

Aus der Tierklinik für Fortpflanzung des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin
Arbeitsgruppe Prof. Dr. Dr. habil. P.S. Glatzel
und
aus der Tierärztlichen Gemeinschaftspraxis
Sönke von Fehrn und Dr. André Lange in Schuby

Zur Charakterisierung sonographischer Befunde am Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum der Stute

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

vorgelegt von
Dominik Teschner
Tierarzt aus Minden

Berlin 2008

Journal-Nr.: 3185

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Dr. Leo Brunnberg
Erster Gutachter: Prof. Dr. Dr. Peter Siegfried Glatzel
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Karl Dietrich Weyrauch
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Gerd Schlenker

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

Corpus Luteum, Horses, Mares, Ovulation, Ultrasonography, Ovarian Follicles

Tag der Promotion: 28.02.2008

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-13: 978-3-86664-462-5

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2008
D188**

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 2008 Nordendstr. 75 - 13156 Berlin – 030-45494866
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Literaturübersicht	7
2.1	Geschlechtsverhalten der Stute	7
2.1.1	Äußere Einflüsse	7
2.1.2	Endokrine Steuerung	7
2.2	Anatomische Voraussetzungen bei Zuchtstuten	10
2.2.1	Scham, Scheidenvorhof und Scheide	11
2.2.2	Gebärmutter	11
2.2.3	Eileiter	12
2.2.4	Eierstöcke	12
2.2.5	Gekröseverhältnisse am Genitaltrakt der Stute	12
2.3	Ovarfunktionen	13
2.3.1	Follikelentwicklung und Ovulation	13
2.3.2	Die Entwicklung von Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum	14
2.4	Klinische Untersuchungsmöglichkeiten des Stutengenitales	16
2.4.1	Scheide, Gebärmutterhals und Gebärmutter	17
2.4.1.1	Scheide	17
2.4.1.2	Gebärmutterhals	18
2.4.1.3	Gebärmutter	18
2.5	Trächtigkeit bei der Stute	19
2.6	Ultraschalltechnik	20
2.6.1	Sonographie in der Stutengynäkologie	23
2.6.1.1	Follikel	25
2.6.1.2	Corpora haemorrhagica und Corpora lutea	27
2.6.1.3	Feststellung der Trächtigkeit	29
2.6.2	Graustufenmessung	29
2.6.2.1	Graustufenmessung am Stutenovar	31
2.6.2.2	Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Grauwertmessung in der Tiermedizin	33
3	Eigene Untersuchungen	35
3.1	Material und Methode	35

3.1.1	Häufigkeit und Zeit der Untersuchungen.....	35
3.1.2	Angaben zu den Stuten.....	35
3.1.3	Rasseverteilung	36
3.1.4	Standorte/Betriebe	37
3.1.5	Zuchtstatus.....	40
3.1.6	Art der Belegung	44
3.1.7	Zuchtergebnisse der Saison.....	46
3.1.8	Durchführung eigener Untersuchungen	47
3.1.8.1	Verwendete Geräte	47
3.1.8.2	Untersuchungsintervalle.....	49
3.1.8.3	Untersuchungsgang	49
3.1.8.4	Erfassung der Befunde	50
3.1.8.5	Auswertung	53
3.2	Ergebnisse	63
3.2.1	Grauwertmessung an Funktionskörpern p. o.	63
3.2.1.1	Alle Stuten.....	63
3.2.1.2	Aufteilung nach Rassen	66
3.2.1.3	Vergleich der Rassen an den Untersuchungstagen	78
3.2.2	Corpus luteum Typen; Tage p. o.....	80
3.2.2.1	Auslaufende Follikel und entstehende Corpora haemorrhagica.....	80
3.2.2.2	Corpus luteum Typen an den Tagen 10 und 15 post ovulationem in Abhängigkeit vom Trächtigkeitsergebnis.....	85
3.2.2.3	Unterschiede im Ultraschallbild von Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum während des Zyklus	87
4	Diskussion.....	91
5	Zusammenfassung.....	105
6	Summary.....	107
7	Anhang.....	109
8	Literaturverzeichnis	112

Abkürzungsverzeichnis

a. o.	ante ovulationem
AW	Abweichung
C. a.	Corpus albicans
C. h.	Corpus haemorrhagicum
C. l.	Corpus luteum
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
GnRH	Gonadotropes Releasinghormon
GSA	Graustufenanalyse
hcG	human chorion gonadotropin
Hz	Hertz
LH	Luteinisierendes Hormon
MHz	Mega Hertz
MW	Mittelwert
P ₄	Progesteron
p. c.	post conceptionem
PGF _{2α}	Prostaglandin F 2 alpha
PMSG	Pregnant mare serum gonadotropin
p. o.	post ovulationem
RSS	Radspeichenstruktur
sog.	so genannten
ZW	Zentralwert

1 Einleitung

Die Bestimmung des optimalen Deck- und Besamungszeitpunktes sowie die Feststellung einer Gravidität sind Schwerpunkte bei der zuchthygienischen Betreuung von Stuten. Diese Tätigkeit erfordert Erfahrung, insbesondere bei der Einschätzung aller verfügbaren Rosseanzeichen. Die bestmögliche Vorhersage des Ovulationszeitpunktes ist dabei der entscheidende Faktor für eine erfolgreiche Besamung.

Essentieller Bestandteil der klinischen Befunderhebung ist die transrektale Palpation der Ovarien. Aufgrund der anatomischen Verhältnisse des Stutenovars ist die palpatorische Diagnostik eingeschränkt. Lediglich Funktionskörper in der Ovulationsgrube sind der Hand des Untersuchers zugänglich, alle in der Tiefe des Ovars liegenden Strukturen sind nicht zu ertasten. So kann unter anderem keine Aussage über das Vorhandensein und die Beschaffenheit eines Gelbkörpers getroffen werden.

Durch den Einsatz der bildgebenden Ultraschalltechnik können auch Strukturen im Inneren des Ovars sichtbar gemacht werden, insbesondere die Darstellung von palpatorisch unzugänglichen Corpora lutea wird ermöglicht. Zur Charakterisierung des Gelbkörpers anhand seiner Besonderheiten im sonographischen Bild und seiner Zuordnung zum entsprechenden Zyklusstand gibt es in der Literatur nur wenige Angaben.

Deshalb soll in der vorliegenden Arbeit geklärt werden, ob die mit der Reifung des Gelbkörpers einhergehenden morphologischen Veränderungen eine reproduzierbare und messbare Entsprechung im sonographischen Bild aufweisen. Es soll geprüft werden, ob sich Veränderungen in Aufbau und Echogenität zur Einschätzung des Zyklusstandes heranziehen lassen.

Weiterhin soll geprüft werden, ob sonographische Bilder von Corpus haemorrhagicum, des zyklischen und des Gelbkörpers in der frühen Trächtigkeit Charakteristika aufweisen, die eine entsprechende Zuordnung erlauben.

2 Literaturübersicht

2.1 Geschlechtsverhalten der Stute

2.1.1 Äußere Einflüsse

Das Pferd gehört zu den saisonal polyöstrischen Tieren, welche in unseren Breitengraden ihre Hauptrossezeit von April bis August aufweisen und während des übrigen Jahresverlaufes übergangsweise in eine anöstrische Phase übergehen (GLATZEL, 1997). Bei AURICH und KLUG (1993) finden sich Angaben für ovulatorische Zyklen von März bis September auf der nördlichen Erdhalbkugel. Dieser Umstand steht dem Bestreben der Züchter gegenüber, möglichst früh im Jahr ein Fohlen zu bekommen, um die Stute dementsprechend früh wieder belegen zu können (AURICH et al., 1993; KLUG, 1996).

Die Steuerung bzw. Auslösung von Zyklusgeschehen und äußerem Rosseverhalten wird durch verschiedene Faktoren bestimmt. Dazu gehören vor allem die Tageslichtdauer, der Ernährungszustand und die Fütterung sowie die Klimaverhältnisse. Entscheidend für die Auslösung der Rosse ist dabei ein Wiederkehren von Tageslicht nach einer Dunkelphase von etwa 9,5 bis 10,5 Stunden, der Tagundnachtgleiche (Äquinoktium), nicht die absolute Tageslichtdauer (GLATZEL, 1997). Vielfach wird in der Literatur von einer gesteigerten sexuellen Aktivität bei zunehmender Tageslichtdauer gesprochen, womit die Stute zu den sog. „long day breedern“ gehört (LACK und HUCHZERMEYER, 2004).

2.1.2 Endokrine Steuerung

Die Zunahme der Tageslichtmenge verursacht eine Modulierung der Freisetzung von Melatonin aus der Epiphyse. Dieses Hormon stimuliert wiederum die pulsatile Freisetzung von Gonadotropem Releasinghormon (GnRH), einem Dekapeptid aus dem Hypothalamus. Im Folgenden kommt es zur Ausschüttung der gonadotropen Hormone Follikelstimulierendes Hormon (FSH) und Luteinisierendes Hormon (LH), welche zur Gruppe der Glykoproteine gehören, aus dem Hypophysenvorderlappen. Diese entfalten ihre Wirkung über die Blutbahn an den Ovarien (AURICH und KLUG, 1993; GLATZEL, 1997). Die Pulsfrequenz der GnRH-Freisetzung ändert sich in Abhängigkeit vom Zyklusstadium und bestimmt dadurch die Menge der Gonadotropine, die aus der Hypophyse sezerniert werden (AURICH und KLUG, 1993). PANTKE (1990) stellte mittels hochfrequenter Blutentnahmen aus Jugular-

und Cerebrallvene fest, dass während des Diöstrus LH und FSH ein bis zwei Mal täglich in großer Menge pulsatil ausgeschüttet werden. Im Östrus und bei ovariektomierten Stuten erfolgt diese Ausschüttung ebenfalls pulsatil, jedoch in stündlich hochfrequenten aber unregelmäßigeren Abständen.

FSH ist saisonunabhängig jedoch zykluskonform vorhanden, während es bei GnRH zu einer geringen Depression der Produktion im Spätherbst und Winter kommen soll (AURICH und KLUG, 1993; KLUG, 1996). Untersuchungen an ovariektomierten bzw. gegen GnRH immunisierten Stuten haben gezeigt, dass FSH nur zu etwa 50% in seiner Ausschüttung durch GnRH kontrolliert wird, während für LH eine Abhängigkeit von 90 bis 100% besteht. Dieses Phänomen wird auf eine Inaktivierung des Gens für die LH-Produktion zurückgeführt, so dass während der Ruhephase kein LH gebildet werden kann (WATSON et al., 2000). Stutenovarien präsentieren sich während dieser Phase der saisonalen Azyklie als relativ klein und fest strukturiert ohne palpatorisch erkennbare Follikelaktivitäten. Gekennzeichnet ist die saisonale Übergangsphase durch eine unterschwellige Follikelaktivität ohne dass es zu einem dominierenden, ovulationsfähigen Follikel kommt (KLUG, 1996). Die genannten Verhältnisse können mit entsprechenden Progesteronprofilen (P_4) objektiviert werden, wobei die azyklische Phase durch sehr geringe P_4 -Konzentrationen gekennzeichnet ist (GLATZEL, 1997). In der weiteren transienten Phase erreichen Follikel Ausmaße bis hin zur Ovulationsgröße ohne jedoch zu ovulieren (KLUG, 1996). HOHENHAUS und LEHMANN (1990) sprechen in dieser Zeit auch vom „Split-Östrus“, wobei ein Follikel bis zur Ovulationsreife heranwächst dann aber atresiert. In dieser Zeit besteht die Möglichkeit der Fehleinschätzung des Zyklusstandes. Wenige Tage später wächst dann oft ein neuer Follikel unter Rosseerscheinungen heran und kann schließlich ovulieren.

FSH und LH verhalten sich in ihren mittleren Plasmakonzentrationen während des Zyklus gegenläufig. Zudem werden sie in unterschiedlichen Glykosilierungsformen freigesetzt. Diese Isoformen oder auch Isohormone besitzen unterschiedliche Halbwertszeiten und Bioaktivitäten bedingt durch ihren Gehalt an Zuckerseitenketten und Rezeptoraffinität (AURICH und KLUG, 1993). PANTKE (1990) beobachtete für LH während des Diöstrus ein relativ stabiles Verhältnis zwischen bioaktivem und immunreaktivem LH. Dieses Verhältnis wird während der pulsatilen Ausschüttung um das 2–6 fache zugunsten des bioaktiven LH verändert. Zudem war für die bioaktiveren Formen von LH eine verlängerte Plasmahalbwertszeit zu beobachten.

Unter der FSH-Wirkung kommt es am Ovar zur Heranbildung von Follikeln, welche Östrogene (vor allem Östradiol- 17β) bilden. Der Anstieg der Östrogenkonzentration bei zeitgleichem Abfall der P_4 -Konzentration im Blut bewirkt, dass der pulsatilen Freisetzung des GnRH aus dem Hypothalamus eine Ausschüttung von LH aus dem

Hypophysenvorderlappen folgt. Dieses stimuliert die Ovulation und trägt zur Steroidhormonsynthese in den folliculären Thekazellen bei (GLATZEL, 1997). Östradiol erreicht bei der Stute im Vergleich zu anderen Tierarten nur niedrige Plasmakonzentrationen. Ein Sekretionsmaximum tritt etwa zwei Tage vor der Ovulation auf. Die Progesteronkonzentrationen liegen während des Östrus unter 1 ng/ml Blutplasma, steigen aber unmittelbar vor der klinisch feststellbaren Ovulation an (AURICH und KLUG, 1993). Dieser Zusammenhang wird klinisch genutzt um die Rosse hormonell zu induzieren und eine fast gezielte Ovulation durch hormonelle Interventionen zu erreichen (v. RENTELN, 2001).

LH erreicht im Gegensatz zu anderen Haussäugetieren bei der Stute kein absolutes Maximum prae ovulationem (AURICH und KLUG, 1993; LACK und HUCHZERMEYER, 2004). Seine Freisetzung verändert sich etwa ab der Mitte des Diöstrus von ein bis zwei Spontanpulsen pro Tag zu hochfrequenten Pulsen während des folgenden Östrus. Diese Sekretionspulse treten ein bis zwei Mal stündlich arhythmisch auf und zeigen wechselnde Amplituden (PANTKE, 1990). Nach ansteigenden FSH-Werten in der Rekrutierungsphase der Follikel fällt ihre Konzentration während der Selektionsphase ab. Mit der Selektion des dominanten Follikels aus einer Follikelkohorte geht ein Anstieg der Rezeptordichte für LH in den Thekazellen der Follikelwand einher (LACK und HUCHZERMEYER, 2004). Der dominante Follikel privilegiert sich unter steigenden LH-Werten (KANITZ, 2001).

Während der Lutealphase wird die LH-Freisetzung durch Progesteron moduliert. Unter Einfluss von Progesteron kommt es zu einer Verringerung der GnRH-Pulsfrequenz aus dem Hypothalamus, die Empfindlichkeit der Hypophyse für GnRH wird jedoch nicht beeinflusst. Dagegen ist die Einflussnahme von Progesteron auf die FSH Freisetzung nicht hinlänglich geklärt (AURICH und KLUG, 1993).

Neben den bereits erwähnten Hormonen scheinen noch weitere verschiedene intraovarielle Glykoproteine, Peptide und Steroide an der Regulation von Follikelwachstum, Gonadotropinfreisetzung und Gelbkörperfunktion beteiligt zu sein. Das Glykoprotein Inhibin, gebildet in den Granulosazellen von Tertiärfollikeln, scheint das Wachstum kleinerer Follikel zu verhindern. Es soll über den Blutkreislauf zur Hypophyse gelangen und hemmt dort die FSH-Freisetzung ohne jedoch nennenswerten Einfluss auf die LH-Freisetzung zu nehmen, obwohl beide durch GnRH freigesetzt werden. FSH- und Inhibinkonzentrationen im Plasma verhalten sich während des Zyklus gegenläufig (AURICH und KLUG, 1993; KANITZ, 2001).

Die Stute weist ein bis zwei Follikelwellen (AURICH und KLUG, 1993; LACK und HUCHZERMEYER, 2004) innerhalb eines Zyklus auf. Die erste Anbildungswelle beginnt zur Zyklusmitte an deren Ende die Ovulation steht. Bei Stuten mit zwei Anbildungswellen beginnt die erste während des frühen Diöstrus, wobei der hieraus resultierende Follikel zumeist der Atresie anheim fällt. Erst der Graaf'sche Follikel aus der 2. Welle, welche ca. 7 Tage nach

der ersten selektiert wird, gelangt zur Ovulation (LACK und HUCHZERMEYER, 2004). Stuten mit einer Follikelwelle weisen kürzere Zyklen als Stuten mit zwei Wellen auf. Gemeinsam sind beiden Typen der Follikeldynamik ein signifikantes Absinken der Follikelanzahl mit einem Durchmesser unter 20 mm bei Heranbildung des dominanten Follikels (BECKER et al., 1994).

Der weitere Zyklusverlauf ist vom Schicksal der Eizelle abhängig. Bleibt eine Befruchtung aus, bildet sich der Gelbkörper zum Corpus luteum periodicum um. Dieser besteht bis zum Ende des Zyklus, an dem er unter der Wirkung von $\text{PGF}_{2\alpha}$ endometrialen Ursprungs zurückgebildet wird. Das bis dahin vom Gelbkörper produzierte Progesteron sinkt entsprechend in seiner Plasmakonzentration und der hemmende Effekt (negativer Feedback) auf die FSH-Freisetzung bleibt aus, wodurch ein neuer Zyklusbeginn ermöglicht wird.

Bei Befruchtung der Eizelle entsteht aus dem Gelbkörper ein Corpus luteum graviditatis, welches über die normale Zykluslänge hinaus Progesteron produziert und von neugebildeten Hilfgelbkörpern unterstützt wird (GLATZEL et al., 1983).

Der mittlere Abstand zwischen zwei Rossen beträgt etwa 20 bis 23 Tage mit jahreszeitlichen Schwankungen der Rossedauer, die etwa 3 bis 12 Tage beträgt. Die Dauer der Rosse ist zu Beginn meist länger als gegen Ende einer Zuchtseason (GLATZEL, 1997). Andere Autoren geben durchschnittliche Zykluslängen mit 21 ± 2 Tagen, sowie eine Rossedauer von 4 bis 10 Tagen (LACK und HUCHZERMEYER, 2004) an, bei AURICH und KLUG (1993) finden sich Angaben einer mittleren Zykluslänge von 22 Tagen von denen im Mittel sieben Tage auf die Rosse entfallen.

2.2 Anatomische Voraussetzungen bei Zuchtstuten

Die Geschlechtsorgane der Stute lassen sich funktionell (BARTMANN et al., 2002) in die Keimzellen bereitenden Organe, die Eierstöcke, die Keimzellen leitenden Organe, die Eileiter sowie das die Keimzelle bewahrende Organ, die Gebärmutter gliedern. Als Verschluss- und Schutzeinrichtung liegt die Zervix zwischen Uterus und Scheidenraum. Letzterer dient mit seinen Anteilen Scham, Kitzler, Scheidenvorhof und Scheide als Begattungsorgan und Geburtsweg.

Die dargestellten Verhältnisse im Abschnitt 2.2. repräsentieren die anatomischen Gegebenheiten einer nicht trächtigen, durchschnittlich großen, schweren und geschlechtsreifen Warmblutstute. Entsprechende Veränderungen der Größen- und Lageverhältnisse ergeben sich beispielsweise durch Rasseunterschiede, Trächtigkeiten und Alter.

2.2.1 Scham, Scheidenvorhof und Scheide

Die Vagina der Stute ist ein etwa 25 cm langer, dünnwandiger und dehnbarer Kanal. Den kaudalen Verschluss des Scheidenvorhofes bildet die Vulva. Diese besteht aus den Labia vulvae, welche gemeinsam die Rima vulvae bildet. Die Schamlippen vereinigen sich in ihrer dorsalen und ventralen Ausdehnung zu der Commissura labiorum dorsalis und ventralis. Im ventralen Schamwinkel befindet sich die Klitoris in der Fossa clitoridis, weitgehend bedeckt vom Praeputium clitoridis. Die Grenze zum kaudal gelegenen Vestibulum vaginae bildet das Hymen, welches sich unmittelbar kranial der Harnröhrenöffnung als Schleimhautfalte quer durch die Scheide erstreckt (BARTMANN et al., 2002) und durch seinen speziellen Druckmechanismus das innere Genitale vor Keimbesiedlungen bewahrt (REIF, 2002).

Die kraniale Fornix vaginae umgibt allseitig die Portio vaginalis. Bedingt durch die Lage der Scheide, ist der kranial gerichtete Anteil bauchhöhlenwärts von Peritoneum umgeben. Nach kranial ist das Scheidendach zum Rektum und zur Excavatio rectogenitalis gewandt. Der Scheidenboden zeigt zur Excavatio vesicogenitalis und liegt benachbart zu Harnblase und Harnröhre (BARTMANN et al., 2002).

2.2.2 Gebärmutter

Die Stute besitzt einen Uterus bicornis. Er gliedert sich in die beiden Cornua uteri, das Corpus uteri sowie die Cervix uteri. Die Gebärmutterhörner und der Gebärmutterkörper besitzen jeweils eine Länge von etwa 25 cm. Während der Gebärmutterkörper dorsal dem Rektum und ventral der Harnblase anliegt, werden die beiden schlauchförmigen, etwa unterarmstarken Hörner in ihrem divergierenden Verlauf durch Anteile des Darmkonvoluts gegen die innere Lendenmuskulatur gedrängt. Sie beschreiben dabei einen kranioventral konvex verlaufenden Bogen, welcher am Übergang zu den Eileitern endet. Der etwa 6 bis 7 cm lange Gebärmutterhals bildet durch seine Aufteilung in Ostium uteri internum, Canalis cervicis uteri, Ostium uteri externum und die Portio vaginalis eine Barriere gegenüber dem Scheidenraum.

Die Wand des Uterus besteht aus mehreren Schichten. Die innere Auskleidung bildet das Endometrium, bestehend aus einer einschichtig hochprismatischen Lamina epithelialis welche je nach Zyklusstand Kinozilien tragen. Darunter liegt die bindegewebige Lamina propria mucosae, bestehend aus dem Stratum compactum und Stratum spongiosum, welche die Glandulae uterinae beherbergen. Das Myometrium gliedert sich in drei Schichten. Die Innere, das Stratum musculare circulare mit zirkulär verlaufenden, kräftigen glatten

Muskelfasern, dem darauf folgenden Stratum vasculosum und dem Stratum musculare longitudinale, einer äußeren schwächeren Muskelschicht mit longitudinal verlaufenden Muskelfasern. Umhüllt wird der Uterus durch das Perimetrium (BARTMANN et al., 2002).

2.2.3 Eileiter

Der Eileiter gliedert sich in seinem stark gewundenen Verlauf in mehrere Abschnitte. Das zur Bauchhöhle offene Infundibulum tubae uterinae trägt die Fimbriae tubae, welche sich an das Ovar anlegen und zum Teil mit diesem verbunden sind. Die folgenden Abschnitte bilden die erweiterte Ampulla tubae uterinae, das enge Isthmus tubae uterinae, die Pars uterina, sowie die Papilla uterina, welche die gebärmutterseitige Öffnung bildet (BARTMANN et al., 2002).

2.2.4 Eierstöcke

Die Stutenovarien zeigen im Vergleich zu anderen Haussäugetieren einen stark differierenden Aufbau (HOHENHAUS und LEHMANN, 1990). Die Zona parenchymatosa, welche die Keimzellen enthält, liegt im Inneren des Ovars, umgeben von der gefäß- und nervenreichen Zona vasculosa. Die Zona parenchymatosa erreicht die Oberfläche des Stutenovars nur an der Fossa ovarii, welche sich als ca. 2 cm große Vertiefung am Margo liber des Ovars darstellt und während der Rosse die Palpation eines Follikels, bzw. unmittelbar nach der Ovulation kurzfristig die Palpation eines frischen Corpus luteum (C. l.) oder Corpus haemorrhagicum (C. h.) ermöglicht. Die Ovarien sind durch ihr ca. 15 cm langes Mesovarium, welches in etwa auf Höhe der Querfortsätze des fünften Lendenwirbels entspringt, eine handbreit kaudal der Nieren aufgehängt.

2.2.5 Gekröseverhältnisse am Genitaltrakt der Stute

Die Aufhängung der Geschlechtsorgane erfolgt durch verschiedene Bandsysteme. Neben dem Mesovar werden die Eierstöcke jeweils durch das Ligamentum ovarii proprium mit der Uterushornspitze verbunden. Aus dem lateralen Teil des Mesovars geht das Mesosalpinx hervor, das Gekröse des Eileiters, welches zusammen mit dem Eileiter selbst, dem Mesovar und dem Ligamentum ovarium proprium die nach kranioventral geöffnete Bursa ovarica bilden.

Das großflächige Mesometrium ist am konkaven Margo mesometricus der Uterushörner angeheftet und erstreckt sich in dieser Anheftung über den Gebärmutterkörper bis zum Gebärmutterhals. Dieses Band entspringt aus dem dorsalen Areal des peritonealen Teils der Seitenwand der Beckenhöhle, geht in Anteile von Mesovar und Mesosalpinx über und gewinnt weitere Anteile aus der Serosa der Lenden- und Kreuzbeingegend, etwa vom dritten bis vierten Lendenwirbel bis hin zum vierten Kreuzbeinwirbel. Aus dem lateralen Anteil des Gebärmuttergekröses entspringt kaudal der Uterushornspitze das Ligamentum teres uteri, welches vor dem inneren Leistenring endet.

Die Gesamtheit aus Mesovar, Mesosalpinx und Mesometrium bilden das Ligamentum latum uteri, dessen subserösen bindegewebigen Anteile das Parametrium bilden, welches die Leitungsstrukturen umschließt (BARTMANN et al., 2002).

2.3 Ovarfunktionen

Aufgrund der anatomischen und physiologischen Gegebenheiten bei der Stute ergeben sich für die Follikelentwicklung, Ovulation und die Ausbildung von Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum Verhältnisse, die im Folgenden beschrieben werden.

2.3.1 Follikelentwicklung und Ovulation

Die Gesamtheit aus Oozyte und Follikelzellen bildet den Ovarialfollikel, welcher sich in der Zona parenchymatosa des Stutenovars befindet. Die Entwicklung der Follikel erfolgt über verschiedene Größen, abhängig von dem Entwicklungsstadium der Follikelstrukturen, die in unterschiedlichem Ausmaß an den Ovarien festgestellt werden können. Die Entwicklung beginnt mit dem Primordialfollikel, deren Anzahl mit ca. 36000 bei der Stute angegeben wird, über Primärfollikel, Sekundärfollikel, Tertiärfollikel bis hin zum sog. Graaf'schen Follikel. Die mehrschichtige Follikelwand unterscheidet sich je nach Entwicklungsstadium von außen nach innen in eine Schicht mit Basalzellen, Intermediärzellen und Granulosazellen, wobei ab dem Stadium des Tertiärfollikels eine Differenzierung in Theca follicularis interna und externa stattfindet. Die Basalzellen haben neben nutritiven Funktionen auch die Aufgabe der Synthetisierung von Östrogenen aus Androgenen, während die Intermediär- und Granulosazellen vor allem Stütz- und Ernährungsfunktionen zukommen (LIEBICH, 1999).

Die Androgenbiosynthese wird mit zunehmender Follikelgröße durch LH stimuliert, bedingt durch eine zahlenmäßige Zunahme von LH- bzw. human Chorion Gonadotropin- Rezeptoren an den Follikeln. Mit Zunahme der Östrogenkonzentration im Blut verstärken sich die

äußeren Rosseerscheinungen aber auch die Progesteronkonzentration steigt im Inneren des Follikels bereits zu diesem Zeitpunkt an. Dieser Anstieg ist im peripheren Blut nicht bzw. kaum messbar – dies ist erst ab dem Zeitpunkt der Ovulation möglich (HOHENHAUS und LEHMANN, 1990). Neben der zentralen Stellung von FSH und LH in der Regulation der Steroidbiosynthese bewirken verschiedene Wachstumsfaktoren eine Feinregelung der lokalen Prozesse. Diese Wachstumsfaktoren haben sowohl stimulierende als auch hemmende Wirkung auf die Synthese von Enzymen, welche für die Steroidbiosynthese verantwortlich sind (KANITZ, 2001).

Makroskopisch lassen sich dabei im Diöstrus reife Follikel von atresierenden unterscheiden. Während reife eine gelbliche Innenauskleidung besitzen und zahlreiche Blutgefäße durch die Follikelwand sichtbar werden, gestaltet sich die Innenauskleidung von atresierenden Follikeln weißlich und arm an Blutgefäßen (LIEBICH, 1999).

Der präovulatorische reife Follikel wird als Graaf'scher Follikel bezeichnet, der beim Pferd eine Größe von 20 bis 70 mm erreicht (HOHENHAUS und LEHMANN, 1990) und bedingt durch diese Größe einer transrektalen Palpation zugänglich ist, wobei die Ovulation lediglich bei Follikeln ab einer Größe von 4 cm zu erwarten ist (GLATZEL et al., 1981).

Unter dem Begriff der Ovulation versteht man das Reißen der Follikelwand an einer Prädispositionsstelle und das anschließende Auslaufen des Follikels, der zu diesem Zeitpunkt meist eine Größe von mehr als 40 mm aufweist (GLATZEL et al. 1981; HOHENHAUS und LEHMANN, 1990). Dieser Vorgang findet überwiegend gegen Ende der Rosse statt. Er unterliegt dabei sehr starken jahreszeitlichen und individuellen Schwankungen - vom ersten bis zum fünften Rossetag, bis hin zu fünf Tagen nach Ende der Rosse (HOHENHAUS und LEHMANN, 1990). Am Stigma folliculare kommt es durch Veränderungen der Mikrozirkulation und unter Einfluss von proteolytischen Enzymen zu einer Schwächung der Follikelwand, so dass an dieser Stelle eine Ruptur und somit das Auslaufen der Follikelflüssigkeit mitsamt der Eizelle möglich ist (LIEBICH, 1999).

Die Stute gehört grundsätzlich zu den einfrüchtigen Tieren, es kommen jedoch auch Mehrfachovulationen vor die in Abhängigkeit von Rasse, Alter und Jahreszeit bis zu 25 % betragen können (GLATZEL et al. 1983; GLATZEL, 1997).

2.3.2 Die Entwicklung von Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum

Der Gelbkörper, welcher sich nach der Ovulation aus den verbliebenen Zellen der Follikelwand und den Stromazellen der Zona follicularis bildet, hat die Funktion einer temporären endokrinen Drüse mit der Befähigung Progesteron, Östrogene und eventuell auch Oxytocin zu bilden. Je nach Schicksal unterscheidet man ein Stadium der Anbildung,

Reife und Rückbildung (Corpus luteum cyclicum) oder bei Eintreten einer Befruchtung und daraus resultierender Trächtigkeit eine Verlängerung des Bestehens zu einen Corpus luteum graviditatis (GLATZEL, 1997).

Für den zyklischen Gelbkörper resultieren hieraus verschiedene Strukturformen: Corpus haemorrhagicum, Corpus luteum und Corpus albicans. Mit dem Einreißen der Follikelwand während der Ovulation kommt es zu einer Fragmentierung der Basalmembran zwischen Basalzellen und Theka follicularis interna. Es folgt eine Einsprossung von Kapillaren in die Follikelwand, die zusammen mit Arteriolen der Theka externa in die Follikelhöhle vordringen (LIEBICH, 1999). Das Lumen der ehemaligen Follikelhöhle füllt sich mit Blutserum, Blutkoagula und verbleibenden Resten der Follikelflüssigkeit und bildet dergestalt das Corpus haemorrhagicum (ALLEN et al., 1987; LIEBICH, 1999). Über die Gefäße gelangen Stromazellen, Fibroblasten und Makrophagen in die ehemalige Follikelhöhle und beginnen mit der Organisation, der Luteinisierung des Corpus haemorrhagicum bis zur Mitte des Zyklus (LIEBICH, 1999). Vor Etablierung der Ultraschalltechnik in der gynäkologischen Untersuchung von Stuten wurde angenommen, dass die Entwicklung eines C. l. immer über die Form eines C. h. verlaufe. Definiert wurde das C. h. als ein Gelbkörper mit einem zentralen Gebiet welches mit Follikelflüssigkeit und Blutbestandteilen gefüllt ist. Darüber hinaus macht dieses Areal mehr als 10% der Gelbkörperfläche aus. In Folgeuntersuchungen wurde festgestellt, dass nur etwa die Hälfte der sich anbildenden Gelbkörper diese Eigenschaften im Ultraschall aufweisen und die andere Hälfte ein homogenes Erscheinungsbild haben (GINTHER, 1988). Eine Erklärung für diese Diskrepanz zwischen histologischen und ultrasonographischen Beobachtungen lieferten ALLEN et al. (1987): in einem in vitro Versuch stellten sie fest, dass nicht fließendes Blut stark echogene Eigenschaften besitzt. Als eine mögliche Erklärung wurde die „Roleauxbildung“ von Erythrozyten angeführt. Mit zunehmender Sedimentation konnten für Plasma, Serum und nicht zellulärem Fibrinthrombus anechogene Eigenschaften festgestellt werden. Geronnene und sedimentierte Zellbestandteilen weisen eine hohe Echogenität auf. Die Autoren folgerten daraus, dass das echogene Erscheinungsbild des Gelbkörpers unmittelbar nach der Ovulation im Wesentlichen vom Sedimentationsverhalten des Blutes und nicht vom Luteinisierungsgrad bestimmt wird.

Die ersten Veränderungen an den Follikelzellen treten bereits präovulatorisch unter dem Einfluss von LH auf. Diese zeigen sich in Veränderungen der Follikel- und Stromazellen der Theka interna, bedingt durch funktionelle Hypertrophie und Hyperplasie, welche mit der Ovulation in erheblichem Maße zunehmen. Eine Folge daraus ist eine Transformation der Follikelzellen in Luteinzellen. Die Einlagerung von gelblichen Pigmenten (Lipochromen) wird dabei als Luteinisierung bezeichnet. Je nach Herkunft der Luteinzellen wird zwischen

Granulosaluteinzellen und Thekaluteinzellen unterschieden. Granulosaluteinzellen, aus der Follikelwand stammend, sind vor allem für die Größenausbildung des Gelbkörpers entscheidend und bilden überwiegend Progesteron und in geringerem Maße auch Östrogene und evtl. Oxytocin (LIEBICH, 1999), wie bei anderen Tierarten nachgewiesen (SCHAMS et al., 1982). Die aus der Theka interna stammenden Thekaluteinzellen sind kleiner und zahlenmäßig geringer vertreten als die Granulosaluteinzellen, erfüllen aber die gleiche Funktion, weisen jedoch einen höheren Gehalt an Lipochromen auf (LIEBICH, 1999).

2.4 Klinische Untersuchungsmöglichkeiten des Stutengenitales

Nach ENGLAND (1992) ergeben sich aus den anatomischen Verhältnissen folgende Möglichkeiten zur rektalen Exploration der weiblichen Geschlechtsorgane: Nachdem das Rektum komplett von Faezes befreit ist, kann die Hand des Untersuchers die Uterushörner aufsuchen, welche kranial mit divergierendem Verlauf vor dem Becken liegen. Diese werden beiderseits nach lateral verfolgt bis die Ovarien zu fühlen sind. Dabei sollte versucht werden, die untersuchende Hand immer kranial der zu untersuchenden Struktur zu positionieren. Seitliche Bewegungen mit dem Arm bei Anspannung des Rektums sind zu unterlassen da hierbei Verletzungs- und Rissgefahr vor allem im dorsalen Bereich besteht. Diese werden oft nicht unmittelbar bemerkt, da diese Areale nicht direkt der Hand anliegen. Bei Kontraktionen des Darms ist die Hand zurück zu ziehen, bei Ansammlung von Luft kann versucht werden, durch vorsichtiges Vorwärtsgreifen im Darm Kontraktionen auszulösen. Gelegentlich sind die Ovarien einer Palpation nicht direkt zugänglich, da sie lateral des breiten Gebärmutterbandes liegen. Durch behutsame Manipulation kann versucht werden, sie in eine Position kranio-medial zum Beckenband zu befördern.

Bei Eintritt einer Trächtigkeit wird der Uterus zwischen dem 15. und 21. Tag post ovulationem (p. o.) zunehmend geschwollen, tonisch und schmaler. Ab dem 21. Tag fühlen sich der Uteruskörper und die Hörner palpatorisch schlauchähnlich an mit stärker werdendem Tonus. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um absolut verlässliche Anzeichen für eine Trächtigkeit, da diese Anzeichen bei älteren multiparen und bei Maidenstuten nicht dermaßen intensiv ausgeprägt sein müssen. Des Weiteren ähnelt der Tonus dem eines Uterus während der Involution in der Fohlenrosse, aber auch dem Tonus bei einer akuten Endometritis (GLATZEL und BELZ, 1995; KLUG, 1999). Gelegentlich kann die Gebärmutter während eines verlängerten Diöstrus einen erhöhten Tonus beibehalten (KLUG, 1999).

Ab dem 21. Tag der Trächtigkeit entwickelt sich an der Basis des Uterushorns eine Umfangsvermehrung mit einem Durchmesser von 3 bis 5 cm welche sich nach ventral ausbuchtet. Im Bereich des Konzeptus ist die Uteruswand verdünnt, wird aber durch die

Gewebsspannung der angrenzenden Uterussteile in Position gehalten (ENGLAND, 1992). Diese Phase des erhöhten Uterustonius wird als „Sensibilisierungsphase“ bezeichnet. Sie reicht nach BARTMANN und WISSDORF (2002) etwa vom 18. Tag der Gravidität bis zur sechsten Woche.

Mit zunehmendem Wachstum der Fruchtanlage nimmt die Schwellung zu, behält aber ihre sphärische Form bei Erhalt des Tonus im distalen Hornabschnitt. Um den 60. Tag der Trächtigkeit erreicht die Anschwellung einen Durchmesser von etwa 12 cm und füllt das tragende Horn aus, der Körper des nicht trächtigen Horns behält seinen Tonus. Es folgt eine Abnahme der Gewebsspannung und eine Ausdehnung der Trächtigkeit in den Uteruskörper, und schließlich in das nicht trächtige Horn. Um den 90. Tag ist der gesamte Uterus flüssigkeitsgefüllt. Die weitere Ausdehnung führt dazu, dass die ventrale Oberfläche des Uterus an der ventralen Bauchwand zu liegen kommt, während die dorsale Oberfläche durch das Gebärmutterband auf Spannung gehalten wird. Eine Unterscheidung zwischen Uteruskörper und Hörnern ist zu diesem Zeitpunkt kaum noch möglich (ENGLAND, 1992).

2.4.1 Scheide, Gebärmutterhals und Gebärmutter

Vagina, Cervix und Uterus unterliegen zyklisch bedingten Form- und Funktionsveränderungen. Diese Merkmale können für die klinische Diagnostik und Beurteilung des Zyklusstandes mit herangezogen werden. Bedingt durch charakteristische Östrogen- und Progesteronspiegel im Zyklusverlauf ergeben sich je nach Zyklusstand unterschiedliche Symptome.

2.4.1.1 Scheide

Unter dem Einfluss von Östrogen während der Rosse erfährt die Vaginalschleimhaut eine verstärkte Ödematisierung mit Faltenbildung und gleichzeitiger Zunahme der Durchblutung mit Rötung und vermehrter Feuchtigkeit auf ihrer Oberfläche. Im Gegensatz dazu präsentiert sich die Vaginalschleimhaut unter hohen Progesteronwerten blass rosa, mit geringgradigen Mengen eines zäh pappigen Schleimes und ausbleibender Ödematisierung.

Im Proöstrus und Östrus besitzen sowohl das Vestibulum vaginae, als auch die Vagina propria einen dehnungsbereiten Tonus im Gegensatz zu Phasen, in denen eine Progesterondominanz vorherrscht und die genannten Organe einen fest-elastischen Tonus aufweisen (ENGLAND, 1992; BUSCH und KLUG, 1999). Diese Verschluss- und

Schutzmechanismen können auch nach verzögerten geburtsbedingten Dammrissen gestört sein und damit die weitere Zuchtnutzung beeinträchtigen (LANGE et al., 1999; REIF, 2002).

2.4.1.2 Gebärmutterhals

Weitere zyklische Form- und Funktionsveränderungen finden sich an der Portio cervicis, welche im Proöstrus in das Scheidenlumen hervorragt und mit einem Finger passierbar ist. Unter östrogenbedingter Gewebsauflockerung im Östrus erfolgt eine Lageveränderung der Cervix in den ventralen Abschnitt des Fornix vaginae, auf dessen Boden sie eine eher abgeflachte Form einnimmt. Der Cervixkanal ist nun leicht dehnbar (ENGLAND, 1992; BUSCH und KLUG, 1999).

Die Palpation der Cervix per Rektum ist im mittleren Beckenbereich durch ventrales Hin- und Herstreichen mit den Fingerspitzen, vor allem während der Lutealphase möglich, schwieriger ist sie im Östrus und Anöstrus zu ertasten (ENGLAND, 1992).

2.4.1.3 Gebärmutter

Der nichtträchtige Uterus der Stute weist außerhalb der Rosse eine darmähnliche Konsistenz auf, die sich während der Rosse durch Ödematisierung zu einer teigigen Konsistenz wandelt. Bei sonographischer Untersuchung zeigt sich während dieser Zeit das Endometrium im quer geschnittenen Uterus als sog. Radspeichenstruktur (RSS), während der Uterus im Diöstrus bei sonographischer Betrachtung ein homogenes Bild abliefern (BUSCH und KLUG, 1999). Im Gegensatz zum Rind fehlt während des Östrus ein Tonus. In der Lutealphase ist dieser wieder verstärkt spürbar, nimmt vor allem in der späten Lutealphase weiter zu und erweckt den Eindruck einer röhrenförmigen Struktur (ENGLAND, 1992).

In einer Studie an fünf holländischen Warmblutstuten über insgesamt 12 Zyklen wurde die Ausprägung und das Auftreten der RSS in Kombination mit äußerer Rosseausprägung sowie Östrogen- und Progesteronkonzentrationen untersucht und in Zusammenhang gestellt. Besonderes Augenmerk galt hier den Veränderungen an der Endometriumsschleimhaut, deren Falten sich im Diöstrus nicht darstellen und eine homogene Textur bei sonographischer Betrachtung ergeben (PYCOCK et al., 1995). Während sich das Uteruslumen im Diöstrus oft als schwache weiße Linie darstellen lässt, verschwindet dieses Phänomen mit zunehmender Ödematisierung des Endometriums während des Östrus (GINTHER und PIERSON, 1984b; ENGLAND, 1992; PYCOCK et al., 1995). Hieraus resultiert bei Ultraschalluntersuchungen des Uterusquerschnittes ein Bild, welches mit dem

Anschnitt einer Orange oder einem Wagenrad verglichen wird. Zentrale, dichte Anteile der Falten erscheinen dabei echogen, während sich ödematisierte Anteile der Falten als anechogene Areale präsentieren. Das erste Auftreten der RSS erfolgt mit Ende des Diöstrus und nimmt im Verlauf des Östrus zu. Sie nimmt in ihrer Ausprägung etwa 48 Stunden ante ovulationem (a. o.) wieder ab, ein Umstand, welcher in der Praxis zur Optimierung des Besamungszeitpunktes mit herangezogen werden kann. Die Hormonprofile der untersuchten Stuten wiesen einen starken Anstieg der Plasmaöstradiolkonzentrationen 7 bis 5 Tage mit einem Peak 48 bis 24 Stunden a. o. auf. Unmittelbar um bzw. einen Tag p. o. fielen die Östrogenwerte abrupt ab. Die Progesteronwerte befanden sich zum Zeitpunkt der Rosse auf Basalwerten. Im Mittel wurde das erste Auftreten der RSS $7,4 \pm 1,1$ Tage a. o. mit einer maximalen Ausprägung 24 bis 48 Stunden a. o. beobachtet. Die RSS war jedoch im Vergleich zu älteren Studien immer noch am Tag und bisweilen einen Tag nach der Ovulation sichtbar, was die Autoren mit der Nutzung leistungsfähigerer Ultraschallgeräte begründeten. Ihre Ausprägung scheint nicht abhängig von den absoluten Östrogenkonzentrationen zu sein, vielmehr hemmen Progesteronkonzentrationen von über 1 ng pro ml Serum ihre Ausprägung. Zudem scheint es Rasseunterschiede im zeitlichen Verlauf und Ausprägung der RSS zu geben, weshalb unterschiedliche Angaben in der Literatur zu finden sind (PYCOCK et al., 1995).

2.5 Trächtigkeit bei der Stute

Im Falle der Befruchtung und Einnistung der Eizelle kommt es zur Entstehung eines Corpus luteum graviditatis, welches über die zyklische Phase hinaus bestehen bleibt und Progesteron sezerniert. Als Besonderheit bei der Stute wird dieses jedoch bereits ab dem 40. bis 60. Trächtigkeitstag durch sekundäre Gelbkörper (Corpora auxiliaria) unterstützt bzw. abgelöst. Diese Gelbkörper entstehen durch zusätzliche Follikelbildungen, die entweder direkt luteinisieren, oder aber auch ovulieren und mitunter befruchtungsfähig sein können. Ebenso wie der ursprüngliche Gelbkörper unterliegen die zusätzlichen auch der Regression, so dass ab ca. dem 200. Trächtigkeitstag die Plazenta die einzige Progesteronquelle darstellt (GLATZEL, 1997).

Die Anbildung zusätzlicher Follikel und somit daraus entstehenden Gelbkörpern erfolgt durch das Hormon Pregnant mare serum gonadotropin (PMSG), welches sowohl FSH- als auch LH-Aktivität aufweist. Es wird in den Endometrial cups des Endometriums vom 32. bis 40. Trächtigkeitstag bis hin zum 120. bis 130. Trächtigkeitstag gebildet. Diese Hormonbildung bleibt bestehen, auch wenn es zwischenzeitlich zum Verlust der fötalen

Anlage kommt. Dieses führt zu einer Blockade des Zyklus mit Ausbleiben einer Rosse und möglichem falsch positivem Ergebnis eines Labortests auf Trächtigkeit.

Die mittlere Trächtigkeitsdauer bei der Stute wird mit 323 bis 350 Tagen angegeben, mit einer Streuung von etwa 10 Tagen. Eine Verlängerung der Trächtigkeit wird mit einer möglichen Entwicklungspause des Fetus mit einer Dauer von 3 bis 5 Wochen beschrieben die in einem Zeitraum zwischen dem 16. und 35. Tag post conceptionem (p. c.) auftreten kann (GLATZEL, 1997).

Durch seine relativ späte Einnistung ist der Embryo zwischen dem 15. und 28. Tag p. c. zu einer Migration innerhalb der Gebärmutterhörner befähigt. Die Feststellung der Trächtigkeit kann palpatorisch mit großer Sicherheit ab dem 20. bis 30. Tag erfolgen. Zu diesem Zeitpunkt ist eine etwa hühnereigroße Ausbuchtung, meist in der Nähe der Uterusbifurkation, fühlbar, welche sich in Richtung des mütterlichen Abdomens ausstülpt (GLATZEL, 1997). Zudem nutzt man das Phänomen der Sensibilisierung, welche sich in einer verstärkten Kontraktionsbereitschaft des Myometriums im Bereich der Fruchtanlage äußert (BARTMANN und WISSDORF, 2002).

Ein besonderes Risiko in der Pferdezucht stellt die Zwillingsgravidität dar. Die Rate an Mehrfachovulationen wird mit bis zu 25 % angegeben, die Rate der daraus resultierenden Zwillingsgraviditäten rasseabhängig zwischen dem 13. und 21. Tag mit bis zu 15 % (GLATZEL et al., 1983).

2.6 Ultraschalltechnik

Die Ultraschalltechnik nutzt das Reflexionsprinzip akustischer Wellen. Dabei wird akustische Energie in ein Medium gesendet und an Stellen, auf denen sie auf ein Hindernis trifft entsteht ein Echo. Die anfänglich ausgesandte Energie wird reflektiert und kann am Ausgangsort wieder empfangen und umgewandelt werden. Bei den ausgesendeten Schallwellen handelt es sich um mechanische Wellen, welche in ihrer Ausbreitung an Materie gebunden sind. Die durch Schallwellen angeregten Teilchen schwingen in einer bestimmten Anregungsfrequenz um ihre Ruhelage. Dabei findet jedoch keine Fortbewegung sondern ein Energietransport statt. Ihre Ausbreitung erfolgt in Geweben in Form von Longitudinalwellen. Sie durchdringen dabei Zonen höherer Molekulardichte, sog. Hochdruckzonen, und Zonen niedriger Molekulardichte, sog. Niederdruckzonen. Die daraus resultierende Verdichtungs- und Verdünnungsphase wird als Periode bezeichnet. Als vollständiger Schwingungszyklus wird dabei der Abstand zwischen zwei Zonen gleicher Schwingungsphasen, welche mit der Wellenlänge λ umschrieben wird bezeichnet. λ ist dabei abhängig von der

Schwingungsfrequenz f und der Schallgeschwindigkeit v . Es gilt die Formel $\lambda = v/f$ (GLADISCH, 1993).

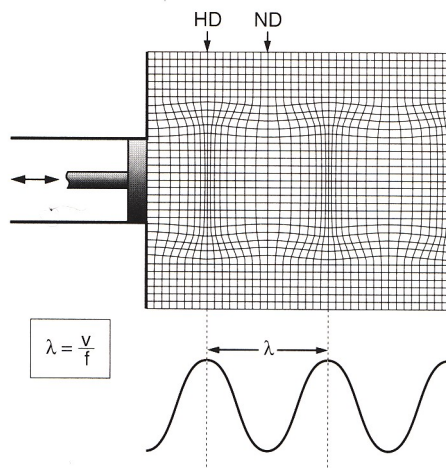


Abbildung 1: Periodische Dichteänderung in einem Medium nach Ankopplung einer Schallwelle. HD = Hochdruckzone, ND = Niederdruckzone, Lambda = Ausdehnung eines Schwingungszyklus (GLADISCH, 1993)

Die Ausbreitung und das Verhalten von Ultraschallwellen in biologischen Geweben folgen den akustischen Gesetzmäßigkeiten. Neben der gewünschten Reflexion unterliegen sie den Regeln der Schallwellenintensität, Schallwellengeschwindigkeit und Schallwellenwiderstand. Des Weiteren unterliegen sie der Transmission, Brechung, Streuung, Beugung und Absorption.

Die Frequenz f wird mit der Einheit Hertz (Hz) bezeichnet. Sie gibt die Anzahl der Perioden pro Zeiteinheit wieder, wobei 1 Hz = eine Periode pro Sekunde bedeutet. Je nach Geräteausstattung reicht der Bereich des Ultraschalls von 1 bis 10 Megahertz (MHz). Im Vergleich dazu liegt der Bereich des für das menschliche Gehör wahrnehmbaren Schalls in einem Bereich von 16 Hz bis 16000 Hz.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen mit der Geschwindigkeit v ist abhängig von der Dichte und der Elastizität des zu durchlaufenden Mediums. Dichte Medien werden dabei schneller durchlaufen als weniger dichte, wobei für Weichgewebe eine durchschnittliche Schallgeschwindigkeit von 1540 ms^{-1} angenommen wird (POULSEN NAUTRUP, 2000a). Als akustische Impedanz werden die akustischen Eigenschaften eines Mediums bezeichnet. Sie definiert sich als Produkt aus Dichte des Mediums und Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls in diesem Medium.

Impedanz $z = \text{Dichte } \rho \times \text{Schallgeschwindigkeit } v$

Beim Durchdringen von Gewebe wird ein Teil der Schallenergie, abhängig von Gewebeart und Schallfrequenz, in Wärme umgewandelt und steht für den Bildaufbau nicht mehr zur

Verfügung. Die Absorption erhöht sich in Weichgeweben linear mit Zunahme der verwendeten Frequenz, d.h. hohe Frequenzen bedingen eine starke Absorption und geringe Eindringtiefe der Schallwellen (POULSEN NAUTRUP, 2000a).

Die Erzeugung von Ultraschallwellen erfolgt durch piezoelektrische Kristalle. An diese wird eine elektrische Wechsellspannung angelegt, wodurch mechanischen Schwingungen entstehen, welche in das zu untersuchende Medium ausgesendet werden. Die im Gewebe reflektierten Wellen (Echos) bewirken an denselben Kristallen bei Wiederauftreffen mechanische Verformungen und Ladungsverschiebungen, welche als elektrische Spannung registriert werden können. Die Darstellung dieser Echos erfolgt in verschiedenen Grauschattierungen, die von weiß bis schwarz reichen. Die Kristalle dienen somit gleichzeitig als Schallquelle und auch als Schallempfänger und werden als Ultraschallumwandler, Transducer oder auch Applikator bezeichnet (KÄHN und LEIDL, 1984; POULSEN NAUTRUP, 2000b).

Ultraschallgeräte arbeiten nach dem Prinzip des Impuls-Echo-Verfahrens. Ultraschallimpulse werden für eine Dauer von 0,8 bis 1,5 μ sek. ausgesandt und danach das Gerät auf Empfang umgeschaltet. Es erfolgt ein stetiger Wechsel von Senden und Empfang, wobei das Verhältnis von Impulsdauer zu Impulsintervall als Tastverhältnis bezeichnet wird.

Die Darstellung der Echos erfolgt mittels Oszillographenröhren. Zu unterscheiden sind dabei verschiedene Verfahren: Das A-Scan Verfahren (A = amplitudenmoduliert) und das B-Scan Verfahren (B = brightness = Helligkeit), des weiteren Compound- und Echtzeitverfahren, die Varianten des B-Scan Verfahrens darstellen. Die Darstellung der Echos im A-Scan Verfahren erfolgt durch einen Lichtpunkt gleich bleibender Helligkeit, wobei die empfangenen Echos den Lichtpunkt von seiner Basislinie ablenken. Die Ablenkungsamplitude entspricht dabei der Intensität der Echos, der Abstand der Auslenkung des Lichtpunktes entspricht dem Abstand der echogebenden Struktur vom Sender. Im Gegensatz dazu wird beim B-Scan Verfahren die Intensität des Echos nicht durch die Höhe der Ablenkungsamplitude wiedergegeben, sondern in verschiedene Helligkeitsstufen des Lichtpunktes umgesetzt. Dadurch wird zum einen die Feststellung der Tiefe einer echogebenden Struktur in einem Medium ermöglicht, zum anderen kann auch die Echoverteilung einer Vielzahl von Bildzeilen nebeneinander liegender Echomuster in virtuelle Schnittflächen einer untersuchten Körperregion dargestellt werden. In der Echokardiographie wird z.B. das sog. eindimensionale B-Scan Verfahren genutzt, wobei die von Herzklappen und Herzkammern zurückfallenden Echos auf einem Papierstreifen registriert und die zeitliche Abfolge der Bewegungen dargestellt werden. Compound- und Echtzeitverfahren fallen unter die Gruppe des zweidimensionalen B-Scan Verfahrens. Beim Compound-Verfahren wird ein statisches

Speicherbild erzeugt, welches vor jedem neuen Bildaufbau wieder gelöscht werden muss – der Bildaufbau erfolgt durch divergierende und konvergierende Schallkopfführung. Im Gegensatz dazu erfolgt beim Echtzeit- oder Real-Timeverfahren ein ständiger Bildaufbau, mit einer Bildfolgefrequenz die so hoch ist (20 bis 50 Bilder pro Sekunde), dass die Einzelbilder vom Betrachter nicht mehr wahrgenommen werden können, und eine laufende Darstellung (wie im Film) ermöglicht wird. Hierdurch wird die Beurteilung von anatomischen und pathologischen Strukturen einschließlich ihrer Bewegungen ermöglicht und erlaubt in gewissen Grenzen Rückschlüsse auf ihre Funktion (GLADISCH, 1993).

2.6.1 Sonographie in der Stutengynäkologie

Gründe für den Einsatz von Ultraschalltechnik in der Gynäkologie besonders beim Pferd werden von vielen verschiedenen Autoren angegeben. Sie liegen vor allem in der Lage bzw. in den anatomischen Gegebenheiten weiblicher Geschlechtsorgane beim Pferd (MONTAVON, 1994; HOHENHAUS und LEHMANN, 1990), darüber hinaus den Besonderheiten des Geschlechtszyklus und den züchterischen Bestrebungen und daraus resultierenden Anforderungen an den praktischen Tierarzt (AURICH und KLUG, 1993).

Ermöglicht werden die Überwachung der Ovarfunktionen, das Erkennen der Ovulation (ein- oder mehrfach), Trächtigkeitsuntersuchung und Zwillingsmanagement (LEIDL et al., 1992), Bildung und Entwicklung eines C. I. und dessen Beurteilung (MONTAVON, 1994). Des Weiteren wird die Abklärung von Dysfunktionen im Zyklus der Stute sowie eine weiterführende Diagnostik von pathologischen Zuständen am Reproduktionstrakt der Stute ermöglicht (KÄHN und LEIDL, 1987; HOHENHAUS und LEHMANN, 1990)

GINTHER (1988) formuliert die Einsatzmöglichkeiten des Ultraschalls am Ovar wie folgt:

1. Feststellung der Geschlechtsreife von heranwachsenden Stuten und Überwachung ob eine Stute in einen ovulatorischen Zyklusverlauf eintritt
2. Abschätzung des Zyklusstandes
3. Bestimmung der bevorstehenden Ovulation
4. Feststellung der Ovulation
5. Feststellung des Ausbleibens einer Ovulation
6. Feststellung von Mehrfachovulationen
7. Feststellung der Persistenz eines C. I.
8. Feststellung einer vorgeburtlichen Regression des C. I. während der Trächtigkeit
9. Beobachtung des Follikelstatus von chronisch anovulatorischen Stuten und die Reaktion auf die Behandlung zur Follikelstimulation

Die Handhabung des Ultraschallkopfes zur bildgebenden Sonographie von Uterus und Ovarien erfolgt nach KÄHN und LEIDL (1987) wie im folgenden beschrieben.

Nach der manuellen rektalen Vorkontrolle des inneren Genitales wird der Schallkopf in der Medianen auf den Uterus verbracht und von diesem als Ausgangspunkt weiter geführt. Der Uterus wird im Verlauf seiner Hörner mit nach ventral gerichtetem Schallkopf bis zu seinen Spitzen verfolgt wobei sich die Ausrichtung im Verlauf nach lateral und leicht dorsal verändert. Um die Ovarien nach Erreichen der Hornspitzen darzustellen ist meist eine leichte Verschiebung der Sonde nach kranial notwendig.

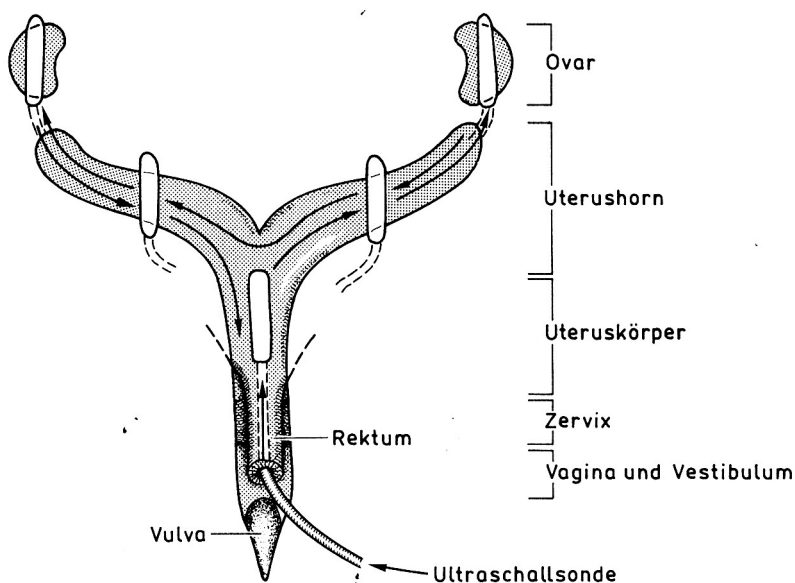


Abbildung 2: Ultrasonographischer Untersuchungsgang von Uterus und Ovar der Stute. Über Uteruskörper und Uterushörner wird der Weg zu den Ovarien gesucht (HOHENHAUS und LEHMANN, 1990)

Die Fixierung oder eine bestimmte Lagerung der Ovarien ist meist nicht nötig, nur wenn zwischen Schallkopf und Ovar liegende Darmschlingen eine ausreichende Ankopplung verhindern. Bei Bedarf kann mit den Fingern der Schallkopf führenden Hand das Ovar dichter an die Sonde herangebracht werden. Eine Schwenkung des Schallkopfes von dorsolateral nach ventrolateral am Ovar ermöglicht dessen bildliche Zerlegung in Scheiben zur Erlangung eines Gesamteindrucks über vorliegende Befunde. Diese Bewegung sollte entsprechend langsam erfolgen, um sich auch ein Bild über kleinere und dicht beieinander liegende Strukturen zu machen. Aus diesen Vorgaben ergibt sich eine Schnitfführung welche vom Margo mesovaricus zum Margo liber des Ovars reicht. Lageveränderungen des Ovars während der Untersuchung können zu veränderten Schnittebenen führen, dabei allerdings auch weitere Beurteilungsmöglichkeiten aus etwas verschobener Sicht ermöglichen.

Am Ovar der Stute lassen sich je nach Funktions- und Zyklusstand verschiedene physiologische und pathologische Gegebenheiten und Funktionsgebilde mittels der Ultraschalltechnik darstellen. Im Folgenden soll lediglich auf Follikel und Corpora lutea eingegangen werden.

2.6.1.1 Follikel

Wässrige Flüssigkeiten reflektieren keine Schallwellen und werden daher als nicht- oder anechogen bezeichnet wie z.B. Follikelbläschen, die sich schwarz darstellen. Den Gegensatz dazu stellen sehr dichte Gewebe, wie z.B. ein Corpus albicans (C. a.) dar, welches viele Wellen reflektiert und aus diesem Grund als echogen bezeichnet wird. Es erscheint deshalb dementsprechend weiß auf dem Bildschirm. Je nach Dichte rangieren andere Gewebe zwischen diesen Extremen und stellen sich in entsprechenden Grauschattierungen dar (GINTHER, 1988). GLATZEL et al. (1996) konnten zeigen, dass sowohl künstlich erzeugte, als auch pathologische Veränderungen am Bullenhoden ihre Entsprechung im Ultraschall aufweisen. Aufgrund ihrer echogenen Eigenschaften lassen sich anatomische Strukturen und pathologische Veränderungen im Echogramm darstellen und bilden eine wertvolle Ergänzung zur klinischen Untersuchung wenn Artefakte ausgeschlossen werden können.

Die Auflösung und Darstellung der zu beobachtenden Strukturen wird maßgeblich durch die Fähigkeiten und Qualität des Ultraschallgerätes vorgegeben. Je höher die Sendefrequenz des Ultraschallkopfes, desto besser die Auflösungsqualität, was jedoch zu Lasten der Eindringtiefe geht (KÄHN und LEIDL, 1984; GINTHER, 1988, POULSEN NAUTRUP, 2000a). Aufgrund der Distanz zum Ovar und dessen Größe, reicht bei der rektalen Untersuchung eine Eindringtiefe bis etwa 8 cm, was den Einsatz höher frequenter Sonden ermöglicht. Mit Hilfe von 3 MHz Sonden gelingt die Darstellung von Follikeln ab 6 mm und frischen Gelbkörpern, eine 5 MHz Sonde ermöglicht jedoch schon die Verbildlichung eines 2 mm großen Follikels und die Darstellung eines C. l. während seiner ganzen Lebensspanne. Deshalb ist für die gynäkologische Untersuchung der Stute ein 5 oder 7,5 MHz Schallkopf mit entsprechend leistungsfähigem Gerät Mittel der Wahl (GINTHER, 1988).

Follikel weisen im Ultraschall die Charakteristika einer flüssigkeitsgefüllten Blase auf. Die Darstellung entspricht zum Teil der morphologischen Beschaffenheit des Follikelaufbaus, darüber hinaus entstehen jedoch auch Strukturen, die durch das Verhalten der Ultraschallwellen beim Auftreffen auf die flüssigkeitsgefüllte Blase entstehen und dementsprechend zu interpretieren sind. Es entstehen Bildelemente, die nicht der tatsächlichen Gewebebeschaffenheit entsprechen, sondern als Kunstprodukte zu werten

sind. Diese Auswirkungen hängen von dem Auftreffen der Schallwellen und der damit unterschiedlichen Reflexion zum Schallkopf zusammen: Angenommen, Schallwellen träfen schräg zu einer absolut glatten Fläche auf, würden sie vollständig abgelenkt und ergäben kein Echosignal. In den verschiedenen Gewebetypen handelt es sich jedoch immer um raue und unebene Grenzschichten, so dass auch bei schrägem Auftreffen immer ein Teil der Wellen reflektiert wird. Die höchste Echogenität weisen Schallwellen an einer Stelle auf, an der sie senkrecht auf eine Struktur treffen, wie z.B. der Vorder- und Rückwand einer Blase, wodurch eine sehr intensive Reflexion entsteht, welche sich im Bild als eine sehr helle und schmale Linie darstellt. An Stellen, an welchen die Schallwellen schräg auf eine Follikelwand treffen, kommt es nur zu einer Teilreflexion die entsprechend vom Sondenkopf empfangen wird während der Rest der Wellen gestreut wird. Die Darstellung der Follikelwand wird etwas dunkler und ist somit weniger echantensiv. Wird die Follikelwand nur tangential getroffen kommt es zu einer fast vollständigen Ablenkung der Schallwellen, so dass kaum noch Echosignale die Sonde erreichen. Außerdem setzen sich in diesem Bereich kaum noch Ultraschallwellen geradlinig in die Tiefe fort, so dass keine nennenswerten Reflexionen aus diesem Bereich empfangen werden können. Von der Stelle der Streuung reicht daher ein schmaler, sich gelegentlich konisch verbreitender Schallschatten in die Tiefe und somit auch zum unteren Rand des Bildschirms.

Werden Strukturen hinter flüssigkeitsgefüllten Blasen dargestellt, kommt es in diesen Bereichen zu Echoverstärkungen die sich in Form von Bildaufhellungen widerspiegeln. Die Ursache liegt in der Tatsache, dass Ultraschallwellen, welche Flüssigkeiten durchdringen, mit höherer Energie auf tiefer liegende Strukturen treffen, als Wellen, die vorher grenzschichtenreiche Gewebe durchdrungen und deshalb an Energie verloren haben bzw. abgelenkt wurden. Das Gleiche gilt auch für die Reflexion der Wellen zurück zum Schallkopf. Als Resultat erscheinen hinter flüssigkeitsgefüllten Strukturen Gewebe scheinbar zeldichter, wobei der Bereich der Bildaufhellung der Tiefe der Flüssigkeitsansammlung entspricht (KÄHN und LEIDL, 1987).

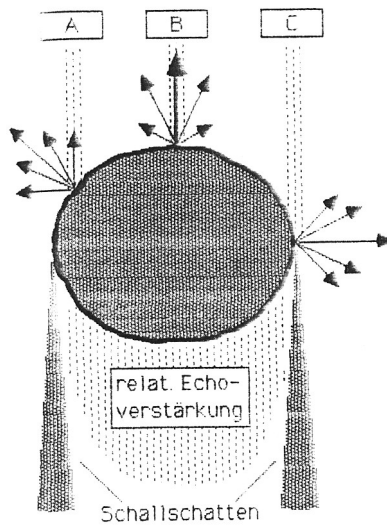


Abbildung 3: Modell der echografischen Darstellung einer flüssigkeitsgefüllten Blase
 A = schräger Schalleinfall; B = senkrechter Schalleinfall; C = tangentialer Schalleinfall
 (KÄHN und LEIDL, 1987)

2.6.1.2 Corpora haemorrhagica und Corpora lutea

Die Gelbkörper von Stuten lassen sich aufgrund ihrer echogenen Eigenschaften im Ultraschall identifizieren. Als typische Merkmale führen KÄHN und LEIDL (1987) die Echogenität ihrer Schnittfläche, Größe und Gestalt an. Die Abgrenzung vom Ovarstroma gelingt durch eine dünne Begrenzungslinie. Luteingewebe stellt sich in Ultraschallbildern in Graustufen dar, die charakteristisch für eine Reflexion von lockerem, mäßig dichtem Gewebe sind (KÄHN und LEIDL, 1984 und 1987). Angrenzendes Ovarstroma weist durch seine höhere Dichte eine meist echointensivere Charakteristik auf. Die genannten Autoren beschreiben die Form des Gelbkörpers als unregelmäßig, gelegentlich leicht kubisch oder tailliert. Diese Taillierung wird oft durch angrenzende Blasen hervorgerufen. Bei PIERSON und GINTHER (1985) finden sich zudem Beschreibungen wie pilz- und flaschenhalsförmig. Unmittelbar nach der Ovulation werden morphologisch zwei verschiedene Typen von Gelbkörpern unterschieden. Zum einen das Corpus haemorrhagicum, zum anderen das Corpus luteum, wie es über den Zyklus zu beobachten ist. MONTAVON (1994) spricht in diesem Zusammenhang auch von Gelbkörpern vom anechogenen (entspricht C. h.) und echogenen (entspricht C. l.) Typ. Die Entstehung des anechogenen C. l. Typs kann in zeitlich sehr engen Intervallen nach der Ovulation beobachtet werden. Nach Verlust von follikulärer Flüssigkeit aus dem Lutealgewebe, bildet sich eine zentral anechogene Zone deren Größe mit 0,5 bis 11,6 cm² bemessen wurde. Weitere Beobachtungen zeigten streifenartige Gebilde im Inneren dieser Zonen, welche als Fibrinisierungs- und Koagulierungsvorgänge des

Inhaltes dieser Zonen interpretiert werden. C. I. vom anechogenen Typ traten gehäufiger bei multiplen Ovulationen auf. Die Luteinisierung des entstehenden C. I. beginnt meist von der Peripherie aus und setzt sich zur Mitte hin fort. Während der Reifung des C. I. wird das Blutserum, welches sich im Ultraschall im Gegensatz zu Luteinzellen anechogen darstellt, resorbiert, mit der Folge der Entwicklung eines echogenen, homogenen Körpers. Dieses Phänomen kann zur Altersschätzung des entstehenden Gelbkörpers herangezogen werden. Durch Fibrinfilamente mit Kavernen kann die Blutmasse in dunkle anechogene und hellere echogene Zonen unterteilt werden, wobei die anechogene Masse überwiegend aus Erythrocyten, Plasma und Resten von Follikelflüssigkeit besteht. Die hellen Zonen sprechen für eine Proliferation des Luteingewebes. Wie in Abschnitt 2.3.2. beschrieben, führen ALLEN et al. (1987) die beobachtete Echogenität des C. h. unmittelbar nach der Ovulation nicht auf eine rasche Proliferation des Lutealgewebes zurück, sondern auf die echogenen Eigenschaften von geronnenem Blut.

Der Gelbkörper unterliegt in seiner Entwicklung über den Zyklus Veränderungen in der Ausprägung seiner Echogenität im sonographischen Bild. Als Ursache für dieses Phänomen werden hämodynamische Schwankungen im C. I. mit Veränderungen der Dichte vermutet (MONTAVON, 1994).

Mittels Dopplersonographie kann der Blutfluss der größeren, den Gelbkörper umgebenden Gefäße, ab einem Zeitraum unmittelbar nach der Ovulation bzw. ab dem zweiten Tag p. o. dargestellt werden. Der Blutfluss steigt bis etwa Tag fünf, wonach er bis Tag sieben auf einem konstant hohen Niveau verbleibt, um danach bis Tag 15, in seltenen Fällen bis Tag 19 wieder abzufallen (BOLLWEIN et al., 2002).

Die Darstellung eines C. I. bei der Stute gelingt nach MONTAVON (1994) mittels Ultraschall etwa während 2/3 des Zyklus und bei eintretender Trächtigkeit bis hin zum Ende des sechsten Trächtigkeitsmonats. In Veröffentlichungen, welche sich mit der sonographischen Darstellung von Gelbkörpern beschäftigen, lässt sich beobachten, wie mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Ultraschallsonden die Länge der Darstellbarkeit von Gelbkörpern über den Zyklus zunimmt. So findet sich bei GINTHER und PIERSON (1984a) ein Beobachtungszeitraum von 14 Tagen, ein Jahr später bei PIERSON und GINTHER (1985) eine Zeitspanne von 17 Tagen und bei BOLLWEIN et al. (2002) vereinzelt Beobachtungen bis Tag 19.

2.6.1.3 Feststellung der Trächtigkeit

Eine ultrasonographische Feststellung der Trächtigkeit bei der Stute ist je nach Fähigkeiten des Untersuchers und des verwendeten Schallkopfes bereits zwischen dem 9. und 13. Trächtigkeitstag möglich. Ab dem 9. Tag stellt sich die Trächtigkeit als Bläschen mit ca. 3 bis 5 mm Durchmesser dar, welches anfangs fortlaufend an Größe zunimmt, am 14. Tag bereits eine Größe von 14 bis 19 mm erreicht und zu diesem Zeitpunkt eine sicherere Diagnose zulässt. Ab dem 16. Tag p. c., mit Erreichen einer Größe von 20 bis 25 mm verlangsamt sich das Größenwachstum und die Form wechselt von kugelig zu ovoid, nimmt zwischen dem 18. und 21. Tag oft eine birnenförmiger Gestalt an und stellt sich danach unregelmäßig dar. Der Embryo ist etwa ab dem 21. Tag p. c. am Boden der Fruchtblase im Ultraschall sichtbar und steigt bis zum 40. Tag der Trächtigkeit innerhalb der Fruchtblase auf. Kurz nach Darstellbarkeit des Embryos ist es auch möglich, den Herzschlag festzustellen und somit die Trächtigkeitsdiagnose einer lebenden Frucht zu sichern (KÄHN, 1991).

2.6.2 Graustufenmessung

Bedingt durch physikalische, technische und physiologische Faktoren werden der Bildbeurteilung in der Ultraschalldiagnostik Grenzen gesetzt. Bei der gewünschten Darstellung von Organen und Geweben treten technisch bedingt Probleme auf. Durch die Ankopplung des Schallkopfes entsteht eine Dämpfung von Ultraschallwellen, so dass das entstehende Bild nicht immer mit der wirklichen Gewebetextur korreliert. Weitere Einschränkung erfährt die Ultraschalldiagnostik durch die Beziehung von Frequenz und damit Eindringtiefe zu Lasten des Auflösungsvermögens (hohe Frequenz = gute Auflösung bei geringer Eindringtiefe und umgekehrt). Durch die technische Weiterentwicklung der Ultraschallapparaturen wird dieser Umstand zwar zunehmend kompensiert, jedoch sind der Beurteilung durch das menschliche Auge Grenzen gesetzt. Dieses vermag nur etwa bis zu 25 verschiedene Grautöne im Gegensatz zu 256 verschiedenen durch computergestützte Auswertung zu differenzieren, zum anderen durch eine begrenzte Wahrnehmung von Bildern pro Zeiteinheit. Daher bietet eine objektive Aufbereitung erhobener Befunde und Daten die Möglichkeit zur Erweiterung der Auswertung ultrasonographischer Daten und verbesserter Diagnostik (HERMES, 1997).

Die computergestützte Graustufenanalyse ermöglicht es die Bildelemente eines Ultraschallbildes zu erfassen und einer quantitativen Analyse der Gewebetextur zu unterziehen. Unter Textur versteht man die räumliche Verteilung der verschiedenen

Graustufen im sonographischen Bild. Durch den Zusammenhang von histologischer Struktur und Gewebetextur ist es so möglich feinste, dem menschlichen Auge nicht fassbare, Veränderungen objektiv zu analysieren und zu beurteilen.

Dabei bieten sich zwei Möglichkeiten. Zum einen die eindimensionale Analyse, bei welcher die Häufigkeit des Auftretens einzelner Grauwerte gemessen wird ohne dass Rückschlüsse auf die räumliche Anordnung der einzelnen Grauwerte ermöglicht werden. Bei mehrdimensionalen Analysen wird zusätzlich die räumliche Beziehung der verschiedenen Grauwerte zueinander berücksichtigt.

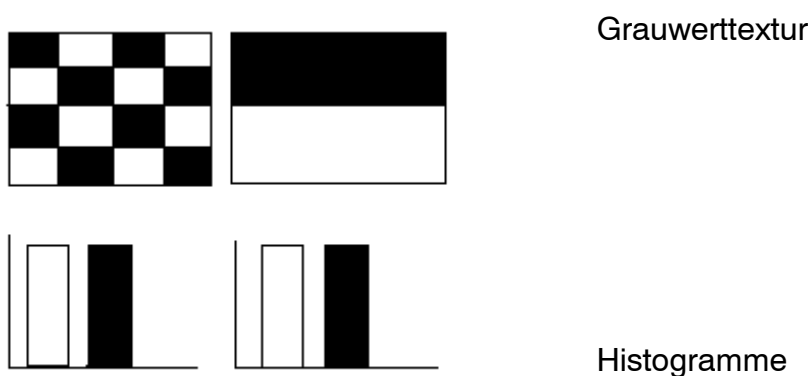


Abbildung 4: Eindimensionale Grauwertistogramme zweier unterschiedlicher Schwarz/Weiß Bilder (HERMES, 1997)

Zur Durchführung der computergestützten Analyse von Ultraschallsignalen bieten sich verschiedene Signalquellen an. Das Radiofrequenzsignal bietet den ursprünglichsten Datensatz, da es in vollem Umfang und ohne Informationsverlust am Ultraschallgerät entsteht. Durch die hohe Frequenz und der damit verbundenen umfangreichen Datenmenge und der Tatsache, dass es bei den meisten Geräten nicht direkt zugänglich ist, erfährt es jedoch starke Einschränkungen in seiner Nutzbarkeit. Als Alternative bietet sich die Digitalisierung und Aufzeichnung der Daten mittels eines Videosignals, bei welchem Informationsverluste in akzeptablem Rahmen gehalten werden. Zudem ermöglicht das Videosignal durch seine Aufzeichnung umfangreiche Zugriffsmöglichkeiten auf die erhobenen Daten (HERMES, 1997).

Unter Digitalisierung versteht man eine Prozedur, bei der jedem Bildpunkt ein numerischer Wert für Helligkeit und örtliche Koordinaten zugeordnet wird. Mit dem Ausdruck Pixelanalyse wird umgangssprachlich der Vorgang bezeichnet, mit dem Ultraschallbilder digitalisiert und analysiert werden. Damit soll die Lücke geschlossen werden, die durch subjektive Beurteilung von Ultraschallbildern und den tatsächlichen physiologischen Gegebenheiten entsteht. Mit Hilfe der Digitalisierung ist es möglich, dieses Problem zu verringern oder sogar

zu beseitigen und eine bessere Interpretation der Aufnahmen zu ermöglichen z.B. Follikelgröße und Kontur (TOWNSON und GINTHER, 1989b).

Diese Form der Bildbearbeitung ermöglicht die Auswertung der Anzahl sowie der Verteilung der einzelnen Grauwerte.

2.6.2.1 Graustufenmessung am Stutenovar

PIERSON und GINTHER (1985) untersuchten unter der Fragestellung der Gewebeveränderung des Gelbkörpers während des Diöstrus, ob die Blutfüllung der Follikelhöhle nach einer Ovulation einen entscheidenden Schritt für die Gelbkörperanbildung darstellt. Nach Festlegung einer bestimmten Verstärkung am Ultraschallgerät für jede Untersuchung wurden mit Hilfe des Ultraschalls und einer Kamera Aufnahmen der Ovarien, insbesondere der C. I. getätigt, welche mit einer achtstufigen Skala subjektiv beurteilt wurden (PIERSON und GINTHER, 1985; TOWNSON und GINTHER, 1989a). Der Bereich 0 zeichnete sich durch eine vollständige, nichtechogene Antwort, welche sich im Ultraschall als schwarz darstellte, aus. Die Bereiche 1 bis 6 stiegen sequentiell in ihrer Echogenität. Der Bereich 7 schließlich zeichnete sich durch vollständige Echogenität aus, welche sich als komplett weiße Bildschirmdarstellung präsentierte.

Die Bereiche 1 bis 7 wurden genutzt, um den echogenen Anteil der morphologisch verschiedenen Gelbkörperformen, welche die Autoren in Corpus luteum, Corpus haemorrhagicum und Corpus albicans gliederten, zu beschreiben. Um den Effekt von Ultraschallartefakten auszuschließen, wurden Aufnahmen bzw. Messungen nicht in Bereichen getätigt, in denen eine flüssigkeitsgefüllte Struktur vor dem zu messenden Objekt lag. Aufgrund vorausgegangener Arbeiten wurden die C. I. in zwei Kategorien eingeordnet. C. I. mit einer Echogenität mit 90 bis 100 % ihrer Fläche ohne einen nicht echogenen Bereich und C. I. mit einer Echogenität von weniger als 90 % und einer zentralen nicht echogenen Kaverne bzw. einer enthaltenen Struktur, die nur eine geringgradige Echogenität im Messbereich 1 der angeführten Grauskala aufweist. Ausgehend von den Ergebnissen dieser Arbeiten wurde für anechogene Bereiche eine Füllung mit Blutbestandteilen, für netzartige Strukturen ein fibrinähnliches Material mit Blutfüllung in den Zwischenräumen angenommen. Als Unterscheidungsmerkmal zur Differenzierung des Gelbkörpergewebes von Ovarstroma diente die Einschätzung der unterschiedlichen Gewebeeigenschaften durch die Gewebeimpedanz mit scharfer Abgrenzung des Gelbkörpers vom Ovarstroma. Charakteristikum für C. I. ist ein Muster von locker organisiertem, gut vaskularisiertem Gewebe im Gegensatz zu Eierstocksgewebe, welches eine höhere Echogenität aufweist.

Anschließend wurden die C. I. anhand der Messbereiche klassifiziert und der prozentuale Anteil echogen zu anechogen abgeschätzt.

51,5 % wurden als C. h. mit nichtechogenen Anteilen klassifiziert. Dabei trat der anechogene Bereich bei diesen zu 28 % am Tag 0, zu 62 % am Tag 1, zu 6 % am Tag 2 und die verbliebenen 4 % am Tag 3 in Erscheinung. Die 48,5 % der C. I., welche als homogen bezeichnet wurden, wiesen diese Eigenschaften auf, solange sie im Zyklus nachweisbar waren. Ein signifikanter Unterschied zwischen der Regression der beiden Gelbkörpertypen und dem Wiedereintritt in einen neuen Zyklus war nicht festzustellen.

Die subjektiv ermittelten Grauwerte bzw. ihre Einteilung in Messbereiche war signifikant unterschiedlich für die einzelnen Zyklustage, es bestand jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gelbkörpertypen. Die Werte schwankten zum Zeitpunkt der Ovulation um einen Skalenwert von 4,5 bis 5,0 und fielen auf 3,0 bis 3,5 am Tag acht. Diese Werte wurden bis etwa Tag 12 gehalten und es erfolgte wieder ein Anstieg auf Mittelwerte von 4,0 bis 4,5, bevor das C. I. aufgrund seiner Regression nicht mehr nachweisbar war. Morphologisch war häufig eine charakteristische Pilz- oder Flaschenhalsform unabhängig vom Gelbkörpertyp zu beobachten.

Einschränkungen in der Genauigkeit der Messung sind in der Tatsache zu sehen, dass aufgrund der lockeren Aufhängung der Ovarien keine deckungsgleiche Schnittebene für die Folgeuntersuchung an den verschiedenen Untersuchungstagen zu gewährleisten ist, was nur Schätzungen der Verhältnisse zwischen echogenen und anechogenen Bereichen ermöglichte, nicht aber die Gewinnung absoluter Zahlen zur Gelbkörpergröße.

Der Verlauf der Grauwertentwicklung wird mit der lutealen Hämodynamik in Verbindung gebracht. Unmittelbar nach der Ovulation wurden Werte von 5,0 nach Kollaps der Follikelwand und fehlender Vaskularisation gemessen. Ein Abfall der Werte auf 3,0 während maximaler Vaskularisierung, welche nach TOWNSON und GINTHER (1989a) ihr Maximum 30 bis 80 Stunden p. o. erreicht, mit gleichzeitigem Anstieg der Progesteronwerte und schließlich eine Aufhellung der Ultraschalldarstellung mit Beginn der Regression als Zeichen abnehmender Durchblutung, zunehmender Gewebedichte und Fibrinfiltration. Trotz all dieser Kenntnisse scheint eine genaue Altersschätzung des einzelnen C. I. nicht möglich zu sein (PIERSON und GINTHER, 1985).

Sowohl Pixel-Analyse und subjektive Einteilung in eine achtstufige Skalierung weisen in ihrem Verlauf nach TOWNSON und GINTHER (1989a) während einer zweiten Untersuchung in den ersten 5 Tage p. o. an Ponystuten starke Parallelen auf. Unterschiede zwischen Untersuchungen an Pony- und Warmblutstuten bestanden in der Beobachtung der

Hyperechogenität am Tag der Ovulation. Hier wurde dieses Phänomen an Ponystuten erst am Tag 1 beobachtet. Die Gründe hierfür sind bis jetzt noch nicht abgeklärt.

Weitere Parallelen zum Verlauf der Echogenität von Gelbkörpergewebe konnten im Zusammenhang mit dem Verlauf der Progesteronkonzentrationen festgestellt werden. Zum Zeitpunkt niedriger Progesteronkonzentrationen am Anfang und Ende des Diöstrus wiesen die Einschätzungen in der 8 stufigen Skala hohe Werte auf. Im mittleren Diöstrus hingegen waren niedrige Progesteronwerte bei geringen Werten in selbiger Skala zu verzeichnen (TOWNSON und GINTHER, 1989a).

2.6.2.2 Weitere Anwendungsmöglichkeiten der Grauwertmessung in der Tiermedizin

Im Rahmen von mehreren Dissertationen und anderen wissenschaftlichen Arbeiten wurde die Graustufenanalyse (GSA) vor allem zur Ergänzung der Auswertung ultrasonographischer Bilder genutzt.

So konnten mittels GSA an Bildern des Hodengewebes von Bullen Korrelationen zum Alter, Skrotalumfang, Hodentumor, Spermienzahl und geschlechtlicher Beanspruchung ermittelt werden (GRAUE, 2002). Untersuchungen an Hoden und Prostata des Rüden konnten keine Korrelationen zu Gewebeveränderungen der Organe aufzeigen, bilden aber nach Meinung der Autorin eine wertvolle Ergänzung zur Objektivierung der Diagnostik (HÖHNE, 2002). BÜCHELER (1994) zeigte unter Verwendung von Ultraschall am Hoden des Bullen, dass pathologische Veränderungen und anatomische Strukturen charakteristische Entsprechungen im Erscheinungsbild am Echogramm haben. Zu Grunde gelegt wurde die Tatsache, dass die Echointensität in der B-Bilddarstellung einer definierten Helligkeitswertabstufung innerhalb einer Grauskala entspricht.

WEHRLE (2000) nutzte eine computergestützte Bildanalyse um die optische Dichte und Größe von Proteinbanden zu bestimmen. Mit Hilfe des gemessenen mittleren Helligkeitswertes und der Anzahl der Pixel, war es ihm möglich, die prozentuale Verteilung des Proteinmusters von bovinem Seminalplasma nach Auftrennung mittels Gelelektrophorese zu bestimmen.

In Untersuchungen zur Gelbkörperentwicklung und dem Zusammenhängen von sonographischen und funktionellen Befunden des bovinen C. I. ergänzte JÄHN (1998) die Auswertung um die GSA. Festzuhalten bleibt eine negative Korrelation zwischen dem Grauwert und der Plasmaprogesteronkonzentration im Verlauf des Zyklus. Bei der Betrachtung unabhängig vom Zyklus oder Trächtigkeitsverlauf konnte zwischen Volumen und dem Grauwert des Luteingewebes sowie zwischen der Plasmaprogesteronkonzentration und dem Grauwert kein Zusammenhang ermittelt werden. Abgestufte Grauwerte als

Ausdruck für aktive oder inaktive C. I. konnten nur tendenziell festgestellt werden (JÄHN, 1998).

Bei der sonographischen Untersuchung der Trächtigkeiten des europäischen Rehs (*Capreolus capreolus*) konnten mittels GSA am Endometrium Veränderungen der Echotextur festgestellt werden, welche dem Betrachter mit dem bloßen Auge nicht ersichtlich waren. Bei tragenden Tieren wurde ab dem dritten Monat der embryonalen Diapause (etwa ab Oktober) eine quantitative Zunahme flüssigkeitsassoziiertes Graustufen in der Echotextur des Endometriums nachgewiesen, die im späteren Stadium durch Nachweis der Frucht verifiziert werden konnten. Im Rückschluss konnte zudem das Auftreten embryonaler präimplantativer Resorptionen anhand der Änderungen in der Grauwerttextur des Endometriums beobachtet werden (HERMES, 1997).

An Schlachtovarien prüften SINGH et al. (1997) strukturelle und funktionelle Zusammenhänge an Ultraschallaufnahmen von bovinen Corpora lutea. Hohe Messwerte der Pixelanalyse fanden sich an Gelbkörpern während des Metöstrus, niedrige Werte während des frühen und mittleren Diöstrus. Ein Anstieg wurde zum Zeitpunkt der Regression des C. I. im Proöstrus gefunden. Die dunklere und stärker homogenere Echotextur des Ultraschallbildes während des Diöstrus im Vergleich zu Met- und Proöstrus erklärt der Autor durch eine höhere Dichte und größere Luteinzellen während des Diöstrus und einem höheren Anteil an Stromakomponenten im Met- und Proöstrus. Signifikante Korrelationen zwischen Ultraschallbildern und anderen Charakteristika fanden sich für die Dichte von Luteinzellen, Bindegewebe und Stroma. Für Blutgefäßkomponenten finden sich etwas widersprüchliche Angaben. Für sich allein betrachtet besteht keine messbare Korrelation mit Werten der Pixelanalyse. Hohe Werte in der Pixelanalyse in der Anbildungsphase des C. I. werden jedoch einer Kombination aus Bindegewebe und Blutgefäßen zugeschrieben, bedingt durch einen höheren Volumenanteil zu Lasten der Luteinzellen. Das gleiche Phänomen hoher Pixelwerte in der Regressionsphase des C. I. wird durch einen hohen Bindegewebsanteil ebenfalls zu Ungunsten der Luteinzellen beobachtet. Es wird angenommen, dass die strukturellen Anteile von Blutgefäßen ähnliche echogene Eigenschaften besitzen wie Bindegewebe. Die Autoren kamen zu vergleichbaren Ergebnissen wie PIERSON und GINTHER (1985) und TOWNSON und GINTHER (1989a). Zudem zeigen Plasmaprogesteronwerte beim Rind ähnliche Korrelationen zu den Grauwerten im Zyklusverlauf wie bei der Stute (SINGH et al., 1997).

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Material und Methode

3.1.1 Häufigkeit und Zeit der Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden in der Zuchtsaison 2004, beginnend Anfang März bis etwa Mitte September in der Klientel einer tierärztlichen Gemeinschaftspraxis in Norddeutschland durchgeführt.

3.1.2 Angaben zu den Stuten

Mit Hilfe von Erfassungsbögen wurden die Halter der Stuten zu den allgemeinen Daten der Tiere befragt. Erfasst wurden folgende Daten:

- Name
- Alter
- Rasse
- Standort
- Besitzer
- Nutzungsrichtung

Im speziellen Teil wurden Daten zum bisherigen Reproduktionsgeschehen erhoben:

- bisherige Anzahl von Fohlen
- Datum und Verlauf der letzten Geburt
- Gründe für eine eventuelle erfolglose Zuchtsaison
- Ergebnisse von Tupferproben
- bisherige gynäkologische Behandlungen
- EHV Impfstatus der Tiere

Im Anschluss wurde allen Tieren eine fortlaufende Nummer in alphabetischer Reihenfolge ihrer Namen zugeordnet (s. Anhang II).

Mit Hilfe dieser Daten wurde im Weiteren der Zuchtstatus der Tiere erhoben.

Alle Warmblutstuten, sowie zwei Kaltblutstuten waren aktuell EHV 1 und 4 geimpft, die restlichen Kaltblüter sowie alle zur Verfügung stehenden Traberstuten wiesen keinen gültigen EHV 1 und 4 Impfschutz auf.

3.1.3 Rasseverteilung

Insgesamt standen im Rahmen der Feldstudie 53 Stuten an 8 Standorten zur Verfügung. Es handelte sich hierbei um 23 Warmblutstuten der Zuchtichtung Holsteiner, 12 Traberstuten, sowie um 18 Kaltblutstuten der Rasse Schleswiger Kaltblut. Die Warmblüter standen auf insgesamt fünf verschiedenen Betrieben, die Traber auf einem, die Schleswiger Kaltblüter auf zwei Betrieben.

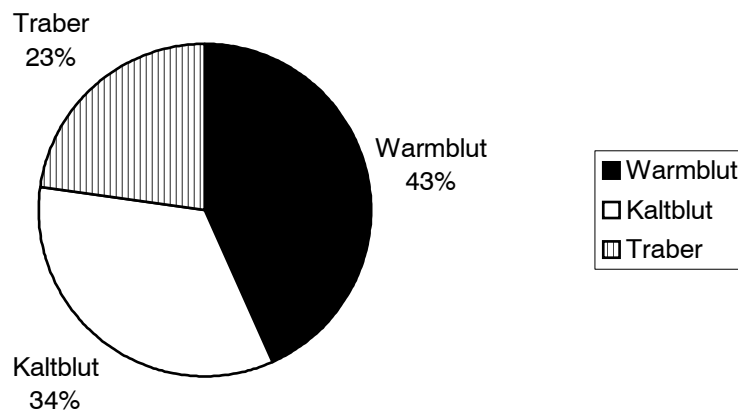


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der untersuchten Stuten nach Rassen; (n;53)

3.1.4 Standorte/Betriebe

Zur Unterscheidung der acht Betriebe wurden Buchstaben vergeben. Dabei gehören die Betriebe A, E, F, G, H zur Warmblutzucht, die Betriebe B und D zur Kaltblut-, sowie Betrieb C zur Traberzucht.

Beschreibung der Zuchtbetriebe:

Betrieb A

Betriebsstruktur	landwirtschaftlicher Betrieb mit angeschlossener Pferdehaltung
Anzahl Zuchtstuten	12 eigene; 2 fremde
weitere Pferde	Nachzucht; Sportpferde; Probierhengst
Fütterung	Silage; Kraftfutter
Haltung	Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform	frisch konservierter Samen auf Station und vor Ort

Betrieb B

Betriebsstruktur	landwirtschaftlicher Betrieb
Anzahl Zuchtstuten	1
weitere Pferde	Nachzucht; gekörter Deckhengst
Fütterung	Silage; Kraftfutter
Haltung	Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform	Natursprung

Betrieb C

Betriebsstruktur	landwirtschaftlicher Betrieb mit Pferdepensionshaltung
Anzahl Zuchtstuten	2 eigene; 10 fremde
weitere Pferde	Zuchtstuten zum Abfohlen; Nachzucht; Pensionspferde
Fütterung	Silage; Kraftfutter
Haltung	Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform	frisch konservierter Samen vor Ort; Tiefgefrierbesamung vor Ort und auf Station

Betrieb D

Betriebsstruktur Zuchtbetrieb/Hobby
Anzahl Zuchtstuten 8 eigene; 9 fremde
weitere Pferde Nachzucht; gekörter Deckhengst
Fütterung Gras; gelegentlich Krafffutter
Haltung ganzjährige Weidehaltung
Besamungsform Natursprung

Betrieb E

Betriebsstruktur landwirtschaftlicher Betrieb
Anzahl Zuchtstuten 3
weitere Pferde Nachzucht
Fütterung Silage; Krafffutter
Haltung Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform frisch konservierter Samen auf Station

Betrieb F

Betriebsstruktur Zuchtbetrieb/Hobby
Anzahl Zuchtstuten 2
weitere Pferde Nachzucht
Fütterung Heu; Krafffutter
Haltung Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform frisch konservierter Samen auf Station

Betrieb G

Betriebsstruktur Reitstall
Anzahl Zuchtstuten 2
weitere Pferde eigene Sportpferde; Einsteller zum Beritt; Pensionspferde
Fütterung Silage; Krafffutter
Haltung Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform frisch konservierter Samen auf Station

<u>Betrieb</u>	<u>H</u>
Betriebsstruktur	Zuchtbetrieb/Hobby
Anzahl Zuchtstuten	2
weitere Pferde	Nachzucht
Fütterung	Heu; Gras; Kraffutter
Haltung	Boxenhaltung mit Weideaustrieb
Besamungsform	frisch konservierter Samen vor Ort

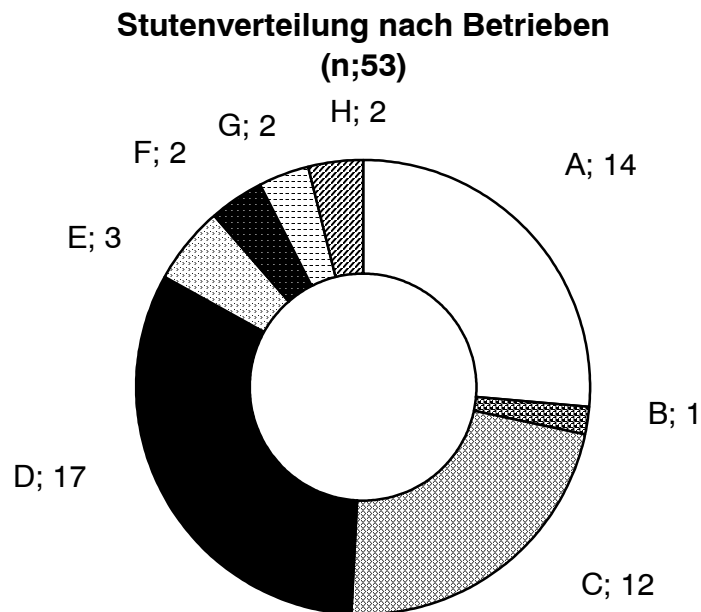


Abbildung 6: Darstellung der Verteilung der Stuten auf die einzelnen Standorte

3.1.5 Zuchtstatus

Die Bestimmung des Zuchtstatus erfolgte mit Hilfe der erhobenen Daten bei den Haltern sowie der daraus resultierenden möglichen Einteilung in Fruchtbarkeitsklassen nach Götze und Merkt:

Tabelle 1: Fruchtbarkeitsklassen nach Götze und Merkt

Gruppe	Voraussetzungen	Fruchtbarkeits-Aussicht
I	Tragende Stuten und Maidenstuten ohne klinische oder bakteriologische Bedenken	70 – 100 %
II	Stuten ohne klinische oder bakteriologische Bedenken, die ein Jahr güst geblieben sind	50 – 70 %
III	Stuten ohne klinische oder bakteriologische Bedenken, die mehr als ein Jahr güst geblieben sind, bzw. Stuten der Gruppe IV bzw. V nach Abheilung	25 – 50 %
IV	Stuten, die klinische Krankheitserscheinungen zeigen oder bakteriologisch bedenklich sind	0 – 25 %
V	Stuten, die wegen erheblicher klinischer Krankheitserscheinungen oder aus anderen Gründen keine Aussicht auf Wiederherstellung mehr bieten	fast 0%

Quelle: Pferdekrankheiten; 4. Arbeitstagung der Fachgruppe „Pferdekrankheiten der DVG in München 1975

Nach Betrachtung der 53 Stuten ergibt sich für alle erfassten Tiere die in Tabelle 2 aufgeführte Verteilung:

Tabelle 2: Darstellung der Verteilung der Stuten auf die Fruchtbarkeitsklassen

Klasse	Gesamt	%	Traber	%	Warmblut	%	Kaltblut	%
I	31	58,5	10	83,3	14	60,9	7	38,9
II	10	18,9	0	0	4	17,4	6	33,3
III	10	18,9	1	8,3	4	17,4	5	27,8
IV	2	3,7	1	8,3	1	4,3	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0

Berücksichtigt man die vorherige Nutzung der Stuten, teilt sich die Population wie folgt:

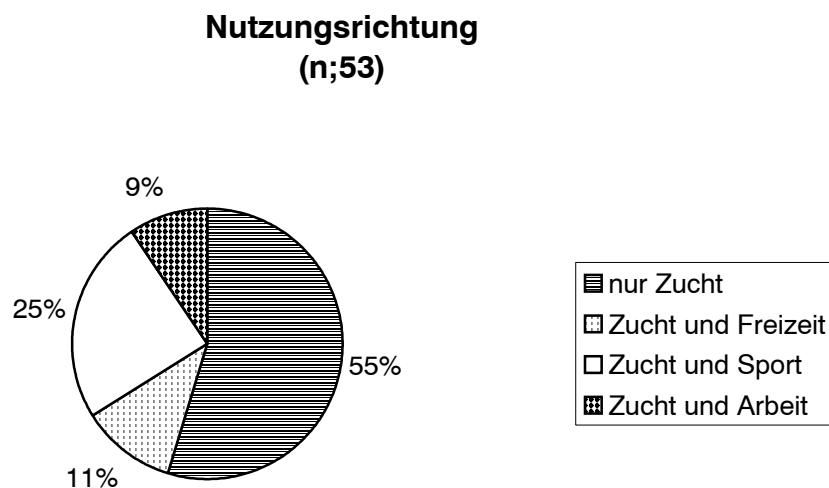


Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der Nutzungsrichtung der untersuchten Stuten

Der Großteil der Stuten befand sich in der Zucht ohne eine sonstige Nutzung. Bei den Stuten die auch zur Arbeit herangezogen wurden, handelt es sich ausschließlich um Kaltblüter, die auch während der Trächtigkeit entweder noch ausgebildet oder zu Zugarbeiten herangezogen werden. Die Freizeitnutzung der Stuten wurde von den Besitzern nicht weiter definiert. Stuten mit einer Nutzung im Sport waren überwiegend Traber die bis zu ihrem züchterischen Einsatz sportlich genutzt wurden, nur eine weitere Warmblutstute fiel in diese Kategorie.

Bedingt durch die Altersstruktur und die Zuchtnutzung ergibt sich folgende Verteilung:

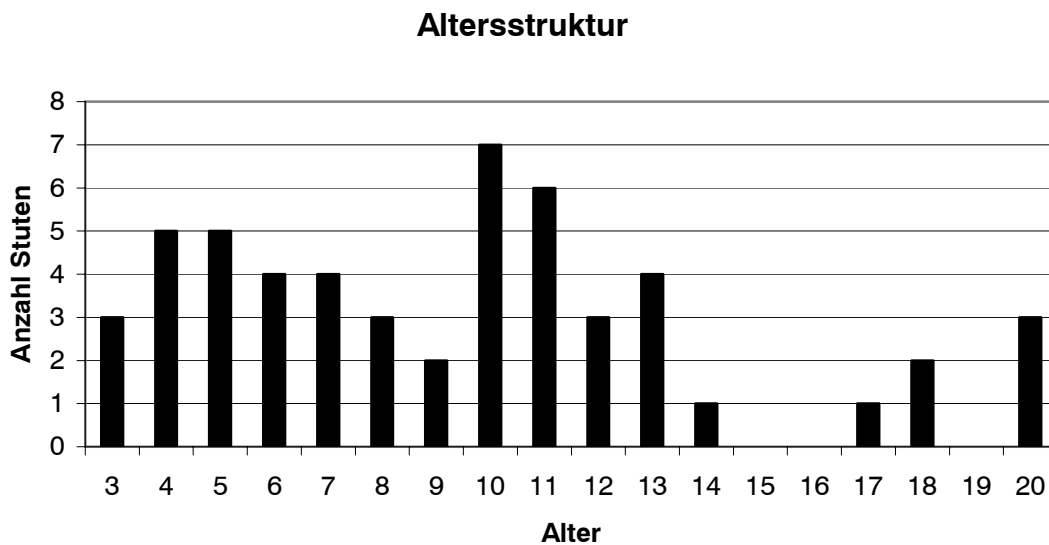


Abbildung 8: Darstellung der Altersstruktur der untersuchten Stuten; (n;53)

Die durchschnittlich jüngste Rassegruppe stellen die Kaltblüter dar, ebenfalls mit der durchschnittlich geringsten Anzahl an erbrachten Fohlen, gefolgt von den Warmblütern und Trabern, wobei die Warmblüter trotz des geringeren Alters bereits mehr Fohlen als die Traber erbracht hatten. Die Werte in der Übersicht:

Tabelle 3: Übersicht über Durchschnittsalter und Anzahl erbrachter Fohlen

	Gesamt (\bar{x})	Traber (\bar{x})	Warmblut (\bar{x})	Kaltblüter (\bar{x})
Alter	9,3	11,25	10,2	7,2
Anzahl Fohlen	2,7	2,9	3,3	2,2

Die Ausgangsposition des Zuchtstatus der Saison 2004 spiegelt folgende Grafik wider:

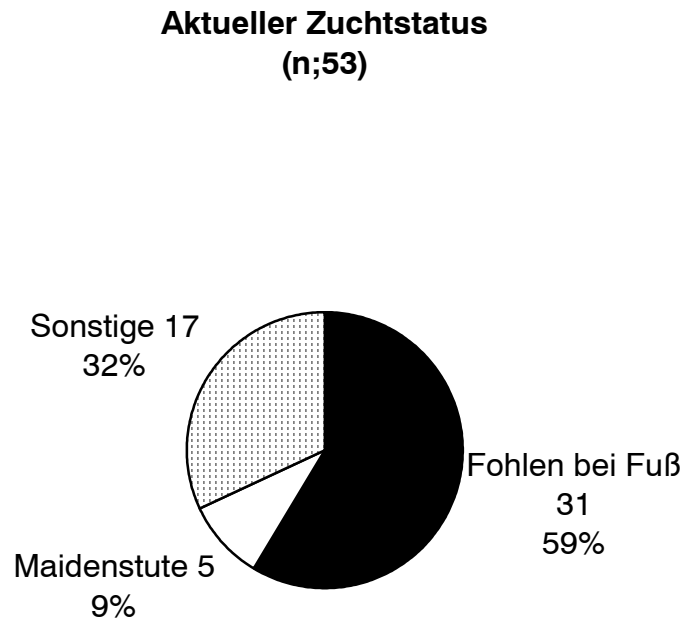


Abbildung 9: Darstellung des Zuchtstatus der untersuchten Stuten in der Zuchtsaison 2004

In der Gruppe der Maidenstuten befinden sich drei dreijährige, eine vierjährige und eine elfjährige Stute. In der Gruppe „Sonstige“, sind Stuten aufgeführt, welche in dieser Zuchtsaison kein Fohlen geführt haben. Gründe dafür waren freiwilliges Aussetzen, güst bleiben, Aborte oder Totgeburten. In der Rubrik Fohlen bei Fuß befand sich eine Stute die ihr Fohlen lebend zur Welt gebracht hat, welches aber einen Tag später tot aufgefunden wurde.

Der überwiegende Anteil der Stuten waren Unipara. Fünf Stuten waren Maidenstuten, 24 Stuten hatten bisher zwei bis sechsmalig abgefohlt. Vier Stuten erbrachten jeweils mehr als acht Fohlen. In Abbildung 10 wird die Verteilung der Anzahl der bisherigen Geburten veranschaulicht.



Abbildung 10: Übersicht über die Anzahl der bisher erbrachten Fohlen

3.1.6 Art der Belegung

Die Belegung der Stuten erfolgte nach Befragung der Besitzer zu äußeren Rosseanzeichen, Erhebung palpatorischer und ultraschallgestützter Befunde, sowie nach Einschätzung des Zyklusstandes nach fixen Terminen wie letzte Abfohlung (Fohlenrosse) bzw. Kenntnis der vorangegangenen Rosse.

Von den insgesamt acht Standorten verfügten der Betrieb A, B und D über einen Probierhengst, mit denen konsequent das Rosseverhalten überprüft wurde. Die Betriebe C und G berichteten gelegentlich vom Rosseverhalten der Stuten, wenn Wallache oder Jährlingshengste in einer benachbarten Pferdebox oder Weide vorhanden waren. Die übrigen Standorte verfügten über keine Möglichkeit zur Überprüfung des Rosseverhaltens am Hengst.

Die Spanne der Art der Belegung reicht vom Natursprung über Besamung mit Frischsperma bis hin zur Besamung mit Tiefgefriersperma.

Alle Kaltblutstuten wurden ausnahmslos im Natursprung bedeckt. Betrieb D nutzte überwiegend seinen eigenen Hengst, zwei Stuten wurden einem Fremdhengst zugeführt, ebenso wie bei Betrieb B.

Im Betrieb C kam sowohl Frisch- als auch Tiefgefriersperma zum Einsatz, wobei mit einer Ausnahme stets vor Ort besamt wurde, ebenso wie im Betrieb H, wobei hier nur Frischsperma zum Einsatz kam. Die Betriebe A, E, F, G ließen ihre Stuten auf regionalen Verbandsstationen belegen, wobei der Betrieb A mit gelegentlichen Besamungen am Stutenstandort eine Ausnahme bildete.

In Tabelle 4 ist die Verteilung der genutzten Belegungsformen dargestellt:

Tabelle 4: Übersicht über die Verteilung der genutzten Belegungsformen

Art der Belegung	Anzahl	Prozent
Natursprung	18	34
flüssigkonservierter Samen	30	56,6
kryokonservierter Samen	5	9,4
gesamt	53	100

3.1.7 Zuchtergebnisse der Saison

Insgesamt waren am Ende der Zuchtsaison 2004 41 der 53 zur Verfügung stehenden Stuten tragend, woraus eine Trächtigkeitsrate von 77,4 % resultiert.

Unter Berücksichtigung der vorherigen Einteilung in Fruchtbarkeitsklassen ergibt sich folgendes Bild:

Tabelle 5: Trächtigkeitsergebnisse in Bezug zur Fruchtbarkeitsklasse nach Merkt/Götze; (n;53 Stuten)

Fruchtbarkeitsklasse	TU +	%	TU -	%
I	24	77,4	7	22,6
II	7	70,0	3	30,0
III	9	90,0	1	10,0
IV	1	50,0	1	50,0
V	0	0	0	0

TU = Trächtigkeitsuntersuchung

TU + = Anzahl tragender Stuten

TU - = Anzahl nicht tragender Stuten

Nach dem Zuchtstatus ergibt sich die in Tabelle 6 dargestellte Verteilung:

Tabelle 6: Trächtigkeitsergebnis nach Zuchtstatus der Zuchtsaison 2004

Stuten	Anzahl geamt	tragend	% tragend	nicht tragend	% nicht tragend
Fohlen bei Fuß	31	25	80,6	6	19,4
Maidenstuten	5	4	80,0	1	20
Sonstige	18	13	72,2	5	17,8

Von den Fohlen führenden Stuten waren am Ende der Zuchtsaison 25 von 31 Stuten tragend, 4 von 5 Maidenstuten, sowie 13 der 18 Stuten aus der Rubrik Sonstige.

Besamungsindex und Besamungsaufwand:

Der Besamungsindex (Anzahl Rossen bis zur Trächtigkeit / Anzahl tragender Stuten) beträgt 1,37 bei 56 Rossen und 41 Trächtigkeiten. Pro erreichte Trächtigkeit wurden 2,61 Portionen an Frischsperma oder Tiefgefriersperma bzw. an Deckakten benötigt, wobei sich bei Tiefgefrierbesamungen die Besamungsdosis laut Angabe der produzierenden Besamungsstation aus jeweils drei bis vier Pailletten zusammensetzte.

3.1.8 Durchführung eigener Untersuchungen

3.1.8.1 Verwendete Geräte

Die Untersuchungen wurde mit einem Ultraschallgerät der Firma GE Medicals® vom Typ LOGIQ TM α 100 und einem 5 Mhz Schallkopf der gleichen Firma mit Typenbezeichnung VE5 – Linear durchgeführt.

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurde für die Untersuchung eine Einstellung gewählt, die nach Meinung des Untersuchers die beste Darstellung von Uterus und Ovarien lieferte. Diese wurde als gleich bleibende Standarddarstellung am Gerät für alle weiteren Untersuchungen belassen.

Sie lautet: V53; DB 54; T 100; N+20; F-0;

Tabelle 7: Übersicht zu den technischen Parametern des verwendeten Ultraschallgerätes

technische Parameter	Modulationsmöglichkeiten	Einstellung
Verstärkung	anwählbar in 1dB Schritten von 0 bis 99	53
Dynamikbereich	anwählbar in Schritten von 6dB von 30 bis 72	54
Tiefe	anwählbar in 25 mm Schritten von 50 bis 150	100
Near	Gesamtverstärkung im Nahbereich bis 20 mm anwählbar in 5er Schritten von -20 bis + 20	+20
Far	Gesamtverstärkung im Fernbereich des Bildes über 20 mm Tiefe; anwählbar in 5er Schritten von -20 bis + 20	0
Focuseinstellung	anwählbar im Bereich von 2, 4, 6, 2 und 6 cm	2

Als Anzeigemonitor am Gerät befand sich ein monochromer S/W Bildschirm von 7 Zoll Größe; Format NTSC oder PAL, mit einer Grauskala von 256 Grauwerten.

Die Aufzeichnung der Ultraschallaufnahmen erfolgte mit einem digitalen Aufzeichnungsgerät der Typenbezeichnung GV – 1000 der Firma Sony®, welches an den Videoausgang des Ultraschallgerätes angeschlossen wurde. Die Aufnahmen wurden auf digitalen Kassetten der Firma TDK® mit der Typenbezeichnung DV 60 mit einer Lauflänge von 60 Minuten aufgezeichnet. Eine integrierte Speicherkarte am Aufzeichnungsgerät ermöglicht die Aufnahme von frei gewählten Standbildern im JPEG Format.



Abbildung 11: Aufbau des verwendeten Ultraschallgerätes mit angeschlossenem Aufzeichnungsgerät

Für die weiteren Auswertungsarbeiten und Bearbeitungen wurde ein Notebook der Firma Medion®, Typenbezeichnung MD 6100 genutzt. Es verfügt über einen Intel Pentium 4® Prozessor mit 2,60 MHz, 512 MB RAM Arbeitsspeicher, 40 GB Festplatte und einer NVIDIA GeForce4 488 Go Grafikkarte. Als Betriebssystem dient die Windows® XP Home Version. Die Bearbeitung und Auswertung erfolgte mit den Programmen Adobe Photoshop 5.0.2, Microsoft® Word 2000, Microsoft® Excel 2000 sowie Windows® Mediaplayer.

3.1.8.2 Untersuchungsintervalle

Bis zur Ovulation wurde täglich etwa im 24 Stundenrhythmus, bei beabsichtigter Tiefgefrier – Besamung auch frequenter, in 6 bis 8 Stunden Intervallen untersucht. Als Kriterien für kürzere Untersuchungsintervalle wurden Rossedauer, Follikelgröße, palpatorischer Follikelbefund, Ausprägung der Radspeichenstruktur der Gebärmutter und falls vorhanden, Aufzeichnungen vom Rosseverlauf einer vorherigen bzw. letztjährigen Rosse herangezogen. Die Untersuchungen wurden solange durchgeführt, bis sowohl palpatorisch, als auch durch Ultraschalluntersuchung die Ovulation gesichert und das Auslaufen des Follikels bzw. ein Corpus haemorrhagicum beobachtet werden konnte. Dieser Zeitpunkt wurde als Tag eins festgehalten und die weiteren Untersuchungen, sofern die Stuten weiterhin zur Verfügung standen, im Fünftagesrhythmus fortgeführt. Insgesamt erfolgten Untersuchungen an den Tagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35, sofern die Stuten trächtig wurden. War dies nicht der Fall und es kam zu einer erneuten Rosse ab Tag 15 wurde mit den Untersuchungen ab der Ovulation mit Untersuchungstag 1 erneut begonnen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf den Tagen 1, 5, 10, 15, die beiden weiteren Untersuchungstage dienten vor allem der Sicherung der Trächtigkeitsergebnisse.

3.1.8.3 Untersuchungsgang

Der Untersuchungsgang begann mit der Befragung der Besitzer nach Anzeichen und Verlauf der Rosse, Besichtigung von Perineum und Scheide, rektaler manueller Untersuchung von Uterus und Ovarien und Dokumentation der erhobenen Befunde. Anschließend wurde die Untersuchung mittels Ultraschall in einem festgelegten Untersuchungsgang fortgeführt: Darstellung des Corpus uteri, des linken Gebärmutterhorns, des linken Ovars, erneuter Beginn am Corpus uteri, Darstellung des rechten Gebärmutterhorns, sowie des rechten Ovars. Bei Trächtigkeitsuntersuchungen erfolgte im Anschluss eine komplette zwei bis dreimalige Darstellung des gesamten Uterus von Hornspitze zu Hornspitze, um evtl. vorhandene Zwillingsträchtigkeiten auszuschließen.

3.1.8.4.2 Legende zu den Untersuchungsbögen

Erläuterungen zu den Untersuchungskarten der Stuten unter Verwendung des hannoveraner Schlüssels:

Stute: Name der Stute
Besitzer: Angabe des Besitzer- bzw. Halternamens und des Standortes

Datum: Datum der Untersuchung
Uhrzeit: Uhrzeit der Untersuchung
Uterus: Angaben nach folgendem Untersuchungsschlüssel:

G = Größe

G1 = klein, Gebärmutterhörner etwa daumenstark

G2 = mittelgroß; Gebärmutterhörner etwa kinderarmstark

G3 = groß, Gebärmutterhörner etwa unterarmstark

G4 = mehr als arm- bzw. brotlaibgroß, große Krümmung aber noch mit der Hand zu umfassen

G5 = große Krümmung der Gebärmutter nicht mehr mit der Hand zu umfassen

S = Symmetrie

As = Asymmetrie des linken oder rechten Uterushorns;

je nach Grad der Asymmetrie

+ = geringgradig, bzw. ++ = deutlich bezeichnet.

am linken Horn erfolgt die Angabe vor, am rechten Horn nach dem „As“

K = Kontraktionsbereitschaft

K1 = schlaff, wenig kontraktionsbereit

K2 = mittlere Kontraktionsbereitschaft

K3 = stark und schnell kontraktionsbereit

Ovarien: L- Ovar/ R- Ovar: Angaben zum linken (L) und rechten (R) Ovar:

W = walnussgroß

H = hühnereigroß

E = enteneigroß

G = gänseeigroß

F = faustgroß

Im jeweiligen Feld daneben schematische Zeichnung des Ultraschallbildes, sowie Größenangabe evtl. ausgemessener Follikel; Angabe in Millimetern.

Follikel: in dieser Spalte wurden Angaben zu palpierbaren Follikeln notiert:

F1 = prall, ohne Fluktuation

F2 = prall, Fluktuation schon feststellbar

F3 = sehr deutliche, aber noch gespannte Fluktuation

F4 = weiche, lappige Fluktuation

F5 = knetbar, lappig – weich (frisch ausgelaufene Follikel)

RSS = Radspeichenstruktur der Uterusschleimhaut

RSS 1 = geringgradig ausgeprägt

RSS 2 = mittelgradig ausgeprägt

RSS 3 = hochgradig ausgeprägt

Im Feld Bemerkungen wurden Angaben zu äußeren Rosse, eingesetzten Medikamenten wie hcG, PGF, Durchführung von Tupferprobenentnahme, Besamungsdaten und Auffälligkeiten bei der sonographischen Untersuchung notiert.

3.1.8.5 Auswertung

Die Durchführung der Grauwertmessungen erfolgte am Notebook mit Hilfe des Computerprogramms Adobe Photoshop® 5.0.2 unter dem Windows® XP Home Betriebssystem in Anlehnung an WEHRLE (2000).

Sie wurde wie folgt durchgeführt:

1. Standbilder der C. h. und C. l. in ihrer maximalen Ausdehnung wurden nach Durchsicht der digitalen Videoaufnahmen am Sony® Watchman (Typenbezeichnung: GV – 1000) erstellt.
2. Diese Standbilder wurden auf der zugehörigen Speicherkarte des Aufzeichnungsgerätes im JPEG Format abgelegt.
3. Überspielung der Bilder von der Speicherkarte auf ein Notebook, wo sie entsprechend dem Zyklusstand und Stuten eingeordnet wurden.
4. Durchführung der Grauwertmessung:
 4. a. Öffnen eines gespeicherten Standbildes eines C. h. oder C. l. im Adobe Photoshop Programm.

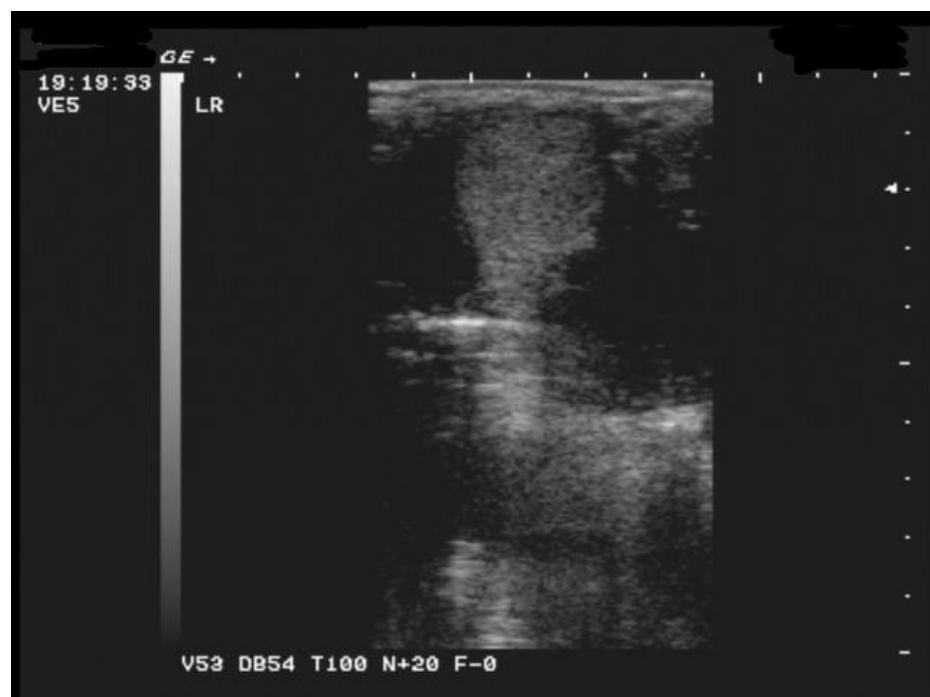


Abbildung 13: Das Standbild des auszumessenden Funktionskörpers

4. b. Umfahren der zu bemessenden Struktur mit der „Lasso Funktion“ im Photoshop Programm um diese zu markieren. Um hierbei ein präzises Arbeiten zu ermöglichen, erfolgte dieser Schritt mit Hilfe eines Zeichenbrettes der Firma AIPTEK® (Typenbezeichnung: Hyper Pen 8000U) da hiermit ein wesentlich genaueres Arbeiten möglich ist als mit Hilfe einer Computermaus.

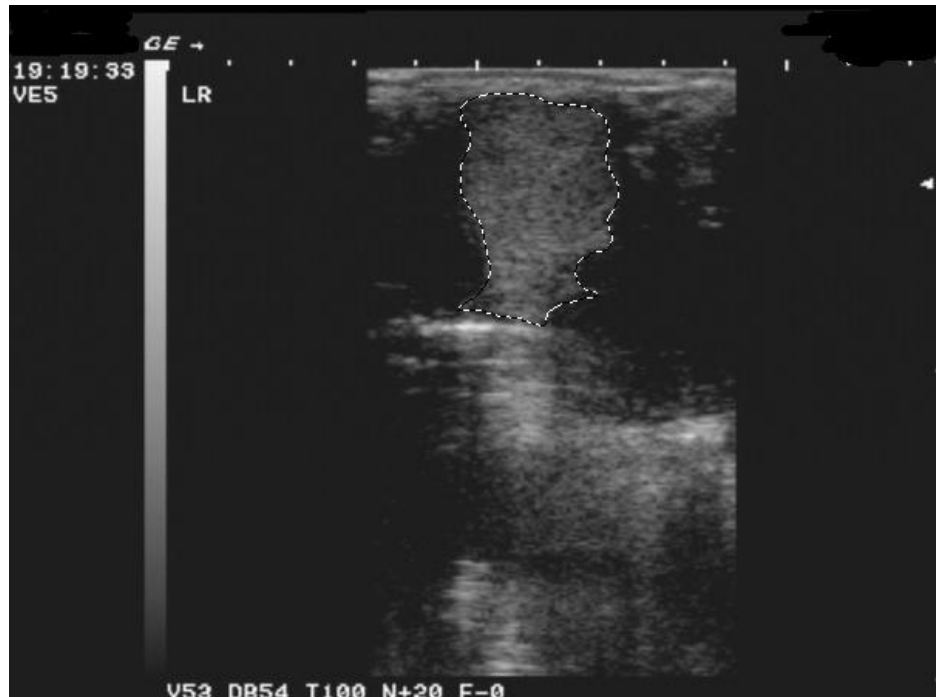


Abbildung 14: Markierung der zu messenden Fläche

4. c. Anwahl der „Histogrammfunktion“ im Adobe Photoshop. Der zuvor mit der „Lassofunktion“ markierte Bereich wird einer Grauwertmessung unterzogen. Die Ergebnisse der Messung für Mittelwert (MW), Abweichung (AW), Zentralwert (ZW) und Pixelanzahl werden dann automatisch angezeigt.

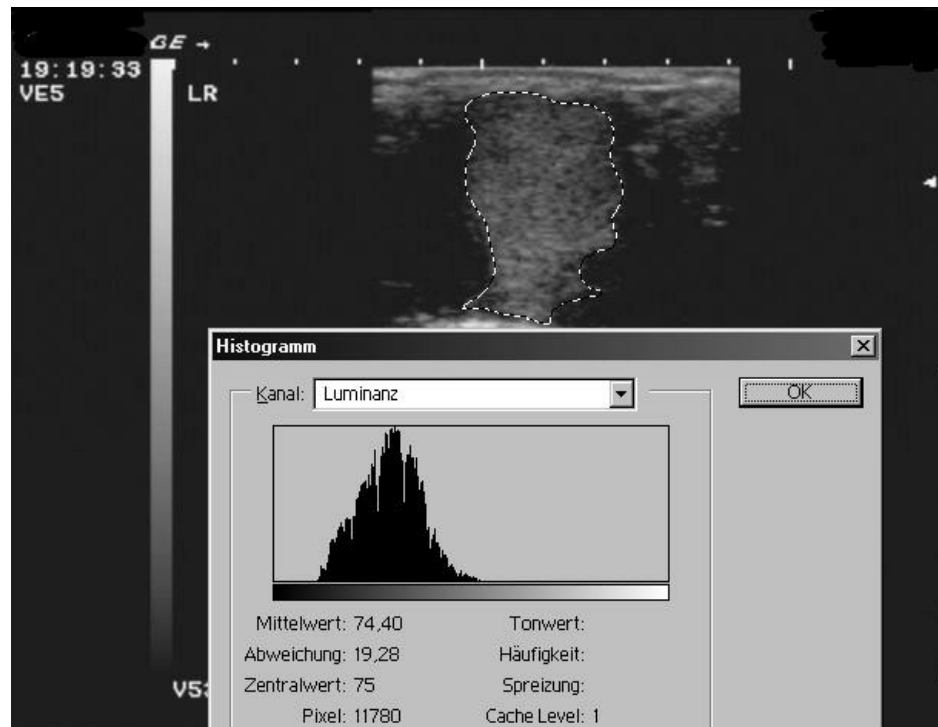


Abbildung 15: Histogramm und Werte der ausgemessenen Fläche

4. d. Übernahme der Messwerte in eine Microsoft Excel Tabelle zur statistischen Auswertung.

3.1.8.5.1 Reproduzierbarkeit der Messungen

Um die Reproduzierbarkeit der Messungen zu gewährleisten, wurde am Standbild eines zufällig ausgewählten C. I. der Vorgang des Eingrenzens und der Grauwertmessung mittels Histogrammfunktion 10 mal hintereinander wiederholt und die Messwerte in einer Tabelle aufgetragen.

Die Abweichungen in der Messung für den Gesamtgelbkörper fielen mit einer Standardabweichung von maximal 0,5 bei Vergleich der zehn Messergebnisse gering aus. Statistisch konnten keine Unterschiede der Messwerte errechnet werden so dass für dieses Verfahren eine hohe Reproduzierbarkeit gegeben ist. Zusätzlich wurde auf einer angrenzenden schwarzen Fläche des Bildausschnittes die Messung wiederholt und die Standardabweichung der zehn Messungen berechnet (siehe Anhang I).

3.1.8.5.2 Definitionen von Phänomenen am Corpus luteum

Das gesamte archivierte Videomaterial an Ultraschallaufnahmen wurde gesichtet und jeder Gelbkörper in seiner Gesamtheit, also nicht an einem einzelnen Standbild beurteilt.

In Anlehnung an Beschreibungen aus der Literatur wurde retrospektiv eine differenzierte Einteilung der verschiedenen morphologischen Ausprägungen vorgenommen und die Häufigkeit des Auftretens unter Berücksichtigung des Zyklustages und des Trächtigkeitsergebnisses festgehalten.

Die Einteilung wurde wie folgt durchgeführt:

C. l.-Typ	Merkmale
1	auslaufender Follikel/Gelbkörperanbildung
2	Schichtung
3	Eine oder mehrere Kavernen mit Trabekeln
4	Eine oder mehrere Kavernen
5	Homogenes Gesamtbild

Typ 1: Der Gelbkörper befindet sich in der Entstehung. Die Follikelwände kollabieren. Je nach Position des Ultraschallkopfes lassen sich unterschiedliche Mengen an Follikelflüssigkeit nachweisen. In der Durchsicht präsentiert sich umliegendes Luteingewebe in sehr unterschiedlicher Echogenität: stark echogene Bereiche, aber auch sehr inhomogene Areale mit z. T. porösen und kavernösen Anteilen.

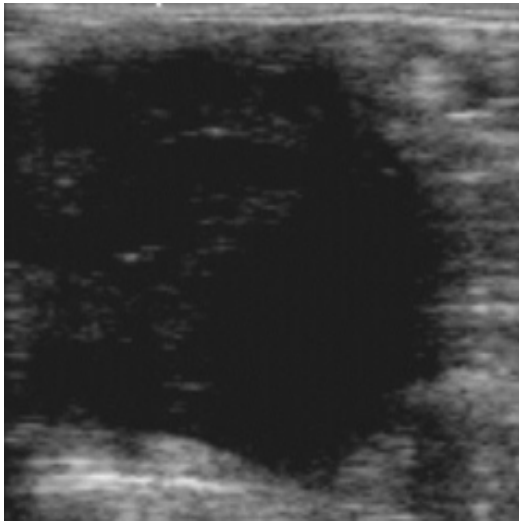
Typ 2: Der Gelbkörper besteht aus unterschiedlich stark echogenen Arealen. Einem sehr deutlich echogenen Bereich liegt ein Bereich mit weniger ausgeprägter Echogenität an. Beide Bereiche bilden jedoch den Gesamtgelbkörper.

Typ 3: Der Gelbkörper weist in der Durchsicht eine bzw. mehrere Kavernen auf, welche von trabekelähnlichen Strukturen durchzogen sind. Je nach Ausprägung der Trabekel entsteht z. T. der Eindruck eines Schneetreibens.

Typ 4: Der Gelbkörper weist in der Durchsicht eine oder mehrere deutliche flüssigkeitsgefüllte Kavernen auf ohne darin erkennbare Strukturen. Die Kavernen zeigen ein anechogenes Ultraschallecho.

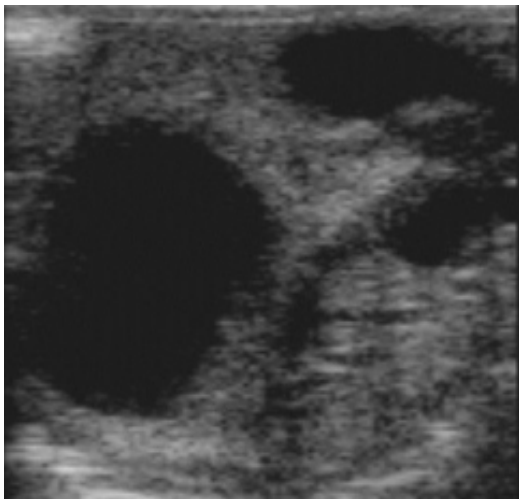
Typ 5: Der Gelbkörper präsentierte sich in der gesamten Durchsicht als homogenes Gewebe, welches sich durchweg gut von Ovarstroma und Follikeln abgrenzen lässt.

Ultraschallbeispiele in Form von Ausschnitten der verschiedenen Funktionskörpertypen



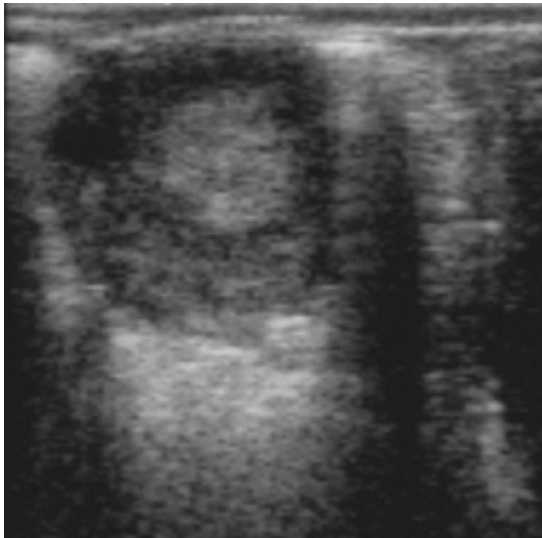
Ultraschallaufnahme eines beginnenden auslaufenden Follikels. In der Follikelhöhle sind erste echogene Strukturen zu erkennen.

Abbildung 16: Funktionskörper vom Typ 1



Ultraschallaufnahme eines frisch ausgelaufenen Follikels. In der rechten Bildhälfte ist der frische Funktionskörper zu erkennen mit Restmengen an Flüssigkeit. Links daneben ein weiterer Follikel, welcher am folgenden Tag ovulierte.

Abbildung 17: Funktionskörper vom Typ 1



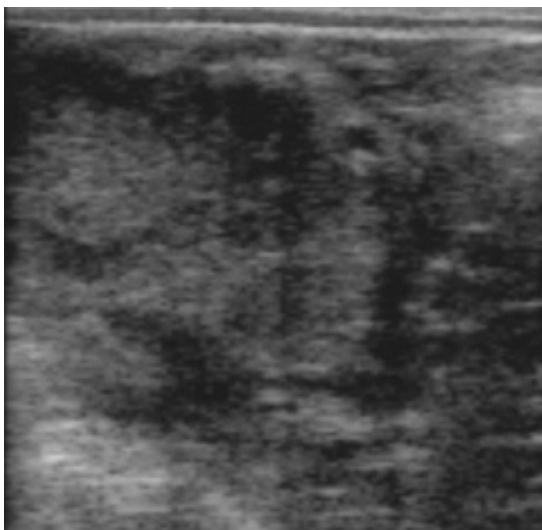
Gelbkörper einer Stute 10 Tage p. o.. Im Kern des Funktionskörpers befindet sich echogenes Gewebe, darunter etwas schwächer echogene Areale. Über dem Kern wirkt das Gewebe porös. Der Gelbkörper setzt sich gut vom Ovargewebe ab.

Abbildung 18: Funktionskörper vom Typ 2



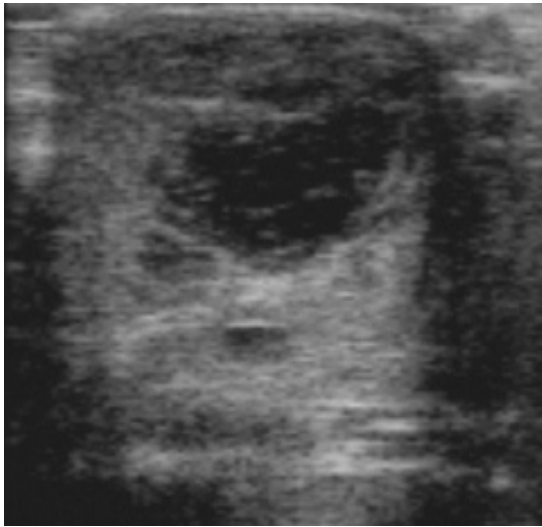
Funktionskörper einer Stute 5 Tage p. o.. Im unteren Drittel besitzt der Funktionskörper homogenere Anteile, darüber schwächer echogene Anteile. Gute Abgrenzung des Funktionskörpers vom Ovargewebe durch einen feinen Saum.

Abbildung 19: Funktionskörper vom Typ 2



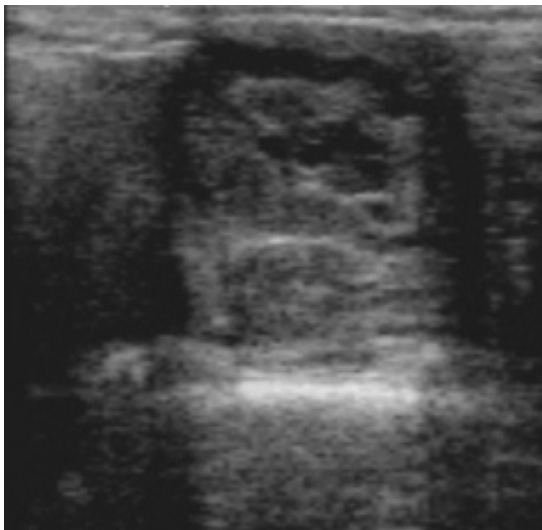
Gelbkörper einer Stute 15 Tage p. o.. Das gesamte C. l. besteht aus einem echogeneren runden Anteil im linken oberen Teil der Aufnahme, ein etwa ebenso schalldichter Anteil darunter an den sich rechts ein etwas schwächer echogener Kreis anschließt. Die Abgrenzung zum Ovar wird undeutlicher.

Abbildung 20: Funktionskörper vom Typ 2



Gelbkörper 5 Tage p. o.. Er beschreibt mit seinen kompakteren, homogenen Anteilen die Form eines auf dem Kopf stehenden „L“. Der dazugehörige Teil darunter zeigt eine netzartig durchzogene Kaverne. Das C. I. läßt sich von dem wolkig wirkenden Ovargewebe abgrenzen.

Abbildung 21: Funktionskörper vom Typ 3



Gelbkörper derselben Stute wie in Abbildung 18; 10 Tage später (= Tag 15 p. o.). Sowohl echogenere als auch kavernöse Anteile nehmen ab. Der Gelbkörper setzt sich an drei Seiten durch einen breiten anechogenen Saum vom Ovargewebe ab.

Abbildung 22: Funktionskörper vom Typ 3



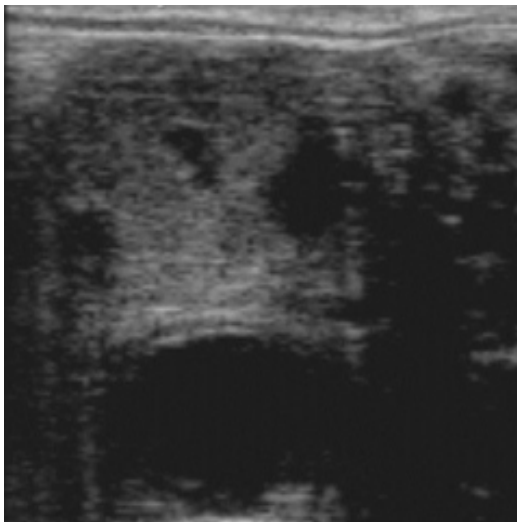
Funktionsgebilde einer Stute 5 Tage p. o.. Das Gebilde weist wabige Strukturen mit überwiegend schwach echogenen Anteilen auf. Im unteren Bereich der Struktur befinden sich kleine Areale mit höherer Echogenität.

Abbildung 23: Funktionskörper vom Typ 3



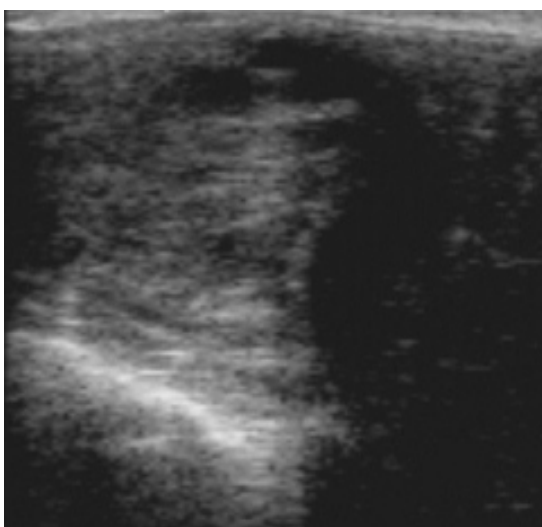
Gelbkörper einer Stute 10 Tage p. o.. Das C. l. grenzt sich durch seine etwas schwächere Echogenität deutlich vom Ovargewebe ab. Im unteren rechten Bereich besteht eine von einem leichten Saum umrandete Kaverne. Rechts neben dem C. l. ein Follikel.

Abbildung 24: Funktionskörper vom Typ 4



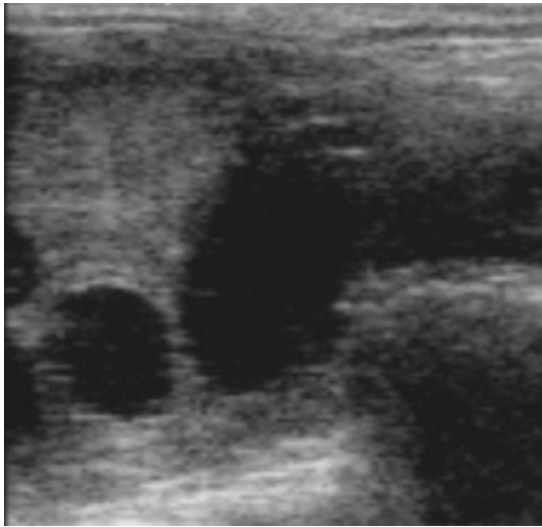
Gelbkörper einer Stute 10 Tage p. o.. Kleinere anechogene Einschlüsse vorhanden. Abgrenzung zum Ovarstroma durch körnige Textur mit etwas schwächerer Echogenität möglich.

Abbildung 25: Funktionskörper vom Typ 4



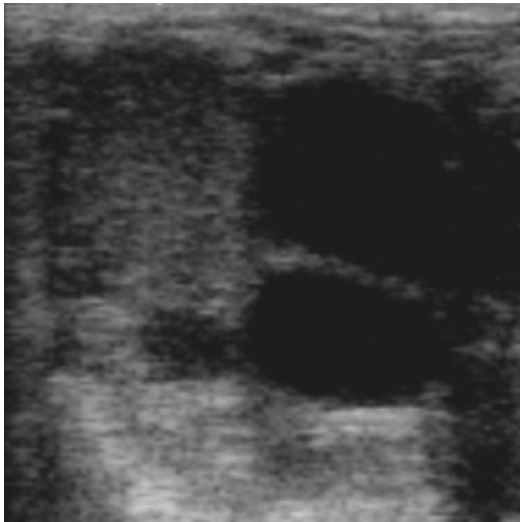
Gelbkörper einer Stute 5 Tage p. o.. Andeutung einer taillierten Form mit kleineren Einschlüssen.

Abbildung 26: Funktionskörper vom Typ 4



Gelbkörper einer Stute 5 Tage p. o..
Homogenes Erscheinungsbild. Auf dem
Kopf stehende, pyramidenartige Form,
umgeben von mehreren Follikeln.

Abbildung 27: Funktionskörper vom Typ 5



Gelbkörper derselben Stute wie in
Abbildung 24; 5 Tage später (= Tag 10
p. o.). Das Gesamtbild des C. l. wirkt
körnig kompakt und gut abgrenzbar.
Rechts daneben zwei Follikel, welche an
Größe zur Voruntersuchung gewonnen
haben.

Abbildung 28: Funktionskörper vom Typ 5



Gelbkörper einer Stute 10 Tage p. o..
Säulenartige Form. Gute Abgrenzung
durch angrenzende Follikel nach links und
rechts, bzw. durch gleichmäßige Textur
nach oben und unten vom Ovargewebe.

Abbildung 29: Funktionskörper vom Typ 5

3.1.8.5.3 Statistische Verfahren

Die im Rahmen der Grauwertmessungen gewonnenen Zentralwerte wurden erfasst und in einer Tabelle entsprechend dem Untersuchungstag übernommen. Für jede Fragestellung erfolgte eine Sortierung, Berechnung des Mittelwertes und Berechnung der Standardabweichung. Der Vergleich der Werte erfolgte mittels t-Test unter Prüfung der Signifikanz von $P < 0,05$ (signifikant) bzw. $P < 0,01$ (hochsignifikant). Alle Berechnungen wurden mit Hilfe des Programms Microsoft® Excel 2000 durchgeführt.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Grauwertmessung an Funktionskörpern p. o.

3.2.1.1 Alle Stuten

Für die Durchführung der Untersuchungen wurden insgesamt 53 Stuten, davon 23 Warmblut-, 12 Traber- und 18 Schleswiger Kaltblutstuten herangezogen. Diese Tiere konnten in insgesamt 81 Zyklen beobachtet werden.

Um den individuellen Einfluss auszuschließen wurde zunächst jeweils nur die erste beobachtete Rosse pro Tier ausgewertet (Abschnitt 3.2.1.1.1). Anschließend wurden diese Ergebnisse mit der Auswertung aller erfassten Zyklen verglichen (Abschnitt 3.2.1.1.2).

3.2.1.1.1 Erste erfasste Ovulation

In dieser Auswertung wurden jeweils die Grauwerte des ersten erfassten Zyklus aller Stuten ($n;53$) unabhängig vom Trächtigkeitsergebnis und Rasse berücksichtigt.

Die Grauwerte von Funktionskörpern sind in Abbildung 30 dargestellt.

Mit einem Zentralwert von 71,56 ist am Tag 5 die stärkste Echogenität zu verzeichnen. Die Echogenität des Gelbkörpers geht zum Tag 10 deutlich zurück. Der Vergleich des Grauwertes am Tag 5 p. o. mit den Messergebnissen der Tage 10, 15, 20 und 35 ergibt einen signifikanten Unterschied ($P < 0,05$) des Zentralwertes.

Am 15. Tag p. o. wurden niedrigere Grauwerte als am Tag 10 gemessen. Eine Veränderung der Echogenität des Gelbkörpers vom 15. zum 20. und 35. Tag p. o. konnte nicht festgestellt werden. Zu beachten ist, dass am Untersuchungstag 35 nur Funktionskörper von tragenden Stuten berücksichtigt sind. Am Tag 20 wurden vereinzelt auch Rückbildungsgelbkörper zyklischer Tiere erfasst.

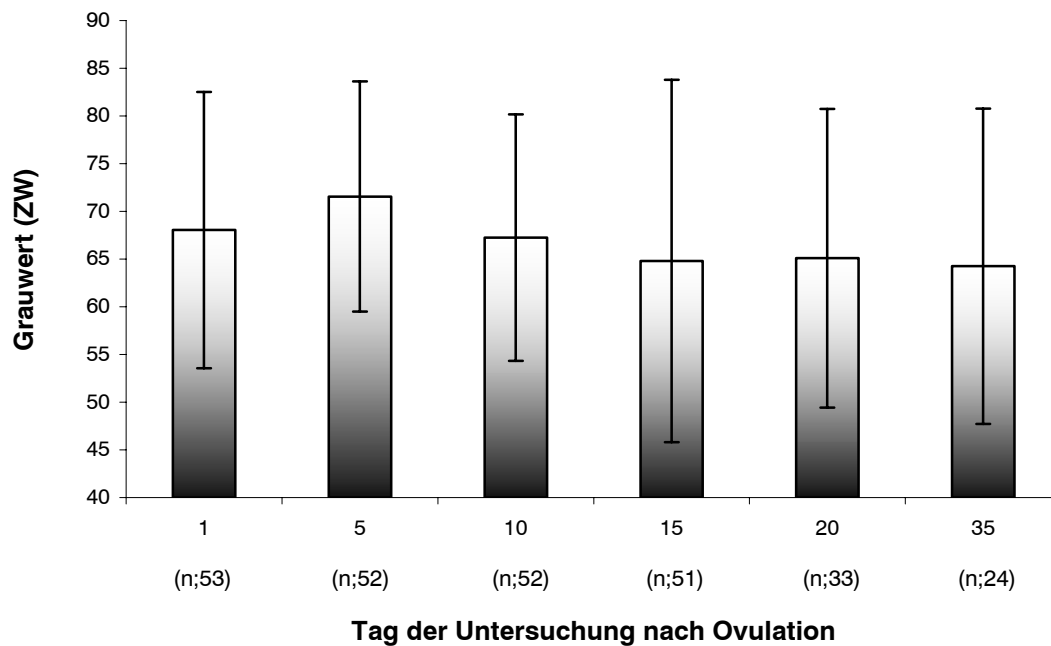


Abbildung 30: Mittlere Grauwerte der Funktionskörper bei (n;53) Stuten an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35; berücksichtigt ist jeweils der erste erfasste Zyklus jeder untersuchten Stute

Tabelle 8: Mittlere Grauwerte der Funktionskörper und deren Standardabweichung bei (n;53) Stuten an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35; berücksichtigt ist jeweils der erste erfasste Zyklus jeder untersuchten Stute

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	68,04	71,56	67,25	64,80	65,09	64,25
Standardabweichung	14,48	12,07	12,90	18,99	15,65	16,53

3.2.1.1.2 Vergleich erster erfasster Zyklus mit allen beobachteten Zyklen

In der Auswertung wurde der erste erfasste Zyklus der Stuten (n;53) mit allen erfassten Zyklen (n;81) verglichen.

Die Zentralwerte der Grauwertmessung der Funktionskörper sind in Abbildung 31 dargestellt.

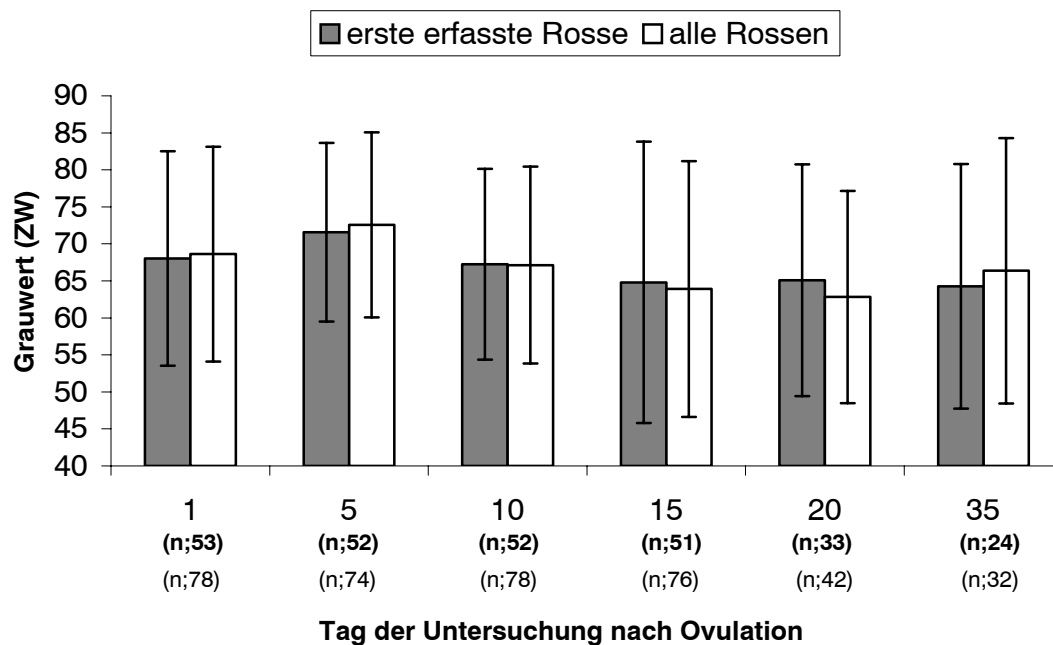


Abbildung 31: Vergleich der Grauwerte von Funktionskörpern des ersten erfassten Zyklus (n;53) und aller erfasster Zyklen (n;81) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tabelle 9: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern des ersten erfassten Zyklus (n;53) und aller erfassten Zyklen (n;81) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Untersuchungstag	1	5	10	15	20	35
erster erfasster Zyklus	68,04	71,56	67,25	64,80	65,09	64,25
Standardabweichung	14,48	12,07	12,90	18,99	15,65	16,53
alle Zyklen	68,61	72,57	67,14	63,91	62,82	66,38
Standardabweichung	14,51	12,49	13,30	17,27	14,35	17,92

Abbildung 31 zeigt, dass der individuelle Einfluß einzelner Stuten auf die Ausprägung der Echogenität vernachlässigbar ist. Auch bei dieser Betrachtung wird der Unterschied zwischen den Grauwerten am Tag 5 und den nachfolgenden Messungen deutlich, wobei

zwischen dem ersten erfassten Zyklus und allen anderen Zyklusgruppen kein Unterschied festzustellen ist.

Die Standardabweichung der Vergleichsgruppen weist eine starke Übereinstimmung zwischen den ersten drei Untersuchungen auf. Die letzten drei Untersuchungstage zeigen geringfügig größere Differenzen.

3.2.1.2 Aufteilung nach Rassen

3.2.1.2.1 Warmblutstuten

Von den 23 zur Verfügung stehenden Warmblutstuten waren zum Ende der Untersuchungen 16 Tiere tragend. Zwei Stuten mit Zwillingsschwangerschaft resorbierten nach dem sog. „Abdrücken“ die zweite Fruchtblase. Von diesen beiden Stuten konzipierte eine in der nächsten Rosse, die zweite nahm in den folgenden Rossen nicht wieder auf. Bei dieser Stute konnten während der Zwillingsschwangerschaft auf beiden Ovarien Gelbkörper sonographisch erfasst werden.

Diese 16 Trächtigkeiten wurden bei 10 Stuten in der ersten Rosse, bei vier in der zweiten und bei zwei in der dritten genutzten Rosse erzielt. Von den Stuten, welche nicht tragend wurden, konnten drei für die Dauer eines Zyklus, zwei für die Dauer von zwei Zyklen und jeweils eine für die Dauer von vier bzw. fünf Zyklen in die Untersuchungen einbezogen werden.

In dieser Auswertung wurden die Grauwerte von C. h. und C. l. von (n;40) Zyklen erfasst.

Die Zentralwerte der Grauwertmessung sind in Abbildung 32 dargestellt.

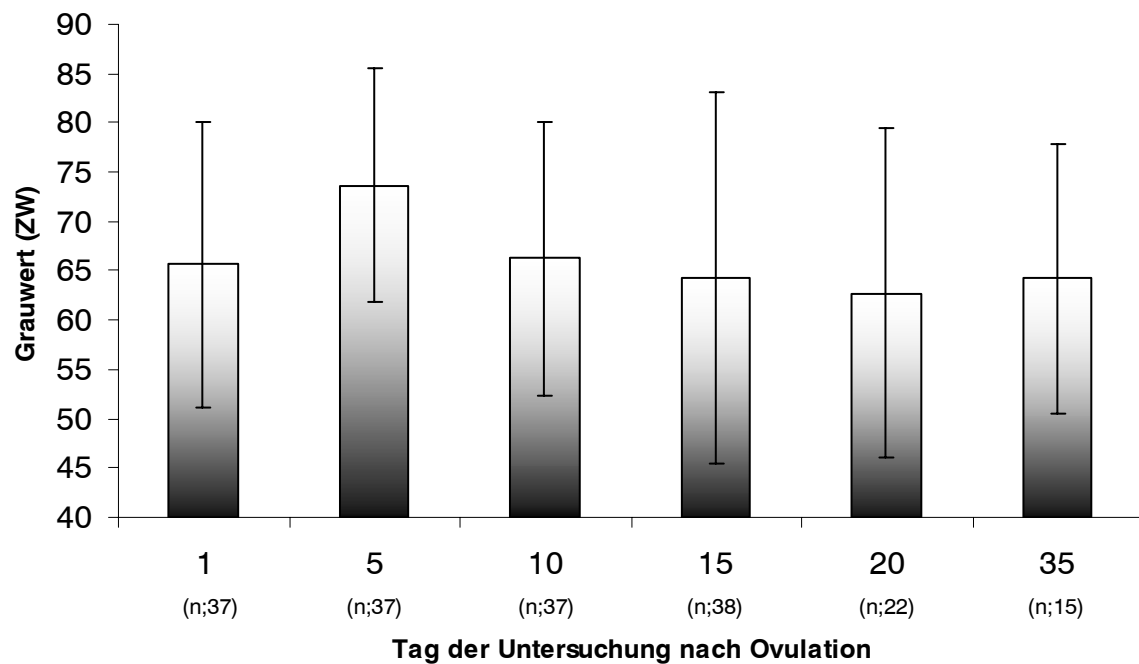


Abbildung 32: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern aller erfasster Zyklen (n;40) von Warmblutstuten an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tabelle 10: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern aller erfasster Zyklen (n;40) von Warmblutstuten an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	65,63	73,66	66,23	64,32	62,72	64,27
Standardabweichung	14,44	11,83	13,85	18,78	16,68	13,67

Die ermittelten Grauwerte der Funktionskörper weisen einen Anstieg vom Untersuchungstag 1 zum Untersuchungstag 5 auf. Im Folgenden fallen sie bis zum Untersuchungstag 20 ab. Der Funktionskörper ist mit einem Wert von 73,66 am Untersuchungstag 5 am hellsten. Der Grauwert am Tag 10 liegt geringfügig über dem vom Tag 1, die Werte der zeitlich folgenden Untersuchungen darunter. Vom Untersuchungstag 20 zu Tag 35, welcher Gelbkörper tragender Warmblutstuten erfasst, ist ein geringer Anstieg der gemessenen Grauwerte zu verzeichnen. Die ermittelten Werte zwischen den Untersuchungstagen 1 und 5 sowie 5 und 10 unterscheiden sich hochsignifikant ($P < 0,01$).

3.2.1.2.1.1 Nach erfolgreicher Belegung

In der Auswertung in Abbildung 33 sind die Grauwerte aus der Messung an Funktionskörpern p. o. nach erfolgreicher Belegung bei Warmblutstuten dargestellt.

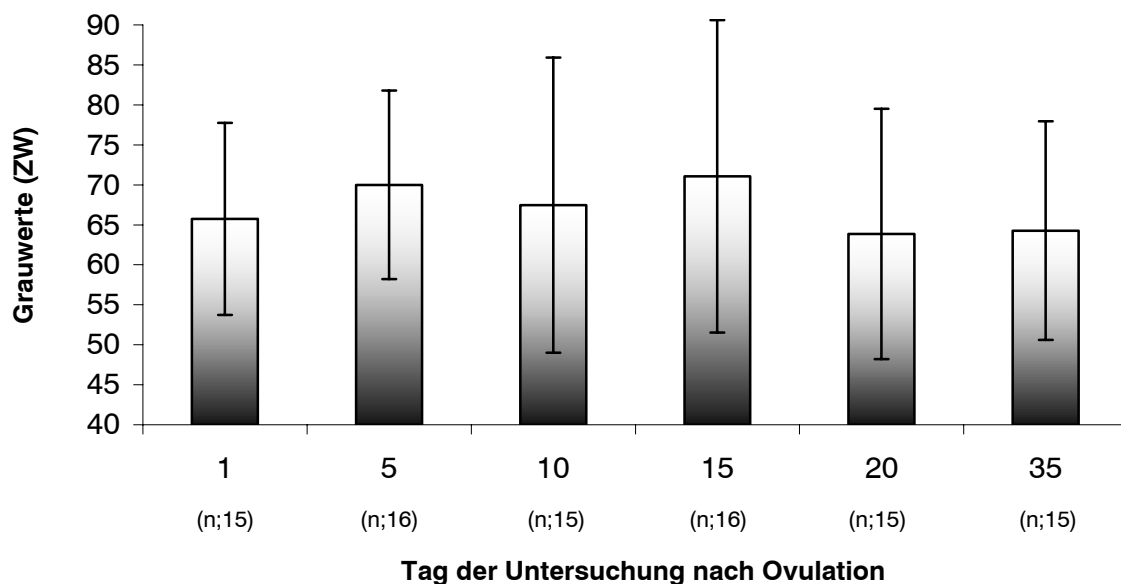


Abbildung 33: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei gravid gewordenen Warmblutstuten (n;16) an den Untersuchungstagen 1, 5 10, 15, 20 und 35

Tabelle 11: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichungen von Funktionskörpern bei gravid gewordenen Warmblutstuten (n;16) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	65,73	70,00	67,47	71,06	63,87	64,27
Standardabweichung	12,00	11,77	18,45	19,54	15,64	13,66

Die gemessenen Grauwerte an C. h. und C. l. verzeichnen einen Anstieg von Untersuchungstag 1 zu Tag 5, gefolgt von einem geringen Abfall des Messwertes am Tag 10, welcher noch über dem vom Untersuchungstag 1 liegt. Mit einem Grauwert von 71,06 ist der Gelbkörper am Untersuchungstag 15 am hellsten. Die Grauwerte an den Untersuchungstagen 20 und 35 liegen unter den Messwerten aller übrigen Untersuchungstage. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant.

3.2.1.2.1.2 Nach erfolgloser Belegung

Die Abbildung 34 veranschaulicht die Grauwerte von Funktionskörpern von Warmblutstuten aus Zyklen mit erfolgloser Belegung.

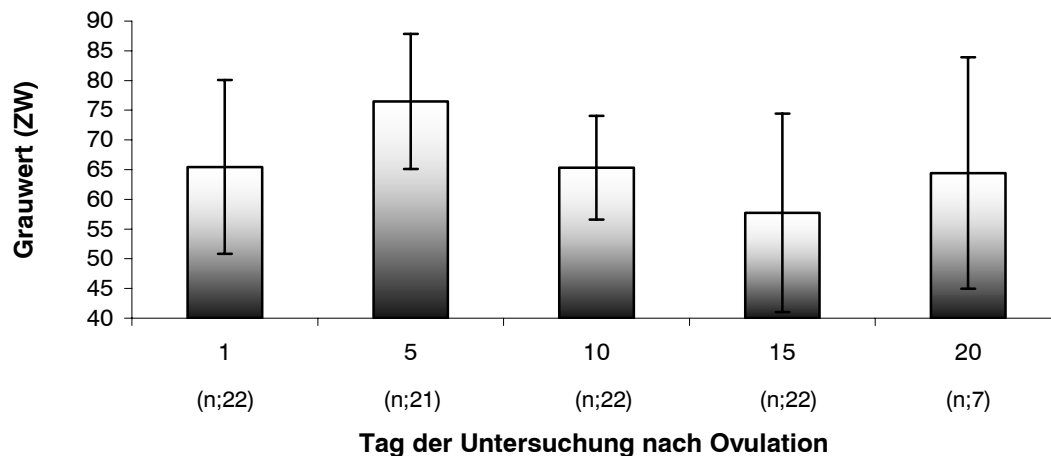


Abbildung 34: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei Warmblutstuten mit erfolgloser Belegung (n;22 Zyklen); an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tabelle 12: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern bei Warmblutstuten mit erfolgloser Belegung; (n;22 Zyklen) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20
Grauwert (ZW)	65,45	76,48	65,32	57,73	64,43
Standardabweichung	14,63	11,38	8,72	16,73	19,46

Mit einem Grauwert von 76,48 ist der Gelbkörper am Untersuchungstag 5 am hellsten. Der Anstieg der Messwerte vom Tag 1 zu Tag 5 wird gefolgt von einem Abfall des Grauwertes zu Tag 10 und 15 an welchem das dunkelste Gesamterscheinungsbild vorliegt. Die mittlere Helligkeit der Gelbkörper ist an den Untersuchungstagen 1 und 10 etwa gleich, die des Untersuchungstages 20 nach einem Anstieg von Tag 15 geringfügig kleiner. Hochsignifikante Unterschiede ergeben sich bei Betrachtung der Untersuchungstage 1 gegen 5, 5 gegen 10 und 5 gegen 15 ($P < 0,01$).

3.2.1.2.1.3 Vergleich nach erfolgreicher bzw. erfolgloser Belegung

Tabelle 13: Vergleich der mittleren Grauwerte von Funktionskörpern bei Warmblutstuten nach erfolgreicher (n;16) bzw. erfolgloser (n;22) Belegung

Untersuchungstag	1	5	10	15	20	35
erfolgreiche Belegung	65,73	70,00	67,47	71,06	63,87	64,27
erfolglose Belegung	65,45	76,48	65,32	57,73	64,43	

Beide Untersuchungsgruppen zeigen eine Zunahme in der Helligkeit der Funktionskörper vom Untersuchungstag 1 zu Tag 5. Bei beiden Kategorien nimmt die Helligkeit in der Folgeuntersuchung wieder ab. In der Gruppe der erfolgreichen Belegungen nimmt der Grauwert zum Untersuchungstag 15 wieder zu, während er bei den Tieren mit erfolgloser Belegung abnimmt. Dieser Unterschied ist mit ($P < 0,05$) signifikant. Zum nächsten Untersuchungstag verhalten sich die Grauwerte der C. I. gegenläufig. Die deutlichsten Unterschiede zwischen den Gruppen besteht am Tag 15 p. o..

3.2.1.2.2 Traberstuten

Insgesamt standen 12 Traberstuten für die Untersuchungen zur Verfügung. Von den 11 erzielten Trächtigkeiten konnten 10 im Verlauf des ersten Zyklus und eine während des dritten Zyklus erzielt werden. Die Stute, welche nicht tragend wurde, konnte über vier Zyklen beobachtet werden.

Die Abbildung 35 vermittelt einen Überblick über die Grauwerte von Funktionskörpern sämtlicher erfasster Messungen bei Traberstuten.

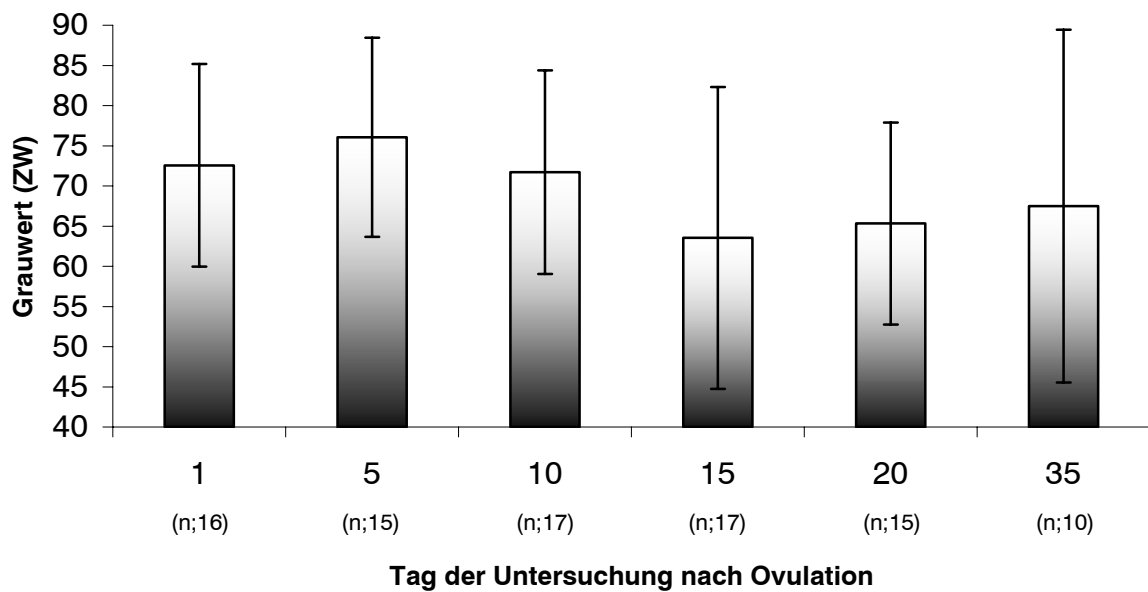


Abbildung 35: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern aller erfasster Zyklen (n;17) von Traberstuten an den Untersuchungstage 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tabelle 14: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern aller erfasster Zyklen (n;17) bei Traberstuten an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	72,56	76,07	71,71	63,53	65,33	67,50
Standardabweichung	12,61	12,38	12,68	18,80	12,57	21,95

Der Grauwert von C. h. und C. l. steigt auch hier von Untersuchungstag 1 zu Tag 5 auf ein Maximum von 76,07 an. Der Grauwert fällt über Tag 10 zu Untersuchungstag 15 ab, an dem der Gelbkörper am dunkelsten ist. Ab Tag 15 erfolgt eine Zunahme der Helligkeit an den folgenden Untersuchungszeitpunkten bis Tag 35. Die mittleren Grauwerte der Funktionskörper an den Untersuchungstagen 10, 15, 20 und 35 liegen alle unter den Werten der Untersuchungstage 1 und 5. Statistisch sind jedoch keine signifikanten Unterschiede zu sichern.

3.2.1.2.2.1 Nach erfolgreicher Belegung

In Abbildung 36 sind die Grauwerte von Funktionskörpern am Ovar p. o. nach erfolgreicher Belegung bei Traberstuten aufgeführt.

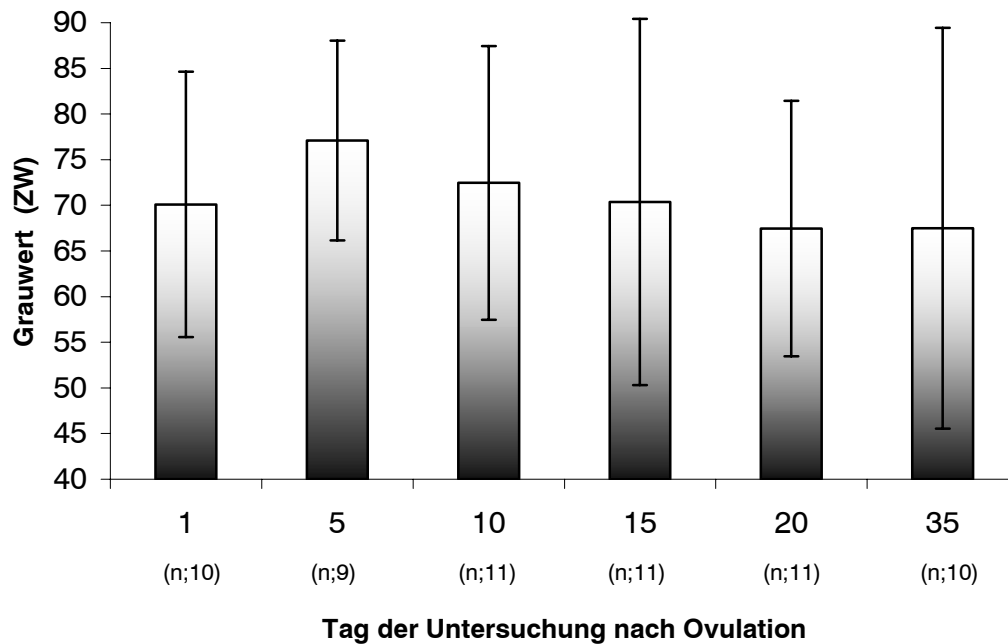


Abbildung 36: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei gravid gewordenen Traberstuten (n;11) an den Untersuchungstagen 1, 5 10, 15, 20 und 35

Tabelle 15: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung der Funktionskörper bei Traberstuten mit erfolgreicher Belegung; (n;11) an den Untersuchungstagen 1, 5 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	70,10	77,11	72,45	70,36	67,45	67,50
Standardabweichung	14,54	10,94	14,99	20,06	13,98	21,95

Der Gelbkörper ist mit einem Wert von 77,11 am Untersuchungstag 5 am hellsten. Über die Untersuchungszeitpunkte 10, 15 und 20 erfolgt ein Abfall der Grauwerte. Die Gelbkörper am Untersuchungstag 10 und 15 sind heller als die am Tag 1. Zwischen den Tagen 20 und 35 besteht ein kaum zu beobachtender Unterschied in der mittleren ermittelten Helligkeit. Statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht beobachtet werden.

3.2.1.2.2.2 Nach erfolgloser Belegung

In Abbildung 37 sind die Grauwerte von Funktionskörpern am Ovar in Zyklen bei Traberstuten nach erfolgloser Belegung aufgeführt.

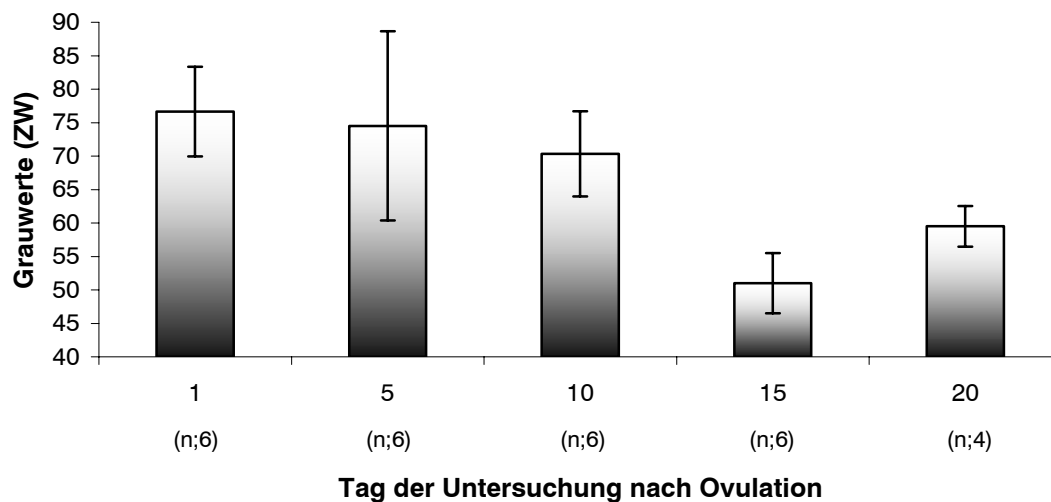


Abbildung 37: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei Traberstuten mit erfolgloser Belegung (n;6 Zyklen) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tabelle 16: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern bei Traberstuten mit erfolgloser Belegung; (n;6 Zyklen) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20
Grauwert (ZW)	76,67	74,50	70,33	51,00	59,50
Standardabweichung	6,70	14,14	6,37	4,51	3,04

Der Gelbkörper erscheint am Tag der Ovulation mit einem Wert von 76,67 am hellsten. Der Messwert fällt an den folgenden Untersuchungen bis Tag 15 ab. Der deutlichste Abfall des Grauwertes ist zwischen Tag 10 und 15 zu verzeichnen, an dem die Gelbkörper mit einem mittleren Grauwert von 51,00 das dunkelste Erscheinungsbild aufweisen. Zum Untersuchungszeitpunkt am Tag 20 erfolgt wiederum ein Anstieg des Grauwertes, die ermittelten Messwerte liegen jedoch unter den mittleren Werten der Tage 1, 5 und 10. Eine statistische Auswertung an den Untersuchungstagen 15 und 20 ist aufgrund der geringen Anzahl von messbaren Funktionskörpern nicht erfolgt.

3.2.1.2.2.3 Vergleich nach erfolgreicher bzw. erfolgloser Belegung

Tabelle 17: Vergleich der mittleren Grauwerte von Funktionskörpern bei Traberstuten nach erfolgreicher Belegung (n;11) bzw. erfolgloser Belegung (n;6)

Untersuchungstag	1	5	10	15	20	35
erfolgreiche Belegung	70,10	77,11	72,45	70,36	67,45	67,50
erfolglose Belegung	76,67	74,50	70,33	51,00	59,50	

Während die Gruppe der Zyklen mit erfolgloser Belegung den hellsten Gelbkörper bei der Untersuchung zur Ovulationskontrolle aufweist findet man diesen bei Tieren mit erfolgreicher Belegung erst am Tag 5. Beide Gruppen verzeichnen eine Abnahme der Helligkeit der Gelbkörper von Tag 5 zu Tag 10 und auch zu Tag 15 p. o., wobei der Abfall bei der Gruppe der Zyklen mit erfolgloser Belegung am deutlichsten ausfällt. Am letzten gemeinsamen Untersuchungstag fällt der Abfall der Grauwerte der Gelbkörper in der ersten Gruppe moderat aus, in der zweiten Gruppe ist eine Zunahme der Helligkeit zu verzeichnen.

3.2.1.2.3 Kaltblutstuten

Für die Untersuchungen standen insgesamt 18 Kaltblutstuten zur Verfügung. Solange Untersuchungen möglich waren konnten 14 Trächtigkeiten erzielt werden. Von diesen wurden 11 im Verlauf der ersten Untersuchungsreihe, zwei im Verlauf des zweiten und eine im Verlauf des dritten Zyklus erzielt. Eine Stute, welche im zweiten Zyklus konzipierte zeigte während beider Rossen eine Doppelovulation, verteilt auf beide Ovarien. Die Gelbkörper jeder Seite konnten sonographisch dargestellt werden.

Von den Stuten, bei denen keine Trächtigkeit erzielt wurde, konnten zwei Tiere für den Verlauf eines, und zwei Tiere für den Verlauf von zwei Zyklen zur Untersuchung herangezogen werden.

In Abbildung 38 sind die Grauwerte von Funktionskörpern von Kaltblutstuten ohne Berücksichtigung des Trächtigkeitsstatus aufgeführt.

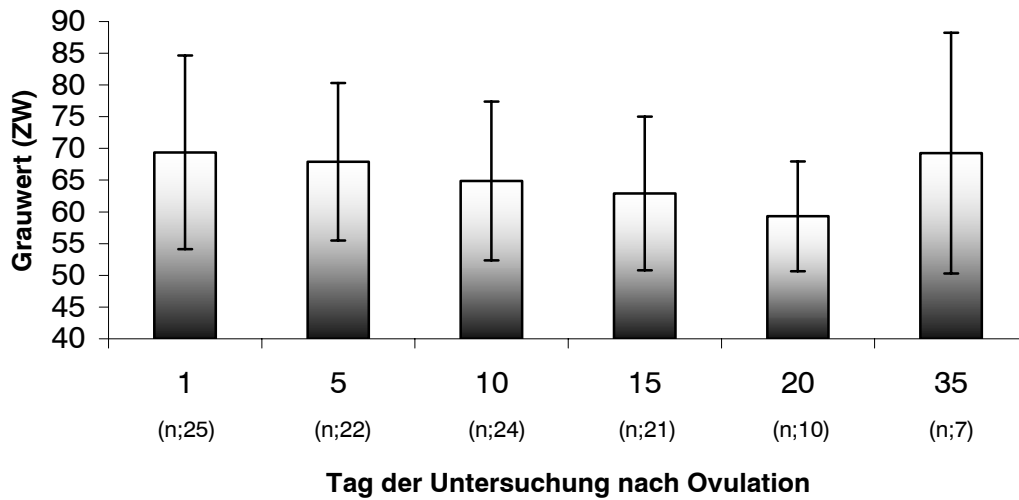


Abbildung 38: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern aller erfasster Zyklen (n;25) von Kaltblutstuten an den Untersuchungstage 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tabelle 18: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern aller erfassten Zyklen von Kaltblutstuten; (n;25) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	69,38	67,91	64,88	62,91	59,30	69,29
Standardabweichung	15,27	12,41	12,50	12,09	8,65	18,97

Der durchschnittlich hellste Wert der Grauwertmessung ist bei Gelbkörper am Untersuchungstag 1 mit einem Wert von 69,38 zu beobachten. An den weiteren Untersuchungstagen erfolgt eine kontinuierliche Abnahme der Helligkeit bis zur Untersuchung am Tag 20 p. o.. Die Untersuchungen am Tag 35 erbringen Grauwerte, welche in ihrem Durchschnitt nahezu den Werten des ersten Messzeitpunktes entsprechen.

3.2.1.2.3.1 Nach erfolgreicher Belegung

In der Auswertung wurden die Grauwerte von Funktionskörpern p. o. nach erfolgreicher Belegung bei Kaltblutstuten erfasst. Eine graphische Darstellung erfolgt in Abbildung 39.

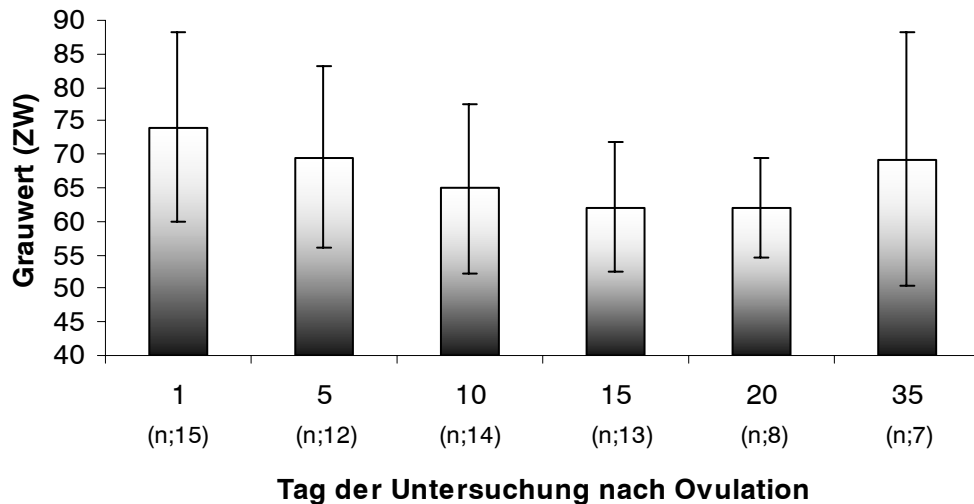


Abbildung 39: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei gravid gewordenen Kaltblutstuten (n;15) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tabelle 19: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichungen von Funktionskörpern bei gravid gewordenen Kaltblutstuten (n;15) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15, 20 und 35

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20	35
Grauwert (ZW)	74,07	69,58	64,93	62,15	62,00	69,29
Standardabweichung	14,01	13,56	12,61	9,62	7,52	18,97

Eine durchschnittlich maximale Helligkeit von überprüften Strukturen ist mit einem Wert von 74,07 am Untersuchungstag 1 zu beobachten. Bis zur Untersuchung am Tag 20 nahm die Helligkeit ab. Der Wert für die durchschnittliche Helligkeit am Tag 35 lag unter den ermittelten Grauwerten der ersten beiden Untersuchungszeitpunkte. Signifikante Unterschiede ergeben sich für den Vergleich des Untersuchungstages 1 gegen die Tage 10 und 20 mit ($P < 0,05$) bzw. Tag 15 mit ($P < 0,01$).

3.2.1.2.3.2 Nach erfolgloser Belegung

In Abbildung 40 sind die Grauwerte für Funktionskörper bei Kaltblutstuten in Zyklen nach erfolgloser Belegung aufgeführt.

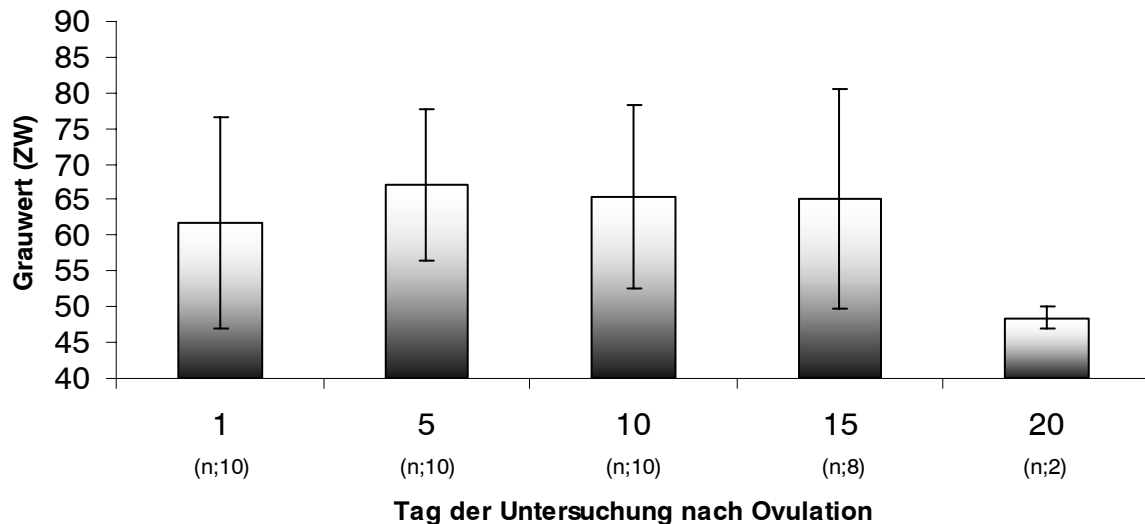


Abbildung 40: Mittlere Grauwerte von Funktionskörpern bei Kaltblutstuten mit erfolgloser Belegung (n;10) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tabelle 20: Übersicht der mittleren Grauwerte und Standardabweichung von Funktionskörpern bei Kaltblutstuten mit erfolgloser Belegung; (n;10 Zyklen) an den Untersuchungstagen 1, 5, 10, 15 und 20

Tag der Untersuchung	1	5	10	15	20
Grauwert (ZW)	61,80	67,20	65,40	65,13	48,50
Standardabweichung	14,77	10,64	12,81	15,42	1,50

Vom Untersuchungstag 1 ist eine Zunahme der durchschnittlichen Helligkeit der Struktur am Tag 5 festzustellen. Mit einem Wert von 67,2 ist hier ein Maximum zu verzeichnen. An den beiden folgenden Untersuchungstagen ist eine geringe Abnahme der Helligkeit festzustellen. Beide Grauwerte liegen jedoch über dem vom ersten Untersuchungszeitpunkt. Zwischen den letzten beiden Untersuchungen ist eine starke Abnahme der Helligkeit zu beobachten. Gelbkörper am Tag 20 sind durchschnittlich dunkler als die Gelbkörper an allen vorausgegangenen Untersuchungstagen.

3.2.1.2.3.3 Vergleich nach erfolgreicher und erfolgloser Belegung

Tabelle 21: Vergleich der mittleren Grauwerte von Funktionskörpern von Kaltblutstuten mit erfolgreicher (n;15) bzw. erfolgloser Belegung (n;10)

Untersuchungstag	1	5	10	15	20	35
erfolgreiche Belegung	74,07	69,58	64,93	62,15	62,00	69,29
erfolglose Belegung	61,80	67,20	65,40	65,13	48,50	

Die Zyklen aus der Gruppe der erfolgreichen Belegungen weisen ihren hellsten Gelbkörper zum ersten Untersuchungszeitpunkt auf, während dieses bei Zyklen mit erfolgloser Belegung erst am Untersuchungstag 5 der Fall ist. Von Tag 5 zu Tag 10 nimmt der Grauwert der Gelbkörper ab, ebenso zu Tag 15, wobei die Abnahme bei Zyklen mit erfolgloser Belegung nur sehr schwach ausfällt. Am Untersuchungstag 20 findet sich jeweils der durchschnittlich dunkelste Gelbkörper wobei der Abfall der Helligkeit bei zyklischen Rossen sehr stark ausgeprägt ist. Die ermittelten Werte von Zyklen mit erfolgreicher und erfolgloser Belegung unterscheiden sich sowohl am Untersuchungstag 1 als auch am Tag 20 signifikant ($P < 0,05$).

3.2.1.3 Vergleich der Rassen an den Untersuchungstagen

In Tabelle 22 sind die Grauwerte von Funktionskörper für Zyklen mit erfolgreicher Belegung vergleichend aufgetragen. Im Rassevergleich weisen die Warmblüter am Untersuchungstag 1 die niedrigste Echogenität der Funktionskörper auf. Die mittleren Grauwerte der Kaltblüter sind die höchsten der drei Rassegruppen. Am Untersuchungstag 5 befinden sich die mittleren Messwerte von Warm- und Kaltblutstuten auf annähernd gleichem Niveau, die der Traberstuten fallen deutlich höher aus. Am folgenden Untersuchungstag 10 ist die Echogenität der Funktionskörper der Kaltblüter am niedrigsten, gefolgt von den Warmblutstuten und dem höchsten Wert bei Traberstuten zu diesem Untersuchungszeitpunkt. Während die Werte der Warmblüter am Untersuchungstag 15 nur geringfügig höher als die der Traber ausfallen, liegen die der Kaltblüter deutlich niedriger. Am Untersuchungstag 20 ist die gleiche Rangfolge der Werte in Bezug auf die Rassen wie am Tag 10 festzustellen. Die Echogenität der Funktionskörper ist zu diesem Zeitpunkt jedoch niedriger als am Tag 10. Am letzten Untersuchungstag ist bei den Warmblutstuten die niedrigste Echogenität zu verzeichnen, gefolgt von Trabern und Kaltblütern.

Tabelle 22: Vergleichende Darstellung der mittleren Grauwerte an den Untersuchungstagen erfolgreich belegter Stuten getrennt nach Rassen

Stuten		Untersuchungstag					
		1	5	10	15	20	35
Warmblut	Grauwert (ZW)	66,73	70,00	67,47	71,06	63,87	64,27
Traber		70,10	77,11	72,45	70,36	67,45	67,50
Kaltblut		74,07	69,58	64,93	62,15	62,00	69,29

In Tabelle 23 sind die Grauwerte von Funktionskörper für Zyklen mit erfolgloser Belegung vergleichend aufgetragen. Den deutlich höchsten Messwert mit 76,67 am Untersuchungstag 1 weisen die Funktionskörper von Traberstuten auf. Am Tag 5 finden sich die höchsten Werte bei Warmblütern und Trabern, die Werte der Kaltblüter fallen dagegen deutlich niedriger aus. Die vergleichende Betrachtung am Tag 10 zeigt annähernd gleich hohe Werte für Kaltblut- und Warmblutstuten, die der Traber liegen deutlich darüber. Die Differenz zwischen den Messwerten der Rassen fällt am Tag 15 und 20 am deutlichsten aus. Dabei finden sich am Untersuchungstag 15 die höchsten gemessenen Werte bei Kaltblutstuten, am Tag 20 bei Warmblutstuten. Die deutlich niedrigste Echogenität der Funktionskörper ist am Tag 15 bei Trabern, am nächsten Untersuchungszeitpunkt bei Kaltblutstuten zu finden.

Tabelle 23: Vergleichende Darstellung der Grauwerte an den Untersuchungstagen erfolglos belegter Stuten getrennt nach Rassen

Stuten		Untersuchungstag				
		1	5	10	15	20
Warmblut	Grauwert (ZW)	65,45	76,48	65,32	57,73	64,43
Traber		76,67	74,50	70,33	51,00	59,50
Kaltblut		61,80	67,20	65,40	65,13	48,50

3.2.2 Corpus luteum Typen; Tage p. o.

3.2.2.1 Auslaufende Follikel und entstehende Corpora haemorrhagica

Das Auslaufen eines Follikels konnte in dieser Arbeit insgesamt zehn Mal beobachtet werden. Je nach Untersuchungszeitpunkt lässt sich zu Beginn ein Kollabieren des Follikels beobachten was einem langsamen Verlust der Follikelflüssigkeit entspricht. Im sonographischen Bild nimmt der Restfollikel dabei eine Form an, welcher durch seinen flüssigkeitsgefüllten Anteil im Entfernten an einen Halbmond erinnert (Abbildung 42 ff.). Abbildung 41 ff. veranschaulicht die kontinuierliche Abnahme von Follikelflüssigkeit an mehreren Stellen der Follikelhöhle mit einem zunehmenden Anteil an echogenen Strukturen. Diese Strukturen umschließen dabei die Flüssigkeitsreste und nehmen zusehends ihren Platz ein.

Beispiele für Ultraschallaufnahmen und Schemata zweier auslaufender Follikel finden sich in den Abbildungen 41 a, b, c, d, e und 42 a, b, c, d, e. Die Aufnahmen in Abbildung 41 a und 42 a zeigen das gesamte Ultraschallbild wie es sich für den Untersucher darstellt. Bei den folgenden Bildern in den Abbildungen 41 b, c, d, e und 42 b, c, d, e handelt es sich um Ultraschallbilder von Aufnahmen in fortlaufenden Schnittebenen. Außerdem soll mit Hilfe von Schemata der entsprechenden Bilder das Dargestellte erläutert werden. Noch vorhandene Flüssigkeit ist in den zugehörigen Schemata schraffiert dargestellt. Entstehendes Luteingewebe und geronnene Anteile von Blut und Follikelflüssigkeit sind mit Kreuzchen gekennzeichnet. Eine Abgrenzung des sich entwickelnden Corpus haemorrhagicum zu umliegendem Ovargewebe ist durch Linien angedeutet. In den Ultraschallaufnahmen lassen sich in Abbildung 41 a und 42 a eine unterschiedliche Echogenität von Corpus haemorrhagicum und Ovarstroma beobachten. Gelegentlich finden sich in diesem Übergangsbereich anechogene feine Linien bzw. punktförmige Ansammlungen von Flüssigkeit die eine Unterscheidung erleichtern. Dieses lässt sich in den Abbildungen 41 a, b, c und d besonders gut beobachten und entspricht den schwarzen Linien im Schema. Die unterschiedliche Ausdehnung der hellen und dunklen Bezirke in den Serienbildern (a-e) weist auf den räumlichen Charakter der festgestellten Strukturen hin.

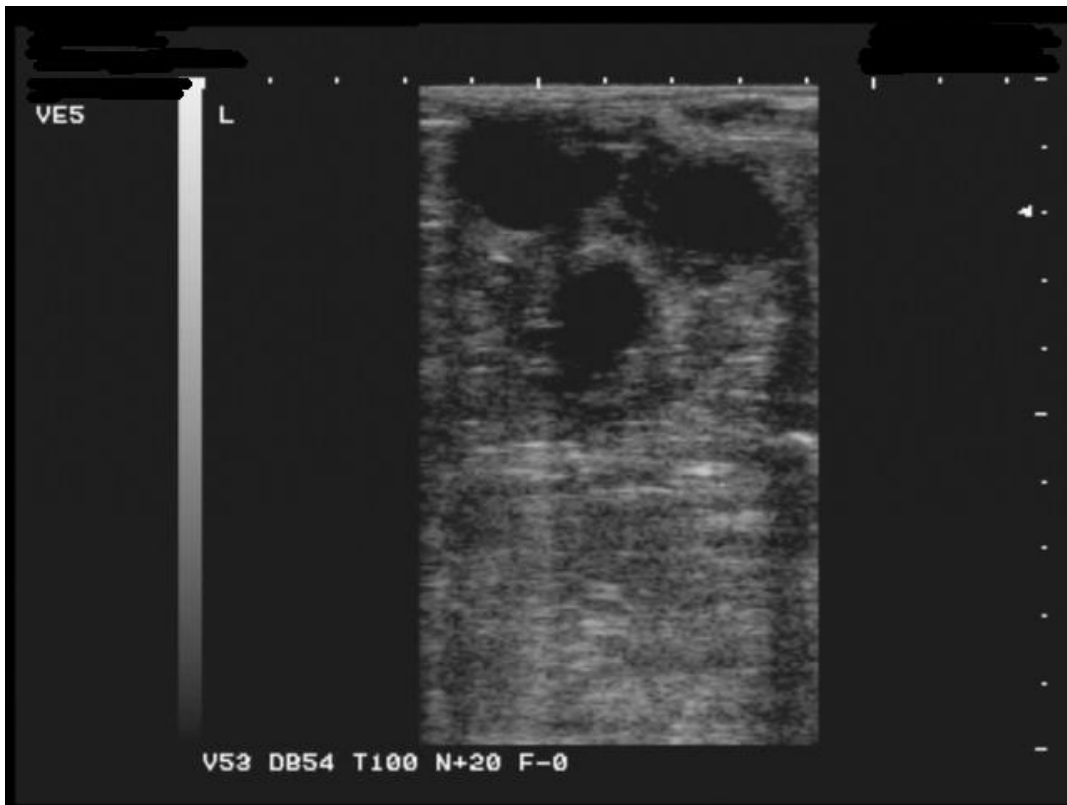


Abbildung 41 a.: Ultraschallaufnahme eines auslaufenden Follikels in der Gesamtübersicht

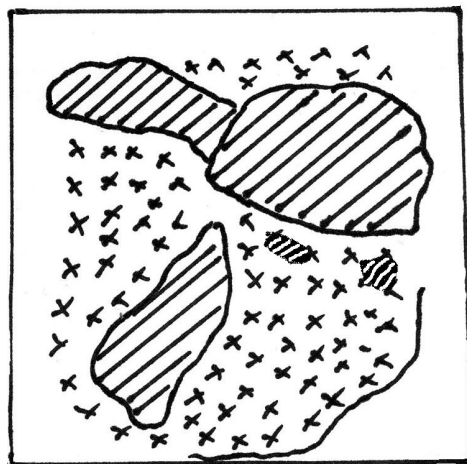


Abbildung 41 b.: C. h. Ausschnitt (zentraler Schnitt); in der schematischen Darstellung ist die undeutliche Abgrenzung der Flüssigkeitslakune insbesondere im linken Randbereich (wenig organisiert) dargestellt

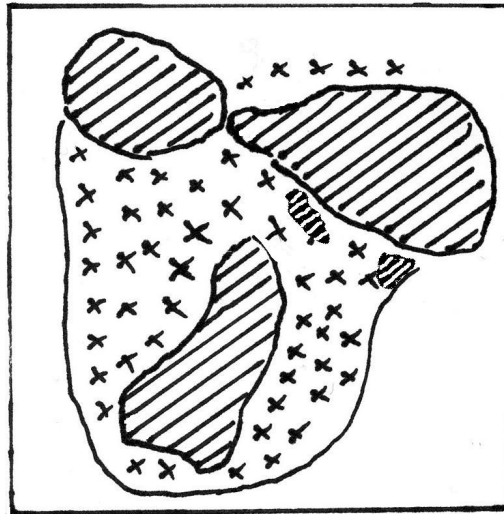
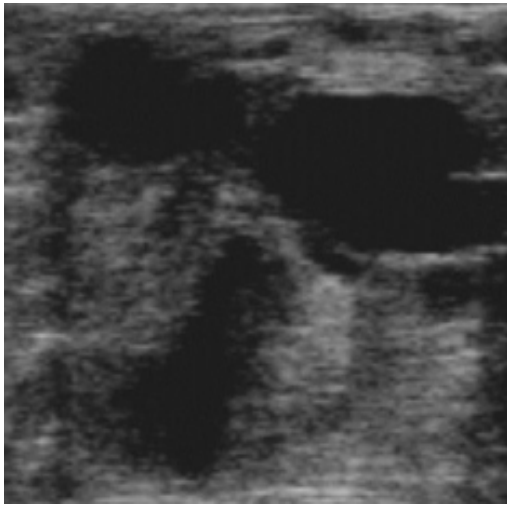


Abbildung 41 c.: C. h. Ausschnitt (leicht versetzter Schnitt); größte Ausdehnung und beginnendes Zusammenfließen der Flüssigkeitslakunen (Organisation wird deutlicher)

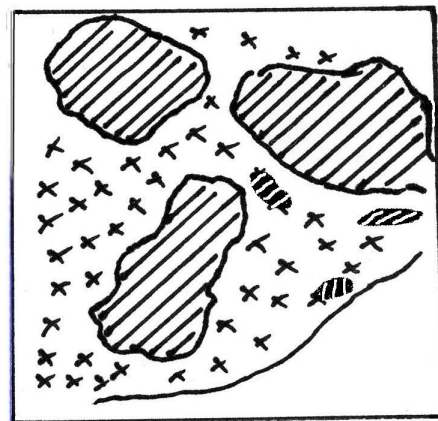
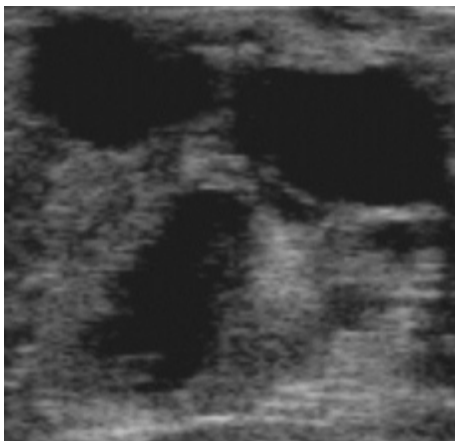


Abbildung 41 d.: C. h. Ausschnitt. Die Flüssigkeitslakune (leicht versetzter Schnitt) verändert ihre Form und Ausdehnung (eindeutige Abgrenzung und Organisation)

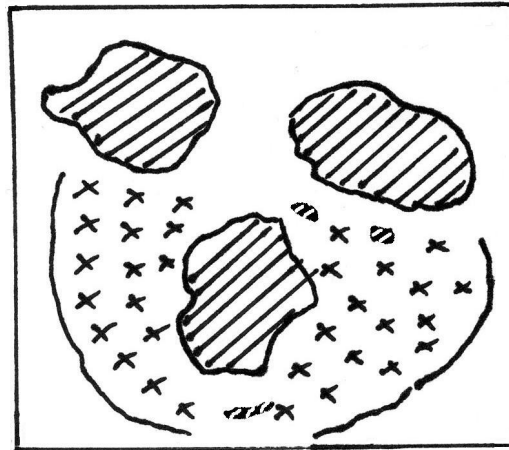
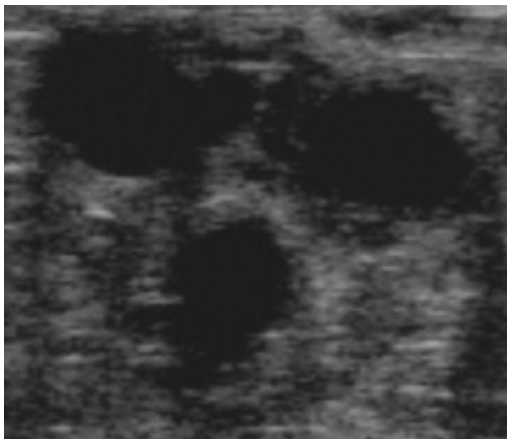


Abbildung 41 e.: C. h. Ausschnitt. Abnehmende Flüssigkeitslakunen; Organisation der Randbereiche deutlicher ausgeprägt



Abbildung 42 a.: Ultraschallaufnahme eines auslaufenden Follikels in der Gesamtübersicht

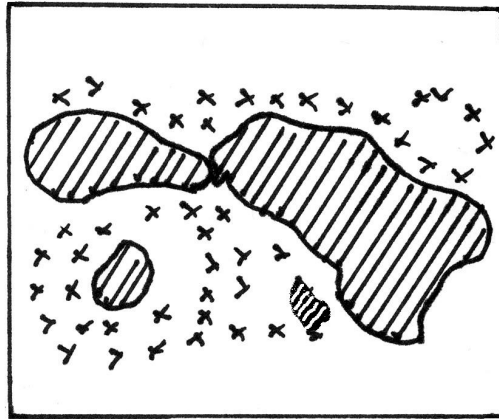
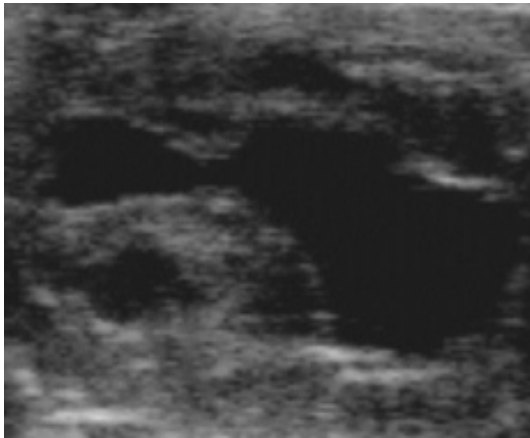


Abbildung 42 b.: C. h. Ausschnitt (zentraler Schnitt); etwas undeutlicher Kontrast (wenig organisierte Bezirke)

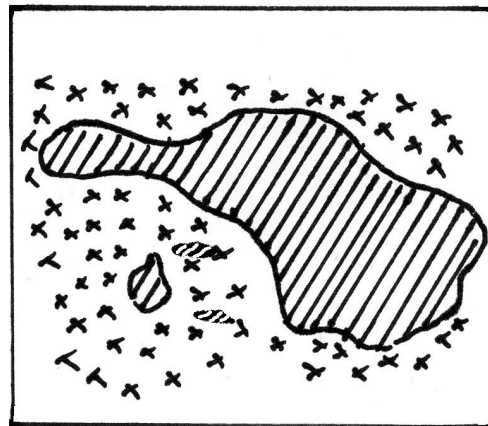
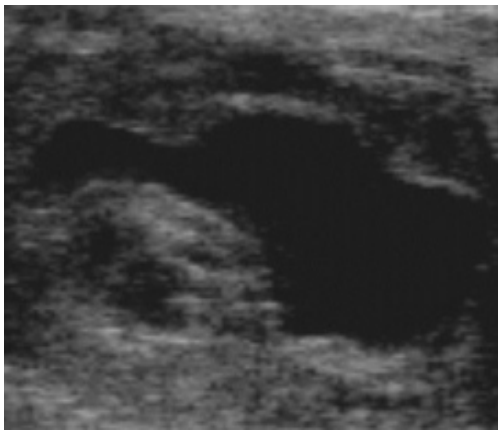


Abbildung 42 c.: C. h. Ausschnitt (zentraler Schnitt); beginnende Organisation

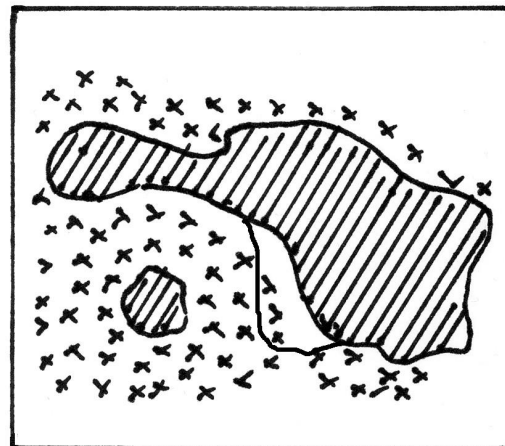
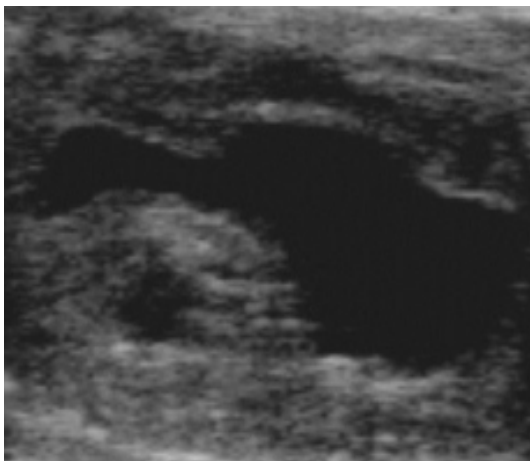


Abbildung 42 d.: C. h. Ausschnitt (1. randständige Ebene); deutlich organisierter

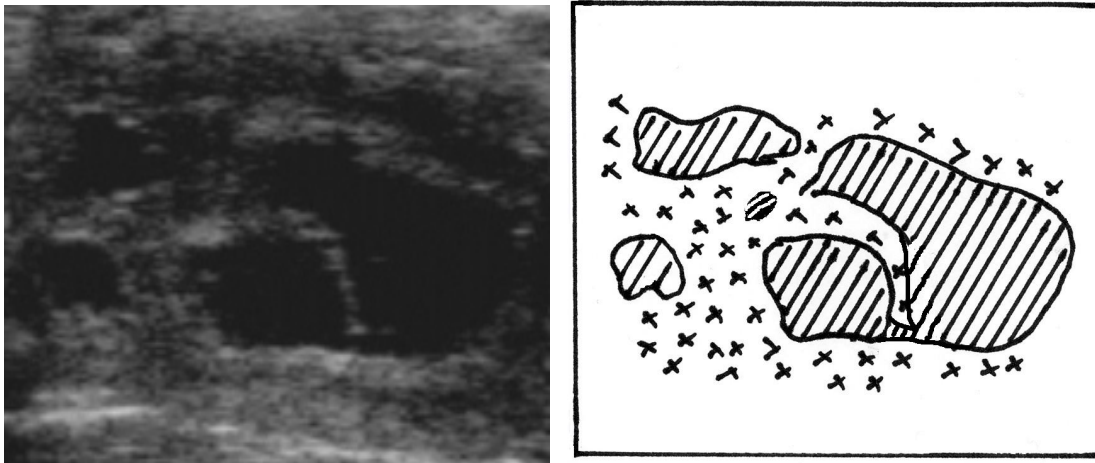


Abbildung 42 e.: C. h. Ausschnitt (2. randständige Ebene); eindeutige Zerklüftung durch Gewebsbildung

In Abschnitt 3.1.8.5.2. sind verschiedene Formen von Gelbkörpern aufgeführt und beschrieben. Entsprechend ihrer Homogenität wurden die Corpus luteum Typen 1 – 5 in folgenden Häufigkeiten beobachtet:

3.2.2.2 Corpus luteum Typen an den Tagen 10 und 15 post ovulationem in Abhängigkeit vom Trächtigkeitsergebnis

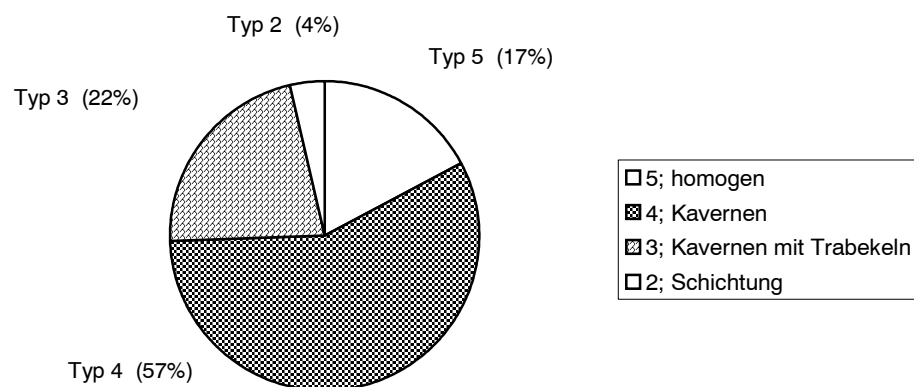


Abbildung 43: Prozentuale Verteilung verschiedener Gelbkörperstrukturen am Untersuchungstag 10; (n;82)

Tabelle 24: Verteilungsmuster der verschiedenen Gelbkörper (n;82) am Untersuchungstag 10 unter Berücksichtigung der Trächtigkeitsergebnisse

	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
	gesamt	tragend	tragend	nicht tragend	nicht tragend	resorbiert	resorbiert
Typ 2	3	1	33,3	2	66,7	0	0
Typ 3	18	5	27,8	11	61,1	2	11,1
Typ 4	47	24	51,1	21	44,7	2	4,2
Typ 5	14	10	71,4	4	28,6	0	0

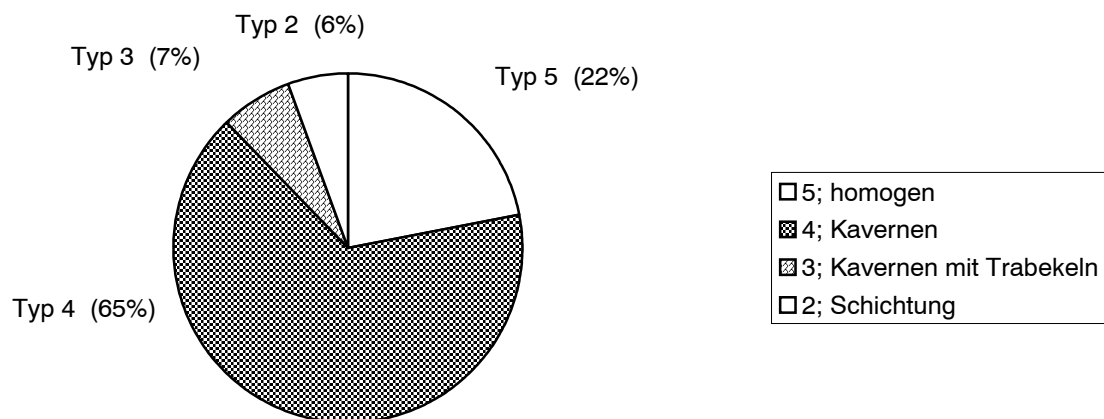


Abbildung 44: Prozentuale Verteilung verschiedener Gelbkörperstrukturen am Untersuchungstag 15; (n;73)

Tabelle 25: Verteilungsmuster der verschiedenen Gelbkörper (n;73) am Untersuchungstag 15 unter Berücksichtigung der Trächtigkeitsergebnisse

	Anzahl	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
	gesamt	tragend	tragend	nicht tragend	nicht tragend	resorbiert	resorbiert
Typ 2	4	1	25	3	75	0	0
Typ 3	5	0	0	4	80	1	20
Typ 4	48	23	47,9	23	47,9	2	4,2
Typ 5	16	14	87,5	1	6,25	1	6,25

Sowohl am Tag 10 als auch am Tag 15 des Zyklus bildet der Gelbkörper vom Typ 4 den am häufigsten gefundenen Anteil, gefolgt von Typ 5. Vergleicht man das Vorkommen der verschiedenen Strukturtypen mit den Trächtigkeitsergebnissen, findet man für Gelbkörper mit Kavernen (Typ 4) an beiden Tagen ausgeglichene Trächtigkeitsraten, für homogene Gelbkörper (Typ 5) sehr hohe Konzeptionsraten. Der Anteil an Corpora lutea mit Kavernen

und Trabekeln (Typ 3) nimmt von Tag 10 zu Tag 15 ab und weist ebenso wie C. I. mit geschichtetem Erscheinungsbild (Typ 2) sehr geringe Konzeptionsraten auf.

3.2.2.3 Unterschiede im Ultraschallbild von Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum während des Zyklus

Anhand ihres sonographischen Erscheinungsbildes lassen sich Corpora haemorrhagica und Corpora lutea von Stuten unterscheiden. Diese Differenzierungsmöglichkeiten ergeben sich aus der Echogenität, Form, Beschaffenheit, Lage und Größe des Funktionskörpers.

Die Ultraschalluntersuchung ermöglicht dem Untersucher bei gleich bleibender Geräteeinstellung die Helligkeit des Funktionskörpers zu erfassen. Des Weiteren können Informationen gewonnen werden die sich aus der Lage des Funktionskörpers im Ovar ergeben. Die Beurteilung der Beschaffenheit und Größe lässt Rückschlüsse auf den Organisationsgrad zu.

3.2.2.3.1 Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum bei gravid gewordenen Stuten

Der Gelbkörper unterliegt von seiner Anbildung an für den Untersucher ersichtlichen Veränderungen im Ultraschall. Unmittelbar nach der Ovulation erscheint der Funktionskörper für den Untersucher stark echogen und in verschiedenem Maße organisiert. Das frisch entstandene Corpus füllt die Ovulationsgrube aus und liegt am Ovarrand. Im Verlaufe des Zyklus nimmt der Organisationsgrad des Funktionskörpers zu, die Größe nimmt im Vergleich zur Untersuchung des Ovulationszeitpunktes leicht ab.

In Tabelle 26 sind die durch Ultraschalluntersuchung ersichtlichen Veränderungen am Funktionskörper bis zum Untersuchungstag 10 in zeitlicher Abfolge aufgeführt. Das Erscheinungsbild der Gelbkörper ist bis zu diesem Zeitpunkt bei graviden und zyklischen Stuten in etwa gleich. In Tabelle 27 ist das Erscheinungsbild der Funktionskörper am Untersuchungstag 15 von graviden und zyklischen Stuten gegenübergestellt. Bei tragenden Stuten ist ein vorläufiges Fortbestehen des Gelbkörpers mit zunehmender Kompaktierung zu beobachten.

3.2.2.3.2 Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum bei zyklischen Stuten

Für zyklische Stuten ergeben sich in der Beobachtung des Funktionskörpers bis zum Untersuchungstag 10 die in Abschnitt 3.2.2.3.1 und Tabelle 26 beschriebenen Veränderungen. Diese entsprechen bis dahin weitgehend denen von Stuten, welche konzipiert haben. Abhängig von der Zykluslänge der Stute lassen sich ab dem Untersuchungstag 15 durch eine beginnende Luteolyse bisweilen Unterschiede am Funktionskörper beobachten, welche in Tabelle 27 den gravid gewordenen Stuten gegenübergestellt wurden. Ersichtliche Anzeichen für eine Luteolyse des Funktionskörpers sind eine starke Größenabnahme, Aufrauen der Ränder bis hin zu einer nicht mehr möglichen Darstellung und Beobachtung im Ultraschall durch den Untersucher.

Tabelle 26: Erscheinungsbild des Gelbkörpers in Zusammenhang zu seiner Aufgabe bei graviden und zyklischen Stuten an den Untersuchungstagen 1, 5 und 10

Untersuchungstag	1	5	10
Erscheinungsbild des Funktionskörpers im Ultraschall	je nach Organisationsgrad einheitlich oder inhomogene Erscheinung mit dichten und lockeren Arealen; Einschluss von Flüssigkeit	homogeneres Erscheinungsbild als am Tag 1 je nach Organisationsgrad; vollständig homogen oder gut abgegrenzte Kavernen	homogenes Erscheinungsbild; Gelbkörper dadurch gut abgrenzbar; Schnittfläche im Ultraschall mit leicht porösem Charakter
Lage und Größe des Funktionskörpers	vollständige Ausfüllung der Ovulationsgrube	weiter vom Ovarrand entfernt Größe: etwas geringer als Tag 1	im Ovarstroma; Größe: gleich oder etwas kleiner als Tag 5; Einschnürung durch angrenzende Follikel
Klinische Bewertung des Untersuchers	stark echogen	stark echogen	schwächer echogen
Funktion	Ovulation; Gelbkörperanbildung	Organisation von Gelbkörpergewebe; Übernahme der Funktion einer endokrinen Drüse	Funktion als endokrine Drüse

Tabelle 27: Erscheinungsbild des Gelbkörpers in Zusammenhang zu seiner Aufgabe bei graviden und bei zyklischen Stuten

	gravide Stuten		zyklische Stuten	
Untersuchungstag	15	20	35	15
Erscheinungsbild des Funktionskörpers im Ultraschall	homogenes Erscheinungsbild Gelbkörper z. T. mit unregelmäßiger Form, bedingt durch angrenzende Follikel	homogenes, z. T. etwas geschichtet wirkendes Erscheinungsbild: kompakte Form mitunter große, angrenzende Follikel	schwächer echogenes kompaktes Erscheinungsbild oder z. T. wie am Tag 1	Grenzen des Gelbkörpers nicht immer gut abgrenzbar; unregelmäßiger Rand; Gesamteindruck: kleiner als am Tag 10
Lage und Größe des Funktionskörpers	im Ovarstroma; Größe: wiederum gleich oder etwas kleiner als Tag 10	im Ovarstroma	keine sichere Aussage möglich, ob es sich noch um ursprüngliches C. I. handelt	im Ovarstroma
Klinische Bewertung des Untersuchers	schwächer echogen	wieder etwas stärker echogen	Echogenität, Form und Erscheinungsbild sehr variabel	schwach echogen
Funktion	Funktion als endokrine Drüse	Funktion als endokrine Drüse	Anbildung von Corpora auxiliaria	Luteolyse/ Regression abhängig von Zykluslänge
				20
				Reste des Gelbkörpers nicht immer darstellbar; z. T. dominanter Follikel oder nur Ovarstroma feststellbar Wenn Reste vorhanden, Eindruck kompakt und z. T. geschichtet

4 Diskussion

In den vorhergehenden Untersuchungen sollte überprüft werden, ob das Alter bzw. die morphologischen Veränderungen am Corpus haemorrhagicum/ luteum eine reproduzierbare Entsprechung im Ultraschallbild aufweisen. Außerdem sollte geprüft werden, inwieweit sich entsprechende Feststellungen in der praktischen Arbeit zur Einschätzung des Zyklusstandes der Stute heranziehen lassen und darüber hinaus auf diese Weise eine Objektivierung der sonographisch erhobenen Befunde möglich wird.

Des Weiteren sollte der Frage nach der Umwandlung des Corpus haemorrhagicum in das Corpus luteum nachgegangen werden, da für diese Begriffe keine eindeutigen, weder zeitliche noch morphologisch-ultrasonographische Definitionen bestehen.

Zu diesem Zweck wurden 53 Stuten der Rassen Kaltblut, Traber und Warmblut aus der Klientel einer tierärztlichen Praxis in Norddeutschland herangezogen. Die erhobenen Befunde, sowohl der klinischen rektalen Untersuchung als auch der sonographischen Untersuchungen, wurden dokumentiert bzw. mittels eines Aufzeichnungsgerätes erfasst um einer späteren subjektiven als auch objektiven Auswertung mittels Graustufenmessung zur Verfügung zu stehen.

Für die Untersuchungen standen 53 Stuten der oben genannten Rassen zur Verfügung. Die Altersspanne reichte von 3 bis 20 Jahren. Der überwiegende Anteil der Tiere wurde zur Zucht genutzt, teilweise aber auch im Sport und als Freizeitpferde. Für Durchschnittsalter und im Mittel bisher erbrachter Fohlen ergab für die Rassen eine vergleichbare Verteilung. Unter Berücksichtigung dieser Angaben wurde eine Einteilung in Fruchtbarkeitsklassen nach Götze und Merkt vorgenommen (siehe Tabelle 2).

Entsprechend der Nutzung der Stuten auf den acht Standorten und den Zielsetzungen und Kenntnissen der verschiedenen Züchter um das Reproduktionsgeschehen von Stuten wurde das Management der Stutenbelegung in den vorhergehenden Jahren sehr unterschiedlich in ihrer Intensität betrieben.

Für die durchgeführten Untersuchungen war es jedoch notwendig, eine tägliche Untersuchung zur genaueren Eingrenzung des Ovulationszeitpunktes durchzuführen. Die Verfolgung der Gelbkörperentwicklung über den Zyklus der Stute wurde in fünf-Tage-Intervallen vorgenommen. Dieser Abstand fügt sich in einen ca. 21-Tage-Zyklus der Stuten und ermöglicht eine Trächtigkeitsuntersuchung am Tag 15 bzw. eine Feststellung einer beginnenden Luteolyse zu diesem Zeitpunkt mit ersten Anzeichen einer erneuten Rosse.

Die tägliche Untersuchung der Stuten während der Rosse und Eingrenzung des Ovulationszeitpunktes erwies sich als sehr erfolgreich im Hinblick auf die Erzielung von Trächtigkeiten. Das enge Untersuchungsintervall ermöglicht eine Reduktion des Besamungsaufwandes mit 2,6 Besamungen/Deckakten pro erzielte Trächtigkeit bei einer Trächtigkeitsrate von 77,4% am Ende der Zuchtsaison. VON RENTELN (2001) erzielte nach induzierter Rosse und Ovulation Trächtigkeitsraten zwischen 73,8 und 91,4%. BELZ (1994) erzielte bei vergleichbarer Stutenanzahl in seinen Untersuchungen eine Trächtigkeitsrate von 84,8%, wobei die Ergebnisse je nach Untersuchungsgruppe zwischen 71,4 und 90,9% lagen. Mit jedem Deckakt oder künstlicher Besamung besteht die Gefahr des Keimeintrages bzw. Keimverschleppung im Natursprung (GLATZEL und BELZ, 1995), die sich durch ein enges Untersuchungsintervall minimieren lässt. Zudem erhöht es die Auslastungsmöglichkeiten von Hengsten bei knapper Spermaverfügbarkeit.

Zu den nicht trächtig gewordenen Stuten gehörten überwiegend Tiere, welche erst gegen Ende der Zuchtsaison abgefohlt hatten und nur noch ein Zuchtversuch in der laufenden Saison unternommen wurde sowie Stuten, welche auch in der vorangegangenen Zuchtsaison güst geblieben waren.

Für die Durchführung der Untersuchungen wurde ein tragbares Ultraschallgerät mit einem 5 MHz Schallkopf verwendet. Für eine vergleichende Untersuchung war es notwendig, eine gleich bleibende Standardeinstellung festzulegen. Dieses war insbesondere im Hinblick auf die Grauwertuntersuchung notwendig, um Veränderungen in der Helligkeit durch das Ultraschallgerät auszuschließen, welche zu nicht vergleichbaren Messwerten in der computergestützten Auswertung führen würden (PIERSON und GINTHER, 1985; HERMES, 1997).

Die verwendete 5 MHz Sonde ermöglicht eine für Praxiszwecke ausreichende Darstellung von Ovarien und ihrer Funktionskörper. GINTHER (1988) empfiehlt für die Darstellung des C. I. eine hochwertige 5 MHz bzw. 7,5 MHz Sonde mit der sich die Entwicklung des Gelbkörpers verfolgen lässt. Mit Hilfe der 5 MHz Sonde lassen sich Strukturen ab 2 bis 3 mm darstellen und somit die Verwechslungsgefahr von kleineren Follikeln mit Kavernen im C. I. stark vermindern (GINTHER und PIERSON, 1984a). Hohe Frequenzen mit sehr hohen Auflösungsvermögen gehen dabei zu lasten der Eindringtiefe (POULSEN NAUTUP, 2000b). Die Wahl der Sondenfrequenz ist somit immer ein Kompromiss zwischen Auflösungsvermögen und möglicher Eindringtiefe.

Das mitgeführte tragbare Aufzeichnungsgerät ermöglichte eine einfache Aufzeichnung des Ultraschalluntersuchungsganges über eine Kabelverbindung mit dem Videoausgang des Ultraschallgerätes. Eine Abspeicherung der später ausgewählten Bilder erfolgte im JPEG

Format mittels der integrierten Speicherkarte und stand dadurch für die Computer gestützte Auswertung zur Verfügung.

Bei der Überprüfung der eingangs aufgeführten Aufgaben wurde die klinische Untersuchung durch die Ultraschalltechnik sinnvoll ergänzt um auswertbare Daten zu erhalten, was die klinische Einschätzung von Funktionskörpern am Ovar der Stute nach der Ovulation leichter ermöglichte. Eine Feststellung die im Einklang mit Untersuchungen von PIERSON und GINTHER (1985), KÄHN und LEIDL (1987) und GLATZEL (1997) steht.

Grauwertmessungen an Corpora lutea und Corpora haemorrhagica werden immer dann möglich, wenn diese Strukturen durch den Untersucher im Ultraschall ansprechbar sind. KÄHN und LEIDL (1987) sprechen bei der sonographischen Untersuchung von der „typischen“ Echogenität der Schnittfläche des Gelbkörpers. Als weitere Differenzierungskriterien führen die Autoren eine dünne echoschwache Begrenzungslinie zum Ovarstroma an sowie die Eigenschaften des Luteingewebes, sich in Graustufen darzustellen die charakteristisch für die Reflexion von lockerem, mäßig dichtem Gewebe sind.

Neben dieser subjektiven Auswahl ist eine Ansprechbarkeit des C. l. zudem von der Zykluslänge, dem Untersuchungsintervall, der Qualität des verwendeten Ultraschallgerätes (GINTHER und PIERSON, 1984a) und des Schicksals des Gelbkörpers z. B. bei Konzeption der Stute abhängig. Lässt sich anhand der beschriebenen Kriterien und Umstände ein C. h. oder C. l. ansprechen, kann ein entsprechend gewonnenes Bild der zu untersuchenden Struktur für weitere Auswertungen herangezogen werden.

Die Grauwertmessung ermöglicht in diesem Zusammenhang die Erhebung objektiver Daten. Mit ihrer Hilfe lässt sich der Verlauf der Grauwertentwicklung an Gelbkörpern über den Zyklus beobachten und bestimmen. Die ermittelten Messwerte lassen im Gegensatz zu anderen Anwendungsmöglichkeiten wie bei HERMES (1997) keine absolute Zuordnung zu einem bestimmten Ereignis, wie das Vorhersagen einer Trächtigkeit während der embryonalen Diapause beim Reh, zu. Die gewonnenen Daten dieser Studie erlauben die Beobachtung der Grauwertentwicklung von Funktionskörpern einer Stutenpopulation. Diese ergänzen den durch Ultraschalluntersuchungen gewonnenen Eindrücke beispielsweise von hyperechogenen Strukturen p. o. oder schwach echogenen lytischen Gelbkörpern. Ein einzeln betrachteter Messwert eines Einzeltieres lässt sich jedoch nicht absolut einem bestimmten Zyklusstand zuordnen. KAJAYSRI (1998) konnte mittels Grauwertmessung am bovinen C. l. lediglich höhere Grauwerte in der frühen Anbildung und fortgeschrittenen Rückbildung des Gelbkörpers im Vergleich zu seiner übrigen zyklischen Entwicklung

feststellen. Der genannte Autor fand Beziehungen der Grauwerte zu anderen Parametern, wie dem Volumenanteil an Luteinzellen, an Bindegewebe, Stroma und der Plasmalogesteronkonzentration im Luteingewebe. JÄHN (1998) beobachtete ähnliche Entwicklungen des Grauwertes an bovinen C. I. und verzeichnete für die Frühgravidität einen Anstieg der Grauwerte in Bereiche, wie sie auch im Post- und Präöstrus zu finden sind.

Im folgenden Abschnitt sollen die Messwerte von Funktionskörpern des jeweils ersten erfassten Zyklus pro Tier diskutiert werden.

Der Verlauf der erhobenen Mittelwerte für die durch Grauwertmessung gewonnenen Zentralwerte beschreibt nach der Erstmessung des C. I. am Tag 1 einen Anstieg zum Tag 5 p. o.. Die folgenden Untersuchungstage 10, 15, 20 und 35 weisen im Mittel Messwerte unterhalb des mittleren Zentralwertes vom Tag 1 auf. Diese Ergebnisse differieren z. T. etwas von den Ergebnissen von PIERSON und GINTHER (1985), die in einer 8 stufigen subjektiven Skala eine Einteilung der C. I. über den Zyklusverlauf vornahmen. Die Unterschiede bestehen vor allem in der ersten Hälfte des Zyklus. Hyperechogenität am Tag 1 und 2 p. o. werden von PIERSON und GINTHER (1985), TOWNSON und GINTHER (1989a) und MONTAVON (1994) beschrieben, wobei für Ponys Maximalwerte am Tag 2 gefunden wurden, für Warmblutstuten jedoch am Untersuchungstag 1. Eine Erklärung für dieses Phänomen steht noch aus.

Eine mögliche Erklärung für die abweichenden Befunde der genannten Autoren zu den gemessenen Werten dieser Studie am Tag 1 ergibt sich durch die Tatsache, dass die Autoren ihre Messungen subjektiv durchgeführt haben. Dabei wurden die Einschätzungen nur an den stärksten echogenen Anteilen des entstehenden C. I. vorgenommen, flüssigkeitsgefüllte Räume und Randanteile des C. I. jedoch nicht berücksichtigt. Des Weiteren erfolgte die Ovulationskontrolle in dieser Untersuchung im 24-stündigen Rhythmus. Diese Tatsache birgt eine gewisse Heterogenität im Organisationsgrad des C. I. und damit der gemessenen Grauwerte im Gegensatz zu den erwähnten Studien, die in Intervallen von wenigen Stunden Messungen vorgenommen haben und den Ovulationszeitpunkt schärfer eingrenzen konnten. Das Phänomen der subjektiv festgestellten Hyperechogenität kann für die Einschätzung einer kurzfristig vorausgegangenen Ovulation herangezogen werden. Bei einer in der Praxis oft gebräuchlichen Follikelkontrolle im zweitägigen Abstand kann aufgrund einer subjektiven Einschätzung nicht beurteilt werden ob die Ovulation vor 6 bis 12 Stunden stattgefunden hat und eine Besamung evtl. noch sinnvoll wäre, oder aber vor 24 bis 48 Stunden und die Aussichten auf eine erfolgreiche Belegung erheblich reduziert wären.

Die gemessenen Grauwerte am Tag 5 unterscheiden sich signifikant von allen anderen Untersuchungstagen mit Ausnahme der Werte vom Tag 1. Das C. I. befindet sich zu diesem Zeitpunkt in der Phase der Organisation um seine Aufgabe zur Progesteronproduktion zu übernehmen. Diese Veränderungen der Grauwerte werden von PIERSON und GINTHER (1985) mit hämodynamischen Veränderungen und der „Produktivität“ in Verbindung gebracht. SINGH et al. (1997) konnten zudem Zusammenhänge am bovinen C. I. im Vergleich von digitaler Bildanalyse zu Dichte von Luteinzellen, Bindegewebe und Stromakomponenten herstellen, fanden jedoch keine Beziehung zum Vorhandensein von Blutgefäßkomponenten in histologischen Präparaten. Nach BOLLWEIN et al. (2002) erreicht die Gelbkörperperfusion an nicht tragenden Traberstuten ihr Maximum am Tag 5 p. o., hält kurzfristig ein Plateau und fällt danach wieder ab. Die gewonnenen Grauwerte dieser Studie am Tag 5 zeigen zu diesem Zeitpunkt ein Maximum bevor sie an den folgenden Untersuchungstagen deutlich abfallen. Dieser hohe Wert steht im Gegensatz zu der Überlegung, dass eine hohe Perfusionsrate des C. I. mit niedrigen Grauwerten aufgrund von höheren Flüssigkeitsanteilen (d.h. Blut) verbunden sein sollte. Strukturen, welche eine höhere Echogenität in der sonographischen Darstellung hervorrufen, wie z.B. Luteinzellen und Bindegewebe, scheinen hier maßgeblich für die erhaltenen Werte verantwortlich zu sein. Andererseits ist die Echogenität des stockenden Blutflusses aufgrund des Erythrocyten-Roleaux und Thrombocyteneffektes recht hoch (ALLEN et. al., 1987).

Bisher durchgeführte Studien, die sich mit Fragestellungen zur Gelbkörperentwicklung bei der Stute befassen haben, wurden überwiegend an Pferden einer Rasse und ausschließlich an zyklischen Stuten durchgeführt. Es ist nicht hinlänglich bekannt, ob die gewonnenen Ergebnisse Allgemeingültigkeit für Stuten verschiedener Rassen besitzen und die ermittelten Ergebnisse bis zu dem anzunehmenden Zeitpunkt der Luteolyse auch mit Ergebnissen gravid gewordenen Stuten vergleichbar sind. BOLLWEIN et al. (2002) führten ihre Untersuchungen zur Gelbkörperdurchblutung an Traberstuten durch. PIERSON und GINTHER (1985) nutzten für ihre Untersuchungen zur Bestimmung der Grauwertentwicklung in einer Studie amerikanische Quarter Horse- und Appaloosastuten, TOWNSON und GINTHER (1989a und b) in weiteren Studien Ponystuten.

Probleme in der Auswertung von Fragestellungen ergeben sich häufig durch den unterschiedlichen Einfluss von Individuen auf die erhobenen Werte bzw. den daraus resultierenden Schlussfolgerungen. Bedingt durch unterschiedliche Konzeptionserfolge standen die Stuten für ein oder mehrere Untersuchungsgänge zur Verfügung. Tiere, welche nicht während der ersten Untersuchungsreihe konzipierten, wurden in der Regel für weitere Untersuchungen herangezogen, so dass sie mehrfach in der Auswertung erfasst wurden.

Der Vergleich von der jeweils ersten Untersuchungsreihe mit sämtlichen Untersuchungen verdeutlicht, dass der Einfluss eines Einzeltieres, welches häufiger in die Betrachtung einfließt, nur zu minimalen Verschiebungen der Messwerte führt. Sowohl die mittleren erfassten Grauwerte, als auch die Standardabweichungen der beiden betrachteten Gruppen weisen eine hohe Übereinstimmung auf. BOLLWEIN et al. (2002) schlussfolgerten für ihre Untersuchungen zu Blutfluss, errechneter Gelbkörperfläche und Progesteronkonzentration, dass es sich bei jedem Zyklus um ein Einzelereignis handelt. Die Unterschiede in den einzelnen Zyklen haben keine Beziehungen untereinander.

Im folgenden Abschnitt sollen die Ergebnisse der Grauwertentwicklung der Funktionskörper in Abfolge des Untersuchungsschemas, getrennt nach Pferderassen und mit und ohne Berücksichtigung des Trächtigkeitsstatus diskutiert werden. TOWNSON und GINTHER (1989a und b) fanden Unterschiede zwischen amerikanische Quarter Horse- und Appaloosastuten am Tag 1 und 2 des Zyklus, konnten jedoch keine Erklärung dafür geben. Mit der Trennung nach Rassen, der Betrachtung unabhängig und abhängig vom Trächtigkeitsergebnis sollte geprüft werden, ob Übereinstimmungen vorhanden sind oder rassespezifische Unterschiede festgestellt werden können.

Die Betrachtung der Grauwertentwicklung der Funktionskörper vom Untersuchungstag 1 gegen 5 unabhängig von der Berücksichtigung des Trächtigkeitsergebnisses erbringt einen Anstieg der Werte für die Warmblüter und Traber. Die Funktionskörper der Kaltblutstuten weisen im Gegensatz dazu die höchsten Messwerte am Untersuchungstag 1 auf. Unter Berücksichtigung der Trächtigkeitsergebnisse sind die gleichen Tendenzen für zyklische und gravid gewordene Warmblutstuten festzustellen. Erfolgreich belegte Traberstuten weisen ebenfalls einen Anstieg der Messwerte vom ersten zum zweiten Untersuchungszeitpunkt im Gegensatz zu erfolglos belegten Traberstuten, welche am ersten Untersuchungstag Funktionskörper mit dem durchschnittlich höchsten Grauwert aufweisen. Erfolgreich belegte Kaltblutstuten weisen zum Zeitpunkt der Ovulationskontrolle den höchsten ermittelten Grauwert auf im Gegensatz zu zyklischen Kaltblütern, welche zu diesem Untersuchungstermin den zweitniedrigsten Wert der ganzen Untersuchungsreihe aufweisen. Entsprechend der Beobachtungen von TOWNSON und GINTHER (1989b), welche zeitlich unterschiedliche Maxima der Grauwerte an den Funktionskörper von Pony- und Quarter-Hordestuten fanden, zeigen sich auch in dieser Studie unterschiedliche Verläufe der Grauwertentwicklung. Zudem besteht bei Trabern und Kaltblütern eine unterschiedliche Tendenz der Grauwertentwicklung bei Berücksichtigung der Trächtigkeitsergebnisse. Unabhängig von den einzelnen Verläufen der Grauwertentwicklung, liegen die objektiv

gemessenen Grauwerte zu den ersten beiden Untersuchungszeitpunkten im Durchschnitt so hoch, dass sie den subjektiven Eindruck der Hyperechogenität eines frischen Funktionskörpers, wie er bei PIERSON und GINTHER (1985), TOWNSON und GINTHER (1989a) und MONTAVON (1994) beschrieben wird, bestätigt und als Hilfsmittel für die klinische Untersuchung zur Einschätzung des Zyklusstandes herangezogen werden kann.

Die Entwicklung der mittleren Grauwerte der Funktionskörper beschreibt bei allen drei Rassen einen Abfall der Werte von Untersuchungstag 5 zu 10. Dieses Verhalten stellt sich auch für die Betrachtung im Hinblick auf den Besamungserfolg gleich dar.

LIEBICH (1999) spricht in den ersten fünf Tagen p. o. vom C. h.. Dieses wird von einem dichten Kapillarnetz durchzogen und bestimmt maßgeblich die Struktur des Gelbkörpers. Dieses Kapillarnetz geht während der Gelbkörperblüte eine zunehmende Verflechtung mit den Luteinzellen ein. ALLEN et. al. (1987) stellten fest, dass sich zirkulierendes Blut im Gegensatz zu geronnenem Blut im Ultraschall anechogen, also schwarz darstellt. Berücksichtigt man diese Tatsache, lässt sich der Abfall der Grauwertentwicklung ab dem fünften Tag nach der Ovulation anhand der Umbauvorgänge im C. I. erklären.

Bei der Betrachtung der mittleren Grauwertentwicklung von Untersuchungstag 10 zu 15 weisen die Funktionskörper der Stuten aller drei Rassen ohne Berücksichtigung des Trächtigkeitsergebnisses einen Abfall in ihrer Entwicklung auf. Abweichend davon verhalten sich die Grauwerte von erfolgreich belegten Warmblutstuten, die einen Anstieg zu verzeichnen haben.

Wie bereits im Vergleich von Tag 5 und 10 beschrieben, lässt sich der weitere Abfall des mittleren Grauwertes an den Funktionskörpern mit den von LIEBICH (1999) und ALLEN et al. (1987) dargestellten Verhältnissen der Gelbkörperentwicklung in Einklang bringen. Die gegenläufige Entwicklung der Grauwerte bei tragenden Warmblutstuten ist nur geringgradig ausgeprägt.

Bei der Betrachtung der Grauwertentwicklung von Untersuchungstag 15 zu 20 unabhängig vom Trächtigkeitsergebnis weisen Warmblutstuten im Gegensatz zu Traber- und Kaltblutstuten einen Anstieg der Grauwertentwicklung auf. Erfolgreich belegte Stuten aller drei Rassen weisen einen Abfall der mittleren Grauwerte auf. Zyklische Stuten der Rassen Warmblut und Traber verzeichnen im Vergleich der beiden Untersuchungszeitpunkte einen Anstieg der Grauwertentwicklung im Gegensatz zu den Kaltblutstuten.

Eine einheitliche Betrachtung und Bewertung der Grauwertentwicklung zwischen diesen beiden Untersuchungszeitpunkten gestaltet sich schwierig. Durch die unterschiedliche Zykluslänge und Rossedauer in der Hauptpaarungszeit und Übergangszeit (GLATZEL 1997) ist ein Corpus luteum bei zyklischen Stuten unterschiedlich lang darstellbar. So nimmt in diesem Untersuchungsintervall die Anzahl der auswertbaren Funktionskörper und ihrer

Grauwerte stark ab. BOLLWEIN et al. (2002) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass ein Nachweis des Blutflusses mittels Doppler am C. I. bei zyklischen Traberstuten bis etwa zum 15., bisweilen 17. Tag und in einem Fall bis zum Tag 19 des Zyklus möglich ist. Das C. I. war noch bis zu drei Tage vor der folgenden Ovulation darstellbar. Das Versiegen des Blutflusses in diesem Bereich fällt in etwa gleichzeitig mit einer starken Abnahme der Grauwerte an C. I. dieser Studie am Tag 15 zyklischer Traberstuten zusammen, ist aber ebenso bei zyklischen Warm- und Kaltblutstuten zu beobachten und kann als ein Zeichen der laufenden Luteolyse gewertet werden.

Die Zunahme der Helligkeit bei Gelbkörpern und deren Resten nicht gravider Stuten zum Untersuchungstag 20 ist neben den objektiv erfassbaren Befunden als ein Maß für eine deutliche Strukturveränderung zu werten. Nach LIEBICH (1999) geht diese Veränderung mit einer Degeneration des Kapillargewebes, fettiger Degeneration der Luteinzellen und deutlicher Vermehrung interstitiellen Bindegewebes einher. Diese Um- bzw. Abbauprozesse des Narbengewebes führen zur Bildung des Corpus albicans. GINTHER und PIERSON (1984a) beobachteten ebenfalls einen Anstieg der Echogenität und definierten das C. a. als kleine, etwa 10 mm scharf umschriebene Gebilde, welche sich im Ultraschall in einigen Fällen darstellen ließen. Ein sicheres Ansprechen als C. a. gelingt nur in seltenen Fällen bei kontinuierlicher sonographischer Beobachtung und kurzfristigem Nachweis der Struktur auch nach der nächsten Ovulation.

Bedingt durch die Zykluslänge von Stuten entfielen auf die Auswertung und Vergleich des Untersuchungstages 20 und 35 nur erfolgreich belegte Stuten. Die Grauwertentwicklung aller drei Rassen weist einen Anstieg der mittleren Grauwerte von Tag 20 zu Tag 35 auf, welcher bei Kaltblutstuten am deutlichsten ausgeprägt ist.

Der starke Anstieg der mittleren Grauwerte der Funktionskörper bei Kaltblutstuten wirft die Frage auf, ob es sich hierbei um weitere Strukturveränderungen am C. I. handelt, oder ob es sich wie bei GLATZEL (1997) beschrieben, um Corpora auxillaria handelt. Diese werden bereits um den 40. Trächtigkeitstag zur Ablösung des primären C. I. gebildet und sind befähigt Progesteron zur Aufrechterhaltung der Trächtigkeit zu sezernieren.

Die Betrachtung der Grauwerte getrennt nach Rassen und unter Berücksichtigung des Trächtigkeitsergebnisses an den einzelnen Untersuchungstagen ergibt Unterschiede in der Höhe der gemessenen Werte bei ähnlichen Tendenzen in der Grauwertentwicklung. Die Ausprägung der Echogenität entspricht Beobachtungen von SINGH et al. (1997), wonach sich hohe Messwerte an bovinen Gelbkörpern während des Metöstrus fanden. Niedrige Werte wurden während des frühen und mittleren Diöstrus beobachtet. Ein Anstieg wurde zum Zeitpunkt der Regression des C. I. im Proöstrus gefunden. Abweichungen hiervon

ließen sich in dieser Studie bei erfolgreich belegten Warmblutstuten und nicht erfolgreich belegten Kaltblütern finden. Die genannten Autoren führten ihre Untersuchungen jedoch an Ovarien zyklischer Rinder durch, so dass die Ergebnisse ab dem späten Diöstrus mit den Ergebnissen erfolgreich belegter Stuten dieser Untersuchung schwer vergleichbar sind. Bei rassevergleichender Betrachtung der Echogenität der Funktionskörper an den einzelnen Untersuchungstagen zeigen sich Unterschiede in der Ausprägung der Echogenität. In der Gruppe der erfolgreich belegten Tiere weisen Warmblut- und Traberstuten in etwa die gleiche Entwicklung in der Zu- und Abnahme der gemessenen Grauwerte auf. Bis auf den Untersuchungstag 15, an dem beide Rassen etwa gleich hohe Messwerte zu verzeichnen haben, liegen die Werte der Traberstuten jedoch immer über denen der Warmblutstuten. Die Werte der Kaltblutstuten liegen, bei etwas abweichender Entwicklungstendenz bis auf Untersuchungstag 1 und 35, unter denen der anderen beiden Rassen. Bei zyklischen Tieren lässt sich diese Beobachtung an den ersten drei Untersuchungspunkten ebenfalls machen. Mit dem Untersuchungstag 15, dem erwarteten Zeitpunkt der Luteolyse, besitzen die Funktionskörper der Traber die niedrigste Echogenität, während die der Kaltblüter die höchste der drei Rassen zu diesem Untersuchungszeitpunkt aufweisen. Berücksichtigt man die Untersuchungen von SINGH et al. (1997), wonach die Echogenität der Funktionskörper im Ultraschall maßgeblich durch die Dichte der Luteinzellen, von Stromakomponenten und Bindegewebe geprägt wird, wirft sich die Frage auf, ob es sich hierbei um rassespezifische Unterschiede handelt. Die Klärung dieser Frage bleibt weiterführenden histologischen Untersuchungen vorbehalten.

Die gesonderte Betrachtung nach Rassen veranschaulicht, dass es zwar in großem Umfang gleiche Entwicklungstendenzen in der Grauwertentwicklung von Gelbkörpern gibt, jedoch trotzdem rassespezifische Unterschiede möglich sind. Diesem Umstand sollte sowohl in der praktischen Arbeit, als auch bei der Literaturrecherche Rechnung getragen werden.

Die Grauwertmessung am Funktionskörper der Stute als objektives Hilfsmittel ermöglicht die Beschreibung des Verlaufes der Grauwerte für eine Stutenpopulation. Absolute Zuordnungen eines bestimmten Grauwertes eines Einzeltieres zu einem bestimmten Ereignis sind nicht möglich.

Die subjektive Betrachtung des Funktionskörpers am Ovar p. o. im Ultraschall beschränkt sich häufig nur auf Feststellung des Vorhandenseins eines Gelbkörpers, evtl. noch seiner Größe und Form. Betrachtet man diesen jedoch eingehender, lassen sich Unterschiede feststellen wie sie in Abschnitt 3.1.8.5.2 beschrieben sind. Im Folgenden sollen die Beobachtungen entsprechend des Zyklusverlaufes der Stute beginnend mit der Ovulation

diskutiert werden. Ein weiteres Hauptaugenmerk liegt auf dem Vergleich des Untersuchungstages 10 mit 15 zum Zeitpunkt der erwarteten Luteolyse, gewonnenen Eindrücken von Ultraschallbildern während des Zyklus und des sich daraus ergebenden Vergleiches von Funktionskörpern zyklischer und gravid gewordener Stuten.

Das Auslaufen von Follikeln konnte bei einmal täglicher Untersuchung bei Warm- und Kaltblutstuten bzw. vier Mal täglicher Untersuchung bei 5 Traberstuten in 8 % der Ovulationskontrollen beobachtet werden. Mit Hilfe der Palpation kann die Beschaffenheit der Follikelwand, das Vorhandensein der Ovulationsgrube, sowie das „Schneeballknirschen“ nach erfolgter Ovulation festgestellt werden. Es bestehen jedoch Verwechslungsmöglichkeiten zwischen dem Fühlen lappiger Follikelwände und dem nur bedingt ertastbaren frischen C. h.. Die Ultraschalluntersuchung bietet hier aufgrund der Restunsicherheit ein wertvolles Hilfsmittel, insbesondere wenn eine Tiefgefrierbesamung beabsichtigt ist und die Besamung möglichst ovulationsnah erfolgen soll (V. RENTELN, 2001). HOHENHAUS und LEHMANN (1990) schätzen die Verwechslungsgefahr zwischen einem Follikel und einem frischen C. h. innerhalb der ersten 24 Stunden p. o. ebenfalls hoch ein. Beide Autorinnen begründen dies mit der Tatsache, dass sich zwischen 50 und 70% der Ovulationsgrube mit Blut füllen. Das entstehende breiige schwammige Gebilde lässt sich ihrer Meinung nach nur vom geübten Untersucher anhand der Konsistenz von einem fluktuierenden Follikel unterscheiden. Anschließend wird die Beschaffenheit fleischiger und ist palpatorisch nach kurzer Zeit nicht mehr vom Ovargewebe differenzierbar.

Zur Erleichterung der Diagnose ist eine vollständige Aufzeichnung von vorher erhobenen Befunden, vor allem zur Follikelentwicklung unerlässlich. Dabei sollte die Entwicklung von nachfolgenden Follikeln nicht außer Acht gelassen werden, da sie das „Stehen bleiben“ bzw. die Atresie eines beobachteten Follikels zu erklären vermögen. Zum anderen wird das Risiko von unerkannten Zwillingsträchtigkeiten von vorn herein verringert.

Als Kriterien für das Enden des Auslaufens des Follikels und somit den Beginn der Gelbkörperentwicklung führen TOWNSON und GINTHER (1989a) folgende Punkte an:

1. keine sonographisch feststellbare Follikelflüssigkeit in der Ovulationsgrube,
2. der Anteil an Follikelflüssigkeit sinkt während der Untersuchung unter 5 % der Fläche der Ovulationsgrube, und
3. den Zeitraum einer 5-minütigen Untersuchung nach Feststellung der Kriterien 1 und 2, in der kein zusätzlicher Flüssigkeitsverlust beobachtet werden kann.

Die hier beobachtete Häufigkeit, mit der das Auslaufen von Follikeln beobachtet werden konnte widerspricht Beobachtungen von KÄHN (1991), wonach dieser Vorgang nur wenige Sekunden andauert. Anzunehmen ist eher eine Dauer von mehreren Minuten. Es ist nicht

auszuschließen, dass dieser Vorgang bei der Beobachtung durch den Druck der Ultraschallsonde beschleunigt wird.

GINTHER (1988) beschreibt für das Verschwinden von Restflüssigkeit aus der Follikelhöhle bei Ultraschallkontrolle eine Zeitspanne von ca. 30 Minuten bis hin zu 20 Stunden.

Mittels der Ultraschalluntersuchung lässt sich bei kontinuierlicher Verfolgung der Follikelentwicklung und Ovulation, in Verbindung mit einer ausreichenden Dokumentation der erhobenen Befunde, die Entstehung eines Gelbkörpers verfolgen. Als typische Erkennungskriterien für einen frischen Gelbkörper können seine Hyperechogenität, anechogene Areale, in und neben diesen stark echogenen Flächen am Stutenovar herangezogen werden. Weitere Merkmale zur Erkennung sind die Lage des Gelbkörpers am Randbereich des Eierstocks und die zusätzlich erhobenen klinischen Befunde zur Rossebeurteilung der Stute. Die Klärung der Frage, ob es sich bei der morphologischen Form des neu entstandenen Funktionsgebildes um ein C. h. oder C. l. handelt, ist mittels Ultraschalluntersuchung nicht immer eindeutig zu klären. LIEBICH (1999) spricht in den ersten fünf Tagen p. o. generell von einem C. h.. ALLEN et al. (1987) beschreiben einen raschen Umbauprozess des postovulatorischen Hämatoms durch Luteinzellen während der Reifung und Entwicklung des Gelbkörpers. Die genannten Autoren stellten fest, dass die mittels Ultraschalluntersuchung beobachtete Entwicklung nicht immer mit der histologischen Entwicklung übereinstimmt. PIERSON und GINTHER (1985) und TOWNSON und GINTHER (1989a) unterschieden anhand sonographischer Untersuchungen am Stutenovar zwischen frischen homogenen Gelbkörperstrukturen mit echogenen Anteilen von 90 bis 100%, und solchen, die in ihrem Kern nicht echogene Areale aufweisen.

Für die praktische Anwendung bedeutet dies, dass sich der Untersucher zur Erkennung eines frischen Gelbkörpers sowohl der Merkmale eines C. h. mit Einschlüssen von Restflüssigkeit, als auch der eines homogenen und hyperechogenen C. l. bewusst sein muss.

Ein sechs- bis achtstündiges Untersuchungsintervall zur Feststellung der Ovulation und anschließende Tiefgefrierbesamung erwies sich in dieser Studie als sehr erfolgreich. Fünf von sechs Stuten konzipierten bei der ersten Besamung. Die sechste Stute konzipierte in insgesamt vier Versuchen nicht. Dieses Tier war bereits in der vergangenen Zuchtsaison güt geblieben. Das Scheitern einer Konzeption dürfte im massiven Vorhandensein von Endometriumszysten liegen, welche die Stute in beiden Uterushörnern aufwies. KLUG und ANDRES (1987) empfehlen in Untersuchungen zur Feststellung der Ovulation bei beabsichtigter Tiefgefrierbesamung einen 12-stündigen Untersuchungsabstand. Die Autoren machten jedoch keine Angaben zu den zu erwartenden Trächtigaussichten. VON RENTELN (2001) erzielte bei (n;42) Stuten nach hormonell induzierter Rosse am Tag 18

bzw. 19 post partum und anschließender Ovulationsinduktion mit Follikelkontrollen im sechsstündigen Abstand eine Trächtigkeitsrate von 73,6 %.

Die Beobachtungen der Gelbkörper an Videomaterial bergen bisweilen große Unterschiede zu den Eindrücken, die bei einer zügigen Untersuchung direkt am Tier gewonnen werden. Der Untersucher betrachtet häufig das zu untersuchende Gebilde in seiner maximalen Ausdehnung. Zu beachten ist jedoch, dass es sich bei allen zu untersuchenden Strukturen um dreidimensionale Gebilde handelt, auch wenn ein Ultraschallbild nur zwei Dimensionen bietet. So stellt diese Form der Betrachtung nur ein Schnittbild in einer ganzen Reihe von möglichen Bildern dar und spiegelt nicht alle tatsächlichen Befunde wider. Am Gelbkörper lassen sich vielfältige Phänomene beobachten. Diese reichen von einer ausgesprochenen Homogenität über das Vorhandensein von Kavernen, z. T. durchzogen von trabekelähnlichen Strukturen, bis hin zum Eindruck einer Schichtung.

Nach PIERSON und GINTHER (1985) und KÄHN und LEIDL (1987) hat die Entstehung eines Gelbkörpers über die morphologische Form eines C. h. bzw. über eine homogene C. l.-Struktur keinen Einfluss auf die funktionellen Belange eines Gelbkörpers.

Von besonderem Interesse ist die Frage, ob sich nach einer Belegung anhand des Erscheinungsbildes des Gelbkörpers Hinweise auf eine Trächtigkeit ergeben, oder eine Lyse des C. l. zu erwarten ist. Dieses setzt jedoch genaue Kenntnisse über den Zyklusstand der Stute in Form des Ovulationszeitpunktes voraus. Betrachtet man die Verteilung der Gelbkörpertypen an den Untersuchungstagen 10 und 15, neigen homogenere C. l. (Typ A) dieser Studie zu wesentlich besseren Trächtigkeitsraten als diejenigen, welche Kavernen mit Trabekeln aufweisen. Eine Gleichverteilung von tragend und nicht tragend, ergibt sich für Gelbkörper, die ein bis mehrere Kavernen aufweisen.

Etwa die Hälfte aller untersuchten C. l. unterscheidet sich am Tag 15 von der eingeteilten Klasse am Untersuchungstag 10 unabhängig vom Trächtigkeitsergebnis. So lässt sich auch mit der sonographischen Diagnostik nachvollziehen, dass es sich nicht um ein statisches Gebilde handelt sondern es zu ständigen Umbauprozessen kommt.

Bei der gynäkologischen Untersuchung von Stuten in der Praxis beschränkt sich das Interesse der Tierbesitzer häufig lediglich auf die Frage, ob die Stute in Rosse, eine Rosse zu erwarten oder aber trächtig ist. Während sich die erste Frage mitunter schon durch das Verhalten der Stute oder durch palpatorische und sonographische Untersuchungen abklären lässt, sind die übrigen Fragen mitunter schwieriger zu klären. Mit der sonographisch erhobenen Diagnose „Gelbkörper vorhanden“, kann nur eine derzeitige Rosse mit zusätzlich erhobenen Befunden wie Verhalten am Hengst und Uterusbefunden ausgeschlossen

werden. Jedoch bietet eine subjektive Einschätzung des Gelbkörpers je nach Erfahrung des Untersuchers eine gewisse Hilfestellung. Stark hyperechogene, große C. I. sprechen für eine vorausgegangene Ovulation. Die gleichzeitige Präsenz eines kompakten und homogenen Gelbkörpers und eines Follikels mit Ovulationsgröße lassen auf eine der bei Stuten typischen zusätzlichen Follikelwellen schließen, wie sie bei AURICH und KLUG (1993); BECKER et al. (1994) und LACK und HUCHZERMEYER (2004) beschrieben wurden. Sind Befunde an der Gebärmutter und das Rosseverhalten am Hengst nicht eindeutig, lässt sich durch die Diagnose des C. I. das Risiko von Fehlbelegungen vermindern.

Die sonographisch gewonnenen Eindrücke von C. h. und C. I. gleichen sich in der ersten Hälfte des Zyklus einer zyklischen oder gravid gewordenen Stute. Ein frisches C. h. lässt sich durch seine Hyperechogenität, Restmengen von Follikelflüssigkeit und bisweilen Inhomogenität ansprechen. Liegen keine dokumentierten Befunde der Follikelentwicklung der vorausgegangenen Rosse vor, ist aufgrund des Bildes jedoch keine sichere Aussage möglich ob die Ovulation vor ein, zwei oder sogar drei Tagen stattgefunden hat. In den folgenden Tagen nimmt die Homogenität zu. Der Gelbkörper verliert dabei zusehends an Echogenität, lässt sich aber gut vom Ovargewebe abgrenzen. Eine Zuordnung zu einem bestimmten Zyklustag beim Vorhandensein eines kompakten C. I., wie es hier beschrieben wurde, lässt sich nicht vornehmen. Durch Doppel- oder Mehrfachuntersuchungen ist nur eine tendenzielle Aussage möglich. Diese Feststellung unterstreicht die Analyse zu dieser Frage von PIERSON und GINTHER (1985) sowie MONTAVON (1994).

Bei bekanntem Zyklusstand kann die Feststellung eines Gelbkörpers am Untersuchungstag 15 oder später aber wertvolle Hilfestellung bei unsicherer Trächtigkeitsdiagnose bieten. Dieses kann der Fall sein, wenn von einem eher unerfahrenen Untersucher eine frühzeitige Trächtigkeitsuntersuchung gefordert wird oder aber eine sichere Aussage durch mangelnde Sensibilisierung des Uterus trotz Trächtigkeit nicht möglich ist. Endometriumszysten und stark umfangsvermehrte Gebärmutterhörner nach Belegung in der Fohlenrosse erschweren ebenfalls eine sichere Diagnose (GLATZEL und BELZ, 1995). Ist zu diesem Zeitpunkt ein kompakter Gelbkörper vorhanden ohne dass dieser Anzeichen einer Luteolyse aufweist, ist in jedem Fall von einer vorzeitigen Rosseinduktion mittels Prostaglandinapplikation abzusehen (GINTHER, 1988; GLATZEL, 1997).

Die Feststellung zweier Gelbkörper auf beiden Ovarien einer Stute gibt Hinweise auf eine stattgefundenene Doppelovulation, welche aufgrund eines weiten zeitlichen Abstandes unbemerkt geblieben sein kann. In diesem Falle ist besonders gründlich nach einem zweiten Embryo zu suchen, der je nach Ovulationsabstand erheblich kleiner als der erste sein und sich bei frühzeitiger Trächtigkeitsuntersuchung der Beobachtung entziehen kann.

In der ersten Hälfte des Zyklus können bei nicht graviden Stuten die Befunde am Gelbkörper kaum von denen an C. I. von graviden Stuten unterschieden werden. In den vorgelegten Untersuchungen ließen sich etwa ab dem 15. Tag oder geringfügig später Veränderungen am Ultraschallbild des Gelbkörpers feststellen, die auf eine Lyse bzw. den Erhalt dieser Struktur schließen lassen. Dabei spiegelt eine Größenabnahme, das Aufrauen der Ränder mit zunehmend schwerer fallenden Abgrenzung vom Ovarstroma und bisweilen einer Zunahme der Echogenität ein Wiederauftreten der Rosse wider. Diese Struktur wird dann als Corpus albicans bezeichnet, gekennzeichnet durch narbiges Bindegewebe (LIEBICH 1999). Treten Störungen im Verlauf des Zyklus auf, beispielsweise durch Verlängerung des Diöstrus, Fruchtresorption oder Übergangsphasen zu Beginn und Ende der Zuchtsaison (GLATZEL 1997), bleiben derartige Beobachtungen zu den erwarteten Zeitpunkten aus.

5 Zusammenfassung

Zur Charakterisierung sonographischer Befunde am Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum der Stute

Der Gelbkörper der Stute entzieht sich aufgrund der anatomischen Verhältnisse der Hand des Untersuchers und ist bei der transrektalen Palpation nicht zu befunden. Lediglich das Corpus haemorrhagicum befindet sich zunächst in der Fossa ovarica, kann jedoch bedingt durch seine weiche Konsistenz mit einem präovulatorischen Follikel verwechselt werden.

So wird in der praktischen Arbeit nicht selten ein dominanter aber nichtovulatorischer Follikel der ersten Anbildungswelle zur letztlich fruchtlosen Besamung genutzt, weil das Corpus luteum nicht diagnostiziert wurde. Die sonographische Untersuchung des Stutenovars verbessert die Diagnosesicherheit. Corpora lutea lassen sich über weite Strecken des Geschlechtszyklus der Stute sonographisch darstellen.

In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, ob sich die Umbauprozesse im Gelbkörper sonographisch darstellen lassen und dem entsprechenden Zyklusstand zuzuordnen sind.

Weiterhin sollte geprüft werden, ob eine Objektivierung sonographisch erhobener Befunde an Corpora lutea mittels einer Graustufenmessung möglich ist und sich hierdurch verwertbare Daten für eine verbesserte Zyklusdiagnostik gewinnen lassen.

Für die Durchführung der Untersuchungen standen insgesamt 53 Stuten der Rassen Warmblut, Traber und Kaltblut zur Verfügung. Diese wurden ab der Ovulation im Abstand von fünf Tagen zur Untersuchung herangezogen. Konnte während der Untersuchungen am Zyklustag 15 und 20 eine Trächtigkeit festgestellt werden, erfolgte eine weitere Absicherung am Tag 35 nach der Ovulation. Blieben die Stuten güt, wurden sie mit Eintreten neuer Rosseerscheinungen wieder in das Untersuchungsschema einbezogen.

Die sonographisch erhobenen Befunde wurden mittels eines digitalen Aufzeichnungsgerätes archiviert und zur subjektiven Beurteilung und objektiven Auswertung mittels Grauwertmessung auf einen PC übernommen.

Die subjektive Beurteilung ergab folgende Ergebnisse:

1. Das Auslaufen von Follikeln lässt sich ultrasonographisch gut darstellen und ermöglicht die Sicherung der Diagnose bei unsicherem palpatorischen Befund. Das frisch entstandene Corpus haemorrhagicum und Corpus luteum lässt sich sicher identifizieren, insbesondere wenn eine klare Dokumentation vorher erhobener Befunde stattgefunden hat.
2. Je nach Zykluslänge und Jahreszeit lassen sich Anzeichen einer laufenden Luteolyse bei sonographischer Untersuchung festmachen. Sie bieten wertvolle Hilfestellungen bei der Abschätzung einer neu zu erwartenden Rosse.
3. Das Erscheinungsbild von Corpora lutea ist sehr variabel. Es unterliegt während des Zyklus mitunter starken Schwankungen. Eine genauere Klärung des Zusammenhangs zwischen sonographischem Erscheinungsbild und funktionellen Eigenschaften bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Die objektive Auswertung mittels Grauwertmessung ergab folgende Ergebnisse:

1. Eine Grauwertmessung am Corpus luteum ist bei sicherer Identifizierung des Gelbkörpers möglich.
2. Die Grauwertmessung ermöglicht die Beobachtung der Grauwertentwicklung am equinen Corpus luteum. Für eine Stutenpopulation lassen sich Veränderungen der Grauwerte am Gelbkörper darstellen. Einzelwerte eines einzelnen Tieres lassen sich nicht einem bestimmten Zyklusstand oder Ereignis zuordnen.
3. Drastische Abnahmen des Grauwertes im Vergleich zu vorher erhobenen Werten zum erwarteten Zeitpunkt der Luteolyse lassen auf eine Gelbkörperregression schließen. Diese decken sich oft mit sonographisch feststellbaren Veränderungen am Corpus luteum.
4. Die gesonderte Untersuchung getrennt nach Rassen zeigt ähnliche Verläufe der Grauwertentwicklungen am Corpus luteum. Jedoch gibt es insbesondere bei Kaltblütern vereinzelt Unterschiede zu den anderen Rassen.

6 Summary

The characterisation of sonographic findings at the corpus haemorrhagicum and corpus luteum of the mare

The anatomical location of the mare's corpus luteum prevents manual examination and therefore makes it impossible to assess it via transrectal palpation. Merely the corpus haemorrhagicum is located in the fossa ovarica initially, but due to its soft consistency it might mistakenly be identified as preovulatory follicle.

Consequently a dominant but non-ovulatory follicle of the first wave of follicular growth is frequently exploited unsuccessfully for artificial insemination, because of not diagnosing an existing corpus luteum. The sonographic examination of the equine ovaries enhances the reliability of the examination and diagnoses. Corpora lutea can be detected in most instances by ultrasonic imaging of the oestrus cycle of the mare.

The purpose of this study was to examine if the conversion-processes of the corpora lutea can be detected and assigned to the corresponding stages of oestrus cycle by ultrasonic imaging. Furthermore it should have been checked if it is possible to objectify ultrasonic images of corpora lutea by grey scale measurement and if usable data for an enhanced cycle diagnosis can be obtained from this technique.

For the realisation of this work were 53 mares of warmblood breed, heavy draught breed and trotter horses available. The mares were examined every five days from ovulation on. In case of gravidity having been diagnosed on examination day 15 or 20, a further examination followed in order to confirm the result on day 35 after ovulation. When no gravidity had been detected, the mares have been included in the investigations again at the time a new oestrus cycle started.

The results from the ultrasonic imaging have been recorded on a digital videotape recorder and stored on a personal computer for a subjective assessment and objective evaluation.

The subjective assessment concluded following results:

1. The follicle can be well displayed by ultrasonic imaging at the time of ovulation, allowing to make reliable diagnosis when palpatoric results are indistinct. A newly developed corpus haemorrhagicum and corpus luteum can be easily identified, especially if good documentations on former findings are at hand.
2. Depending on the length of oestrus cycle and the season signs of a beginning luteolysis can be recognized by ultrasonic imaging. It is a very helpful method to find signs for a newly expected oestrus cycle.
3. The images of corpora lutea contain a high variability. Throughout the oestrus cycle heavy deviations can be detected. To get revealing information about the correlation between the sonographic image and the functional characteristics, additional research will have to be done.

The objective evaluation by grey scale measurement gave following results:

1. A grey scale measurement can be conducted if the corpus luteum has been definitively identified.
2. The grey scale measurement allows to make observations of the grey scale value development of the equine corpus luteum. The differences in the grey scale value of corpora lutea can be detected for a mare population. Single values of each animal can not be related to a distinct state or event in the oestrus cycle.
3. Compared to formerly taken measurements at the expected time of luteolysis an intense decrease in the grey scale value can be seen as a sign for the regression of a corpus luteum. This decrease often corresponds to a change in the ultrasonographic image of a corpus luteum.
4. The results, classified into the various breeds, indicate a similar trend in the grey scale measurement of the corpus luteum. However, differences between the breeds do occur once in a while, especially concerning the values of the heavy draught.

7 Anhang

Anhang I

Mesdaten zur Reproduzierbarkeit an einem Gelbkörper bei zehnmaliger Messung

Gesamtgelbkörper	Zusatzmessung auf schwarzem Untergrund							
	MW	AW	ZW *)	Pixel	MW	AW	ZW *)	Pixel
	73,27	19,41	73	5930	29,54	0,7	30	5930
	73,41	19,15	73	5163	29,54	0,7	30	5163
	73,77	19,07	74	5180	29,55	0,7	30	5180
	73,99	18,94	74	5225	29,55	0,7	30	5225
	73,97	19,43	74	5411	29,54	0,7	30	5411
	74,82	19,26	74	4984	29,54	0,7	30	4948
	73,73	19,21	74	4703	29,55	0,7	30	4703
	74,69	19,31	74	4709	29,54	0,7	30	4709
	74,31	19,12	74	5208	29,54	0,7	30	5208
	74,45	19,00	74	5278	29,54	0,7	30	5278
Mittelwert	74,04	19,19	73,80	5179,10	29,54	0,70	30,00	5175,50
Standardabweichung	0,494	0,157	0,400	334,117	0,005	0,000	0,000	336,386

*) in keiner der Messung für den Zentralwert (ZW) waren statistisch Unterschiede zu errechnen (t-test)

Anhang II

Stutenverzeichnis

Stutennummer	Rasse	Betrieb	Alter in Jahren	erbrachte Fohlen
1	Warmblut	G	18	1
2	Traber	C	9	1
3	Traber	C	17	4
4	Traber	C	10	2
5	Warmblut	A	3	0
6	Warmblut	E	18	10
7	Traber	C	14	5
8	Traber	C	13	3
9	Warmblut	A	11	1
10	Kaltblut	D	9	6
11	Warmblut	A	13	6
12	Traber	C	10	1
13	Traber	C	7	1
14	Warmblut	H	11	3
15	Warmblut	A	12	5
16	Warmblut	F	12	2
17	Warmblut	F	11	4
18	Warmblut	A	11	0
19	Warmblut	A	11	5
20	Kaltblut	B	13	6
21	Warmblut	E	8	1
22	Kaltblut	D	13	6
23	Warmblut	A	10	6
24	Kaltblut	D	12	1
25	Warmblut	E	20	11
26	Kaltblut	D	11	6
27	Traber	C	20	8
28	Kaltblut	D	10	4
29	Warmblut	A	8	4
30	Traber	C	8	2
31	Kaltblut	D	10	2
32	Warmblut	A	7	3
33	Warmblut	A	6	2
34	Warmblut	A	6	2
35	Kaltblut	D	7	1
36	Traber	C	7	2
37	Traber	C	10	4
38	Warmblut	A	5	1
39	Warmblut	A	5	1

40	Warmblut	A	5	1
41	Kaltblut	D	6	2
42	Kaltblut	D	6	1
43	Warmblut	H	4	1
44	Kaltblut	D	5	1
45	Kaltblut	D	5	1
46	Kaltblut	D	4	1
47	Traber	C	10	2
48	Kaltblut	D	4	1
49	Kaltblut	D	4	1
50	Kaltblut	D	3	0
51	Kaltblut	D	3	0
52	Kaltblut	D	3	0
53	Warmblut	G	20	8

8 Literaturverzeichnis

ALLEN, W.E.; ARBEID, P.E.; KOOROS, K.; PYCOCK, J.F. (1987)

Ultrasonic appearance of the equine corpus haemorrhagicum

Veterinary Record 121, 422-423

AURICH, Chr.; AURICH, J.E.; KLUG, E. (1993a)

Möglichkeiten der Zyklussteuerung beim Pferd

Der praktische Tierarzt 11/1993, 1001-1008

AURICH, Chr., KLUG, E. (1993b)

Endokrinologie des Sexualzyklus beim Pferd

Der praktische Tierarzt 10/1993, 889-895

BARTMANN, C.P.; WISSDORF, H (2002)

Äussere Rosse, Befruchtung, Plazentation, Trächtigkeitsstadien und Geburt

In: Wissdorf, H., Gerhards, H., Huskamp, B., Deegen, E. (Hrsg.)

Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 2. Auflage

Verlag M.& H. Schaper Alfeld – Hannover, Kapitel 16, 773-796

BARTMANN, C.P.; WISSDORF, H.; ÜBERMUTH K. (2002)

Weibliche Geschlechtsorgane, Milchdrüse und Harnröhre

In: Wissdorf, H., Gerhards, H., Huskamp, B., Deegen, E. (Hrsg.)

Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 2. Auflage

Verlag M.& H. Schaper Alfeld – Hannover, Kapitel 15, 745-771

BECKER, F.; KANITZ, W.; SCHNEIDER, F. (1994)

Ultrasonographische Untersuchungen zur Follikeldynamik im Zyklus der Stute

Reprod. Dom. Anim. 29, 130

BELZ, J. P., (1994)

Klinische, mikrobiologische und hormonanalytische Untersuchungen im Puerperium der Stute im Hinblick auf die Fertilität in der folgenden Rosse

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 1773

BOLLWEIN, H.; MAYER, R.; WEBER, F.; STOLLA, R. (2002)

Luteal blood flow during the estrous cycle in mares

Theriogenology 57, 2043-2051

BÜCHELER, D. (1994)

Untersuchungen am Skrotum, Testis, Epididymis und Plexus pampiniformis mit Hilfe sonographischer und histopathologischer Nachweismethoden

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 1766

BUSCH, W.; KLUG, E. (1999)

Fortpflanzungsstörungen bei der Stute und Krankheiten der weiblichen Geschlechtsorgane

In: Dietz, O.; Huskamp, B.; Handbuch Pferdepraxis

2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Kapitel 31, 567-599

ENGLAND, G. (1992)

Allen's Fertility and Obstetrics in the Horse; Second Edition

Blackwell Science

GINTHER, O.J. (1988)

Ultrasonic imaging of equine ovarian follicles and corpora lutea

Vet Clin North Am Equine Pract. 4, 197-213

GINTHER, O.J.; PIERSON, R.A. (1984a)

Ultrasonic anatomy of equine ovaries

Theriogenology, 21, 471-483

GINTHER, O.J.; PIERSON, R.A. (1984b)

Ultrasonic anatomy and pathology of the equine uterus

Theriogenology, 21, 505-516

GLADISCH, R. (1993)

Einführung in die sonographische Diagnostik

In: Ultraschalldiagnostik in der Veterinärmedizin

Tierärztl. Prax. 1993; Sonderheft: 3-19

GLATZEL, P. (1997)

Fertilität und Fertilitätsstörungen der Stute

In: Wintzer, H.J. (Hrsg.) Krankheiten des Pferdes; 2., vollständig überarbeitete Auflage
Parey Buchverlag Berlin, 259-291

GLATZEL, P.S.; BELZ J.P. (1995)

Fruchtbarkeit bei Stuten bei gestörtem bzw. ungestörtem Puerperium; Aussagekraft klinischer, mikrobiologischer und hormonanalytischer Untersuchungen

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 108, 367-372

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

Zur Anwendung der Sonographie in der andrologischen Diagnostik beim Bullen, pathologische Veränderungen und verfälschende Artefakte

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 109, 142-148

GLATZEL, P.S., HOUSSAIN EL. K., TIBARY (1981)

Pferde- und Eselhengste der marokkanischen Landespferde- und Maultierzucht, erste Ergebnisse aus dem Einsatz von Flüssig- und Gefriersamen für die Maultierproduktion

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 445-449

GLATZEL, P., HOUSSAIN EL. K., TIBARY (1983)

Breeding of horses and mules in Morocco and investigations about fluid and frozen semen
Anim. Res. And Development. Vol. 18, 38-46

GRAUE, I. (2002)

Computergestützte Graustufenanalyse sonographischer Befunde des Hodengewebes beim Bullen

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissertation

HERMES, R. (1997)

Sonographie der Trächtigkeit beim europäischen Reh (*Capreolus capreolus*) und Quantifizierung endometrialer Veränderungen während der Diapause mittels computergestützter Graustufenanalyse

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 2151

HÖHNE, K. (2002)

Ultrasonographische Untersuchung von Hoden und Prostata des Hundes unter besonderer Berücksichtigung der Graustufenanalyse

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissertation

HOHENHAUS, M.U.; LEHMANN, B. (1990)

Ovaraufbau und Funktion bei der Stute aus klinischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Ultrasonographie

Tierärztl. Prax. 18, 155-163

JÄHN, J. (1998)

Transvaginale Ultraschalluntersuchungen des bovinen Corpus luteum: Beziehungen zwischen sonographischem Befund und Funktionszustand sowie Lage von Graafschem Follikel und daraus resultierendem Gelbkörper

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissertation

KÄHN, W. (1991)

Die Ultraschalldiagnostik bei der Stute

In: Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik

Schlütersche, 11-80

KÄHN, W.; LEIDL, W. (1984)

Die Ultraschalldiagnostik (Echographie) in der gynäkologischen Untersuchung der Stute

Tierärztl. Prax. 12, 203-210

KÄHN, W.; LEIDL, W. (1987)

Echographische Befunde an Ovarien von Stuten

Tierärztl. Umschau 42, 257-266

KAJAYSRI, J. (1998)

In-vitro-Untersuchungen zur Beziehung von sonomorphologischen, makro- und mikroskopischen sowie endokrinologischen Befunden am bovinen Corpus luteum

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissertation

KANITZ, W. (2001)

Charakterisierung biologischer Grundlagen für die Entwicklung einer neuen Reproduktionstechnik –In-vitro-Embryonenerzeugung- beim Pferd (*Equus Przewalskii Caballus*)

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Habil. - Schr. 2001

KLUG, E. (1999)

Tierärztliche Zucht- und Gestütsbetreuung

In: Dietz, O.; Huskamp, B.; Handbuch Pferdepraxis

2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Kapitel 32, 601-606

KLUG, E.; ANDRES, E.F. (1987)

Untersuchung zur diagnostischen Terminierung des Ovulationszeitpunktes bei der Stute
Der praktische Tierarzt 1/1987, 28-32

KLUG, W. (1996)

Geschlechtszyklus der Stute Wissenswertes für die Praxis
collegium veterinarium XXVI, 73-75

LACK, P.; HUCHZERMEYER, S. (2004)

Ovulationsinduktion bei der Stute

Tierärztl. Prax., 357-361

LANGE, A.; REIF, S.; GLATZEL P.S. (1999)

Zur Versorgung des frischen unvollständigen Dammrisses bei der Stute und die Auswirkungen auf die nachfolgende Zuchtnutzung.

2. Giessener Neonatologische Tagung, 29. Oktober 1999

LEIDL, W.; WÜRGAU, Th.; WOLFF, N.; BOUABID, C. (1992)

Klinische Aspekte der Ovarfunktion und ihrer Störungen bei der Stute

Tierärztl. Umschau 47, 63-66

LIEBICH, H.G. (1999)

Funktionelle Histologie der Haussäugetiere

In: Weibliche Geschlechtsorgane (*Organa genitalia feminina*)

3. Auflage; Schattauer, 282-302

MONTAVON, S. (1994)

Ultrasonography of the formation and development of the corpus luteum in the mare: review for the practitioner

Schweiz. Arch. Tierheilkd. 136, 91-94

PANTKE, K.H.P. (1990)

Charakterisierung von Sekretionsrhythmen der Gonadotropine in der venösen Drainage der Hypophyse bei der Stute

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissertation

POULSEN NAUTRUP, C. (2000a)

Physikalische Grundlagen

In: Poulsen Nautrup, C. und Tobias, R. (Hrsg.)

Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze

3. unveränderte Auflage; Schlütersche, 21-30

POULSEN NAUTRUP, C. (2000b)

Technische Grundlagen

In: Poulsen Nautrup, C. und Tobias, R. (Hrsg.)

Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze

3. unveränderte Auflage; Schlütersche, 31-59

PIERSON, R.A.; GINTHER, O.J. (1985)

Ultrasonic evaluation of the corpus luteum of the mare

Theriogenology, Vol. 23, 795-806

PYCOCK, J.F.; DIELEMAN, S.; DRIFJHOUT, P.; BRUG, Y. VAN DER; OEI, C; WEIJDEN; G.C. VAN DER (1995)

Correlation of plasma concentrations of progesterone and oestradiol with ultrasound characteristics of the uterus and duration of oestrus behaviour in the cycling mare

Reprod. Dom. Anim. 30, 224-227

REIF, S. (2002)

Untersuchungen zu den Verschlussverhältnissen im kaudalen Genitalkanal der Stute

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 2542

SCHAMS, D.; LAHLOU-KASSI, A.; GLATZEL P. (1982)

Oxytocin concentrations in peripheral blood during the oestrus cycle and after ovariectomy in two breeds of sheep with low and high fecundity

J. Endocrinol., 92; 9-13

SINGH, J.; PIERSON, R.A.; ADAMS, G.P. (1997)

Ultrasound image attributes of the bovine corpus luteum: structural and functional correlates

Journal of Reproduction and Fertility 109, 35-44

TOWNSON, D.H.; GINTHER, O.J. (1989a)

Ultrasonic echogenicity of developing corpora lutea in pony mares

Anim. Reprod. Sci., 20, 143-153

TOWNSON, D.H.; GINTHER, O.J. (1989b)

Size and shape changes in the preovulatory follicle in mares based on digital analysis of ultrasonic images

Anim. Reprod. Sci. 21, 63-71

VON RENTELN, M.C. (2001)

Zur Anwendung der künstlichen Besamung nach hormonell induzierter Rosse am Tag 18-19 post partum und gezielter Ovulationsauslösung bei der Stute

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 2547

WATSON, E.D.; PEDERSEN, H.G.; THOMSON, S.R.M.; FRASER, H.M. (2000)

Control of follicular development and luteal function in the mare: effects of a GnRH antagonist

Theriogenology 54, 599-609

WEHRLE, H. (2000)

Überprüfung von Proteinen aus bovinem Seminalplasma und der Spermienmembran mit Hilfe der 2-D-Gelelektrophorese und ihrer Beziehung zur Fruchtbarkeit

Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Dissertation, J-Nr.: 2430

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. P. S. Glatzel möchte ich recht herzlich für die Überlassung des Themas, seinen fachlichen Rat und Durchsicht der Arbeit danken.

Mein Dank gilt Herrn Sönke von Fehrn und Dr. André Lange für die Unterstützung und Möglichkeit zur Durchführung des Dissertationsvorhabens. Vielen Dank für die geduldigen Erklärungen und jederzeit freundliche Bereitschaft zur Hilfe und Durchsicht der Arbeit.

Für ein stets offenes Ohr und die Unterstützung möchte ich mich bei Frau Elke Lange, Frau Dr. Sonja von Fehrn, Frau Katharina Mees, Herrn Claus von Fehrn und Herrn Hauke Büchmann bedanken

Für die Überlassung des Ultraschallgerätes und der Bereitstellung seines umfangreichen Archivs danke ich meinem Vater Dr. Wolfgang Teschner.

Herrn Dr. Felix Scharrer danke ich für die Einarbeitung und Unterstützung.

Ganz besonders möchte ich mich bei den Züchtern für die Bereitstellung ihrer Stuten und aufwändige Mitarbeit bedanken, ohne die dieses Vorhaben nicht möglich gewesen wäre: Familie Bernd und Inge Hansen, Herrn Claus-Heinrich Hansen, Familie Ernst-August und Kirsten Hansen, Herrn Sönke Peters, Herrn Claus-Heinrich Petersen, Herrn Hans-Thomas Rathje, Familie Elke und Otmar Schmid, Herrn August Schnoor und Familie Uwe Schnoor.

Meiner Schwester TÄ Bernadette Kögel danke ich für ihre Hilfsbereitschaft bei der Beschaffung von Arbeitsmaterialien.

Ein ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Verena Gomeringer, ohne deren Zureden und Unterstützung ich diese Arbeit nicht fertig gestellt hätte.

Dank an alle namentlich hier nicht genannten Personen, die mir durch Rat und Tat zur Seite gestanden haben.

Selbständigkeitserklärung:

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

Schuby, den 15.11.2007

Dominik Teschner