

Aus der Klinik für Pferde, Abteilung Reproduktionsmedizin
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Die palpatorische und ultrasonografische Diagnostik des Descensus testis
beim Hengstfohlen in der tierärztlichen Fahrpraxis**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Ina Löckelt
Tierärztin aus
Berlin

Berlin 2016
Journal-Nr.: 3895

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Johannes Handler
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Peter-Henning Clausen
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Salah Amasheh

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

foals, newborn animals, testes, testis, cryptorchidism, ultrasonography,
palpation, field tests

Tag der Promotion: 02.08.2016

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86387-747-7

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2016

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2016

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Für Emilia

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung, Fragestellung und Ziele dieser Arbeit	9
2.	Literaturübersicht	11
2.1	Embryologie und Physiologie der Hoden und des Hodenabstiegs	11
2.2	Steuerung des Hodenabstiegs	17
2.3	Zeitpunkt des Hodenabstiegs	19
2.4	Pathologie, Ursachen und Folgen eines gestörten Hodenabstiegs	21
2.5	Prävalenz des Kryptorchismus beim Hengst	24
2.6	Diagnostik des Descensus testis und kryptorchider Hoden	26
2.6.1	Adspektion	26
2.6.2	Palpation	27
2.6.2.1	Skrotale/inguinale Palpation	27
2.6.2.2	Transrektale Palpation	27
2.6.3	Sonografie	28
2.6.3.1	Transkutan, inguinal	28
2.6.3.2	Transrektal	29
2.6.4	Labordiagnostik	29
2.7	Die Sonografie des Genitaltraktes beim Hengst	31
2.7.1	Pränatale Sonografie	33
2.8	Fixierung des Fohlens und Abwehrverhalten	35
3.	Material und Methoden	36
3.1	Hengstfohlen	36
3.2	Palpation	37
3.3	Transkutane Sonografie in der Leistenregion	38
3.4	Erfasste Daten	39
3.5	Statistik	41
4.	Ergebnisse	42
4.1	Zeitpunkt des Hodenabstiegs	42
4.2	Vergleich der Palpation und Sonografie	43
4.2.1	Hoden	43
4.2.2	Nebenhoden	43
4.2.3	Gubernaculum testis	44

4.3	Zusammenhang zwischen der palpatorischen Darstellung der Strukturen und der Lokalisation des Hodens	45
4.4	Zusammenhang zwischen der sonografischen Darstellung der Strukturen und der Lokalisation des Hodens	46
4.5	Unterschiede zwischen der linken und der rechten Seite	47
4.5.1	Palpation und Sonografie	47
4.5.2	Lokalisation des Hodens	47
4.6	Größe der Hoden und Größenveränderung	48
4.6.1	Unterschiede in Bezug auf das Alter des Fohlens und die Körperseite	48
4.6.2	Zusammenhang zwischen der Hodengröße und der Lokalisation des Hodens	49
4.7	Abwehrverhalten, Fixation des Fohlens und Einfluss auf die Untersuchung	50
4.8	Vergleich der beiden Scores „Bereich“ und „Lage“ für die Beschreibung der Lokalisation des Hodens	51
4.9	Rassenvergleich	52
4.9.1	Lokalisation der Hoden	52
4.9.2	Palpation	52
4.9.3	Sonografie	53
4.9.4	Abwehrverhalten	53
4.9.5	Hodengröße	53
4.10	Ultraschallbilder	54
4.10.1	Exemplarische Ultraschalluntersuchung eines Hodens mit Gubernaculum testis im Wasserbad	54
4.10.2	Ultraschallbilder in vivo	56
4.11	Fallbeispiele	59
4.11.1	Fohlen Nr. 2	59
4.11.2	Fohlen Nr. 4	59
4.11.3	Fohlen Nr. 7	60
4.11.4	Prämaures Fohlen	60
4.11.5	Fohlen Nr. 22	61
4.11.6	Fohlen Nr. 13	62

5.	Diskussion	64
5.1	Zeitpunkt des Hodenabstiegs	64
5.2	Vergleich der Palpation und Sonografie	66
5.3	Zusammenhang zwischen der palpatorischen bzw. sonografischen Darstellung des Hodens und dessen Lokalisation	68
5.4	Unterschiede zwischen der linken und der rechten Seite	69
5.5	Größe der Hoden und Größenveränderung	71
5.6	Zusammenhang zwischen der palpatorischen und sonografischen Darstellbarkeit der Strukturen und dem Abwehrverhalten des Fohlens	74
5.7	Befundung der Lokalisation der Hoden mit den beiden Scores „Bereich“ und „Lage“	75
5.8	Vergleich der beiden Gruppen „Warmblut“ und „Pony“	76
5.8.1	Lokalisation der Hoden	76
5.8.2	Palpation und Sonografie	76
5.8.3	Hodengröße	77
5.9	Entwicklung der Hengstfohlen	78
5.10	Schwierigkeiten	79
6.	Fazit für die Praxis	80
7.	Zusammenfassung	81
8.	Summary	83

1. Einleitung, Fragestellung und Ziele dieser Arbeit

Der Hodenabstieg beim Hengstfohlen ist ein multifaktoriell beeinflusster Vorgang, welcher sich schon teilweise während der Fetalphase im Mutterleib vollzieht und nach der Geburt vollendet wird.

Der physiologische Hodenabstieg ist die Voraussetzung für eine uneingeschränkte Fruchtbarkeit des Hengstes nach der Pubertät. Ob ein Hengstfohlen später als Zuchthengst genutzt werden kann, hängt somit wesentlich von einem vollständig vollzogenen Hodenabstieg ab. Deshalb ist auch der wirtschaftliche Wert eines Hengstfohlens maßgeblich von dessen Geschlechtsgesundheit und somit von einem physiologischen und vollständigen Descensus testis abhängig. Aber auch für die Planung und Durchführung der Kastration ist die Kenntnis der Lokalisation der Hoden notwendig. Nicht zuletzt ist der physiologische Descensus testis auch eine Voraussetzung für die Allgemeingesundheit und die sportliche Nutzung des Hengstes.

Um rechtzeitig Kenntnis darüber zu erlangen, ob sich der Hodenabstieg physiologisch vollzieht, ist eine frühe Diagnostik notwendig. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Diagnostik, insbesondere der Sonografie, des Hodenabstiegs unmittelbar nach der Geburt und im Verlauf der ersten Lebenswochen unter Praxisbedingungen.

Ein Ziel dieser Arbeit sollte sein, den physiologischen Verlauf und Zeitpunkt der Vollständigkeit des Hodenabstiegs festzustellen. Dabei sollte die Frage geklärt werden, ob Abweichungen von dem als normal anzunehmenden, zeitlichen Verlauf des Hodenabstiegs möglich sind und ob diese zu einem frühen Zeitpunkt schon zu erkennen und als problematisch zu werten sind.

Außerdem sollte diese Arbeit die diagnostischen Methoden Palpation und Sonografie zur Feststellung der Lokalisation der Hoden im Fohlenalter vergleichen und so die praxistauglichste und sicherste Methode benennen.

Die vorliegende Arbeit sollte sich aber nicht nur mit der Palpation und Sonografie des Hodenabstiegs beschäftigen, sondern auch Daten über die Hodengröße, das Abwehrverhalten und mögliche Unterschiede zwischen den Rassen erheben.

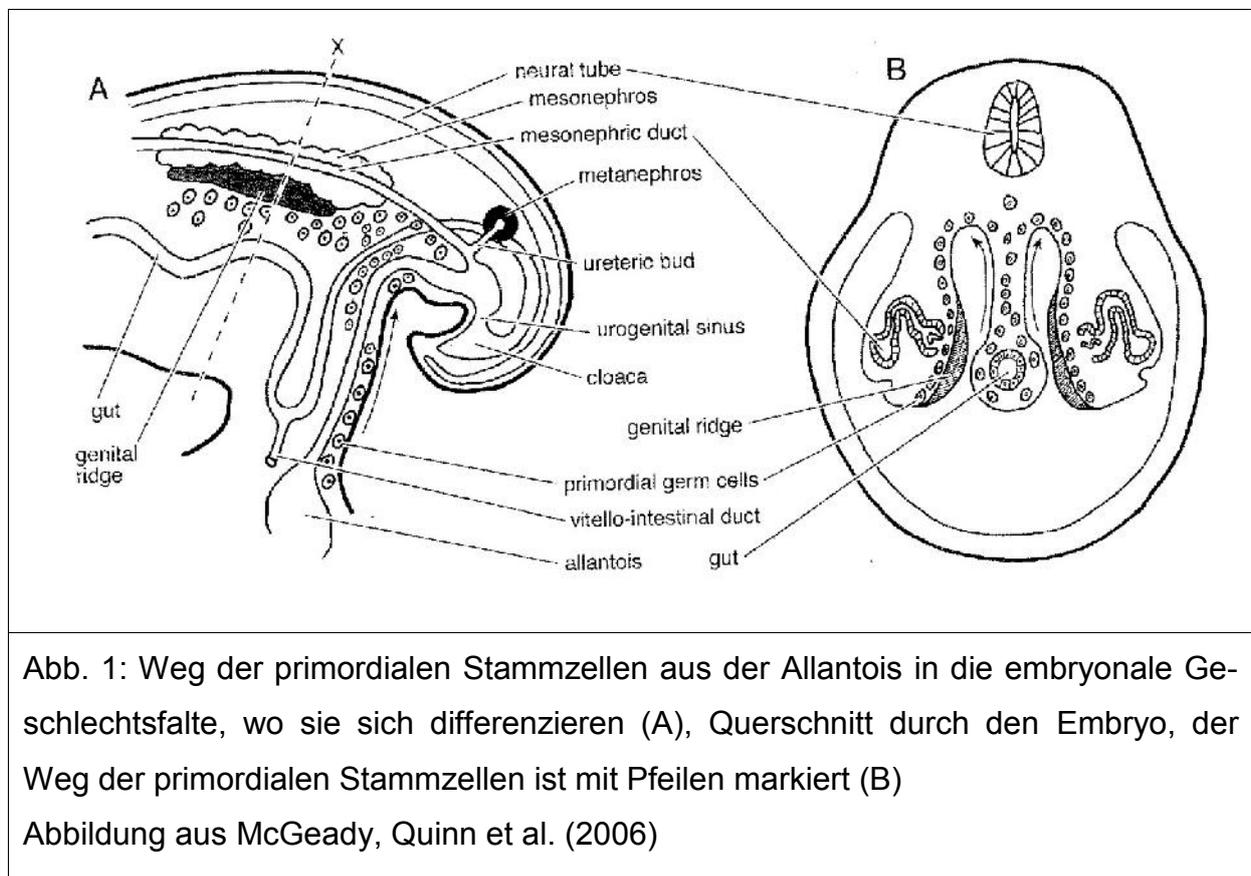
Weiterhin stellte sich die Frage, welche Aussagekraft die Feststellung der Lokalisation der Hoden im frühen Fohlenalter hat und inwieweit der Verlauf des Descensus testis beim Hengstfohlen diagnostisch einzugrenzen ist.

Im Gegensatz zur vorliegenden Literatur ist diese Arbeit die erste, die sich mit der Diagnostik des Hodenabstiegs beim Pferd in den ersten Lebenstagen und -wochen beschäftigt. Zwar liegen viele Erkenntnisse über die Diagnostik nach der Pubertät vor und auch die Lage der Gonaden in der Embryonalentwicklung wurde schon ausführlich untersucht, jedoch finden sich in der Literatur kaum Informationen über den Hodenabstieg in der Zeit zwischen der Geburt und der Pubertät.

2. Literaturübersicht

2.1 Embryologie und Physiologie der Hoden und des Hodenabstiegs

Schon bei der Befruchtung der Eizelle wird das genetische Geschlecht des Embryos festgelegt, dennoch ist dieser zu Beginn der Entwicklung potentiell bisexuell. Die Anlagen der Geschlechtsorgane entwickeln sich zunächst indifferent um den 27. Trächtigkeitstag (Bergin, Gier et al. 1970). Das Vorhandensein eines X- und Y-Chromosoms führt zur Entwicklung eines männlichen Phänotyps. Primordiale Stammzellen wandern in die embryonale Geschlechtsfalte ein (Abb.1). Anschließend kommen mesenchymale Zellen hinzu, proliferieren und umschließen die Primordialzellen. Die mesenchymalen Zellen differenzieren sich dann zu fetalen Sertolizellen und schütten Anti-Müller-Hormon aus, welches zur Rückbildung der Müllerschen Gänge als embryonale Anlage für die inneren weiblichen Geschlechtsorgane führt. Weitere Zellen wandern in die zukünftige Gonade ein und es folgt eine weitere Differenzierung der Sertolizellen und Anordnung zu den zukünftigen Samenkanälchen. Weitere einwandernde Zellen differenzieren sich zu Leydig-Zellen. Diese produzieren Testosteron und Insulin-like-peptide-3 (INSL3) (Abb.2) (McGeady, Quinn et al. 2006; Amann und Veeramachaneni 2007).



Die Differenzierung der zunächst indifferenten Anlagen der Gonaden ist beim männlichen Pferdefötus bis zum 35. Trächtigkeitstag abgeschlossen (Amann und Veeramachaneni 2007). Braxmaier und Litzke (2005) sowie Bergin, Gier et al. (1970) datieren den Beginn der Differenzierung jedoch ab dem 40. Trächtigkeitstag.

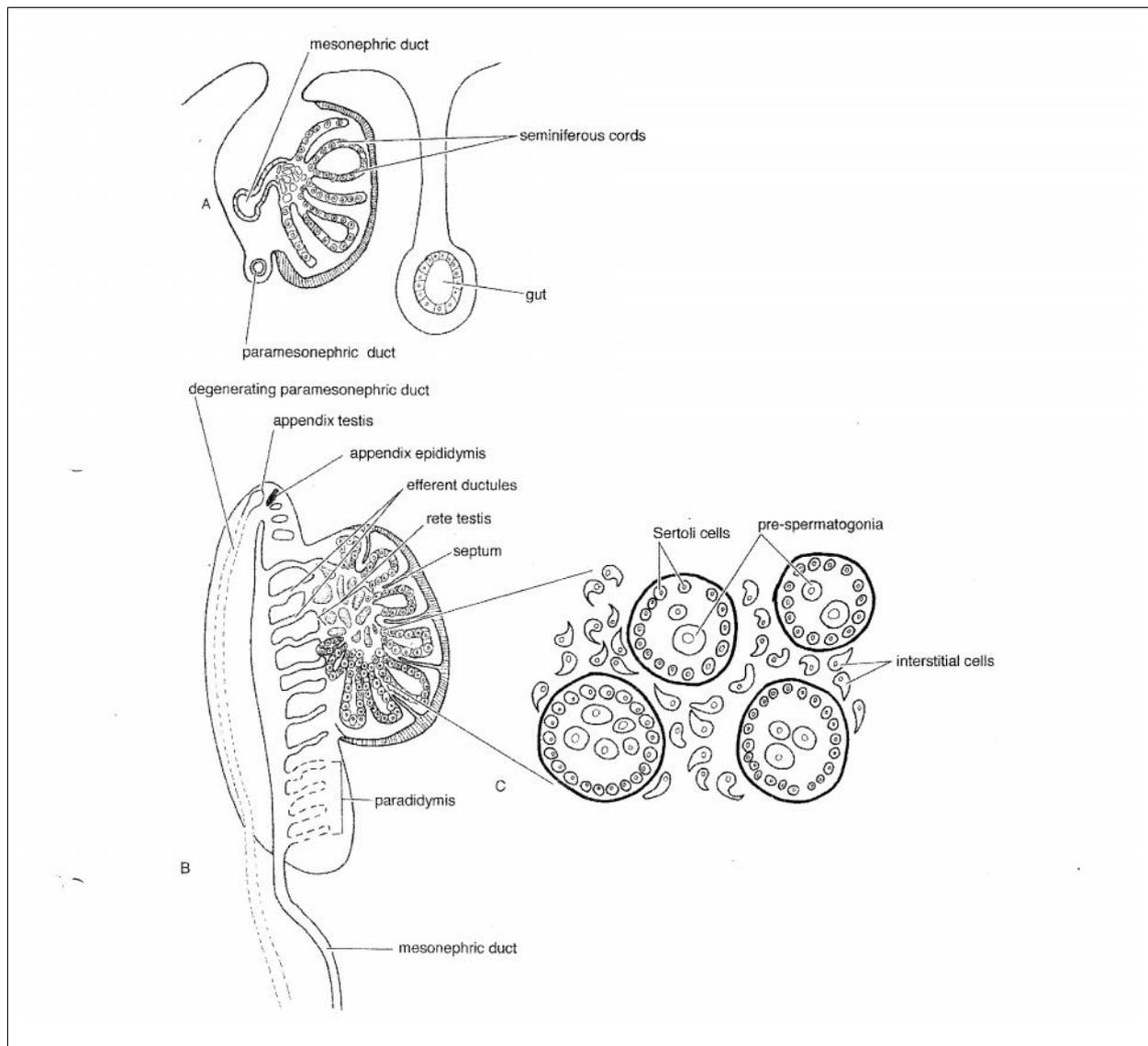


Abb. 2: Differenzierung des Hodens aus der undifferenzierten Gonade (A und B), Querschnitt durch die Samenleiter (C)

Abbildung aus McGeady, Quinn et al. (2006)

Der embryonale Hoden liegt zu Beginn des Hodenabstiegs ventral der Urniere und wird durch eine Doppelfalte des Peritoneums, dem späteren Mesorchium, gehalten.

Außerdem stabilisieren das kraniale und kaudale Keimdrüsenband zu diesem Zeitpunkt die Lage des Hodens (Hughes und Acerini 2008).

Der Hodenabstieg beginnt zwischen dem 45. und 50. Trächtigkeitstag und ist in drei aufeinanderfolgende Phasen unterteilt: die abdominale Hodentranslokation, die transinguinale Hodenmigration und die inguino-skrotale Hodenmigration (Amann und Veeramachaneni 2007). Eine große Rolle beim Descensus testis spielt das Gubernaculum testis. Dieses entsteht aus Fasern des Schrägen Bauchmuskels und besteht aus zwei Teilen: dem intraabdominalen Anteil und dem extraabdominalen Anteil (Varner, Schumacher et al. 1991). Das Gubernaculum testis enthält Kollagenfasern, Hyaluronsäure, Glucosaminoglykane und einige Myoblasten (Amann und Veeramachaneni 2007).

Am Ende der ersten Phase (abdominale Hodentranslokation) liegt der Hoden dicht am inneren Leistenring, der Nebenhoden manchmal schon innerhalb des Leistenkanals. In dieser Phase geht es vielmehr um ein Verhindern einer Bewegung nach kranial als um eine aktive Bewegung des Hodens. Das Gubernaculum testis bzw. das kaudale Keimdrüsenband, welches anfangs sehr dünn ist, wird in dieser Phase immer dicker und stärker und verankert sich zunehmend in der Bauchwand, dort, wo später der Processus vaginalis lokalisiert ist. Im Gegensatz dazu bildet sich das kraniale Keimdrüsenband zurück, sodass auf den Hoden nur noch ein Zug nach kaudal ausgeübt wird. Das Gubernaculum testis hält den Hoden somit in einer inguinalen Position, wohingegen der Fetus wächst und andere Strukturen immer weiter kranial positioniert werden. In dieser ersten Phase beginnt die Bildung des Processus vaginalis als Folge der Größenzunahme des extraabdominalen Teils des Gubernaculum testis (Amann und Veeramachaneni 2007).

Etwa ab dem 110. bis zum 220. Tag der Trächtigkeit nimmt die Hodengröße stark zu (bis zu 50 g) um dann bis zum 300. Tag wieder deutlich abzunehmen. Diese Größenzunahme beruht auf einer Hypertrophie und Hyperplasie der interstitiellen Zellen. Vermutlich ist die Ursache dieser Größenzunahme die Wirkung des eCG (Equine Chorionic Gonadotropin), welches von den Chorionzellen der *Endometrial cups* der Plazenta produziert wird. Allerdings fällt die Größenzunahme der Gonade zeitlich nicht mit der höchsten Gonadotropin-Aktivität zusammen, sodass diese Hypothese in Frage gestellt werden muss. Eine andere Erklärung könnte die hohe Östrogen-Produktion der Plazenta sein. Aber auch dies ist unwahrscheinlich, da die Hoden-

größe schon wieder abnimmt, bevor die maximale Östrogen-Konzentration erreicht wird (McGeady, Quinn et al. 2006).

Zum Zeitpunkt der Geburt beträgt das Hodengewicht nur 10 % des maximalen Gewichts während der Trächtigkeit. Bergin, Gier et al. (1970) stellten durch Sektionen von Pferdefeten unterschiedlichen Alters ein durchschnittliches Hodengewicht von 20 g am Trächtigkeitstag 150, 50 g an Tag 250 und 30 g um den 300. Trächtigkeitstag fest. Nur durch die Größenabnahme des Hodens ist der Durchtritt durch den Leistenkanal möglich. Die Größenabnahme beruht wiederum hauptsächlich auf der Größenabnahme der Leydig-Zellen.

In der Literatur findet man Beschreibungen, nach denen der linke Hoden während der Fetalentwicklung größer ist als der rechte Hoden, wobei der linke Hoden in diesen Fällen eher schmaler und länger ist (Wissdorf, Gerhards et al. 2010).

In der zweiten Phase (transinguinale Hodenmigration) führt eine starke Dickenzunahme des Gubernaculum testis zu einer Aufweitung des Leistenkanals um die Passage von Hoden und Nebenhoden zuzulassen. Diese Umfangsvermehrung des Gubernaculums resultiert aus einer vermehrten Produktion von Mucopolysacchariden (Wissdorf, Gerhards et al. 2010). Am Ende dieser zweiten Phase, also der transinguinalen Migration des Hodens, ist dieser am externen Leistenring bzw. auf Höhe der Bauchdecke lokalisiert. Die Passage des Hodens durch den Leistenkanal (ab dem 270. Trächtigkeitstag) ist sehr schnell und vollzieht sich innerhalb weniger Tage. Das Gubernaculum testis hat dabei eher eine passive Rolle, indem es den Hoden und Nebenhoden verankert und den Leistenkanal weitert. Die eigentlichen Kräfte, die den Hoden durch den Leistenkanal wandern lassen, sind der intraperitoneale Druck, das Wachstum des Abdomens und die Expansion des Processus vaginalis (Amann und Veeramachaneni 2007).

Die sich anschließende dritte Phase des Descensus testis (inguino-skrotale Hodenmigration) endet mit der physiologischen Positionierung des Hodens im Skrotum. Dazu ist es notwendig, dass der Bulbus des Gubernaculum testis und der Processus vaginalis soweit wachsen, dass sie den Grund des Skrotums erreichen. Anschließend bildet sich das Gubernaculum testis zurück und formt das spätere Ligamentum testis proprium, welches sich zwischen dem parietalen Blatt des Processus vaginalis und Skrotum sowie zwischen Nebenhodenschwanz und Hoden erstreckt. Bis zur

Rückbildung des Gubernaculums ist es schwierig, dieses palpatorisch vom Hoden eines Neonaten zu unterscheiden. Nach der vollständigen Rückbildung des Gubernaculums bleibt ein Teil dessen als ein kleines, fibröses, für den Untersucher tastbares Band zurück (Varner, Schumacher et al. 1991).

Bergin, Gier et al. (1970) ordnen die Rückbildung des Gubernaculums in den ersten Lebensmonat ein. Somit beurteilen die Autoren die Palpation des Skrotums bzw. dessen Inhalts in diesem Zeitraum als potentiell irreführend. Nach Wissdorf, Gerhards et al. (2010) verkleinern sich die Hoden um den Zeitpunkt der Geburt, da die ECG-Produktion bis hin zum Sistieren deutlich abnimmt. Die Phasen des Hodenabstiegs beim Pferdefetus sind in Abb. 3 dargestellt.

Edwards, Smith et al. (2003) haben an 86 Rinderföten im Alter von 50 – 210 Trächtigkeitstagen Beobachtungen und Messungen des Hodenabstiegs vorgenommen. Dadurch erlangten sie einen guten Überblick über die Größen- und Längenverhältnisse während des Descensus testis. Die Ergebnisse tragen zu einem besseren Verständnis der Vorgänge bei.

Eine ähnliche Arbeit fertigten Bergin, Gier et al. (1970) an. Durch die Sektion von 50 Pferdeföten und 13 Fohlen konnte eine gute und anschauliche Beschreibung der Vorgänge des Descensus testis beim Pferd geliefert werden. Die Autoren stellten fest, dass der linke Hoden häufig bis zu 6 cm dem rechten Hoden hinterher ist, weshalb der linke Hoden somit auch eher in Gefahr ist, abdominal retiniert zu sein. Bei 78 % der Fohlen ab dem 9. Trächtigkeitmonat bis zur Geburt war der Hodenabstieg des rechten Hodens weiter fortgeschritten als auf der linken Seite, bei 18 % lag kein Unterschied zwischen den Seiten vor und nur in einem Fall (3 %) war der Abstieg des linken Hodens weiter fortgeschritten. Bei drei von fünf Föten des 10. Trächtigkeitmonats waren das linke Gubernaculum testis und der linke Processus vaginalis weniger weit entwickelt als auf der rechten Seite.

Des Weiteren konnten einige Messwerte erfasst werden, die heute durch die Sonografie kontrollierbar sind. Der Hoden eines Pferdefetus um den 250. Trächtigkeitstag hat etwa einen Durchmesser von 5 cm, wohingegen der innere Leistenring zu diesem Zeitpunkt nur einen Durchmesser von 1,5 cm hat. Beim Durchtritt des Hodens durch den Leistenkanal verändert dieser seine Gestalt in Form eines Zylinders und kann eine Länge von 10 cm bei einer Breite von 2 cm erreichen, während er in der

Bauchhöhle noch Maße von etwa 6 x 3 cm einnahm. Von den Feten, die zum Zeitpunkt der Geburt seziiert wurden, war der Hodenabstieg bei 42 % abgeschlossen.

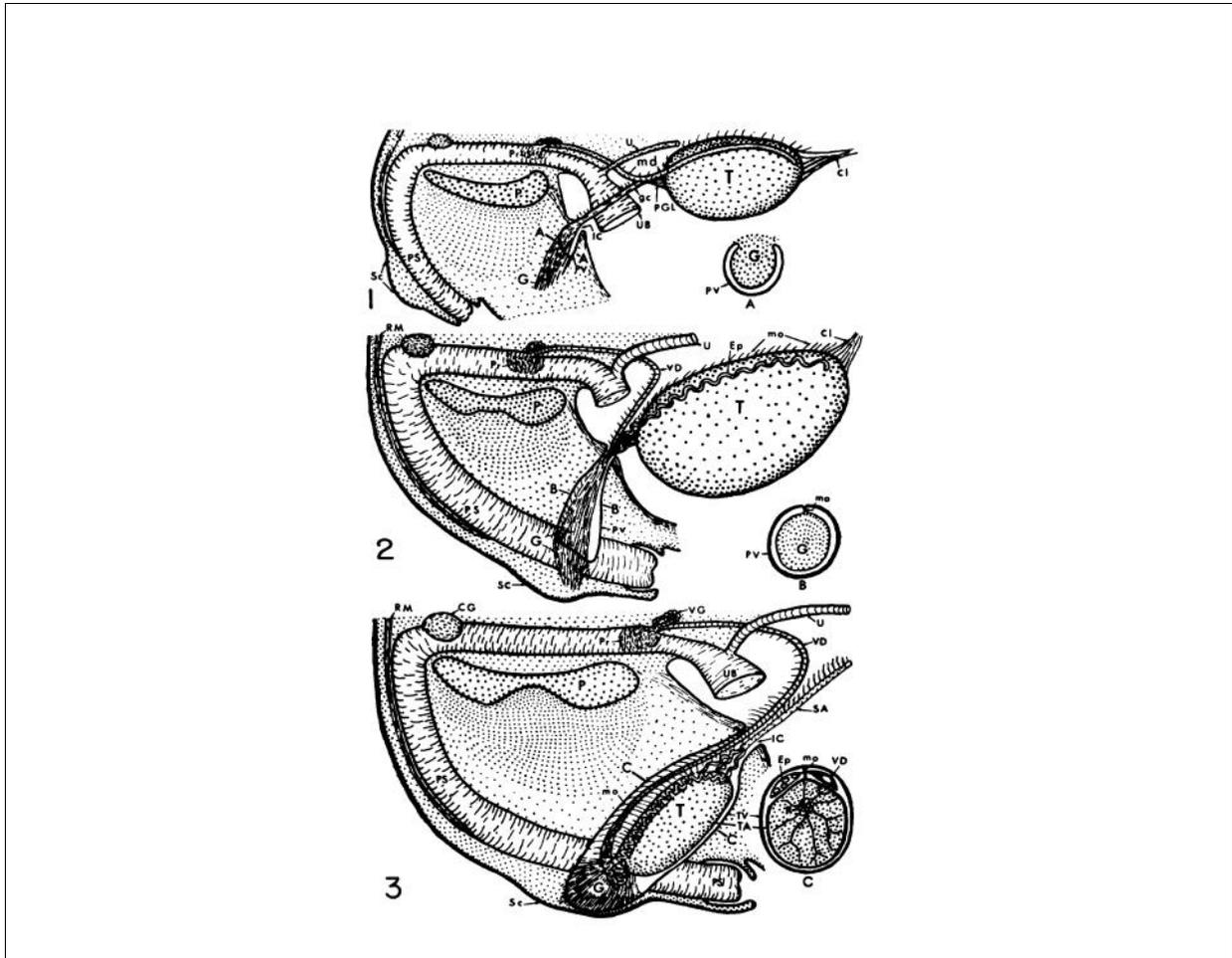


Abb. 3: Schematische Darstellung des Hodenabstiegs beim Pferdefetus

1: 75. Trächtigkeitstag

2: 175. Trächtigkeitstag

3: 330. Trächtigkeitstag, Zeitpunkt der Geburt

Abkürzungen: Hoden (T), Gubernaculum (G), Processus vaginalis (PV), Mesorchium (mo), Nebenhoden (Ep), Samenleiter (VD), Leistenkanal (IC), Skrotum (Sc), Harnleiter (U), Harnblase (UB)

2.2 Steuerung des Hodenabstiegs

Es sind hormonelle, mechanische, genetische und umweltbedingte Faktoren, die den Hodenabstieg steuern, wovon viele noch nicht ausreichend geklärt sind.

Die von den Leydig-Zellen gebildeten Androgene führen zur Regression des kranialen Keimdrüsenbandes, sodass der bis dahin daran fixierte Hoden freigegeben wird (Hughes und Acerini 2008). Das ebenfalls von den Leydig-Zellen gebildete INSL3 ist verantwortlich für die Größenzunahme bzw. Verdickung des Gubernaculum testis um den Hoden in der Inguinalregion zu verankern (Hughes und Acerini 2008). Das von den Sertolizellen produzierte Anti-Müller-Hormon führt durch die Rückbildung der Müllerschen Gänge ebenfalls zu einer Freigabe der Hoden und ist somit auch am Hodenabstieg beteiligt (Hughes und Acerini 2008).

Die transinguinale Migration des Hodens ist vor allem abhängig von der ausreichenden Weitung des Inguinalkanals durch das Gubernaculum testis, der entsprechend geringen Größe des Hodens und vom intraabdominalen Druck (Amann und Veeramachaneni 2007).

Die letzte Phase des Hodenabstiegs wird hauptsächlich durch Androgene kontrolliert. Deshalb kann ein unvollständiger Descensus testis durch HCG-Injektionen, die zur erhöhten Ausschüttung von Testosteron führen, den vollständigen Abstieg bewirken. Darüber hinaus mediiieren Androgene eine geschlechtsspezifische Differenzierung des Genitofemoralnervs und führen somit zur Ausschüttung des Calcitonin-Gen-assoziierten Peptids (CGRP), welches eine rhythmische Kontraktion des Gubernaculum testis bewirkt (Hughes und Acerini 2008). Der Nervus genitofemoralis entspringt aus Ventralästen der Lendennerven (L4-L6) und tritt kaudal des Processus vaginalis durch den Leistenkanal (König und Liebich 2005). Eine Durchtrennung des Genitofemoralnervs führt zu einem gestörten Hodenabstieg (Hughes und Acerini 2008).

Testosteron stimuliert außerdem das Wachstum des Processus vaginalis und des M. cremaster (Amann und Veeramachaneni 2007). Amann und Veeramachaneni (2007) stellen fest, dass die Wirkung des Testosterons für die inguino-skrotale Hodenmigration notwendig ist, aber die eigentliche Wirkung schon vor dieser Phase einsetzen muss.

Humanmedizinische Studien zeigen eine unterschiedliche Prävalenz des Kryptorchismus je nach geografischer Region. Diese Feststellung lässt den Einfluss von Umweltfaktoren (z.B. Chemikalien) auf den Hodenabstieg vermuten (Hughes und Acerini 2008).

2.3 Zeitpunkt des Hodenabstiegs

Der Zeitpunkt, an dem die Hoden eines Hengstfohlens physiologischerweise im Skrotum lokalisiert sind, wird in verschiedenen Veröffentlichungen kontrovers diskutiert. Folgende Aussagen stehen im Raum: 10 bis 14 Tage nach der Geburt (Amann und Veeramachaneni 2007; Wissdorf, Gerhards et al. 2010), 30 Tage vor bis 10 Tage nach der Geburt (Arighi 2011), 300. Trächtigkeitstag bis 10 Tage nach der Geburt (Bergin, Gier et al. 1970; Varner, Schumacher et al. 1991), 315. Trächtigkeitstag bis wenige Tage nach der Geburt (Aurich 2009) und in den ersten Lebensmonaten (Schnorr und Kressin 2011). Wehrend (2011) stellte fest, dass sich die Hoden zum Zeitpunkt der Geburt in den Leistenkanälen befinden und in den ersten Lebensstagen das Skrotum erreichen. Er hält es aber in seltenen Fällen auch für möglich, dass sich der vollständige Abstieg bis zum Ende des ersten Lebensjahres hinziehen kann. Knottenbelt, Holdstock et al. (2007) sprechen erst nach 12 Lebensmonaten von einer abnormen Hodenretention und halten den Abstieg eines inguinalen Hodens noch bis zum dritten Lebensjahr für möglich. Davies Morel (2003) hält einen Hodenabstieg noch bis einige Monate nach der Geburt und bei temporärem Kryptorchismus innerhalb der ersten drei Lebensjahre für möglich. Auch andere Autoren unterscheiden beim Zeitpunkt des Hodenabstiegs aus welcher Lokalisation heraus dieser stattfindet. Ein Descensus testis aus dem Abdomen später als 2-4 Wochen nach der Geburt wird von Mueller und Parks (1999) für sehr unwahrscheinlich gehalten, da der Durchmesser des inneren Leistenrings sich in den ersten zwei Wochen nach der Geburt stark verkleinert und somit ein Durchtritt nicht mehr möglich ist. Mueller und Parks (1999) halten aber einen Descensus testis aus dem Leistenkanal bis zum Alter von vier Jahren für möglich und erklären dies mit der Größenzunahme des Hodens während der Pubertät und den daraus resultierenden engen Platzverhältnissen im Leistenkanal. Auch Amann und Veeramachaneni (2007) halten eine verlängerte letzte Phase des Hodenabstiegs beim Hengst über zwei Monate für möglich.

Nicht zuletzt wird auch häufig die Frage diskutiert, ob ein vollständig abgestiegener Hoden wieder zurück in den Leistenkanal oder in das Abdomen gelangen kann. In der Literatur wurde bisher kein derartiger Fall mit Sicherheit dokumentiert, was den Vorgang jedoch nicht vollkommen ausschließt. Überlieferte Fallbeschreibungen können auch durch Fehldiagnosen bei der ersten Untersuchung bedingt sein, weil sich die palpatorische Identifizierung der Hoden beim neugeborenen Fohlen schwierig

gestalten kann. Ein Autor berichtet von zwei Fällen, in denen der Leistenkanal bei zwei Zuchthengsten übermäßig weit war und somit ein Aufsteigen der Hoden nach der Samenentnahme möglich wurde (Bader 2001). Aurich (2009) sieht ein Wiederaufsteigen eines skrotalen Hodens in das Abdomen als nicht möglich an. Sie vermutet ebenfalls, dass solche Beschreibungen aus einer Fehldiagnose im frühen Fohlenalter resultieren. Es kann sich als äußerst schwierig erweisen, beim neugeborenen Hengstfohlen palpatorisch den Hoden vom Nebenhoden oder vom Gubernaculum zu unterscheiden. Außerdem hält sie es für möglich, dass der Neonat mit seinen relativ kleinen Hoden sich durch Kontraktion des Musculus cremaster der als unangenehm empfundenen Palpation zu entziehen versucht und somit fälschlicherweise keine skrotalen Hoden festgestellt werden können. Es stellt sich die Frage, bis zu welchem Zeitpunkt man den Descensus testis als physiologisch beschreiben kann bzw. ab wann man von Kryptorchismus sprechen sollte.

2.4 Pathologie, Ursachen und Folgen eines gestörten Hodenabstiegs

Der Malescensus testis ist eine kongenitale Entwicklungsstörung des Geschlechtsapparates. Von Kryptorchismus spricht man, wenn der Descensus testis nicht oder nur unvollständig vollzogen ist. Wie oben beschrieben, besteht Uneinigkeit darüber, bis zu welchem Zeitpunkt ein normaler Hodenabstieg abgeschlossen sein sollte.

Man unterscheidet zwischen uni- und bilateralem und zwischen abdominalem und inguinalem Kryptorchismus. Beim unilateralen Kryptorchismus ist nur ein Hoden vom unvollständigen Descensus betroffen, während im bilateralen Fall beide Hoden nicht vollständig in das Skrotum abgestiegen sind. Von abdominalem Kryptorchismus spricht man, wenn ein oder beide Hoden sich noch in der Bauchhöhle befinden. Hier kann man wiederum den inkompletten abdominalen Kryptorchismus abgrenzen, bei dem sich zwar der Hoden noch im Abdomen befindet, der zugehörige Nebenhoden aber bereits in den Leistenkanal eingetreten ist. Der inguinale Kryptorchismus zeichnet sich durch die Lokalisation einer oder beider Hoden im Leistenkanal aus. Eine Sonderform des Kryptorchismus stellen ektopische Hoden dar, die subkutan liegen und sich nicht in das Skrotum verschieben lassen. Diese ektopischen Hoden finden sich meist im Bereich des Präputiums. Da es sich hierbei aber nicht um einen unvollständigen Hodenabstieg handelt, gehören diese Fälle nicht zum Kryptorchismus (Aurich 2009).

Knottenbelt, Holdstock et al. (2007) unterscheiden zusätzlich einen temporären inguinalen und einen permanenten inguinalen Kryptorchismus. Besonders Ponys mit kleinen Hoden (<40 g) sind vom temporären inguinalen Kryptorchismus zumeist des rechten Hodens betroffen. Die vorgenannten Autoren halten es für möglich, dass diese inguinal gelegenen Hoden noch bis zum dritten Lebensjahr ins Skrotum absteigen können. Beim permanenten inguinalen Kryptorchismus hingegen sind die Hoden schwerer als 40 g und können manuell nicht ins Skrotum verlagert werden.

Viele verschiedene Faktoren und komplexe Geschehen steuern den Hodenabstieg. Somit kann jede Störung dieser Vorgänge zum Kryptorchismus führen. Die Faktoren, die den Descensus testis stören, können mechanischer, hormoneller und genetischer Natur sein. Außerdem spielen auch Umweltfaktoren eine Rolle (Hughes und Acerini 2008).

Es gibt rassespezifische und familiäre Häufungen des gestörten Hodenabstiegs, weshalb man davon ausgeht, dass Kryptorchismus erblich bedingt sein kann. Das genaue Vererbungsmuster ist noch unbekannt, vermutlich handelt es sich aber um einen polygenetischen Defekt. Kryptorchiden sollten deshalb in jedem Fall von der Zucht ausgeschlossen werden (Aurich 2009).

Zu den mechanischen Ursachen gehören: Überdehnung des Gubernaculum testis, nicht ausreichender abdominaler Druck, inadäquates Wachstum des Gubernaculum testis und anderer Strukturen und damit verbundener nicht ausreichender Weitung des Leistenkanals sowie eine abnorme Lage des Hodens in der Beckenhöhle (Blanchard, Varner et al. 1998).

Zu den hormonellen Ursachen zählt zum Beispiel eine nicht ausreichende Bildung von INSL3 oder Testosteron bzw. eine gestörte Expression der dazugehörigen Rezeptoren (Amann und Veeramachani 2007). Die eigentliche, für den Einzelfall verantwortliche Ursache kann jedoch häufig nicht festgestellt werden.

Ein nicht abgestiegener Hoden ist im Vergleich zu einem skrotalen Hoden einer erhöhten Temperatur ausgesetzt. Dadurch wird die Spermatogenese negativ beeinflusst. Ist nur ein Hoden retiniert, ist der vollständig abgestiegene Hoden trotzdem in der Lage, befruchtungsfähige Spermien zu produzieren. Liegt jedoch ein bilateraler Kryptorchismus vor, ist der Hengst unfruchtbar (Varner, Schumacher et al. 1991). Die Androgen-produzierenden Leydig-Zellen hingegen sind weniger temperatursensibel. Deshalb bildet auch ein bilateraler Kryptorchide sekundäre Geschlechtsmerkmale und typisches Hengstverhalten aus.

Amann und Veeramachani (2007) sehen den Kryptorchismus als die „Spitze des Eisbergs“ und verweisen auf das testicular dysgenesis syndrome (TDS). Darunter werden mehrere phänotypische Veränderungen wie zum Beispiel quantitative bzw. qualitative Defekte der Spermatogenese, Tumoren und Störungen des Hodenabstiegs zusammengefasst. Da ein vorliegender Kryptorchismus relativ leicht und früh diagnostiziert werden kann, ist er ein Anhaltspunkt für das potentielle Auftreten weiterer Störungen bzw. Defekte, die erst später – nach der Pubertät - erkannt werden können. Ein kryptorchider Hengst kann, muss aber keine weiteren Veränderungen in Bezug auf die Geschlechtsorgane oder Fruchtbarkeit haben. Andererseits können diese Veränderungen auch ohne einen Kryptorchismus vorliegen. Auch Wehrend

(2011) gibt an, dass Kryptorchismus in seltenen Fällen in Verbindung mit Geschlechtsdifferenzierungsstörungen auftreten kann.

Aupperle, Gerlach et al. (1999) führten histomorphologische und immunhistologische Untersuchungen von abdominalen, inguinalen und skrotalen Hoden von 53 Pferden durch. Sie stellten fest, dass die Spermiogenese bzw. Differenzierung im kryptorchiden Hoden später einsetzt als beim skrotalen Hoden. Abdominale Hoden zeigen stärker ausgeprägte degenerative Veränderungen des Keimepithels als inguinale Hoden. Bis zu einem Alter von 12 Monaten konnten jedoch keine histologischen Veränderungen zwischen kryptorchiden und skrotalen Hoden festgestellt werden.

2.5 Prävalenz des Kryptorchismus beim Hengst

Bei den meisten Tierarten liegt die Prävalenz des Kryptorchismus unter 5%, wobei dieser bei Schweinen häufiger aufzutreten scheint. Unilateraler Kryptorchismus kommt bei allen Tierarten weitaus häufiger vor als bilateraler Kryptorchismus. Unterschiede zwischen Tierarten bestehen vor allem in der Lokalisation der nicht abgestiegenen Hoden (Amann und Veeramachaneni 2007).

Beim Pferd tritt der Kryptorchismus relativ häufig auf (Bader 2001). Wehrend (2011) gibt eine Prävalenz von 2 – 8 % aller Hengstfohlen an, ohne jedoch eine Angabe darüber zu machen, ab welchem Alter ein Fohlen als Kryptorchide gilt. Der Autor beschreibt jedoch, dass der physiologische Hodenabstieg in den ersten Tagen nach der Geburt stattfindet.

Hayes (1986) analysierte 5009 Fälle von Kryptorchismus beim Pferd an 16 amerikanischen tiermedizinischen Universitäten. Er stellte eine unterschiedliche Prävalenz bei den Rassen fest. So waren beispielsweise Vollblüter, Araber und Morgan Ponys im Vergleich zu ihrer Populationsgröße deutlich unterrepräsentiert, wohingegen Percherons, American Saddle Horses, Quarterhorses und Ponys signifikant überrepräsentiert waren. Aus den Daten von Hayes geht außerdem hervor, dass die Diagnose Kryptorchismus in den meisten Fällen erst im Alter von zwei bis drei Jahren gestellt wurde.

Nach Wissdorf, Gerhards et al. (2010) tritt auf der rechten Seite häufiger ein inguinaler Kryptorchismus auf, während auf der linken Seite die abdominale Retention häufiger gesehen wird. Die Autoren geben verschiedene Ursachen für diese Häufung auf der linken Seite an: Die linke Niere und somit auch der linke Hoden entwickeln sich weiter kaudal. Somit soll der linke Hoden ein längeres Gekröse ausbilden, welches diesen dazu veranlassen kann, während des Descensus testis am Anulus vaginalis vorbeizugleiten. Außerdem wird in der im Vergleich zum rechten Hoden größeren Ausdehnung des linken Hodens ein Grund für die Häufung der abdominalen Retention auf dieser Seite gesehen.

Cox, Edwards et al. (1979) analysierten die Daten von 500 kryptorchiden Hengsten. Dabei stellten sie fest, dass bei Ponys eine abdominale Retention auf beiden Seiten mit der gleichen Häufigkeit auftritt, wobei sich der Nebenhodenschwanz bei den unilateralen rechtsseitigen abdominalen Kryptorchiden häufiger im Leistenkanal befindet

als in den linksseitigen abdominalen unilateralen Fällen. Des Weiteren wurde festgestellt, dass der unilaterale inguinale Kryptorchismus häufiger auftritt als der unilaterale abdominale Kryptorchismus. Dieses Verhältnis wird jedoch mit zunehmendem Alter kleiner. Die Autoren erklären dies durch einen spontanen Abstieg der inguinalen Fälle innerhalb der ersten Lebensjahre. Cox, Edwards et al. (1979) stellten weiterhin fest, dass die linksseitige Retention bei Großpferden häufiger auftritt als die rechtsseitige Retention. Bei Ponys ist dieses Verhältnis jedoch gleich.

Stickle und Fessler (1978) führten eine retrospektive Studie mit 350 kryptorchiden Hengsten durch. Sie konnten dabei keine Häufung der Retention auf einer Seite feststellen. Allerdings tritt unilateraler Kryptorchismus neunmal häufiger auf als der bilaterale Kryptorchismus. Die linksseitigen Fälle waren häufiger abdominal, die rechtsseitigen Fälle häufiger inguinal. Andere Autoren sehen eine Häufung beim linksseitigen Auftreten des Kryptorchismus, so auch Bader (2001).

2.6 Diagnostik des Descensus testis und kryptorchider Hoden

Knottenbelt, Holdstock et al. (2007) stellen die Diagnose „Kryptorchismus“ frühestens ab einem Alter von 9 Monaten, denn bis dahin kann der Descensus testis lediglich verzögert sein. Sehr oft wird die Diagnose erst bei der Vorstellung des Hengstes zur Kastration gestellt. Noch schwieriger wird die Diagnose, wenn die Anamnese bezüglich der Kastration des Hengstes unbekannt ist. So können angebliche Wallache hengsttypisches Verhalten zeigen, weil nur ein vermutlich skrotaler Hoden entfernt wurde, obwohl sein kontralaterales Gegenstück noch in der Bauchhöhle vorhanden verblieb.

Bei der Diagnostik sollte außerdem auf eventuell vorhandene weitere Anomalien, wie zum Beispiel Umbilikalhernien, geachtet werden (Hayes 1986). Als Differentialdiagnosen kommen laut Knottenbelt, Holdstock et al. (2007) andere Hodenanomalien wie zum Beispiel Teratome in Betracht, die den normalen Hodenabstieg durch die Größenveränderung des Hodens verhindern können.

2.6.1 Adspektion

Die Skrotal- und Inguinalregion sollte zunächst betrachtet werden. Beim erwachsenen Hengst ist meist schon allein durch die Adspektion feststellbar, ob sich ein oder beide Hoden im Skrotum befinden. Trotzdem kann bei ausschließlicher Adspektion nicht auf den genauen Inhalt des Hodensacks geschlossen werden. Des Weiteren sollte auf Narben, die eine (unilaterale) Kastration annehmen lassen, geachtet werden. Bei Hengsten, deren Kastrationsanamnese unbekannt ist und die im Verdacht auf das Vorliegen eines uni- oder bilateralen Kryptorchismus stehen, sollte auch auf die sekundären Geschlechtsmerkmale geachtet werden (Varner, Schumacher et al. 1991).

Beim Fohlen hingegen ist die Adspektion keine geeignete Methode, die Lokalisation der Hoden festzustellen, da die Größenverhältnisse in der Leistenregion keinen sicheren Schluss über den Inhalt des Skrotums zulassen. Trotzdem ist die Adspektion eine für das Pferd sehr schonende und für den Untersuchenden eine relativ risikoarme diagnostische Methode.

2.6.2 Palpation

2.6.2.1 Skrotale/inguinale Palpation

Die Palpation des Hodensackes und der Leistenregion kann Aufschluss über die Lokalisation der Hoden und der assoziierten Strukturen geben. Die meisten erwachsenen Hengste dulden diese Palpation ohne vorherige Sedierung, jedoch kann bei einigen Pferden zur Erhöhung der Sicherheit des Untersuchenden eine medikamentöse Ruhigstellung des Hengstes notwendig sein. Durch die Sedierung und damit verbundene Entspannung des M. cremaster im Samenstrang können auch tiefer inguinal gelegene Hoden für die inguinale Palpation zugänglich gemacht werden. Abdominal gelegene Hoden werden dagegen per transkutaner Palpation nicht detektiert (Rodgerson und Hanson 1997).

Knottenbelt, Holdstock et al. (2007), Cox (1999) und weitere Autoren weisen darauf hin, dass der Palpationsbefund beim Hengstfohlen schwer zu interpretieren sein kann. Das Gubernaculum testis und der Nebenhodenschwanz können größer als der Hoden selbst sein und bei der Palpation somit einen erfolgten Descensus testis vortäuschen, obwohl der Hoden selbst gar nicht im Skrotum liegt.

Auch Bergin, Gier et al. (1970) stellen fest, dass die Palpation des Skrotums in den ersten Lebenstagen allein keinen sicheren Befund liefert. Die Autoren konnten den Inhalt des Skrotums nur durch die Sektion sicher feststellen. Bartmann und Klug (2001) stellen in ihrer Studie einen Anteil von 52,6 % unvollständig kastrierten Tieren von 67 Kryptorchiden fest. Als Ursache für diese recht hohe Zahl sehen sie die palpatorische Verwechslung des Nebenhodenschwanzes mit dem Hoden bei unvollständig abdominalen Kryptorchiden. In diesen Fällen wurde anstatt des Hodens nur ein Teil des Nebenhodens entfernt. Dieser Gefahr kann man mit der ultrasonografischen Diagnostik entgegenwirken.

2.6.2.2 Transrektale Palpation

In der Studie von Bartmann und Klug (2001) konnten bis auf eine Ausnahme (keine rektale Untersuchung auf Grund der Größe des Hengstes möglich) alle abdominalen Hoden per transrektaler Palpation identifiziert werden. Somit ist für die Diagnostik abdominalen Hoden die transrektale Palpation eine sehr sichere Methode. Jedoch muss bedacht werden, dass das Verletzungsrisiko für den Hengst und den Untersu-

chenden bei der rektalen Untersuchung im Vergleich zu den anderen Methoden relativ hoch ist und häufig eine medikamentöse Ruhigstellung notwendig ist (Mueller und Parks 1999). Eine transrektale Palpation beim Hengstfohlen schließt sich auf Grund der Größenverhältnisse eindeutig aus.

2.6.3 Sonografie

2.6.3.1 Transkutan, inguinal

Schambourg, Farley et al. (2006) stellten fest, dass der transabdominale Ultraschall eine verlässliche, sichere und schnelle Methode ist, kryptorchide Hoden bei Hengsten jeder Altersgruppe und Größe zu diagnostizieren. Sie geben eine Sensitivität von 93,2 % an. Als ungünstige Faktoren werden ein stark gefüllter Dickdarm und das Verzichten auf eine Schur des langen Fells in der Flankenregion genannt. Inguinal gelegene Hoden wurden jedoch in jedem Fall erkannt. Durch die typischen Strukturen wie die hyperechogene Tunica albuginea, die Zentralvene und den Nebenhoden ist eine Verwechslung des Hodens mit anderen Strukturen nahezu ausgeschlossen. Somit kommen die Autoren zu dem Ergebnis, dass die transabdominale Sonografie eine Spezifität von 100% bezüglich der Diagnostik kryptorchider Hoden aufweist. Weiterhin stellen Schambourg, Farley et al. (2006) fest, dass die transabdominale Sonografie schnell und einfach durchgeführt werden kann, selbst unter Feldbedingungen. Auch ungeübte Untersucher sind mit dieser diagnostischen Methode sehr erfolgreich.

Jann und Rains (1990) wandten eine Kombination aus inguinaler und transrektaler Sonografie an. In dieser Kombination konnten alle kryptorchiden Hoden sonografisch dargestellt werden. In dieser Studie wurden nicht alle abdominal gelegenen Hoden mit ausschließlich inguinaler Sonografie detektiert.

Braxmaier und Litzke (2005) stellten fest, dass sich nur die oberflächlich inguinal gelegenen Hoden per inguinaler Sonografie sicher darstellen lassen, die Sensitivität und Spezifität für tiefer inguinal lokalisierte und unvollständig abdominal gelegene Hoden jedoch deutlich abnimmt. Außerdem konnten diese Autoren die vollständig abdominal gelegenen Hoden in keinem Fall mit inguinaler Sonografie nachweisen.

2.6.3.2 Transrektal

Die transrektale Sonografie kann den transrektalen Palpationsbefund bestätigen (Bartmann und Klug 2001). Auch dabei weist man die typischen Hodenstrukturen wie Tunica albuginea, homogenes Parenchym und die Zentralvene nach. Noch genauer ist die Darstellung durch die Doppler-Sonografie möglich. Zu beachten ist, dass beim normalen, skrotalen Hoden der Nebenhodenschwanz fest mit dem kaudalen Pol des Hodens verbunden ist, während das Ligamentum testis proprium beim kryptorchiden Hoden häufig derart verlängert ist, dass der Nebenhodenschwanz sich nicht mehr in unmittelbarer Beziehung zum Hoden befindet, sondern verschiedene Lokalisationen einnehmen kann (Rodgers und Hanson 1997). Deshalb kann bei alleiniger Palpation eines unvollständig abdominalen Kryptorchiden der Nebenhodenschwanz fälschlicherweise für einen inguinal gelegenen Hoden gehalten werden.

Kombiniert man die transkutane und die rektale Sonografie, können alle kryptorchiden Hoden sonografisch dargestellt werden (Jann und Rains 1990). Im Gegensatz dazu konnten in einer Studie von Ras, Rapacz et al. (2010) nur 72,2 % der abdominal gelegenen kryptorchiden Hoden per rektaler Sonografie nachgewiesen werden. Durch Nutzung der Dopplertechnik kann der Blutfluss in der Zentralvene dargestellt und somit die Spezifität dieser Methode deutlich erhöht werden. Die transrektale Sonografie schließt sich auf Grund der Größenverhältnisse beim Hengstfohlen aus. Bezüglich der Sicherheit und eventuell notwendiger Sedierung gilt das für die transrektale Palpation gesagte.

2.6.4 Labordiagnostik

Falls mit den oben beschriebenen Methoden nicht beide Hoden lokalisiert werden können und weiterhin der Verdacht auf das Vorliegen kryptorchider Hoden besteht, können labordiagnostische Methoden zur Klärung der Frage, ob Hodengewebe im Körper vorhanden ist, angewendet werden. Dazu kommt die Bestimmung von Testosteron und Östronsulfat im Blut in Frage. Bei der Interpretation dieser Werte ist es wichtig, die korrekten Referenzwerte hinzuzuziehen (Cox 1999).

Labordiagnostische Methoden können sinnvollerweise jedoch nur dann angewendet werden, wenn kein skrotaler Hoden vorhanden ist. Außerdem lassen sie keinen Auf-

schluss auf die Lokalisation des Hodens zu, sondern nur, ob Hodengewebe vorhanden ist oder nicht.

Die saisonalen Schwankungen der Testosteron-Konzentrationen im Serum können die Interpretation erschweren. Die Genauigkeit kann jedoch durch die Gabe von humanem Choriogonadotropin (hCG) als Stimulationstest erhöht werden. Dieser Test kann jedoch nur bei Hengsten angewendet werden, die älter als 18 Monate sind, da vorher die Leydig-Zellen der Hoden kaum auf HCG ansprechen. Die Bestimmung von Östronsulfat im Serum ist sogar nur bei Pferden ab einem Alter von drei Jahren verlässlich (Mueller und Parks 1999). Für neugeborene Hengstfohlen sind labordiagnostische Methoden nicht relevant.

2.7 Die Sonografie des Genitaltraktes beim Hengst

Alle skrotalen Strukturen, im Einzelnen sind dies Hoden, Nebenhoden, Samenstrang, Processus vaginalis und das Skrotum selbst, können per Ultraschall bewertet werden. Die Untersuchung kann am stehenden Hengst vorgenommen werden und erfordert häufig keine Anwendung von Sedativa. Es ist trotzdem anzuraten, den Hengst ausreichend zu fixieren, zum Beispiel in einem Untersuchungsstand. Jeder Sonografie sollte die manuelle Palpation des Skrotums und dessen Inhalt vorausgehen (Braxmaier und Litzke 2005; Schambourg, Farley et al. 2006). Love und Varner (1998) empfehlen die Verwendung eines Linear- oder Sektorschallkopfes mit einer Frequenz von 5,0 bis 7,5 MHz. Die Untersuchung sollte systematisch durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass alle Strukturen beurteilt werden. Die vorgenannten Autoren bevorzugen die im Folgenden beschriebene Systematik.

Der Schallkopf wird zunächst von kraniallateral nach kaudal zum Nebenhodenschwanz geführt, um die Darstellung eines Querschnitts vom Hoden zu erhalten. Die Zentralvene kann man am besten in der kranialen Region des Hodens darstellen. Dort sind auch Samenstrang und Nebenhodenkopf am besten zu beurteilen. Führt man den Schallkopf weiter nach kaudal, kann man den Nebenhodenkörper weiter verfolgen, was sich allerdings als schwierig erweisen kann, da dieser einen relativ kleinen Querschnitt und annähernd die gleiche ultrasonografische Struktur wie der Hoden aufweist.

Das Parenchym des Hodens sollte auf dem gesamten Querschnitt homogen erscheinen. Die Echodichte wird beeinflusst durch die bindegewebigen, die Samenkanäle stützenden Trabeculae. Diese sind in Relation zu den Samenkanälen bei jüngeren und älteren Hengsten stärker ausgebildet, sodass bei diesen Altersgruppen die Echogenität stärker ist. Zu beurteilen ist dieser Unterschied aber nur durch Vergleichsbilder von normalen Hoden.

Am kaudalen Ende des Hodens kann der Nebenhodenschwanz dargestellt werden. Wenn man den Schallkopf weiterhin lateral am Hoden positioniert hat, kann man diesen derart kippen, dass der Hoden selbst als Vorlaufstrecke zum besseren Visualisieren des Nebenhodenschwanzes verwendet werden kann. Es muss beachtet werden, dass dessen Position leicht variieren kann. Die Struktur des Nebenhoden-

schwanzes beschreiben Love und Varner (1998) als „Schweizer-Käse-artig“ und ist ähnlich der Struktur des Samenstrangs.

Die arterielle Versorgung des Hodens erfolgt durch die Arteria testicularis, welche sich durch den Plexus pampiniformis windet und einfach sonografisch dargestellt werden kann. Die Arterie verläuft dorsal am Hoden und teilt sich dann in mehrere Äste, die die Tunica albuginea durchdringen. Diese Arterienäste können ebenfalls an der kaudalen Oberfläche des Hodens ultrasonografisch sichtbar gemacht werden.

Nicht-skrotale Hoden sind palpatorisch häufig kleiner und weicher und im Ultraschall hypoechogener als normale, im Skrotum liegende Hoden (Love und Varner 1998).

Auch Turner (2011) sieht in der Sonografie des Genitaltraktes des Hengstes eine routinemäßig anzuwendende Methode für die Zuchttauglichkeitsuntersuchung des Hengstes und den Nachweis entsprechender Pathologien. Sie hebt die Bedeutung der für die Untersuchung oft notwendigen Zwangsmaßnahmen wie die Nutzung eines Untersuchungsstandes, einer Führkette oder Nasenbremse hervor. Auch eine Sedierung ist zur Gewährleistung der Sicherheit des Untersuchers in manchen Fällen notwendig. Weiterhin hält die vorgenannte Autorin einen Helfer für sinnvoll, der das Ultraschallgerät während der Untersuchung bedient, da der Untersuchende beide Hände für die Führung des Schallkopfes und der zu untersuchenden Strukturen benötigt. Die beschriebenen Zwangsmaßnahmen bzw. günstigen Bedingungen sind für die Untersuchung von jungen Hengstfohlen nicht anwendbar bzw. unter den Bedingungen einer Feldstudie nicht realisierbar.

Turner (2011) empfiehlt die Verwendung einer 7,5 – 10 MHz Linearschallkopfes, wobei Sektorschallköpfe nicht so sicher an den Strukturen platziert werden können, jedoch bei Fehlen eines skrotalen Hodens besser zur Darstellung des Leistenkanals geeignet sind. Die vorgenannte Autorin beschreibt die Größenbestimmung des Hodens per Ultraschallmessungen als sehr genau und einfach anzuwenden. Dafür ist die Messung von drei Dimensionen des Hodens notwendig. Aus diesen drei Dimensionen kann anschließend das Volumen des Hodens berechnet werden. Die vorgenannten Beschreibungen und Beobachtungen gelten nur für erwachsene Hengste und können nicht direkt für Hengstfohlen übernommen werden.

2.7.1 Pränatale Sonografie

Die pränatale Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane ist in der Humanmedizin weit verbreitet. Eine Geschlechtsbestimmung ist beim menschlichen Fötus ab dem frühen zweiten Trimester der Schwangerschaft möglich (Achiron, Pinhas-Hamiel et al. 1998). Die pränatale Sonografie dient aber nicht nur der Bestimmung des Geschlechts, sondern auch der Erkennung von Anomalitäten, beispielsweise auch des Hodenabstiegs. Rotondi, Valenzano et al. (2001) haben per Ultraschall an 331 Föten Messungen des Hodendurchmessers und eine Beurteilung des Hodenabstiegs vorgenommen. Die Ergebnisse erleichtern die pränatale Diagnose von abnormen Befunden. Achiron, Pinhas-Hamiel et al. (1998) konnten den Descensus testis bei menschlichen Föten in den Zeitraum zwischen der 25. und der 32. Schwangerschaftswoche einordnen. Bei 3,4 % der Neugeborenen liegt ein Kryptorchismus vor, aber nur bei 0,8 – 1 % im Alter von 1 Jahr (Achiron, Pinhas-Hamiel et al. 1998). Wenn die Hoden des Fötus im Mutterleib ab der 35. Schwangerschaftswoche nicht abgestiegen sind, liegen häufig noch andere Anomalitäten oder komplexe Syndrome vor (Benacerraf und Bromley 1998). Deshalb sollte bei der Diagnose Kryptorchismus besonders auf das Vorliegen von weiteren Missbildungen geachtet werden. Die pränatale Sonografie leistet dabei einen wichtigen Beitrag zu einer frühzeitigen Diagnostik.

Die pränatale Sonografie und die ultrasonografische Überwachung des Hodenabstiegs beim Hengstföhlen und die Einordnung in einen definierten Zeitraum gestaltet sich jedoch schwieriger als in der Humanmedizin. Zum einen ist es auf Grund der absoluten Größe des Pferdefötus oft nicht möglich, die Hoden sonografisch aufzufinden, zum anderen ist der Zeitraum des normalen Hodenabstiegs viel weiter gefasst.

Trotzdem ist eine pränatale Geschlechtsbestimmung per Ultraschall zwischen dem 120. und 210. Tag der Trächtigkeit leicht möglich (Bucca 2005). Fortgeschrittene Untersucher können schon zwischen dem 57. und 70. Trächtigkeitstag das Geschlecht anhand der Lage und der Migration des „genital tubercle“ (Vorläufer des Penis bzw. der Klitoris) bestimmen (Bucca 2005). Zwischen dem 70. und 100. Trächtigkeitstag ist der Fetus per Ultraschall nur sehr schwer zu erreichen. Danach ist er bis zum 9. Trächtigungsmonat mit einer Kombination aus transrektaler und transkutaner Sonografie sehr gut darzustellen (Bucca 2005).

Die fetalen Hoden sind im kaudalen Abdomen nahe den Nieren leicht zu finden. Sie sind gleichmäßig echodicht mit einem manchmal sichtbaren umrandeten zentralen Bereich (Bucca 2005). Unabhängig von der Lage des Fetus ist eine intrauterine Geschlechtsbestimmung per transrektaler Sonografie bis zum 5. Trächtigkeitsmonat möglich. Befindet sich der Fetus in Hinterendlage, ist dies bis zum 8. Trächtigkeitsmonat möglich. Befindet sich der Fetus in Vorderendlage, ist ab dem 5. Trächtigkeitsmonat die transkutane Sonografie zur Geschlechtsbestimmung möglich (Bucca 2011).

2.8 Fixierung und Abwehrverhalten

Baumgartner (2014) empfiehlt die stehende Fixierung des Fohlens durch eine Hilfsperson, welche mit dem einen Arm an der Brust den Hals des Fohlens und mit dem anderen Arm das Fohlen auf Höhe der Sitzbeinhöcker fixiert. Bei älteren oder wehrhafteren Fohlen beschreibt er die sogenannte „Schweifbremse“, bei der die Hilfsperson den Schweif des Fohlens an der Basis von unten nach oben drückt. Wissdorf, Gerhards et al. (2010) empfehlen, die Untersuchung des Fohlens im Beisein der Mutterstute durchzuführen. Im einfachsten Fall reicht eine Fixierung des Halses des Fohlens, zeigt es jedoch weitere Unkooperativität, empfehlen auch diese Autoren, zusätzlich zur Fixierung des Halses bzw. Kopfes die Schweifrübe senkrecht nach oben zu halten. Weitere Angaben zur Fixierung von Fohlen lassen sich in der Literatur nicht finden. Alle anderen beschriebenen Zwangsmaßnahmen sind nur für die Anwendung beim erwachsenen Pferd vorgesehen. Hierzu zählen weitere physische und pharmakologische Maßnahmen.

Bezüglich der Anwendung von pharmakologischen Maßnahmen empfehlen Wissdorf, Gerhards et al. (2010), bei Fohlen bis zu einem Alter von sechs Wochen besondere Vorsicht walten zu lassen, da sie in diesem Alter eine im Vergleich zu erwachsenen Pferden reduzierte Leber- und Nierenfunktion aufweisen und auch der Gesamtkörperfettgehalt wesentlich geringer ist als beim adulten Pferd.

3. Material und Methoden

3.1 Hengstfohlen

Die vorliegende Arbeit stützt sich auf die Untersuchung von 25 Hengstfohlen, die allesamt in der Zuchtsaison 2012 in der Region Berlin/Brandenburg geboren wurden. Unter den Fohlen waren die Rassen Deutsches Sportpferd (n = 7), Deutsches Reitpony (n = 1), Schweres Warmblut (n = 1), Lewitzer (n = 1), Arabisches Vollblut (n = 1), Trakehner (n = 3), Shetlandpony (n = 2), Haflinger (n = 3), Frieze (n = 1), Islandpferd (n = 1), Paint Horse (n = 2) und deren Kreuzungen (n = 2) vertreten. Die Fohlen wurden in einem Zeitraum von der Geburt bis zum Alter von 240 Tagen in unterschiedlichen zeitlichen Abständen untersucht.

Die Untersuchung fand ausschließlich unter Feldbedingungen und nur durch eine Untersucherin statt. Fixiert wurden die Fohlen meist durch ihre Besitzer, also in der Regel darin ungeübte Personen.

3.2 Palpation

Bei allen Hengstfohlen wurde die Inguinal- und Skrotalregion auf der linken und rechten Seite auf das Vorhandensein von Hoden, Nebenhoden, Samenstrang und Gubernaculum testis palpiert. Hierbei wurde ein eiförmiges, weich-elastisches, glattes Gebilde als Hoden, ein kleineres eher längliches, weiches, frei bewegliches Gebilde als Nebenhoden und ein zylindrisches bis bandförmiges, weiches bis festes Gebilde mit Verbindung zum Skrotum als Gubernaculum testis angesprochen.

3.3 Transkutane Sonografie in der Leistenregion

Die sonografische Untersuchung wurde mit einem SonoSite Micromaxx Ultraschallgerät entweder mit einem Sektor- oder einem Linearschallkopf durchgeführt. Es wurden Frequenzbereiche zwischen 5 und 10 MHz genutzt. Zur besseren Ankopplung wurde Ultraschallgel auf den Schallkopf und die Haut aufgetragen. Eine Schur war auf Grund der geringen Behaarung in der Leistenregion in keinem Fall notwendig. Es wurde versucht, die Hoden und die assoziierten Strukturen in der Leistenregion darzustellen. Die Diagnose „Hoden“ wurde für Strukturen erstellt, die sich je nach Lage rund bis oval oder auch länglich mit einer homogenen Struktur mittlerer Echodichte, einer häufig sichtbaren echoarmen Zentralvene mit echoreichem Rand und einer echodichten Kapsel darstellten. Als Nebenhoden wurden längliche Strukturen in unmittelbarer Hodennähe angesprochen, die sich inhomogen echoarm darstellten. Die Diagnose „Gubernaculum testis“ wurde für längliche Strukturen gestellt, die sich am distalen Pol des Hodens mit direktem Bezug zum Skrotum befanden. Hierbei wurden unterschiedliche Echogenitäten und eine mittlere Homogenität angenommen.

3.4 Erfasste Daten

Zunächst wurde das Signalement der Fohlen erfasst. Hierzu gehören insbesondere die Rasse und das genaue Alter in Tagen.

Bei der Palpation der Inguinalregion wurde festgestellt, ob der Hoden, der Nebenhoden und das Gubernaculum testis auf der jeweiligen Seite palpierbar waren („ja“ oder „nein“). Falls der Hoden palpierbar war, wurde die Lokalisation beschrieben. Hierfür wurden zwei verschiedene Scores angewendet: Im Score „Lage“ bezeichnet der Wert „1“, dass der Hoden vollständig im Skrotum liegt, der Wert „0,99“, dass der Hoden vollständig im Skrotum, aber direkt am äußeren Leistenring liegt, der Wert „0,5“, dass der Hoden zur Hälfte im Skrotum und im Leistenspalt liegt, der Wert „0“, dass sich der Hoden vollständig im Leistenspalt befindet und der Wert „-1“, dass der Hoden weder im Skrotum, noch im Leistenspalt palpierbar war und somit vermutlich im Abdomen lokalisiert ist.

Der zweite Score „Bereich“ beschreibt die Lokalisationen Skrotum, Leistenspalt und Abdomen mit den Werten „1“, „2“ und „3“ und unterteilt dabei die Werte „1“ und „2“ jeweils nochmals mit „a“ und „b“ nach distal und proximal.

Somit ergeben sich für den Score „Lage“ viele mögliche Befunde, für den Score „Bereich“ aber nur sieben verschiedene Möglichkeiten.

Bei der anschließenden sonografischen Untersuchung wurde erfasst, ob der Hoden, der Nebenhoden und das Gubernaculum auf der jeweiligen Seite darstellbar war („ja“ oder „nein“). Falls ein Hoden der Ultraschalluntersuchung zugänglich war, wurde dieser im Quer- und im Längsschnitt ausgemessen und die Werte mit D2 (Hodenbreite) und D1 (Hodenlänge) in Millimetern angegeben. Aus diesen beiden Werten wurde dann rechnerisch jeweils der Wert Hodengröße ermittelt. Hierzu wurde die Formel zur Berechnung des Inhalts einer elliptischen Fläche herangezogen:

$$\text{Hodengröße} = \frac{1}{4} \times \pi \times D1 \times D2.$$

Weiterhin erfasst wurde das Abwehrverhalten des Fohlens. Hierfür wurde ein Score festgelegt: „1“ (keine Abwehr), „2“ (geringe Abwehrbewegungen) und „3“ (massive Abwehr). Hierbei führten mäßige Unruhe, leichte Fluchttendenz, mäßige Muskelanspannung und eine notwendige Fixierung in moderater Stärke zur Zuordnung zum Wert „2“. Hochgradige Unruhe, starke Muskelanspannung des Fohlens, Abwehrbewegungen wie Treten und Steigen und starke Fluchttendenz mit der Notwendigkeit

starken Köpereinsatzes der Hilfsperson bei der Fixierung führten zur Zuordnung zum Wert „3“.

Außerdem wurden die Stärke und die Position der Fixierung durch die Hilfsperson erfasst. Der Wert „1“ bedeutet eine lockere Fixierung, der Wert „2“ eine mittlere und der Wert „3“ eine starke Fixierung des Fohlens. Die lockere Fixierung beschreibt hierbei ein leichtes Einschränken der Fluchtmöglichkeiten mit nur wenig Körperkontakt und ohne Einsatz von Kraft seitens der fixierenden Hilfsperson. Die mittlere Fixierung machte einen deutlichen Körperkontakt und das Aufwenden von mäßig viel Kraft seitens der Hilfsperson notwendig. Die starke Fixierung beinhaltet zusätzlich die Zuhilfenahme von beispielsweise Wänden, Zwangsmaßnahmen wie das kräftige Hochdrücken des Schweifansatzes und den vollen Köpereinsatz der fixierenden Hilfsperson mit viel Kraft. Für die Position der Fixierung gab es zwei mögliche Werte: stehend („1“) und liegend („2“).

Alle Befunde wurden getrennt nach den Körperseiten links und rechts erfasst und dem Alter des Fohlens in Tagen zugeordnet.

3.5 Auswertung und Statistik

Abhängig vom Alter der Fohlen wurden die Untersuchungen zwei Altersgruppen zugeordnet: die neugeborenen Fohlen bis zu einem Alter von zwei Tagen sowie die Fohlen ab dem Alter von vier Tagen. Die erhobenen Daten waren mit Ausnahme der Hodenmaße und -größe nominale Daten, deren Verteilungsmuster mit Hilfe des Vierfeldertests bzw. des Kontingenztests auf faktorenabhängige Abweichung von Zufallsverteilungen geprüft wurde. Die kontinuierlichen Messwerte der Hodenmaße waren nicht normalverteilt (Shapiro-Wilk-Test) und wurden deshalb mit Hilfe nicht-parametrischer Tests (Kruskal-Wallis-Test, Wilcoxon-Rank-Test) auf Abhängigkeit von relevanten Parametern untersucht. Als Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ festgelegt.

4. Ergebnisse

4.1 Zeitpunkt des Hodenabstiegs

Auf der linken Seite befanden sich 21 (91,3 %) von 23 untersuchten Hoden bis zum zweiten Lebenstag komplett im Skrotum. Ab dem vierten Lebenstag waren es 16 (94,1 %) von 17 untersuchten Hoden. Es ist jedoch zu anzu merken, dass an den ersten beiden Lebenstagen drei von den 21 skrotal gelegenen Hoden noch dicht am äußeren Leistenring lagen, im Zeitraum ab dem vierten Lebenstag jedoch nur noch einer von den 16 skrotal gelegenen Hoden.

Auf der rechten Seite befanden sich an den ersten beiden Lebenstagen 10 (43,5 %) von 23 untersuchten Hoden komplett im Skrotum. Ab dem vierten Lebenstag erhöhte sich diese Zahl auf 15 (88,2 %) von 17 untersuchten Hoden.

Zusammenfassend betrachtet, war im Gegensatz zum rechten Hoden der Abstieg des linken Hodens bei deutlich mehr untersuchten Fohlen bis zum zweiten Lebenstag abgeschlossen ($p = 0,0038$). Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Alter und der Lokalisation des Hodens konnte auf der linken Seite nicht nachgewiesen werden ($p = 0,93$), aber auf der rechten Seite ($p = 0,044$).

4.2 Vergleich der Palpation und Sonografie

4.2.1 Hoden

Auf der linken Seite konnte zu jedem Zeitpunkt der Hoden palpiert werden. Auf der rechten Seite gelang dies in zwei von insgesamt 40 Beobachtungen nicht, ungeachtet des Alters.

Sonografisch konnte an den ersten beiden Lebenstagen der Hoden nur bei 30,0 % der Fälle (sechs von 20) auf der linken Seite dargestellt werden, zum späteren Zeitpunkt blieb diese Rate ähnlich (29,4 % bzw. fünf von 17 Beobachtungen). Auf der rechten Seite veränderte sich die sonografische Darstellbarkeit des Hodens ebenfalls nicht mit dem Alter ($p = 0,80$). Hier konnten im frühen Zeitraum in neun von insgesamt 23 Fällen (39,1 %) die Hoden im Ultraschall dargestellt werden. Im Zeitraum ab dem vierten Lebenstag waren es sechs (35,3 %) von 17 Beobachtungen.

Zusammenfassend betrachtet ließen sich die Hoden also unabhängig vom Alter der Fohlen und unabhängig von der Körperseite deutlich häufiger palpieren als sonografisch darstellen (von 81 Beobachtungen konnte in 79 Fällen der Hoden palpatorisch, sonografisch hingegen nur in 26 von 77 Beobachtungen dargestellt werden).

4.2.2 Nebenhoden

An den ersten beiden Lebenstagen konnten auf der linken Seite von insgesamt 22 Fällen sechs (27,3 %) Nebenhoden palpiert werden, im Zeitraum nach dem vierten Lebenstag erhöhte sich diese Zahl auf 14 (82,4 %) palpierter Nebenhoden von insgesamt 17 Beobachtungen. Auf der rechten Seite ergaben sich ähnliche Ergebnisse (28,6 % palpierter Nebenhoden in den ersten beiden Lebenstagen und 82,4 % ab dem vierten Lebenstag). Der Zusammenhang zwischen dem Alter und der Palpierbarkeit des Nebenhodens war hoch signifikant ($p = 0,0006$).

Sonografisch wurde auf der linken Seite an den ersten beiden Lebenstagen in drei von 20 Fällen (15,0 %) der Nebenhoden dargestellt, ab dem vierten Lebenstag gelang dies in vier von 17 Fällen (23,5 %). Ähnliche Ergebnisse erhält man auf der rechten Seite (15,0 % sonografisch dargestellte Nebenhoden an den ersten beiden Lebenstagen und 29,4 % ab dem vierten Lebenstag). Der Zusammenhang zwischen

der sonografischen Darstellbarkeit des Nebenhodens und dem Alter des Fohlens war allerdings nicht signifikant ($p = 0,29$).

Zusammenfassend betrachtet ließ sich der Nebenhoden unabhängig vom Alter des Fohlens und unabhängig von der Körperseite häufiger palpatorisch als sonografisch darstellen, wobei der palpatorische Nachweis im späteren Zeitraum deutlich zunahm ($p = 0,0006$).

4.2.3 Gubernaculum testis

Das Gubernaculum testis konnte auf der linken Seite in den ersten beiden Lebenstagen in drei von 22 Fällen (13,6 %) palpiert werden, nach dem vierten Lebenstag gelang dies in keinem Fall mehr. Auf der rechten Seite konnte das Gubernaculum testis im frühen Zeitraum in sechs von 20 Fällen (30,0 %) palpiert werden, ab dem vierten Lebenstag nur noch in einem Fall (5,9 %). Der Zusammenhang zwischen der Palpierbarkeit des Gubernaculum testis und dem Zeitraum der Untersuchung war auf der linken Seite nicht signifikant ($p = 0,11$), auf der rechten Seite konnte jedoch eine Tendenz zur statistischen Signifikanz festgestellt werden ($p = 0,06$).

Sonografisch konnte das Gubernaculum testis auf der linken Seite an den ersten beiden Lebenstagen in keinem Fall dargestellt werden, ab dem vierten Lebenstag gelang dies in einem von 17 Fällen. Auf der rechten Seite gelang der sonografische Nachweis des Gubernaculum testis an den ersten beiden Lebenstagen in zwei von 18 Fällen, zum späteren Zeitpunkt in einem von 16 Fällen. Es gab keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter des Fohlens und der sonografischen Darstellbarkeit des Gubernaculums testis ($p = 0,28$).

Zusammenfassend betrachtet konnte das Gubernaculum testis in nur sehr wenigen Einzelfällen palpatorisch oder sonografisch erfasst werden. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Darstellbarkeit und dem Zeitraum der Untersuchung festgestellt werden ($p = 0,11$).

4.3 Zusammenhang zwischen der palpatorischen Darstellung der Strukturen und der Lokalisation des Hodens

Es bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Lokalisation eines Hodens und seiner Palpierbarkeit ($p = 0,0001$). Von insgesamt 80 Beobachtungen konnte 78-mal der Hoden palpirt werden, in allen diesen Fällen befand sich der Hoden entweder im Skrotum oder teilweise oder vollständig im Leistenkanal. In den verbleibenden zwei Fällen, in denen der Hoden nicht palpirt werden konnte, befand er sich weder im Skrotum noch im Leistenkanal.

Weiterhin kann anhand der Daten festgestellt werden, dass die Wahrscheinlichkeit der Palpationsfähigkeit des Nebenhodens umso höher war, je weiter distal der Hoden lokalisiert war ($p = 0,0018$).

Ein weiterer signifikanter Zusammenhang besteht in der Palpationsfähigkeit des Gubernaculum testis und der Lokalisation des Hodens. Die Wahrscheinlichkeit, das Gubernaculum testis palpatorisch zu erfassen war umso höher, je weiter proximal der Hoden noch lokalisiert war ($p = 0,0001$).

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass die palpatorische Darstellung von Hoden, Nebenhoden und Gubernaculum stark abhängig von der Lokalisation dieser Strukturen war.

4.4 Zusammenhang zwischen der sonografischen Darstellung der Strukturen und der Lokalisation des Hodens

Es war kein signifikanter Zusammenhang zwischen der sonografischen Darstellung des Hodens und dessen Lokalisation erkennbar ($p = 0,85$). Von insgesamt 75 Beobachtungen waren die Hoden in 25 Fällen (33,3 %) sonografisch darstellbar, in 50 Fällen gelang dies nicht (66,7 %). Diese Verteilung findet sich bei vollständig skrotal als auch bei vollständig inguinal gelegenen Hoden wieder.

Betrachtet man die sonografische Darstellbarkeit der Nebenhoden in Abhängigkeit von der Lokalisation des Hodens, findet sich ebenfalls kein Zusammenhang ($p = 0,46$). Beim Gubernaculum testis hingegen kann festgestellt werden, dass die Wahrscheinlichkeit, dieses sonografisch darzustellen, höher ist, je weiter proximal der Hoden noch lokalisiert ist ($p = 0,04$).

Insgesamt betrachtet hat somit die Lokalisation des Hodens nur auf die sonografische Darstellbarkeit des Gubernaculum testis Einfluss.

4.5 Unterschiede zwischen der linken und der rechten Seite

4.5.1 Palpation und Sonografie

Es bestand zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Zusammenhang zwischen der palpatorischen bzw. sonografischen Darstellbarkeit von Hoden, Nebenhoden und Gubernaculum testis und der betrachteten Seite ($p = 0,5$ für den Zusammenhang der sonografischen Darstellbarkeit des Hodens an den ersten beiden Lebenstagen und der Körperseite).

4.5.2 Lokalisation des Hodens

Bis zum zweiten Lebenstag bestand eine signifikante Abhängigkeit zwischen der Lokalisation des Hodens und der betrachteten Körperseite ($p = 0,0098$).

In diesem Alter wurden auf der linken Seite 22 (91,3 %) Hoden von insgesamt 23 Fällen komplett im Skrotum lokalisiert festgestellt. Ein Hoden befand sich nur teilweise im Skrotum. Auf der rechten Seite hingegen waren an den ersten beiden Lebenstagen nur 10 (43,5 %) Hoden von 23 Fällen komplett im Skrotum lokalisiert, 5 (21,7 %) weitere befanden sich noch teilweise im Leistenspalt, 7 (30,4 %) komplett im Leistenspalt, und ein Hoden war nicht lokalisierbar, befand sich also wahrscheinlich noch in der Bauchhöhle.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass der Hodenabstieg bis zum zweiten Lebenstag auf der linken Seite weiter fortgeschritten war als auf der rechten Seite ($p = 0,0098$). Nach dem vierten Lebenstag gab es keinen Zusammenhang mehr zwischen der Lokalisation des Hodens und der betrachteten Körperseite ($p = 0,48$).

4.6 Größe der Hoden und Größenveränderung

4.6.1 Unterschiede in Bezug auf das Alter des Fohlens und der Körperseite

An den ersten beiden Lebenstagen betrug die sonografisch gemessene Länge der Hoden auf der linken Seite durchschnittlich 28,71 mm (Median 28 mm, Minimum 15 mm, Maximum 38 mm) und auf der rechten Seite durchschnittlich 31,43 mm (Median 33 mm, Minimum 18 mm, Maximum 39 mm). Die Breite der Hoden in diesem Zeitrahmen lag links bei durchschnittlich 16,86 mm (Median 18 mm, Minimum 13 mm, Maximum 21 mm) und rechts bei durchschnittlich 15,86 mm (Median 15 mm, Minimum 11 mm, Maximum 22 mm). Die daraus errechnete Hodengröße ergab somit an den ersten beiden Lebenstagen auf der linken Seite einen durchschnittlichen Wert von 384,51 mm² (Median 381,7 mm², Minimum 176,71 mm², Maximum 537,21 mm²) und auf der rechten Seite einen durchschnittlichen Wert von 389 mm² (Median 439,82 mm², Minimum 197,92 mm², Maximum 501,08 mm²).

Ab dem vierten Lebenstag ergab die Länge der Hoden auf der linken Seite einen durchschnittlichen Wert von 24,0 mm (Median 26 mm, Minimum 18 mm, Maximum 28 mm) und auf der rechten Seite durchschnittlich 25,2 mm (Median 26 mm, Minimum 18 mm, Maximum 33 mm). Die Breite lag auf der linken Seite bei durchschnittlich 16,4 mm (Median 17 mm, Minimum 14 mm, Maximum 18 mm) und auf der rechten Seite bei durchschnittlich 17,6 mm (Median 18 mm, Minimum 13 mm, Maximum 21 mm). Die daraus errechnete Hodengröße ergab somit ab dem vierten Lebenstag auf der linken Seite einen durchschnittlichen Wert von 308,82 mm² (Medianwert 307,8 mm², Minimum 212,06 mm², Maximum 373,85 mm²) und auf der rechten Seite einen durchschnittlichen Wert von 357,67 mm² (Medianwert 367,5 mm², Minimum 183,78 mm², Maximum 544,28 mm²).

Nach statistischer Auswertung dieser Daten kommt man zu dem Ergebnis, dass die Hodengröße weder abhängig vom Alter ($p = 0,22$ für die linke Seite bzw. $p = 0,57$ für die rechte Seite), noch von der betrachteten Körperseite ist ($p = 0,95$ an den ersten beiden Lebenstagen und $p = 0,40$ im Zeitraum ab dem vierten Lebenstag).

4.6.2 Zusammenhang zwischen der Hodengröße und der Lokalisation der Hoden

Die Daten ließen nach der statistischen Auswertung keinen Zusammenhang zwischen der Hodengröße und der Lokalisation des Hodens erkennen. Dies galt sowohl auch isoliert betrachtet für die Hodenlänge als auch für die Hodenbreite ($p = 0,10$ für die Hodenlänge, $p = 0,98$ für die Hodenbreite und $p = 0,35$ für die errechnete Hodengröße).

4.7 Abwehrverhalten, Fixierung des Fohlens und Einfluss auf die Untersuchung

Es gab keinen eindeutig signifikanten Zusammenhang zwischen der Palpierbarkeit der Hoden und dem Abwehrverhalten des Fohlens ($p = 0,08$). Von 81 Beobachtungen wurde in 21 Fällen keine Abwehr gezeigt, in 38 Fällen geringe und in 20 Fällen starke Abwehr. In zwei Fällen, in denen der Hoden nicht palpabel war, zeigten die Fohlen kein Abwehrverhalten. Für die Palpierbarkeit des Nebenhodens und des Gubernaculum testis bestand ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang mit dem Abwehrverhalten ($p = 0,17$ bzw. $p = 0,26$).

Im Gegensatz dazu ergab sich ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Abwehrverhalten des Fohlens und der sonografischen Darstellbarkeit von Hoden und Nebenhoden ($p = 0,0001$). Von 77 Beobachtungen konnte der Hoden in 26 Fällen (33,8 %) sonografisch dargestellt werden, in 51 Fällen (66,2 %) gelang dies nicht. Von den 26 Fällen zeigten drei Fohlen (11,5 %) kein Abwehrverhalten, zehn Fohlen zeigten geringgradige Abwehr (38,5 %) und 13 Fohlen (50,0 %) wehrten sich stark gegen die Untersuchung. Von den 51 Fällen, in denen der Hoden nicht sonografisch darstellbar war, zeigten 19 Fohlen (37,3 %) kein Abwehrverhalten, 28 Fohlen (54,9 %) zeigten geringes Abwehrverhalten und in 4 Fällen (7,8 %) wurde starke Abwehr dokumentiert.

4.8 Vergleich der beiden Scores „Bereich“ und „Lage“ für die Beschreibung der Lokalisation des Hodens

Vergleicht man die Ergebnisse der beiden Scores „Bereich“ und „Lage“, kommt man zu dem Schluss, dass von insgesamt 80 Beobachtungen nur in zwei Fällen keine Übereinstimmung besteht. In allen anderen Fällen stimmen die Werte der beiden Scores überein.

4.9 Rassenvergleich

In die Datensammlung dieser Studie wurden unterschiedliche Rassen aufgenommen. Um eine Vergleichbarkeit mit vorliegenden Arbeiten herstellen zu können, wurden diese Rassen in die Großgruppen „Pony“ und „Warmblut“ eingeteilt. Von insgesamt 25 Fohlen wurden 17 der Gruppe „Warmblut“ und 8 der Gruppe „Pony“ zugeordnet.

4.9.1 Lokalisation der Hoden

Auf der linken Seite gab es ungeachtet des Untersuchungszeitpunktes keinen signifikanten Unterschied bei der Hodenlokalisierung zwischen den Warmblütern und den Ponys ($p = 0,38$). Auf der rechten Seite wiederholte sich diese Beobachtung ($p = 0,13$).

4.9.2 Palpation

Bei der Palpation der Hoden gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ($p = 0,7$). Bei der Palpation der Nebenhoden trat jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den Ponys und den Warmblütern zutage ($p = 0,01$). Während bei den Ponys ungeachtet des Zeitpunktes auf der linken Seite 73,3 % (resp. 78,6 % auf der rechten Seite) der Nebenhoden palpierbar waren, waren es bei den Warmblütern nur 37,5 % (rechts und links). Die Nebenhoden ließen sich bei den Ponys also deutlich häufiger palpatorisch darstellen als bei den Warmblütern ($p = 0,03$ für die linke Seite und $p = 0,01$ für die rechte Seite).

Betrachtet man die Palpation des Gubernaculum testis, so gibt es auf der linken Seite keinen erkennbaren Unterschied zwischen den Ponys und den Warmblütern ($p = 0,85$). Auf der rechten Seite war jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vorhanden ($p = 0,02$). Während bei den Ponys auf der rechten Seite ungeachtet des Untersuchungszeitpunktes kein Gubernaculum testis palpierbar war, konnte dieses bei 30,4 % der Warmblüter ertastet werden.

4.9.3 Sonografie

Bei der Sonografie gab es keinen signifikanten Unterschied in der Darstellung der Strukturen zwischen den beiden Gruppen „Warmblut“ und „Pony“. Die Signifikanzniveaus lagen hier zwischen $p = 0,26$ bzw. $0,35$ (Hoden links bzw. rechts), $p = 0,69$ bzw. $0,10$ (Nebenhoden links bzw. rechts), $p = 0,18$ bzw. $0,85$ (Gubernaculum testis links bzw. rechts).

4.9.4 Abwehrverhalten

Es ist anhand der vorliegenden Daten kein Unterschied zwischen den beiden betrachteten Gruppen beim Abwehrverhalten oder bei der Fixierung zu erkennen ($p = 0,21$ für das Abwehrverhalten und $p = 0,56$ für die Stärke der Fixierung).

4.9.5 Hodengröße

An den ersten beiden Lebenstagen betrug der Median der Hodengröße bei den Ponys 459 mm^2 , bei einer Variationsbreite von 198 bis 537 mm^2 . Im gleichen Zeitraum erreichte die Hodengröße bei den Warmblütern 382 mm^2 (Median), bei einer Variationsbreite von 177 bis 501 mm^2 . Die Auswertung dieser Daten ergab keine Abhängigkeit der Hodengröße von der Rassezugehörigkeit ($p = 0,7897$).

Betrachtet man die Gruppe „Pony“ im Zeitraum über vier Lebensstage, so betrug der Median der Hodengröße 309 mm^2 bei einer Variationsbreite von 184 bis 544 mm^2 . Im gleichen Zeitraum erreichte der Median bei der Gruppe „Warmblut“ 368 mm^2 bei einer Variationsbreite von 283 bis 382 mm^2 . Somit ließ sich nach statistischer Auswertung auch in diesem Zeitraum feststellen, dass die Hodengröße bei den Ponys und bei den Warmblütern keine Unterschiede aufwies ($p = 0,5929$).

4.10 Ultraschallbilder

4.10.1 Exemplarische Ultraschalluntersuchung eines Hodens mit Gubernaculum testis im Wasserbad

Von einem toten neugeborenen Hengstfohlen wurde ein Hoden samt Gubernaculum testis entfernt und in ein Wasserbad gelegt. Auf diesem Weg wurden unter Sichtkontrolle Ultraschallbilder dieser Strukturen angefertigt. Diese Darstellungen sollen als Standard für die Identifikation der Strukturen in vivo dienen.

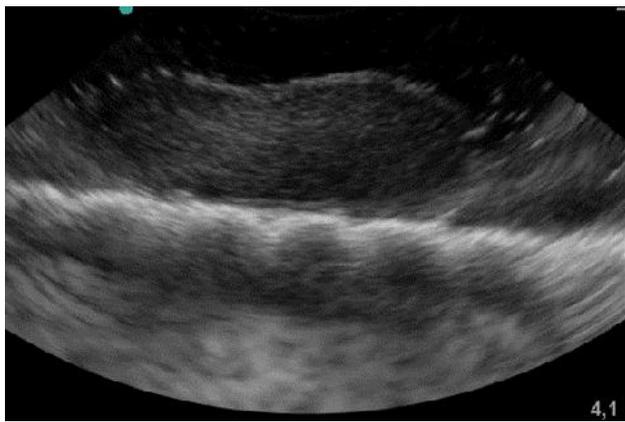


Abb. 4: Hoden im Längsschnitt im Wasserbad

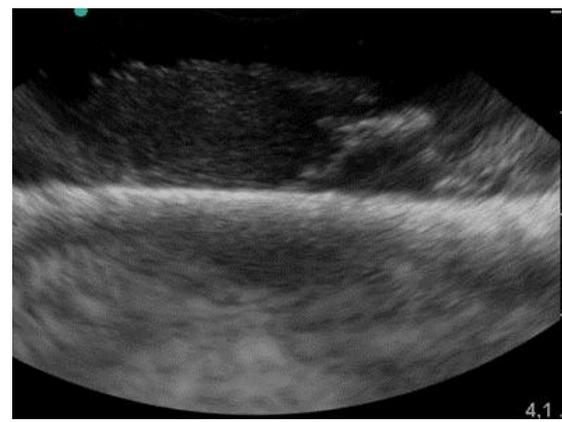


Abb. 5 Hoden im Querschnitt im Wasserbad



Abb. 6: Gubernaculum testis im Längsschnitt im Wasserbad



Abb. 7: Gubernaculum testis im Querschnitt im Wasserbad

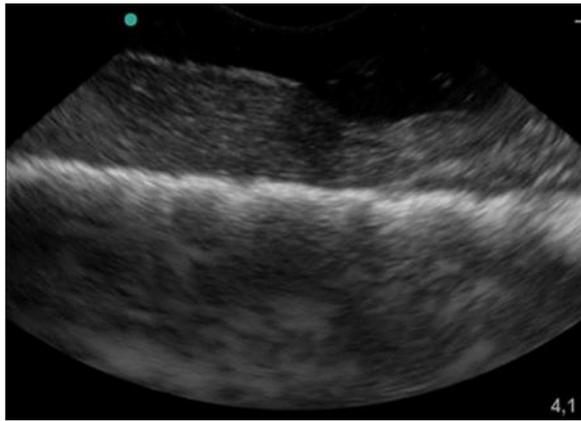


Abb. 8: Übergang Hoden – Gubernaculum testis, Darstellung im Wasserbad



Abb. 9: Übergang Hoden – Gubernaculum testis, Darstellung im Wasserbad

Der Hoden stellte sich homogen strukturiert mit deutlich sichtbarer echoreicher Umgebung der Zentralvene dar. Der Übergang ins Gubernaculum testis war fließend, wobei das Gubernaculum testis etwas echoreicher und inhomogener strukturiert erschien.

4.10.2 Ultraschallbilder in vivo

Im Folgenden werden beispielhaft Ultraschallbilder von untersuchten Fohlen gezeigt (Abb. 10-21).

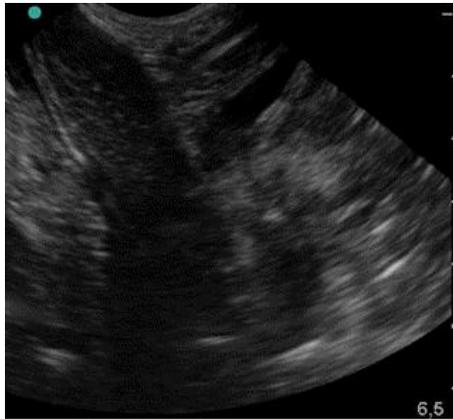


Abb. 10: Fohlen 0,5 Tage alt, rechte Seite, Hoden im Leistenspalt: deutlich ist die langgestreckte Form des Hodens bedingt durch die Lage im Leistenspalt zu sehen



Abb. 11: Fohlen 1,5 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum: der Hoden hat durch die Lage im Skrotum eine rundlichere Form angenommen, links vom Hoden ist der deutlich echoärmerere Nebenhoden zu sehen

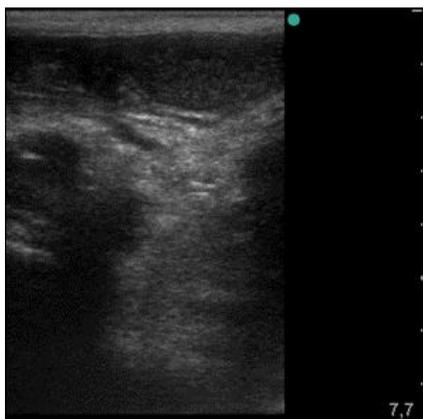


Abb. 12: Fohlen 1,5 Tage alt, rechte Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum



Abb. 13: Fohlen 156 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum

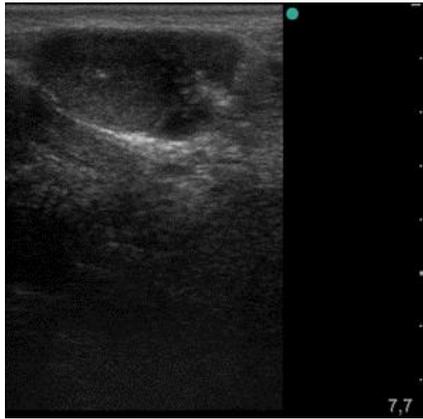


Abb. 14: Fohlen 156 Tage alt, rechte Seite, Hoden mit Zentralvene und Nebenhoden im Skrotum



Abb. 15: Fohlen 0,5 Tage alt, rechte Seite, Hoden im Leistenspalt, dadurch langgestreckte Form, der Nebenhoden befindet sich schon schallkopfnah im Skrotum, das Gubernaculum testis stellt sich echoreicher am distalen Ende des Hodens dar

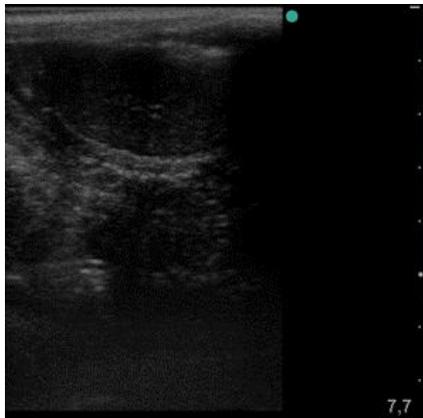


Abb. 16: Fohlen 1,5 Tage alt, linke Seite, Hoden mit Zentralvene im Skrotum, links vom Hoden ist ein Teil des Nebenhodens sichtbar

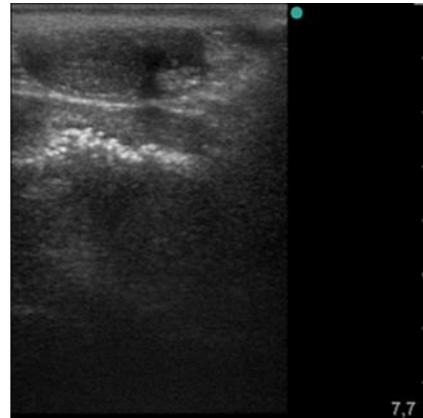


Abb. 17: Fohlen 112 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum, die Darstellung im Ultraschall verändert sich mit zunehmendem Alter nicht

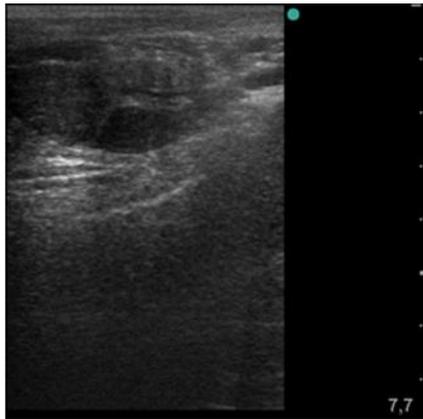


Abb. 18: Fohlen 145 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum



Abb. 19: Fohlen 96 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum

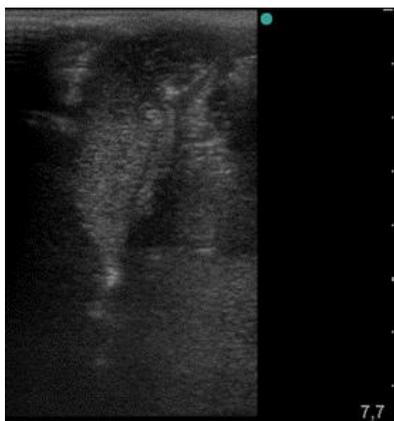


Abb. 20: Fohlen 1 Tag alt, linke Seite, Hoden im Leistenspalt, Nebenhoden und Gubernaculum testis



Abb. 21: Fohlen 1 Tag alt, rechte Seite, Hoden im Leistenspalt, Nebenhoden und Gubernaculum testis

4.11 Fallbeispiele

Im Folgenden sollen ausgesuchte Fälle aus der vorliegenden Datensammlung näher beschrieben werden, um zu verdeutlichen, wie verschieden als physiologisch angenommene Befunde sein können.

4.11.1 Fohlen Nr. 2

Bei diesem Fohlen handelte es sich um ein Deutsches Reitpony. Die erste Untersuchung fand 12 Stunden post natum statt. Zu diesem Zeitpunkt war im linken Skrotum eine weiche längliche Struktur palpierbar, die als Gubernaculum testis und Hoden identifiziert wurde. Auf der rechten Seite waren im Skrotum und im distalen Leisten-spalt keine Strukturen palpierbar.

Die zweite Untersuchung dieses Fohlens erfolgte im Alter von 7 Tagen. Nun war links der Hoden im Skrotum palpierbar, rechts enthielt das Skrotum weiterhin palpatorisch keine Strukturen. Diese Befunde wiederholten sich bei der dritten Untersuchung im Alter von 14 Tagen, bei der vierten Untersuchung im Alter von drei Wochen, bei der fünften Untersuchung im Alter von 4 Wochen und bei der sechsten Untersuchung im Alter von 5 Wochen. Erst bei der siebten Untersuchung im Alter von zwei Monaten waren auf beiden Seiten Hoden und Nebenhoden im Skrotum palpierbar. Sonografisch waren die Hoden zu keinem Zeitpunkt darstellbar.

Dieser Fall bestätigt die in der Literatur genannten Ausnahmen, dass ein nicht frühzeitig abgestiegener Hoden eine physiologische skrotale Lage zu einem späteren Zeitpunkt nicht ausschließt.

4.11.2 Fohlen Nr. 4

Bei Fohlen 4 handelt es sich ein Warmblutfohlen. Die erste Untersuchung fand 15 Stunden post partum statt. Auf der linken Seite waren das Gubernaculum testis und der Hoden als längliche Struktur im Skrotum palpierbar, auf der rechten Seite konnte eine ähnliche Struktur palpirt werden, deren proximales Ende jedoch noch im Leistenkanal lokalisiert war.

Die zweite Untersuchung dieses Fohlens fand im Alter von sieben Tagen statt. Zu diesem Zeitpunkt war auf der linken Seite der Hoden im Skrotum palpierbar, auf der

rechten Seite jedoch nur eine feste, grobe kleine Struktur, die als atrophierendes Gubernaculum testis identifiziert wurde. Eine Woche später, also im Alter von 14 Tagen, fand die dritte Untersuchung statt. Jetzt waren auf beiden Seiten die Hoden im Skrotum palpierbar.

Dieser Fall verdeutlicht, dass der linke Hoden dem rechten Hoden zeitlich beim Abstieg voraus ist und dass ein Hoden auch erst ein paar Tage nach der Geburt in das Skrotum absteigen kann.

4.11.3 Fohlen Nr. 7

Bei diesem Fohlen handelte es sich um einen Trakehner. Die erste Untersuchung fand 12 Stunden nach der Geburt statt. Zu diesem Zeitpunkt war auf der linken Seite der Hoden im Skrotum palpierbar, auf der rechten Seite ebenso, wobei sich das proximale Ende des Hodens noch im Leistenspalt befand. Bei der zweiten Untersuchung war das Fohlen bereits vier Monate alt. Auf der linken Seite waren Hoden und Nebenhoden im Skrotum, auf der rechten Seite war der Hoden vollständig im Leistenkanal gelegen fühlbar. Dieser Fall macht deutlich, dass auch ein fast vollständig descendierter Hoden wieder nach proximal in den Leistenkanal gelangen kann.

4.11.4 Prämaures Fohlen

Dieses Fohlen kam per Sectio caesarea etwa am 280. Trächtigkeitstag zur Welt kam. Am gleichen Tag fand auch die Untersuchung statt. Beide Hoden befanden sich noch im Abdomen und konnten gut sonografisch dargestellt werden (Abb. 22, 23). Die Ultraschallbilder zeigen die deutliche Größenzunahme der fetalen Hoden. Leider überlebte das Fohlen nicht, sodass keine weitere Untersuchung durchgeführt werden konnte.

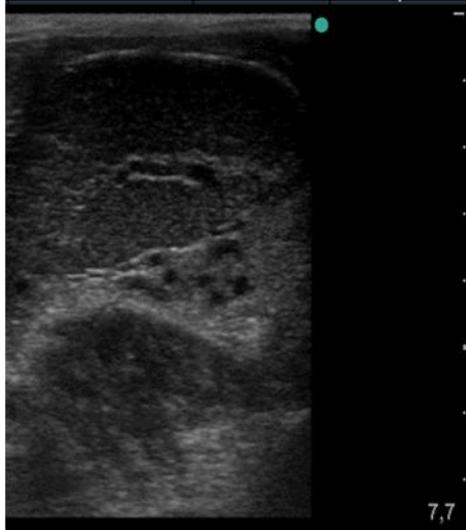


Abb. 22: Fohlen ca. 280. Trächtigkeitstag, linker abdominal gelegener Hoden und Nebenhoden

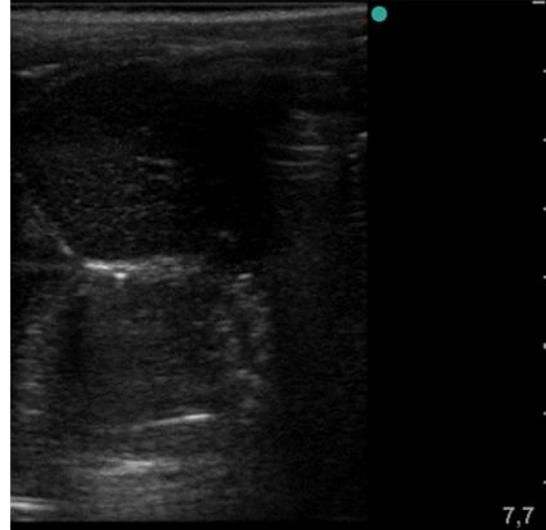
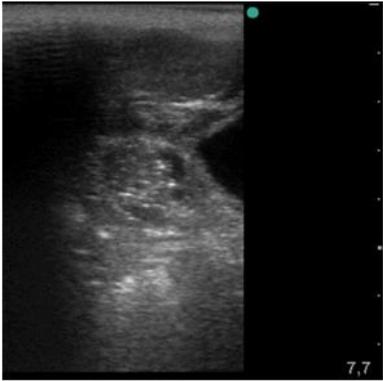
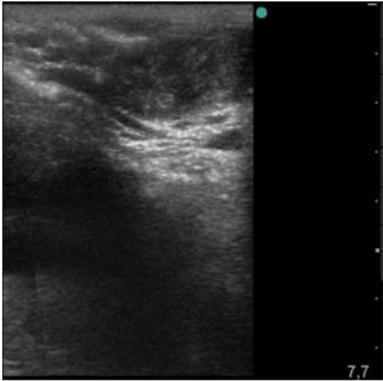
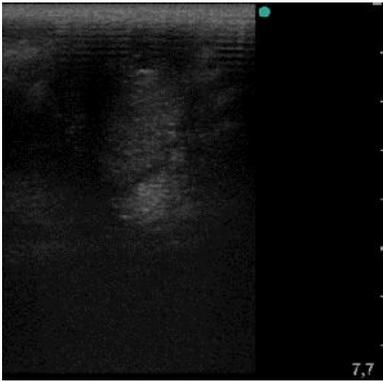


Abb. 23: Fohlen ca. 280. Trächtigkeitstag, rechter abdominal gelegener Hoden mit dargestellter Zentralvene

4.11.5 Fohlen Nr. 22

Bei Fohlen 22 handelt es sich um einen Isländer. Die erste Untersuchung fand im Alter von 27 Stunden statt. Auffällig war in diesem Fall, dass die Hoden sehr klein waren. Auf beiden Seiten waren Hoden und Nebenhoden im Skrotum palpierbar. Die zweite Untersuchung fand im Alter von neun Tagen statt. Wieder waren beide Hoden und Nebenhoden im Skrotum lokalisiert, konnten jedoch manuell leicht in den Leistenpalt zurückverlagert werden. Dieser Fall verdeutlicht, dass die Lokalisation der Hoden im frühen Alter nicht konstant sein muss und die Größenverhältnisse von Hoden und Leistenkanal ein Wiederaufsteigen der Hoden möglich machen. Drei Beispiele von Ultraschallaufnahmen von beiden Untersuchungen sind in den Abb. 24-26 dargestellt.

		
<p>Abb. 24: Fohlen 22, 27 Stunden alt, linker Hoden im Skrotum</p>	<p>Abb. 25: Fohlen 22, 27 Stunden alt, rechter Hoden und Nebenhoden im Skrotum</p>	<p>Abb. 26: Fohlen 22, neun Tage alt, rechter Hoden im Leistenspalt</p>

4.11.6 Fohlen Nr. 13

Es handelt sich bei Fohlen 13 um einen Haflinger. Die erste Untersuchung fand im Alter von 1,5 Tagen statt (Abb. 27, 28). Zu diesem Zeitpunkt befanden sich beide Hoden und Nebenhoden im Skrotum. Die zweite Untersuchung erfolgte im Alter von 112 Tagen (Abb. 29, 30). Auf der linken Seite waren Hoden und Nebenhoden im Skrotum palpierbar, wohingegen auf der rechten Seite der Hoden teils im Skrotum und teils im Leistenkanal lokalisiert werden konnte. Es fand eine dritte Untersuchung im Alter von 145 Tagen statt. Der Befund auf der linken Seite war unverändert: Hoden und Nebenhoden lagen vollständig und konstant skrotal. Auf der rechten Seite hingegen befand sich der Hoden vollständig im Leistenkanal, war also im Vergleich zur vorherigen Untersuchung nochmals weiter nach proximal gewandert. Es wurde eine vierte Untersuchung im Alter von 240 Tagen durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich auf beiden Seiten Hoden und Nebenhoden vollständig im Skrotum. Auch dieser Fall verdeutlicht, dass auch frühzeitig vollständig abgestiegene Hoden wieder temporär weiter proximal in den Leistenkanal wandern können.

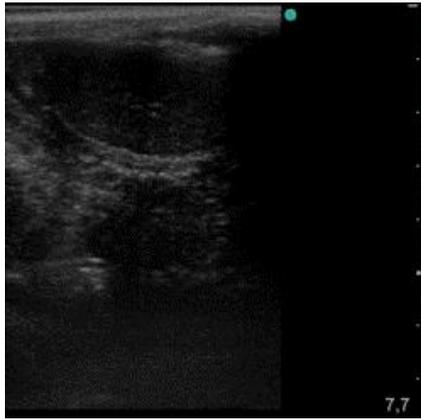


Abb. 27: Fohlen 13, 1,5 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum

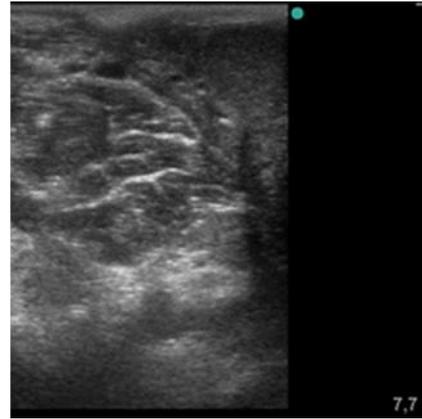


Abb. 28: Fohlen 13, 1,5 Tage alt, rechte Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum

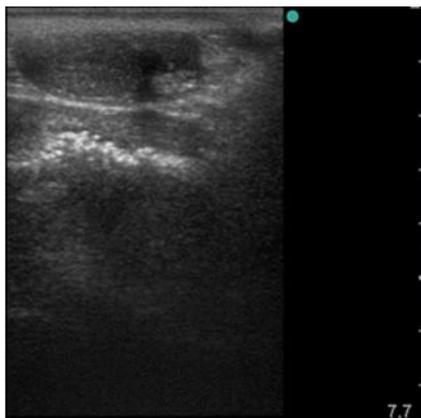


Abb. 29: Fohlen 13, 112 Tage alt, linke Seite, Hoden und Nebenhoden im Skrotum



Abb. 30: Fohlen 13, 112 Tage alt, rechte Seite, Hoden im Leistenkanal

5. Diskussion

5.1 Zeitpunkt des Hodenabstiegs

Da es sich bei der vorliegenden Arbeit um eine Feldstudie handelt, die Anzahl der untersuchten Hengstfohlen begrenzt war und bei der Sammlung der Daten viele Faktoren Einfluss nahmen, sind die Untersuchungen zu verschiedenen Zeitpunkten und mit unterschiedlichen Intervallen durchgeführt worden. Daraus resultierte die Einteilung der Untersuchungen auf Basis des Alters der Fohlen in zwei Gruppen: Fohlen bis zum Alter von zwei Tagen und ältere Fohlen vom 4. bis zum 240. Lebenstag. Diese Einteilung erschien uns sinnvoll, da wir die Situation in den ersten beiden Lebenstagen, also der Untersuchung unmittelbar nach der Geburt, mit den Befunden zu späteren Zeitpunkten vergleichen wollten. Mehrfache Untersuchungen aller Fohlen zu definierten Zeitpunkten waren aus organisatorischen Gründen und der begrenzten Bereitschaft vieler Pferdehalter diesen Aufwand mitzutragen, nicht möglich. Somit konnte der Zeitpunkt des physiologischen Hodenabstiegs nur anhand einzelner Beispiele verfolgt, aber nicht statistisch abgesichert bestimmt werden.

Anhand der Einzelfälle in dieser Studie ist eine breitere Zeitspanne bis zum Abschluss des physiologischen Hodenabstiegs erkennbar, als gemeinhin angenommen wird. Die Lokalisation der Hoden ist im Fohlenalter nicht konstant sondern durchaus flexibel, sodass es nicht zweckmäßig erscheint, aus einem solchen Befund zwingend auf ein krankhaftes Geschehen oder eine dauerhafte Problematik zu schließen. Dass der Zeitraum, in dem der physiologische Hodenabstieg erwartet wird, nicht zu eng gefasst werden sollte und es hinsichtlich des Zeitpunkts durchaus als physiologisch anzunehmende Variationen gibt, haben bereits Bergin, Gier et al. (1970) festgestellt. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ließen erkennen, dass der Hodenabstieg auf der linken Seite in den meisten Fällen bis zum zweiten Lebenstag abgeschlossen ist, auf der rechten Seite zu diesem Zeitpunkt jedoch nur in etwa der Hälfte der Fälle. Diese Feststellung deckt sich teilweise mit den Ergebnissen der Arbeit von Bergin, Gier et al. (1970), die anhand von Sektionen an Pferdefeten feststellten, dass zum Zeitpunkt der Geburt der Hodenabstieg bei 42 % der Fohlen auf beiden Seiten abgeschlossen ist. Diese Angabe deckt sich mit den Beobachtungen in der vorliegenden Studie hinsichtlich der rechten Seite, jedoch nicht mit den Ergebnissen der linken Seite. Die vorgenannten Autoren haben allerdings nur 12 Fohlen zum Zeitpunkt der Geburt untersucht und keine Angaben zum Anteil einseitig abgestiegener Hoden ge-

trennt nach der Körperseite gemacht. Betrachtet man den Hodenabstieg in der vorliegenden Arbeit ohne die Unterscheidung links und rechts, erhält man ein ähnliches Ergebnis.

Die vorliegende Studie lässt einen statistisch deutlichen Unterschied in der Lokalisation des Hodens bezogen auf die Körperseite an den ersten beiden Lebenstagen erkennen. Nach dem vierten Lebenstag ist zwischen den Körperseiten kein eindeutiger Unterschied mehr erkennbar. Dies lässt auf einen zeitlich unterschiedlich verlaufenden Hodenabstieg auf der linken und der rechten Seite schließen.

Dafür spricht auch, dass die Daten dieser Arbeit zwar einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und der Lokalisation des Hodens für die rechte Seite nachweisen konnten, aber nicht für die linke Seite.

5.2 Vergleich der Palpation und Sonografie

Verschiedene Autoren stellten fest, dass der alleinige Palpationsbefund beim Hengstfohlen schwer zu interpretieren sein kann und keinen sicheren Aufschluss über den tatsächlichen Inhalt des Skrotums liefert (Bergin, Gier et al. 1970; Cox 1999; Knottenbelt, Holdstock et al. 2007). In der vorliegenden Studie wurde festgestellt, dass die Hoden und Nebenhoden häufiger palpatorisch als sonografisch darstellbar waren. Daraus kann gefolgert werden, dass ein Palpationsbefund nicht in jedem Fall durch die Sonografie bestätigt werden kann. Es gab jedoch keinen Fall, bei dem der Palpationsbefund durch die sonografische Darstellung korrigiert werden musste. In allen Fällen, in denen der Hoden palpatorisch und sonografisch darstellbar war, bestätigte die Sonografie den Befund der Palpation. Weiterhin schließt die Nicht-Darstellbarkeit der Strukturen im Ultraschall die palpatorische Befundung der Lokalisation nicht aus.

Es muss die Frage gestellt werden, warum nahezu alle Hoden unabhängig vom Zeitpunkt der Untersuchung palpatorisch erfasst wurden, aber nur etwa 30 % sonografisch darstellbar waren. Hierfür gibt es verschiedene Gründe. Das Ertasten von Strukturen wird häufiger angewendet und ist somit eine geübtere Untersuchungsmethode als die Sonografie. Das Aufbringen von Alkohol und/oder Gelen zur Verbesserung der Ankopplung sowie das Positionieren des Schallkopfes selbst lösten bei den Fohlen Abwehrbewegungen unterschiedlicher Intensität aus und verhinderten in einigen Fällen eine korrekte Befundung. Hier spielt auch die korrekte Fixation des Fohlens eine wesentliche Rolle. In der Fahrpraxis ist man in dieser Hinsicht auf die Mithilfe der Tierhalterin bzw. des Tierhalters angewiesen und der Erfolg der Untersuchung ist dann vielfach von deren/dessen Erfahrung abhängig. Aber auch die Größenverhältnisse und die Anatomie der Leistenregion können die sonografische Untersuchung beim Hengstfohlen schon aus mechanischen Gründen einschränken.

Schambourg, Farley et al. (2006) stellten fest, dass der transabdominale Ultraschall eine verlässliche, sichere und schnelle Methode ist, kryptorchide Hoden bei Hengsten jeder Altersgruppe und Größe zu diagnostizieren. Inguinal gelegene Hoden wurden in jedem Fall erkannt. Weiterhin führten sie an, dass die transabdominale Sonografie schnell und einfach durchgeführt werden kann, selbst unter Feldbedingungen. Auch ungeübte Untersucher seien mit dieser diagnostischen Methode sehr erfolg-

reich. Es muss hierbei angemerkt werden, dass die Autoren sich ausschließlich mit post-pubertären Hengsten und nicht mit Fohlen beschäftigt haben.

Turner (2011) empfiehlt, vor einer sonografischen Untersuchung die Adspektion und Palpation der Inguinal- und Skrotalregion durchzuführen, um den Hengst an die Untersuchung zu gewöhnen. Es muss jedoch bedacht werden, dass die Palpation für den Hengst unangenehm sein könnte und somit schon vor Anwendung der Sonografie eine Änderung der Lokalisation der skrotalen Strukturen durch eine reflektorische Kontraktion des Musculus cremaster eintreten könnte.

Ein weiteres Ergebnis der vorliegenden Arbeit ist, dass die Nebenhoden im Zeitraum nach dem vierten Lebenstag deutlich häufiger palpatorisch dargestellt werden konnten als an den ersten beiden Lebenstagen. Wahrscheinlich nimmt der Nebenhoden erst später nach der Geburt eine Form und Konsistenz an, die eine palpatorische Identifizierung möglich machen. Hierfür spricht auch, dass die sonografische Darstellbarkeit keinen erkennbaren statistisch signifikanten Zusammenhang zum Alter des Fohlens aufwies.

Bezüglich des Gubernaculum testis muss festgestellt werden, dass es weder der palpatorischen noch der sonografischen Untersuchung gut zugänglich ist. Dies gilt für beide untersuchte Zeiträume gleichermaßen. Ein Grund hierfür ist sicherlich die veränderliche Gestalt und Struktur des Gubernaculum testis in den ersten Lebenstagen bzw. seine Rückbildung im späteren Zeitraum, was eine sonografische bzw. palpatorische Identifizierung erschwert.

5.3 Zusammenhang zwischen der palpatorischen bzw. sonografischen Darstellung des Hodens und dessen Lokalisation

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ließen erkennen, dass die palpatorische Erfassung der Strukturen stark abhängig war von der Lokalisation des Hodens. Diese Abhängigkeit galt jedoch nicht für die sonografische Darstellung von Hoden und Nebenhoden, aber für das Gubernaculum testis. Das bedeutet, dass es andere Faktoren sein müssen, die zur deutlich verminderten sonografischen Darstellbarkeit im Vergleich zur Palpation führen. Diese Faktoren wurden vorstehend bereits erläutert.

Aurich (2009) hält die palpatorische Diagnose für schwierig, da die Hoden nach der Geburt durch ihre geringe Größe durch den M. cremaster nach proximal verlagert sein können. Weiterhin wird die Palpation von den Fohlen als unangenehm empfunden, sodass kein reales Ergebnis erwartet werden kann. Somit kann angenommen werden, dass nicht nur die Lokalisation des Hodens die palpatorische Befundung beeinflusst, sondern auch umgekehrt der Schluss gezogen werden kann, dass die Lokalisation durch die Manipulation im Zuge der Palpation beeinflusst werden kann. Für die Sonografie könnte Ähnliches gelten.

Die Lokalisation des Hodens hat laut der vorliegenden Arbeit nur auf die sonografische Darstellbarkeit des Gubernaculum testis Einfluss. Da dieses maßgeblich für die Lokalisation des Hodens verantwortlich ist, erscheint dieses Ergebnis logisch. Dass dieses Ergebnis aber nur für die Sonografie und nicht für die Palpation des Gubernaculum testis gilt, verdeutlicht, dass die palpatorische Diagnostik dieser Struktur anderen vorstehend bereits genannten Schwierigkeiten unterworfen ist.

5.4 Unterschiede zwischen der linken und der rechten Seite

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von Bergin, Gier et al. (1970), die feststellten, dass der rechte Hoden etwas eher das Skrotum erreicht als der linke Hoden, ist ein Ergebnis der vorliegenden Arbeit, dass der linke Hoden in den ersten Lebensstunden dem rechten Hoden bei den meisten Fohlen im Abstieg voraus ist. Unterstützt wird diese Beobachtung durch die Tatsache, dass das Gubernaculum testis auf der rechten Seite nach der Geburt häufiger dargestellt werden kann als auf der linken Seite. Es kann angenommen werden, dass es sich rechts durch den etwas späteren Descensus testis auch etwas später zurückbildet und somit länger darstellbar bleibt. Da allerdings das Gubernaculum testis in nur sehr wenigen Fällen darstellbar war, reicht die Anzahl der Beobachtungen nicht aus, um diese Vermutung statistisch zu bekräftigen.

Das Ergebnis der vorliegenden Studie bezüglich des früheren vollständigen Abstiegs des linken Hodens im Widerspruch zur vorhandenen Literatur kann durchaus kontrovers diskutiert werden. Das Ergebnis stützt sich auf Befunde, die mit Hilfe der Palpation erfasst wurden. Dass diese Befunde nicht in jedem Fall sonografisch bestätigt oder ausgeschlossen werden konnten, verringert die Aussagekraft des Palpationsergebnisses (Bergin, Gier et al. 1970; Cox 1999; Arighi 2007; Knottenbelt, Holdstock et al. 2007). So wäre es also durchaus möglich, dass die Untersucherin das Gubernaculum testis im Skrotum fälschlicherweise als Hoden angesprochen hat und somit die irreführende Schlussfolgerung gezogen wurde, dass der linke Hoden zu einem früheren Zeitpunkt das Skrotum erreicht als der rechte Hoden. Betrachtet man jedoch alle diejenigen Fälle, in denen der Hoden sonografisch dargestellt werden konnte ($n = 26$) und vergleicht diese sonografischen Befunde mit den zuvor erhobenen palpatorischen Befunden, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die palpatorischen und sonografischen Befunde in allen Fällen übereinstimmen. Somit ist davon auszugehen, dass der Anteil an Verwechslungen des Gubernaculum testis mit einem Hoden gering sein dürfte. Einschränkend muss jedoch angebracht werden, dass nur in ca. jedem dritten Fall der Hoden sonografisch dargestellt werden konnte und somit nicht jeder Palpationsbefund sonografisch kontrolliert werden konnte.

Eine eingeschränkte Vergleichbarkeit der vorliegenden Studie mit der Arbeit von Bergin, Gier et al. (1970) ergibt sich aus dem unterschiedlichen Untersuchungszeitraum und den verschiedenen Untersuchungsmethoden. Außerdem sind die Daten

der vorgenannten Autoren auf Grundlage anderer untersuchter Pferderassen entstanden. Weiterhin kann angenommen werden, dass es individuelle Unterschiede und verschiedene zeitliche sowie seitenbezogene Verläufe des Hodenabstiegs gibt.

5.5 Größe der Hoden und Größenveränderung

Die Hodengröße wurde in dieser Arbeit ausschließlich anhand von Ultraschallbildern bestimmt. Als nachteilig zu werten ist hierbei, dass einerseits nur etwa jeder dritte Hoden sonografisch ausgemessen werden konnte und andererseits der Messvorgang selbst einigen Fehlerquellen unterworfen ist. So ist es durchaus nicht einfach, den größten Längsschnitt durch den Hoden im zweidimensionalen Ultraschallbild vollständig darzustellen. Darüber hinaus handelt es sich beim Hoden um eine dreidimensionale Struktur, die zur Bestimmung der exakten Größe in allen drei Dimensionen gemessen werden muss, um daraus das Volumen rechnerisch zu ermitteln, was mit großer Genauigkeit möglich ist (Turner 2011). In der vorliegenden Arbeit wurden von den Hoden auf Grund der beengten Platzverhältnisse und des verwendeten Schallkopfes jedoch nur zwei Dimensionen ausgemessen und daraus die Fläche des maximalen Hodenlängsschnittes ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Hodengröße und dem Alter des Fohlens oder der Körperseite erkennen. Einschränkend muss hierzu angemerkt werden, dass die Anzahl der sonografisch ausgemessenen Hoden sehr gering war.

Bildet man den Durchschnitt aus den gemessenen Werten jeweils getrennt nach Alter und Körperseite, so kommt man zu dem Ergebnis, dass der rechte Hoden ungeachtet des Alters größer ist als der linke Hoden und dass die Hoden an den ersten beiden Lebenstagen größer sind als im Zeitraum nach dem vierten Lebenstag.

In der Literatur ist beschrieben, dass sich der linke Hoden während der Fetalentwicklung größer als der rechte Hoden darstellt, wobei der linke Hoden in diesen Fällen eher schmaler und länger ist (Wissdorf, Gerhards et al. 2010). Das würde im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen stehen, die statistisch gesehen jedoch nicht haltbar sind. Außerdem ist die Vergleichbarkeit gering, da es sich in den hier betrachteten Fällen um den Zustand nach dem Hodenabstieg, also um die Zeit nach der Geburt, handelte.

Bergin, Gier et al. (1970) haben im Zuge von Sektionen von Pferdefeten und neugeborenen Hengstfohlen Größe, Form und Konsistenz der Hoden erfasst. Sie stellten fest, dass abdominale Hoden eine ovale Form mit einem Durchmesser von ca. 3 – 3,5 cm haben, wohingegen Hoden, die sich im Inguinalkanal befinden, eine zylindri-

sche Form und einen Durchmesser von ca. 2 – 2,5 cm bei einer Länge von bis zu 10 cm aufweisen. Die Konsistenz ist schlaff und erlaubt während der inguinalen Passage eine großzügige Formveränderung. Die vorgenannten Werte stehen nicht im Einklang mit den Messungen der vorliegenden Studie. Es muss jedoch bedacht werden, dass die Daten von Bergin, Gier et al. (1970) in vitro und die hier vorliegenden Daten ausschließlich per Ultraschall in vivo erfasst wurden. Außerdem wurden in der vorgenannten Arbeit ausschließlich Vollblüter und Quarter Horses bzw. deren Kreuzung untersucht. Somit bezieht sich die Arbeit auf ein völlig anderes Rassenspektrum als die vorliegende Studie.

Die Gegebenheit der subjektiven bzw. veränderlichen Größen- und Formeigenschaften der Hoden während des Abstiegs erschwert objektive Messungen der Hodengröße mittels zweidimensionaler Ultraschallbilder, was in jedem Fall bei der Bewertung der Messwerte der vorliegenden Arbeit bedacht werden muss.

Eine weitere subjektive und statistisch nicht haltbare Beobachtung dieser Studie ist, dass die Hoden nach der Geburt weiterhin an Größe abnehmen. Diese Verkleinerung der Hoden macht allerdings eine erneute Verlagerung nach proximal in den Leistenkanal möglich. McKinnon, Squires et al. (2011) stellten dagegen fest, dass sich die Hodengröße in den ersten zehn Lebensmonaten kaum ändert. Die Vergleichbarkeit dieser Ergebnisse ist allerdings fraglich, da vorgenannte Autoren keine Angaben dazu machen, zu welchen Zeitpunkten bzw. in welchen Intervallen die Hodengröße in den ersten zehn Lebensmonaten gemessen wurde. Des Weiteren befasst sich vorliegende Arbeit nur mit einem Untersuchungszeitraum bis zum 8. Lebensmonat. Somit ist davon auszugehen, dass die Hodengröße nach der Geburt zunächst tatsächlich abnimmt, aber später wieder die Werte wie zuvor erreicht.

Nach Wissdorf, Gerhards et al. (2010) verkleinern sich die Hoden um den Zeitpunkt der Geburt herum, da die eCG-Produktion deutlich abnimmt. Wahrscheinlich setzt sich diese Größenabnahme auch noch kurz nach der Geburt fort, was die vorliegenden Ergebnisse erklären würde. Mit der bei dieser Arbeit vorgenommenen Einteilung der Untersuchungen vor dem zweiten bzw. nach dem vierten Lebenstag ist es außerdem nicht möglich, die Größenveränderung bzw. -entwicklung in kleineren Zeitintervallen nach der Geburt zu bewerten.

Den Ergebnissen dieser Arbeit folgend, besteht keine Abhängigkeit zwischen der Lokalisation des Hodens und dessen Größe. Dies gilt nicht nur für die errechnete Größe, sondern auch isoliert betrachtet für die ausgemessene Länge und Breite des Hodens. Die veränderliche Form und individuelle Schwankungsbreiten verhindern somit einen statistisch signifikant nachweisbaren Zusammenhang zur Lokalisation des Hodens. Dieses Ergebnis zeigt aber auch, dass der Durchtritt durch den Leistenkanal die Größe und Form nicht eindeutig nachweisbar verändert.

5.6 Zusammenhang zwischen der palpatorischen und sonografischen Darstellbarkeit der Strukturen und dem Abwehrverhalten des Fohlens

Die Daten in der vorliegenden Studie umfassen ebenfalls Angaben zum Abwehrverhalten des Fohlens und zur Fixierung durch die Hilfsperson. Es wurde vermutet, dass ein stärkeres Abwehrverhalten zu einer schlechteren sonografischen und palpatorischen Darstellbarkeit der untersuchten Strukturen führen würde. Es zeigte sich jedoch ein genau umgekehrter signifikanter Zusammenhang zwischen der Abwehr und der sonografischen Darstellbarkeit der Hoden und Nebenhoden. Das bedeutet, dass diese Strukturen häufiger sonografisch dargestellt werden konnten, wenn das Fohlen kräftigere Abwehr zeigte. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass Fohlen, die kräftigere Abwehrbewegungen zeigten, intensiver festgehalten wurden und somit die Untersuchung besser möglich war. Weiterhin muss aber sicherlich auch ein Zusammenhang mit der Qualität der Fixation durch die Hilfsperson gesehen werden. Eine andere Erklärung für den Zusammenhang zwischen stärkerem Abwehrverhalten und besserer sonografischer Darstellbarkeit der Strukturen wäre, dass für eine gute sonografische Darstellbarkeit die Untersuchung für das Fohlen zum Beispiel durch einen höheren Druck mit dem Schallkopf unangenehmer ist und dies der Grund für vermehrte Abwehrbewegungen sein kann.

5.7 Befundung der Lokalisation der Hoden mit den beiden Scores „Bereich“ und „Lage“

Im Score „Lage“ gab es sehr viele mögliche Abstufungen zwischen dem Wert „1“ (Hoden vollständig im Skrotum) und „-1“ (Hoden im Abdomen). Im Score „Bereich“ hingegen waren es nur sieben unterschiedliche Befundmöglichkeiten. Obwohl in dieser Studie die Datensammlung nur von einer einzigen Untersucherin angefertigt wurde, gab es insgesamt zwei Abweichungen, bei denen sich die Befundung derselben Situation im Vergleich der beiden Scores „Bereich“ und „Lage“ nicht miteinander deckte. Es handelt sich hierbei um eine Untersuchung eines fünf Monate alten Hengstfohlens mit dem Befund, der linke und der rechte Hoden würden sich jeweils vollständig im Skrotum befinden. Im Score „Lage“ wurde jeweils für links und rechts der Wert „1“ vergeben, im Score „Bereich“ jedoch der Wert „1b“, da die Hoden eher proximal am äußeren Leistenring lokalisiert waren. Daraus lässt sich ableiten, dass der Score „Bereich“ in erster Linie genauer ist und außerdem durch eine objektivere Einteilung der Befunde weniger subjektiven Spielraum bei der Einschätzung zulässt. Die sieben möglichen Werte für den Score „Bereich“ sind wesentlich genauer definiert als die vielen verschiedenen Möglichkeiten im Score „Lage“. Des Weiteren ist es dadurch wahrscheinlicher, dass mehrere Untersucher die gleiche Situation unabhängig voneinander mit dem gleichen Befund bewerten. Es kann somit festgestellt werden, dass für die Befundung der Lokalisation der Hoden der Score „Bereich“ genutzt werden sollte.

5.8 Vergleich der beiden Gruppen „Warmblut“ und Pony“

5.8.1 Lokalisation der Hoden

Tendenziell entsteht auf Grund der Daten dieser Studie der Eindruck, dass der Hodenabstieg beim Pony etwas schneller von statten geht bzw. die Hoden bei den frühen Untersuchungen insgesamt betrachtet etwas weiter distal liegen als bei den Warmblütern. Dies ist jedoch nur ein subjektiver Eindruck der Untersucherin in den ersten Lebenstagen, der statistisch keine Bestätigung fand. In der Literatur finden sich für diesen frühen Zeitraum nach der Geburt die Lokalisation der Hoden betreffend keine Angaben bzw. keine Vergleichsdaten zwischen den verschiedenen Rassen.

5.8.2 Palpation und Sonografie

Es gab bis auf die im Folgenden beschriebenen Ausnahmen keine Unterschiede in der palpatorisch bzw. sonografischen Darstellung der Strukturen zwischen den Ponys und den Warmblütern. Allerdings ließen sich die Nebenhoden bei den Ponys deutlich häufiger palpatorisch darstellen als bei den Warmblütern. Zu vermuten ist hier allerdings eher ein zufälliger Zusammenhang.

Betrachtet man die Palpation des Gubernaculum testis, so gibt es auf der linken Seite keinen erkennbaren Unterschied zwischen den Ponys und den Warmblütern. Auf der rechten Seite war jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen vorhanden. Während bei den Ponys auf der rechten Seite ungeachtet des Untersuchungszeitpunktes kein Gubernaculum testis tastbar war, konnte es bei 30,4 % der Warmblüter palpiert werden. Diese Beobachtung deckt sich mit der tendenziell subjektiv beobachteten proximaleren Lage der Hoden der Warmblüter, die wiederum einen späteren vollständigen Deszensus testis zur Ursache hätte und somit auch eine langsamere Rückbildung des Gubernaculum testis vermuten ließe. Das würde die häufigere Palpation des Gubernaculum testis bei den Warmblütern erklären. Möglich wäre auch die Annahme, dass das Gubernaculum testis bei den Ponys vergleichsweise kleiner ist als bei den Warmblütern und dieses somit schwieriger palpatorisch darstellbar wäre. Diese Annahme kann durch die vorliegenden Daten weder bestätigt noch widerlegt werden, da das Gubernaculum testis nur in weni-

gen Einzelfällen sonografisch dargestellt werden konnte (n = 4) und somit keine repräsentativen Messungen durchgeführt werden konnten.

Das Ergebnis spricht wiederum auch für die Aussage, dass der Hodenabstieg auf der rechten Seite dem zeitlichen Verlauf auf der linken Seite hinterher ist und eine langsamere Rückbildung des Gubernaculum testis nach sich zieht.

5.8.3 Hodengröße

Die Daten dieser Arbeit lassen erkennen, dass die Hodengröße zwischen den Ponys und den Warmblütern in keinem Zeitraum signifikante Unterschiede aufweist.

Verschiedene Prävalenzstudien zum Kryptorchismus, u.a. Hayes (1986), stellen fest, dass Ponys im Rassenvergleich überrepräsentiert sind. Zu erklären wäre dies mit einer größeren Hodengröße an den ersten Lebenstagen und einem damit erschwerten Durchtritt durch den Leistenkanal. Das Ergebnis der vorliegenden Arbeit unterstützt diese Hypothese zunächst nicht. Betrachtet man jedoch nicht die absoluten Werte, sondern die Hodengröße relativ zur Körpergröße bzw. zum Leistenkanal gesehen, so dürften die Hoden der Ponys durch die Größenverhältnisse in der Leistenregion einem erschwerten Hodenabstieg unterlegen sein. Dies würde die höhere Prävalenz des Kryptorchismus bei den Ponys erklären.

Weiterhin muss anhand dieser Ergebnisse festgestellt werden, dass sich die rassebedingten Größenunterschiede der Hoden beim erwachsenen Hengst noch nicht in den ersten Lebenswochen abzeichnen, sondern sich wahrscheinlich erst nach der Pubertät manifestieren.

5.9 Entwicklung der Hengstfohlen

Es ist bedauerlich, dass es in der vorliegenden Arbeit nicht möglich war, die Fohlen über das erste halbe Lebensjahr hinaus und nach der Pubertät weiter zu verfolgen, da viele Fohlen als Absatzfohlen verkauft oder auch kastriert wurden. Es wäre interessant zu erfahren, wie sich die Fertilität der Hengste in Abhängigkeit von den Befunden in den ersten Lebenstagen und -wochen entwickelt.

Weiterhin wäre es interessant zu erfahren, wie sich die hier erhobenen frühen Befunde bei einem später als kryptorchid diagnostizierten Hengstes verhalten hätten und ob schon in den ersten Lebenstagen und -wochen Befunde erhoben werden könnten, die einen späteren Kryptorchismus bestätigen könnten.

5.10 Schwierigkeiten

Während der Datensammlung für diese Arbeit ergaben sich verschiedene Schwierigkeiten. Vor allem gestaltete sich das Handling der Fohlen als sehr anspruchsvoll. Um eine genaue Untersuchung der Leistenregion realisieren zu können, war es notwendig, eine erfahrene Hilfsperson mit der fachgerechten Fixierung des Fohlens zu betrauen. Diese Hilfsperson stand der Untersucherin in dieser Studie nicht immer zur Verfügung.

Weiterhin handelt es sich hier um eine Studie unter Feldbedingungen. Somit standen nicht immer geeignete räumliche Einrichtungen zur Untersuchung der Fohlen zur Verfügung.

Auch die Anatomie der Leistenregion der Fohlen behindert ein akkurates Arbeiten mit dem Ultraschallgerät, da die Verhältnisse in dieser Region häufig zu eng sind, um beispielsweise den Schallkopf und die darstellbaren Strukturen mit beiden Händen kontrollieren zu können.

Problematisch in der vorliegenden Arbeit ist die relativ geringe Anzahl an Hengstfohlen, die in diese Datensammlung aufgenommen werden konnten, zu sehen. Es war außerdem unter Feldbedingungen schwer realisierbar, die Fohlen jeweils immer zum gleichen Zeitpunkt und in konstanten Intervallen bei gleichen Bedingungen zu untersuchen.

Eine weitere Schwierigkeit ergab sich vor allem aus der fehlenden Kooperationsbereitschaft der Züchter bzw. Halter der Hengstfohlen. Auf der jährlichen Versammlung eines Zuchtvereins, an der etwa 80 Züchter der Region teilnahmen, stellte die Untersucherin ihr Projekt vor und bat um Rückmeldung und Erlaubnis zur Untersuchung der Hengstfohlen, die geboren werden. Es meldete sich nur eine Züchterin zurück, sodass aus dieser Züchtersammlung nur ein Hengstfohlen akquiriert werden konnte. Es kann also angenommen werden, dass die Züchter keine Notwendigkeit in einer frühzeitigen Diagnostik des Hodenabstiegs sehen bzw. selbst keinen Beitrag zur Studie leisten wollten.

6. Fazit für die Praxis

Die Ultraschalluntersuchung beim Hengstfohlen stellte sich unter Feldbedingungen schwieriger dar als im Vorfeld angenommen. In der vorliegenden Arbeit ergab sich keine Verbesserung der diagnostischen Sensitivität gegenüber der Palpation. Weiterhin wurde festgestellt, dass das Zeitfenster des physiologischen Hodenabstiegs beim Hengstfohlen weiter gefasst werden muss. Außerdem ist die Lokalisation der Hoden in den ersten Lebenswochen und -monaten keinesfalls konstant. Es besteht somit ein fraglicher Zusammenhang zwischen den frühen Befunden bezüglich der Lokalisation der Hoden und der späteren tatsächlichen Lage nach der Pubertät bzw. zum Zeitpunkt der Kastration.

Weiterhin muss festgestellt werden, dass die Züchter bzw. Halter von Hengstfohlen einer frühen Untersuchung des Hodenabstiegs kaum Bedeutung beimessen.

7. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit untersucht den Hodenabstieg beim Hengstfohlen ab dem Zeitpunkt der Geburt in den ersten Lebenswochen. Hierbei stehen die Palpation und Sonografie der Inguinal- bzw. Skrotalregion im Vordergrund der Methodik. Es sollten Daten zum zeitlichen Verlauf des Hodenabstiegs, zur Lokalisation der Hoden, zum Vergleich der Palpation und Sonografie, zur Hodengröße, zum Abwehrverhalten der Fohlen und zu den Unterschieden zwischen den Rassen gesammelt werden. Außerdem sollte die Praktikabilität und diagnostische Relevanz der Methoden festgestellt werden.

Es handelt sich um eine Feldstudie, in der 25 Hengstfohlen verschiedener Rassen unter unterschiedlichen Bedingungen ab dem Zeitpunkt der Geburt bis zu einem Alter von 240 Tagen in verschiedenen Intervallen palpatorisch und sonografisch untersucht wurden.

Zu den wesentlichen Ergebnissen dieser Arbeit gehört, dass der Hodenabstieg in den meisten Fällen in den ersten Lebenstagen vollständig erfolgt. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass der Hodenabstieg auf der linken Seite etwas früher als auf der rechten Seite abgeschlossen ist, was im Gegensatz zur vorhandenen Literatur steht.

Eine weitere Erkenntnis dieser Arbeit ist, dass die Sonografie in Bezug auf die Darstellung der skrotalen bzw. inguinalen Strukturen eine deutlich geringere diagnostische Sensitivität hat als die Palpation. Somit wird der Schluss gezogen, dass die Sonografie bei der Diagnostik des Hodenabstiegs beim Hengstfohlen keine geeignete Methode ist.

Bezüglich der Hodengröße konnte keine statistisch signifikante Abhängigkeit vom Alter, von der betrachteten Körperseite oder von der Lokalisation des Hodens festgestellt werden.

Das Abwehrverhalten der Hengstfohlen hatte auf die Ergebnisse der palpatorischen Untersuchung keinen Einfluss, jedoch auf die sonografische Darstellung. Hier wurde abgeleitet, dass eine gute sonografische Darstellbarkeit mit einem stärkeren Abwehrverhalten in Verbindung gebracht werden kann.

Der Vergleich der Daten zwischen den Ponyfohlen und den Warmblutfohlen ergab keine signifikanten Unterschiede.

Während der Datensammlung für diese Arbeit konnten viele exemplarische Ultraschallbilder der Skrotal- und Inguinalregion beim Hengstfohlen zu unterschiedlichen Zeitpunkten gesammelt werden.

Die Einzelfälle verdeutlichen eine breite physiologische Spanne anzunehmender palpatrischer und sonografischer Befunde.

Kritisch zu sehen sind bei der Interpretation dieser Ergebnisse vor allem die nicht standardisierbaren Bedingungen einer Feldstudie, die relativ geringe Anzahl an Hengstfohlen, die unterschiedlichen Untersuchungsintervalle und die Einteilung der durchgeführten Untersuchungen in nur zwei Zeitgruppen für die Auswertung.

Hervorzuheben ist, dass die vorliegende Arbeit die erste ist, die sich mit der ultrasonografischen Diagnostik des Hodenabstiegs beim Hengstfohlen kurz nach der Geburt beschäftigt hat.

8. Summary

Comparison of palpation and sonography for the diagnosis of testicular descent in newborn colts in equine field care

The present study examines testis descend in the colt from the date of birth and in the first weeks of life. Especially palpation and ultrasonography of the scrotum and inguinal region are the main part of the methodology. Data was to be collected of the time course of testicular descent, the localization of the testes, comparison of palpation and ultrasound, testicular size, the defensive behavior of foals and about the differences between races. In addition, the practicability and diagnostic relevance of the methods were to be established.

This is a field study in which 25 colts of different breeds were examined under different conditions from the moment of birth to the age of 240 days at various intervals by palpation and ultrasonography.

The main results of this work entail that testes descend completely takes place in the first days of life in most of the cases. Furthermore, it was found that testes descend on the left side is completed earlier than on the right side, which is in contrast to the existing literature.

Another finding of this study is that sonography concerning scrotal or inguinal structures has a significantly lower diagnostic sensitivity than palpation. Thus, it is concluded that sonography is not a suitable method for the diagnosis of testicular descent in colts.

Regarding the size of the testicles it was no statistically significant relation to age, considered side of body or localization of the testicle found.

The defensive behavior of the colt does not have any effect on the results of the palpation examination, however, it does on the sonographic presentation. Here it can be concluded that a good sonographic presentability can be associated with a stronger defensive behavior.

There were no observed differences between Warmblood foals and pony foals.

During data collection for this study many exemplary ultrasound images of the scrotal and inguinal region of the colt at different times could be assembled.

The individual cases illustrate a broad physiological range of assumable palpatoric and sonographic findings.

Points of criticism are mainly the not standardized conditions of a field study, the relatively small number of colts, the different intervals of examinations and the division of the investigations in only two time groups for evaluation when interpreting these results.

Finally it should be emphasized that the present work is the first to have dealt with sonographic diagnosis of testicular descent in colts shortly after birth.

Literaturverzeichnis

Achiron, 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 & Gynecology. 11(4), 242-245.

Amann, R. P.; Veeramachaneni, D. N. R. (2007):
Cryptorchidism in common eutherian mammals.
Reproduction. 133(3), 541-561.

Arighi, M. (2007):
Testicular descent and cryptorchidism.
In: Current therapy in equine reproduction. / Hrsg. J. C. Samper. St. Louis, Missouri:
Saunders Elsevier.

Arighi, M. (2011):
Testicular Descent.
In: Equine Reproduction. / Hrsg. A. O. MacKinnon. Wiley-Blackwell.

Aupperle, H.; Gerlach, K.; Bartmann, C. P.; Beerhenke, S.; Schoon, H. A. (1999):
Histopathological findings in the cryptorchid testes of stallions.
Pferdeheilkunde. 15(6), 515-522.

Aurich, C. (2009):
Reproduktionsmedizin beim Pferd. 2. Auflage.
Stuttgart: Parey.

Bader, H. (2001):
Pathologie von Hoden und Nebenhoden.
In: Veterinärmedizinische Andrologie. / Hrsg. W. Busch. Stuttgart: Schattauer.

Bartmann, C. P.; Klug, E. (2001):

Diagnosis, surgical management and forensic aspects of equine cryptorchidism.

Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere. 29(4), 175-183.

Baumgartner, W. (2014):

Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere. 8., überarb. Auflage.

Stuttgart: Enke.

Benacerraf, B. R.; Bromley, B. (1998):

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

Journal of Clinical Ultrasound. 26(2), 69-71.

Bergin, W. C.; Gier, H. T.; Marion, G. B.; Coffman, J. R. (1970):

A developmental concept of equine cryptorchism.

Biol Reprod. 3(1), 82-92.

Blanchard, T. L.; Varner, D. D.; Schumacher, J. (1998):

Manual of Equine Reproduction. 1. Auflage.

St. Louis, Montana: Blanchard, T. L.

Braxmaier, U.; Litzke, L. F. (2005):

Transcutaneous sonography - a reliable diagnostic means of equine cryptorchidism?
[German].

Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere. 33(1), 48-54.

Bucca, S. (2005):

Equine fetal gender determination from mid- to advanced-gestation by ultrasound.

Theriogenology. 64(3), 568-571.

Bucca, S. (2011):

Ultrasonographic Monitoring of the Fetus.

In: Equine Reproduction. / Hrsg. A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala and D. D. Varner. Wiley-Blackwell.

Cox, J. E. (1999):

Disturbed testicular descent in horses - principles, diagnosis and therapy.
Pferdeheilkunde. 15(6), 503-505.

Cox, J. E.; Edwards, G. B.; Neal, P. A. (1979):

ANALYSIS OF 500 CASES OF EQUINE CRYPTORCHIDISM.

Equine Veterinary Journal. 11(2), 113-116.

Davies Morel, M. C. G. (2003):

Equine reproductive physiology, breeding and stud management. 2. Auflage.
Wallingford: CABI.

Edwards, M. J.; Smith, M. S. R.; Freeman, B. (2003):

Measurement of the linear dynamics of the descent of the bovine fetal testis.
Journal of Anatomy. 203(1), 133-142.

Hayes, H. M. (1986):

Epidemiological features of 5009 cases of equine cryptorchism.
Equine Veterinary Journal. 18(6), 467-471.

Hughes, I. A.; Acerini, C. L. (2008):

Factors controlling testis descent.
European Journal of Endocrinology. 159, S75-S82.

Jann, H. W.; Rains, J. R. (1990):

Diagnostic ultrasonography for evaluation of cryptorchidism in horses.
Journal of the American Veterinary Medical Association. 196(2), 297-300.

Knottenbelt, D. C.; Holdstock, N.; Madigan, J. (2007):

Neonatalogie der Pferde. 1. Auflage.
München: Elsevier.

König, H. E.; Liebich, H.-G. (2005):

Anatomie der Haussäugetiere. 3. überarb. und erw. Aufl.

Stuttgart: Schattauer.

Love, C. C.; Varner, D. D. (1998):

Ultrasonography of the Scrotal Contents and Penis of the Stallion.

In: Equine Diagnostic Ultrasonography. / Hrsg. N. W. Rantanen and A. O. McKinnon.

Baltimore: Williams & Wilkins.

McGeady, T. A.; Quinn, P. J.; FitzPatrick, E. S.; Ryan, M. T. (2006):

Veterinary Embryology. 1. Auflage.

Oxford: Blackwell Publishing.

McKinnon, A. O.; Squires, E. L.; Vaala, W. E.; Varner, D. D. (2011):

Equine Reproduction. 2. Auflage. Wiley-Blackwell.

Mueller, P. O. E.; Parks, A. H. (1999):

Cryptorchidism in horses.

Equine Veterinary Education. 11(2), 77-86.

Ras, A.; Rapacz, A.; Ras-Norynska, M.; Janowski, T. E. (2010):

Clinical, hormonal and ultrasonograph approaches to diagnosing cryptorchidism in horses.

Polish Journal of Veterinary Sciences. 13(3), 473-477.

Rodgerson, D. H.; Hanson, R. R. (1997):

Cryptorchidism in horses. Part I. Anatomy, causes and diagnosis.

Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian. 19(11), 1280-1289.

Rotondi, M.; Valenzano, F.; Bilancioni, E.; Spano, G.; Giorlandino, C. (2001):

Prenatal measurement of testicular diameter by ultrasonography: development of fetal male gender and evaluation of testicular descent.

Prenatal Diagnosis. 21(2), 112-115.

Schambourg, M. A.; Farley, J. A.; Marcoux, M.; Laverty, S. (2006):
Use of transabdominal ultrasonography to determine the location of cryptorchid testes in the horse.
Equine Veterinary Journal. 38(3), 242-245.

Schnorr, B.; Kressin, M. (2011):
Embryologie der Haustiere. 6., aktual. Aufl.
Stuttgart: Enke Verlag.

Stickle, R. L.; Fessler, J. F. (1978):
Retrospective study of 350 cases of equine cryptorchidism.
Journal of the American Veterinary Medical Association. 172(3), 343-346.

Turner, R. M. O. (2011):
Ultrasonography of the genital tract.
In: Equine Reproduction. / Hrsg. A. O. McKinnon, E. L. Squires, W. E. Vaala and D. D. Varner. Wiley-Blackwell.

Varner, D. D.; Schumacher, J.; Blanchard, T. L.; Johnson, L. (1991):
Diseases and Management of Breeding Stallions. 1. Auflage.
Goleta, CA: American Veterinary Publications.

Wehrend, A. (2011):
Fehlbildungen und Funktionsstörungen der Genitalorgane.
In: Fohlenmedizin. / Hrsg. S. Enke Verlag. Fey, Kolm.

Wissdorf, H.; Gerhards, H.; Huskamp, B.; Deegen, E. (2010):
Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes. 3., erg. und völlig überarb. Aufl.
Hannover: Schaper.

Danksagung

In erster Linie möchte ich Prof. Dr. Johannes Handler für die Überlassung des Themas, die stets geduldige Betreuung und seine Unterstützung in schwierigen Phasen dieser Arbeit danken.

Besonderer Dank gebührt meinem Kollegen Dr. Wilhelm Drewes, der mir nicht nur das Ultraschallgerät, die notwendigen Materialien und das Equipment einer Pferdefahrpraxis zur Verfügung stellte, sondern auch durch die Vermittlung von Kontakten wesentlich dazu beitrug, dass in einer Saison 25 Hengstfohlen für diese Feldstudie untersucht werden konnten. Eine mindestens genauso große Unterstützung fand ich in seinem unermüdlichen Zuspruch und seiner Beharrlichkeit, mit der er mich stets während der Anfertigung dieser Arbeit bestärkte.

Natürlich möchte ich auch den vielen Pferdehaltern und Züchtern dafür danken, dass sie mir ihre Hengstfohlen für die Datensammlung zur Verfügung gestellt haben.

Meinen Eltern möchte ich besonders herzlich für die mentale Unterstützung, den Rückhalt und die Liebe danken, mit der sie mich stets bestärkt und ermutigt haben.

Nicht zuletzt gilt mein allerherzlichster Dank den vielen guten Freunden, die immer ein offenes Ohr für mich hatten und stets für Anregung und wunderbare Zerstreuung gesorgt haben.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen Anspruch genommen habe.

Frankenfelde, den 02.08.2016

Ina Löckelt