5.5.). Eine Untersuchung auf Rassenabhängigkeit der verschiedenen Kryptorchismusformen war allerdings statistisch aufgrund der geringen Fallzahlen nicht möglich. Diese Abweichungen von der Literatur könnten spezifisch für das Einzugsgebiet der Chirurgischen Veterinärklinik sein. Die Ergebnisse müssten allerdings an einer größeren Fallzahl überprüft werden.

Den vorliegenden Untersuchungen zufolge konnten insgesamt 54 % der gesuchten Hoden durch transkutane Palpation erfasst werden. Zu ertasten waren alle skrotal gelegenen, 60 % der oberflächlich inguinal gelegenen und 7 % der tief inguinal gelegenen Hoden. Die abdominal gelegenen Hoden sind bei transkutaner Palpation nicht zugänglich. Alle palpatorisch erfassten Hoden wurden korrekt lokalisiert. Die Palpation zeigte somit eine 54 % ige Sensitivität bei einer 100 % igen Spezifität.

Sonographisch konnten insgesamt 80 % aller gesuchten Hoden identifiziert werden. Zu den dargestellten Hoden gehörten alle skrotal und oberflächlich inguinal gelegenen, 93 % der tief inguinal gelegenen und 50 % der unvollständig abdominal gelegenen Hoden. Intraoperativ stellten sich allerdings zwei der sonographisch als unvollständig abdominal beschriebenen Hoden als tief inguinal gelegen heraus. Demnach zeigte die transkutane sonographische Untersuchung eine 80 %ige Sensitivität und eine 96 %ige Spezifität.

Im Vergleich dazu stehen Untersuchungen von BARTMANN et al. (2000), die bei 55 kryptorchiden Pferden alle 24 inguinal gelegene Hoden transkutan und alle 31 abdominal gelegene Hoden transrektal erfolgreich palpierten. Die Sonographie kam bei diesen Untersuchungen nur zur Verifizierung rektaler Palpationsbefunde durch Darstellung typischen Hodengewebes und des Blutflusses in der Zentralvenen mittels Farb-Doppler-Sonographie zum Einsatz.

Bei Untersuchungen in der Humanmedizin kamen WOLVERSON et al. (1983) zu einer 88 %ige Sensitivität bei einer 100 %igen Spezifität. JOHANSEN und LARMO (1988) dagegen erzielten eine 100 %ige Sensitivität und Spezifität. Ein Vergleich zwischen humanmedizinischen Ergebnissen und den vorliegenden, am Pferd erhobenen Befunden, ist allerdings sehr schwer zu interpretieren, da das Untersuchungsmaterial sehr stark von einander differiert. In der Humanmedizin ist eine viel kleinere Region zu untersuchen und aufgrund der geringeren benötigten Eindringtiefe die Gefahr einer Beeinflussung durch Artefakte geringer.

Als wesentlicher einschränkender Faktor bei der transkutanen sonographischen Untersuchung erwiesen sich bei den vorliegenden Untersuchungen ab innerem Leistenring die gasbedingte Schallauslöschung durch die Darmschlingen im Bauchraum und die Lage vollständig abdominaler Hoden im Becken und damit schallkopffern von sonographisch undurchdringlichen knöchernen Strukturen. Es konnten keine vollständig abdominalen Hoden per Ultraschall dargestellt werden. Dies ist insofern nicht überraschend, da sowohl in der Humanmedizin (JOHANSEN u. LARMO, 1988; MCALISTER u. SISLER, 1990; CAIN et al., 1996; DEWBURY, 2000), als auch im Kleintiersektor (EILTS, 1988; FEENEY et al., 1989) die transkutane sonographische Darstellung abdominal gelegener Hoden nur in Ausnahmefällen möglich ist. Als eine der Hauptursache hierfür wird die Schallauslöschung durch Gas in den Darmschlingen beschrieben. Während sowohl in der Humanmedizin, als auch im Kleintiersektor noch versucht werden kann dieses Problem durch Manipulation des Patienten und Verwendung eines anderen "Sichtfensters" zu umgehen ist dies bei Untersuchungen eines nicht narkotisierten Pferdes nicht möglich. Hier greifen JANN und RAINS (1990) zu der kombinierten transkutanen und transrektalen sonographischen Untersuchung als Lösungsversuch und erzielten dabei eine 100 %ige Spezifität und Sensitivität. Eine nähere Differenzierung der Ergebnisse in Abhängigkeit von der angewandten transkutanen oder transrektalen Sonographie erfolgt bei Ihnen allerdings nicht. Das Risiko einer Rektumperforation muss bei dieser Kombination in Kauf genommen werden (s. später).

Wenn man die von im Rahmen der eigenen Untersuchungen sonographisch transkutan nicht darstellbaren kryptorchiden Hoden betrachtet, stellt man fest, dass intraoperativ 59 % vollständig abdominal, 36 % unvollständig abdominal und 5 % tief inguinal lagen. Da die Differenzierung zwischen unvollständig und vollständig abdominalen Hoden für die Operationsplanung von wesentlicher Bedeutung ist, reicht es also nicht zu sagen, nicht dargestellte Hoden liegen mit einer 95 %iger Wahrscheinlichkeit abdominal. Hier sind weitere diagnostische Mittel notwendig.

Ebenfalls für die Operationsplanung von Bedeutung könnte eine Einschätzung des Hodenvolumens sein. Hier zeigen unsere präoperativen Messungen sehr starke Abweichungen zu den postoperativ bestimmten Volumina von im Mittel 18 %. In einem Fall sogar bis hin zu einer Fehleinschätzung von 76 % (s. Kap. 4.5.6.). In den meisten Fällen war das postoperativ bestimmte Volumen größer als die präoperativen Werte. Diese Ergebnisse decken sich mit den Untersuchungen von JOHANSEN und LARMO (1988) und lassen sich dadurch erklären, dass es unmöglich ist, die präoperativ dargestellten Hoden orthograd zu treffen. Ihre Lage zum Schallkopf ist aufgrund der räumlichen Enge bei den Untersuchungen am stehenden Tier vom Untersucher nicht beeinflussbar. Schräg getroffene Hoden weichen in ihrer sonographischen Abmessung stark von ihren tatsächlichen Maßen ab. Eine Abhängigkeit der Abweichungen von ihrer kryptorchiden Lage konnte bei uns nicht signifikant nachgewiesen werden. Somit hat nach unseren Ergebnissen im Gegensatz zu JANN und RAINS (1990) das präoperative Ausmessen der dargestellten Hoden nur einen eingeschränkten praktischen Nutzen.

Eine Überprüfung der Abhängigkeit einer erfolgreichen Identifikation der kryptorchiden Hoden von der Rassengröße, als auch der Erfahrung des Untersuchers zeigte keinerlei signifikante Unterschiede. Somit ist das Verfahren bei allen Rassen und auch mit durchschnittlicher Erfahrung mit demselben Erfolg einsetzbar (s. Kap. 4.5.5. und 4.5.7.).

Selbst wenn transkutan kein Hoden sonographisch darstellbar ist, erlaubt eine sorgfältige Anamnese eine grobe Einschätzung des Operationsrisikos. So kann man nach unseren Ergebnissen bei nicht erfolgter vorheriger Kastration davon ausgehen, dass der Hoden zu 95 % abdominal liegt. Der erfolgreiche Einsatz von Farb-Doppler-Sonographie könnte durch Darstellung von Blutfluss im Hoden diese Zahl sogar auf 100 % erhöhen. Eine weitergehende Differenzierung in vollständig und unvollständig abdominal gelegenen Hoden wäre zwar für die Operationsplanung und der damit verbundenen Wahl des richtigen Operationszuganges wichtig, aber selbst wenn dies nicht möglich ist kann eine Aussage über das erhöhte Operationsrisikos bei abdominal gelegenen Hoden im Vergleich zu inguinal gelegenen Hodens getroffen werden. Es bedarf zudem einer bedeutend größeren Erfahrung abdominal gelegene Hoden operativ zu extrahieren als inguinal gelegene Hoden.

Man muss allerdings bei derartigen Einschätzungen eine vorherige Kastration, bzw. auch den unwahrscheinlichen Fall von Monorchismus ausschließen. Berücksichtigt man in unseren Ergebnissen den monorchiden Vollbluthengst, so relativiert sich die Wahrscheinlichkeit eines abdominal gelegenen Hodens im Falle einer Nichtdarstellbarkeit auf 92 %. Auch wenn in der Literatur nur sehr wenige Fälle von Monorchie beim Pferd beschrieben sind (PARKS et al., 1989; STRONG et al., 1997) zeigt dieser Fall, dass Rückschlüsse aus einem nicht dargestellten Hoden sehr gefährlich sind. Somit ist also der Umkehrschluss, nicht dargestellte Hoden liegen abdominal, nicht möglich. Sollte also kein Hodengewebe sonographisch darstellbar sein, müssen weiterführende Untersuchungen erfolgen. Sind beide Hoden nicht darstellbar bietet sich hier insbesondere eine hormonelle Stimulation an.

Das von uns untersuchte Patientenmaterial spiegelt mit seiner Gewichtung auf Warmblut- und Kleinpferde das Patientenaufkommen unserer Klinik und Region wieder.

Bei dem von uns verwendeten Ultraschallgerät Petscope 20[®] von Kranzbühler handelt es sich um ein in der Praxis gängiges Modell mittlerer Preis- und Qualitätsklasse ohne Farbdoppler, Panoramabild, 3D-Darstellung oder internem Bildspeicher. Sein Einsatz ist somit nicht auf finanziell gut ausgestattete Kliniken beschränkt. Die Kombination zwischen einem hochauflösenden 7,5 MHz Schallkopf und einem 3,5 MHz Schallkopf mit hoher Eindringtiefe aber niedriger Auflösung ermöglichen es, den gesamten Leistenkanal und die Bauchhöhle um den inneren Leistenring zu untersuchen. Der 3,5 MHz Schallkopf fand vor allem Anwendung bei der Diagnostik tief inguinal gelegener Hoden (s. Abb. 11), während der 7,5 MHz Schallkopf sehr gut geeignet ist, um oberflächlich inguinale Hoden zu erkennen bzw. eine genauere Untersuchung gefundener Strukturen zu ermöglichen (s. Abb. 9 u. 10). Die unvollständig abdominalen Hoden waren je nach Fettanteil des Patienten und der damit zusammenhängenden Tiefe des Hodens im Gewebe mit dem 7,5 MHz oder dem 3,5 MHz Schallkopf darzustellen.

Bei dem von JANN und RAINS (1990) eingesetzten 5 MHz Schallkopf handelte es sich um eine universell einsetzbare Rektalsonde, bei dem ein Kompromiss zwischen Eindringtiefe und Auflösung getroffen wurde. Da bei unseren Untersuchungen auch tief im Leistenkanal gelegene Hoden mit der geringen Auflösung des 3,5 MHz Schallkopfes klar vom Bindegewebe zu differenzieren waren, müsste auch die Auflösung und die Eindringtiefe einer 5 MHz Sonde zum selben diagnostischen Erfolg führen. BARTMANN et al. (2000) setzten bei ihren rektalen Untersuchungen erfolgreich eine 7,5 MHz und eine 5 MHz Sonde ein. Man muss allerdings berücksichtigen, dass der Schallkopf bei der rektalen Untersuchung dem zu untersuchenden Gewebe nahezu unmittelbar aufliegt. Eine 7,5 MHz Sonde erscheint also bei rektaler Untersuchung aufgrund ihrer höheren Auflösung sinnvoller. Die zum Teil in der Humanmedizin empfohlenen Frequenzen von bis zu 12 MHz (DEWBURY, 2000) sind aufgrund der damit verbundenen geringen Eindringtiefe für den Einsatz zur transkutanen Diagnostik beim Pferd nicht geeignet.

JANN und RAINS (1990) kamen zum gleichen Ergebnis wie in der vorliegenden Studie, dass die abdominal gelegenen Hoden nur von rektal zu identifizieren waren, wobei sie allerdings nicht zwischen unvollständig und vollständig abdominal differenzierten. Auch die Ergebnisse von BARTMANN et al. (2000) untermauern diese Aussage.

Der Einsatz von Sonden mit noch größerer Eindringtiefe als die 3,5 MHz Sonde ist nicht sinnvoll, da Gasansammlungen im Darm ein tieferes Eindringen der Schallwellen verhindern (s. Kap. 2.1.3.5., 4.2.1., 4.2.5. und Abb. 11 + 12). Der Einsatz eines Gerätes mit Farbdoppler wie von BARTMANN et al. (2000) verwendet, könnte durch Darstellung des Blutflusses zur verbesserten Diagnostik der tief inguinal gelegenen

Hoden beitragen. Da die Dopplersonographie bewegungssensitiv ist dürfte dieses Verfahren allerdings im Bauchraum aufgrund der starken Bewegung von Darm, Ingesta und dadurch auch der unvollständig abdominal gelegenen Hoden zu keinem weiteren diagnostischen Erfolg führen.

Wichtig für die Spezifität der sonographischen Untersuchungen ist eine präzise Identifikation aller dargestellten Strukturen und ihrer Beziehung zueinander. So kann zwischen tief inguinal gelegenen und unvollständig abdominal gelegenen Hoden durch ihre Lokalisation im Vergleich zu der abdominalen Wand differenziert werden. Wesentlich für die genaue Identifikation der Abgrenzung zum Bauchraum ist die sonographische und bildliche Auflösung der dargestellten Strukturen. So kann zwar das homogene Gewebe des Hodens vom umliegenden Fett- und Bindegewebe differenziert werden, die Abgrenzung zum Bauchraum ist allerdings in der Tiefe nicht immer klar darstellbar. Durch technische Weiterentwicklung der Sonden ist mit zunehmender Eindringtiefen und höherer Auflösung davon auszugehen, dass die Spezifität der Befunde auf nahezu 100 % erhöht werden kann.

Wie oben erwähnt ist zur korrekten Lokalisation der kryptorchiden Hoden eine genaue Identifizierung der umliegenden Strukturen notwendig. Wesentliche Positionsmerkmale sind der palpatorisch und sonographisch zu erfassende äußere Leistenring, gebildet vom sehnigen Anteil des Musculus obliquus externus abdominis, und die Begrenzung der Leistenkanales zum Bauchraum. Nach Studium der anatomischen Gegebenheiten (s. Kap. 2.2.1.6.) handelt es sich bei dieser Begrenzung um den Musculus obliquus internus abdominis (s. Abb. 8.3.) und nicht wie bei BOSSE und SCHARNER (2000) beschrieben um den Musculus rectus abdominis. Die Durchführung der Sonographie in einem Behandlungsstand mit ruhiger Umgebung in einem abdunkelbarem Raum stellt eine große Erleichterung für die Arbeit dar. Bei einem derart gesicherten Tier kann der Untersucher sich voll und ganz auf den Ultraschall konzentrieren, ohne eine Verletzung von Mensch oder Tier befürchten zu müssen und ohne durch störende Lichtreflexionen bei der Interpretation des sonographischen Bildes gestört zu werden. Nur in einem Fall war eine Sedation notwendig.

Im Verlauf der gesamten Studie kam es während der sonographischen Untersuchung zu keinerlei Verletzung oder anderer Schädigung der Patienten (s. Kap. 4.2.8.). Dies ist wesentlich, wenn man alternative diagnostische Verfahren wie z.B. die rektale Untersuchung oder den HCG-Stimulationstest in Betracht zieht. So beschreiben WATKINS et al. (1989) bei der ätiologischen Untersuchung von 35 Pferden mit rektaler Perforation in 33 Fällen die rektale Untersuchung als Ursache. In 24 Fällen war die Untersuchung des Genitaltraktes Anlass zur Rektalisierung. RUSSELL (1981) stellt fest, dass 54 Versicherungsfälle von 720 (7,5 %) Ansprüchen an eine amerikanische Versicherung für Tierärzte im Zeitraum von 1968 bis 1981 auf rektale Perforationen zurück zu führen sind, bei SEYEGH et al. (1996) sind es 57 von 802 Fällen (7,1 %). Dieses Risiko ist von besonderer Bedeutung, wenn man in Betracht zieht, dass bei einer Mastdarmverletzung von einem ursächlichen Verschulden des Tierarztes ausgegangen wird und somit die Beweislast beim Tierarzt liegt (EIKMEIER et al., 1990). Bei der intravenösen hormonellen Stimulation (s. Kap. 4.2.2.) müssen neben dem Risiko des anaphylaktischen Schockes durch Fremdeiweiß bei HCG-Applikation auch die Risiken einer intravenösen Injektion berücksichtigt werden. So schreiben EIKMEIER et al.

(1990) zur intravenösen Injektion: "Wegen der Häufigkeit und Schwere der Schadenfälle nach i.v. Injektion ... erfordert die Prüfung der Indikation ... ganz besondere Sorgfalt.". Da der Einsatz einer hormonellen Stimulation nur dann sinnvoll ist, wenn kein offensichtliches Hodengewebe vorhanden ist, könnte eine vorherige sonographische Untersuchung eine hormonelle Untersuchung und die damit verbundenen Risiken unnötig machen.

Als Fazit kann man sagen, die transkutane Sonographie ist ein gefahrloses, gut geeignetes, hoch sensitives und spezifisches Verfahren zur Diagnostik kryptorchider Hengste mit inguinal und unvollständig abdominal, nicht aber vollständig abdominal gelegenen Hoden. Erst nach erfolgloser transkutaner sonographischer Untersuchung sollten risikoreichere Methoden zur Diagnostik in Betracht gezogen werden.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Tauglichkeit der transkutanen Sonographie am stehenden Pferd als nichtinvasive Methode zur Diagnostik kryptorchider Hengste hinsichtlich ihrer Effektivität, Zuverlässigkeit und Praktikabilität untersucht.

In den Jahren 1997 bis 2002 wurden an der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität in Gießen 58 Hengste im Alter von 10 Monaten bis 7 Jahren mit Verdacht auf Kryptorchismus palpatorisch und sonographisch untersucht und anschließend kastriert. Die Untersuchung erfolgte am stehenden, im Behandlungsstand gesicherten Pferd. Bei den sonographischen Untersuchungen kam ein Ultraschallgerät vom Typ Petscope 20[®] der Firma Kranzbühler zum Einsatz. Nach erfolgter Palpation des Skrotums und der Leistengegend wurden dieselben Regionen zuerst oberflächlich mit einem 7,5 MHz Linearschallkopf und anschließend tiefer gelegene Strukturen mit einem 3,5 MHz Konvexschallkopf untersucht.

Im Verlauf der Untersuchungen kam kein Tier oder Mensch zu schaden.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich palpatorisch 60 % der oberflächlich inguinal gelegenen und 7 % der tief inguinal gelegenen Hoden jeweils mit einer Spezifität von 100 % nachweisen ließen. Unvollständig oder vollständig abdominal gelegene Hoden waren transkutan nicht zu palpieren. Demgegenüber ließen sich mittels transkutaner Sonographie 100 % der oberflächlich inguinal gelegenen und 93 % der tief inguinal gelegenen Hoden mit einer Spezifität von jeweils 100 % darstellen. Von den

unvollständig abdominal gelegenen Hoden ließen sich 50 % mit einer Spezifität von 75 % sonographisch identifizieren. Vollständig abdominal gelegene Hoden ließen sich transkutan sonographisch nicht darstellen. Präoperativ errechnete Hodenvolumina waren im Schnitt um 18 % kleiner als die postoperativ sonographisch ermittelten bzw. errechneten Hodenvolumina. Diese Abweichungen waren signifikant.

Das sonographische Bild der Leistengegend, sowie oberflächlich inguinal gelegener, tief inguinal gelegener und unvollständig abdominal gelegener Hoden wird anhand von Beispielen ausführlich beschrieben und erläutert.

Der normalentwickelte intraskrotal gelegene Hoden stellt sich im Ultraschallbild längsoval, homogen, grau, granulär und von mittlerer Echogenität dar. Mittig ist regelmäßig die anechogene Zentralvene begrenzt durch echoreiche Linien zu erkennen. Demgegenüber ist der kryptorche Hoden von kleinerer Größe, zum Teil hypoechogener und die Zentralvene nicht immer darstellbar. Form, Struktur und Homogenität des kryptorchen Hodens ist vergleichbar mit dem physiologisch Hoden. Für die korrekte Diagnose ist die Lokalisation des kryptorchiden Hodens im Verhältnis zum Musculus obliquus internus abdominis notwendig.

Die transkutane Sonographie ist somit ein gefahrloses, gut geeignetes, hoch sensitives und spezifisches Verfahren zur Diagnostik kryptorchider Hengste mit oberflächlich und tief inguinal gelegenen Hoden. Mit dem Einsatz zunehmend verbesserter Technik ist auch mit besseren Ergebnissen bei der Diagnostik unvollständig abdominal gelegener Hoden zu rechnen. Vollständig abdominal gelegene Hoden lassen sich transkutan nicht sonographisch darstellen. Es sollten aber erst nach erfolgloser transkutaner sonographischer Untersuchung risikoreichere Methoden zur Diagnostik von kryptorchiden Hengsten in Betracht gezogen werden.

7. Summary

In the accomplished study the efficiency, reliability and convenience of transcutane sonography as a non invasive method of diagnosis for cryptorchid stallions was tested.

In the years 1997 to 2002 58 supposedly cryptorchid stallions were examined at the Clinic for Equine Surgery of the Justus-Liebig-University in Giessen. The horses varying from the age of 10 months to 7 years were palpated and sonographically examined whilst standing secured in stocks and subsequently castrated. The sonographical examination was accomplished with a Petscope 20 [®] from Kranzbühler. After palpating the region between scrotum and inguinal canal a sonographical examination with a 7.5 MHz transducer for superficial structures and a 3.5 MHz transducer for deeper structures followed.

Throughout the study no animal or human being came to harm.

The results show, that 60 % of the superficial inguinal and 7 % of the deep inguinal cryptorchid testes could be diagnosed with a specificity of 100 % via transcutane palpation. Incomplete and complete abdominal located testes were not palpable. In the contrary 100 % of the superficial inguinal and 93 % of the deep inguinal cryptorchid testes could be located with a specificity of 100 % via transcutane sonography. In addition to these 50 % of the incomplete abdominal cryptorchid testes could be sonographically located with a specificity of 75 %. Non of the complete abdominal testes could be located with the help of transcutane sonography. The preoperative

calculated testicle volumes varied significantly by the average of minus 18 % from the postoperative determined volumes.

The sonographical picture of the inguinal region and of the superficial inguinal, deep inguinal and the incomplete abdominal cryptorchid testes are described in detail with examples.

The normally developed intra scrotal testes is sonographically described as oval, homogenous, grey, granular and mid-echoic. In the middle of the parenchyma the anechoic central vain can regularly be visualised with echoic borderlines. The cryptorchid testis on the other hand is smaller, mostly hypo-echoic and the central vain is not always clearly visible. The normal and cryptorchid testis do not differ in shape, structure and homogeneity. For correct diagnosis the localisation of the cryptorchid testis towards the Musculus obliquus internus abdominis is relevant.

Conclusively the transcutane sonography is a highly suitable, sensitive and specific method of diagnosis for cryptorchid stallions with superficial and deep inguinal retention of the testis, with no risk to animal or human being. Further technical developments should lead to better results on diagnosing incomplete abdominal located testis. Completely abdominal located testis can not be visualised with transcutane sonography. Only after an unsuccessful transkutane sonographical examination should other methods of diagnosis with more risk to animal health be taken into account.

8. Literaturverzeichnis

1. ACKERKNECHT, E (1943):

Die Geschlechtsorgane, Organa genitalia, In: Vergleichende Anatomie der Haustiere, 18. Auflage

Herausgeber Ellenberger, W. und Baum, H.; Springer-Verlag, Berlin, S. 522-531

2. AHMAD, N.; NOAKES, D. E.; SUBANDRIO, A. L. (1991):

B-Mode real time ultrasonographic imaging of the testis and epididymis of sheep and goats

Veterinary Record, <u>128</u>, 491-496

3. AMANN, R. P. (1993):

Functional Anatomy of the Adult Male, In: Equine Reproduction, 1. Auflage Herausgeber McKinnon, A. O., Voss, J. L., Lea and Febinger, Philadelphia, pp. 645-685

ANDERSON, D. E.; ST JEAN, G.; DESROCHERS, A.; HOSKINSON, J. J. (1996): Use of Doppler ultrasonography and positive-contrast corpus cavernosography to evaluate a persisten penile hematoma in a bull

Journal of the American Veterinary Medical Association, 209, 1611-1614

5. ARCULARIUS, V. K. (1974):

Die Kastration des abdominal kryptorchiden Hengstes Monatshefte für Veterinärmedizin, <u>29</u>, 188-190 Zitiert von Shira u. Genetzky (1982)

6. ARCHIRON, R.; PINHAS-HAMIEL, O.; ZALEL, Y.; ROTSTEIN, Z.; LIPITZ, S. (1998):

Development of fetal male gender: prenatal sonographic measurement of the scrotum and evaluation of testicular descent

Ultrasound in obstetrics and gynecology, 11, 242-245

7. ARIGHI, M.; BOSU, W. T. K. (1989):

Comparison of hormonal methods for diagnosis of cryptorchidism in horses Journal of Equine Veterinary Science, <u>9</u>, 20-26

8. ARTHUR, G. H. (1961):

The surgery of the equine cryptorchid

Veterinary Record, <u>73</u>, 385-389

Zitiert von Shira, Genetzky (1982) und Rodgerson u. Hanson (1997)

9. AURICH, C.; BADER, H.; TÖPFER-PETERSEN, E. (1995):

Diagnostik von Fertilitätsstörungen beim männlichen Pferd

Der praktische Tierarzt, 10, 905-918

10. ASHDOWN, R. R. (1973):

The anatomy of the inguinal canal in the domesticated mammals

Veterinary Records, <u>75</u>, 1345-1351

Zitiert von Rodgerson u. Hanson (1997)

11. BARTMANN, C. P.; SCHOON, H.-A., LORBER, K., BRICKWEDEL, I.; KLUG, E. (1999):

testicular sonography and biopsy in the stallion – Indication, techniques and diagnostic relevance

Pferdeheilkunde, <u>15</u>, 506-514

12. BARTMANN, C. P.; LORBER, K.J.; BLAICH, U.; BRICKWEDEL, I.; KLUG, E. (2000):

Zur präoperativen diagnostischen Absicherung des abdominalen Kryptorchismus und des gonadalen Intersexes

Tagungsbericht der 16. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft in Wiesbaden, S. 12-17

13. BECK, C.; CHARLES, J. A.; MSCLEAN, A. A. (2001):

Ultrasound appearance of an equine testicular seminoma Veterinary radiology and ultrasonography, <u>42</u>, 355-357 14. BENACERRAF, B. R.; BROMLY, B. (1998):

Sonographic finding of undescended testes in fetuses at 35-40 weeks: significance and outcome

Journal of clinical ultrasound, 26, 69-71

15. BERGIN, W. C.; GIER, H. T.; MARION, G. B. (1970):

A development concept of equine cryptorchidism in the horse Biological Reproduction, <u>3</u>, 82-92

16. BISHOP, M. W. H.; DAVID, J. S. E.; MESSERVY, A. (1964):

Some observations on cryptorchidism in horses

Veterinary Records, <u>76</u>, 1041-1048

17. BLANCHARD, T. J.; SCHUMACHER, J.; TAYLOR, T. S.; VARNER, D. D. (1990):

Detecting unilateral and bilateral cryptorchidism in large animals

Veterinary Medicine, 85, 395-403

18. BOSSE, S.; SCHARNER, D. (2000):

Ultrasonographische Darstellung der anatomischen Verhältnisse in der Leistenregion des Pferdes

Ultraschall in der Medizin, S1, 73

19. BRASS, K. E. (1987):

Die Sonographie in der andrologischen Untersuchung bei verschiedenen Haussäugetieren

Dissertation der Veterinärmedizin, Hannover

20. BRINSKO, S. P.; VARNER, D. D.; BLANCHARD, T. L., RELFORD, R. L.; JOHNSON, L. (1992):

Bilateral infectious epididymitis in a stallion

Equine Veterinary Journal, 24, 325-328

21. BUDRAS, K.-D. (2002):

Mündliche Mitteilung an Prof. Dr. L.-F. Litzke

Institut für Veterinäranatomie der freien Universität Berlin

22. CAIN; M. P.; GARRA, B.; GIBBONS, M. D. (1996):

Scrotal-inguinal ultrasonography: a technique for identifying the nonpalpable inguinal testis without laparoscopy

The Journal of Urology, <u>156</u>, 791-794

23. CARTEE, R. E.; POWE, T. A.; GRAY, B. W.; HUDSON, R. S.; KUHLERS; D. L. (1986):

Ultrasonographic evaluation of normal boar testicles

24. COLLIER, M. A. (1980):

equine cryptorchidectomy: surgical consideration and approaches

Modern Veterinary Practice, <u>61</u>, 511-515

25. CONSTANT, S. B.; LARSEN, R. E., ASHBURY, A. C., BOUEN, L.C., MAYO, A. (1994):

XX male syndrome in a cryptorchid stallion

Journal of the American Veterinary Medical Association, 205, 83-85

26. COX, J. E. (1982):

Factors affecting testis weight in normal and cryptorchid horses Journal of Reproduction and Fertility, <u>Supplement 32</u>, 129-134

27. COX, J. E.; EDWARDS, G .B.; NEAL, P. A. (1979):

An analysis of 500 cases of equine cryptorchidism Equine Veterinary Journal, <u>11</u>, 113-116

28. COX, J. E.; REDHEAD, P. H.; DAWSON, F. E. (1986):

Comparison of the measurement of plasma testosterone and plasma oestrogens for the diagnosis of cryptorchidism in the horse Equine Veterinary Journal, <u>18</u>, 179-182

29. COX, J. E.; WILLIAMS, J. H. (1975):

Some aspects of the reproductive endocrinology of the stallion and cryptorchid Journal of Reproduction and Fertility, <u>Supplement 23</u>, 75-79

30. COX, J. E.; WILLIAMS, J. H.; ROWE, P. H.; SMITH, J. A. (1973):

Testosterone in normal, cryptorchid and castrated male horses Equine Veterinary Journal, <u>5</u>, 85-90

31. CRADDOCK, J. M.; FLOOD, C. R. (1970):

The distribution of chi-squared statistic in small contingency tables Applied Statistics, <u>19</u>, 173-181

32. DAHME, E.; WEISS, E. (1988):

Geschlechtsorgane, In: Grundriß der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere, 4. Auflage Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 270-313

33. DEEN, T. (1987):

Testicular teratoma in a bilateral cryptorchid horse

Veterinary Medicine, 82, 1257-59

34. DEWBURY, K. C. (2000):

Scrotal ultrasonography: an update

British Journal of Urology, 86, Supplement 1, 143-152

35. DUDWIESUS, H. (1995):

Physikalische Grundlagen der Sonographie

Kranzbühler Medizinische Systeme, Solingen

36. DUNN, H. O., VAUGHAN, J. T., MCENTEE, K. (1974):

Bilaterally cryptorchid stallion with female karyotype

Cornell Veterinary, 64, 265-675

37. DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING; C. J. G. (1991):

Becken und Geschlechtsorgane des Pferdes, In: Anatomie der Haustiere,

1. Auflage

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 570-590

38. DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING; C. J. G. (1991):

Das Abdomen des Pferdes, In: Anatomie der Haustiere, 1. Auflage Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 550-569

39. EIKMEIER, H.; FELLMER, E.; MOEGLE, H. (1990):

Sorgfaltspflicht des Tierarztes bei einzelnen Untersuchungen, Behandlungen und Erkrankungen, In: Lehrbuch der gerichtlichen Tierheilkunde, 1. Auflage Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 88-121 40. EILTS, B. E.; PECHMAN, R. D.; HEDLUND, C. S.; KREEGER, J. M. (1988):Use of ultrasonography to diagnose sertoli cell neoplasia and cryptorchidism in a dog

Journal of the American Veterinary Medical Association, 192, 533-534

41. FEENEY, D. A.; JOHNSTON, G. R.; WALTER, P. A. (1989):

Abdominal Ultrasonography – 1989: General Interpretation and Masses Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal), <u>4</u>, pp. 77-94

42. FLEISCHER, A. C.; JAMES, A. E. (1980):

Introduction to Diagnostic Sonography, 1. Auflage

John Wiley and Sons, New York, Chinchester, Brisbane, Toronto, pp. 1-52

43. FLEISS, F. (1973):

Statistical Methods for Rates and Proportions, 1. Auflage John Wiley and Sons, New York, London, Sydney, Toronto, pp. 39-128

44. FRITSCH, R. und GERWING, M. (1993):

Physikalische und technische Grundlagen der Sonographie, In: Sonographie bei Hund und Katze, 1. Auflage Enke, Stuttgart, S. 3-27 45. GÄNGEL, H.; GÖTZ, F.; STAHL, F. (1987):

Plasmatestosteronwerte bei Wallachen, Hengsten und kryptorchen Hengsten: Bedeutung der Hormonbestimmung für die Diagnostik des kryptorchen Hengstes Monatshefte für Veterinärmedizin <u>42</u>, 87-88

46. GANJAM, V. K.; MILNE, F. J. (1978):

An inexpensive, yet precise, labarotory diagnostic method to confirm cryptorchidism in the horse

Proceedings of the Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Vancouver British Columbia, pp. 245-248, 249

47. GANJAM, V. K.; KENNEY, R. M. (1975):

Androgens and oestrogens in normal and cryptorchid stallions Journal of Reproduction and Fertility, <u>Supplement 23</u>, 67-73

48. GENETZKY, R. M.; SHIRA, M. J.; SCHNEIDER, E. J.; EASLEY, J. K. (1984): Equine Cryptorchidism: Pathogenesis, Diagnosis and Treatment Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, <u>6</u>, 577-582

49. GENETZKY, R. M.; SHIRA, M. J.; SCHNEIDER, E. J.; EASLEY, J. K. (1985): Equine Bilateral Cryptorchidism and Unilateral Spermatic Cord Dystrophic Cacification Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, <u>7</u>, 455-457

50. GERBER, H (1994):

Eigentliche Allergien, In: Pferdekrankheiten, Band 1: Innere Medizin einschließlich Dermatologie

Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 341-344

51. GLATZEL, P. S., BÜCHELER, D.; NOTHELFER, B. (1996):

Zur Anwendung der Sonographie in der andrologischen Diagnostik beim Bullen, pathologische Veränderungen und verfälschende Artefakte Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift, <u>109</u>, 142-148

52. GRAIF, M.; CZERNIAK, A.; AVIGAD, I.; STRAUSS, S.; WOLFSTEIN, I.; ITZCHAK, Y. (1990):

High-resolution sonography of the undescended testis in childhood: an analysis of 45 cases

Israel Journal of Medical Sciences, 26, 382-385

53. GRAU, H. (1943):

Muskeln des Rumpfes, In: Vergleichende Anatomie der Haustiere, 18. Auflage Herausgeber Ellenberger, W. und Baum, H., Springer-Verlag, Berlin, S.265-291

54. HAMM, B. (1994):

Sonography of the testis and epididymis

Andrologia, 26, 193-210

55. HAY, W. P.; BASKETT, A.; GREGORY, C. R. (1997):

Testicular interstitial cell tumor and aplasia of the head of the epididymidis in a cryptorchid stallion

Equine Veterinary Education, 9, 240-241

56. HAYES, H. M. (1986):

Epidemiological features of 5009 cases of equine cryptorchidism Equine Veterinary Journal, <u>18</u>, 467-471

57. HELD, J. P.; MCCRACKEN, M. D.; TOAL, R.; LATIMER, F. (1992):

Epididymal swelling attributed to gerneralized lymphosacoma in a stallion Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>201</u>, 1913-1915

58. HELD, J. P.; ADAIR, S.; MCGAVIN, M. D.; ADAMS, W. H.; TOAL, R.; HENTON, J. (1990):

Bacterial epididymitis in two stallions

Journal of the American Veterinary Medical Association, 197, 602-604

59. HOBDAY, F. T. G. (1914):

Castration (including cryptorchids and caponing) and ovariotomy

W. K. Johnston, Edinburgh

Zitiert von Cox (1979)

60. HOFFMANN, B. (2002):

Mündliche Mitteilung

Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität, Professur für Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung II, Andrologie und endokrinologische Diagnostik, Gießen

61. HREBINKO, R. L.; BELLINGER, M. F. (1993):

The limited role of imaging techniques in managing children with undescended testes

The Journal of Urology, <u>150</u>, 458-460

62. HUNT, R. J.; HAY, W.; COLLATOS, C.; WELLES, E. (1990):

Testicular seminoma associated with torsion of the spermatic cord in two cryptorchid stallions

Journal of the American Veterinary Medical Association, 197, 1484-1486

63. ILKINGER, U.; PROUSSALIS, A.; BERSCH, U.; MOHRING, F. (1983):
High resolution sonography in experimentally induced scrotal pathology
Urology International, <u>38</u>, 104-108

64. JANN, H. W. and RAINS, J. R. (1990):

Diagnostic ultrasonography for evaluation of cryptorchidism in horses Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>196</u>, 297-300

65. JOHANSEN, B. T. E. and LARMO, A. (1988):

Ultrasonography in undescended testes

Acta Radiologica, 29, 159-163

66. JOHANSEN, B. T. E. and LARMO, A. (1988):

Ultrasonography in the evaluation of retractile and truly undescended testes Scandinavian journal of urology and nephrology, <u>22</u>, 245-250

67. KAARMANN, H. und WESSEL, G. (1983):

Physikalische Grundlagen, In: Ultraschalldiagnostik Lehrbuch und Atlas Herausgeber Braun, B., Günther, R., Schwerk, W., Ecomed, Landsberg, München, Zürich, 10. Ergänzungslieferung, 12/91, S. 1-36

68. KIRBERGER, R. M. (1995):

Imaging Artefacts in Diagnostic Ultrasound - A Review Veterinary Radiology and Ultrasound, <u>36</u>, 297-306

69. KRIZ, N. G.; BOYD, J. S. (1999):

Das Panoramabildverfahren in der Ultraschalldiagnostik beim Pferd: klinische Erfahrungen bei über 300 Pferden

Pferdeheilkunde, <u>15</u>, 129-138

70. KULLENDORFF, C. M.; HEDERSTROM, E.; FORSBERG, L. (1985):

Preoperative ultrasonography of the undescended testis

Scandinavian journal of urology and nephrology, 19, 13-15

71. LANDECK, A. G. (1997):

Untersuchungen zum jahreszeitlichen Vorkommen und der Korrelation testikulärer Sexualhormone beim Hengst in Blut- und Seminalplasma, deren Verteilung im Ejakulat und Beziehungen zur Ejakulatqualität

Dissertation der Veterinärmedizin, Gießen
72. LEIPOLD, H. W.; DEBOWES, R. M.; BENNET, S.; COX, J. H.; CLEM, M. F. (1986):

Cryptorchidism in the horse: Genetic implecations

Proceedings of the American Association of Equine Practitioners, 31, 579-589

73. LITZKE, L.-F. (2002):

Mündliche Mitteilung

Chirurgische Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität, Professur für Chirurgie des Pferdes, Gießen

74. LIU, C.S.; CHIN, T. W.; WIE, C. F. (2002):

Impalpable cryptorchidism – a review of 170 testes

Zhong Yi Xue Za Zhi, <u>65</u>, 63-68

75. LORENZ, R. J. (1996):

Grundbegriffe der Biometrie, 4.Auflage

Herausgeber Lorenz, R. J.; Vollmer, J., Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm

76. MACOMBER, D.; SANDERS, M. B. (1929):

The spermatozoa count. Its value in diagnosis, prognosis and treatment of sterility

The New England journal of medicine, 200, 981

77. MAGHNIE, M.; VANZULLI, A.; PAESANO, P.; BRAGHERI, R.; PALLADINI, G.; PRETI, P.; DELMASCHIO, A.; SEVERI, F. (1994):

The accuracy of magnetic resonance imaging and ultrasonography compared with surgical findings in the localization of the undescended testis Archives of pediatrics and adolescent medicine, <u>148</u>, 699-703

78. MCALISTER, W. H.; SISLER, C. L. (1990):

Scrotal sonography in infants and children

Current Problems in Diagnostic Radiology, 19, 201-242

79. MCILLWRAIT, C. W., OWEN, R. A. R. (1976):

An equine cryptorchid with testicular and ovarian tissue Equine Veterinary Journal, <u>8</u>, 156-160

80. MCKINNON, A. O. (1998):

Reproductive Ultrasonography, In: Equine Diagnostic Ultrasonography,

1. Auflage

Herausgeber Rantanen, N. W., McKinnon, A. O., Williams and Wilkins, Baltimore, London, Paris, Bangkok, Buenos Aires, Hongkong, Munich, Sydney, Tokyo, Wroclaw, pp. 79-102

81. MEIER, H. P. (1989):

Artefakte in der Ultraschalldiagnostik

Tierärztliche Praxis, Supplement 4, 36-46

82. MERKT, H.; KLUG, E. (1989):

Gesundheitliche und geschlechtliche Mindestanforderungen an Zuchthengste Deutsche tierärztliche Wochenschrift, <u>96</u>, 459-464

83. NOTEN, D. M., DELAHUNTA, A. (1985):

The Embryology of Domestic animals Cytogenetics and sex determination Williams and Willkins, Baltimore, pp. 343-356 Zitiert von Rodgerson u. Hanson (1997)

84. NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S.; WISNER, E. R. (1995):

Physical Principles, Instrumentation, and Safety of Diagnostic UltrasoundIn: Veterinary Diagnostic Ultrasound, 1. AuflageHerausgeber Nyland, T. G., Mattoon, J. S., W. B. Saunders Company,Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, pp. 3-19

85. PALME, R.; HOLZMANN, A.; MITTERER, T. (1994):

Measuring fecal estrogens für the diagnosis of cryptorchidism in horses Theriogenology, <u>42</u>, 1381-1387

86. PARKS, A. H.; SCOTT, E. A.; COX, J. E.; STICK, J. A. (1989):

Monorchidism in the horse

Equine Veterinary Journal, 21, 215-217

87. PECHMAN, R. D. and EILTS, B. E. (1987):

B-mode ultrasonography of the bull testicle

Theriogenology, <u>27</u>, 431-441

88. PENNINCK, D. G. (1995):

Imaging Artefacts in Ultrasound
In: Veterinary Diagnostic Ultrasound, 1. Auflage
Herausgeber Nyland, T. G., Mattoon, J. S., W. B. Saunders Company,
Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, pp.19-30

89. RANTANEN, N. W.; EWING, R. L. (1981):

Principals of ultrasound application in animals

American College of Veterinary Radiology, 22, 196-203

90. LOVE, C. C.; DICKSON, D. V. (1998):

Ultrasonography of the Scrotal Contents and Penis of the Stallion,
In: Equine Diagnostic Ultrasonography, 1. Auflage
Herausgeber Rantanen, N. W., McKinnon, A. O., Williams and Wilkins,
Baltimore, London, Paris, Bangkok, Buenos Aires, Hongkong, Munich, Sydney,
Tokyo, Wroclaw, pp. 253-270

91. O'CONNOR, J. P. (1971):

Rectal examination of the cryptorchid horse

Irish Veterinary Journal, 25, 129-131

92. PLOCKI, K. A. von; LAUCK, H. D. (1985):

Diagnose und Operation des kryptorchiden Pferdes

Pferdeheilkunde, 1, 209-214

93. RATH, D.; WEITZE, K. F.; GAUS, J. (1986):

Darstellung der Geschlechtsorgane eines Bullen mittels Sonographie im Rahmen einer Zuchttauglichkeitsuntersuchung

Deutsche tierärztliche Wochenschrift, 93, 364-366

94. REEF, V. B. (1998):

Artifacts, In: Equine Diagnostic Ultrasound

W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, pp. 24-38

95. REIMERS, G. (1985):

Untersuchungen zur Kryptorchismusdiagnose beim Pferd mittels Testosteronstimulation mit gonadotropinwirksamen Substanzen Dissertation der Veterinärmedizin, Hannover

96. RODGERSON, D. H.; HANSON, R. R. (1997):

Cryptorchidism in Horses. Part 1

Anatomy, Causes, and Diagnosis

Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, 19,

1280-1289

97. RUBIN, S. Z.; MUELLER, D. L.; AMUNDSON, G. M.; WESENBERG, R. L. (1986):

Ultrasonography and the impalpable testis

The Australian an New Zealand journal of surgery, 56, 609-611

98. RUSSEL, R. D. (1981):

Equine rectal tears – a malpractice problem

Journal of the American Veterinary Medical Association, 178, 798-799

99. SACHS, L. (1992):

Angewandte Statistik, 7. Auflage

Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hongkong, Barcelona, Budapest, S. 489-689

SAYEGH, A. I.; ADAMS, S. B.; PETER, A. T., WILSON, D. G. (1996): Equine Rectal Tears: Causes and Management Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian, <u>18</u>, 1131-1139

101. SCHLIESSER, T. (1990):

Immunologie, In: Allgemeine Pathologie für Tierärzte und Studierende der Tiermedizin, 8. Auflage Herausgeber Stünzi, H., Weiss, E., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S.155-192

102. SCHNEIDER, H.-J. (1999):

Krankheiten der männlichen Geschlechtsorgane, Sterilisation und Kastration des Hengstes, Hermaphroditismus, In: Handbuch Pferdepraxis, 2. Auflage Herausgeber Dietz, O., Huskamp, H., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 533-535

103. SCHNORR, B. (1989):

Entwicklung der Geschlechtsorgane, In: Embryologie der Haustiere, 2. Auflage Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 165-180

104. SCHULER, A. (1983):

Untersuchungstechnik und Artefakte, In: Ultraschalldiagnostik Lehrbuch und Atlas

Herausgeber Braun, B., Günther, R., Schwerk, W., Ecomed, Landsberg, München, Zürich, 19. Ergänzungslieferung, 6/98, S. 1-45

105. SCHULER, G. (2002):

Mündliche Mitteilung

Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität, Professur für Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung II, Andrologie und endokrinologische Diagnostik, Gießen

106. SCHUMACHER, J. (1992):

Surgical disorders of the testicle and associated structures, In: Equine Surgery,1. AuflageHerausgeber Auer, J. A., W. B. Saunders Company, Philadelphia, London,Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, pp. 674-703

107. SCHUMMER, A. und VOLLMERHAUS, B. (1987):

Männliche Geschlechtsorgane, In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Eingeweide, 6. Auflage Herausgeber Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 327-339, 368-372

- SEIFERLE, E. und FREWEIN, J. (1984):
 Bauchmuskeln, vergleichende Betrachtung, In: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bewegungsapparat, 5. Auflage Herausgeber Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E., Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 331-342
- SHERMAN , K.; MYHRE, G.; WELLS, R. (1989):
 Abdominal fused testicles in a miniature horse: a case report
 Journal of Equine Veterinary Science, <u>9</u>, 191-192

110. SHIRA, M. J.; GENETZKY, R. M. (1982):

Equine Cryptorchidism Iowa State Veterinarian, <u>44</u>, 77-81

111. SILBERZAHN, P.; PURET, e. J. M.; ZWAIN, I. (1989):

Androgen and oestrogen response to a single injection of HCG in cryptorchid horses

Equine Veterinary Journal, 21, 126-129

112. SMITH, B. L.; MORTON, L. D.; WATKINS, J. P.; TAYLOR, T. S.; STORTS, R. W. (1989):

Malignant seminoma in a cryptorchid stallion

Journal of the American Veterinary Medical Association, 195, 775-776

113. SMITH, J. A. (1975):

The development and descent of the testis in the horse

Veterinary Annual, <u>15</u>, 156-161

114. SMYTH, G. B. (1979):

Testicular teratoma in an equine cryptorchid Equine Veterinary Journal, <u>11</u>, 21-23

- SPEIRS, V. C.; CHRISTIE, B. A.; VEENENDAL, J. C. van (1980):
 The management of rectal tears in horses
 Australien Veterinary Journal, <u>56</u>, 313-317
- 116. STELMASIAK, T. (1979):

The non surgical diagnosis of cryptorchidism in horses New Zealand Veterinary Journal, <u>27</u>, 50

117. STICK, J. A. (1980):

Teratoma and Cyst Formation of the Equine Cryptorchid Testicle Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>176</u>, 211-214

- STICKLE, R. L. and FESSLER, J. F. (1978):
 Retrospective study of 350 cases of equine cryptorchidism
 Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>172</u>, 343-346
- STRONG, M.; DART, A. J.; MALIKIDES, N.; HODGSON, D. R. (1997):
 Monorchidism in two horses
 Australien Veterinary Journal, <u>75</u>, 333-335
- 120. THUN, R.; JUTZ, G.; FRICKER, C. (1978):
 Radioimmunologische Testosteronbestimmung. Methodik und diagnostische Anwendung
 Schweizer Archiv für Tierheilkunde, <u>120</u>, 205-212

121. TOPPARI, J.; KALEVA, M. (1999): Maldescensus Testis

Hormone Research, <u>51</u>, 261-269

- 122. TRAUB-DARGATZ, J. L.; TROTTER, G. W., KASER-HOTZ, B.; BENNETT, D. G.; KIPER, M. L.; VEERAMACHANENI, D. N. R.; SQUIERS, E. (1991): Ultrasonography detection of chronic epididymitis in a stallion Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>198</u>, 1417-1420
- 123. TURNER, R. M. (1998):

Ultrasonography of the Genital Tract of the Stallion, In: Equine Diagnostic Ultrasound, 1. Auflage Herausgeber Reef, Virginia. B., W. B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo, pp. 446-454

124. VALDEZ, H.; TAYLOR, T. S.; MCLAUGHLIN, S. A.; MARTIN, M. T. (1979):

Abdominal Cryptorchidectomy in the Horse, Using Inguinal Extension of the Gubernaculum Testis

Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>174</u>, 1110-1112

- 125. VARNER, D. D.; SCHUMACHER, J.; BLANCHARD, T. L.; et al. (1991): Reproductive anatomy and physiology Diseases and Management of Breeding Stallion Herausgeber Varner, D. D., Schumacher, J., Blanchard, T. L., Johnson, L., Goleta, CA, American Veterinary Publications, pp. 1-60 Zitiert von Rodgerson u. Hanson (1997)
- 126. VOLLERT, K. (1999):Neue technische Aspekte in der B-Bild-SonographieRöntgenpraxis, 52, 97-102
- 127. WATKINS, J. P.; TAYLOR, T. S.; SCHUMACHER, J; TAYLOR, J. R., GILLIS, J. P. (1989):
 Rectal tears in the horse: an analysis of 35 cases
 Equine Veterinary Journal, 21, 186-188
- 128. WEISS, R. M.; CARTER, A. R., ROSENFIELD, A. T. (1986):high resolution real-time ultrasonography in the localization of the undescended testis

The Journal of Urology, <u>135</u>, 936-938

129. WELLS, P. N. T. (1980):

Ultraschall in der medizinischen Diagnostik, 1. Auflage de Gruyer, Berlin, New York; S. 3-41

- 130. WIESNER, E.; RIBBECK, R. (1991):Wörterbuch der Veterinärmedizin, 3. AuflageGustav Fischer Verlag, Jena, Stuttgart
- 131. WILSON, D. G.; NIXON, A. J. (1986):

Case of equine cryptorchidism resulting from a persistence of the suspensory ligament of the gonad Equine Veterinary Journal, <u>18</u>, 412-413

132. WINTER, F. (1923):

Ueber Kryptorchiden und ihre Kastration Verlagsbuchhandlung von Richard Schoetz, Berlin

- WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; HUDSON, R. S.; BOOSINGER, T. R.;
 MYSINGER, P. W.; POWE, T. A.; CLAXTON, M. S.; ANGEL, L. A. (1991):
 Mesothelioma in cattle: Eight cases (1970-1988)
 Journal of the American Veterinary Medical Association, <u>199</u>, 486-491
- WOLVERSON, M. K.; HOUTTUIN, E.; HEIBERG, E.; SUNDARAM, M., SHEILDS, J. B. (1983):
 Comparison of computed tomography with high-resolution real-time ultrasound in the localization of the impalpable undescended testis
 Radiology, <u>146</u>, 133-136

135. ZEROBIN, K. (1987):

Physiologie der Fortpflanzung, In: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie,

7. Auflage

Herausgeber Scheunert, A. und Trautmann, A., Verlag Paul Parey, Berlin und

Hamburg, S. 478-521

				Ra	sse		
Kunden-Nr.	Zähler Pfd	Zähler Hoden	WBL	KBL	VBL	Pony	Alter
1010-342-97	1	1				1	3
1010-376-97	1	1	1				1,5
1010-386-97	1	1	1				2,5
1010-393-97	1	1		1			3
2010-489-97	1	1	1				1,5
2010-497-97	1	1				1	1,5
2010-496-97	1	1				1	1,5
1010-402-97	1	1	1				3
2010-90-98 li	1	1	1				2
re		1					
1010-93-98	1	1	1				2
1010-109-98	1	1	1				2
2010-186-98	1	1	1				2
2010-203-98	1	1		1			1
		1					
1010-121-98	1	1			1		2
1010-128-98	1	1		1			2
1010-132-98	1	1	1				2
1010-137-98	1	1				1	3
1010-150-98	1	1	1				2
1010-163-98	1	1		1			1
1010-178-98	1	1				1	3
1010-192-98	1	1	1				3
1010-272-98	1	2			1		2,5
1010-331-98	1	1		1			2,75
Kunden-Nr.	Zähler Pfd	Zähler Hoden	WBL	KBL	VBL	Pony	Alter
				Ra	sse		

9. Tabellarische Erfassung aller Daten

	kry	ptorche \$	Seite]	Lage	
Kunden-Nr.	li	re	bds	oberfl ing	tief ing	unvollst abd	vollst abd
1010-342-97		1				1	
1010-376-97		1			1		
1010-386-97		1				1	
1010-393-97		1		1			
2010-489-97	1					1	
2010-497-97	1			1			
2010-496-97		1			1		
1010-402-97	1				1		
2010-90-98	1	1	1	2			
1010-93-98	1					1	
1010-109-98	1						1
2010-186-98		1		1			
2010-203-98	1	1	1	1			
					1		
1010-121-98	1				1		
1010-128-98		1			1		
1010-132-98	1			1			
1010-137-98		1					1
1010-150-98	1				1		
1010-163-98	1					1	
1010-178-98		1					1
1010-192-98		1					1
1010-272-98	1	1	1				2
1010-331-98	1			1			
Kunden-Nr.	li	re	bds	oberfl ing	tief ing	unvollst abd	vollst abd
	kry	ptorche \$	Seite	Lage			

	Untersuchungsergebnis							
Kunden-Nr.	gefunden	nt gefunden	alle Strukturen	nt alle Strukturen				
1010-342-97	1			1				
1010-376-97	1			1				
1010-386-97		1						
1010-393-97	1		1					
2010-489-97		1						
2010-497-97	1		1					
2010-496-97		1						
1010-402-97	1		1					
2010-90-98	2		2					
1010-93-98	1		1					
1010-109-98		1						
2010-186-98	1		1					
2010-203-98	2		2					
1010-121-98	1		1					
1010-128-98	1		1					
1010-132-98	1		1					
1010-137-98		1						
1010-150-98	1		1					
1010-163-98	1		1					
1010-178-98		1						
1010-192-98		1						
1010-272-98		2						
1010-331-98	1		1					
Kunden-Nr.	gefunden	nt gefunden	alle Strukturen	nt alle Strukturen				
		Untersuchungsergebnis						

	Untersuchu	ingsergebnis	Palpi	Palpierbar	
Kunden-Nr.	korrekte Lage	falsche Lage	ja	nein	
1010-342-97	1			1	
1010-376-97	1			1	
1010-386-97				1	
1010-393-97	1		1		
2010-489-97				1	
2010-497-97	1		1		
2010-496-97				1	
1010-402-97	1			1	
2010-90-98	2		2		
1010-93-98	1			1	
1010-109-98				1	
2010-186-98	1		1		
2010-203-98	2		1	1	
1010-121-98	1			1	
1010-128-98	1			1	
1010-132-98	1			1	
1010-137-98				1	
1010-150-98	1			1	
1010-163-98		1		1	
1010-178-98				1	
1010-192-98				1	
1010-272-98				2	
1010-331-98	1		1		
Kunden-Nr.	korrekte Lage	falsche Lage	ja	nein	
	Untersuchu	ingsergebnis	Palpi	erbar	

	Volume	en [ccm]	path veränd	path verändert (makro)		kein Skrotum
Kunden-Nr.	prä Op	post Op	ja	nein	liegend	
1010-342-97					1	1
1010-376-97			1			
1010-386-97			1			1
1010-393-97						1
2010-489-97			1			1
2010-497-97	9,186	8,931				1
2010-496-97			1			1
1010-402-97						1
2010-90-98 li	21,127	19,113	1			
re	19,721	31,247	1			
1010-93-98	21,127	50,805	1		1	
1010-109-98						1
2010-186-98						
2010-203-98 li	6,333	11,228			1	1
re	6,184	12,469				1
1010-121-98	22,458	31,848	1			1
1010-128-98	64,304	60,222	1			1
1010-132-98						
1010-137-98			1			
1010-150-98	13,092	11,974	1			1
1010-163-98	21,025	12,316	1			
1010-178-98			1			
1010-192-98			1			1
1010-272-98			2			1
1010-331-98	105,986	132,723	1			
Kunden-Nr.	prä Op	post Op	ja	nein	liegend	
	Volume	en [ccm]	path veränd	dert (makro)		kein Skrotum

				Rasse			
Kunden-Nr.	Zähler Pfd	Zähler Hoden	WBL	KBL	VBL	Pony	Alter
1010-47-99	1	1			1		3
1010-68-99	1	1				1	0,83
1010-85-99 li	1	1	1				3
re		1					
1010-97-99	1	1				1	2
1010-110-99	1	1				1	4
1010-125-99	1	1		1			3
1010-133-99	1	1				1	2
1010-166-99	1	1			1		2
1010-282-99	1	1	1				5
1010-315-99	1	1	1				2
1010-324-99	1	1		1			1.5
1010-326-99 li	1	1		_		1	1.5
re		1					1,0
1010-344-99	1	2		1			2.5
1010 5 11 77	Ĩ			-			2,5
1010-39-00 li	1	1				1	2
re		1				1	2
2010-81-00	1	2		1			2
1010-96-00	1	1	1	1			3
1010-115-00	1	1	1				2
1010-134-00	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch
1010-135-00	1	1	1	monoren	monoren	monoren	3
1010-135-00	1	1	1	1			3
1010-140-00	1	1	1	1			2
1010-144-00	1	1	1				2
1010-149-00	1	1	1				<u> </u>
1010-130-00	1	1	1			1	1
1010-172-00	1	1			1	1	1
1010-223-00	1	1	1	-	1		2
1010-310-00	1	1	1			1	2,5
1010-318-00	1	l				1	/
1010 04 01	1	2				1	15
1010-84-01	1	2				1	1,5
1010-108-01	1	2	1			1	1
1010-136-01	1	1	1			1	1
1010-383-01	1	1				1	5
1010-400-01		1					1,5
1010-406-01	1	1					4
1010-408-01	1	1				1	2,5
1010 10 00	1	1	1				
1010-12-02	1	1	1			1	3
1010-102-02							3
Kunden-Nr.	Zähler Pfd	Zähler Hoden	WBL	KBL	VBL	Pony	Alter
				Ra	sse		

	kry	ptorche So	eite	Lage			
Kunden-Nr.	li	re	bds	oberfl ing	tief ing	unvollst abd	vollst abd
1010-47-99		1		1			
1010-68-99		1			1		
1010-85-99	1	1	1	2			
1010-97-99		1		1			
1010-110-99		1				1	
1010-125-99	1					1	
1010-133-99	1					1	
1010-166-99	1						1
1010-282-99		1		1			
1010-315-99		1		1			
1010-324-99		1		1			
1010-326-99	1	1	1		2		
1010-344-99	1	1	1			2	
1010 0 11 77		-	-			_	
1010-39-00	1	1	1	2			
1010 09 00		-					
201081-00	1	1	1		1		1
1010-96-00	1	_				1	
1010-115-00	1			1		-	
1010-134-00	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch
1010-135-00	monoren	1	monoren	1	monoren	monoren	monoren
1010-140-00		1		-		1	
1010-144-00	1	1				1	
1010-149-00		1		1		-	
1010-150-00		1		1		1	
1010-172-00		1		1		1	
1010-223-00	1	1		1			
1010-310-00	1		-	1			1
1010-318-00	1	1					1
1010-310-00		1					1
1010-84-01	1	1	1				2
1010-108-01	1	1	1			2	
1010-136-01	1				1		
1010-383-01	1	1		1	1		
1010-400-01		1	ļ	1		<u> </u>	
1010-406-01		1		1			1
1010-408-01		1	ļ		1	<u> </u>	1
1010-100-01		1			1		
1010-12-02	1			1			
1010-102-02	1	1		1	1		
Kunden-Nr	li	re	hde	oberfl ing	tief ing	unvollst abd	vollst and
1xunuvn-111.	kry	ntorche Sa	eite	JUST II IIIg	uri ing	Lage	, onse ava
	, ni j	Protene D					

	Untersuchungsergebnis					
Kunden-Nr.	gefunden	nt gefunden	alle Strukturen	nt alle Strukturen		
1010-47-99	1		1			
1010-68-99	1		1			
1010-85-99	2		2			
1010-97-99	1		1			
1010-110-99	1			1		
1010-125-99	1		1			
1010-133-99	1			1		
1010-166-99		1				
1010-282-99	1		1			
1010-315-99	1		1			
1010-324-99	1		1			
1010-326-99	2		2			
1010-344-99		2				
1010-39-00	2		2			
1010 09 00			_			
201081-00	1	1	1			
1010-96-00	1		1			
1010-115-00	1		1			
1010-134-00	monorch	monorch	monorch	monorch		
1010-135-00	1		1			
1010-140-00	-	1	_			
1010-144-00	1	-	1			
1010-149-00	1		1			
1010-150-00		1	-			
1010-172-00	1	-	1			
1010-223-00	1		1			
1010-310-00		1	-			
1010-318-00		1				
1010 510 00		1				
1010-84-01		2				
1010-108-01		2				
1010-136-01	1	2	1			
1010-383-01	1		1			
1010-303-01	1		1	1		
1010-400-01	1	1		1		
1010-400-01	1	1	1			
1010-400-01	1		1			
1010-12-02	1		1			
1010-102-02	1		1			
Kunden-Nr	gefunden	nt gefunden	alle Strukturen	nt alle Strukturen		
IXUIUUI-IVI.	Serunden	Unterena	hungsergehnis			
LI		Unitisu	mangoer geoms			

	Untersuchungsergebnisse		Palpierbar	
Kunden-Nr.	korrekte Lage	falsche Lage	ja	nein
1010-47-99	1			1
1010-68-99	1			1
1010-85-99	2			2
1010-97-99	1		1	
1010-110-99		1		1
1010-125-99	1			1
1010-133-99	1			1
1010-166-99				1
1010-282-99	1			1
1010-315-99	1		1	
1010-324-99	1			1
1010-326-99	2			2
1010-344-99				2
1010-39-00	2		2	
201081-00	1			2
1010-96-00	1			1
1010-115-00	1			1
1010-134-00	monorch	monorch	monorch	monorch
1010-135-00	1		1	monoren
1010-140-00	-			1
1010-144-00	1			1
1010-149-00	1		1	
1010-150-00	-		-	1
1010-172-00	1		1	-
1010-223-00	1		-	1
1010-310-00				1
1010-318-00				1
1010 510 00				1
1010-84-01				2
1010-108-01				2
1010-136-01	1			1
1010-383-01	1			1
1010-400-01	1			1
1010-406-01	1			1
1010-408-01	1		1	1
1010-100-01	1		I	
1010-12-02	1		1	
1010-102-02	1			1
Kunden-Nr.	korrekte Lage	falsche Lage	ja	nein
	Untersuchu	ingsergebnis	Palpi	erbar

	Volume	n [ccm]	path verändert (makro)			kein Skrotum
Kunden-Nr.	prä Op	post Op	ja	nein	liegend	
1010-47-99	19,543	40,856	1			
1010-68-99						
1010-85-99 li	18,696	31,848				
re	23,892	26,083				
1010-97-99	19,136	34,353	1			
1010-110-99	2,545	4,771	1			
1010-125-99)	,	1			
1010-133-99	8.016	8,166				
1010-166-99	0,020	0,200				
1010-282-99						
1010-315-99						
1010-324-99	8 166	9 697				1
1010-326-99 li	15 053	14 369	1			1
re	12 441	7 057	1			
1010-344-99	14,771	1,051	2			
1010-5-11-77						-
1010 30 00 1;	13 716	28 817				1
1010-39-00 11	11,710	20,317				1
2010 81 00	11,31	20,322				1
2010-81-00	20 (20	71.004				1
1010-90-00	28,028	/1,004	1			1
1010-115-00	1	1	1	1	1	1
1010-134-00	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch	monorch
1010-135-00						
1010-140-00	_					
1010-144-00						
1010-149-00						
1010-150-00			1			
1010-172-00						
1010-223-00						
1010-310-00			1			1
1010-318-00	-		1			
1010-84-01			2			
1010-108-01						2
1010-136-01						1
1010-383-01			1			
1010-400-01			1			1
1010-406-01			1			1
1010-408-01			1			1
		-				
1010-12-02			1			1
1010-102-02			1			1
Kunden-Nr.	prä Op	post Op	ja	nein	liegend	
	Volume	n [ccm]	path verän	dert (makro)		kein Skrotum

10. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	=	Abbildung	ml	=	Milliliter
abd.	=	abdominal	mm	=	Millimeter
bds.	=	beiderseits	Мо	=	Monate
bzw.	=	beziehungsweise	n	=	Gesamtzahl
ca.	=	circa	NC	=	normaler Kastrandus
cm	=	Zentimeter	ng	=	Nanogramm
dB	=	Dezibel	nt	=	nicht
d.h.	=	das heißt	oberfl.	=	oberflächlich
et al.	=	et alii	Op	=	Operation
etc.	=	et cetera	path	=	pathologisch
f	=	Frequenz	Pfd	=	Pferd
g	=	Gramm	pg	=	Pikogramm
IE	=	Internationale Einheiten	re / RE	=	rechts
ing.	=	inguinal	S	=	Sekunde
J	=	Jahre	s.	=	siehe
Kap.	=	Kapitel	sog.	=	sogenannt / -e /-er / -es
kg	=	Kilogramm	s.u.	=	siehe unten
KM	=	Körpermaße	Т	=	Wellenlänge
HCG	=	human corionic gonadotropin	Tab.	=	Tabelle
Hz	=	Hertz	TGC	=	Time-Gain-Compensation
1	=	Liter	u.	=	und
li / LI	=	links	unvollst.	=	unvollständig
m	=	Meter	usw.	=	und so weiter
makro	=	makroskopisch	u.U.	=	unter Umständen
mg	=	Milligramm	vollst.	=	vollständig
MHz	=	Megahertz	z.B.	=	zum Beispiel
min	=	Minute	z.T.	=	zum Teil

Abkürzungen, die in der vorliegenden Dissertation verwendet werden:

Danksagung

Ich danke all denen, die mir halfen das hier zu erreichen.

Besonders dankbar für Ihre Unterstützung, Geduld und Verständnis bin ich Alessandra, Feli, Monika, Stefan und Tina.

Für die fachliche Betreuung und Hilfestellung möchte ich außerdem

Herrn Prof. Dr. L.-F. Litzke und der AG Biomathematik und Datenverarbeitung danken.